

UŞAQLAR ÜÇÜN ENSİKLOPEDIYA



INFORMATIKA



LÜĞƏT VƏ ENSİKLOPEDIYALAR

L/9:3974
U74

UŞAQLAR ÜÇÜN ENSİKLOPEDIYA



İNFORMATİKA



"Səmə Qarlı"
Bakı
2008

"Uşaqlar üçün ensiklopediya"lar Beynəlxalq təhsilverici sistemlər mərkəzi (BTSM) və YUNESKO/BTSM Beynəlxalq kafedra-şəbəkəsi tərəfindən hamı üçün fasiləsiz təhsil (continuing longlife education for all) sistemlərində dərs vəsaiti kimi tövsiyə edilmişdir.

Azərbaycan nəşri üzərində işləyənlər:

Əli Abbasov
akademik

Rasim Əliquliyev
*AMEA-nın müxbir üzvü,
 texnika elmləri doktoru, professor*

Ələkbər Əliyev
texnika elmləri doktoru, professor

ISBN 978-9952-34-197-3

004.03-dc22
 Uşaq ensiklopediyası – İnformatika

Uşaqlar üçün ensiklopediya. İnformatika.
 Bakı, "Şərq-Qərb", 2008, 616 səh.

© "Şərq-Qərb", 2008

OXUCUYA

İnformatika elmini, eləcə də onun xüsusiyyət və qanunlarının yayılmasını öyrənən fənn – informasiyadır. Ona görə də, informatika haqda nə isə başa düşməkdən ötrü görək "informasiya" anlayışını götür-qoy edəsən.

Necə sadə və vordiş etdiyimiz sözdür bu – "informasiya". İndi hətta uşaqlar belə ondan asanlıqla istifadə edir, böyüklərin isə o çoxdandır fəal lüğətlərindəndir. Doğrudan da, əgər bu anlayış bizim həyatımıza sıx, özü də gözgörsə uzun müddətə daxil olmuşdursa burada nəyi götür-qoy etməliyik? Əgər bizdən bu sözün mahiyyəti barədə soruşanda fikirləşmədən deyirik ki, informasiya – bu saxlanılması, ötürülməsi və emal edilməsi mümkün olan istənilən məlumatdır. Bununla belə çox adam informasiyanın bəşəriyyətdən əhəmiyyətli dərəcədə öncə meydana gəldiyini fikirləşibmi heç? Təbiət bitkilərin və canlı orqanizmlərin genetik informasiyalarını qoruyub, ötürüb və emal edəndə hələ insanın bizim planeto zühuru haqqında heç bir xəbər yox idi. Və insan peyda olub, demək olar ki, ilk addımlarını Yerdə atdığı andan informasiyanın ötürülməsi və qorun-

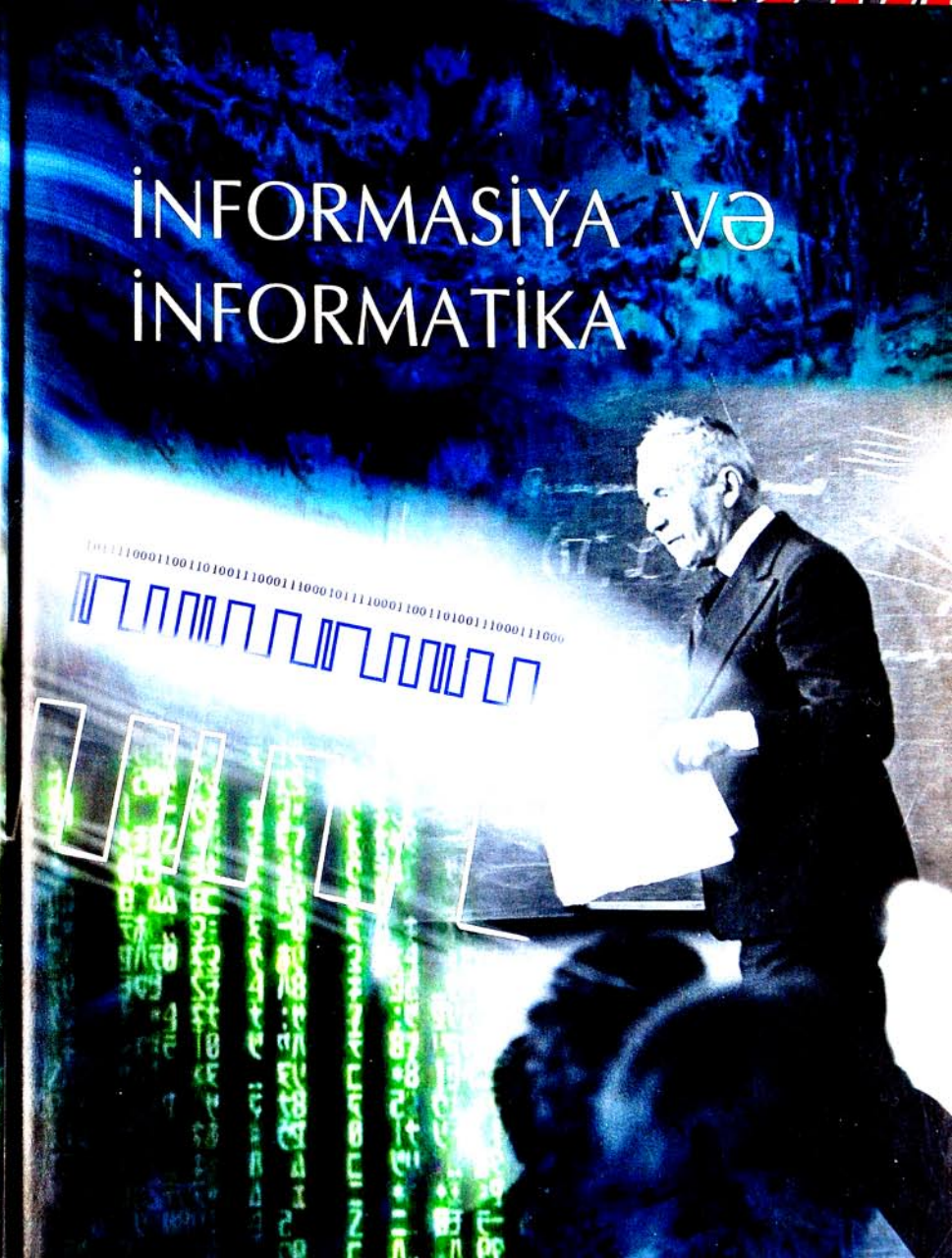
ması üçün vasitə axtarmğa başladı. Qədim Misir papirusları, qədim insanların mağaralardakı qayaüstü rəsmləri və hindi tayfalarının məlumatlar ötürən tonqal ənənələri bunları təsdiqləməyə xidmət edir.

Son illər insanın tələbat duyduğu informasiyanın miqdarı o qədər sürətlə genişlənir ki, biz bu artımla bəzən ayaqlaşma bilmirik, özümüzü rəngarəng məlumatların sahilsiz okeanında azmış və köməksiz hiss edirik. YUNESKO-nun verdiyi xəbərə görə XIX əsrin əvvəllərində bütün dünya üzrə elmi-dövri nəşrlərin sayı 100-ə yaxın idi. 1850-ci ildə dövrü nəşrlər 1000-ə qədər artmış, 1900-cü ildə 10000-ə keçmiş, indisə bəzi mütəxəssislərin rəyinə görə 100000-ə yaxınlaşır. Bundan əlavə jurnal məqalələri dərindən genişlənir: indi onların dərəcə il ərzində 3 milyona qədərdir. Son 25 ildə nəşr olunan kitabların sayı son 500 ildəkində bərabərdir. Bəs bu axının informasiya tufanında müvəzzinotı necə saxlamalı?

Müasir insan üçün informasiyanın hansı əhəmiyyəti vardır? O bizə nə bağışlayır? İlk növbədə, əlbəttə, qolaylıq. Biz televizora baxır, sorğu bürosuna zəng edir, mətbuatı



INFORMASIYA VƏ INFORMATIKA





INFORMASIYA VƏ İNSAN

KOMPÜTER INFORMASIYANIN İŞLƏNMƏSİ ÜÇÜN UNİVERSAL VASİTƏDİR

Qlobal informasiya texnologiyaları dövrü yenidən başlayıb. İnsanların yaratmış olduqları informasiyaların mühüm hissəsi artıq rəqəmli formaya salınıb və kompüterdə işlənərək informasiya şəbə-

kələri vasitəsilə dünyanın istənilən nöqtəsinə ötürülə bilər. Ötən əsrlərdə əldə edilmiş informasiyalar (mətnlər, şəkillər, filmlər, audiodizaynlar və s.) tədricən rəqəmli formaya çevrilir və həmin informasiya şəbəkələrinə daxil edilir. İnformasiyaları bu formada saxlamaq daha asandır və onlar köçürülmə zamanı təhrif olunmur. Fiziki informasiya daşıyıcıları daimi olmasalar da informasiyanın vaxtında köçürülməsi, üzünün çıxarılması, kompüter şəbəkəsinin müxtəlif nöqtələrində saxlanması lokal qəzalardan – kompüterlərin sınımasından, yangınlardan qorxmamağa əsas verir. İnformasiyanın işlənməsi zamanı fiziki işlərdən tutmuş yaradıcı işlərə qədər istənilən əməliyyatlar kompüter vasitəsilə yerinə yetirilir. Hələ bir neçə il öncəyodək şahmat oyunu son



dərəcə yaradıcı məşğuliyyət hesab edirdi, ancaq bu gün məlum olur ki, kompüter üçün bu oyun "xaçlar və sıfırlar" (ing. tic-tac-toe) oyunundan azca fərqlidir.

Görək olduqları yerlərdə kompüterlər artıq var, yaxud yaxın zamanlarda olacaqlar. Müasir kompüter praktiki olaraq öz imkanlarının son həddinə çatıb. Kompüterdə saxlanılan mətnlərin həcmi o qədər böyükdür ki, onun sahibi bu mətnləri bütün ömrü boyu oxuyub qurtara bilməz. Bütün dünyanın riyazi ictimaiyyətinin il ərzində hazırladığı mətnlərin həcmi bir müasir kompüterin yaddaşında saxlanıla bilən mətnlərin həcmindən azdır.

Böyükklər kompüterdən iş görmək üçün, uşaqlar isə dərslər öyrənmək üçün istifadə edir. İşgüzar məktublar kompüterdə tərtib edilir, arxivdə saxlanılır, elektron poçt vasitəsilə lazımı ünvana göndərilir və yalnız müstəsna hallarda kağızda çap edilir.

Bu gün kitablar artıq rəqəmli formada yaradılır. Bu cür "elektron kitablar"ı kompüter şəbəkələrindən köçürmək və fərdi kompüterin, yaxud xüsusi cib kompüterinin monitorundan oxumaq olar. Bu gün oxucu kitab üçün mağazaya getməyə, yaxud onu poçt vasitəsilə sifariş etməyə vərdisi edibse, sabah nəşriyyat müvafiq məbləği (kompüter vasitəsilə) ödəməklə həmin kitabı ekrandan oxumaq və onun bir nüsxəsini öz printerində çap etmək hüququ əldə edəcək, ya da məbləği bilavasitə müəllifə ödəmək öhdəliyi götürməklə kitabı onun kompüterindən köçürə biləcək (olbətto, kitab xoşuna gələrsə).

Müasir kompüter həmçinin sonsuz sayda statik görüntüləri – şəkil və fotoqrafiyaları özündə saxlayır. Görüntünü işığa həssas filmə (plyonkada) qeydə alan ənənəvi optik fotoaparətlər hələ də geniş yayılıb. Amma artıq görüntünü birbaşa rəqəmli şəkildə qeydə alan və onu öz elektron yaddaşına köçürən film-

XIX-XX ƏSRLƏRİN BAŞLIÇA ELMI VƏ TEXNOLOJİ NƏİYYƏTLƏRİ

- İnformasiyanın işlənməsi üçün universal qurğunun – kompüterin yaradılması ideyası.
- İstənilən informasiyanın rəqəmli, ikilik kodlaşdırılmasından istifadə etməklə kompüterin elektron sxemlərdə gerçəkləşdirilməsi ideyası.
- İstənilən informasiyanın ikilik formada verilməsi üçün standartların yaradılması.
- İnformasiyanın işlənməsi alqoritmlərinin yazılması üçün proqramlaşdırma dillərinin yaradılması və insan tərəfindən yazılmış alqoritmlərin ikilik proqramlara çevrilməsinin avtomatlaşdırılması.
- Kompüterləri öz aralarında əlaqələndirən ümumdünya şəbəkəsinin yaradılması.
- Mikroelektronika texnologiyası (elektron sxemlərin vahid kristalda reallaşdırılması; bunun nəticəsində milyonlarla və milyardlarla dəyişdirici elementlərdən ibarət elektron sxemləri milyon tirajlarla hazırlamaq mümkündür).
- Diskretləşdirmə texnologiyası (istənilən növ informasiyanın rəqəmli formada təqdimatı). İnformasiyanın analoqlu, fasiləsiz yazılış, ötürülmə və işlənmə metodları rəqəmli metodlarla əvəz olunur, nəticədə informasiyanın saxlanma və ötürülmə zamanı təhrif oluması aradan qalxır, informasiyanı istənilən sayda oxumaq və üzünü köçürmək mümkün olur.
- Ümumdünya şəbəkəsinin yaradılması üçün bütün müasir rabitə növlərinin istifadə etdiyi rəqəmli kommunikasiyalar texnologiyası.

siz (və ümumiyyətlə, hərəkətdəci hissələri olmayan), rəqəmli fotokameralardan aktiv şəkildə istifadə edilməyə başlanıb. Rəqəmli formada çəkilmiş kadrları fərdi kompüterə köçürmək, ekranda baxmaq, printerdə çap etmək, yaxud xüsusi proqramın köməyiylə re-dakto edərək kompüterdəki ailə albomuna yerləşdirmək olar. Tezliklə (150 il ərzində, demək olar ki, dəyişmədən mövcud olan) ənənəvi fotoaparətlər mexaniki arifimetrlər və lampalı radio-qəbuledicilər kimi muzey eksponatına çevriləcək.

Kino və sənəyat texnologiyalarını da belə bir aqibət gözləyir. Yeni rəqəmli texnologiyalar burada da köhnə analoq texnologiyaları sıxışdırıb aradan çıxar-



Funksional savadsız insanlar indi də var. Məsələn, harasa getmək istəyən bir nəfər dəmiryol vağzalına gəlir, amma burada qatarların hərəkət cədvəlindən baş çıxara bilmir. Eynilə bunun kimi elektron funksional savadsızlıq da mövcuddur. İnsanın sosial statusu onun müasir informasiya texnologiyalarını necə mənimsəməsilə deyil, yeni texnologiyalara necə uyğunlaşa bilməsilə müəyyən olunur.



İNFORMASIYA NƏDİR

XX yüzilin sonlarından "informasiya" sözü nə qədər geniş işlədilsə, bir o qədər qeyri-müəyyən görünür. "Fəlsəfi ensiklopedik lüğət"də bu sözün dörd müxtəlif mənası verilir:

- işlərin vəziyyəti haqqında bilgi, xəbər, hər hansı bir şey haqqında insanların verdiyi məlumat;

racıq. Hərəkətdəici hissələri olmayan rəqəmli videokameralar və maqnitofonlara keçid üçün cəmi bir neçə il gərəkdir. Lakin kompüterlər hələ ki sonsuz sayda filmləri saxlaya və ötürə bilmir.

Yeni informasiya texnologiyalarına keçid müxtəlif mövqelərin, texnologiyaların, standartların, proqram təminatı protokollarının və avadanlıqların rəqabəti şəraitində baş verir. İnformasiyanın təqdim edilmə formalarının və onlara mürciət metodlarının müxtəlifliyi qaçılmazdır. Sürotlə yeniləşən dünya ilə ayaqlaşmaq üçün informasiya infrastrukturalarına dair baza biliklərini və onlarla praktiki iş vərdişlərini ömür boyu öyrənmək və yeniləmək gərəkdir.

Yeni minilliyin tam hüquqlu üzvü lokal şəbəkələrdən tutmuş dünya miqyaslı şəbəkələrə qədər istənilən səviyyəli kompüter şəbəkələri hər gün və səmərəli surətdə təmasda olmalıdır. İnformasiya infrastrukturaları ilə işləmək bacarığının səviyyəsi bir çox hallarda şəxsiyyətin sosial statusunu müəyyən edəcəkdir.

- məlumatların alınması nəticəsində azalan, aradan qaldırılan qeyri-müəyyənlik;

- idarəetmə ilə qırılmaz bağlı olan məlumat; sintetik, semantik və pragmatik xarakteristikalarından ibarət siqnallar;

- canlı və cansız təbiətin istənilən obyektlərindəki müxtəlifliklərin əksi (inikası).

1948-ci ildə amerikalı alim və mühəndis Klod Şennon rabitonin riyazi nəzəriyyəsinin əsasları – informasiya nəzəriyyəsi haqqında elmi işini dərc etdirəndən sonra, həmin nəzəriyyə informasiyanın ötürülməsinin önəm daşdığı bütün elm sahələrində tətbiq edilməyə başladı. Təxminən həmin illərdə, sonra-

İNFORMASIYANIN ATOMLARI

Informasiya hansı üsulla əldə edilməsindən asılı olmayaraq, həmişə fərqləri və dəyişiklikləri qeydə alır. "Gecdir" ona görə mənə kəsb edir ki, "tezdır" mövcuddur; yaz qışdan sonra gəlir. Biz qarşılaşdırmalarla düşüncürük, bu da insan təfəkkürünün fundamental xüsusiyyətidir. Axı təbiətdə heç bir konkret an mövcud deyil ki, yaz qışı əvəz etsin. Dünyanın dərk olunmasında passiv olmayan, ancaq ondan informasiya götürən insan kəsilməz gerçəkliyi xəyali hədlər, sərhədlər, böhran nöqtələri vasitəsilə elementlərə bölür ki, həmin sərhədlərdəki nə isə "bir cür" idi, amma sonra "başqa cür" oldu. İstənilən "hə" yalnız "yox"la qarşılaşdırmada, istənilən "çox" yalnız "az"la qarşılaşdırmada, "müharibə" – "sülh"lə, "saraylar" – "daxmalar"la və s. qarşılaşdırmada mənə kəsb edir.

Bəliqlə, hər dəfə informasiya yaradarkən, yaxud onu ötürərkən biz tamı diskret edirik, elementləri hissələrə ayırırıq. Bəzi hallarda diskretlik aşkardır: sirenə qoşulub – qoşulmayıb, əlini uzatdı – uzatmadı. "Ya – ya da" prinsipinə görə qurulmuş bu cür əks qütblüklər binar adlanır. Bu cür hallarda bir vəziyyət başqasından təbii, aşkar şəkildə ayrılır, onlar arasındakı fərq "özünü gözə soxur" (sirena misalında – "qulağa"). Yazın gəlişilə bağlı misalda isə hər şey daha mürəkkəbdir. Dünyada aşkar hüduqları olmayan çoxlu proseslər var. Özümüz bildiyimiz diskretlik daxil etməklə bu hüduqları biz qoyuruq. "Saçın çox uzanıb, – anası deyir, – qırıxdırmaq gərəkdir". – "O qədər də çox deyil, gözümə ki tökülür, – oğlu cavab verir. – Hələ belə gəzəcəyəm". Burada müxtəlif situasiyalar əlamətlərin sayına, yaxud dərəcəsinə görə bir-birindən ayrılır. Tutaq ki, saçın qalınlıq dərəcəsi belə verilib: dəz – sifirinci dərəcə, qısa vurulmuş saç – birinci dərəcə, bir qədər uzanmış saçlar – ikinci dərəcə, gözə tökülən saçlar – üçüncü dərəcə, hörülmüş saçlar – dördüncü dərəcə və s. Dərəcəli əks qütblük belə təşkil olunur. Kəsilməliyin bölünmə üsulları müxtəlif olur. Aydındır ki, dərəcəli əks qütblük istənilən qaydada müəyyən olunarsa, bu informasiyanın ötürülməsinin ən mühüm şərtinin – dəqiqliyin yerinə yetirilməsinə imkan verməyəcək. Fərz edək ki, vahid təqvim mövcud deyil, yazın nə vaxt gəlməsini, bu günün nə vaxt sona çatacağını və sabahkı günün nə vaxt başlanacağını hər kəs öz şəxsi hissələrinə əsaslanaraq müəyyən edir. İnformasiyanın dəqiqliklə ötürülməsini

təmin edən və hamı üçün ümumi olan işarə sisteminin yaradılması – insanlar tərəfindən həllinə dəfələrlə cəhd göstərilmiş məsələdir. Kəsilməliyi kəsilən kimi göstərən bu cür sistemlər olmadan müasir həyatı təsəvvür etmək mümkün deyil, çünki bu, not savadıdır, pul sistemidir, zamanın hesablanması sistemidir, coğrafi koordinatlarıdır, temperaturun şkalasıdır və çoxlu başqa şeylərdir.

İlk dəfə qarşılaşdırmanın fundamental əhəmiyyətini dili işarə sistemi kimi öyrənən, müasir linqvistikanın banisi Ferdinand de Sossür (1857-1913) izah etdi. Məhz o, göstərdi ki, heç bir işarə öz-özlüyündə mənə kəsb etmir, o, yalnız və yalnız başqa işarələrlə əkslikdə (qarşılaşdırmada) mövcuddur. Bir fanarlı işıqıq, bir hardən ibarət alitba ola bilməz. Hətta sizə elə gələ bilər ki, cəmi bir işarə var, amma əslində, bu belə deyil. Məsələn, sirena – "diqqət", yaxud "təhlükə"ni bildirən səs işarəsidir. Ancaq dərindən düşünsək, aydın olar ki, burada da qarşılaşdırma var: səsənin olması – səsənin olmaması. Sirenənin susmasının da əhəmiyyəti var, o, "hər şey həmişə olduğu kimidir", "heç bir xüsusi hadisə baş verməyir" kimi mənaları ifadə edir. Xarici formasi obyektin olmamasından ibarət olan belə işarələr sıfırıncı işarələr deyilir. Sıfırıncı işarələrə örnək olaraq sözlər arasındakı boşluğu (pauza), cihazdakı yananıyan lampaları, hörmətsizlik əlaməti olaraq uzadılmaayan əli göstərmək olar.



dan informasiyanın işlənməsi üçün universal vasitəyə çevrilən ilk kompüterlər meydana çıxdı. Tədricən informasiya haqqında bu təlim kibernetika və informatikadan fizikaya, kimyaya, biologiyaya, fəlsəfəyə, məntiqə və digər elm

sahələrinə keçməyə başladı. "Informasiya" anlayışı artıq elmin fundamental anlayışlarından birinə çevrilib və alimlərin çoxsaylı elmi işlərində bu anlayışa müxtəlif baxışlar var, ona müxtəlif təriflər verilir.



Ferdinand de Sossür.



"İnformasiya – ilkin mənbəyi təcrübə olan xüsusi məlumatların məcmusudur".

A.A.Krasovskiy,
Q.S.Pospelov,
1961-ci il.

Bəs bu qarmaqarıqlıqdan necə baş çıxarmaq olar? Biz bir, yoxsa bir neçə anlayışdan istifadə etməliyik? Bu anlayışlar arasında hansısa ortaq nöqtələr mövcuddurmu? Bütün bunları aydınlaşdırmağa çalışacağıq.

İlkin və daha dar mənada informasiya – şüurlu məxluqatın, insanların atributudur. O, təcrübə, müşahidə, yaxud düşüncə yolu ilə əldə edilən və başqasına, yaxud özünə verilmək üçün maddi formada qeyd olunmuş hansısa xəbərlər, məlumatlar, faktlardır. Bu anlamda istənilən informasiyada iki komponentin – məzmun və maddi hissənin olması lazımdır. Yəni, birincisi, o kimlər üçün nəzərdə tutulubsa, onlar üçün aydın olmalıdır (məzmun komponenti), ikincisi, bu və ya digər fiziki daşıyıcıda, məsələn, kağızda təqdim edilməlidir (forma komponenti).

Aydındır ki, eyni bir informasiyanı tamamilə müxtəlif cür (məsələn, türk, yaxud ingilis dilində) və müxtəlif daşıyıcılarda (kitabda, maqnit lentində) təqdim etmək olar.

Ancaq informasiyanın məzmun komponentini bir tərəfə qoysaq və eyni zamanda onu istənilən konkret fiziki daşıyıcısından təcrid etsək, onda hələ də araşdırma predmeti ola biləcək nəşə qalacaq. Bu, formal komponentdir. O yalnız kodlaşdırma ideyasından ibarətdir, yəni kodlaşdırılan informasiyanın mənasından və informasiya daşıyıcısının fiziki xüsusiyyətlərindən asılı deyil. Formal komponent üçün yalnız informasiyanın kəmiyyət, tezlik-ehtimal və struktur xassələrinin əhəmiyyəti var. Məsələn, informasiya ehtimalı və az ehtimalı, mürəkkəb ola bilər, yəni bir deyil, bir neçə asılı olmayan faktından ibarət ola bilər.

İnformasiyanın formal xassələrini riyazi metodlarla araşdırmaq olar: informasiya nəzəriyyəsi bu cür yaranıb. Çox yaxşıdır ki, bu tədqiqatların nəticələri istənilən proseslərə və hadisələrə, o

cümlədən sözün dar mənasında informasiya prosesləri və hadisələrinə aid olmayan, ancaq yalnız informasiya proseslərinin formal xassələrinə malik olan proseslərə və hadisələrə də tətbiq oluna bilər. Ona görə də bu gün "informasiya" sözünün olduqca geniş mənası olması tamamilə məntiqlidir. Bəzi tədqiqatçılar informasiyanı anlayışını hətta təbiətdəki və cəmiyyətdəki müxtəlifliklərlə, ümumilikdə nizamlılıqla əlaqələndirirlər.

İNFORMASIYANIN MİQDARI

Hər hansı kəmiyyəti ölçmək üçün, birincisi, ölçü vahidini və etalonu seçmək, ikincisi isə istənilən kəmiyyəti etalonla ifadə etməyin prosedurunu müəyyən etməkdir.

Əgər bu qayda ilə informasiyanın ölçüsünü müəyyən etməyə cəhd göstərsək, bunu müxtəlif üsullarla etməyin mümkünlüyü aydınlaşar.

Sadə bir halı nəzərdən keçirək. Tutaq ki, informasiya – sıfırların və vahidlərin istənilən ardıcılığıdır. Onda belə ardıcılıqda bir yeri (mərtəbəni) məntiqi olaraq informasiya vahidi, ardıcılığın uzunluğunu isə informasiyanın miqdarı hesab etmək olar.

Məsələn, doğum evindən belə bir xəbər gəlir: "Sizin oğlunuz oldu". Kompüterdə qəbul olunduğu kimi hər bir hərfi (o cümlədən, sözlərarası boşluğu da) bir baytla kodlaşdıraraq, göstərilən məlumat 18 bayt, yaxud $18 \cdot 8 = 144$ bit yer tutacaq. Məlumatı "Sizdə oğlandı", yaxud, sadəcə, "Oğlan" şəklində qısaltsaq həmin qiymət uyğun olaraq 104 və 40 bit olacaq. Qabaqcadan razılaşılırsa ki, 0 "oğlan", 1 isə "qız" deməkdir, onda bütün informasiya 1 bite sığışacaq.

İndi bu cür yanaşmanın əsas çatışmazlığı aydın olur: informasiyanın miqdarı onun məzmunu ilə deyil, istifadə olunan kodla müəyyənləşir. Kodun

İNFORMASIYANIN TƏQDİM EDİLMƏSİ

İnformasiyanın saxlanması, çevrilməsi və ötürülməsi üçün ciddi təriflənsə, onun cürbəcür təqdim olunması və onlardan istifadə metodları daha vacibdir.

İnformasiya işarələr, simvollar və kodlar şəklində mütləq şifrələnməlidir. Kodlaşdırma dəfələrlə və çeşidli məqsədlərlə aparıla bilər: bu və ya digər rabitə kanalları ilə ötürməni təmin etmək, onlardan hər hansı birinin yükünü azaltmaq, informasiyanın məxfiliyini saxlamaq və s. Bir dildən başqasına tərcümə də kodlaşdırma deyil ki, burada da məqsəd dili bilməyən, yəni informasiyanın ilkin təqdimatı ilə tanış olmayan insanın informasiyanı qavramasıdır.

Son zamanlar IP-telefonıya geniş yayılmağa başlayıb. İstənilən şəxs öz kodu olan kart alıb başqa şəhərə, yaxud başqa ölkəyə zəng edə bilər. Danışq zamanı belə bir informasiya prosesi baş verir. Öncə informasiyanın beyində ardıcıl olaraq obrazlar, fikirler, nitqlər şəklində şifrələnir. Telefon qurğusunun köməyiylə rəqslər (danışq) elektrik impulslarına çevrilir. Kompüter stansiya-kommutatorlarında analog elektr k impulsları rəqəmli koda çevrilir və o, ötürülməni tezləşdirmək üçün xüsusi alqoritmlər vasitəsilə emal olunur. Sonra alana düzgün çatdırılması üçün kod yenidən kodlaşdırılaraq Internetlə ötürülür. Qəbulədi stansiya da əks proses – kodaçma baş verir: rəqəmli kod analog elektrik impulsuna, sonra telefonda səs rəqslərinə çevrilir ki, nəhayət, ikinci həmsöhbət tərəfindən başa düşülür.

Bu cür uzun zəncirdə informasiyanın təqdim edilməsi dəyişilib, ancaq məqsəd (göndərilən informasiyanın məzmi) dəyişməz qalır.

Dünyada informasiyanın cürbəcür növləri mövcuddur. Onların insan qavrayışına əsaslanan təsnifatına baxaq:

1. Vizual (görmə) informasiya. Belə informasiyanı, əlbəttə, təkcə insan yox, həm də heyvanlar anlayır. Ətraf aləmin başlıca olaraq yalnız əksini mənimsəyən heyvanlardan fərqli olaraq insan əyani informasiyanı öncə qayəüstü rəsmlər, sonra rəsəməliq əsərləri, fotoqrafiya, video şəklində yazsa, saxlaya bilər. İnkişaf irəliyə doğru gedir, XXI əsr yazı texnologiyalarının yaradıldığı və geniş şəkildə tətbiq edildiyi müstəvi təsvirlərin deyil, əsl üçölçülü təsvirlərin hazırlandığı dövrüdür. Bu təsvirlərə yandan, yuxarıdan baxmaq olar, onun arxasına keçib o biri tərəfdə nə baş verdiyini görmək olar.

Artıq doğmalarınızın, ev heyvanlarınızın holografik, psevduçölçülü fotoqrafiyasını hazırlamağı təklif edən fotostudiyalar meydana çıxıb.

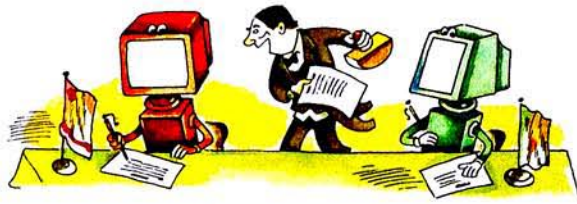
2. Akustik informasiya (nitq, səs). Demək olar ki, bütün heyvanlar bu və ya digər dərəcədə səs qavrama qabiliyyətinə malikdir: onlar bir-birlərini təhlükə barəsində xəbərdar edir, cəmiyyətdə öz statuslarını müəyyən edir, hətta, ola bilsin, birgə öz zamanı öz hərəkətlərini uzlaşdırırlar. Ancaq təkcə insan nitq vasitəsilə hisslərini, fikirlərini ifadə edir, müəyyən dərəcədə informasiyanı vizual qavranılmasını əvəz edə bilər. Danışan nəyisə gözəl (bəlağətli), aydın, canlı təsvir edərsə, dinləyici həmin predmeti əla təsəvvür edə bilər ki, sanki onu görür. Kompüterdə nitq istənilən başqa bir səs, yaxud musiqi kimi verilir, ya da ayrı-ayrı səslərə – fonemlərə, yaxud hətta bütöv sözlərə bölünə bilər.

3. Simvollar informasiya (mətn, yazı). Yazının köməyiylə insan bir növ ölməzlik qazandı: papirusa, perqamentə, kağıza, müxtəlif rəqəmli daşıyıcılara bir dəfə yazılmış fikirlər, düzgün şərhlər saxlanılsa, demək olar ki, həmişəlik qalacaq.

İstənilən bu cür təsnifat tam olmayacaq – həmişə informasiyanın elə təqdimat forması var ki, yuxarıda qurulmuş sxemə uyğun gəlmir. DNK-da olan bioloji informasiyanı hara aid etməli? Bəs, Yer qabığında olan və onun dərinliklərindəki tektonik proseslərə dəlalət edən gərginlik? Bəs, uzaq ulduzların növünü, tərkibini, onlarda gedən prosesləri müəyyən etməyə kömək edən onların şüalanmasını?

Buna görə də informasiyanı istifadəsindən asılı olaraq təsnif etmək gərəkdir. Bu, istər insanın başa düşdüyü informasiya olsun, istər kompüterin emal etdiyi informasiya, istərsə də bəşəriyyətin çoxşəxslilikləri – hər yerdə məqsədlilik təsnifatı aparmaq gərəkdir.





"Informasiya – təsirin məzmunudur, onun kəmiyyətidir, mürəkkəb sistemlərin rabitə vasitəsi kimi istifadə edilən məkan və zamanda dəyişiklikdir".

N.M.Amosov,
1963-cü il.

optimallığından, yaxud artıqlığından asılı olaraq eyni bir məlumatdakı informasiyanın miqdarı az, yaxud çox olacaq.

Başqa yolla gedək. Hər şeydən öncə bu və ya digər informasiyanı konkret təqdim etmə üsulundan təcrübə edək. Tutaq ki, informasiya (məlumat) A-dan (göndərəndən) B-yə (alana) ötürülür. Məlumatın həqiqi uzunluğundan və onun kodlaşdırılması üsulundan asılı olmayaraq, hesab edəcəyik ki, alan hər hansı fakt haqqında həmin məlumatdan nəşə yeni bir şey öyrənir (verilmiş faktla bağlı qeyri-müəyyənlik dərəcəsi azalır). Ona görə də tutaq ki, informasiyanın miqdarı həmin informasiyanın alınması nəticəsində onun qeyri-müəyyənlik dərəcəsinin azalmasından başqa bir şey deyil. Bu, hələ informasiyanın miqdarının tərfi deyil. Bundan sonra biz yuxarıda göstərilənləri dəqiqləşdirərək, addım-addım əsl tərfi almağa çalışacağıq.

1-ci addım. *İki eyni qiymətli (eyni-ehitəməli) variantdan ibarət qeyri-müəyyənlik*. Məsələn, oğlan və ya qız uşağı doğuldu, metal sikkənin ön və ya arxa üzü düşdü. Informasiyanın alınması nəticəsində qeyri-müəyyənlik aradan

qalxırsa (bizə iki variantdan məhz hansının baş verdiyini bildirdilər), hesab edəcəyik ki, bir vahid informasiya alınıb (informasiyanın ölçü vahidi "bit" adlanır).

2-ci addım. *N sayda eyni ehtimalı variantdan ibarət qeyri-müəyyənlik*. Məsələn, xüsusi zər oyununu götürək. İntuitiv olaraq aydındır ki, bu halda qeyri-müəyyənlik yüksəkdir. Amma nə qədərdir? Bax, elə məsələ də bundadır! Tutaq ki, $N=8$. Onda cəmi üç suala cavab almaqla ("hə", yaxud "yox") səkkiz variant arasında birənəli seçim etmək olar. Birinci sualla biz variantların sayını 8-dən 4-ə, ikinci sualla 4-dən 2-yə, üçüncü sualla 2-dən 1-ə azaldırıq. Hər bir cavabdan sonra biz 1 bit informasiya əldə edirik. Deməli, cəmi 3 bit.

Daha ümumi halda, $N=2^k$ olarsa, onda k sayda bit alırıq. Yəni bir neçə eyni ehtimalı variantdan ibarət qeyri-müəyyənliyin aradan qaldırılması üçün zəruri olan informasiyanın miqdarı: $k=\log_2 N$.

3-cü addım. *İki müxtəlif ehtimalı variantdan ibarət qeyri-müəyyənlik*. Tutaq ki, səkkiz eyni ehtimalı variant verilib. Bizo yalnız onlardan hansının (birincinin, yaxud hansısa başqasının) qəbul olduğunu bilmək vacibdir. İki variant, özü də müxtəlif ehtimalı variantlar arasında seçim edilir. Tutaq ki, cavab belədir: "Hə, birincidir". Məntiqi olaraq hesab etmək olar ki, 2-ci addımda olduğu kimi, biz 3 bit informasiya əldə etdik, çünki başlanğıcdakı səkkiz variantdan ibarət qeyri-müəyyənlik bir variantla qədər azaldı.

N.Viner,
"Kibernetika".

İndi, fərz edək ki, cavab belədir: "Yox, birinci deyil". Qeyri-müəyyənlik tamamilə aradan qaldırılmasa da, hər halda o, 8 variantdan 7 variantdakı azaldı. Deməli, artıq biz nə qədərse, tutaq ki, x bit informasiya əldə etdik.

Qalan yeddi variantdan ibarət qeyri-müəyyənliyi aradan qaldırmaq üçün bizə $\log_2 7$ bit informasiya da lazımdır. Onlar birlikdə 3 bit informasiya verir, çünki qeyri-müəyyənliyi 8 variantdan 1 variantla endirir. Ona görə də $x+\log_2 7=3$, yaxud $x=3-\log_2 7$.

Beləliklə, "Hə, birincidir" məlumatı bizə $3-\log_2 8$ bit informasiya verdi. Variantların sayını 8-dən 7-ə endirən "Yox, birinci deyil" məlumatı isə $3-\log_2 7=\log_2(8/7)$ bit informasiya verdi.

Ümumi halda, N sayda eyni ehtimalı variant olduqda və $k (k < N)$ variantdan birinin baş verməsi haqda məlumat varsa, ancaq onlardan məhz hansının olması məlum deyilsə, onda biz $\log_2(N/k)$ bit informasiya alırıq.

Ehtimal nəzəriyyəsi baxımından məlumdur ki, k/N – verilmiş hadisənin p ehtimalıdır. Ona görə də yekunda alırıq ki, $\log_2(1/p)=-\log_2 p$.

Məlumatdakı informasiyanın miqdarı müəyyən mənada məlumatın optimal uzunluğudur.

KOMPÜTERLƏR İNFORMASIYA YARADIRMI

Bütün riyazi nəzəriyyələr kimi informasiyanın riyazi nəzəriyyəsi də məntiqi baxımdan mükəmməl və həm də ən müxtəlif sahələrdə əla "işləyən" nəzəriyyə kimi görünür. Ancaq, bununla belə, o, daxili ziddiyyətlərdən də azad deyil.

Bələ bir paradoks nəzərdən keçirək. Tutaq ki, kimə belə bir məlumat alır: "İki dəfə iki – dördə bərabərdir". Bu, olduqca məzmunlu məlumatdır, vurma cədvəlinin bir hissəsidir. Bununla belə, formal baxımdan bu məlumatda

MƏZMUN İNFORMASIYASI

Rabitə nəzəriyyəsində informasiyanın miqdarı məlumatın ötürülməsinə çəkilən xərcə baxımdan qiymətləndirilir. Verici-qəbul edici qurğuların işləməsi üçün birinci dərəcəli məsələ siqnalların mənası deyil, onların statik xüsusiyyətləridir: siqnalların müxtəlifliyi, onların gözəlinməliyi, artıqlığı və s. İnsan üçün isə məhz ötürülən məlumatın məzmunu və ondan əldə edilən biliklərin, yəni məzmun informasiyasının önəmi var.

Məzmun informasiyasının əsasında gələcək simvollar, yaxud girişdəki obrazlar ilə zəruri fəaliyyət arasında uyğunluq hasil edilir və bəyində möhkəmlənir. Ali heyvanlarda ətraf aləmdəki situasiyaların müxtəlif siqnalları (vəhşi heyvanın qoxusu, qanımanın qoxusu və s.) ilə bu situasiyalardakı məqsədyönlü fəaliyyət arasında kifayət qədər uyğunluq ("məzmun lüğüti" kimi bir şey) olmasaydı, bu canlılar mövcud ola bilməzdi. Bundan başqa, sürünənlərdə bu cür uyğunluq əsasən anadangəlmə olurs və onların davranış fəaliyyəti instinktlər əsasında formalaşır (irs informasiya ilə müəyyən edilirsə), məməli heyvanlarda bu, bütün ömür boyu təkmilləşir və hissiyyət orqanları vasitəsilə alınan informasiyalar daha çox məzmun xüsusiyyəti daşıyır, onların yaddaşındakı uyğunluq ehtiyatının artırılmasına xidmət edir. İnsanlarda məzmun informasiyası təkcə xarici siqnallar və hərəkətlər arasındakı deyil, eləcə də anlayışlar arasındakı uyğunluqların artırılmasına səbəb olur.

Beləliklə, məzmun informasiyasının ümumi cəhəti odur ki, o, informasiyanı qəbul edən məlumat ehtiyatı, uyğunluq ehtiyatını daşıyır. İlkin (və informasiya daxil olduqda dəyişən) uyğunluq ehtiyatını hər hansı ümumiləşdirilmiş lüğət, yaxud soraqçı kimi təsəvvür etmək olar. Y.A.Şreyder bunu "tezaurus" (yun. "tezaurus" – "xəzinə" deməkdir: təkcə sözlərin mənasının yox, həm də onlar arasında əlaqələrin verildiyi lüğətlər nəzərdə tutulur) adlandırmaq təklif edib. Məzmun informasiyasının miqdarı ölçüsü kimi daxil olan informasiyanın təsir altında qəbul edən tezaurusunun dəyişməsinə gətirmək təbii olardı.

Informasiyanın miqdarı onu qəbul edəndən, onun tezaurusundan asılıdır. Qəbul edən tezaurusu olduqca kasadırsa, məlumatdakı informasiyanın miqdarı, ümumiyyətlə, sıfır bərabər olur. Məsələn, "Bu, ali məktəbin birinci kursu üçün ali riyaziyyat dərsləridir" məlumatından üç yaşlı uşaq tamamilə heç nə başa düşməyəcək, yuxarı sinif şagirdi isə artıq nəyisə anlayacaq. Şübhəsiz, buradan maksimal informasiyanı dərslərin nəzərdə tutulduğu kursun tələbəsi götürəcək. Maraqlıdır ki, qəbul edən tezaurusu genişləndikcə mənimsənən informasiyanın miqdarı azalmağa başlayır. Artıq ikinci kurs tələbəsi birinci kursun dərslərini oxuduqda onun tezaurusu az dəyişir, ali riyaziyyatı yaxşı bilən insan üçün isə bu dərlik heç bir informasiya daşımır.

İncəsənət, ədəbiyyat, təhsil sahələrində informasiya nəzəriyyəsinin metodları yalnız o halda səmərəli ola bilər ki, informasiyanın (təkcə statistik yox, həm də semantik və məzmun) miqdarının qiymətləndirilməsi yolları, eləcə də incəsənət əsərlərinin təsir altında, biliklərin müəlliməndən şagirdə ötürülməsi prosesində və s. hallarda insanın tezaurusunun (o cümlədən, onun emosional tezaurusunun) dəyişməsinin qiymətləndirilməsi üsulları işlənilib hazırlansın.



Y.A.Şreyder.



İnformasiya (lat. informatio – aydınlaşdırma, izah etmə, məlumatlılıq) – elmin ən ümumi anlayışlarından biri olub, müəyyən məlumatı, hər hansı xüsusi biliklərin toplusunu və s. bildirir.

"Kibernetika ensiklopediyası", 1974.

heç bir informasiya yoxdur. Doğrudan da, iki dəfə ikinin beş, altıya və s. deyil, məhz dördə bərabər olmasının ehtimalı $1=0$ bərabərdir: $\log_2 1 = 0$.

Deməli, məlumatda 0 bit informasiya var. Eyni mənəviqə, formal baxımdan istənilən riyazi teoremdə, fizikanın istənilən qanununda, istənilən düzgün

mühakimədə, yaxud isbatda olan informasiyanın miqdarı sıfır bərabərdir.

İldən-ilə kompüterlər daha da "ağıllanırlar". Onlar ustalıqla şahmat oynayır, hava haqqında proqnoz verir. Kompüter vasitəsilə teoremin isbat olunması halları da məlumdur (bax: "Riyaziyyat. Uşaq ensiklopediyası" cildliyindəki "Dörd rəng haqqında məsələ" əlavə öçərki). Kompüterlərin informasiya yaratması sanki aydındır. Lakin, məsələn, differensial tənliyin həllində olan informasiyanın hamısı, əslində, onun kompüterə buyruq vasitəsilə verilmiş yazılışında və başlanğıc şərtlərdədir. Kompüter, sadəcə, həmin gizli informasiyanı "aşkara çıxardır", bizim üçün daha münasib olan formaya çevirir.

Analoji olaraq, danışıqda "elektrik stansiyası elektrik enerjisi istehsal edir" ifadəsi təbii kimi görünür. Amma fizika kursundan enerjinin saxlanması qanunu məlumdur və əslində, elektrik stansiyası heç bir enerji istehsal etmir, onu yalnız bir formada digərə çevirir.

İNFORMASIYA NƏZƏRİYYƏSİ

Məlumatların ötürülməsi insan fəaliyyətinin ən mühüm növlərindən biridir. Teleqrafın, telefonun və İnternetin ixtira edilməsi bəşəriyyətin özünün varlığını dəyişirdi. Məlumatların ötürülməsi prosesini təhlil etsək, bütün rəngarəngliklərə (danışıqdan tutmuş kompüter komandalılarına qədər) baxmayaraq, iki əsas mərhələni ayırırlar. Öncə məlumat ötürülmək (saxlanmaq) üçün əlverişli olan formaya salınır, sonra ona müəyyən verilənlər artırılır ki, ötürmə zamanı heç bir maneə qəbulun keyfiyyətinə təsir göstərməsin. Birinci mərhələyə məlumat mənbəyinin kodlaşdırılması, ikinci mərhələyə maneələrə dayanıqlı kodlaşdırma deyilir.

Nümunə kimi kompüterdə yığılmış adı mətni götürsək, onda əlifbanın

hərflərinə, eləcə də düzgün işarələrə, rəqəmlərə sıfır və birlərin müəyyən ardıcılığını uyğun qoymaq olar. Bu düzümə iki işarənin – sıfır və birin kombinasiyasından ibarət söz kimi baxmaq daha əlverişlidir (bu cür ikilik sözlərin mərtəbələrinə "bit" deyilir). Azərbaycan dilinin bütün hərflərini, rəqəmləri, düzgün işarələrini və s. yazmaq üçün 7 bit bəs edir (7 bit $2^7=128$ müxtəlif məlumatı yazmağa imkan verir), ancaq verilmiş hərfin ötürülməsi (yazılması, saxlanması) zamanı baş verən bir çox səhvləri (hamısını yox) aşkara çıxartmağa imkan verən əlavə yoxlama bitilə birlikdə 8 bitdən istifadə edilir. Musiqinin CD-yə yazılması nümunəsi daha çox təsir bağışlayır, belə ki, bu zaman həтта cızıqlar da, demək olar ki, səslən-

mənin keyfiyyətinə təsir göstərmir (bu, maneələrə dayanıqlı kodlaşdırma sayəsində mümkün olmuşdur).

Məlumatın ötürülməsinin riyazi nəzəriyyəsi, yaxud informasiya nəzəriyyəsi məşhur amerikalı alim və mühəndisi Klod Şennonun (1916–2001) işlərində formalaşmışdır.

Şennon ehtimal nəzəriyyəsinin ideya və metodlarından geniş istifadə etmiş və informasiyanın miqdarı kimi çox mühüm entropiya anlayışını vermişdir.

İnformasiya mənbəyinin kodlaşdırılmasına ən populyar örnəklərdən biri teleqrafiyada tətbiq edilən Morze əlifbasıdır (yaxud kodudur). Burada müxtəlif hərflərə müxtəlif ikilik sözlər qarşı qoyulur (tire və nöqtələr sıfır və birlərlə əvəz edilir), çox istifadə edilən hərflərə ("A", "O" kimi) qısa sözlər, az işlənən hərflərə isə ("J" kimi) uzun sözlər uyğun gəlir. Bu, Morzeyə ikilik sözlərin orta uzunluğunun minimal mümkün olan həddə yaxın etməyə imkan vermişdir. Bəs minimal orta uzunluq nə qədərdir? Şennonun yolu ilə gedərək bu məsələnin ehtimalla qoyuluşuna baxmaq olar. Tutuq ki, P_i – əlifbanın i -ci hərfinin sözlərdə rast gəlinmə tezliyidir (ehtimaldır). Sadə olsun deyə, hesab edək ki, əlifbanın i -ci hərfi sözlərdə əvvəlki hərflərdən asılı olmayaraq görünür (əlbəttə, istənilən təbii dildə, o cümlədən Azərbaycan dilində müəyyən qaydalar mövcuddur). Əlifbanın hərflərinə ikilik sözlər uyğun qoyulur. Məsələn, B hərfinə (0) sözü, U hərfinə (1) sözü, O hərfinə (01) sözü uyğun qoyulduqda belə bir çözülməz vəziyyət alınır: qabaqcadan məlum deyil ki, (01) şəklindəki ikilik yazı ilə nə kodlaşdırılıb – "O" sözü, yoxsa "BU" sözü.

Birliqymətli kodlaşdırmanı təmin etmək üçün ən sadə üsul yalnız prefiks kodlara baxmaqdır ki, bu halda heç bir kod sözü başqa kod sözünün başlanğıcı olmur. Yuxarıda göstərilən misal, şüb-

həziz, prefiks kodu deyil. Ən sadə prefiks kodu bərabərölçülü koddur ki, burada bütün sözlərin uzunluğu eynidir. Kod sözlərinin uzunluğu eyni olmayan prefiks koduna bir qədər mürəkkəb misal:

$A \rightarrow 0; B \rightarrow 10; C \rightarrow 110; D \rightarrow 111$.

Bu kodun sözlərindən ibarət olan ikilik ardıcılığı dekodlaşdırmaq üçün birinci simvoldan başlamaq və yalnız o kod sözlərini saxlamaq lazımdır ki, o, onlar üçün başlanğıc olsun. Belə sözlər bir neçə olarsa, onda ilk iki simvolu nəzərdən keçirmək və yenə də yalnız verilən simvollarla başlayan sözləri saxlamaqla mümkün sözlər siyahısını ixtisar etmək lazım gələcək. Sonda ilk bitlərin bir neçəsilə (bizim misalda üçdən çox olmayan) üst-üstə düşən yeganə kod sözü alınacaq, bütün qalan kod sözləri isə həmin mövqələrdə qəbul edilmiş bitlərdən fərqlənəcəkdir. İndi həmin bitlərin "üzərindən xətt çəkilib" və prosedur davam etdirilir. Beləliklə, 100111 ikilik ardıcılığı üçün:

$100111 = (10)0111 = (B)(0)111 = (B)(A)(111) = (B)(A)(D) = BAD$.

Müxtəlif (birliqymətli) kodlaşdırmaları səmərəlilik baxımından necə müqayisə etmək, səmərəlilik ölçüsü olaraq nəyi götürməli?

Şennon kodlaşdırmanın orta uzunluğunu (kod sözlərinin orta uzunluğunu) $E(L) = p_1 L_1 + \dots + p_m L_m$ burada L_i – i -ci



Klod Elvud Şennon.



sözün uzunluğudur. nəzərdən keçirməyi və minimal orta uzunluqlu kodlaşdırmanı optimal hesab etməyi təklif etmişdir. Aydındır ki, $A, B, \dots$, yaxud $X, Y, \dots$ hərfələrinin necə adlanması mühüm deyil. mühüm olan yalnız neçə hərfin olması və onların rast gəlinməsinin P_i ehtimalıdır. yəni hər şey ehtimalların paylanması $P = \{p_1, \dots, p_m\}$ ilə müəyyən edilir. Ehtimalların paylanması ilə verilmiş hərfərlər çoxluğuna (əlifbaya) məlumatların mənbəyi deyilir.

Dörd hərfdən ibarət olan (A, B, C, D) və ehtimalların paylanması $P(A) = 1/2, P(B) = 1/4, P(C) = P(D) = 1/8$ -dir. Bu isə belədir: $P(A) + P(B) + P(C) + P(D) = 1/2 + 1/4 + 1/8 + 1/8 = 1$. Kodun orta uzunluğu $E(L) = p_1 L_1 + \dots + p_m L_m$ 7/4-ə bərabərdir ki, bu da bərabərölçülül kodlaşdırma üçün lazım olan 2 bit azdır.

$P = \{p_1, \dots, p_m\}$ ehtimalların paylanmasına informasiya mənbəyinin entropiyası adlanan və qeyri-müəyyənlik ölçüsü rolunu oynayan $H(P) = -p_1 \log_2(1/p_1) - \dots - p_m \log_2(1/p_m)$ ədədi qarşı qoyulur. Bu düsturda daha çox iki əsaslı loqarifmlərdən istifadə edilir və bu zaman informasiya mənbəyinin qiymətinin

bərpası (yəni qeyri-müəyyənliyinin aradan qaldırılması) üçün zəruri olan informasiya miqdarı bitlərlə ölçülür. Bir bit iki bərabər ehtimalı cavabı olan sualın cavabından alınan informasiya miqdarına uyğun gəlir.

Şennonun birinci teoreminə – küsüz kanal üçün kodlaşdırma teoreminə görə istənilən kodlaşdırma (birqiymətli kod-açma ilə) üçün onun $E(L)$ orta uzunluğu $H(P)$ entropiyasından az deyil, digər tərəfdən, $H(P)$ -yə istənilən qədər yaxın olan orta uzunluqlu kodlaşdırma mövcuddur. Bununla bu teorem onu ifadə edir ki, mənbədən alınan məlumat, orta uzunluğu mənbənin entropiyasından azca böyük olan ikilik formada kodlaşdırıla bilər və entropiyadan “yığcam” heç bir məlumat mənbəyini təsəvvür etmək olmaz. $r(L) = E(L) - H(P)$ kəmiyyətinə L kodlaşdırmasının artıqlığı deyilir (birhərflə kodlaşdırmalar üçün $0 < L < 1$ olur).

Hərflər-kodlaşdırmalar üçün kodlaşdırma artıqlığını istənilən qədər kiçik etməyin mümkünlüyünü iddia etmək olmaz, ancaq kodlaşdırma artıqlığını 1-dən kiçik etməyin mümkünlüyünə zəmanət vermək olar. Kiçik kodlaşdırma



artıqlığı almaq üçün hərflər-kodlaşdırma blok kodlaşdırmasına keçirlər. Bu zaman əlifbanın n hərfindən ibarət bloklar kodlaşdırılır. Təhlilin sadəliyi üçün, tutaq ki, mənbə hərfələrinə bir-birindən asılı olmadan rast gəlinir. Onda $A = (a_1, \dots, a_n)$ blokunun rast gəlinmə ehtimalı $P(A) = p(a_1) \cdot \dots \cdot p(a_n)$ -ə, hərfələr bloku ansamblının entropiyası isə $H(P^n) = nH(P)$ -ə bərabərdir. Deməli, blok kodlaşdırılmaları üçün bir hərfə (mətnə) düşən kodun orta uzunluğu $H(P)$ -dən az deyil, ancaq digər tərəfdən o,

$$\frac{1}{n} H(P^n + 1) = H(P) + \frac{1}{n} \text{ -dən}$$

kiçikdir.

Beləliklə, kodlaşdırılan blokların uzunluğu artırıldıqda kodlaşdırmanın orta uzunluğu mənbənin entropiyasına çox yaxın ola bilər, kodlaşdırma artıqlığı isə yetərinə az ola bilər. Kodlaşdırma alqoritmlərinə informasiyanın sıxılması alqoritmləri də deyirlər, çünki bu alqoritmlər verilənlərdəki təbii artıqlığı aradan qaldırmaqla onları daha yığcam formada göstərməyə imkan verir.

Bu vaxta qədər informasiya (məlumat) mənbəyinin kodlaşdırılması məsələsinə, yəni informasiyanın yığcam təsvirini əlverişli şəkildə (məsələn, ikilik formada) göstərmək məsələsinə baxılırdı və hesab edilirdi ki, kodlaşdırılmış informasiya hər hansı təhrifə məruz qalmır – küy yoxdur. Bu, həm də Şennonun birinci teoreminin – “küsüz kanal üçün kodlaşdırma teoremi”nin niyə belə adlandırılmasına aydınlıq gətirir. Lakin, əlbəttə ki, real vəziyyətlərin çoxunda küy olur. Bu küy bəzən əhəmiyyət verilməyəcək qədər cüzi olsa da, olduqca tez-tez eləsi də olur ki, bizim seçdiyimiz təsvir (kodlaşdırma) formasının dəyişməsinə gətirib çıxarır. Onda artıq kod açmanın birqiymətliyinə zəmanət vermək olmaz. Yaxud “kod açma” birqiym-



mətli olacaq, ancaq yanlış məlumata (göndərilənə deyil) gətirib çıxaracaq.

Beləliklə, BAD sözü üçün birinci bitin dəyişdirilməsi onun ikili təqdim edildini (yəni, vahid səhvi) olan 100111 aşağıdakı $000111 = (0)(0)(0)(111) = AAAD$ -yə gətirib çıxaracaqdır.

Səhvlərin düzəldilməsi məsələsinin formal təsviri üçün Şennon informasiyanın ötürülmə kanalı anlayışını daxil etmişdir. Kanalın girişi vardır və ora X əlifbasının simvolları daxil olur (başqa simvolları kanal, sadəcə, qəbul etmir). Kanala “qara qutu” kimi baxılır, yəni kanalın daxilində nə baş verdiyinin əhəmiyyəti yoxdur (yaxud məlum deyil), yalnız nəticə – y çıxışı (y müəyyən bir Y əlifbasına aiddir) haqqında məlumat verilir. Beləliklə, kanal belə bir qanun əsasında təşkil olunur: girişdə x olarsa, çıxışda y olacaq (ehtimalların sortı paylanması $P(Y=x|X=x)$). Ən önəmli örnəklərdən biri ikilik simmetrik kanaldır (İSK) ki, burada giriş və çıxış ikilik ədədlərdir ($X=Y=\{0,1\}$) və $y=x$ olması ehtimalı (ikilik simvolun səhvsiz ötürülməsi ehtimalı) q -yə bərabərdir, yəni səhv ehtimalı $p=1-q$. Məlumatın belə kanalla etibarlı ötürülməsinin ən sadə yolu simvolların bir neçə dəfə təkrar edilməsidir (necə ki, telefon danışqları zamanı dinləyən həmsöhbət sözü eşitmirsə, danışan sözü təkrar edir).

Tutaq ki, $p=0.1$ və hər bir ikilik simvol $2m+1$ dəfə (məsələn, yeddi) təkrarlanır. Onda qəbulədiçi qərar verir ki, kanalın girişində daha tez-tez görünən ($4 = m+1$ dəfədən az olmayaraq) simvol

HEMİNQ KODLARI

Səhvləri düzəldən kodların tarixi yarım əsrdən bir qədər əvvəl – amerikalı gənc alim R.U.Heminq ilk hesablayıcı maşınların birində məsələlər həll edərkən başlayıb. O dövrün kompüterləri etibarlı deyildi və tez-tez səhv edirdi. Artıq o zaman səhvləri aşkara çıxaran sadə üsul (cütlik yoxlaması, 0 və 1-dən ibarət olan hər bir məşin sözündəki vahidlərin sayı cüt olarsa həmin sözə 0-a bərabər olan, tək sayda olarsa 1-ə bərabər olan əlavə artıqlıq bitini yazılır) xidmət edən heyvə hesablaması prosesini yenidən başlatmağa imkan verirdi. Lakin istirahət günlərində, əsas məşin vaxtı Hemmingdə olan kompüterə heç kim xidmət etmirdi və nəticədə çoxlu hesablamalar əbəz yərə aparılırdı. Həmin vaxt onun ağılına belə bir fikir gəlir ki, əgər kodlar səhvləri avtomatik aşkarlaya bilirsə, onda səhvləri düzəldə bilən kodlar da olmalıdır.

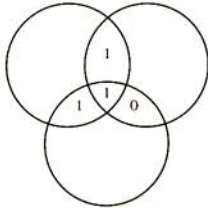
İndi yaxşı məlum olan və tək-tək səhvləri düzəldən [7,4]-Heminq kodu belə yarandı. Bu kod 4 bit informasiyanı 7 bit informasiyanın köməyiylə elə təsvir etməyə (kodlaşdırmağa) imkan verir ki, 7-bitlik təsvirdə olan xəyali tək-tək səhv düzəldiləcək və nəticədə ilkin 4 bitin düzgün bərpasına nail olunaçaqdır.

4 bit informasiya $2^4=16$ müxtəlif məlumatı təsvir etdiyinə, Heminq kodu, uzunluğu 7 olan 16 kod sözündən ibarətdir. Tək-tək səhvin düzəldilməsi xüsusiyyəti onu göstərir ki, istənilən bitin hər hansı kod sözündə və istənilən bitin (yaxud heç bir bitin) digərində təhrif olunması eyni bir 7-bitlik sözə gətirib çıxara bilməz. 7-bitlik $2^7=128$ sözəndən ibarət çoxluq ("fəza") və onun daxilində 16 sözəndən ibarət altıçoxluq (kod) vardır. Hər bir kod sözünün ətrafında tək-tək səhvlər nəticəsində yaranan 7 sözəndən ibarət "bulud" ("küre") mövcuddur və bu "buludlar" ("kürələr") kəşiməməlidir. Tək-tək səhvlərin düzəldilməsinin sonuncu şərti istənilən iki kod sözünün ikidən artıq mövqedə fərqlənməsini nəzərdə tutur.

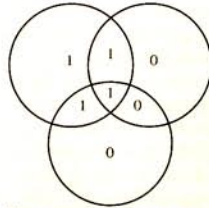
Hər bir küredə 8 nöqtə (7 üstəgəl mərkəz), fəzadakı bütün sözlərin sayı isə 128 olduğundan, $128/8=16$ -dan çox olmayan sayda kəşiməyən küralər yerləşdirmək olar, yəni Heminq kodu optimaldır.

Heminq kodu " $x_1, \dots, x_7$ " yeddi məchullu dörd xətti tənlikdən ibarət həmcins sistemin (yəni sağ tərəf 0 olan) həllər çoxluğu kimi verilir. Bu sistemdə əmsallar matrisinin sütunları 0 və 1-dən ibarət sıfır olmayan 7 sütunun hamısında olur, sıfır bərabərlik isə iki moduluna görə bərabərlik kimi başa düşülür (yəni hesab əməllərinin nəticəsi adi tam ədədlərdə olduğu kimi cüt ədəd olmalıdır).

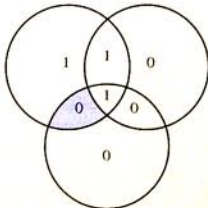
Tutaq ki, $x = (x_1, \dots, x_7)$ – kod sözü, $y = (y_1, \dots, y_7)$ isə kanaldan qəbul edilən və x -dən birdən çox olmayan mövqedə fərqlənən sözdür. Kod açma, yəni x -in y -ə görə bərpası belə baş verir. Əvvəlcə x_i -in yerinə y_i qoyulmuş dörd tənliyin sağ tərəflərinin qiymətləri kimi $s(y) = (s_1, \dots, s_4)$ sindromu hesablanır. Sonra elə i mövqeyi axtarılır ki, orada tənliklər əmsalının müvafiq sütunu sindromla üst-üstə



İnformasiya bitləri üç çevrənin kəsişməsi nəticəsində alınan dörd sahədə saxlanılır.

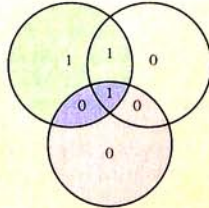


Üç cütlik bitini qaydaya görə yazılır: hər bir çevrədə vahidlərin sayı cüt olmalıdır.



Aradan qaldırılabilən səhv yaranıb (rənglə seçilib).

Tək-tək səhvlərin aradan qaldırılması (Venn diaqramları).



Səhv asanlıqla aşkarlanır.

düşür və y sözündə i -ci mövqe düzəldilir (yəni çevrilir). Sindrom sıfıra bərabərdirsə, deməli, tək-tək səhvlər yox imiş: $x = y$.

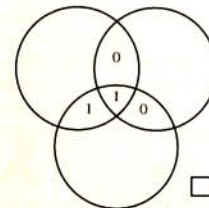
Bu konstruksiya sözün uzunluğu $n = 2^r - 1$, kodlaşdırılan bitlərin sayı isə $k = n - r$ olan hal üçün asanlıqla tətbiq olunur. Alınan Hemming kodu tək-tək səhvləri düzəltməyə imkan verir və optimaldır. $2^r - 1$ -dən fərqli olan kod uzunluqları üçün tək-tək səhvləri düzəldən optimal ikilik kodun qurulması axıra kimi həll ediləməmiş mürəkkəb riyazi məsələdir. Məlumdur ki, kodda sözlərin maksimal sayı: $n = 7$ üçün 16 (1950-ci il); $n = 8$ üçün 20 və $n = 9$ üçün 40 (1980-ci il); $n = 10$ üçün 72 (1999-cu il), $n = 11$ üçün cavab məlum deyil (lakin $n = 12$ -dən 15-ə qədər mövcuddur).

Təkrarlı səhvləri düzəldən kodların yaradılması daha mürəkkəb və maraqlı məsələdir. Hazırda belə kodların praktikada geniş şəkildə və uğurla tətbiq edilən bir neçə sinfi mövcuddur: BCH (Bose, Ray-Chaudhuri, Hoc-qeenghem), Rid-Solomon, Rid-Mallər və s. Blok struk-

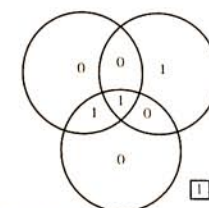
turunun təkrarlı səhvlərini düzəldən (məsələn, 128 baytdan ibarət sözlərdə istənilən beş səhv baytı düzəldilir) Rid-Solomon kodu daha geniş yayılmışdır. Bu kodlar optimaldır, çünki səhv blokları düzəldilməsi üçün onlara $r = 2t$ yoxlama blokları şəklində artıqlıq tələb olunur. Rid-Solomon kodlarından CD səsləndiricilərdə istifadə olunur və musiqinin yüksək keyfiyyətlə səsləndirilməsi təmin olunur. Səhv düzəldən kodlara daha bir misal: istər kosmosdan, istərsə də adi telefon kanalı vasitəsilə (məsələn, Internetə seansla daxil olan zaman) verilənlərin ötürülməsi, mobil rabitə, verilənlərin kompüterdə saxlanması və s.



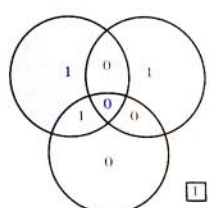
Riçard Uessli Hemming.



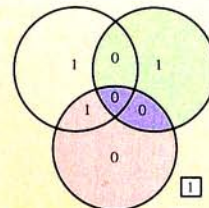
Bunun üçün daha bir cütlik yoxlaması bitini istifadə olunur



Vahidlərin tam sayı cüt olmalıdır.

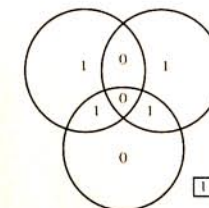


Tutaq ki, iqiqat səhv meydana çıxdı.

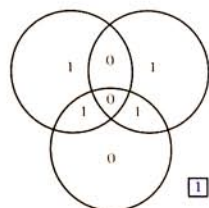


Səhv düzgün interpretasiya edilmədi.

İqiqat səhvin aşkarlanması.



Səhv düzgün düzəldilmədi.



Yardımcı bitli cütlik yoxlaması səhvə aşkarlayır.

"İnsan biliklərinin differensiasiyasının artdığı bizim əsrdə Klod Şennon mücərrəd riyazi fikirlərin dərinliyi texnikanın böyük problemlərinin geniş, eyni zamanda tamamilə konkret anlamı ilə birləşdirən son dərəcə gözəl nümunədir. Onu eyni dərəcədə son onilliklərin həm birinci riyaziyyatçılarından, həm də birinci mühəndislərindən biri hesab etmək olar".

A.N.Kolmoqorov.

ötürülüb. Bu zaman kod açmanın səhv ehtimalı m artıqca sıfıra yaxınlaşır (doğrudur, olduqca yavaş).

Bu metodun əsas çatışmazlığı ondan ibarətdir ki, onun ötürmə sürəti adlanan $F(\bar{F})$ -si də ($F(\bar{F}) = 1/(2m+1)$) sıfıra yaxınlaşır. İlk baxışdan elə təəssürat yaranır ki, guya bu çatışmazlıq "anadangəlmədir" və kod açmanın səhv ehtimalının sıfıra yaxınlaşması tələbi informasiyanın müvafiq üsullarla ötürülməsi sürətinin sıfıra yaxınlaşmasına aparıb çıxardacaq.

Şennonun ikinci teoreminə görə, bu belə deyildir və kanalın buraxılış qabiliyyəti C -dən kiçik olan istənilən R kəmiyyəti üçün məlumata R ötürmə sürətilə ötürmək olar və səhv ehtimalı qa-

baqadan verilmiş istənilən kiçik kəmiyyətdən kiçikdir. İkili simmetrik kanal üçün buraxılış qabiliyyəti $C = p \log_2 p + q \log_2 q$ və $0, 1/2$ -dən fərqli olan istənilən səhv ehtimalı üçün sıfırdan böyükdür. Xüsusən, ISK -nın $p = 0,1$ səhv ehtimalı ilə buraxılış qabiliyyəti təqribən $1/2$ -ə bərabərdir. Bu o deməkdir ki, k bit informasiyadan ibarət blok ISK ilə ötürülən, təqribən $2k$ bit kod blokuna çevirən səhvüzəldici kod mövcuddur. Ona görə də, hətta kanalda səhv olduqda da bir kod blokunun digərinə "qarışması" ehtimalı çox azdır.

Şennon öz teoremini təbii ola biləcək kodları göstərmədən, təsadüfi seçilən kodun demək olar ki, mütləq tələb olunan xassələrə malik olmasını göstərməklə isbat etmişdir.

Aparılan fəal tədqiqatlara baxmayaraq, hələ də aşkar qurulan kodların parametrləri təsadüfi kodların parametrlərindən daha pis olaraq qalır. Buna baxmayaraq, səhvüzəldici kodlar texnikada (verilənlərin planetlararası stansiyalardan etibarlı şəkildə verilməsindən tutmuş məişət CD səsəndiricilərinə kimi) geniş tətbiq olunmaqdadır.

KLOD ŞENNON

İnformasiya nəzəriyyəsi yaradılması vaxtı dəqiq məlum olan nadir elm sahələrindən biridir. Bu elm sahəsi Klod Şennonun "Rabitənin riyazi nəzəriyyəsi" (1948-ci il) adlı olduqca qiymətli elmi işində əks etdirilib. Bu işdə Şennon nəinki "informasiyanın miqdarı", "entropiya", "rabitə kanalı", "rabitə kanalının buraxılış imkanı" kimi yeni anlayışları elmə gətirib, informasiyanın ötürülməsinin nəzəri hədlərini göstərib, həm də informasiya nəzəriyyəsinin sonrakı bir neçə onillikdəki inkişaf istiqamətlərini qabaqcadan müəyyənləşdirib.



Klod Elvud Şennon.

Klod Elvud Şennon 1916-cı il aprelin 30-da Qeylord şəhərində (ABŞ) anadan olub. O, 1936-cı ildə Miçiqan Universitetini bitirərək, "riyaziyyatçı" və "elektrik mühəndisi" ixtisasları üzrə bakalavr dərəcəsi alır. Bundan iki il sonra isə "Rele və dəyişdirici açar sxemlərinin simvolik analizi" mövzusu üzrə dissertasiya müdafiə edərək magistr dərəcəsinə layiq görülür. Həmin dissertasiyasında Şennon göstərdi ki, bu cür sxemlərin (müasir kompüter texnikasının ömüyü) analizi simvolik (Bul) məntiqin riyazi aparatının köməyi ilə aparıla bilər. Onunla eyni vaxtda analogi noticə-

ləri V.İ.Şestakov və A.Nakasima da əldə etmişlər. Şennon gözənilmədən genetikaya müraciət edir və 1940-cı ildə riyaziyyat üzrə "Nəzəri genetik cəbri" mövzusunda dissertasiya (fəlsəfə doktoru dərəcəsinə) müdafiə edir. Təəssüflər olsun ki, həmin elmi iş vaxtında dərc edilməmiş və yalnız XX əsrin sonunda işıq üzü görmüşdür.

Şennon İkinci Dünya müharibəsinin əvvəlində AT&T Bell Telephones şirkətinin riyaziyyat laboratoriyasında işə başlayır, eyni zamanda ABŞ-ın Müdafiə Nazirliyinin Milli-Tədqiqat Komitəsində müşavir kimi fəaliyyət göstərir. "Bell Labs"-da o, 1972-ci ilə qədər çalışır. Bu illər ərzində Şennon informasiya nəzəriyyəsinin yaradıcı, idarəetmə sistemləri nəzəriyyəsinin əsasını qoyur və kriptografiyaya dair cəmi bir məqalə yazmaqla, həmin fənni sənətdən ələm çəkir.

1956-cı ildə Klod Şennon ABŞ-ın Milli Elmlər Akademiyasına və Amerika İncəsənət və Elm Akademiyasına üzv seçilir, 1957-ci ildə isə Massaçusets Texnologiya İnstitutunun elektrotexnika və riyaziyyat üzrə professoru olur.



Şennon "kabinet alimi" stereotipi yox idi. Onu həmişə "şahmat maşını", yaxud "şahmat proqramı" yaratmaq imkanı maraqlandırır. O, 1960-cı ildə Moskvaya gələrək, dünya çempionu Mixail Botvinnik ilə şahmat oynamağa nail olur. Onda sirk artistinə xas istedad (jonqlorluq etmək, birtəkərli velosiped sürmək) və konstruktorluq bacarığı var idi (özü bir neçə avtomat düzəltdi, onların arasında jonqlorluq edən maşın da var idi).

Müxtəlif ölkələrin (əsasən də, keçmiş SSRİ-nin və ABŞ-ın) alimləri iyirmi ilə yaxın müddət ərzində Şennon tərəfindən əldə edilmiş nailiyyətləri ümumiləşdirərək, onlara ciddi riyazi əsaslandırma verdilər. Bunların arasında A.Y.Xinçinin, İ.M.Gelfandın, A.N.Kolmoqorovun, A.M.Yaqlomun, R.L.Dobruşinin və M.S.Pinskerin işlərini xüsusi qeyd etmək lazımdır.

Bununla yanaşı, informasiya nəzəriyyəsinin ideyalarının riyaziyyatın özü üçün də faydalı olduğu aşkar edildi. Belə ki, "entropiya" anlayışından istifadə A.N.Kolmoqorova dinamik sistemlərin izomorfizm problemlərini həll etməyə imkan verdi, həmçinin onu Hilbertin 13-cü probleminin (çoxdəyişənli kəsilməz funksiyaların daha az dəyişənli kəsilməz funksiyaların superpozisiyası şəklində göstərilə bilməsi) həllinə səvq etdi.

Şennonun informasiya nəzəriyyəsi ehtimal nəzəriyyəsinə əsaslanır. 1960-cı illərin ikinci yarısında A.N.Kolmoqorov təsadüfiliyi kimi əsaslı anlayışa başqa cür yanaşmağa əsas verən alqoritmik informasiya nəzəriyyəsinin yaratdı.

Görkəmli alim Klod Şennon XXI əsrə qədəm qoymaq nəşib olmuşdur. O, 85 il ömür sürmüş və 2001-ci ilin fevral ayının 24-də ABŞ-ın Massaçusets ştatının Medford şəhərində vəfat etmişdir.



A.Y.Xinçin.



I.M.Gelfand.



A.N.Kolmoqorov.

Elizabeth Şennon arının Qeylorddakı abidəsi yanında.



INFORMASIYANIN KODLAŞDIRILMASI

RƏSM DƏN HƏRFƏ

Mənası bizə məlum olan ilk şəkillər – onlarla əsr bundan öncə mağara divarlarında qədim əcdadlarımız tərəfindən çəkilmiş heyvan təsvirləridir. Lakin rəsm-lərlə yazının meydana gəlməsi arasında olduqca böyük zaman məsafəsi vardır.

Informasiyanın ötürülməsi üçün ilkin olaraq əşya işarələrindən: balıqqucaqları, daşlar, sümüklər, quş lələkləri, düyünlər və s. istifadə edilirdi. Bu cür işarə, məsələn, analogi əşyaların tam sinfinin mövcudluğunu göstərə bilər (mağazalarda vitrinlərin doldurulması məhz bu prinsipə həyata keçirilir, yəni hər çeşiddən yalnız bir neçəsi vitrinə düzülür). Digər halda əşya işarəsi anlayışın, əşyanın və ya bütöv bir vəziyyətin simvolu kimi çıxış edirdi. Məsələn, Afrika qəbilələrinin birində məhkumun edam edilməsinə dair xəbərdarlıq işarəsi kimi ona tutuquşu yumurtası göndərilirdi.

Bu cür işarələrin tipik funksiyaları mənsubiyyətin, statusun, mülkiyyətin göstərilməsi, səhrablıq və hesabla bağlı idi. Çəpər – mülkiyyətin ilk işarələrindən biri, tac və ya hökmdar əsası – hakimiyyət və cəmiyyətdəki mövqe işarələri, bülür küre – gələcəyi görmə işarəsi idi, xırda daşlar isə çoxdan hesab çötkəsinin aşığına çevrilmişdir.

Ola bilsin ki, əşyadan görüntüyə keçən işarələr məhz sayma ilə bağlı olmuşdur. Bunlar borcu ifadə etmək üçün ağac üzərində qoyulan kortiklər idi. Hər hansı bir səthin üzərində həkk edilən işarələr artıq təkcə hesablamalar üçün yox, həm də geniş məlumatların ötürülməsi üçün istifadə edilirsə, ideoqrafik, yəni rəsm ilə işarəli yazı arasında olan şəkilli-təsviri yazı meydana çıxır. Şəkil, qayəüstü rəsmlərdə olduğu kimi bütövlükdə hansısa vəziyyəti əks etdirə bilər, ancaq şəkildə vəziyyətin ayrı-ayrı elementlərini təsvir

etməkdən çox, onları işarə edən elementlər seçilir.

Ayrı-ayrı işarələrin müəyyən anlayışlara bağlanması, onlardan müxtəlif vəziyyətləri təsvir etmək üçün istifadə imkanı şifahi və ya heroqlif yazılara keçidi göstərir. Onlarda çəkilmiş işarələr sözləri ifadə edir. Bununla belə, şəkillər daha çox sxematikləşdirilirdi, ilkin təsvirlə oxşarlığını itirirdi və artıq əşyanın özü ilə deyil, sözlə assosiasiya olunurdu. Artıq bilavasitə gerçəkliyi yox, insan nitqini kodlaşdıran yazıya keçid baş verdi.

Heroqlif yazının imkanları ideoqrafiyanın imkanlarından müqayisəyə gəlməz dərəcədə genişdir. Axı insanların düşüncülərini və bir-birlərinə deməyi vacib saydıqlarının hamısını heç də həmişə olduğu kimi təsvir etmək mümkün olmur. Daha təsvirə bağlı olmayan, bilavasitə dildəki sözü ifadə edən işarələr isə hətta ən ümumi, müərrəd mənanı çatdırmağa imkan verir. Məsələn, təkcə hansısa "qocanı" deyil, bütövlükdə "qocalığı", müəyyən "soyuc günü" deyil, ümumiyyətlə ilin bütöv bir fəslə olan "qışı". Mənalara birləşdirmək də olar. Məsələn, rus dilində "su" və "düşmək" mənalарını verən "вода" və "падать" sözlərini göstərən işarələr birlikdə "şolalə" ("водопад") mənasını verə bilər.

Heroqlif yazısı zəngin, inkişaf etmiş işarələr sistemidir ki, ondan bir çox nəhəng sivilizasiyalar istifadə etmiş və indi də istifadə edirlər (məsələn, Çində).

Yəqin ki, dünyada yalnız bir dil olsaydı, heroqlif yazısı daimi olaraq mövcud olardı. Məhz başqa dillərdəki sözlərlə rastlaşılma vəziyyəti heroqlif yazısının imkanlarının məhdudluğunu üzə çıxardı. Bir işarə kimi heroqlifdə ikiyözlü bölünmə yoxdur, o, sözlə bütövlükdə bağlanır, onu səslərlə vermir. Bəs belə şərtlərlə yeni sözləri, məsələn, əcnəbilərin adlarını necə ifadə etmək olar? Əgər o əcnəbi həmin ərazini ələ keçirərək, orada

hökmlərlik etmişsə, yaxud o əcnəbi qadın hökmdarın arvadı olmuşsa, bu cür hadisələr mütləq öz əksini salnamələrdə tapmalıdır. Belə olduqca asan olmayan məsələni həll etmək üçün qədim mirzələr əcnəbi adlarını, səslənməsi ana dillərindəki bu və ya digər sözlərə oxşar hissələrə bölürdülər və müvafiq heroqliflərlə yazırdılar (məsələn, tutaq ki, müasir Azərbaycan yazısı heroqlif yazıdır və biz ABŞ-in keçmiş prezidenti Bill Klintonun soyadını paya və not təsviri vasitəsilə çatdırmaq istəyirik: "klin" üstəgəl "ton"). Bu halda oxucuların heroqlifdən istifadənin, necə deyirlər, ciddi olmadığını, yalnız rebusun bir hissəsi olduğunu başa düşmələri üçün aşağıdakıları bildirən xüsusi işarələr qoyulurdu: "Mənasını deyil, yalnız səslənməsini qəbul et".



XƏZİNƏNİ AXTARAQ

Neçə addım atmaq lazımdır?

Şimala doğru on və on, şərqə doğru beş və beş, cənuba doğru iki və iki, qərbə doğru bir və bir və sonra aşağıya...

A.Konan Doyle. "Məşqreyvlər evinin ənənələri"

Yəqin, hamı xatırlayacaq ki, qədim sənədəki bu göstəriş üzrə xəzinə necə tapılıb. Bu mətn məkəndəki nöqtənin tapılması üçün koordinat sisteminin verilməsindən ibarətdir. Yol coğrafi koordinatları – şimal, cənub, qərb, şərqdən və uzunluq ölçüsündən – addımlardan istifadə etməklə müəyyənləşdirilir. İstiqamətin günəşə görə müəyyənləşdirilməsi hər hansı məkəndəki vəziyyətin müəyyən edilməsinin ən geniş yayılmış və ən əlverişli üsuludur. Qədim insanlar quru və su yolları ilə səyahətə çıxarkən günəşin, ayın və ulduzların köməyi ilə olduqları yeri təyin etməyi ala bəcarırdılar. Kompasın meydana gəlməsinə qədər bütün naviqasiya bu cür üsullarla qurulurdu.

Yollar, tanış olmayan sahillər və ölkələr, hətta xəzinələrin gizlədildiyi yerlər haqqında informasiyaların saxlanması və ötürülməsinə xəritələr kömək edir. Kiməsə yolu izah etməliyəksə, bunu sözlə ifadə etməkdənsə, plan çəkmək daha asandır.

İlk xəritələr, görünür, qədim İkiçayarasında (Babilistanda) meydana gəlib: miladdan əvvəl XXIII əsrə aid saxsı lövhəciklər üzərində çəkilmiş babil xəritələri məlumdur. Orta əsrlərdə dənizçilər dəniz ticarət yollarının "portolan" adlanan və şüa formasında olan, bir mərkəzdən yayınan və bir nöqtədən digərinə olan qısa yolların proyeksiyasını göstərən xəritələrindən istifadə edirdilər. Kartografiyanın inkişafındakı sonrakı nailiyyət Cerard Merkatorun (Flandridən olan) adı ilə bağlıdır. O, sferik və müstəvi səthdəki görüntülər arasında sistemli əlaqə quran silindrik proyeksiya metodunu yaratdı. Proyeksiyadan istifadə coğrafi koordinatları – en və uzunluq dairələrini sferik səthdən cüzi təhrirlərlə müstəvi səthə keçirməyə imkan verdi.

Müasir xəritə – hər hansı məkəndə yolları kodlaşdıran universal göstəricidir. Fiziki obyektlərin və onların konturlarının real təsvirinin hədəfi bənzəri xəritədə miqyaslaşdırma vasitəsilə yadardır. Xəritədə həmçinin təsviri xüsusiyyət daşıyan (məsələn, göy rəngdən sututların, yaşıl rəngdən meşələrin və düzənliklərin göstərilməsi üçün), yaxud sırf rəmsi xarakter daşıyan (məsələn, siyasi-inzibati xəritələrdə) rəngdən istifadə edilir. Bundan başqa, xəritədə yaşayış məntəqələrini, yolları, faydalı qazıntıların mövcud olduğu yerləri və ya heyvanların məskunlaşdığı əraziləri göstərən xüsusi rəmsi işarələrdən və nişanlardan istifadə edilir.



Müasir yazıya doğru sonuncu addım da sivilizasiya ilə mədəniyyətlərin qarşılıqlı təsirlə bağlıdır. Finikiyalılar, tacirlər və dəniz səyyahları misirlilərdən götürdüləri heroqliflərin təsvirlərini onların ilkin mənasına fikir vermədən, ancaq öz dillərində hecaları verməkdən ötrü öz ehtiyacları üçün sadələşdirdilər. Hecali fonetik yazı belə yarandı. Bu sistemdə sait və samitlərdən ibarət birləşmələri ayrıca işarələr verirdi, işarələr isə heroqlif yazıda olduğu kimi minliklərlə deyil, artıq onluqlarla hesablanırdı.

Nəhayət, yunanlar finikiyalıların yazısını götürərək, sonuncu, həlledici addımı atdılar: saitləri samitlərdən ayırdılar və hər bir hərfi ayrıca bir işarə ilə verməyə başladılar. Yazının ümumi tarixinin sonuncu mərhələsi kimi bizim hamımıza məlum olan səsli-hərflili və ya əlifbalı yazını da məhz yunanlar yaratdılar. Bütün tarixi yazılar bu yolla getdi.

Yazının işarə sisteminin inkişafı – təsvir prinsipinin, zahiri oxşarlığın aradan qaldırılması və onun funksional oxşarlıqla əvəz olunması yoludur. Bu yolda



Samuel Finli Briz Morze.

iki ön mühüm, inqilabi məqamı seçdirmək olar. Birincisi, heroqlifin, sözü ifadə etmək üçün xüsusi yazı işarəsinin yaradılması, ikincisi isə, məna vahidlərinin – sözlərin məna kəsb etməyən elementlərə – ayrı-ayrı işarələrlə göstərilən hecalara, yaxud səslərə ayrılmasıdır. Yazının təkamülü kodların sayının minlərlə heroqlifdən iyirmi-otuz hərfə endirilməsinə imkan verir. Kodun ixtisasının son həddi – iki işarədir. Bu məsələnin həllinə hamıdan çox Samuel Morze və Lui Brayl yaxınlaşa bilmişdir. Morze latın əlifbasının hərfələrini iki elementar qrafik işarənin – nöqtə və tirenin (və daha birinin – pauzanın) kombinasiyası ilə, Brayl isə qabarıq nöqtələrlə və ya onların olmaması ilə şifrələdi. Lakin kodun ixtisasının əks tərəfi – mətnin həcmimin böyüməsidir. Heroqlif yazısında cəmi üç işarə ilə yazılan cümlə səs-hərfl yazısında, demək olar ki, bütöv bir sətir, Morze əlifbası ilə yazıldıqda isə bir neçə sətir tutur.

QARĞALARI SAYIRIQ

Saymanın əsasında müqayisə ideyası dayanır: sayılmalı əşyalar ardıcıl olaraq sayma vasitələrilə – çubuqlarla, daşlarla, əl barmaqları ilə və s. tutuşdurulur. Ən geniş yayılmış onluq say sisteminin əsasında məhz barmaq hesabı dayanır. Axı əl barmaqları saymaq üçün ən münasib vasitədir. Barmaqlara başqa sistemlər də müraciət edir, məsələn, qədim qallar və gürcülərin iyirmilik sistemi (görünür, onlar həm də ayaq barmaqları ilə sayıyıblar), beşlik sistem (bir əlin barmaqları ilə sayırdılar). Yeni Qvineyada telefon qəbilsinin papuaslarında olduqca qeyri-adi barmaq sistemi var idi: onlar sağ əlin çeçələ barmağından başlayır, sonra dirsəkdən, çiyindən keçərək, burnun ucuna gəlib çıxırdılar və simmetrik olaraq sol ələ keçirdilər – nəticədə 27 say vahidi alınır.



Tutaq ki, biz qarğaları saydıq. Bəs bu informasiyanı necə ötürək? Əlbəttə, sayılan şeylərin, sadəcə, şəklini (məsələn, 6 qarğanın şəklini) çəkmək olar. Ancaq daha yığcam hərəkət etmək – bir qarğanın şəklini çəkib yanına 6 barmaq (çubuq) işarəsi qoymaq daha yaxşı olar. Adətən, qədimdə məhz belə edirdilər. Yəqin ki, elə əzoldən cizgilər barmaqların əks etdirib (rus sözləri olan "намет" və "налка" eyni kökdəndir) və ola bilsin ki, işarəni bu cür əks etdirmək daha münasib olub. Bozi xalqlarda (məsələn, mayyalarda) vahidlər dairəciklərlə və ya nöqtələrlə işarə edilirdi – bu da olduqca sadə işarədir, ola bilər ki, daş təsviridir.



Qortinadın (Krit adası) qədim yunan yazısının fraqmentləri, E.ə. V əsrin ortaları.



HƏRFLƏRİN YERİNƏ NÖQTƏLƏR

Kod nə qədər qısa olarsa, yazılış bir o qədər uzun olur və əksinə. Kodun qısalığı ilə yazılışın qısalığı arasında optimal nisbat tapmaq məsələsini görməyən insanlar üçün əlifbanın yaradılması zamanı həll etmək lazım gəlirdi. Adət etdiyimiz hərfləri toxunmaqla oxumaq rahat deyil, bu hərflərin elementlərindən ibarət olan və görməklə asanlıqla qavranılan işarələr, məlum olur ki, məlum (toxunma hissi) üçün yetərli deyil. Yaxud hərfləri elə böyük etmək lazım gəlir ki, bu halda da hər hansı böyük ölçülü mətnin yazılması və saxlanması əsl problemə çevrilir.

Körpə yaşlarında görmə qabiliyyətini itirən və müstəqil şəkildə oxuya bilmədiyinə görə çox əziyyət çəkən 15 yaşlı Lui Brayl 1824-cü ildə hərfləri işarə etmək üçün müəyyən hissələri qabarıq ola bilən altı mövqeyi (2 · 3) kombinasiyalardan istifadə etməyi düşünüb tapır. Asanlıqla hesablanırsa bilər ki, belə kombinasiyaların sayı 64-dür və bu həm əlifbanın bütün hərflərini, həm də dürgü işarələrini və rəqəmləri vermək üçün tamamilə yetərlidir. Qabarıq nöqtələr qalın kağızın üzərinə vurulur və əl ilə asanlıqla tanınır. Bundan başqa, kor adamın özü də itüclü qələmlə nöqtələri möhkəm basmaqla bu əlifba vasitəsilə yazı bilər.

Brayl sistemində ədədin xüsusi kod-ələməti və onu ləğv etmək üçün hərfin kod-ələməti var idi, çünki rahat olsun deyə, rəqəmlər ilk on hərfin işarələrilə kodlaşdırılırdı. Bu, tarixdə ilk keçid kodları idi.

Sonradan rahatlıq üçün və kombinasiyalı yazıların uzunluğunu qısaltmaq üçün yerdə qalan boş kombinasiyalara daha çox istifadə olunan hərflərlə birləşmələrini mənimşətdilər.

Bundan başqa, əgər işarə qonşularından böyük intervalla ayrılırsa, o, hərflə yox, tez-tez rast gəlinən sözləri əks etdirir: *y əvəzinə you, n əvəzinə not* və s.

Vahid üçün qəbul edilmiş işarə varsa, əslində, təkcə onunla da kifayətlənmək olar. Amma bu cür üsul, yəqin ki, yalnız zindanda günləri saymaq üçün əlverişli olar. Qalan hallarda yazının çox yer tutması onunla işləməyi əhəmiyyətli dərəcədə çətinləşdirir. Ona görə də insanlar işarələrlə bütöv çoxluqları – beşlikləri, onluqları, düjinləri (12 ədədini) və s. göstərməyə başladılar. Məsələn, rum rəqəmi olan V, tədqiqatçıların fikrincə, ovuc təsviri kimi yaranıb. Böyük ədədləri belə üsulla ifadə etmək olduqca əlverişlidir, çünki ədədin ümumi qiyməti bu kəmiyyətləri toplaqla alınır. Yığcamlıq üçün işarələrin düzlüşü qaydası müəyyənləşdirilir və toplaqla ilə yanaşı çıxma üsullarından da istifadə etməyə başlayırlar: tutaq ki, işarədən sağdakı onluqları göstərən vahidlərin onun üzərinə gəlinir, soldakılar isə çıxılır. Rum sistemi də bu cür qurulub: onun əsas işarələri latın əlifbasının hərfləri şəklində olan ideoqramlardır – I, V, X, L, C, M (1, 5, 10, 50, 100, 1000) və s. Yunanlar da, ərəblər də, ruslar da (əlifbanın böyük bir hissəsini yunanlardan götürərək), bir sıra başqa xalqlar da ədədləri hərflərlə göstərirdilər. Bu üsul çox əlverişli idi və geniş şəkildə yayıldı. Aydın ki, hansısa məqamda hərflər yetərli olmaya bilər, ancaq həmin keçmiş zamanlarda çox böyük ədədlərdən nadir hallarda istifadə edirdilər.

Yazının yaradılmasında finikiyalıların və yunanların atdığı mühüm addımı ədədlərin yazılması üçün hindlilər və ərəblər atdılar. Onlar sıfır və ədədlərin mövqeli yazılış sistemini düşünüb tapdılar. Bu sistemin ideyası zahirən çox sadədir: əgər iki nəfər razılaşsa ki, birinci vahidləri sayacaq, ikinci onluqları, onda onlar əl barmaqlarından istifadə etməklə 20-yə deyil, 100-ə qədər sayı bilərlər (üç nəfərsə 30-ə deyil, 1000-ə qədər sayı bilər və s.).

SAY SİSTEMLƏRİ

BABİLİSTANDA NECƏ SAYIRDILAR

Dəclə və Fərat çayları arasında yerləşən qüdrətli Babilistan dövlətində hesab və say sistemləri yüksək səviyyədə inkişaf etmişdi (bax: "Uşaqlar üçün ensiklopediya"nın "Riəziyyat" cildində "Ədədlərin qədim yazı sistemləri" bölməsi). Babil ədədləri iki deyil, üç mixi (xətli) işarəsinin kombinasiyasından ibarətdir: vahidlər – $\neg$, onluqlar – $\neg$ və yüzliklər – $\neg$.

Toplama, yaxud vurma prinsiplərindən istifadə etməklə bu işarələr vasitəsilə istənilən ədədi yazmaq olar:

$$\neg \neg \neg = 10 \cdot 100 = 1000,$$

$$\neg \neg = 10 + 1 = 11.$$

Böyük ədədlər həmişə kiçik ədədlərdən əvvəldə gəlirdi. Ədədlərin yazı-



lının bu üsulundan başqa, mövqeli altmışlıq sistem də tətbiq olunurdu. Düzülüş qaydasından asılı olaraq, vahidləri göstərən işarə 1, 60, 60² kimi, onluqları göstərən işarə isə uyğun olaraq 10, 10 · 60² kimi və i.ə. işarə oluna bilər:

$$\neg \neg \neg = 1 \cdot 60 + 10 + 2 = 72.$$

Babillər "sıfır" üçün də oxşar işarəyə – $\neg$ (iki çəpəki vahid işarəsi) malik idilər, amma təəssüf ki, həmin işarə ədədin sonunda qoyulmurdu. Onlar sadə və altmışlıq köslərdən (məxrəcələri 60, 60² və s. olan) istifadə etməyi də bacarırdılar və bu kösləri indi onluq köslərin yazıldığı kimi yazırdılar. Hesablamalar zamanı babillər hazır vurma cədvəlindən istifadə edirdilər.



► Üzərində riyazi hesablamalar olan qədim yunan papirusu.

MİSİRDƏ NECƏ SAYIRDILAR

Misir ədədi sistemində dair müasir bilgilərin əsas mənbəyi 1853-cü ildə tapılmış Axmes papirusudur (yaxud 1858-ci ildə bu sənədi əldə etmiş şəxsin soyadına görə – Raynd papirusu).

Misirililər ədədləri yazmaq üçün heroqliflərdən istifadə edirdilər: bir – |, on – 𐀀, yüz – 𐀁, min – 𐀂 və bu qaydada 10 milyona kimi – 𐀃. Sonradan heroqlif yazısı iyeratik (yun. "heratikos" – "müqəddəs") yazıyla sadələşdirildi:

1	11	111	𐀀	𐀁	𐀂	=	𐀃	𐀄	𐀅
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
𐀆	𐀇	𐀈	𐀉	𐀊	𐀋	𐀌	𐀍	𐀎	𐀏
20	30	40	50	60	70	80			



İKİLİK KODLAŞDIRMA

İkilik say sistemi kompüterlərin meydana gəlməsindən xeyli əvvəl yaradılıb. Hələ dahi alman riyaziyyatçısı Qotfrid Vilhelm Leybnis ikilik sistemdə xüsusi gizli mənanı görmüşdü. Həqiqətən də, ikilik sistem olduqca sadədir:

cəmi iki rəqəmdən istifadə edilir – 0 və 1;

vurma cədvəli cəmi üç sətirdən ibarətdir:

$$\begin{aligned} 0 \cdot 0 &= 0 \\ 0 \cdot 1 &= 0 \\ 1 \cdot 1 &= 1 \end{aligned}$$

İkilik sistemin çatışmayan cəhəti kimi yalnız ədədlərin "uzun" yazılışını göstərmək olar (sistemdə nə qədər az rəqəm olarsa, ədədlərin yazılışı bir o qədər uzun olacaqdır):

$$2002_{10} = 11111010010_2$$

Lakin bu təəssüf doğuran fakt mühəndislərə elektron sxemləri qurarkən ikilik sistemdən istifadə etməyə mane olmadı. Ədədin ikilik sistemdən adət edilmiş onluq sistemə keçirilməsini

İstənilən dörd rəqəmli ədədi bu cür yazmaq olar:

$$N = a_3 \cdot 10^3 + a_2 \cdot 10^2 + a_1 \cdot 10^1 + a_0 \cdot 10^0,$$

burada a_0, a_1, a_2, a_3 – ədədin onluq rəqəmləridir (a_3 rəqəmi 0-dan fərqlidir). Düsturdakı 10 ədədi say sisteminin əsası adlanır. Başqa əsaslı say sistemləri də mövcuddur.

p say sistemində n ədədinin yazılışı:

$$n = a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p^1 + a_0 p^0,$$

burada $a_i = 0, 1, 2, \dots, p-1$ və $a_n \neq 0$.

Əgər p olaraq 2 ədədini götürsək, onda ikilik say sistemi alınır.

təkcə hesablayıcı maşın yox, insan özü də yerinə yetirə bilər.

Rahat olsun deyə, ikilik ədədi də-rəcələri üzrə cədvələ yazaq. növbəti sətirdə dərəcələri nömrələyək (0-dan başlayaraq, sağdan sola) və ikinin müvafiq dərəcələrini yazaq (0 dərəcəsinə başlayaraq, sağdan sola).

11111010011₂ ədədi üçün cədvəl belə görünəcək:

Ədəd	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	1
N	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2^n	1024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1

Cədvəlin birinci sətirindəki vahidlər ədədi almaq üçün ikinin hansı dərəcələrinin toplanmalı olduğunu göstərir:

$$1024 + 512 + 256 + 128 + 64 + 16 + 2 + 1 = 2003,$$

yəni 11111010011₂ = 2003₁₀.

Ədədin ikilik sistemə keçirilməsi alqoritm əvvəlkinə uyğundur, lakin qalıqlı bölmə əməliyyatının aparılmasını tələb edir. Ədəd ardıcıl olaraq ikiyə bölünür, noticələr sütuna, qalıqlar isə (sıfırları

buraxmamaqla) qonşu sütuna yazılır. Sağ sütunda alınan ədəd aşağıdan yuxarı oxunmaqla cavabı əks etdirəcəkdir. 413 ədədi üçün bu, belə görünəcək:

413	1
206	0
103	1
51	1
25	1
12	0
6	0
3	1
1	1

Əgər indi biz sağ sütunda alınan noticələri aşağıdan yuxarıya yazsaq, yekun cavab bu cür olacaq:

$$110011101_2 = 413_{10}$$

Ədədin ikilik say sistemindən onluq say sistemə və əksinə keçirilməsində mürəkkəb və şəhirlə bir şey yoxdur. Bu mürəkkəb olmayan elmi mənimsəyən hər bir kəs özünü EHM dilini anlayan hesab edə bilər. Buna baxmayaraq ədədi ikilik sistemdə yazmaq əvvəllər olduğu kimi əlverişli deyil, çünki bu cür yazı çox yer tutur. İkilik sistemə keçirməni də çətin ki, zehində yerinə yetirmək mümkün olsun. Buna görə də ikilik say sistemə yaxın olan sistemlərdən istifadə edildi, çünki həmin sistemlərdə ədədlər kağız üzərində ikilik sistemdə olduğundan daha qısa yazılır, çevirmə alqoritmləri isə mürəkkəb hesablamalar tələb etmir.

SƏKKİZLİK SAY SİSTEMİ

Bu sistemdə səkkiz rəqəm var: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Kiçik mərtəbədə yazılan 1 rəqəmi, onluq sistemdə olduğu kimi, sadəcə, vahidi ifadə edir, növbəti mərtəbədə 0, 8₁₀, daha sonra 64₁₀ və s. deməkdir.

100₈ ədədi 64₁₀-dür, 635₈ = 6 · 64 + 3 · 8 + 5 = 413₁₀. Hesablamalarda ədədlər



PDP 11-70 kompüteri səkkizlik kodlaşdırmanı istifadə edirdi.

onluq sistemdə göstərilib və onluq sistemin göstəricisi olan 10 buraxılıb.

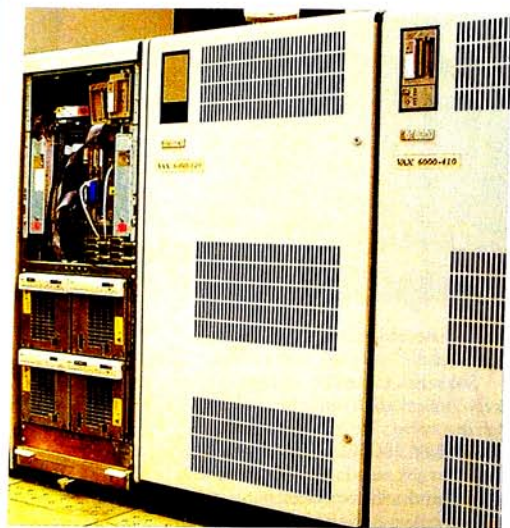
Səkkizlik sistemdən onluq sistemə keçid mürəkkəbliyinə görə ikilik sistemdən onluq sistemə keçiddən az fərqlənir. Səkkizlik sistemdən ikilik sistemə keçid isə çox sadədir. Bunun üçün üçlük (üç rəqəmdən ibarət) cədvəl tərtib etmək və onu vurma cədvəli kimi yadda saxlamaq kifayətdir.

$$\begin{aligned} 0_8 &= 000_2 & 4_8 &= 100_2 \\ 1_8 &= 001_2 & 5_8 &= 101_2 \\ 2_8 &= 010_2 & 6_8 &= 110_2 \\ 3_8 &= 011_2 & 7_8 &= 111_2 \end{aligned}$$

Səkkizlik sistemdən ikilik sistemə keçirmə zamanı hər bir səkkizlik rəqəm bu cədvəldəki müvafiq üçlükə əvəz olunur. Ömək olaraq 611₈ ədədini ikilik sistemə keçirək:

$$\begin{aligned} 611_8 &= 110\ 001\ 001_2 \\ (6_8 \text{ rəqəmi } 110_2 \text{ ilə,} \\ 1_8 \text{ isə } 001_2 \text{ ilə əvəz olunub).} \end{aligned}$$





EHM VAX-11-da onaltılıq kodlaşdırmanın istifadə edilməsi.

Əks əməliyyat üçün, yəni ikilik sistemdən səkkizlik sistemə keçmək üçün ikilik ədəd sağdan sola doğru üçlüklərə bölünür, sonra hər bir qrup bir səkkizlik rəqəmlə əvəz olunur. Tutaq ki,

$$101\ 111\ 111_2 = 577_8.$$

İlk tamqiymətli üçlük alınmırsa (rəqəmlər kifayət etmirsə), ona aparıcı sıfırlar əlavə edilir:

$$1\ 111\ 000_2 = 001\ 111\ 000_2 = 170_8.$$

ONALTILIQ SAY SİSTEMİ

Ədədin səkkizlik sistemdə yazılışı yetərinə yığcamdır, ancaq o, onaltılıq sistemdə daha yığcam alınır. İlk on rəqəm üçün adət olunmuş rəqəmlərdən: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, qalan altı rəqəm üçün isə latın əlifbasının ilk altı hərfindən istifadə olunur:

- A — 10,
- B — 11,
- C — 12,
- D — 13,
- E — 14,
- F — 15.

Səkkizlik sistemdə olduğu kimi, kiçik mərtəbədə yazılan 1 rəqəmi vahidi göstərir. Növbəti mərtəbədə həmin 1 rəqəmi 16_{10} , daha sonrakı mərtəbədə 256_{10} və s. ifadə edir. Kiçik mərtəbədə yazılan F rəqəmi 15_{10} , növbəti mərtəbədə $15_{10} \cdot 16_{10}$ göstərir və s. Məsələn,

$$100_{16} = 256_{10},$$

$$1AF_{16} = 1 \cdot 16^2 + 10 \cdot 16 + 15 = 431_{10}.$$

Onaltılıq sistemdən ikilik sistemə və əksinə keçid səkkizlik sistemlə olan əməliyyatlar kimidir. Yenə də çevirmə cədvəlini yadda saxlamaq lazımdır, burada fərq yalnız ondadır ki, üçlüklərin yerində dördlüklər dayanır:

$0_{16} = 0000_2$	$8_{16} = 1000_2$
$1_{16} = 0001_2$	$9_{16} = 1001_2$
$2_{16} = 0010_2$	$A_{16} = 1010_2$
$3_{16} = 0011_2$	$B_{16} = 1011_2$
$4_{16} = 0100_2$	$C_{16} = 1100_2$
$5_{16} = 0101_2$	$D_{16} = 1101_2$
$6_{16} = 0110_2$	$E_{16} = 1110_2$
$7_{16} = 0111_2$	$F_{16} = 1111_2$

Deməli,

$$61A_{16} = 110\ 0001\ 1010_2$$

(6_{16} rəqəmi 0110_2 ilə,
 1_{16} rəqəmi 0001_2 ilə, A_{16} rəqəmi isə
 1010_2 ilə əvəz edilmişdir).

Əks əməliyyatın yerinə yetirilməsi zamanı ikilik ədədi sağdan sola doğru dörd-dörd bölmək lazımdır (əgər birinci dördlükdə rəqəm çatmırsa, ona aparıcı sıfırlar əlavə edilir). Sonra hər qrup bir onaltılıq rəqəmlə əvəz olunur:

$$11\ 1110\ 0111_2 = 0011\ 1110\ 0111_2 = 3E7_{16}.$$

BİTLƏR VƏ BAYTLAR

İkilik say sisteminin simvolları — 0 və 1 — ə ilkilik rəqəmlər, yaxud bitlər (*ing.* binary digit — ikilik rəqəm sözlərindənədir) deyilir.

Elektron sxemlərdə ikilik kodların emalı üçün yalnız iki dayanıqlı vəziyyət mövcuddur: “siqnal var” / “siqnal yoxdur” (yüksek gərginlik / aşağı gərginlik).

Müvafiq sxemləri texniki cəhətdən reallaşdırmaq çətin deyil. Ona görə də informasiyanın ikilik kodlaşdırılması zamanı ədədin yazılışı çox uzun alınsa da, belə kodlaşdırma mühəndisləri cəlb edir. Kompüterə azsaylı mürəkkəb elementlərlə işləməkdənsə, çoxsaylı sadə elementlərlə işləmək daha əlverişlidir.

Informasiyanın kompüterin yaddaşında saxlanması zamanı hər bit bir yaddaş mərtəbəsində saxlanılır. Mərtəbələr müəyyən ölçülü yaddaş oyuqlarında (8, 16 və 32 mərtəbə) birləşir və “bayt”, “söz” və “ikiqat söz” kimi xüsusi adlar daşıyırlar. Faktiki olaraq, bu, müasir fərdi kompüterlər üçün standartdır.

Ədədləri kodlaşdırarkən yadda saxlamaq lazımdır ki, məsələn, 1000_{10} ədədini bir bayta yerləşdirmək olmaz, çünki onun ikilik yazılışı (1111101000_2) on rəqəmlə ifadə olunur, bu da baytın ölçüsündən artıqdır. Əlbəttə, ikiqat sözə yerləşməyəcək qədər böyük ədədlər də mövcuddur.

Belə ədədləri böyük sayda baytlara yerləşdirmək olar, ancaq kompüter baytlarda və sözlərdə (bəzən ikiqat və dördqat sözlərdə) yerləşən ədədlərlə sürətli hesablamalar aparmağa qadirdir. Əgər ədəd böyük olarsa, onunla aparılan əməliyyatlar baytlarla, sözlərlə və s. ilə aparılan əməliyyatlara parçalanacaqdır.

Analoji olaraq bir baytda hər hansı mətnin 256 müxtəlif simvolunu kodlaşdırmaq olar. İlk baxışdan bu çoxdur: Azərbaycan əlifbasının böyük (baş) və

kiçik hərfləri, durgu işarələri, on rəqəm, həmçinin hər hansı başqa əlifba (məsələn, rus əlifbası). Lakin daha hər hansı bir əlifbanı daxil etmək tələb olunarsa, onda yəqin ki, yer çatmayacaq. Onda mətnin simvolu baytla deyil, sözlə kodlaşdırılacaq ki, bu da avtomatik olaraq saxlanılan informasiyanın həcmi iki dəfə artıracaqdır.

Artıq qeyd edildiyi kimi, ikilik kodlaşdırma zamanı, ikilik rəqəmlərdən başqa, kompüterdə heç nə yazmaq olmaz. Bir baytda 0-dan 255-ə qədər bir mənfi olmayan tam ədəd saxlamaq olar, ancaq mənfi ədədlərin kodlaşdırılması haqqında da düşünmək lazımdır. Məsələn, bir baytda 128 mənfi tam ədəd (–128-dən –1-ə qədər), 0 və 127 müsbət tam ədəd (1-dən 127-ə qədər) saxlamaq olar. Bu halda da, kodlaşdırılmış simvollar kimi, ədədlərin sayı yenə də 256 olacaqdır.

Sıfır 8 sifirnin kombinasiyası ilə kodlaşdırılacaqdır: 00000000.

1-dən 127-ə qədər müsbət ədədlər, adətən, ikilik sistemdə kodlaşdırılır və bu zaman soldan *qiymətli* olmayan sıfırlar artırılır:

1	—	00000001
2	—	00000010
3	—	00000011
...		
126	—	01111110
127	—	01111111



Mənfi ədədlər *tamamlayıcı kodda* yazılır. Məsələn, -5 ədədi 256-5 (256 = 2⁸) ədədinin ikilik yazılış kimi saxlanılır. Yəni 5-ə 256-ya qədər tamamlama:

11111011

TƏSVİRLƏRİN KODLAŞDIRILMASI

İnsan informasiyanın çox hissəsini ətraf mühitdən görmə vasitəsilə əldə edir. İnsanın gözü işığı yalnız o zaman hiss edir ki, tor qışaya 360-750 nm diapazonunda şüalı enerji, yəni elektromaqnit rəqsələrinin spektrlərinin görünən hissəsi düşür.

İnsan tərəfindən cisimlər rəngliliklərinə (rəngin tonu və rəngin dolğunluğu birlikdə) və parlaqlıqlarının müxtəlifliyinə görə dərək edilir. Cisim işıq mənbəyindən nə qədər uzaqlaşsınsa parlaqlığı bir o qədər azalır. Cismin parlaqlığı həmçinin onun əksətmə qabiliyyətindən və formasından asılıdır. Ağ rəng ən mürəkkəbdir, belə ki, o, müxtəlif uzunluqlu dalğaların şüalarını birləşdirir. Hər bir cisim şüanı özünəməxsus şəkildə əks etdirir ki, bu da onlar arasında rəng fərqlərini izah edir.

Prizma və işığın spektral ayrılışı.



-5 + 256 > 127 olduğundan ikilik ədədin yuxarı mərtəbəsində vahid olacaqdır ki, bu da ədədin mənfi olmasını göstərir. Ona görə də oyunun yuxarı mərtəbəsi, adətən, *işarə* mərtəbəsi adlanır. Mənfi ədədləri də bu cür kodlaşdırılır: -1, -2, -3, ..., -127, -128.

Rəngi hər bir dalğa uzunluğuna düşən enerjinin miqdarına – *spektral xarakteristikalara* görə qiymətləndirmək olar.

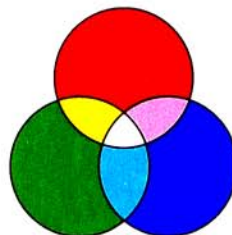
Lakin rəngin vizual qiymətləndirilməsi də təbiiq edilə bilər. 1756-cı ildə görkəmli rus alimi Mixail Vasilyevich Lomonosov (1711-1765) ilk dəfə fikir yürütmüşdür ki, təbiətdə hər hansı bir rəngi yenidən yaratmaq üçün üç əsas rəngi (qırmızı, yaşıl, göy) müəyyən edilmiş nisbətlərdə qarışdırmaq kifayətdir. Rəngin *üçkomponentlik* nəzəriyyəsi çoxsaylı təcrübələrə söykənərək təsdiq edilir ki, insanın görmə sistemində bir-birindən asılı olmayan üç tip əsəb oyanışı baş verir. Görmə zamanı rənglərin hiss edilməsinin müxtəlifliyini üç tip oyanışın kombinasiyalarının müxtəlifliyi ilə izah etmək olar. Bu nəzəriyyə rəngli təsvirlərin yenidən yaradılmasının əksər praktiki üsullarının əsasını təşkil edir: fotoqrafiyada, televiziya, kinoda və s.

Təsvirlərin kompüter kodlaşdırılması da bu nəzəriyyə əsasında qurulmuşdur. Şəkil şəqli və üfqi xətlərlə kiçik düzbucaqlılara bölünür. Alınmış düzbucaqlılar matrisi rastr, matrisin elementləri isə – piksellər (picture's element – "təsvir elementi") adlanır. Hər bir pikselin rəngi üç əsas rəngin intensivlik qiymətlərinin üçlüyü ilə verilir. Hər bir əsas rəng üçün ayrılmış bitlərin sayı nə qədər çox olarsa təsvirin hər bir elementi haqqında daha çox rənglər ahəngliyi sax-

lamaq mümkündür. True color (real rəng) adlanan standartda hər əsas rəngə 1 bayt olmaqla, rastrın hər bir nöqtəsinə 3 bayt sərfl olunur. Beləliklə, qırmızı rəngin 256 parlaqlıq dərəcəsi, yaşıl rəngin 256 parlaqlıq dərəcəsi, göy rəngin 256 parlaqlıq dərəcəsi birlikdə təxminən 16,7 milyon müxtəlif rəng çalarlarını verir ki, bu da insan gözünün rəng qavrama qabiliyyətindən çoxdur.

Şəkli bütövlükdə saxlamaq üçün, piksellərin rənginin qiymətlər matrisini müəyyən qayda üzrə, məsələn, soldan sağa və yuxarıdan aşağıya yazmaq kifayətdir. Belə kodlaşdırmada şəkil haqqında informasiyanın bir hissəsi itir. Piksellər nə qədər kiçik olarsa, itki də bir o qədər az olar. Diaqonalı 15-17 düym olan müasir kompüter monitorlarının ekranında şəkilin elementlərinin yerləşdirilməsi və keyfiyyəti arasında səmərəli kompromisi 768x1024 nöqtəli rastr təmin edir (məişət videomaqnitafonu – hər kadra 250 xətt, yəni şəqli üzrə 250 nöqtə, SECAM standartlı televizorlarda – hər kadra 625 xətt).

Təsvirin kodlaşdırılmasında məhz üç əsas rəng həmişə istifadə olunmur. Şəkilin kağız üzərində çapı (həm də çəkilməsi) zamanı qırmızı ilə yaşıl rəngin qarışdırılaraq sarı deyil, qəhvəyi rəng alınır. Bu ona görə baş verir ki, rənglər özlüyündə işığı əks etdirmirlər, yalnız üzərlərinə düşən işıq selindən bəzi rəngləri udurlar. Odur ki, əsas kimi başqa rənglərdən istifadə olunur: mavi, yasəmənli



və sarı. Rəngin kodlaşdırılması metodu isə CMY (*ing. cyan* – "mavi", magenta – "yasəmənli", yellow – "sarı") adlanır. Bu halda qırmızı rəng yasəmənli və sarı, yaşıl isə sarı və mavi rənglərin cəmindən alınır.

Belə ki, rəngin vizual qəbulu üçkomponentli olduğundan istənilən rəng üçdən az olmayan parametrlə verilə bilər. Bir çox təsvirin emalı proqramlarında insanın qavramasına daha yaxın olan HSV (*ing. hue* – "rəng keyfiyyəti", saturation – "dolğunluq", value – "həcm", "parlaqlıq") kodlaşdırma sxemindən istifadə olunur.

Rəng keyfiyyəti – rəngin bu və ya digər rəng spektrinə yaxınlığıdır. Ağ rəngin spektrdə paylanmasını müşahidə edərkən insan gözü spektrin görmə duyğusuna görə kəskin fərqlənən yeddi sahəsini görür: qırmızı, narıncı, sarı, yaşıl, mavi, göy, bənövşəyi. Diqqətlə baxdıqda insan daha çox rəng sezir, lakin gözün rəng keyfiyyəti 200-ə yaxın rəngi ayırmağa qadirdir. Rəngin keyfiyyəti mövcud rəngə daha yaxın olan spektral şüalanmanın dalğa uzunluğu ilə xarakterizə olunur.

Dolğunluq – rəngdə rəng keyfiyyətinin ifadə dərəcəsidir, yəni mövcud spektral rəngə onunla eyni parlaqlığa malik olan ağ rəngin nə qədər qarışmasıdır. Əgər tozlu spektral rəngə ağ rəng

Nöqtənin rəngini üç ədəd təsvir edir – bu RGB də ola bilər, başqa üç rəng də. Televiziya qəbul olunmuş rəngin kodlaşdırılmasında RGB-dən YC₁C₂ çevrilməsi üçün düsturlar belə verilir:

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B.$$

$$C_1 = 0,564 (B-Y).$$

$$C_2 = 0,649 (R-Y).$$



Çox zaman HSV avazına HSB (brightness) işarəsindən istifadə olunur.

əlavə edilərsə, o zaman dəyişməyən ümumi parlaqlıqda spektral rəngin dolğunluğu azalacaqdır. Maraqlıdır, təbiətdə rəngin dolğunluğuna görə fərqlənən şeylər azdır (ola bilsin ki, yalnız tropik flora və faunadır). Süni boyalar, məsələn monitorlarda təsvirlər daha yüksək dolğunluğa malik olduğuna görə insan gözünü sevindirir.

Parlaqlıq (aydınlıq) gözə təsir edən şüalanma dərəcəsiylə müəyyən edilir. Əgər obyektin bir hissəsi birbaşa, digər

hissəsi həmin mənbədən səpələnmiş şəkildə işıqlanarsa, o zaman insan tərəfindən rəngin qavranması müxtəlif olur, baxmayaraq ki, bu hissələrdə rəngin keyfiyyəti və dolğunluğu eynidir.

Rəngin keyfiyyəti, dolğunluğu və parlaqlığı vasitəsilə kodlaşdırma rəngli şəkillərdən təsvir obyektlərinin parlaqlığını dəyişmədən monoxrom və ya başqa cür desək, təsvir obyektlərinin parlaqlığını dəyişdirmədən ağ-qara şəkilləri asanlıqla əldə etməyə imkan verir.

SƏSİN VƏ MUSİQİNİN KODLAŞDIRILMASI

Məlumdur ki, səs özlüyündə havanın rəqsidir. Səs fasiləsiz signal olduğundan rəqslərin amplitudu daim dəyişir. Səsin kodlaşdırılması zamanı bu signalı sıfır və birlərin ardıcılığı şəklində vermək lazımdır. Məsələn, mikrofondan istifadə etməklə səs, rəqs amplitudunu bərabər zaman fasilələrində saniyədə onminlərlə dəfə ölçməklə elektrik cərəyanının rəqslərinə çevirmək olar. Hər bir ölçmə məhdud dəqiqliklə aparılır və ikilik şəklində yazılır. Bu proses *diskretləşmə*, onun yerinə yetirilməsi üçün istifadə olunan qurğu isə, *analoq-rəqəm çeviricisi* (ARÇ) adlanır. Tipik səkkiz bitli ARÇ qurğusu -500-500 mV diapazonunda olan gər-

ginliyi -128¹⁰-127¹⁰ diapazonunda yerləşən səkkizmərtəbəli ikilik ədədə çevirir.

Əks proses – kodlaşdırılmış səsin səsləndirilməsi *rəqəm-analoq çeviricisi* (RAÇ) vasitəsilə həyata keçirilir. Bu zaman, ikilik rəqəm -128¹⁰-127¹⁰ diapazonundakı gərginliyə çevrilir.

Alınmış pilləli signal əvvəlcə analoq süzgəc vasitəsilə hamarlanır, sonra isə gücləndirici və dinamikin köməyiylə səsə çevrilir.

Kodlaşdırılmış səsin səsləndirilmə keyfiyyətinə əsasən iki parametrlə təsir edilir: diskretləşmənin tezliyi və amplitudun qiymətinin yazılışına ayrılmiş bit-

lərin sayı. Məsələn, kompakt disklərdə (CD) yazı zamanı 16 mərtəbəli qiymətlərdən istifadə olunur, diskretləşmə tezliyi isə 44032 Hs-ə bərabərdir. Bu parametrlər musiqinin və nitqin əla keyfiyyətlə səslənməsini təmin edir. Diskretləşmə tezliyinin seçilməsi onunla izah olunur ki, insanın eşidə biləcəyi səs maksimal tezliyi 22 kHs-i aşmır. 22 kHs tezlikli rəqslər həmin tezlikli diskretləşmə zamanı sükutdan fərqlənmir. Diskretləşmənin hər bir periodunda iki qiymətin yazılması üçün iki dəfə böyük, məhz 44 kHs diskretləşmə tezliyi lazımdır. Yüksək keyfiyyət tələb olunmadıqda kiçik diskretləşmə tezliyindən istifadə etmək olar: 11 kHs, 5,5 kHs və s.

Hər növ səs kimi musiqi də səs dalğalarıdır və onları kifayət qədər dəqiq kodlaşdırıldıqda, səs sonradan səsləndirmək mümkündür. Ancaq belə üsul bəstəkar bəstələdiyi əsəri yazmağa, musiqiçiyə isə onu bir dəfə də olsun eşitmədən ifa etməyə imkan vermir.



Stereosəsə işləyərək diskretləşmə ayrılıqda, sol və sağ kanallar üçün asılı olmadan aparılır.

Vəziyyətdən çıxış çoxdan tapılmışdır – *not yazısı*, yaxud *notasiya* (lat. "notation" – "yazmaq", "qeyd etmək") – musiqini yazmaq üçün tətbiq olunan qrafik işarələr sistemidir. Orta əsrlərdən əvvəllərdə xüsusi işarələrlə – xətlərdən, nöqtələrdən, vergüllərdən ibarət nevmə-lərlə – ayrıca səslər, səs qrupları, səsin yüksəkliyini dəqiq təyin etmədən insan

Rus bəstəkarı Y.A.Şaporin yazırdı: "Mənə elə gəlir ki, dünyada musiqi kimi insanları doğmalaşdırın başqa bir incəsənət yoxdur. Onun dili hər kəsə aydındır..." O, nəzərdə tuturdu ki, milyonlarla insanlar musiqi alətlərinin adını, musiqi əsərlərinin yaranma prinsipini bilmədən musiqiyə qulaq asmaq və ondan həzz almaq qabiliyyətinə malikdir.

5 kHs tezlikdən yuxarı ikiyə vurma prinsipi pozulur. Yüksəkliyin bir oktava artırılmasını duymaq üçün tezliyi təxminən 10 dəfə artırmaq lazımdır. Hətta kamil musiqi eşitmə qabiliyyətinə malik insanlar da 5 kHs tezlikdən yuxarı səslər üçün notu təyin etməyə çətinlik çəkirlər. Bu 5 kHs və yuxarı səs pərdələrinin yüksəkliklərinin qəbulu mexanizmlərinin müxtəlifliyini göstərir.



RƏNGLƏR VƏ SƏSLƏR

Biz göy qurşağının yeddi rəngini və musiqidə yeddi notu ayırıq. Təbii ki, nə səslənən melodiylarda, nə də rənglər spektrində ayrı-ayrı səslər və rənglər arasında heç bir real sərhədlər, keçidlər yoxdur. Bu şərtlik musiqini və rəngi kodlaşdırmaq və onlar haqqında informasiyanı ötürmək üçün vacibdir.

Musiqi səsinin işarələrə necə bölünməsinə, fasiləsizliyin kodlaşdırılmasına baxaq. Musiqi səsə adı səsdən (küydən) səs tonlarının olması ilə fərqlənir. Səs tonları yüksəkliyə görə (faktiki olaraq, havanın vibrasiya tezliyinə görə) dəyişir. Yüksəkliyin fasiləsiz dəyişməsində şərti olaraq hər hansı başlanğıc nöqtə seçilir ("do"). Başlanğıc nöqtədən bərabər və bir-birindən müqayisə oluna biləcək qədər aralı olan (dəyişilmə ölçüsü 1 və ya 1/2 səs tonlu şərti məsafədə olan) digər nöqtələr nizamlanır. Onların hər birinin adı var – "re", "mi" və s. Ardıcıl yerləşməklə onlar səs sırası əmələ gətirirlər. Səs sırası üzvlərinin havanı vibrasiya tezlikləri kəsr ədədləri kimi nisbətə olurlar (4/3, 3/2 və s.), bu da akkordlarda harmonik hamahənglik duymağa imkan verir. Tezliyi iki dəfə azaldıb, yaxud yüksəltəndə səs sırası müxtəlif oktavalarla təkrarlanır.

Musiqi səsləri üçün yüksəklikdən başqa səslənmə sürəkliyinin nisbəti vacib xüsusiyyətlərdən biri sayılır. Onu ardıcıl olaraq ikiyə bölünən tam etalon ilə tutuşduraraq qeyd edirlər: yarım, dördüdə bir, səkkizdə bir, on altıda bir və s. (tamın sürəkliyi təxminən insan ürəyinin iki döyüntüsünə bərabər götürülür; əsas metrik vahid kimi dördüdə bir çıxış edir; musiqi ölçüsü – zərbə hissəsindən başlayan və ritmi təşkil edən takt sürəkliyi məhz ona görə qeyd olunur).

Bələ işarə sistemi kodlaşdırmanın dil formasından əlavə qrafik kodlaşdırma formasına – xüsusi simvolların köməyiylə səs sürəkliyi və yüksəkliyinin işarə edildiyi musiqi savadına malikdir. Bu sistemin əsas işarəsi – not düşərgəsində yerləşən müəyyən mövqeli notdur; notun yüksəkliyinin onun mövqeyinə görə kodlaşdırılmasına hesablamə nöqtəsinə verən açar (adətən, skripka və ya bas açarı) kömək edir. Not – həm səs sürəkliyini, həm də sürəkliyini kodlaşdırıran mürəkkəb işarədir.

Müasir notlara başlanğıc verən vokal notasiyaların işarələri biza kifayət qədər sonrakı Bizans yazılarında (bizim eranın IX əsrindən) mövcuddur, ancaq musiqi yazıları sistemi xeyli əvvəl yaranmışdır. Məlumdur ki, qədim yunanlarda səs və alətlərdə ifa olunan musiqiləri yazmaq üçün hərflər sistemi mövcud idi. Qədim tibet ibadət kitablarında

səsinin yuxarı və aşağı hərəkəti göstərilirdi. Odu ki, onlar yalnız məlum olan nəğməni müğənninin yadına salırdı. XI əsrdə İtaliyan musiqi nəzəriyyəçisi Qvido d'Arezzo müasir not sisteminin prototipi olan dörd not xəttindən ibarət sistem tətbiq etmişdir. Xətlərin başlanğıcında səslərin yüksəkliyini müəyyən edən dörd not xəttindən ibarət sistem tətbiq etmişdir. Xətlərin başlanğıcında səslərin yüksəkliyini müəyyən edən dörd not xəttindən ibarət sistem tətbiq etmişdir. Xətlərin başlanğıcında səslərin yüksəkliyini müəyyən edən dörd not xəttindən ibarət sistem tətbiq etmişdir.

Səs tonu və yüksəkliyi səs rəqslərinin tezliyi müəyyən edilir. Hər bir not özünün məlum tezliyinə malikdir. Hal-hazırda birinci oktavının notu "la" əsas sayılır – 440 Hz (əvvəllər onun tezliyi 435 Hz-ə bərabər idi). Qalan notlar ona nəzərən təyin olunur, axı, insanın eşitmə qabiliyyəti üçün mütləq tezlik deyil, tezliklərin nisbəti vacibdir. Tezlikləri düz iki dəfə fərqlənən səslər oxşar, "qohum" kimi görünür. 262 Hz-dən $2 \cdot 262 = 524$ Hz-ə qədər olan tezliklərin intervalı 12 hissəyə bölünür; alınan 12 səs birinci oktava adlanır, onlardan yeddisini hamı tanıyır: *do, re, mi, fa, sol, la, si*. Verilmiş 12 səs tezliklərini iki dəfə artırıqda ikinci oktavı, növbəti ikiqat artırılma isə üçüncünü alırıq.

Musiqi üçün not yazısı komandalar ardıcılıdır. Məsələn, klaviş basmaq və onu saxlamaq, eyni vaxtda bir neçə klaviş basmaq, əvvəl basılmış klaviş buraxmaq və s. Bütün mümkün olan komandaları yazıb götürsək, onda xəyalı ifaçının komandalar sistemi alınacaq.

XX əsrin 80-ci illərində bir çox möv-cud musiqi alətlərinin səslərini, eləcə də tamamilə yeni səsləri cəmləndirən elektron musiqi alətləri – sintezatorlar meydana çıxdı. Elektron musiqi alətləri isteh-

sal edən firmalar komandaları klavişlərdən yazan və sonra isə onları səsləndirən alət – *sekvensorlar* istehsal etməyə başladılar. Lakin yazının vahid formatı hələ mövcud deyildi.

1983-cü ildə elektron musiqi sintezatorlarının aparıcı istehsalçıları və kompüter istehsalçıları universal sintezatorun komandalar sistemi haqqında, bələ komandaların hansı elektrik siq-nalları ilə verilməsi, hətta kompüter və sintezatorları birləşdirən kəbellər və birləşdirici yuvalar barəsində razılığa gəldilər. Bu razılışma *MIDI standartı* (Musical Instrument Digital Interface – musiqi alətinin rəqəmli interfeysi) adını aldı. MIDI musiqinin kodlaşdırılmasının əlverişli üsulu oldu.

Lakin müxtəlif sekvensorların proqramı əvvəlki kimi MIDI-faylların müxtəlif formatları ilə işləyirdi. Hər bir firmanın yalnız özü oxuya bilən bağlı fayl formatı var idi.

1988-ci ildə Opcode firmasının təkliflə "Standard MIDI File" formatı



nəğmələr dalğavari xətlərlə işarələnirdi. Ehtimal olunur ki, bu işarələr səs tonundan-tona keçməsinə göstərir. Rusiyada XI əsr yayılmış musiqi işarələri ümumiyyətlə "qarmaqlar" ("крюки"), yaxud "bayraqlar" ("знамена") adlanırdı. Onlar içərisində sadə həndəsi işarələrdən – "qarmaqlar"dan, "qubucqlar"dan başqa daha mürəkkəb elementlər xarakterik adlarla – "kasa", "kasa altı", "parlaq bulud", "tutğun bulud" və s. seçilirdi.

Qədim notasiya sistemləri səsə konkret yüksəkliyini göstərmədən səs tonunun dəyişikliyi qeyd edirdilər, yəni onlar melodiyanı yazmaq deyil, yada salmaq ifaçıya sonrakı hərəkətlərini öyrədirdilər. Yalnız not dastı daxil edildikdən və səs yüksəkliyi qeyd edildikdən sonra müasir anlamda melodiyanın yazılması mümkün oldu.

Spektrin rənglərinin ayrılması səslərin ayrılmasından daha şərtdir. Rəng spektri kəsiklərə bölünür, lakin işarələmə musiqi səslərində olduğu kimi parçanın daxilindəki nöqtəyə deyil, bütün parçaya aid edilir. Azərbaycan dilində danışan hər kəsə göy qurşağının rənglərinin ardıcılığını yadda saxlamağa kömək edən "Qarı nənə səksən yaşında məxməri gülə bənəz" ifadəsi məlumdur. Amma ingilis və fransızlar üçün göy qurşağın rənglərinin sayı yeddi deyil altıdır – mavi və göy rənglər bölünür. Bu o demək deyil ki, onlar zəif görürlər, zərurət yarandıqda mavi rəng, məsələn, ingilis dilində "light blue" kimi qeyd olunur, lakin göy və qırmızı rənglərə bərabər hüquqlu sistem elementi kimi qəbul edilmir.

Vyetnam və eləcə də yapon dillərində göy, mavi və yaşıl rənglər, ümumiyyətlə, bir sözlə ifadə edilir, yalnız ehtiyac yarandıqda əsas ədə əlavə söz artırmaqla çağırıqlaşdırılır. Bələ ki, Vyetnam dilində bu əsas rəngin – "xanh" rənginin 42 qəbul olunmuş rəng caları var. Məsələn, dəniz dalğası "xanh", düyü cücərtisi "xanh"ı. Tanqna papuas dilində (Yeni Qvineya adası) bütün əsas rəngləri göstərmək üçün yalnız 2 sözdən istifadə olunur: biri isti rənglər (sarı, narıncı, qırmızı), digəri isə soyuq rənglər (mavi, bənövşəyi, yaşıl) üçün.

Əsas rənglərin adlandırılmasının önəmi müxtəlif dillərdə fərqli olacaq. Rənglərin adlandırılması – şifahi ifadənin köməyiylə ətrət alomda hadisələri kodlaşdırıran universal təsnifatçı kimi, dilin roluna parlaq nümunədir. Dillərin, müxtəlif dillərdə danışanlara özünün xüsusi baxış tərzini qəbul edərək, dünyanı fərqli şəkildə parçalamaqları fikri müəyyən mənada, düzgündür.





1983-cü ildə ilk MIDI – Prophet 600 sintezatoru təqdim olundu. Çox keçmədən Roland sintezatorlu MIDI-interfeys PC çıxdı. 1985-ci ildə dünyada praktiki olaraq bütün elektron musiqi alətləri MIDI yuvasına malik idi.

qəbul edildi. Bu açıq fayl formatını MIDI-ni öz formatıyla yanaşı istifadə edən bütün program istehsalçıları dəstəklədi.

MIDI formatında musiqi əsərinin yazılışı – kodlaşdırılmış pauzalarla ayrılmış kodlaşdırılmış məlumatın sintezatoru verilmə ardıcılığıdır. Məlumat sintezator komandası ola bilər (məyən olunmuş klavişi basmaq, yaxud buraxmaq, səslənmənin yüksəkliyini və tembrini dəyişdirmək və s.); səsləndirmə parametrlərinin təsviri ola bilər

(məsələn, klavişə düşən təzyiqin gücünün qiyməti); idarəedicilərin məlumatı ola bilər (məsələn, məlumatı sinxronlaşdırma polifonik rejimin qoşulma komandası və s.).

Lakin belə kodlaşdırma ilə vokal əsərlərini yazmaq olmaz, çünki, ifadənin və ya xorun oxumalarının səslənməsi sintezator komandalar sisteminə daxil deyil. Qalan hallarda belə kodlaşdırma sistemi olduqca əlverişlidir, çünki, yazı çox yığcamdır və insanın eşitmə qabiliyyətinə uyğun gəlir.

FİLMLƏRİN KODLAŞDIRILMASI

Kinematografiyanın kəşf edildiyi ildən – 1895-ci ildən bizim günlərədək filmlərin istehsalı üçün texniki vasitələr kinokəkiləş aparatı və kinolentdir.

İnsanın görmə xüsusiyyəti hərəkətin ardıcıl fəzalarının təsvir olunduğu kadrın tez-tez dəyişdirilməsi (saniyədə 15 dəfədən çox) hərəkət illüziyasını yaratmağa imkan verir. Kino da, televiziya da, filmlərin kompüter kodlaşdırılması da bu prinsipə əsaslanıb.

Təsvirin rəqəmlə kodlaşdırılmasından (yazısından) son zamanlarda istifadə olunmağa başlanmışdır, çünki, ənənəvi

üsulla bu məsələnin reallaşdırılmasına resurslar çatmırdı. 1 saniyəlik (ölçüsü 1024x768 olan 25 kadr) səssiz rəngli təsviri yazmaq üçün təqribən 60 Mbayt (25 kadr · 1024 · 768 · 3 bayt hər nöqtəyə = 58 982 400 bayt) tələb olunur. Bu zaman televiziya yaxın keyfiyyət təmin olunacaqdır.

Asanlıqla hesablamaq olar ki, iki saatlıq filmin yazılışı üçün 400 Gbayt gərəkdir. XXI əsrin başlanğıcında məsəüstü kompüterin vinçesterinin orta hesabla həcmi bir neçə on gıqabaytı aşmasına baxmayaraq, bu həcmdə informasiyanın saxlanması bəla başa gəlir.

Görüntüyə səs əlavə edilsə, belə yazılış həcmi o qədər də böyüməyəcək. Kompakt-diskdə yazılışda olduğu kimi



1 san filmin yazılışı üçün təqribən 170 Kbayt lazımdır.

Səs görüntüdə asılı olmadan yazılır, lakin canlandırma zamanı sinxronluğu gözəlmək gərəkdir.

Filmlərin yazılışları zamanı böyük həcmli informasiya problemini həll etmək üçün informasiya daşıyıcılarının yeni formaları işlənilib hazırlanıb, ağıllı alqoritmlər düşünüldü və tətbiq. Məsələn, kadrların özlərini deyil, yalnız onların dəyişmələrini yadda saxlamaq olar. Onda əgər şəkil statikdirsə, növbəti kadrın yazılışı üçün tələb olunan həcm kiçilir.

Buna baxmayaraq alimlər özlərinin başlıca uğurlarına insan gözü üçün daha bir xüsusiyyəti nəzərə almaqla nail oldular. İnsan gözü ayrıca bir nöqtənin

Montaj zamanı səs və təsvirin sinxronlaşdırılmasını üzərində səhnə və dubl nümrəsi olan "şax-şax" şıqıltısı təmin edir. Şıqıltı anı növbəti dubldakı çəkilişin əvvəlində lentdə yaxşı görünür (həmçinin "şax-şax" səsi yaxşı eşidilir). Bu onu asanlıqla təsvirin və səs əvvəlində uyğunlaşdırmağa imkan verir.

rəngliliyindən çox, onun işıqlılığında daha həssasdır. Buna görə də onlar hər bir dörd nöqtə üçün 4 bayt işıqlılıq (hər bir nöqtə üçün müxtəlif) və 2 bayt rənglilik üçün yer saxlamağı təklif etmişlər. Beləliklə, zəruri olan həcm iki dəfə azaldı: 12 bayt (12 = 4 · 3) əvəzinə yalnız 6 bayt (4 · 1 + 2) yer ayrıldı. Yazılışın keyfiyyəti korralsada, bu insan gözü tərəfindən demək olar ki, seçilmir.

MÜHASİBAT İNFORMASIYASININ KODLAŞDIRILMASI

Puldan söz düşəndə, demək olar ki, hər bir qadın ekspert kimi çıxış edir. Bir qayda olaraq, ailədə büdcəni qadınlar idarə edir: xərcləri planlaşdırır, gəlir, məsrəf və çıxarları nəzərə alır. Ailə mühasibatının düzgün aparılması xüsusi diqqət tələb edir, hər gün aparılan qeydlərin ilin sonunda qalın bir dəftərə çevrilir. Bu dəftərdə, demək olar ki, hər şey – nəyə, nə vaxt, nə qədər xərcləndiyi də göstərilmişdir.

Mahiyyət etibarilə, müəssisənin mühasibat işi elə bu məqsədlərə qulluq edir. O, ailə mühasibatından müxtəlif tipli informasiyanın böyük həcmi və mühasibat uçotunun aparılması ilə bağlı müəyyən qaydaların olmasıyla fərqlənir.

Mühasibatlıqda pullar və qiymətli materiallar pul ekvivalentində göstərilir. Müəssisə iki tip kapitaldan istifadə edir: öz kapitalından və cəlb olunan kapitaldan (*kredit borcu*). Bunlar müəssisənin iqtisadi resurslarını təşkil edir:



İqtisadi resurslar =
= Cəlb olunan kapital +
+ Özəl kapital.

Aktivlərə pul vəsaitləri, hazır məhsul (əmtəə ehtiyatları), torpaq sahələri, avadanlıqlar, hətta patentlər, müəlliflik hüquqları və s. kimi qeyri-maddi aktivlər də aiddir.

Passivlər müəssisənin borclarını, kreditə götürülmüş əmtəələri, borc alınmış pulları, müəssisənin öz əməkdaşlarına əmək haqqı və dövlət vergisi üzrə borcları əks etdirir.



Mühasibatlıqda iqtisadi resurslar – aktivlər, cəlb olunan kapital isə passivlər adlanır. Ona görə də əsas tənzimləyici aşağıdakı kimi yazmaq olar:
Aktivlər = Passivlər + Kapital

Aktivlər		Passivlər	
Kassa	50	Nizamnamə kapitalı	85
Əsas vəsaitlər	01	Mal verənlərə borc	60
Hesablaşma hesabı	51	Əməyin ödənişi üzrə borc	70
Hazır məhsul	40	Ehtiyat kapitalı	80

Azərbaycanda hələlik, əski Sovetlər Birliyində olduğu kimi, sadəlik üçün, müəssisənin öz kapitalı da (müəssisə sahiblərinin nizamnamə ödənişləri daxil olmaqla) buraya daxil edilir. Mühasibatlığın ən vacib anlayışı balans anlayışıdır. Balans iki tərəfli bir cədvəldir. Bu cədvəlin sol tərəfi müəssisənin təsərrüfat vəsaitlərinin tərkibini, onların yerləşdirilməsini özündə əks etdirən *aktiv*, sağ tərəfi isə bütün daxilolmaları özündə qruplaşdıraraq *passiv* (və ya passiv + kapital) göstərir. Balansın aktivlərinin cəmi passivlərinin cəmiyə üst-üstə düşməlidir, çünki bu faktiki olaraq, eyni vəsaitlərə iki müxtəlif baxışdır.

Müəssisədə idarəetmə və uçot üçün zəruri olan informasiya toplanmalı və həmişə müəssisə rəhbərinin əlinin altında olmalıdır. Mühasibat uçotunda informasiyanın saxlanması sistemi *hesablardan* təşkil olunur. Hesab hər növ aktiv, passiv və ya kapital üçün, gəlirlər və xərclər də daxil olmaqla yaradılır. Aktiv və ya passivlərin uçotu üçün uyğun hesablardan istifadə olunur. Hər hesabın öz şifrəsi var, bu şifronu hesabın adının yerinə yazmaq olar. Kiçik firmaların hesablar planında bu hesabların sayı onlarıdırsa, böyük şirkətlərdə minlərlədir.



İ. Q. Tışbeyn, Yohann Volfqanq Gete
Roma şəhəri ətrafında,
1787-ci il.

Mühasibat uçotu əllə aparılıqda hər hesab üçün ayrıca səhifə və ya kart ayrılır. Böyük alman şairi Yohann Volfqanq Gete mühasiblərə ikrah hissələ yanaşaraq ikili mühasibəti “insan zəkasının ən görkəmli ixtiralarından biri” adlandırdı ancaq bu fikirdə müəyyən qədər həqiqət də var.

İkili yazı sistemi ikitərəflilik prinsipinə əsaslanır. Bütün iqtisadi hadisələr, sanki enerjinin saxlanması qanununa tabe olaraq bir-birlərini kompensasiya edən iki aspektə – artma və azalmaya malikdir.

Bu sistemdə təsərrüfat həyatı faktı ən azı iki dəfə qeyd olunmalıdır: bir hesabın *debetində*, başqa hesabın *kreditində*. Belə ki, debet üzrə ümumi cəm, kredit üzrə ümumi cəmə bərabər olsun. “T” hərfinə oxşar aşağıdakı cədvəldəki yazıda hesabın adı, debet (sol tərəf) və kredit (sağ tərəf) olur. Tutaq ki, kassaya pullar daxil olur (sol tərəf) və ordan ödənişlər (sağ tərəf) aparılır:

Kassa	
1000	500
300	120
100	
1400	620
Saldo	780

Aktiv hesablar vəsaitlərin qalığını göstərən debet saldosa, passiv hesablar isə bütün daxilolmaları nəzərə alan kredit saldosa malikdir. Passiv hesablarının kreditində bu mənbələrin artımı, debetində isə azalması əks olunur.

Hər bir təsərrüfat əməliyyatı bir hesabın debetində və başqa hesabın kreditində eyni məbləğlə göstərilir (balans köçürməsi). Bu da dediyimiz həmin o



ikili yazılış qaydasıdır. Hesablar arasında qarşılıqlı əlaqə yaranır: debet üzrə bir hesab, kredit üzrə başqa hesabla bağlıdır. Məsələn, əsas vəsaitlərin köhnəməsi hesablanarkən 80 hesabı debetləşir, 02 hesabı isə kreditləşir. Bunu belə təsvir etmək olar: gəlirdən müəyyən məbləğ köhnəmiş avadanlığın gələcək təmiri, yaxud təzəsilə əvəz olunması məqsədilə ayrılıb kənara qoyulur.

Əməliyyatlar zamanı hesablardakı məbləğlər dəyişir, amma aktiv və passivin bərabərliyi pozulmur. Hər bir hesab üzrə vəsaitlərin mədaxil və məxaricinin qeyd olunduğu cədvəl tərtib olunur. Hər ayın sonunda bu cədvəllər əsasında hər bir hesab və ya hesablar qrupu üçün vəsaitlərin mədaxil məxariclərini cəm şəkildə özündə əks etdirən *jurnal-orderlər* tərtib olunur. Bu jurnal-orderlər əsasında hər hesabat dövrünün sonunda *Baş kitab*ə qeydlər aparılır və *müəssisənin balans*ı tərtib olunur.

Bu, həcm etibarilə çox böyük bir işdir: bəzən mühasibatlıqda yüzlərlə hesab aparıla bilər və ay ərzində bu hesabların hər biri üzrə balans köçürmələrinin sayı yüzlərlə, hətta minlərlə ola bilər.

Balansın aktiv və passivlərinin bərabərliyinin saxlanması, jurnal-orderlərin doldurulması böyük səy tələb edir. Balans köçürmələri aparılan sənədlərin uçotunu, ödəniş tapşırıqlarının, əmək haqqı cədvəllərinin, mədaxil və məxaric orderlərinin tərtibini də bura əlavə etsək, mühasibat uçotunun aparılması işinin nə dərəcədə zəhmət tələb edən, məsuliyyətli

yətlə bir iş olduğu aydın olar. Məhz bu işdə kompüter insanı lazımi köməyi edə bilər. Bəs, kompüterə hansı mühasibat məsələlərini tapşırmaq daha yaxşı olar?

İlk növbədə kompüterdən, vəsaitlərin hərəkəti üzrə informasiyanın saxlanması üçün bir arxiv kimi istifadə etmək olar. Hər hesab üçün aşağıdakı informasiyanı yadda saxlamaq lazımdır: hesabın şifri, hesabın adı, tipi (aktiv və ya passiv), qalığı (hesabda vəsaitin cari miqdarı). Hesablar haqqında informasiya cədvələ yerləşdirilir. Tutaq ki, müəssisənin kassasında 1100 manat var. Onda cədvəl bu şəkildə olur:

Şifr	Ad	Tip	Qalığı
50	Kassa	Aktiv	1100

Debetləşən və kreditləşən hesablar istənilən kimi seçilə bilməz. Mühasibin istifadə edə biləcəyi, ciddi şəkildə müəyyən olunmuş balans köçürmələri vardır. Ona görə də, mühasibat informasiyası kodlaşdırılan zaman bu siyahını da mütləq yazmaq lazımdır, məsələn:

Tip	Ad	Debetin şifri	Kreditin şifri
1	Hazır məhsulun satışı	40	51
2	Hesablaşma hesabından pulun götürülməsi	51	50
3	Əsas vəsaitlərin köhnəməsinin hesablanması	80	02

Burada tip, bir növ, balans köçürməsinin şifridir; başqa cədvəllərdən bu balans köçürmələri tiplərinin cədvəlinə istinad

“Debet” (lat. “debit” – “o borcludur”) və “kredit” (lat. “credit” – “o inanır”) sözləri artma və ya azalmayı göstərmək üçün deyil, sadəcə, hesabın sol və sağ tərəflərini göstərmək üçün mühasibat terminidir.





İkili yazı sistemi İtaliya dövründə yaranmışdır. Hələ 1494-cü ildə fransiskan monaxı, Leonardo da Vinçinin dostu Luka Paçoli ilk dəfə olaraq ikili yazı sisteminin təsvirini vermişdi.



Luka Paçoli.

edilə bilər, ad – balans köçürməsinin tam adıdır, *debit və kreditin* şifri isə balans köçürməsinə iştirak edən hesabların şifrləridir.

Hər bir balans köçürməsi üzrə bunları bilmək vacibdir: onun tipini, nə vaxt və nə qədər vəsaitin köçürülməsini. Əgər 31 dekabr 2002-ci ildə, 23450 sayılı balans köçürməsi əsasında 1000 manat köhnə hesablanmışdırsa, onda balans köçürməsi cədvəlində yazı bu şəkildə olacaq:

Nömrə	Tip	Tarix	Miqdar
23450	3	31.12.2002	1000

Əlbəttə, mühasibatlıqda saxlanılan informasiyanın həcmi qat-qat çoxdur. Balans köçürmələrinin yerinə yetirilməsinə əsas olan ilkin sənədlər, müəyyən

dövr üçün hesabat informasiyası və bir çox başqa şeylər də vardır. Hətta təklif olunan model üzrə istənilən dövr üçün istənilən hesab üzrə vəsaitlərin yekun dövryyəsinə asanlıqla hesablamaq olar. Balans köçürmələrinin sayından asılı olmayaraq kompüter bu işi səhsiz olaraq yerinə yetirəcək!

Mühasibat uçuotu proqramı mühasibatlıq işçilərinin gündəlik əməyini yüngülləşdirməyə qadirdir. Məsələn, kassadan pul verildikən balans köçürməsinə əlavə məxaric orderi də doldurulmalıdır. Bu işi də kompüter görür: mühasib məbləği göstərir və kompüter balans köçürməsinə apararaq orderi çap edir. Bu təkcə vaxta qənaət etmir, həm də orderdəki məbləğin balans köçürməsinə əlavə üst-üstə düşməsinə tam zəmanət verir.

İNFORMASIYANIN SİXILMASI YOLLARI

Təkcə təbii resurslara deyil, ümumiyyətə resurslara qənaət etmək lazımdır. Bunu bütövlükdə, informasiyanın saxlanması və ötürülməsi məqsədilə istifadə olunan EHM-in yaddaşına da şamil etmək olar. Çox vaxt kodlaşdırılmış infor-

masiyanı elə çevirmək olar ki, son nəticədə o, yaddaşda daha az yer tutsun. Bu prosedür informasiyanın qablaşdırılması və ya sıxılması deyildir.

Burada məqsəd yalnız yerə qənaət etməkdir, informasiyanın gizlədilməsi və şifrələnməsi deyildir.

İnformasiyanın sıxılması texnologiyası iki böyük sinfə bölünür:

– informasiyanın itkisiz sıxılması – bu zaman ilkin informasiyanı qablaşdırılmış informasiya əsasında tam dəqiqliylə bərpa etmək olar;

– informasiyanın itkililə sıxılması – bu halda bərpa olunmuş informasiya ilkin informasiyadan fərqlənəcək. Sonra görəcəyik ki, belə itki heç də həmişə faciəvi olmur, yəni itmiş informasiyanı nəzərə almaq da olar. Ancaq əksər hallarda informasiyanın təhrif olunması arzuolunmazdır və ya yolverilməzdir (məsələn, proqram və mətnlər üçün).



Haffmanın ideyalarından CCITT (Teleqraf, telefon və faks verilişi üçün Beynəlxalq Komitənin abreviativləri) sıxılmasında istifadə olunur.



David Albert Haffman.

Bu günə qədər informasiyanın itkisiz sıxılması üçün çoxlu sayda alqoritmlər işlənib hazırlanmışdır, ancaq onların alqoritmlərindən, demək olar ki, hamısı iki sadə ideyadan birinə əsaslanır.

Birinci ideya ilk dəfə 1952-ci ildə David Haffman tərəfindən təklif olunmuşdur və bu ideya adı mətnə müxtəlif simvolların rastgəlmə tezliyinin müxtəlif olmasına əsaslanır. Mətnin standart kodlaşdırılmasında hər bir simvol bir baytla kodlaşdırılır. Bir simvol üçün bir baytdan istifadə mətnin emalını asanlaşdırır. Amma uzun müddət saxlanıma (və ya rabitə kanalı ilə ötürülmə) üçün daha mürəkkəb kodlaşdırmağa əl atmaq olar. Haffman metodu ilə qablaşdırma zamanı tez-tez rast gəlinən simvollar qısa bitlər ardıcılığı ilə (8-dən az), az rast gəlinənlər isə uzun bitlər ardıcılığı ilə (ola bilər 8-dən çox) kodlaşdırılır. Nəticədə, orta hesabla, bir simvola 8 bit-dən az düşür.

Bunu bir misalda aydın şəkildə göstərək. Tutaq ki, 1000 baytdan ibarət bir mətnə 50% boşluq simvolu var. Onda bu mətni ikilik 0 və 1 ardıcılıqları şəklində kodlaşdırmaq olar.

Əgər mətnə boşluq simvoluna rast gəlinirsə, ardıcılığın sonuna 0 yazılır, əks halda – 1 və həmin simvolun ikilik kodu yazılır, yəni 1+8 bit. Mətnin yarısı boşluq simvollarından təşkil olunduğun-

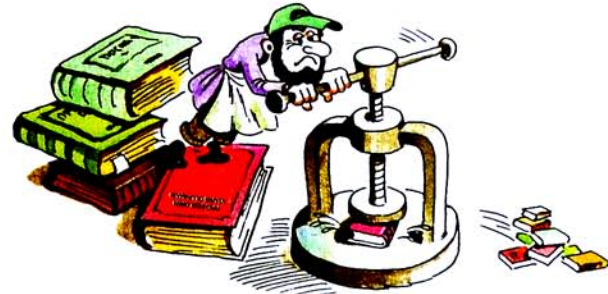
dan, onların kodlaşdırılmasına 500 dəfə bir bit, yəni qalan 500 simvoldan hər birinə isə 9 bit sərfləndirilməlidir.

Beləliklə, bütün mətnə $500 + 9 \cdot 500 = 5000$ bit sərfləndirilməlidir ki, bu da ilkin mətnə 8000 bitdən əhəmiyyətli dərəcədə azdır.

Qablaşdırmanın ikinci əsas ideyası ondan ibarətdir ki, məlumatda tez-tez ardıcıl yerləşən eyni baytlara tez-tez rast gəlinir, bəzi baytlar ardıcılığı isə sonsuz sayda təkrarlanır. Birinci hala daha çox qrafik informasiyaların, ikinci hala isə daha çox mətnlərin qablaşdırılmasında rast gəlinir. Məsələn, rəsmdə mavi səma eyni rəngdən ibarət olduğundan, kodlaşdırma zamanı, bu rəngin çox sayda təkrarlanması nəzərə alınır. Qrafik informasiyanın saxlanması üçün xeyli çox yer tələb olunduğundan onun sıxılması məsələsi çox önəmlidir. Ümumiyyətlə, qrafik informasiya çox az hallarda kompüterdə sıxılmamış şəkildə saxlanılır.

QRUPLARLA KODLAŞDIRMA

RLE – kodlaşdırma (ing. Run-Length Encoding – təkrarlanma sayına görə kodlaşdırma). Bu üsul növbəli təsvirlərin, istənilən məlumatların kodlaşdırılmasında tətbiq oluna bilər, həm də eyni baytlardan ibarət uzun ardıcılıqları yığcam şəkildə kodlaşdırmağa imkan verir.



alq RLE kodlaşdırması

verilib mətn

gərəkirdi RLE kodlarını çap etmək

baş tam saygac, li simvol1, simvol2

saygac := 0

simvol1 := mətnə oxumaq

dlb nə qədər ki mətnin sonu

simvol2 := mətnə oxumaq

əgər simvol1 = simvol2 və saygac < 255

onda saygac := saygac + 1

tamam

çap et saygac

çap et simvol1

simvol1 := simvol2

saygac := 0

ds

son

LZSS algoritminin dəyişdirilmiş forması mövcuddur ki, burada əgər simvolun göstəricisi baytdan az yer tutursa, adətən triadada simvolun əvəzinə onun göstəricisi saxlanılır.

Məsələn:

AAAAAAAAAAAAAAAA

Belə qrup, adətən, iki bayt vasitəsilə kodlaşdırılır. Birinci bayt qrupdakı simvolların sayını, ikinci bayt isə təkrarlanan simvolu göstərir:

15 A

Başqa bir misal:

FFFAAAKUUUUK qrupunun kodlaşdırılması üçün artıq 2 deyil, 10 bayt lazım gələcək:

3	F	4	A	1	K	4	U	1	K
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Beləliklə, təkrar olunmayan baytlardan ibarət ardıcillıq RLE qablaşdırılmasında öz ilkin tutduğu yerdən daha çox yer tutacaq.

RLE metodunun belə bir modifikasiyasını təklif etmək olar.

Tutaq ki, birinci bayt özündə təkcə təkrarlanma sayı haqqında deyil, həm də təkrarlanmanın olub-olmaması haqqında informasiyanı saxlayır. Bu baytın birinci biti (ən solda duran) 1-ə bərabərdirsə, onda sonrakı baytı qablaşdırma zamanı yerdə qalan 7 bitdə yazılmış ədəd qədər təkrarlamaq gərəkdir.

Məsələn, 10000101₂ baytı onu göstərir ki, ondan sonrakı baytı 5 dəfə təkrarlamaq lazımdır (çünki 101₂ = 5). Əksinə, əgər birinci baytın birinci biti 0 olarsa, onda sadəcə sonrakı bir neçə baytı hər hansı dəyişikliksiz götürmək lazımdır. Məsələn, 00000011₂ baytı onu göstərir ki, ondan sonrakı 3 bayt (011₂ = 3) dəyişilməmiş götürülməlidir.

Məsələn, FFFFAAAKAJK ardıcılığı üçün artıq 12 bayt deyil, 9 bayt lazım gələcək:

10000011 ₂	F	10000100 ₂	A	00000100 ₂	K	A	J	K
-----------------------	---	-----------------------	---	-----------------------	---	---	---	---



Abraham Lempel.



Cekob Ziv.

RLE-kodlaşdırma alqoritmləri çox sadə və sürətli, ancaq sıxılmanın effektivliyi, yəni ilkin ardıcılıqdakı baytların sayının, sıxılmadan sonra alınan ardıcılıqdakı baytların sayına nisbəti, nəyin sıxılmasından çox asılıdır. Kitab səhifəsindən darənmiş (skanerə keçirilmiş) ağ-qara təsviri sıxlaşdırmağa cəhd etsək effektivlik çox yüksək olacaq, çünki ağ rəng qaradan xeyli çoxdur, yəni təsvirdə bir rəngin kəsilməz böyük hissələri var. Amma, çox sayda rəngləri olan mürəkkəb təsvir pis kodlaşdırılır, çünki, eyni rəngə malik qrupların sayı az olur.

LZW KODLAŞDIRMASI

Təsvirlərin sıxlaşdırılmasında Lempel-Ziv-Uelç (Lempel-Ziv-Welch – LZW) sıxlaşdırması ən geniş yayılmış sxemlərdən biridir. 1977-ci ildə Abraham Lempel və Cekob Ziv tərəfindən ilk LZ77 alqoritmı yaradıldı. Bu alqoritm təqribən belə işləyirdi. Sıxılma, əvvəlki ardıcılıqda rast gəlinmiş eyni simvollar qrupunun üçlüklə (triada) əvəz olunması hesabına baş berir. Bu üçlük, qrup göstəricisindən, üst-üstə düşən qrupun uzunluğundan və qrupdan sonra gələn ilk fərqli simvoldan ibarətdir.

F fraqmentinin maksimal uzunluğu 10-20 simvola bərabər götürülür. Mətnə baxılan "sürüşkən" pəncərə N" ilə işarə olunmuşdur.

Növbəti addımda "in şəri" fraqmentindəki ən uzun ardıcillıq "in xeyrindən sabahın şəri" buferində axtarılır. Bu halda üst-üstə düşən simvollar qrupu F fraqmentini tam örtə də bilər, amma, təbii ki, onunla üst-üstə düşə bilməz.

Göstərdiyimiz misalda tapılmış simvollar qrupu – "in_" (sonda boşluq simvolu ilə), (7, 3, 5) triadası ilə əvəz olunacaq.

Bundan sonra, pəncərə qrupun uzunluğu +1 (3+1=4) simvol qədər sürüşəcək:

Çox güman ki, buferdə hətta fraqmentin başlanğıcı tapılmayacaq, yəni fraqment, sadəcə, buferdə olmayan simvolla başlayır. Onda alqoritmın qaydasına görə bu simvol (0, 0, olmayan simvol) triadası ilə əvəz olunacaq və pəncərə 1 simvol sürüşəcək.

Verilmiş misalda F=7, N=25 olduğundan, triadanın ikilik kodlaşdırılmasına cəmi 2 bayt tələb olunacaq: bir bayt – simvola, o biri bayt isə – iki ədədə. Qrupun uzunluğuna ən çoxu 7, yəni 3 bit, göstəriciyə isə N-F=25-7=18, yəni 4 bit. Cəmi, 3+4=7 bit yəni, bir baytdan azdır.

Baxış pəncərəsinin saxlanması üçün isə N bayt lazım gələcək. Bu da onu göstərir ki, LZ77 metodu EHM yaddaşını səmərəli istifadə edir.

Lempel və Ziv göstərdilər ki, N-in kifayət qədər böyük qiymətlərində onların alqoritmı çox yaxşı nəticələr verir.

LZW ALQORİTMİ

LZW metodu adətən 4096 elementi olan sözlükdən istifadə edir. 0-255 nömrəli elementlər 8-bitli kodlaşdırmadan bütün 256 simvolunu saxlayır. Sözlüyün bu elementləri həmişə sabitdir, 256-4095 nömrəli yerdə qalan elementlər başlanğıcda boş olurlar, lakin iş prosesində aşağıdakı alqoritmə təyin edilən sözlərlə doldurulurlar:

alq LZW kodlaşdırması
verilib sözlükdə 256 simvol
gərəkdir LZW kodlarını çap etmək
baş lit söz, simvol

```

söz := ""
db
simvol := Mətdən simvol
əgər Sözlükdə var (söz + simvol)
    onda söz := söz + simvol | simvolun sözə əlavə edilməsi
    əks halda çap et Kod (söz) | sözlükdən kod
    Sözlüyə əlavə etmək (söz + simvol)
    söz := simvol
    tamam
ds
son

```

Sözlük aşırı dolursa, Uelç alqoritmı sanki işi yenidən başlayaraq onu boşaldır.



*
Axsam $\xleftarrow{F}$ in xeyrindən söhr $\xrightarrow{F}$ in şəri $\xrightarrow{N}$ yaxşıdır.

**
Axsamın x $\xleftarrow{F}$ eyrindən söhrin $\xrightarrow{F}$ şəri $\xrightarrow{N}$ yaxşıdır.

Bir ildən sonra onlar, ayrıca sözlüklərdən istifadə edən yeni LZ78 alqoritmını təqdim etdilər. Burada təkrar olunan qruplar lüğətə yerləşdirilərək, sıxılmış fayla əlavə olunurdu. Kodlaşdırılan mətnə isə, bu qrupların göstəriciləri yerləşdirilirdi. Bu alqoritm 1984-cü ildə Unisus firmasının

Bu alqoritmın, aşırı dolma zamanı bütün sözlüyü deyil, yalnız onun hər hansı bir hissəsini (məsələn, birinci yarısını) təmizləyən modifikasiyaları mövcuddur.

Qablaşmadan qurtaran alqoritm də bu prinsiplə, lakin bir qədər mürəkkəb işləyir.

alq LZW dekodlaşdırması
verilib sözlükdə 256 simvol
gərəkdir dekodlaşdırılmış simvolları çap etmək
baş lit söz, simvol, tam k, k0
| k0 := Kodu oxumaq
| çap Sözlük(k0)
| db
| k := Kodu oxumaq
| söz := Sözlük(k0)
| **əgər** Sözlük(k) <> Boşdur | Söz sözlükdə var ?
| **onda** çap et Sözlük(k)
| simvol := Sözlük(k)da birinci simvol
| **əks halda** simvol := söz[1] | birinci simvol
| tamam
| Sözlüyə əlavə etməli (söz + simvol)
| k0 := k
| ds
| son



Benua Mandelbrot.

əməkdaşı Terri Uelçin yaratdığı yeni LZW algoritminin əsasını təşkil etdi.

LZ77 algoritmindən fərqli olaraq bu algoritim, işləmə prosesində, xüsusi qayda ilə düzəlmiş sözləri toplayan bir lüğət yaradır.

Əgər mətnə rast gəlinən qrup lüğətdəki sözlə üst-üstə düşürsə, onda onun yerinə lüğətdəki həmin sözün indeksi yazılır.

LZW metodu başqa sözlük qablaşdırıcılarından üstündür. Sözlük həm qablaşdırma zamanı, həm də qablaşdırma zamanı açma zamanı yaradılır. Bu ailədən olan algoritmlərin hamısı sözlüyün yaradılması qaydasına və sözlük dolub daşarkən davranışına görə fərqlənir.

LZW metodu geniş yayılıb, ancaq, onun patenti Unisys Corporation firmasına məxsus olduğundan ondan proqramlarda istifadə etmək üçün uyğun lisenziyanın alınması tələb olunur.

FRAKTAL SIXILMA

Fraktal, müxtəlif miqyaslı və ölçülü oxşar forma və rəsmlərdən təşkil olunmuş strukturdur. İlk dəfə olaraq bu termini Benua Mandelbrot, bir çox struk-

turlarda rast gəldiyi təkrar olunan rəsmləri təsvir etmək üçün işləmişdir. O, müəyyən etdi ki, fraktalları riyazi təsvir etmək mümkündür və onları çox sadə algoritmlərlə yaratmaq olar.

Əgər hər hansı bir döşəməyə nəzər salsaq, orada çoxlu sayda oxşar, təkrar olunan fraqmentlərə rast gəlmək olar. Bu halda, döşəmənin səthinin necə olması heç bir əhəmiyyət kəsb etmir. Döşəmənin parketdən, betondan olmasından, xalçayla döşənməsindən və s. asılı olmayaraq, şəkillər ən kiçikdən tutmuş, lap böyüyə qədər təkrarlanacaq. Əgər döşəmənin səthinin bir hissəsinin üzünü köçürsək, demək olar ki, eynilə bir hissədən döşəmənin başqa yerində də tapmaq olar. Bundan başqa, əgər bir hissənin ölçülərini dəyişsək, fırlatsaq və ya güzgü əksini alsaq, onda oxşar hissələrin sayı daha da çox olacaq. Onda bütün oxşar sahələri və kopyanın üzərində aparılmış bütün (riyazi) çevirmələri saymaq olar. Alınmış verilənlərə (tənliliklər sistemində), adətən, *fraktal kodlar* deyilir. Belə halda deyirlər ki, onlar səthi öz fraktal xüsusiyyətlərlə təsvir edirlər. Onlardan istifadə etməklə döşəmənin səthinə yaratmaq olar.



Fraktal görüntü.

Görüntüdə fraktal rəsmlərin axtarılıb tapılması artıq çox hesablamaların aparılmasını tələb edir. Bununla belə, fraktal sıxılma itkilərlə müşayiət olunur, çünki fraktalların müqayisəsi prosesi dəqiq uyğunluğun tapılmasını nəzərdə tutmur. Bunun əvəzinə kodlaşdırma vaxtına, keyfiyyətə orijinala uyğunluğu və alınmış verilənlərin ölçüsünə görə, mümkün variantlardan ən yaxşısı axtarılır. Bir qayda olaraq, nəticənin "gözyarı", praktik olaraq orijinaldan fərqlənməməsi tələb olunur.

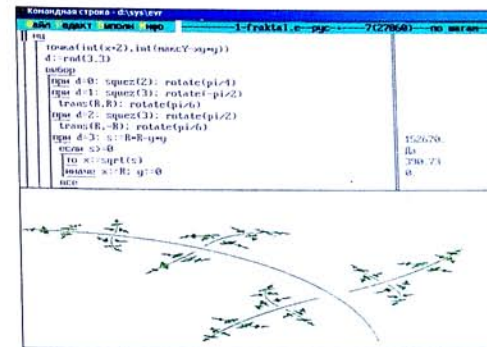
Ancaq nəticələr böyük səmərə verir. Fraktal sıxılmış görüntünün qablaşdırılmasından açılmasına sərf olunan vaxt, qablaşdırmaq üçün sərf olunan vaxtdan qat-qat azdır. Bəzən fraktal təsvir yaddaşda öz orijinalından 100 və daha çox dəfə az yer tutur. Bundan başqa fraktalları detalların itkisi olmadan və əlavə detallar (artefaktlar) olmadan çox asan miqyaslaşdırmaq olar.

Lakin həmişə olduğu kimi, əksər fraktal sıxılma algoritmləri patentləşdirilib və onlardan proqramlarda sərbəst istifadəyə icazə verilmir.

JPEG SIXILMASI

JPEG abbreviaturası Joint Photographic Experts Group (Fotoqrafiya üzrə birləşmiş ekspertlər qrupu) standartlaşma komitəsinin adından götürülmüşdür. LZW sıxma algoritmi görüntülərin sıxılması üçün o qədər də yaramır, çünki rəqəmlə fotoqrafiyalarda, darlanmış şəkillərdə təhriflər olur və rəngin dərinliyi (1 pikseldeki bitlərin sayı) artdıqca, onların da sayı artır.

Faktiki olaraq JPEG təkcə sıxma algoritmi deyil, o, bir sıra sıxma üsullarının toplusudur. Fraktal sıxılda olduğu kimi, burada da verilənlərin gözlə görünməsi çətin olan itkisi baş verir. Rəngin kiçik dəyişmələri gözlə o qədər də hiss olunmur, amma parlaqlığın cüzi



dəyişməsi, əksinə asanlıqla hiss olunur. Buna əsaslanaraq, JPEG sxemi yarımtonunu saxlayır, ancaq rənglə daha "sərbəst" hərəkət edir. Sıxılma o zaman effektiv olur ki, qonşu piksellər arasındakı fərq çox cüzi olur. JPEG, dərinliyi bir rəng kanalına (RGB) 5 bitdən çox olan təsvirlərlə daha yaxşı işləyir. Bu zaman standartın özü 8 bit dərinliyi üçün təsvir olunur.

Sıxılma prosesi bir neçə mərhələdə baş verir. Birinci mərhələdə rəngli görüntünü standartdan, məsələn, RGB-dən (qırmızı, yaşıl, göy) YUV-ə (parlaqlıq/rənglilik) və ya YC_bC_r-ə (parlaqlıq və iki fərqli rəng komponenti), çevirmək gərəkdir.

Sonrakı emal zamanı parlaqlığı mümkün qədər səliqəli saxlamaq lazımdır, rənglilik isə az önəmlidir. İnsan gözləri xüsusi həssaslığa malikdir, onlar rəng kanalları üçün piksellərin sayını azalda bilər. Bu hadisəyə subdiskreditləşdirmə deyilir. Hər iki rəng kanalı üçün subdiskreditləşdirmə zamanı, vaxtilə rəngli

Əgər siz portağal şirəsi olan paketə portağallar yığınının ZIP-faylı kimi baxarsınızsa, onda siz informasiyanın sıxılma nəzəriyyəsinə yiyələnmisiniz.

Hələ 1860-cı ildə alman alimi Qustav Fexner belə bir qanun (onun adını daşıyan) verib: qıcıqlandırıcı ilə insan hissiyatı arasındakı əlaqə xətti deyildir. "Hissiyatı stimullaşdırmanın nisbətləriylə düz mütənəsibdir".

televiziyanın yarandığı illərdə NTSC (ABŞ-ın televiziya standartları üzrə milli komitəsi) standartında sınaqdan yaxşı çıxmış 4-2-2 sxemindən istifadə etmək olar. Bu halda, parlaqlıq 2x2 kvadratının bütün nöqtələri üçün saxlanılır, rənglilik isə şaquli sıralarda cəmi olur.

Sonra şəkil 8x8 piksellə blokla bölünür (bu zaman hər bir rəng və parlaqlıq komponenti bir-birindən asılı olmadan emal olunur). JPEG, Furiy çevirməsinin bir növü olan diskret kosinus – çevirməsinə (DCT) əsaslanır. O, görüntünün fəza təqdimatından onun, musiqi mərkəzləri olanlara yaxşı tanış olan, spektral təqdimatına keçməyə imkan verir (spektroanalizatorun kiçik ekranında balaca sütunlar musiqi ritminə uyğun qalxıb-düşür).

DCT-çevirməsi 8x8 blokuna tətbiq olunur. DCT-hesablamalar olduqca mürəkkəbdir və bu JPEG sıxılmasında ən çox zəhmət tələb edən bir mərhələdir. Bu mərhələdən sonra təsvir, yüksək tezlikli və aşağı tezlikli informasiyalara bölünmüş olur. Yuvarlaqlaşdırma xətləri istisna olmaqla bu mərhələdə itkilər nəzərdə tutulmur.

Matrisin elementləri (yeni blokun) aşağıdakı düsturla hesablanır (u və v -nin 0-dan 7-yə qədər qiymətləri üçün):

$$F(u, v) = \frac{1}{4} C_u C_v \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 f(i, j) \times \cos \frac{(2i+1)u\pi}{16} \cos \frac{(2j+1)v\pi}{16},$$

$$C_u, C_v = \begin{cases} 1, & u, v \neq 0 \text{ olduqda} \\ \frac{1}{\sqrt{2}}, & u, v = 0 \text{ olduqda} \end{cases}$$

8x8 fraqmentinin əmsalları bir-birlərinə yaxın olduqda, DCT-çevirməsi nəticəsində alınan matrisin elementlərinin mütləq qiymətləri, sol yuxarı küncdən başlayaraq sağ aşağı küncə kimi azalma tendensiyasına malik olacaq.

Sonrakı mərhələdə, böyük həcmdə informasiyanı atmaqdan qabaq, alınmış matrisin bütün əmsallarını nəticəni tama qədər yuvarlaqlaşdırmaqla *kvantlaşdırılma* əmsallarına bölmək lazımdır. Kvantlaşdırma matrisi, sağ aşağı küncdən başlayaraq sol yuxarı künc istiqamətində artan müsbət tam əmsallardan ibarət bir matrisdir.

Kvantlaşdırma əmsalları nə qədər böyük olursa, bir o qədər çox verilənlər itirilir. Matrisin 64 elementindən hər birinin öz kvantlaşdırma əmsalı var. Parlaqlıq verilənlərinin kvantlaşdırma əmsalları, rəng verilənlərinin kvantlaşdırma əmsallarından kiçik olur, yəni parlaqlıq verilənləri daha dəqiqliklə saxlanılır. JPEG sıxılmanın "keyfiyyəti" birbaşa kvantlaşdırma matrislərindən asılıdır.

Beləliklə, kvantlaşdırma nəticəsində çoxlu sıfırları və sol yuxarı küncündə bir neçə sıfırdan fərqli elementləri olan matris alınır. İkinci sıxılma üsulu adlanan son mərhələdə, matrisin sol yuxarı küncündən başlayaraq diaqonal zolaqlarla hərəkət edərək, yaxşı tanış olduğumuz Haffman metodu vasitəsilə sıfıra bərabər əmsallar yox edilir:

15	1	2	...
2	1	0	...
1	0	0	...
...	...	...	...

Onda ardıcılığın əvvəlində, əsasən sıfır olmayan əmsallar, sonunda isə ancaq sıfır olan əmsallar olacaq. Belə ardıcılıqları Haffman üsulu yaxşı sıxa bilər.

Görüntünü bərpa etdikdə isə bütün proseslər əksi istiqamətdə gedir. Əvvəlcə, Haffman metodu vasitəsilə dekodlaşma

həyata keçirilir, sonra isə matrisin elementləri kvantlaşdırma matrisinin əmsallarına vurulur. Daha sonra əks kosinus – çevirməsi tətbiq olunur və RGB sxemində keçid hesablamaları aparılır. Görüntünün bərpası zamanı JPEG-dekodlaşmadakı hesablamaların həcmi, JPEG-kodlaşdırmadakı hesablamaların həcmilə müqayisə oluna bilər, ona görə də bu əməliyyatların sürətləndirilməsi

SƏSİN SİXILMASI

MIDI şəklinə kodlaşdırılması mümkün olan rəqəmli səslər (musiqi olmayan) şəkillərin sıxılmasında olduğu kimi, sıxmaq üçün əlverişli deyil. Səs signalı nadir hallarda artılığa, yəni təkrar olunan səhələrə malik olur (əsasən, küylərin olmasına görə). Bu səbəbdən də onlar itkiyə yol verməyən LZW və ya Haffman üsuluna analogi sıxılma alqoritmləri vasitəsilə pis sıxılır.

Səsləri, *kompanlaşdırma* (ing. "compound" – "birləşmə", "düzəltmə") kimi qoribə adı olan metod vasitəsilə iki dəfə sıxmaq olar.

Bu metod psixoloqlar tərəfindən kəşf olunmuş bir qanuna əsaslanır: əgər qıcıqlandırıcının intensivliyi həndəsi silsiləylə dəyişirsə, onda insanın qəbul etmə intensivliyi ədədi silsiləylə dəyişir.

üçün aparat tezlaşdırıcılarından istifadə olunur. Bu məqsədlə, Intel firması bazara Pentium prosessorunu çıxaran kimi, elə həmin vaxta onun MMX (Multi-Media eXtension) – multimedia genişlənməsini də xüsusi olaraq işləyib hazırladı. Bu genişlənmə 8x8 matrisləri üzərində düz və əks DCT-ni tezlaşdırən çevirmələri bəzi əməliyyatları aparmağı "bacarır".

Səsə tətbiqdə bu onu bildirir ki, əgər səsini ucaltığını 2, 4, 8 və s. dəfə artırırsa, insan qulağı onu intensivliyin xətti artımı kimi qəbul edəcək. Yəni, insan səsini ucaltığının 1-dən 2-yə və yaxud 100-dən 200-ə artımını eyni cür qəbul edəcək, amma səsini ucaltığının 100-dən 101-ə dəyişməsinə isə insan praktik olaraq hiss etməyəcək.

Ona görə də kompanlaşdırma zamanı səsini amplitud qiymətləri həmin qiymətlərin loqarifmləri ilə əvəz olunur.

Səsin 8-bitlik kodlaşdırılmasına zamanı $|a| < 2^7$ olduğundan, $\log_2 |a| < 7$ olur. Deməli, səs 8 əvəzinə 4 bitlə kodlaşdırıla bilər: 3 bit səsini kodlaşdırılmasına və 1 bit də amplitudun işarəsinə sərf olunur.

Beləliklə, kompanlaşdırma zamanı, keyfiyyətdə bir az itimək şübhəli 8-bitlik səsi iki dəfə sıxmaq olar.



Rəqəmsal səsləndirmənin etalonu kimi qəbul olunmuş CD-də olan səslər impuls-kod modulyasiyası (PCM – Pulse Code Modulation) üsulu ilə kodlaşdırılmışdır. Səsləndirmənin vaxtı və amplitud diapazonu, uyğun olaraq, bərabər aralıqlara – rəqəmləşdirmə parametrləri olan – diskretləşdirmə tezliyinə və diskretləşdirmə səviyyəsinə (kəna düşən bitlər sayı) bölünür. Nəticədə CD-də (təqribən 44 kHa tezliklə və kəna 16 bit omuqla) 1 saniyə stereosəsən yazılması 1,4 Mbit ikilik verilənlər, yaxud axınla səsləndirmə (yazılış) adlanan 1400 kbit/s tələb edirdi.

ADAPTİV FƏRQ SIXLASDIRMASI

Audioverilənlərin həcmnin azaldılması üsullarından biri – verilənlərin özlərinin deyil, iki qonşu qiymətlər arasında fərq böyük olmadığı, həmin fərqi qonşu saxlanırmıdır. Bir qayda olaraq, bu, insan dənəsi üçün doğrudur. Bu halda fərq, ilkin verilənlərə nisbətən daha az bitlə kodlaşdırılır. Bu üsula DPCM (Delta Pulse Code Modulation) üsulu deyilir.

Başqa, daha qonaqlı ADPCM (adaptive DPCM) üsulunda yaxud adaptiv fərq sıxladılmasında fərqlərin qiymətləri fərq daha kobud kvantlaşdırıma (mümkün qiymətlərin sayı) məruz qalır ki, bu da tərtibi 16 bitdən 4 bitə endirməyə imkan verir, həm də kvantlaşdırma addımı signalın cari dəyişmə qiymətindən asılı olaraq seçilir. Fərq dalbadal bir neçə dəfə 16-ya (4 bit fərqlin kvantlaşdırılma sayına ayrılıb) çatırsa o artır, fərq



bir neçə dəfə 4-dən az olursa, azalır. Üsulun adında olan "adaptiv" sözü məhz bunu göstərir. Bununla 16 bitlik verilənlərin: ADPCM üsulu ilə sıxılma əmsalının 4:1 olmasını demək qəbul olunub.

MPEG (Monitor Pictures Experts Group) standartı üzrə sıxılma alqoritmlərinin əsasında keyfiyyətə başqa prinsiplər durur.

MP3

Təbii olaraq belə bir sual yaranır: qrafikada da JPEG-çevirməsinə analoji olan bir üsüldən istifadə etmək olmazmı? AXI şəkilləri sıxarkən, çox zaman gözə seçilməyən təhriflərin olması təsvirin ölçülərinin güclü surətdə azaltılmağa imkan verir. Tutaq ki, kompressiya və dekompressiya nəticəsində alınan səs orijinala eyni deyil, ancaq qarşıya ilkin səs rəqslərinin formasını olduğu kimi bərpa etmək məqsədini qoymaq da lazım deyil. Əsas məsələ, minimum çəşidilən (və ya heç çəşidilməyən) təhriflər olmaqla səs signalının maksimum sıxılmasıdır. İnsanın eşitmə qabiliyyəti bir sıra xüsusiyyətlərə malikdir ki, bu da, səsən keyfiyyətində subyektiv – minimal itkilərə yol verməklə səs verilənlərinin kompressiyası üçün kifayət qədər effektiv alqoritmlərdən istifadə etməyə imkan verir. Stereocəsin atası sayılan görkəmli amerikalı fiziki Harvi Fletcher 1940-cı ildə, insanın eşitmə qabiliyyətini tədqiq etmək

məqsədiylə çoxlu sayda insan üzərində sınaqlar apardı. O, eşitmənin ən son həddində şəxsi sınaqların təhlizindən necə asılı olduğunu, yəni hansı amplitud qiymətində müəyyən tətkili şəxs insanın eşitmədiyini təhlil etdi. Təcrübələr zamanı qurulan əyriilər nəticəsində müəyyən olundu ki, insanın eşitmə diapazonunun maksimal qiymətləri gözəlndirdiyi kimi, toqribən 20 Hs - 20 kHs intervalında, minimum qiyməti isə 5 kHs yaxındır. Ancaq onun başlıca diqqət yetirdiyi o idi ki, insan qulağı yeni səslərə uyğunlaşma qabiliyyətinə malikdir və bu uyğunlaşma özünü, eşitmə həddinin artmasında göstərir. Başqa sözlə desək, səslərin bəziləri o birilərini eşitməz edir ki, buna da bir səsə başqa səsə maskalanması deyilir.

Maskalanma həm tezlik (və ya tezlik-dinamik) xüsusiyyətinə (uca səslər tezliyi onunkuna yaxın olan sakit səsləri, aşağı tezlikli səslər yüksək tezlikli səsləri maskalayır), həm də zaman xüsusiyyətinə (maskalanmış səs kosildikdən sonra, müəyyən müddət effekt davam edir) malikdir.

Əşitmənin bu sonuncu xüsusiyyəti ona imkan verir ki, kompressiya zamanı yüksək səs signalından sonra, müəyyən kiçik vaxt ərzində səs verilməsin, yəni heç bir səs saxlanılmırsın. Bu effekti, kobud da olsa, belə bir misalə nümayiş etdirmək olar: topdan atış aqıldığa insan ümumiyyətlə müəyyən müddət heç nə eşitmir. Yəni 0,1 sn müddətdə gür çıqıldı, özündən sonra gələn 0,5 sn müddətli sakit səsrləri maskalaya bilər ki, onları da saxlamağa gerek yoxdur. Belə səs in dəqiq səsləndirilməsi üçün ilkin signalın kiçik bir hissəsini – çıqıldını səsləndirmək yetərlidir, çünki onsuz da yerdə qalan hissə eşidilir. Müəyyən edilib ki, bu misalda kompressiya əmsalı

$$6:1 = \frac{0,5 + 0,1}{0,1} ,$$

Tezliyi 1 kHs, uralığı 60 dB olan maskalayıcı tonla, tezliyi 1,1 kHs, uralığı 40 dB olan test tonunu eyni zamanda səsləndirərk, test tonu eşidilməyəcək. Maskalayıcı tonu tamamilə aradan götürüb, test tonunu qısa müddət ərzində o, eşidilənə qədər səsləndirməkdə davam etmək olar. Təcrübə göstərəcək ki, bu zaman təqribən 5 ms təsirlidir.

Təbii ki, səs spektrinin mütləq eşitmə həddindən aşağıda yerləşən hissələrini (insan qulağının qəbul edə biləcəyi səs təzyiqinin minimal qiymətini) nə kodlaşdırmağa, nə də ötürməyə gərək yoxdur.

təsvir olunan sıxma proseduruna isə, adətən, zaman *sahəsinə* görə maskalama deyirlər.

Tezliklər sahəsində maskalama zamanı sinusoidal signal, tezliyi görülməyən olan sakit signalın, eləcə də amplitudə dəfərlə kiçik olan sinusoidal signalın maskalayır. Bu da signalın ikinci spektrində, praktiki olaraq eşidilməyən hissələrə ayırmağa imkan verir, insanın eşitmə qabiliyyətinin xüsusiyyətlərinə əsaslanaraq signal spektrini müxtəlif enli zolaqlara bölmək daha yaxşı ola bilər: qulaq ilbiz, hər biri müəyyən tezlik zolaqlarına cavabdeh olan sahələrdən ibarətdir (spektrin aşağısındakı 100 Hz enindən, yuxarı hissədəki 3500 Hz eninə qədər). Adətən,





1987-ci ildə Erlangen Universitetinin (Almaniya) professoru Diter Seytzerin bilavasitə iştirakı ilə rəqəmli yayım üçün (Digital Audio Broadcasting, DAB) audio-kodlaşdırma algoritmi işlənilib hazırlanarkən, adətən MP3 adlandırılan məşhur ISO-MPEG Audio layer 3 standartı yarandı.

27 böhran zolağını (ing. "critical band") seçdirirlər: 0-cı 50–95 Hs, 1-ci 95–140 Hs..., 26-cı 20245 Hs və yuxarı.

Sıxma algoritmini yerinə yetirmək üçün, ilkin signal tezlik təhlilinə məruz qalan kadrılara bölünür. Sıxma algoritmi təqribən belədir:

- Signal xüsusi alqoritmlər (məsələn, cəld Furiye çevirməsi və ya başqa analoji alqoritmlər) vasitəsilə 32 bərabər spektr zolağına bölünür. Bu zaman alınmış bir zolağa bir neçə böhran zolağı düşə bilər.
- Psixoakustik modeldən istifadə edərək (bura tezlik maskalanması da daxildir) hər bir zolağın qonşu zolaqlarla maskalanma səviyyəsi müəyyən olunur.
- Zolaqda səviyyə hesablanmış həddi aşmadıqda onun qiyməti sıfır bərabər hesab edilir və saxlanılır. Əksinə, maskalanmamış səviyyə çıxış verilənlərinə yazılır.

Məsələn:

Zolaq №	...	7	8	9	...
Səviyyə (dB)	...	10	60	35	...



Cədvəldən göründüyü kimi 8-ci zolağın səviyyəsi 60 dB-ə bərabərdir. Psixoakustik model əsasında belə nəticə çıxarılır ki, bu zolaq, səviyyəsi 12 dB olan 7-ci zolağı və səviyyəsi 15 dB olan 9-cu zolağı maskalaya bilər. Cədvəldə baxsaq görürük ki, 7-ci zolağı saxlamaq lazım deyil, çünki $10 < 12$, 9-cu zolağı isə əksinə saxlamaq lazımdır, çünki $35 > 15$.

Sonra hər sıfır olmayan səviyyəni təxmini göstərmək üçün yetərli olan sayda bit ayrılır. Belə ki, spektrin insan qulağının aşağı cəhmə həddinə malik olduğu hissəsində informasiya 16 bitlə, qırıqlarda – qulağın təhriflərə daha az həssas olan hissəsində isə 6 və ya daha az bitlə kodlaşdırılır. Alınmış bitlər selinə, məsələn, Haffman sıxma algoritmini tətbiq etmək olar.

Səsin MPEG-sıxılma alqoritminin üç versiyasını fərqləndirirlər. Hər versiyada verilənlər kadrılara bölünür, yəni ayrıca kadr, hər birində 12 qiyməti olan 32 zolaqdan ibarətdir: $32 \cdot 12 = 384$.

MPEG layer 1 ("təbəqə 1") versiyasında tezlik filtrində bir kadrından və diskret kosinus çevirməsinə (DCT) əsaslanan alqoritmlərdən istifadə olunur. Psixoakustik model ancaq tezlik maskalanmasını hərəkətə gətirir. Alqoritm 1:4 nisbətində, 384 kbit/san selilə yığcamlaşdırmağa imkan verir.

MPEG layer 2 tezlik filtrində üç kadrından (əvvəlki, cari və sonrakı) istifadə edilir. Onların ümumi həcmi, hər birində 12 qiyməti olan 3 kadrılı 32 zolaqdan ibarətdir ($32 \cdot 12 \cdot 3 = 1152$). Bu model zaman maskalanmasından da istifadə

edir. 1:6 nisbətindən 1:8 nisbatına kimi yığcamlaşdırıla bilər.

MPEG layer 3 (və ya MP3) müxtəlif ölçülərə malik zolaqları olan tezlik filtrindən istifadə edir; psixoakustik modelə stereosignalin zaman maskalanması daxildir. Keyfiyyətdə kiçik itkilərə yol verməsinə baxmayaraq yüksək sıxılma (1:10–1:12) səviyyəsinə malikdir.

MP3 səsin sıxılmasında ən uğurlu standartlardan sayıla bilər. O, bəzadəkə Sony firmasının mini – disk (MD) audioməhsullarını sıxıxdırmadı, həm də hərəkət edən (mexaniki) hissələri olmayan pleyerlər üçün əsas yazı formatına çevrildi. Bir CD diskinə MP3 formatında 6 saatdan 12 saata qədər musiqi yazmaq olar.



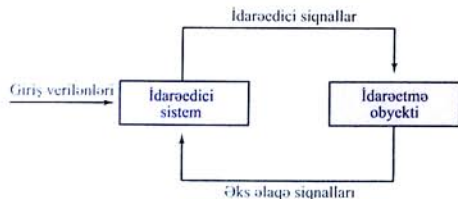


İNFORMATİKA ELMİ

İNFORMATİKA

1834-cü ildə görkəmli fransız fiziki Andre Mari Amper (1775-1836) elmlərin təsnifatını təklif etdi. Cəmiyyətin idarə olunması haqqındakı elmi göstərmək üçün o, "kibernetika" terminindən istifadə etdi (yun. "kibernetika" – "idarəetmə məharəti").

Bundan 100 il sonra müxtəlif texniki və bioloji sistemləri öyrənən görkəmli amerika alimi Norbert Viner (1894-1964) istənilən idarəetmə sisteminin işinin vahid sxem şəklində göstərməyin mümkünlüyünə diqqət yetirdi.



O, 1948-ci ildə işıq üzü görən "Kibernetika, yaxud Heyvan və maşında idarəetmə və əlaqə" kitabında öz müşahidələrini ümumiləşdirdi, idarəetmə sistemlərinin qurulması və işləməsinin ümumi prinsiplərini formalaşdırdı, onlarda informasiyanın həlledici rolunu göstərdi. Amperin düşüncə tapdığı və yeni elmin adına çevrilən sözün ikinci həyatı belə başladı.

Kibernetikada əlaqə dedikdə, informasiyanın qəbulu, yadda saxlanması və ötürülməsi prosesləri başa düşülür. İdarəetmə – idarəedici sistemin idarəolunan obyektlərə təsir göstərərək qarşıya qoyulmuş məqsədlərə çatmaq üçün onun işini təmin etməsi prosesidir. O, idarəedici sistemin hazırladığı idarəedici signalın köməyiylə həyata keçirilir. Bu signal idarəolunan obyektin tələb olunan hərəkəti haqqında informasiya daşıyır. O, giriş verilənlərinin

(xarici mühitin vəziyyəti haqqında informasiyanın) analizi və əks-əlaqə signalı (idarəolunan obyektin vəziyyəti haqqında informasiya daşıyan) əsasında yaradılır. Əks-əlaqə kanalları ilə daxil olmuş informasiyanın yenidən işləməsinə nəzarət deyilir.

Verdiyi tərifin natamamlığını hiss edən Viner sanki Amperin ardınca gedərək 1954-cü ildə "Kibernetika və cəmiyyət" adlı kitabını nəşr etdirdi ki, burada yeni elmin təsir dairəsini sosial sistemlərə qədər genişləndirdi. İngilis alimi Uilyam Ross Eşbi (1903-1972) "Kibernetikaya giriş" (1956) kitabında Vinerin ideyalarını sistemləşdirərək kibernetikanın təbliğatına böyük töhfələr verdi.

Kibernetika maşın və canlı orqanizmlərin müəyyən informasiyaları qəbul etmək, yadda saxlamaq, rəhbər kanalları vasitəsilə ötürmək və idarəetmə signalına çevirmək qabiliyyətlərini öyrənir. Kibernetikanın əsas məsələsi – idarəetmə prosesi və idarəetmə sisteminin ümumi xüsusiyyətlərini seçməkdir və öyrənməkdən ibarətdir.

Kibernetika öz tədqiqat predmeti (idarəetmə sistemləri) olan müstəqil elmdir. Başqa elmlərdə olduğu kimi onda da müxtəlif bölməni – nəzəri kibernetikayı ayırmaq olar. O, müxtəlif təbii idarəetmə sistemlərinin öyrənilməsi üçün gərəkli olan aparat və tədqiqat üsulları işləyib hazırlayır. Nəzəri kibernetika riyaziyyatın bir neçə bölməsini özündə birləşdirir: riyazi məntiq, alqoritmlər nəzəriyyəsi, informasiya nəzəriyyəsi, kodlaşdırma nəzəriyyəsi. Bəzi yeni elmi istiqamətlər kibernetikanın öz çərçivəsində yaranmışdır: avtomatlar nəzəriyyəsi, formal dillər nəzəriyyəsi, formal qrammatikalar nəzəriyyəsi və qeyri-səlis riyaziyyat.

Beləliklə, kibernetika əhəmiyyətli dərəcədə riyazi əsasda qurulur, ancaq onun özünün də xüsusi tədqiqat üsulu var. Bu, obyektləri deyil, onların təsvirini (mo-

delini) öyrənməyə imkan verən kompüter modeləşdirməsidir. Burada modeləşdirmə fizika, kimya, başqa texniki və təbii elmlərdəki eksperimentin rolunu oynayır. Əsas vacib amil ondan ibarətdir ki, təbii, yaxud düsturla ifadə olunmayan obyektləri də kompüterdə modeləşdirmək mümkündür. Bu isə kibernetikanı (riyaziyyat kimi) xüsusi vəziyyətə qoyur, çünki belə üsul ən müxtəlif elmlərdə tətbiq edilə bilər. Uyğun bilik sahələrinin hər birinin öz adı var:

- *Texniki kibernetika*, nəzəri kibernetikanın nəticə və yekunlarından istifadə edərək – sadə avtomatik tənzimləmə sistemlərindən superkompüterlər əsasında qurulmuş mürəkkəb avtomatlaşdırma idarəetmə sistemlərinə qədər müxtəlif texniki idarəetmə sistemlərini işləyib hazırlayır və tədqiq edir.

- *Bioloji kibernetika* bir neçə bölmədən ibarətdir: tibbi, psixoloji, fizioloji kibernetika, bionika və neyrokibernetika. Bütün bunlar bioloji sistemlərin modeləşdirilməsi və onların tədqiqat nəticələrinin riyazi emalı ilə məşğul olur.

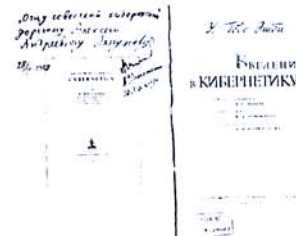
- *İqtisadi kibernetika* iqtisadiyyatın idarə olunma proseslərini öyrənir, iqtisadi sistemləri modeləşdirir.

- *Hərbi kibernetikada* ordunun idarə olunmasının ümumi məsələlərinə və hərbi texnikanın tətbiqinin effektivliyinin artırılması üsullarına baxılır.

- *Sosial kibernetika* insan cəmiyyətində gedən proseslərin modelini tədqiq edir.



Andre Mari Amper



U.R.İşinin "Kibernetikaya giriş" kitabı

INFORMATIKA SSRİ-də

İkinci Dünya müharibəsindən sonrakı illərdə kibernetika SSRİ-də təqib edildiyindən hesablamə texnikasının istehsalına görə SSRİ inkişaf etmiş kapitalist ölkələrindən çox-çox geridə qalmışdı.

Bu və ya digər dərəcədə hərbi sahədə istifadə oluna bilən bütün fundamental tədqiqatların nəticələri avtomatik olaraq "məxfidir" qurılırdı. Bu hal görkəmli amerikalı riyaziyyatçı Norbert Vinerin "Kibernetika, yaxud heyvan və maşında idarəetmə və əlaqə" (1948 il) kitabı ilə də baş vermişdir: SSRİ-yə bu kitab gələn kimi, dərhal onu məxfiləşdirildilər.

Müəllifin irəli sürdüyü ideyalar sovet cəmiyyətinin rəsmi doktrinası ilə ziddiyyət təşkil edirdi. Vinerin canlı həyat ilə (insan və heyvanlar) və maşınlar aləmi (ictimai həyatda və iqtisadiyyatda modeləşdirmə) arasında cəhdiyi paralellər "ali formanın" "sadə formaya" çevrilə bilməsi tələfin olunan sovet vətəndaşları üçün hökumət əleyhinə sui-qəsd idi. Məhz buna görə də bu kitab xüsusi mühafizəyə düşdü.

Təsəvvür etmək çətindir ki, öz karyeraları və isti yerləri üçün qorxaq onları təqib edən insanlar olmasaydı, nə qədər gənc və məşhur insanlar əsl alim ola bilər və öz doğma ölkəsinə xeyir gətirə bilərdilər. Rütbə və vəzifə talant və ya elmi nailiyyətlərə görə deyil, kommunist partiyasına və fəhlə-kəndli mənəşsinə mənsubiyyətinə görə verildir.

Təsəvvürü deyil ki, 50-ci illərin fəlsəfə lüğətində kibernetika İkinci Dünya müharibəsindən sonra ABŞ-da əmələ gəlmiş və başqa kapitalist ölkələr arasında geniş yayılmış yalançı, müctəəlm kimi qələmə verilmişdir. 1953-cü ildə "Fəlsəfənin sualları" jurnalında "sifariş"lə "Kibernetika kimə xidmət edir" adlı məqalə çıxır. Burada cəld işləyən "aritmometr"lərin inkişafı və istehsalı tövsiyə edilirdi. Bununla yanaşı qeyd edilirdi ki, modeləşdirilmə və simvolların işlənməsi üçün maşınların istifadəsi marksizm-leninizm nəzəriyyəsinə ziddir.

"Ən müasir konstruksiyalı hesablamə maşınlarının işləmə prinsiplərini onların keyfiyyət xüsusiyyətlərini nəzərə almadan ən müxtəlif təbiət və cəmiyyət hadisələrinə tətbiqinə çalışan kibernetika nəzəriyyəsi idealizmə çevrilən mexanizmdir". Bu, idrakın xüsusiyyətlərindən birinin həddən artıq və birtərəfli şifirdir. Nəticəsində bilik ağacında yaranan boşluq idi. Məqalənin müəllifi "materialist" ləqəbi ilə imza qoymuşdu. Birdən MK-nın göstərişi dəyişilər və kibernetikanın inkişafına yaşıl işıq verildi? Məhz buna görə də məqalədə kompüterqayırmanın inkişafı belə ehtiyatlı verilmişdir. Təəssüf ki, belə davranış norma sayılırdı.

Lakin alimlər arasında həmişə elə insanlar tapılırdı ki, ideya, vətəndaşlıq məvqeyi və elm naminə sona qədər getməyə hazır idilər. İndi kibernetikanın təşəkkülündə əməli olan bütün insanları sadələşdirmə mənası yoxdur. "Fəlsəfə məsələləri" (1955) jurnalında

Informasiya (lat. informatio – "izah etmə", "şərh etmə"), idarəetmə kimi kibernetikanın əsas anlayışı olub materiya və enerjilə yanaşı kainatın fundamental təməllərindəndir. EHM-lərin (informasiya) toplanması və emalı üçün qurğuların meydana gəlməsi kibernetikanın yaradılması üçün bir təkan olmasın baxmayaraq, tezliklə məlum oldu ki, bu elm hesablamə texnikasının inkişafı ilə bilavasitə əlaqədar bir çox nəzəri və praktiki suallara cavab vermir. Buna görə də XX əsrin 40–50-ci illərində ingilisdillə ölkələrdə "Computer Science" (kompüter elmi) adını almış yeni bir elm formalaşmağa başladı. Fransada bu elmi, "Information" və "Automatique" sözlərini birləşdirib "Informatique" adlandırdılar.

SSRİ-də yeni elmin taleyi başlanğıcda o qədər də asan olmadı. Axı kibernetika inkişafının ilk mərhələlərində keyfi dərəcədə sosial və fəlsəfi bir elm idi. Bu elmin ictimai həyatın bəzi hadisələrini izah etmək cəhdi, sovet kommunist ideoloqlarının kəskin marksizm monopolizmasına qarşı çıxması kimi qəbul olunurdu. Buna görə də, məsələn, "Qısa fəlsəfə lüğəti"ndə (1954) deyilirdi: "Kibernetika – İkinci Dünya müharibəsindən sonra ABŞ-da meydana gəlmiş mürtəce yalançı elmdir... təkçə imperalizmin ideoloji silahı deyil, həm də onun aqressiv hərbi planlarının həyata keçirilməsi üçün bir vasitədir". Buna baxmayaraq, tezliklə kibernetikaya münasibət yaxşıya doğru dəyişdi. Bu öz-özünə baş vermirdi – kibernetikanın təbliği və inkişafında bir çox məşhur sovet alimləri böyük rol oynadırlar: A.A.Lyapunov (1911–1973), A.I.Berq (1893–1979), İ.A.Poletayev (1915–1983) və b. Bu elmin necə çətinliklə özünə yol açmasını təsdiqləyən belə fakt var. 1952-ci ildə A.A.Lyapunovun həmfikri A.I.Kitov Vinerin kitabından yaranmış təəssürlərlə kibernetikanın rəsmi şərhinə etiraz edərək, məqalə yazdı. Bu məqaləyə 3 il müxtəlif instansiyada

baxıldıqdan sonra dərc olunmasına icazə verildi. "Kiçik Sovet Ensiklopediyası"nda (1959–cu ildə) kibernetikanın "burjuaziya pozğunluğuna" xidmət etməsi haqqında olan ovsunların hələ də təkrarlanmasına baxmayaraq, ona artıq "xalqın yaradıcı qüvvələrinin azadlığı"na xidmət edən elm – "sovet kibernetikası"na qarşı qoyulurdu.

Kibernetikaya münasibət, onun bəzi nəticələrinin praktik problemlərin həllində tətbiqindən sonra kəskin dəyişdi. SSRİ-də kibernetika bir elm kimi rəsmən qəbul edildikdən sonra EHM-in yaradılması və istifadəsilə bağlı bütün məsələlər də daxil olmaqla çox geniş ərazilərdə yozmağa başladılar. Lakin təcridən bu məsələlərin ayrılması prosesi baş verdi. Nəticədə kibernetika informasiya anlayışı ilə bağlı məsələləri informatikaya verdi, idarəetmə problemlərinin həllini isə özündə saxladı.

Buna baxmayaraq, kibernetikanın müxtəlif sahələrində proqram sistemləri, yüksək məhsuldarlıqlı kompüterlər, şəbəkə texnologiyaları kimi praktiki nailiyyətlərindən geniş istifadə olunur.

İnformatikanın nəzəri əsasını riyaziyyat, ilk növbədə diskret riyaziyyat təşkil edir. Onun məzmunu əhəmiyyətli dərəcədə nəzəri kibernetikanın məzmunu ilə kəşifir. Kompüter vasitəsilə məsələlərin həlli üsullarının yaradılmasına yönəldilmiş hesablamə riyaziyyatı və sistemli analiz də mühüm rol oynayır. İnformatika kibernetikadan hipotetlərin formalaşması, modellərin yaradılması, eksperimentlərin aparılması, verilənlərin toplanması və nəticələrin analizindən ibarət olan kompüter modeləşdirilməsinin eksperimental üsulunu da götürmüşdür.

Verilənlərin manipulyasiya proseslərinin öyrənilməsilə yanaşı, informatika onların reallaşdırılması və insan fəaliyyətinin müxtəlif sahələrində tətbiqlə də məşğul olur. Onun başlıca vəzifəsi bütün bu proseslərin avtomat-

çap olunmuş S.L.Sobolev, A.I.Kitov və A.A.Lyapunovun elmi müdafiə etdikləri "Kibernetikanın əsas xüsusiyyətləri" məqaləsini qeyd etmək kifayətdir. Bu sübut edirdi ki, kibernetika partiya xəttinə zidd deyil, sadəcə olaraq elmi mühitdəki funksionerlərin məvqeyini sarsıdırdı.

Sovet alimləri (ilk növbədə hərbiçilər) gec də olsa, kompüterqayırma və kibernetikanın (informatikanın) inkişafının mühüm əhəmiyyət kəsb etdiyini sübut etdilər.

Sovet EHM-ləri qərb analoqlarından bir qədər gec buraxılsalar da, bir çox parametrlərinə görə onlardan geri qalmırdı. BESM, "Setun" və başqa hesablayıcı maşınlar elm və texnikada əbəz yerə aşkar iz qoymışlar. SSRİ-də informatika da riyaziyyat kimi güclü bir məktəb oldu. Lakin SSRİ hesablamə texnikasının istehsalı, xüsusən də, kütləvi kompüterqayırma sənayesi üzrə Qərbdən çox geri qalırdı.

Hesablamə texnikasının ETI-lərdə və KB-lərdə işlənilməsi hazırlandıqda vaxtlarda bir çox maraqlı, qeyri-adi elmi qərarlar qəbul edildi. Amma bunları həyata keçirən zaman ya istehsal çətinlikləri ilə üzləşirdilər (əsasən, keyfiyyət sahəsində), ya da müəssisə maraqları toqquşurdu. Bir sıra nəzirlər çox vaxt parametrlər və göstəricilərə görə eyni olan hesablamə texnikasını işləyib hazırlayır və istehsal edirdilər. Burada, kapitalizmdə olduğu kimi rəqabətin sət qanunları işləyirdi. Mübarizənin nəticəsi kimi nəinki köhnə texnika istehsal edilir, hətta Qərb koronavirusla təqib edilir. İstəyən miqyasında xarici hesablamə texnikasının surəti çıxarılmağa başladı. Əlbəttə ki, rəqəbat aparən dövlətlərin təcür-bəsini öyrənmək pis olmazdı. Lakin tək uğurlarını deyil, həm də, səhv-lərini təkrarlaraq, onların yedəyində getmək – bu şübhəli ki, səhv strategiyadır.

80-ci illərin axırları göstərdi ki, fərdi kompüterləri ildə onlarla yox, minlərlə, on minlərlə, yüz minlərlə istehsal etmək lazımdır. Milli kompüter sənayesi hələ buna hazır deyildi. İnnaqam istərdik ki, ötən əsrin dərsləri bizim üçün hədəf getməyəcək. Ola bilər ki, bizim zavodlar qərb zavodlarından geri qalmasın, hətta onlardan üstün olsun. Çox təəssüf ki, elm dünyası dəyişiklərə az meyllidir, kibernetikada baş verənlər yenidən təkrarlana bilər.

BURJUA İDEOLOGİYASININ
TƏNQIDI

Kibernetika kimə xidmət edir

Kapitalizmin müdafiəsinə istiqamətlənən müasir burjuaziya sosioloqlar nəzəriyyələri arasında, texnikanın fərdləşdirilməsinə onu icmalat inkişafı əsas aparıcı qüvvəsi olduğunu təsvir etməyə cəhd göstərən "nəzəriyyə" axıncı yeri tutmur. Bəzi burjuazi alimləri kapitalizmə cəmiyyətdə mövcud olan ziddiyyətləri, bütün bəzilər, bədövətlikləri texnikada gərməyə meyllidirlər. Onlar mühəndislik, işsizliyin və bəhrənmə səbəblərini texnikanın "mistik gücündən" görürlər. Bu "sosioloqlar" texnikanı qərb dağıtmağa, sosial toqquşmaları (mübarizələri), maşınların olmağı bir zamanə və dinc (sakit) ibtidai həyat dövrünə qaytarmağa çağırırlar. Həmin düşüncənin digər "sosioloqlar" texnikanı güclü kapitalist qüvvəsinə bütün ziddiyyətləri aradan götürsə biləcək, müstəqil qüvvə kimi fərdləşdirir, imperalizmin nöqəz alimlərinin bu üydürməsinin elmi bəx əlaqəsi yoxdur və müasir burjuazi elminin cərlənməsinə sübutdur.

"Fəlsəfə məsələləri" jurnalından məqalə. 1953-cü il.



A.I.Kitov.

SƏNƏDŞÜNASLIQ

Bir çox dərslərlə oxumaq olar ki, "informatika" sözü XX əsrin 70-ci illərində fransız dilindən götürülmüşdür. Lakin bu, heç də belə deyil.

Həmin vaxtdakı bu adda elm sahəsi mövcud idi və dördü bir əsrdən çox vaxt ərzində uğurla inkişaf edirdi! Bu sahə, elmi informasiyanın təbiət, cəmiyyət və düşüncənin obyektiv qanunauyğunluqlarını əks etdirən verilənlərin ümumi xassələrini və quruluşunu tədqiq edirdi. Bundan əlavə, o, konfransda şifahi ünsiyyətdən tutmuş, məqalə və monoqrafiya şəklində nəşrlərə qədər, elmi informasiyanın mübadiləsi prosesini də öyrənirdi. Praktikiada informatika elmi informasiyanın toplanması, saxlanması, axtarılması və yayılması üsullarını hazırlayırdı. Onun bilavasitə sələfi 100 il öncə belçikalı alim Pol Otle tərəfindən yaradılmış *sənədsənəşlik* – sənədlərin yığılması, yenidən işlənməsi, saxlanması, axtarılması və yayılması haqqında elm idi.

Informatikanın kargüzərliqlə, kitabxana və arxiv işləri ilə kitabşünaslıqla və s. əlaqəsini görmək çətin deyil. Informatika (Information Science) 40-50-ci illərdə bunların əsasında meydana gəldi, lakin kompüterlərin ortaya çıxmasından sonra daha sürətlə inkişaf etdi.

Odur ki, fransız dilindən götürülmüş bu söz yeni deyildi, sadəcə, onun daha geniş mənası köhnəsini sıxışdırıb çıxardı.



Bu gün bütövlükdə informatikanın verilənlərin yaradılması, təsviri (yazılışı), saxlanması, yenidən işlənməsi və ötürülməsi proseslərini sistemli öyrənən bir elm kimi başa düşülür.

laşdırılmasıdır (yəni insanın iştirakının istisna edilməsidir). Buna görə də informatikanın mühəndis hissəsini yaranan problemlərin həlli üçün nəzərdə tutulmuş qurğu və sistemlərin yaradılması (layihələndirilməsi) təşkil edir. Qurğu və sistemlərdən danışarkən, onların aparat tərkibini və program təminatını da nəzərə almaq lazımdır.

Informatikanın xarakterik xüsusiyyəti – onun nəzəri və mühəndis aspektlərinin sıx qarşılıqlı əlaqəsidir. Bununla o, başqa elmlərdən fərqlənir. Məsələn, kimyada nəzəriyyə ilə kimyoviyə maşın-qayırma arasında şərhə aydın ifadə olunub. İnformatikada təcrübəni təmin edən vasitələr (kompüterlər, kompilyatorlar, tətbiqi proqramlar), eyni zamanda işləyib hazırlanmanın məqsədi və nəzəriyyənin tətbiqi obyektdirlər.

Informatikanın başqa bir fərqləndirici xüsusiyyəti – effektivlik anlayışının fundamental xarakterindədir. Bu, informasiya proseslərinin bütün mərhələlərində mütləq təmin olunmalıdır.

Övəllər kibernetikada olduğu kimi, informatikanı da bözən onun istifadə

sahələrindən asılı olaraq iqtisadi, hüquqi, tibbi və s. kimi sahələrə ayrılır. Çox vaxt bölgü konkret sahələrin xüsusiyyətlərini nəzərə almur və səhəb, sadəcə, kompüterlərin, verilənlər bazasının, tətbiqi program paketlərinin istifadəsindən gedir (bu, mühüm nəticələr əldə olunmuş və sürətlə inkişaf edən bioinformatika və neyroiinformatikaya aid deyil).

Informatikanın daxili strukturunu nəzərdə keçirmək daha maraqlı olardı. İnformatikanın əhatə etdiyi hadisələr sferası yekcins deyil və olduqca mürəkkəbdir. Bununla yanaşı, yetərinə cavan olmasına baxmayaraq, informatika dinamik inkişaf edən bir elmdir. Mövcud olduğu dövr ərzində onun bu və ya digər bölmələri dəfələrlə meydana gəlmiş və yox olmuşdur.

Informatikanın inkişafının müxtəlif dövrlərində onun strukturunun dəyişməsinə baxmayaraq bir neçə dayanıqlı sahələri qeyd etmək olar. Onlardan hər biri dəqiq qeyd olunmuş fəaliyyət dairəsinə, məsələlərin həllinə və tədqiqat üsullarına öz formalaşmış yanaşmalarına malikdir. Bunlara alqoritm və verilənlərin strukturu, kompüterlərin arxitekturası və təşkili; proqramlaşdırma dilləri; emaliyyat sistemləri; proqramlaşdırma texnologiyası; insan və kompüterin əlaqəsi aiddir.

Proqramlaşdırmanın texnologiyası, əsasən, böyük program sistemlərinin yaradılması üsullarını, onların tələbatına uyğun gəlməsini və işin etibarlılığının təmin olunmasını öyrənir və həyata keçirir. Üsullar özləri də daim inkişaf edir, təkmilləşir, lakin, informatikanın məqsədi dəyişməz qalır. Digər adı çəkilən bölmələr haqqında da eyni sözləri demək olar.



Informatikanın qalan sahələri daha çox dəyişiklərə məruz qalmışdır. Hələ 90-cı illərin əvvəlində informatika aşağıdakı sahələrə bölünürdü: verilənlər bazası, informasiyanın axtarışı və bərpası; süni intellekt və robototexnika.

Onların informatikada əhəmiyyəti və xüsusi rolu bu gün də şübhə doğurmur, ancaq son zamanlar bu sahələr məzmunca elə güclü dəyişilmişdir ki, onları başqa cür adlandırmaq məqsədə uyğundur: informasiyanın idarə edilməsi; intellektual sistemlər.

Yeni mühüm sahələr yarandı: şəbəkə texnologiyaları və hesablamları; kompüter qrafikası və vizuallaşdırma.

Bəşəriyyət özünün növbəti inkişaf mərhələsinə – informasiya cəmiyyətinə daxil olur. Kompüter texnologiyalarının tətbiqi sosial münasibətlərin xarakterini

CON FON NEYMAN

Görkəmli riyaziyyatçı və fizik Con Lüs fon Neyman 28 dekabr 1903-cü ildə Budapeşt şəhərində doğulub. Anadan olanda valideynləri ona Yanoş adını vermişdi. İsveçrə və Almaniya oxuduğu və işlədiyi illərdə o, özünü İohann, ABŞ-a köçdükdən sonra isə Con adlandırmışdır. Con fon Neyman imkanlı macar bankirinin böyük övladı idi. Onun qeyri-adi qabiliyyəti çox erkən üzə çıxmışdı. 6 yaşında bir neçə əcnəbi dil bilirdi (qədim yunan dilində sərbəst danışır və bu dildə atası ilə tez-tez zarafat edirdi), səkkiz rəqəmli ədədləri beynində bölürdü, 8 yaşında isə ali riyaziyyatın əsaslarını mənimsəmişdi. 12 yaşında olarkən bir neçə səhifəlik mətni asanlıqla yadında saxlayırdı.

İbtidai təhsilini Budapeşt şəhərində almışdır. Onun 17 yaşı tamam olanda atası belə qərara gəlir ki, oğlu riyaziyyatdan daha sərfəli bir işlə məşğul olsa daha yaxşıdır və onu kimyanı öyrən-



və yaşayış mühitini sürətlə dəyişdirir. Ona görə də informatikanın sosial və professional problemlərinə ayırılması sahələri xüsusi mənə kəsb edir. Bunların siyahısına qəbul edilmiş qərarların nəticələrinə görə məsuliyyət, vətəndaş azadlığı və şəxsi həyatın toxunulmazlığını təmin etmək üsulları, kompüter cına-yətkarlarına qarşı mübarizə, intellektual mülkiyyətin qorunması daxildir.

Yekun nəticəyə gələrək demək olar ki, böyük nailiyyətlərinə baxmayaraq, informatika çox gənc bir elmdir və öz inkişaf yolunu başlandırmıdır.

məyə inandırır. Con kimyanı öyrənmək üçün əvvəl Almaniya, daha sonra isə İsveçrəyə gedir. Eyni zamanda Budapeştdə riyaziyyatı öyrənməkdə davam edir. 1926-cı ildə Fon Neyman kimyaçı diplomunu və riyaziyyat doktoru dərəcəsinə alır. Bir müddət Almaniya dars deyir, 1930-cu ildə isə onu Priston universitetinə (ABŞ) dövlət edirlər.

1933-cü ildə Pristonda Perspektiv Tədqiqatlar İnstitutu açıldığı zaman Con fon Neyman institutun əməkdaşı olur və həmişəlik ABŞ-da məskunlaşır. Con çox ünsiyyətli adam idi: çox bilikli, məlumath və şəbətli olduğundan istənilən məclisin canı olurdu.

Con fon Neyman riyaziyyat və fizikanın bir sıra sahələrinin yaranması və inkişafına böyük töhfələr vermişdir. O, riyazi məntiq, qruplar nəzəriyyəsi, operatorlar cəbri, kvant mexanikası, statistik fizika ilə bağlı əsaslı tədqiqatlar aparmışdır.



Con fon Neyman.

Con fon Neyman həmkarlarının böyük hörmət və sevgisini qazanmışdır. Teoremlərin isbatı zamanı o, yazı lövhəsinə düsturlar ilə yazıb doldurardı və sonra onları elə tez silərdi ki, həmkarları onun bu hərəkəti zarafatla "silmə metodu ilə isbat" adlandırdılar.



1944-cü ildə fon Neyman iqtisadçı Oskar Morqenştern ilə birgə yazdıqları "Oyunlar nəzəriyyəsi və iqtisadi davranış" kitabında növbəti riyazi oyunlar nəzəriyyəsinə, yəni zamanda onun iqtisadi, hərbi və digər elm sahələrinə tətbiqini inkişaf etdirmişdir. Con fon Neyman Monte-Karlo metodunun – riyazi məsələlərin təsadüfi kəmiyyətlərin modeləşməsinə əsaslanan ədədi həlli metodunun yaradıcılarından biridir. Bundan başqa, Neyman atom bombasının yaradılması üzrə gizli layihədə də iştirak etmişdir.

İkinci dünya müharibəsi dövründə amerika alimləri hərbi sifarişləri yerinə yetirməli olmuşdular. Con fon Neyman riyazi məsələlər üzrə məsləhətçi kimi ENİAK-ı (elektron-hesablama maşınları) hazırlayan qrupa göndərilməmişdi. Konstruksiyaya diqqətlə öyrəndikdən sonra onda EHM-lərin yeni tip məntiqi qurulması ideyası yaranmışdı:

- informasiyanın giriş-çıxış quruluşu;
- kompüterin yaddaşı;
- idarəetmə qurğusu (İQ) və hesabı-məntiqi qurğudan (HMQ) ibarət olan professor.

1946-cı ildə o, German Qoldsteyn və Artur Berks ilə birgə "Elektron hesablama maşınının məntiqi konstruksiyasının ilkin müzakirəsi" adlı hesabat hazırlayıb. Kitabda çoxlu maraqlı ideyalar irəli sürmüş, məsələn, yaddaşa paralel müraciət prinsipləri verilmişdir. EHM-lərin birinci iki nəslinin arxitekturası proqramda komandalara ardicil icrası ilə "EHM-lərin fon-neyman arxitekturası" adını almışdır.

Fon Neymanın 1954-cü ildə layihələndirilməsində və hazırlanmasında iştirak etdiyi EHM-lərdən biri hidrogen bombasının yaradılması üçün informasiya emalında əsas rol oynamışdır. Öz iti ağı və hazırcavablığı ilə tanınan Con fon Neyman zarafatla bu maşını "Manyak" (MANIAC – Mathematical Analyzer Numerical Integrator and Computer) adlandırmışdır.

Müharibədən sonrakı dövrdə fon Neymanın ən böyük elmi nailiyyəti avtomatlar nəzəriyyəsinin yaradılması oldu. O, 1952-ci ildə "Etibarsız elementlərdən etibarlı orqanizmlərin sintezi və ehtimal olunan məntiq" adlı işində etibarlı EHM və digər avtomatların yaradılması yolunu göstərmişdir (Fon Neymanın nəzəriyyəsinə görə, etibarsız elementlərdən qurulmuş sistemin etibarlılığı elementləri və onlar arasındakı bağlantıların sayının artırılması hesabına yüksəldilə bilər).

1954-cü ildə Con fon Neyman ABŞ-in atom enerjisi üzrə Komissiyasının üzvü təyin edilir və 1955-ci ilin yazında Princeton şəhərindən Vaşinqtona köçür. Çox keçməz həkimlər onda sümük xorçəngi xəstəliyi aşkar edirlər. Alim dözəlməz ağrılardan əzab çəkirdi. Ömrünün son anlarındakı gizli layihələr üzərində işlədiyi hərbi idarənin təhlükəsizlik xidməti fon Neymanın sayıqlama hallarında hər hansı dövlət sirrini verməməsinə ciddi nəzarət edirdi. Con fon Neyman 8 fevral 1957-ci ildə Vaşinqton şəhərində vəfat etdi.

Fon Neyman üzərində işlədiyi "Hesablama maşını və beyin" adlı sonuncu kitabını axıra çatdırı bilmədi.

EHM-lərin Con fon Neyman tərəfindən verilmiş arxitektura prinsipləri uzun müddət demək olar ki, dəyişməz qalmış və yalnız 20-ci əsrin 70-ci illərinin axırlarında superkompüter və matris prosessorların arxitekturasında bu prinsiplərdən kənara çıxdı.

NORBERT VİNER

Təbiətşünaslığın problemləri ilə yaxından maraqlanan bu insanın adı 1948-ci ildə "Kibernetika" adlı kitabı ilə bütün dünyaya tanındı. Norbert Viner rabitə nəzəriyyəsi sahəsində böyük xidmətləri olan, ilk hesablama maşınlarının yaradılmasında iştirak edən tanınmış amerika riyaziyyatçısıdır.

Həç nə kitabın belə sensasiya doğuraçaq uğurunu qabaqcadan xəbər vermirdi. Viner 1946-cı ildə Parisdə riyaziyyat üzrə konfransda olarkən, nəşirlərdən biri ona avtomatlar (maşınlar) və insanın sinir sistemi arasında əks-əlaqə haqqında kitab yazmağı təklif edir.

Kitab üzərində işləməyə başlayarkən, Viner uzun müddət onun adı haqqında düşündür. O, elə bir söz tapmaq istəyirdi ki, bu söz idarəetmə, informasiya və rabitə ideyalarını özündə birləşdirsinsin... Öz seçimini o, yunan sözü olan "kibernetika" üzərində saxlayır (bu sözü ilk dəfə qədim yunan filosofu Platon işlətməmişdir; Amper XIX əsrdə insan cəmiyyətinin idarə olunması haqqında elmi belə adlandırmayı təklif etmişdi).

"Kibernetika" böyük xətlərlə çap edilmişdi (həm də ona görə ki, Vinerin korrektura etməyə imkanı olmamışdı) və nəşir kitabın kommersiya baxımından gələcəyini yüksək qiymətləndirməmişdi. Lakin bu kitab həqiqi bestseller oldu, XX əsrin ən populyar kitablarından birinə çevrildi. "Kibernetika" sözü qeyri-adi populyarlıq qazandı. Vinerin ideyaları isə insan düşüncəsində iz qoydu.

Norbert Viner 26 noyabr 1894-cü ildə Kolumbiya şəhərində (Missuri ştatı, ABŞ) doğulmuşdur. Atası poliqlot, slavist (slavyan filologiyası mütəxəssisi), ədəbiyyat bilicisi, tərcüməçi idi. Viner kiçik yaşlarından qədim dilləri, təbiət elmlərini öyrənir, çox mütaliə edirdi. O, fəvqəladə istedadla malik idi: orta məktəbi 11, ali məktəbi isə 14 ya-

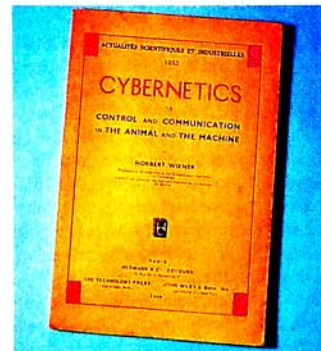
şında bitirmişdi (onda elmlər bakalavri dərəcəsinə almışdı). 17 yaşında incəsənət magistri olmuş, 18 yaşında isə riyazi məntiq sahəsində fəlsəfə doktoru adını almışdır. Harvard universitetinin təqəddünü alan Viner Kembriç və Göttingen universitetlərində təcrübə keçirdi. O, Bertran Rassel, Qodfri Hardi, Edmund Landau, David Hilbert və başqa tanınmış riyaziyyatçılar ilə tanış idi.

Birinci Dünya müharibəsindən sonra (1918) Viner riyaziyyatda görkəmli nailiyyətlər əldə edir. O, XX əsrin 20-ci illərində Broun hərəkəti xarakterizə edən Viner prosesini müəyyənləşdirmiş (bax: "Uşaqlar üçün ensiklopediya"-nın "Fizika" cildində "Atomlardan molekullara" məqaləsinə) və 30-cu illərdə riyaziyyatda böyük hadisə olan Helfondun Banax cəbri nəzəriyyəsi üçün təməl daşlarından biri olan harmonik analiz üzrə mühüm işlər nəşr etdirmişdi. 1932-ci ildən Viner Massaçusets Texnologiya İnstitutunun professoru olmuşdu.

İkinci Dünya müharibəsi dövründə (1939–1945) Norbert Viner əsasən, aviasiya və zenit artilleriyasının ehtiyacları ilə bağlı tətbiqi problemlərlə məşğul olmuşdur. O, xidməti istifadə



Norbert Viner.



"Kibernetika"-nın 1-ci buraxılışının fotosıdır.



Viner mühazirə zamanı.

(məxfi olduqlarına görə) üçün nəşr edilmiş işlərdə mühəribədən əvvəl A.N.Kolmoqorov tərəfindən yaradılmış təsadüfi proseslərin ekstrapolyasiyası və filtrasiyası nəzəriyyəsinə tamamlamışdır. Viner ənənəvi mühəndis təhsilinə daxil olmayan riyazi aparatdan istifadə etmişdir. Ona görə də sən cildə dərc edilmiş kitab ünvanlandığı mühəndislər arasında "sarı təhlükə" adını almışdı. Amerikan riyaziyyatçısı Klod Şennon kitabı daha sadə mühəndis dilinə "çevirmiş" və o zamandan etibarən 20-ci əsrin bu iki böyük elm xadimi arasında daimi əlaqələr yaranmışdır.

ANDREY NİKOLAYEVIÇ KOLMOQOROV

Andrey Nikolayevič Kolmoqorov (1903–1987) XX əsrin ən böyük riyaziyyatçılarından və məşhur rus alimlərindən biri olmuşdur.

A.N.Kolmoqorov 25 aprel 1903-cü ildə Tambovdan anadan olmuşdur. O doğulandan bir neçə saat sonra anası vəfat etmiş və uşağı onun bacısı – Vera Yakovlevna Kolmoqorova tərbiyə etmişdi. Onun uşaqlığı Yaroslavl ətrafında babasının mülkündə keçmişdir.

Riyaziyyata həvəs onda çox tez üzə çıxır. Dörd-beş yaşında o, "Веченные ласточки" ailə uşağı jurnalında riyaziyyat

Mühəribə illərində Viner Prinstonda riyaziyyatçılarla yanaşı neyrofizioloqların, hesablama texnikası və rabitə nəzəriyyəsi üzrə mütəxəssislərin də iştirak etdiyi seminar təşkil etmişdi. Bu seminar, faktiki olaraq, sonralar "kibernetika" adını almış elmi istiqamətin başlanğıcı olmuşdur.

SSRİ-də kibernetika ideyaları həddən artıq mənfəi qarşılanmışdı (bax: "Informatika" məqaləsinə).

Lakin artıq 1958-ci ildə Norbert Vinerin hər iki kitabı – "Kibernetika, yaxud Heyvan və maşında idarəetmə və əlaqə" və "Kibernetika və cəmiyyət" rus dilində dərc olunur. Həmin ildə Böyük Sovet Ensiklopediyasının 51-ci əlavə cildində A.N.Kolmoqorovun "Kibernetika" məqaləsi nəşr edilir. Burada qeyd edilir ki, "bu yeni elmi istiqamətin məsələləri 1948-ci ildə amerika alimi N.Viner tərəfindən formalaşdırılmışdır".

Vinerin adı həddən artıq məşhurlaşır. O, ömrünün son illərində öz ideyalarını təbliğ edərək çoxlu səyahət edir. Moskvada da olmuş, orada riyaziyyatçı, biokimyəvi və psixoloqlarla görüşmüş, Politexnik muzeyində məruzə ilə çıxış etmişdir.

Viner 19 mart 1964-cü ildə vəfat etmişdir.

yat bölməsini aparır. Burada onun özünün fikirləşdiyi məsələlər və riyazi "keşflər"i (məsələn, ilk n sayda tək ədədin cəminin n^2 -na bərabər olması) dərc olunurdu.

Andrey 1910-cu ildən etibarən Moskvada yaşayır. O, Moskvanın ən yaxşı özəl gimnaziyalarının birində oxuyur. Onun gənclik maraqları çox geniş idi. O, ciddi şəkildə biologiyaya, fizikaya, riyaziyyata maraq göstərirdi. 14 yaşında ikən Brokhauz və Yefronun ensiklopediyaya lüğətdən differensial və integral hesabını müstəqil şəkildə öyrənmişdi.

1920-ci ildə Kolmoqorov Moskva universitetinə daxil olur və öz ətrafında Moskva riyaziyyat məktəbinin ən yaxşı nümayəndələrini toplamış əfsanəvi riyaziyyatçı N.N.Luzinin şagirdi olur.

Elə o vaxt Kolmoqorovun humanitar maraqlarının dairəsi yaranır: o, məşhur rus tarixçisi, Moskva universitetinin professoru S.B.Baxruşinin seminarlarına gedir və özünün Novqorod mülkədarlığına həsr olunmuş ilk elmi məruzəsini edir.

1922-ci ildə, hələ tələbə ikən, 19 yaşında Kolmoqorov triqonometrik sıralar nəzəriyyəsində nəzərə çarpan nəticə alır və onun adı bütün riyaziyyat aləmində tanınır. Elə həmin vaxt o, riyazi məntiq sahəsində də fundamental nəticələr alır.

1924-cü ildən başlayaraq, 40 il ərzində A.N.Kolmoqorov ehtimal nəzəriyyəsi sahəsində tədqiqat aparır. O, bu elmdə şərtsiz lider mövqeyini qazanır. Onun "Ehtimal nəzəriyyəsinin əsas anlayışları" kitabı Yakob Bernulli və Pyer Simona Laplasın klassik memuarları ilə bir sırada qızıl fonda daxil olub. Bu kitabda, o cümlədən, ehtimal nəzəriyyəsinin hamının qəbul etdiyi aksiomatikası yaradılmışdır.

1929-cu ildə Kolmoqorov aspiranturayı bitirir və həmin vaxtdan ömrünün sonunadək Moskva universitetinin mexanika-riyaziyyat fakültəsində işləyir.

Otuzuncu illər onun yaradıcılıq uğurlarının qeyri-adi yüksəliş dövrü idi. O, Albert Eynşteynin, Maks (Karl Ernest Lüdviq) Plankın, Marian Smoluxovskinin və Norbert Vinerin söyləmələrini tamamlayaraq Markov təsadüfi proseslər nəzəriyyəsinə yaradır; riyazi statistika üzrə köklü nəticə alır; bir sıra riyazi elm sahələrinin (topoloji cəbr, həndəsə, topoloji vektor fəzaları nəzəriyyəsi) əsasını qoyur; topologiyanın ən vacib anlayışlarından birini (yuxarı homolojiyalar anlayışı) daxil edir; təsadüfi proseslərin ekstrapolyasiyası nəzəriyyəsinə qurur (bir



A.N.Kolmoqorov.

qədar sonra eyni nəticələri alan kibernetikanın yaradıcısı Norbert Viner, onları özünün ən yüksək yaradıcılıq nailiyyəti hesab edirdi).

1939-cu ildə, 36 yaşında A.N.Kolmoqorov Elmlər Akademiyasının həqiqi üzvü seçilir.

XX əsrin 40-cı illərində Andrey Nikolayevič yeni elm sahəsinə – turbuləntlik lokal nəzəriyyəsinə müraciət edir və bu sahədə əsl çevriliş yaradır. Onun 3 qısa qeydindən yaranmış elmi istiqamətlərin əhatə dairəsini indi həttə təəvvür etmək mümkün deyil. Böyük Vətən Mühəribəsi zamanı hərbi təşkilatların tapşırığı ilə o, atəşin statistik nəzəriyyəsinə yaradır və mühəribədən sonrakı ilk illərdə məhsula statistik nəzarət nəzəriyyəsinə işləyib hazırlayır.

Onun yaradıcılığının çiçəklənməsi dövrü 50-ci illərə təsadüf edir. Kolmoqorov tərəfindən göy cisimlərin mexanikasında nəzərəçarpancaq nəticələr alınmışdır. Bu nəticələri Laplas və Puankarenin nailiyyətlərlə müqayisə edirlər. Bundan başqa, o, V.I.Amoldla birlikdə Hilbertin 13-cü problemini həll edir.

A.N.Kolmoqorov SSRİ-də informatikanın və kibernetikanın inkişafının başlanğıcında dayanan alimlərin sırasında olmuşdur və özünün yaradıcılığı



A.N. Kolmogorov.



Kolmogorova görə məlumatın mürəkkəbliyi, bütün mümkün şifrələmə metodlarına çəkilən minimal xərcdir. Bu, məlumatda olan informasiyanın daxili miqdarının ən məşhur təriflərindən biridir.

və nüfuzu ilə onların təşəkkül tapmasına imkan yaratmışdır.

50-ci illərin əvvəllərində Kolmogorov informatikanın əsas anlayışını – alqoritm anlayışını inkişaf etdirmək haqqında fikirləşir və bu anlayışın dəqiq, hamı tərəfindən qəbul olunan tərifini verir. 60-cı illərin əvvəllərində o, inkişaf edən və özü-özünü yaradan avtomatlar ideyasını inkişaf etdirərək avtomatın ümumi konsepsiyası üzərində düşünür.

O, *informasiya nəzəriyyəsinin* yaradıcısı Klod Şennonun əsərlərinin riyaziyyat elmi üçün əhəmiyyətini dərk edən ilk rus alimlərindən biri olmuşdur. Bu nəzəriyyənin əsas anlayışını – *entropiya* anlayışını Kolmogorov ümumiləşdirdi və riyaziyyatın çox az sahələrinə: funksional analiz, dinamik sistemlər nəzəriyyəsi və approksimasiya nəzəriyyəsinə tətbiq etdi. Bu isə bir sıra yeni elmi istiqamətlərin yaranmasına gətirib çıxardı. Lakin Kolmogorov Şennonun entropiya anlayışını *informasiya* anlayışı ilə birləşdirərək, ona geniş riyazi məna verdi.

Kolmogorov kibernetikanın fəlsəfi aspektləri üzərində, "həyat", "təfəkkür", "idarəetmə" anlayışları üzərində, bəşəriyyətin gələcək inkişafı problemləri üzərində çox düşündü. Məqalələrinin birində Andrey Nikolayevici özüni "fə-



Kolmogorov təbiişərafi tədqiqatçı.

dakar kibernetik" adlandırmışdı. "Maşınların özləri özlərini yarada bilərmə və özüniyaratma prosesində proqressiv təkamül alına bilirmi; maşınlar emosiyaları (sevinmək, kədərlənmək, bir şeydən narazı olmaq, bir şey istəmək) hiss edə bilirmi; konstruktorların maşınların qarşısında qoymadığı məsələləri maşınlar öz qarşılarına qoya bilərlərmi?" suallarına o, müsbət cavablar vermişdi.

Kolmogorov yaradıcı fəaliyyətinin son dövrlərində informasiya və ehtimal nəzəriyyəsinin alqoritmik əsaslarının yaradılması kimi böyük niyyətini inkişaf etdirməyə başladı. Məşhur Kolmogorov mürəkkəbliyi anlayışı ona məxsusdur.

Kolmogorov böyük elmi məktəb yaratmışdı, onun bir çox şagirdləri tanınmış alimlər olmuş, dünyada şöhrət qazanmışlar, onlardan 12-si Elmlər Akademiyasının həqiqi və müxbir üzvləri seçilmişlər.

Ömrünün son 25 ilini Kolmogorov məktəb riyaziyyatının tədrisi problemlərinə həsr etmişdir.

A.N. Kolmogorov "Успехи математических наук", "Теория вероятностей и ее применение", "Квант" (gənclər üçün jurnal) kimi riyazi nəşrlərin yaradıcılarından olmuş və onlara başçılıq etmişdir.

Öz dostunu xarakterizə edərək akademik Pavel Sergeyevici Aleksandrov yazırdı ki, "son onilliklərdə nəinki belə geniş spektrli, hətta riyazi zövqlərə və riyaziyyatın inkişafına bu dərəcədə təsir edən riyaziyyatçı tapmaq çətindir".

Kolmogorov universal alimin parlaq nümunəsidir. O, həm görkəmli məntiqçi, həm həndəsə alimi, həm analitik, həm naturfəlsəfəçi, həm "riyaziyyat üçün riyaziyyatçı" və həm də dərin humanitar maraqları olan insan idi.

A.N. Kolmogorov həmişə həqiqəti axtarmış və onu müdafiə etmişdir. O, müstəsna, dahi şəxsiyyət olmuşdur. Bu cür fəvqoladə qüvvəyə, geniş və dərin düşüncəyə malik alim tapmaq çətindir.

ALAN MATİSON TÜRİNG

Bu gün Alan Matison Türing bizə Kompüter Elminin Banisi, XX əsrin sonlarında aparıcı texnologiyanın yaradıcısı kimi təqdim olunur. Bu sözləri sağlığında heç kim demədi və gələcəkdə onu başqa səpgidə görə bilərlər.

Endryu Hocs. "Alan Türing: Tapmaca".



Alan Turing.

Alan Matison Türing 1912-ci il iyunun 23-də dünyaya göz açıb. O, Culus Matison Türing və Etel Sara Stounların ailəsində ikinci uşaq idi.

Türingin valideynləri Hindistanda tanış olub, kəbin kəsdirmişdilər. Bu, ciddi imperiya önəmləri yaşayan, çox da varlı olmayan, aristokrat ingilis ailəsi idi. Onların çoxsaylı qohumları arasında elementar elektrik zərəcəyi anlayışını elmə gətirən, "elektron" terminini düşündürən tapan irlandiyalı fizik və riyaziyyatçı Corc Conston Stoncy də var idi.

Uşaqlıqda Alan və onun böyük qardaşı Con valideynlərini çox az hallarda görərdilər. Atası Hindistanda xidmət etdiyi müddətdə uşaqlar İngiltərədə qalırdılar və ailənin dostlarının himayəsində yaşayırdılar. Ənənəvi İngilis tərbiyəsinə təbiət elmlərinin əsaslarının öyrənilməsi nəzərdə tutulmurdu. Amma Alan çox ağıllı olduğuna və hər şeylə maraqlandığına görə tərbiyəçilər ona elmi populyar kitablar oxumağa icazə verirdilər (o, oxumağı 6 yaşında müstəqil olaraq öyrənmişdi). O vaxt, qohumlarından biri ona Edvin T.Brüsterin "Hər bir uşağın bilməli olduğu təbiət möcüzələri" adlı populyar kitabçasını bağışlamışdı. Elə hər şey də bundan başladı.

Alan 11 yaşında olarkən yosunlardan yod almaq məqsədilə kimyəvi təcrübələr aparırdı, bu işə anasını çox narahat edirdi. O, ehtiyaz edirdi ki, oğlunun ümumi qəbul olunan qaydalarından kənara çıxan marağı ona Public Schools (zədəngən oğlan uşaqları üçün məcburi sayılan qapalı, özəl ingilis məktəbi) məktəblərindən

birinə daxil olmağa mane olar. Ananın narahatçılığı əbəs idi: 1926-cı ildə Alan nüfuzlu Şərbom məktəbinə (Sherborn Public School) qəbul olundu, ancaq tezliklə, onun bu məktəbi qurtara bilməməsi qorxusu yarandı.

Sınıf jurnalı Alanın dərso davamiyyət dərəcəsinə aydın göstərdi: ingilis dilindən sınıfdan axırıncı, latın dilindən axırıncıdan qabaqkı, qalan fənlərdən bir az yaxşı. Bütün müəllimlər onun haqqında yekdil fikirdə idilər: "ümidsiz gerilik, qeyri-kafi davamiyyət" ...Məktəbin direktoru yazırdı: "Bu oğlan istənilən məktəb və cəmiyyət üçün böyük problemdir". Bununla belə məktəb jurnalında başqa yazılar da var idi: "Əgər o, yalnız elmi işçi olmaq istəyirsə, Public School'da əbəs yerə vaxt itirir... Yəqin ki, o, riyaziyyatçı olacaq. Belə şagirdlər 200 ildə bir dəfə doğulur".



Kembriq universitetinin Kral kolleksion kitabxanası.



Alan Turing
tələbəlik illərində.

15 yaşında Alan müstəqil şəkildə nisbilik nəzəriyyəsini mənimsəyir, lakin klassik Britaniya məktəbində mövcud vəziyyət və tədrisin aparılma qaydası belə maraqların inkişafına şərait yaratmırdı. Gənc oğlan məcburi proqram fənlərinə qarşı tam laqeyd idi və nəticədə ümumiyyətlə attestat almamaq təhlükəsi ilə üzləşdi.

1928-ci ildə Türinq çoxdan gözlədiyi həmdəm – Kristofer Mork adlı, çox istedadlı, qabiliyyətli yeni sinif yoldaşı tapdı. Axır ki, Alan kiminsə öz fikirlərini bölüşə bilirdi. Gənclər ayrılmaz dostlara çevrildilər. Məktəbi bitirdikdən sonra hər ikisi Kembridj Universitetinə daxil olmağa hazırlaşdı. Hazırlıq imtahanı vermək üçün Alanın ilk cəhdi uğursuz oldu. Ancaq sınaqdan müvəffəqiyyətlə çıxan və təqaüd alan Kristoferə görə ürəkdən sevinən Alan buna görə çox da heyfəsilənmədi. O, dostu ilə birlikdə oxumaq üçün ikinci cəhddə müvəffəqiyyət qazanmağa ümid edirdi.

1930-cu il fevralın 13-də dostu Kristoferin qəfil ölümü 17 yaşlı Türinqi sarsıtdı: insan zəkası necə maddiləşir və ölümdən sonra azad olumu? – sualı onu düşündürdü. Alan bu sualların cavabını Artur Eddinqtonun (1882–1944) “Fiziki aləmin təbiəti” kitabında, insanın seçimi azadlığının izahını isə kvant mexanikasında axtardı.

1931-ci ilin oktyabrında Alan Kembridj Universitetinin Kral kollecinin tələbəsi oldu. Təzliklə, xeyli uğurlar müşahidə olundu: əla davamiyyət, intensiv elmi iş. 1934-cü ildə fərqlənmə ilə Kembridj bakalavr dərəcəsi, 1935-ci ildə Kral kollecinin magistr dərəcəsi və aspirant təqaüdü, 1936-cı ildə ehtimal nəzəriyyəsinə aid işinə görə Smit mükafatı. İnsan zəkasının təbiətinə dair düşüncələri tələbə Türinqi 1932-ci ildə Con fon Neymanın kvant mexanikasının məntiqi əsasları haqqında çox müəkkəb işini öyrənməyə və formal məntiq sahəsində

də tədqiqatlara gətirib çıxardı. 1935-ci ildə o, gözlənilmədən həllini mümkünləşdirdi haqqında məşhur Hilbert problemi ilə maraqlandı və onun üzərində işləməyə başladı. 1936-cı ilin aprelində Alan işini artıq başa çatdıranda Amerika məntiqçisi Alonzo Çerçin həmin nəticə ilə, ancaq tamamilə başqa metodla alınmış məqaləsi çıxdı. Hər iki tədqiqatçının gəlidiyi nəticə mənfi idi, lakin Alan bu nəticəyə çox orijinal yolla gəlmişdi. Əvvəlcə Alan kağız lentdən simvol-komandalara oxuyan xəyali maşının iş prosesi şəklində metod müəyyənləşdirdi. Sonra o, isbat etdi ki, onun maşını formal məntiqi çevrilişində insan ağıllıq qədər olduğu istənilən hesablamaları aparmaq gücündədir. Baxmayaraq ki, Çerçin məşhur problemi həll edən ilk adam hesab edilir, “Həllini mümkünləşdirmə problemi” təbii şəkildə hesablanma ilə ədədlər haqqında Türinqin işi ona “hesablama alqoritm”i və “universal kompüter” anlayışlarının ilk yaradıcısı kimi şöhrət gətirdi.

Türinq 4-illik təhsil kursunu müvəffəqiyyətlə başa vurdu. Sanki onu sırf riyaziyyatla məşğul olan, qismən eksentrik Kembridj professoru kimi uğurlu karyera gözləyirdi. Lakin 1936-cı ilin sentyabrında Alan Prinston (ABŞ) Universitetindən 2-illik aspirant təqaüdü aldı və Con fon Neymanın yanına gəldi. Orada o, cəbr və ədədlər nəzəriyyəsi sahəsində işlədi və hesablanıbmə haqqında Çerçin tərifi ilə öz tərifi arasında qanunauyğunluğu isbat etdi. O, həmçinin hesablamə məntiqi bərabərində öz fikirlərini inkişaf etdirdi və bu Türinqin ən müəkkəb və dərin riyazi işinin – doktorluq dissertasiyasının mövzusu oldu. Türinq elektromaqnit rəsəsdən istifadə etməklə şifrələmə maşınının istidli və şifrələmə elmini öyrənməyə başladı.

1938-ci ildə doktorluq dissertasiyasının müdafiəsindən dərhal sonra Alana Prinston universitetində professor vəzifəsi təklif edildi. Lakin o, İngiltərəyə

Kembridjə qayıtdı. 1939-cu ilin sentyabrında Kod və şifrlər üzrə hökumət məktəbində işə başladı.

İkinci Dünya müharibəsi başladı. Almaniyə radioməlumatları kodlaşdırmaq üçün “Enigma” (“Tapmaca”) elektromexaniki şifrələmə maşınına tətbiq etməyə başladı ki, onun da şifrlərini açmaq mümkün olmurdu. Əyləncəli kriptografik döyüşün baş qəhrəmanı Alan Türinq oldu. İngilislər “Enigma”ya qarşı özlərinin deşifrəleyici maşını olan “Bomba”nı qoydular, lakin o, bu işin öhdəsindən gəlmədi. Türinq maşını kifayət qədər təkmilləşdirə bildi ki, bunun da nəticəsində Luftvaffədə (almanların hərbi hava qüvvələri) istifadə olunan şifrə sındırıldı. Bundan sonra ingilislər Geringin hava donanmasının planlaşdırıldığı əməliyyatların bütün detallarından xəbərdar oldular.

Ancaq 1942-ci il fevralın 1-də, ABŞ müharibəyə qoşulduqdan az sonra alman submarinləri müəkkəbləşdirilmiş şifrələmə qədlər və “Bomba” müvəffəqiyyətsizliyə uğradı.

Alan “Koloss” adlı yeni maşın düzəltməyə başladı ki, burada da elektromexaniki relə əvəzinə 2 min elektron lampə istifadə olunurdu. “Koloss” çox asanlıqla “Enigma”nı məğlub etdi və hətta “balıq dili”nin də öhdəsindən gəldi.

1942-ci ilin noyabrından 1943-cü ilin martına kimi Türinqi ABŞ-a ezam etdilər. O, burada Ruzveltə Çerçill arasında danışıqların elektron şifrələnməsinin təmin olunmasında Britaniyanı təmsil edirdi (sonralar Alan Çerçillin təşəbbüsü ilə Britaniya imperiyası ordeni ilə təltif olundu, ancaq çox az adam bildi ki, bu hansı xidmətə görədir).

Türinq nəzəri tədqiqatları da unutmayırdı. Onun ilkin ideyalarından biri – xəyali “Türinq maşını” ilə insan ağıllıq işində analogiya – “ağıllı kompüter” (süni intellekt) konsepsiyasına transformasiya olundu ki, onun da IQ-sı (intellekt əmsali) indi Türinq testi adlanan xüsusi işlənmiş

David Hilbert (1862–1943) belə bir sual qoymuşdu: “Prinsipca elə bir üsul və ya proses varmı ki, onun köməyi ilə istənilən riyazi məsələni həll etmək mümkün olsun?”

məntiqi prosedurun köməyi ilə yoxlanırdı.

Müharibədən sonrakı illərdə Alan hər bir işi görməyə qabil olan: sayan və müəkkəb cəbri hesablamalar aparən, şifrləri açan və şəhmat oynayan, universal proqramlaşdırıla bilən elektron kompüter yaratmaq ideyası ilə məşğul olmağa başladı. O, proqramlar kitabxanası, terminalar şəbəkəsi olan vahid milli kompüter mərkəzi arzulaırdı.

1949-cu ildə Türinq Mançestr Universitetinə keçdi və orada elektron kompüter üçün proqramlar hazırladı. Manchester Mark 1 və ya MADAM (Manchester Automatic Digital Machine) adlanan kompüter meydana gəldi. MADAM layihəsinin inkişafı nəticəsində dünyada ilk tam iş qabiliyyətli kompüterlərdən biri – Ferranti Mark 1 işə salındı.

1950-ci ildə Türinq “Hesablama maşınları və intellekt” (60-cı illərdə rus dilində “Maşın fikirləşə bilirmi?”) adlı ayrıca kitab şəklində çıxarmışdır) fəlsəfi məqaləsini – süni intellekt haqqında gələcək elmin klassik əsərini yazdı. 1951-ci ildə onun elmi xidmətləri etiraf olundu: alim London Kral elmi cəmiyyətinə üzv seçildi. Türinq bitkilərdə və balıqlarda yeni forma alınmasının qeyri-xətti modeləşdirilməsi üzrə hesablamə eksperimentlərinə başlayır. O, canlı orqanizmlərin necə böyüməsini və nə üçün öz formalarını almasını tədqiq edir. Alan əlaqəliqdan onu narahat edən sualların cavablarını, həlləri kompüterdə modeləşdirməklə, kimyəvi reaksiyaların tənlilərinin qeyri-xəttiliyində və diffuziyada tapır. Onun tədqiqatları göstərdi ki, elektron kompüterlər elmi məqsədlər üçün istifadə oluna bilər.



Türinq kross yarışında iştirak edir, 1946-cı il.



“Enigma” şifrələmə maşını

Özünün kimya məşğələlərində Alan Türinq onun özü tərəfindən ixtira olunmuş "Kimsəsiz ada" oyununu oynayırdı. Oyunun məqsədi əlinin altında olan vasitələrdən istifadə etməklə müxtəlif faydalı kimyəvi maddələrin (paltaryuyan toz, qab yumaq üçün vasitələr, mürəkkəb və bu kimi məişətdə istifadə olunan kimyəvi maddələrin) alınması idi.

Zadəgan ailəsindən çıxmasına baxmayaraq, Alan heç vaxt estetik olmamışdı: Kembric siyasi və ədəbi dərəcələri ona yad idi. O, sevdiyi riyaziyyatla məşğul olmağa, boş vaxtlarında isə kimyəvi reaksiyalar aparmağa, şahmat məsələləri həll etməyə, qo oynamağa üstünlük verirdi.

Alanın, demək olar ki, dostu yox idi. Onun bir qədər səliqəsiz geyim stili, eksentrik saç düzüümü və kəskin cır səsi (bundan əlavə o hərdən güclü kəkələyirdi) çoxlarını ondan uzaqlaşdırırdı.

Türinq qıbtə olunacaq sağlamlığı ilə seçilirdi, yaxşı idmançı idi, marafon qaçışına və avarçokməyə üstünlük verirdi. Boş vaxtlarında Valtın idman klubunda məşğul olurdu. Tez-tez səhərlər 10 km (evdən laboratoriyaya qədər) qaçmaqla iş yoldaşlarını təəcübləndirirdi. Onda allergiya yaradan bitkilər çiçəkləyən dövrdə isə əlcəyqaz taxıb velosipedlə gedərdi. Buna görə onu polisler dafələrlə saxlamışdılar. Alan özünün gorgin məşqlərini işlə bağlı stressləri aradan qaldırmaq zərurətini izah edirdi. 1948-ci ildə kross qaçışında

onun göstərdiyi nəticə tezliklə Olimpiya oyunlarının gümüş mükafatçısı olacaq idmançının nəticəsindən yaxşı idi. təsadüfi zədə Alana Olimpiya oyunlarında iştirak etməyə imkan vermədi.

Bu hərtərəfli istedadlı insan həyatdan tez getdi. Alan Türinq 1953-cü il mart ayının 31-də həbs edildi və homoseksualizmə təqsirləndirilərək məhkəmə qarşısında durdu (bu gün qeyri-ənənəvi seksual yönüm adlandırılan əməl müharibədən sonrakı dövrdə İngiltərədə cəza yot sayılırdı). Ona seçim təklif olundu; həbsxana, yaxud müalicə. O, müalicə olunmağı seçdi. Bütün bu yaşananlar onun psixoloji sağlamlığında pozuntulara səbəb oldu. Dərin depressiya (rulu düşkünlüyü) şəraitində öz axıncı kimyəvi təcrübəsini apardığı günədek o, elmi işlərini davam etdirdi.

1954-cü il iyun ayının 8-də xidməti onu ölmüş halda tapdı. Axıra qədər yeyilməmiş almada və alimin barmaqlarında kalium sianid aşkar olundu. Müstəntiqin gəldiyi nəticə qəti idi: intihar. Elə həmin səhər onun bir gün əvvəl kimyəvi təcrübə apardığı stolun üstünə dağılmışdı. Ancaq Türinqin anası və həmkarlarının çoxu buna inanmadı. Alan proqramlaşdırma nəzəriyyəsi, biologiya, kvant fizikası sahələrində yeni tədqiqatlara təzo başlamışdı, baxmayaraq ki, məhkəmədən sonra ona gizli kompüter laboratoriyalarında işləmək qadağan olunmuşdu... Türinqin 41 yaşı vardı.

ANDREY PETROVIÇ YERŞOV

Akademik Andrey Petroviç Yerşov (1931-1988) – nəzəri və sistem proqramlaşdırmasının banilərindən biri, Sibir informatika məktəbinin yaradıcısıdır. İnformatikanın elmin yeni bir sahəsi və ictimai həyatın yeni fenomenini kimi

təşəkkül tapmasında onun önəmli töhfəsi postsovet məkənində və xaricdə geniş surətdə qəbul edilmişdir.

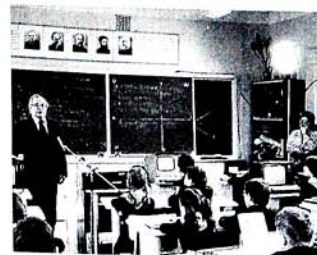
Andrey məktəbi qurtararkən, o dövrün bir çox gəncləri kimi, nüvə fizikası ilə məşğul olmağı arzulayırdı. 1949-cu

ildə o, Moskva universitetinə daxil olur, lakin artıq sənədlərini verəndə fizik-nüvəçi karyerasından imtina etmək lazım gəldi: Böyük Vətən müharibəsi illərində 11-12 yaşlı uşaq olmuş Andrey faşistlər tərəfindən işğal olunmuş ərazidə yaşamışdı və bu kəfiyyət edirdi ki, o, dövlət sirri olan elm sahələrinə buraxılmasın.

Hələ MDU-nun tələbəsi olarkən A.A.Lyapunovun təsiri altında Yerşov hər addımı yaradıcı və maraqlı axtarış olan proqramlaşdırmağa vuruldu və ömürlük ona bağlandı. Onun müəllimləri Ünvanların avtomatik verilməsi proqramının – (рус. программа автоматического присвоения адресов – ПАП) öyrənilməsilə məşğul olurdular (o, ilk hesablama mərkəzlərində tətbiq edilirdi və aşağı səviyyəli dillərin inkişafına – avtokoda gətirib çıxardı). Andrey isə başqa bir istiqaməti tədqiq edirdi. Onun diplom işi "Proqramlaşdırma proqramı" – PP adlanırdı. Burada söhbət ilk yüksək səviyyəli sistem proqramlaşdırması translyatorundan gedirdi. Bu iş gənclərin həyat seçimini çox çəyde müəyyən etdi.

Universiteti bitirdikdən sonra Andrey Petroviç Elmlər Akademiyasının Dəqiq mexanika və hesablama texnikası İnstitutuna – ilk sovet proqramçı kollektivlərindən birinin yarandığı təşkilata işə girdi.

1957-ci ildə onu SSRİ EA-nın yeni yaradılan Hesablama Mərkəzində proqramlaşdırmanın avtomatlaşdırılması şöbəsinə müdir təyin edirlər. SSRİ EA-nın Sibir şöbəsinin (SS) yaradılması ilə əlaqədar Riyaziyyat İnstitutunun direktoru akademik S.L.Sobolevin xatəşilə Andrey Petroviç öz üzərinə bu institutun proqramlaşdırma şöbəsinin təşkilatçısı və faktiki rəhbəri vəzifəsini götürür, daha sonra isə REA ŞS-nin Hesablama Mərkəzinə keçir. Amma "direktorun xahişilə" – bu, daha çox rəsmi ifadə idi.



162 saylı məktəb, Novosibirsk, 1984-cü il.



A.P.Yerşov Ümumtəhsiləyən məktəbinin şagirdləri arasında.

Əslində isə o, ilk təşəbbüsü könüllülər sırasında onun üçün gerçəkdən doğma olmuş, yeni Sibiri öyrənməyə – Akademşöhərcik tikməyə getmişdi. Yerşov Akademşöhərciyin elmi və ictimai həyatında yaxından iştirak edirdi. O, yüksək məsuliyyət hissilə elmi konfranslar təşkil edir, dünyanın hər yerindən qonaqları və dostları qəbul edir. SSRİ EA-nın ŞS-nin Rəyasət heyəti yanında Elmi Şuranın işində fəal iştirak edirdi.

A.P.Yerşovun proqramlar sxemləri və kompilyasiya nəzəriyyəsi sahəsindəki fundamental tədqiqatları onun çoxsaylı şagirdləri və ardıcıllarına nəzərə cərpacaq dərəcədə təsir göstərdi.

A.P.Yerşovun "Sürətli elektron hesab maşını üçün proqramlaşdırma proqramı" adlı kitabı – proqramlaşdırmanın avtomatlaşdırılması üzrə dünyada ilk monoqrafialardandır.



A.P.Yerşov.

A.P.YERŞOV ALIM VƏ İNSAN KİMİ

Andrey Petroviç Yerşovun ətrafında həmişə həyat qaynayırdı – onu tələbə və məktəblilər, aspirantlar və gənc tədqiqatçılar, xarici alimlər və Sibir jurnalistləri əhatə edirdilər. Andrey Petroviç nə vəzifəsinə görə administrator, nə təhsilinə görə tərbiyəçi deyildi, lakin bununla belə ona məsləhət, xahiş üçün daimi müraciət edirdilər. Həm xoş gündə gəlirdilər: "Oğlum olub!", həm də dar gündə: "Nə edim? Müdafiəm baş tutmadı". Onun aspirantları arasında özbək və yəhüdilər, rus və tatarlar, ukraynalılar və litvalılar dostcasına və həvəslə işləyirdilər. O hər bir adam üçün lazımı söz və düzgün ton tapa bilirdi. Söhbət son dərəcə işlə yüklənmiş və hər bir dəqiqəsini qiymətləndirib saya bilən bir adamdan gedir. Lakin ondan heç kəs heç vaxt sanki çox təbii bir replikani eşitməzdi: "Mən məşğulam! Vaxtım yoxdur!". Yüksək səviyyəli ziyalı olan bu adam həmkarlarının, dostlarının və qohumlarının xatirində həm də əsl insan kimi əbədi olaraq qalmışdır.

Akademik A.P.Yerşov alimlərin informasiya təminatı probleminə çox diqqət yetirirdi. Kitabı çox sevirdi və ömrü boyu onları toplayırdı. Onun şəxsi kitabxanasında praktiki olaraq bütün Avropa dillərində 30 mindən çox kitab, jurnal, konfransların işləri, ayrı-ayrı məqalələrin ottiski qorunub saxlanırdı. Ölümündən sonra onun davamçıları kitabxanayı artıq o vaxtlar Hesablama Mərkəzindən ayrılmış İnformatika sistemləri İnstitutuna təhvil verildilər. İndi bu, A.P.Yerşov adına Xatirə kitabxanasıdır.

Xidməti məşindən çox vaxt istifadə etməzdi: Akademşəhərciyyənin meşə ciğirləri ilə sübh tezdən işə və gecə yarından keçmiş evə piyada getmək onun gündəlik həyatının bir hissəsi idi. Andrey Petroviç Yerşov təkcə ədəbiyyat, müəllim və öz ideyaları uğrunda mübariz deyildi, həm də görkəmli, hərtərəfli istedadlı şəxsiyyət idi. O, musiqini, poeziyanı sevirdi, özü şeir yazırdı və ingilis şairlərinin şeirlərini rus dilinə tərcümə edirdi. Onun çox gözəl tərcümə etdiyi Kiplinqin "Nə vaxt" ("Oğluma") şeirini müxtəssislər ən yaxşı tərcümə hesab edirlər (axı S.Y. Marşak və M.L. Lozinski kimi poeziya sünunlarının tərcümələri də vardır). Alimlər Evində musiqi gecələri onun ən sevimli istirahət yeri idi.

Andrey Petroviç gitarada çox gözəl çalır və oxuyurdu. Ob sahilindəki şam məşinində tonqal başında keçən gecəni xatırlamaq xoşdur. Gündüzlər "Programlaşdırma insan və estetik faktorlar haqqında" adlı müəhazirələr dinləyən məktəblilər əlinə gitara alırdı və sevimli müəllimlərinin üzük qaşığı kimi dövrəyə alaraq onun oxuduqlarını sakitcə təkrar edirdilər. Akademik Yerşov ilə ünsiyyətdə olmaq xoşbəxtliyinə nəsb olunan adamlar onun parlaq ideyalarını, böyük nailiyyətlərini və qeyri-adi xeyirxahlığını heç zaman unutmayacaqlar.

O çox işləyirdi. Əlbəttə, iş kabinetinə və universitet kitabxanasına müraciətə idi. Lakin əgər təyyarə kreslosunun qatlanan stolunda və ya şəhərlərə Novosibirsk-Barnaul avtobusunda yazmaq lazım gəlirdisə, böyük alim bunda bir çətinlik görmürdü. Kiçik həmkarları və şagirdləri onun iş üslubundan həttə kiçik xırdalığlara qədər nümunə götürməyə çalışırdılar. Əlyazmasının hər sahifəsində tarix, saat və dəqiqə qeydləri vardı. Çox nadir fəkir yığcamlığı və məqsədyönlülük ona imkan verirdi ki, geniş diapazonda olan işlərini yaddan çıxartmasın.

Həttə ölümündən bir az əvvəl Yerşovla Onkoloji Mərkəzin palatasında görüşü belə xəstəyə baş çəkmək adlandırmaq olmaz. Xəstəxana çarpayısının yanında üstündə kitab və əlyazmalar olan stol vardı. Andrey Petroviç daim işləyir, görüşə gələn adamları ona əzab verən xəstəlikdən yox, iş və vəqayiflardan danışır.

1983-cü ildə A.P.Yerşov qarışıq hesablama nəzəriyyəsinə əsaslı töhfəsinə görə akademik A.H.Krlov adına mükafatla təltif edilmişdir.

"Alfa" proqramlaşdırma dili və optimallaşdırıcı "Alfa"-translyatoru, "Aist-0" ilk sovet vaxtın bölüşdürülməsi sistemi, "Məktəbli qız" tədris informatika sistemi, "Rubin" çap məhsullarının hazırlanması sistemi, "Mramor" çoxprosessorlu işçi stansiyası – bütün bu mühüm layihələr A.P.Yerşovun təşəbbüsü ilə yaradılmış və onun rəhbərliyiylə yerinə yetirilmişdir.

Unikal elmi uzaqgörənliyi sayəsində Andrey Petroviç elmin və cəmiyyətin tərəqqisində hesablama texnikasının həlledici rolunu ilk başa düşən alimlərdən biri olmuşdur. Onun parlaq ideyaları SSRİ-də paralel proqramlaşdırma və süni intellekt kimi elmi istiqamətlərin inkişafının əsasını qoymuşdur.

A.P.Yerşov 1980-ci ildə orta məktəbdə proqramlaşdırmanın tədrisi üzrə eksperimentlərə başladı. Bu, məktəb proqramına informatika və hesablama texnikası kursunun daxil edilməsi ilə nəticələndi.

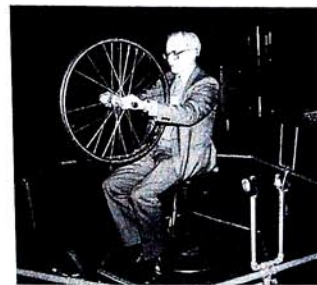
Bu gün geniş istifadə olunan "məktəb informatikası" termini EA ŞŞ-nin Hesablama mərkəzində, Yerşovun kabinetində yaranmışdır. Onun bilavasitə müəllif kimi iştirakı ilə (məktəb alqoritmik dilinin təsvirini təklif etmişdir) informatika əldə ilk sovet məktəb dərsləri hazırlanmışdır. Bundan başqa, bu kurs üzrə o, bir sıra tədris televerilişləri də yaratmışdır.

A.P.Yerşov Novosibirsk Akademşəhərciyyə muntəzəm olaraq keçirilən Gənc proqramçıların Ümumittifaq yay məktəblərinin daimi və ən əziz qonağı idi.

Akademik Yerşovun elmdə təşkilatçı kimi rolu böyük idi: o, müxtəlif beynəlxalq elmi konfrans və konqreslərin hazırlanmasında çox aktiv iştirak edirdi.

həm rusca çıxan "Микропроцессорные средства и системы", "Кибернетика", "Программирование", həm də beynəlxalq "Acta Informatica", "Information Processing Letters", "Theoretical Computer Science" jurnallarının redaktoru və redaksiya heyətinin üzvü idi.

Rusiya EA ŞŞ İnformatika sistemləri institutu və əsas məqsədi informatikanı ixtiraçılıq, yaradıcılıq və sənətkarlıq kimi inkişaf etdirmək olan A.P.Yerşov adına xeyriyyə Fondu onun adını daşıyır.



A.P.Yerşov
1986-cı ildə.
Fiziki təcrübələr.

UŞAQLARA PROQRAMLAŞDIRMANI NƏ ÜÇÜN VƏ NECƏ ÖYRƏTMƏLİ

PROQRAMÇILARIN ÜÇ KATEQORİYASI

Hesablama maşınlarının sayı ildən-ilə çoxalır. Kompüterin köməyiylə həll olunan məsələlərin sayı ondan da böyük sürətlə artır. Sanki perspektiv aydındır: tezliklə hamı alqoritmik dillərdə proqram yazmalı olacaq.

Hesablama texnikasının inkişafının ilk dövrlərindən proqramçılar arasında əməyin bölgüsü nəzərdə tutulub. *Sistem proqramçıları* – professional proqramçılardır. Onların yaratdıqları proqramlar (əməliyyat sistemləri, yüksək səviyyəli dillərin translyatorları, verilənlər bazasını idarəetmə proqramları və s.) bütün kompüter istifadəçilərinin işini asanlaşdırır. Sistem proqramçıları ali, bir qayda olaraq, universitet təhsili alırlar.

İkinci "qat" proqramçılar – *tətbiqi proqramçılardır*. İqtisadiyyat, geologiya, poliqrafiya, meteorologiya, tibb və s. üzrə müxtəssis olan bu adamlar proqramlaşdırma nəzəriyyəsinə, konkret kompüterlərdə proqramlaşdırmanın xüsusiyyətlərini bilmədən öz sahələri üzrə məsələni ən münasib proqramlaşdırma



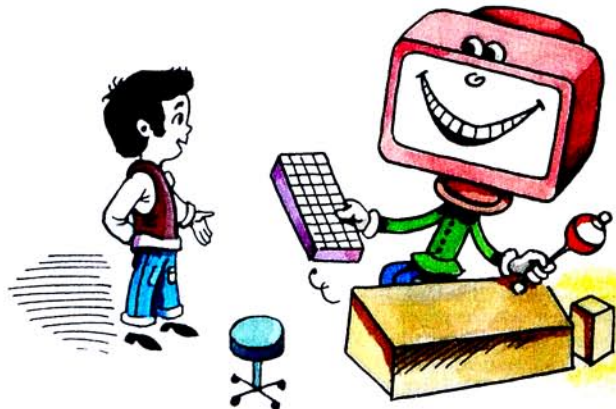


Kompüter sinfi.

dəçilər dəmiryol kassasının kassiri, bank operatoru, poçt xidmətçiləridir.

Sistem və tətbiqi proqramçıların sayı və artım sürəti müqayisədə çox deyil. "Sadə" parametrik istifadəçilərin sayı isə artır və sürətlə artmaqda davam edəcək. İndi tamamilə aydındır ki, tezliklə yer kürəsi əhalisinin böyük hissəsi istifadəçiyə çevriləcək. Lakin kompüterdən uğurla istifadə üçün hətta parametrik istifadəçilər də müəyyən bacarıq və vərdislərə yiyələnmişdirlər.

Qol saatınızda "Pentium IV"-dən aşağı olmayan prosessor durursa, onda siz əsl proqramçısınız.



PROQRAMÇI NƏ EDƏ BİLƏR

Aşağıda sadalananlar hər bir parametrik istifadəçiyə lazım ola biləcək bacarıq və vərdislərin bir hissəsidir.

Birincisi, məhdud vasitələr çərçivəsində işləri planlaşdırmağı öyrənmək.

İkincisi, bütün obyektləri formal və tam olaraq verilənlər və ya nəticələr kimi göstərə bilmək, onların qarşılıqlı əlaqəsini və ya proqramçıların dilinə desək, məsələnin informasiya modelini qurmağı bacarmaq.

Üçüncüsü, lazımi informasiyanı necə tez tapmağı bilmək (axı, məsələnin həllinə sərf olunan vaxtın böyük hissəsini informasiyanın axtarışı tutur).

Dördüncüsü, maşın üçün komandaları düzgün qurmaq çox əhəmiyyətlidir: əgər kompüter zəngin prosedurlar yığımına (və ya sistem proqramçısının dediyi kimi, yaxşı proqram təminatına) malikdirsə, onda onunla böyük informasiya porsiyaları – prosedurlar vasitəsilə ünsiyyətə olmaq olar; lakin əgər əvvəlcədən belə prosedurlar yazılmamışsa, onda tələb olunan əməliyyatları daha kiçik informasiya porsiyaları – operator və ya

direktivlər vasitəsilə təsvir etməklə məşinə müraciət etmək olar.

İndiyədək göstərilən bacarıq və vərdislər hesablama texnikasından yalnız effektiv istifadə zərurətilə əlaqələndirilmişdir. Bununla belə, onların hər biri daha geniş mənə daşıyır.

Məsələn, planlaşdırmağı bacarmaq təkcə kompüter istifadəsinə deyil, həm də mühəndisə, aqronomu, zabıtə, müəllimə, iqtisadçıya və başqalarına lazımdır.

Modeləşdirməyi bilmək, yəni yaradılan konstruksiyanın xüsusiyyətlərini əvvəlcədən görmək, yaradıcı işçilərə – texnoloqlara, mühəndislərə, fiziklərə, astronomlara daha gərəklidir.

Axtarışın düzgün təşkili – lazımi məlumat almaq üçün insan biliyinin müxtəlif saxlanma yerlərinə: kitabxanalara, arxivlərə, informasiya sistemlərinə müraciət edilən hər bir kəsin uğurlu işinin əsasıdır. Əbəs yerə demirlər ki, bəşəriyyətin topladığı bütün bilikləri şagirdə məktəb illərində vermək imkanı olmadığından müəllim ilk növbədə ona oxumağı, daha doğrusu, ona lazımi informasiyanı axtarıb tapa bilməyi öyrətməlidir.

Nəhayət, istənilən insan kollektivində ünsiyyət intizamı kompüterlə "söhbət"dən az əhəmiyyət kəsb etmir. Burada məsələ yalnız ifadə dəqiqliyində və nəzakətdə deyil. Söhbətin işgüzar alınması üçün həmsöhbətinin, məsələnin, bilik səviyyəsini nəzərə almaq.

PROQRAMLAŞDIRMA KÖMƏYƏ GƏLƏR

Planlaşdırma, modeləşdirmə, informasiya axtarmaq, ünsiyyət qurmaq bacarığı o qədər fundamentaldir ki, öyrənməyə mümkün qədər tez başlamaq lazımdır. Lakin nə fizika, nə də ədəbiyyat, nə

MAĞAZALARI GƏZİRİK...

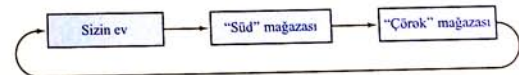
Biz hər tərəfdən informatika ilə əhatə olunmuşuq. Hərçənd adama elə gəlir ki, informatika bilikləri bizə anadən gəlir. Əksər pedaqoqları belə bir sual narahat edir: alqoritmik düşünməyi öyrətmə təbii şərtlər daxilində mümkündürmü? Təəssüf ki, yox. İnformatika müəllimlərini uzun illər heyratlandıran fakt budur.

İnformatika kursu başlayandan bir həftə sonra, "maraq peyvəndi" adlandırılan dərsdə çox sadə bir məsələ təklif olunur: "Çörək və süd alıb evə qayıtmalısınız. Bu zaman heç bir qeyri-adi və əlavə şərtlər fikirləşmək lazım deyil. Sadəcə almaq və sonra isə geri dönmək lazımdır."

Heç bir şifadə heç bir şagird əvvəl çörək, sonra süd almıdı, tərsinə elədi, yəni boş yerə gücünü sərf elədi. Hamı südü çörək dükanına daşdı və əksinə.

Təəssüflə deyə bilərik ki, planlaşdırma (və ya onu proqramlaşdırma adlandırmaq) adı (yəni təbii) və yayılmış düşüncə tərzidir. Alqoritmik düşüncə, məsələni, ya tanış həlləri oxuyarkən, ya da gərəkn müvazinətli saxlamaq kimi "avtomatik" deyil. Belə çıxır ki, bu bacarığı (hətta onu öyrətsən belə) hər bir halda xüsusi olaraq "işə salmaq" lazımdır. Məsələnin birbaşa həllindəki uğursuzluq "işə salmaq" üçün signaldır.

Məneələr çıxmırsa, hərəkətlər ardıcılığı həmişə primitivdir (əvvəlcə süd, sonra – çörək) və çox vaxt effektiv deyildir.



hətta riyaziyyat bunun üçün vacib olan alətlərə (tam həcmdə) malik deyil. Proqramlaşdırmada isə belə alətlər var! Həqiqətən, kim ki, prosedur, şərti operator, dövr nə olduğunu başa düşür, planlaşdırma bacarığına da asanlıqla yiyələnə bilər. İnformasiya modeləşdirməsi üçün müasir proqramlaşdırma dillərində olan verilənləri təsvir vasitələri – çoxluqlar, cədvəllər, kataloqlar, fayllar çox münasibdir. Eləcə də



axtarışın təşkili üçün müxtəlif axtarış mexanizmləri (kataloqlar, çoxsəviyyəli indekslər, düzülüş funksiyaları və s.), ünsiyyət prosesinin təşkili üçün isə

sintaktik təsvir və makrovasitələr istifadə edilir.

“Uşaqları necə öyrətməli?” sualına cavab almağa dərs proqramlarının yaradılması ilə məşğul olan müəllim və proqramçıların təcrübəsi kömək etdi. Onlar hesab edirlər ki, ilk növbədə hər biri konkret, eyni zamanda dərs məsələsi üçün nəzərdə tutulan sadə icraçı-robotları idarə etməyi öyrənmək vacibdir.

İbtidai məktəb şagirdlərinin informatika dərslərində ekranda LOGO və ya Pascal dillərində yazılmış proqramların sətirləri deyil, icraçılar – Daşıyıcı, Cəmləyici, Cizgiçi, Kenquru, Xoruz... görünür.

Uşaqlar oynaya-oynaya öyrənirlər. Və yalnız icraçılarla oyunda proqramlaşdırma üçün lazım olan əsas anlayışları bilib (komanda, komandalı sistem, informasiya obyektinin adı, budaqlanmalar, təkrarlar) əvvəl təhsil, sonra isə professional proqramlaşdırma dillərinin mənimsənilməsinə başlamaq olar.

PROQRAMLAŞDIRMA İKİNCİ SAVADDIR



İndi Azərbaycan məktəbində informatika kursunun məzmunu bu kursun daxil edildiyi vaxtdan bu günə qədər əsaslı surətdə dəyişilmişdir: məktəbliləri populyar Basic və Pascal dillərindən birində proqramlaşdırma vasitəsilə alqoritmləşdirmənin məcburi şəkildə öyrədilməsindən katibə-makinaçı yetişdirmək üçün Microsoft Word ilə mətnin redaktəsinin öyrədilməsinədək. Özünün (və ya başqasının) hərəkətlərini əvvəlcədən planlaşdırmaq bacarığı, proqram tərtib etmək (sonrakı işlərin planı) hər yerdə istifadə olunur. Məsələn, müəyyən vaxtda televizordan videomaqnitofona kinofilmi yazmaq üçün əvvəlcə videomaqnitofonun proqramlaşdırma dilini göstərən istismar təlimatını öyrənmək lazımdır:



Yazı tarixini təyin etmək = bu gün;
Yazının başlanğıcını təyin etmək = 10.00;
Yazının sonunu təyin etmək = 11.25;
Telekanalın nömrəsini təyin etmək = 4;
Yazının sürətini təyin etmək = LP.

Doğrudan da, videomaqnitofonun proqramlaşdırılması o qədər də mürəkkəb proses deyil. Lakin müasir proqramlaşdırıla bilən ev cihazlarının sayı gün-böğün artır. Bu həm nömrələrin yadda saxlanması proqramlaşdırılan, müxtəlif parametrlərin qoyulduğu mobil telefonlardır, həm də mikrodalğalı soba-



lardır, mətbəx qəhvə dəmləyənləri, çörək sobalarıdır və s. Kompüter də belə ev cihazlarındandır, ancaq daha mürəkkəb və universaldır.

Universal proqramlaşdırma dilindən istifadə edərək beyində və ya kağızda proqram tərtib etmək olar. Proqramı kompüter, insan və ya dili başa düşən və *icraçıları* komandaları yerinə yetirməyə məcbur edə bilən abstrakt *universal işgöhrən* yerinə yetirə bilər. Ana uşağa nəəsinə zəng etməyi belə öyrədir:

“2 klavişini bas,
3 klavişini bas,
2 klavişini bas...”

Burada uşaq proqramın işgöhrəni, telefon isə – icraçısıdır.

Riyaziyyat dərslərində də proqramların yerinə yetirilməsi baş verir, məsələn, $ax^2+bx+c=0$ kvadrat tənliyinin həlli üçün $D=b^2-4ac$ diskriminantını hesablamaq lazımdır:

əgər $D<0$, *onda* köklər yoxdur,
əgər $D>0$, *onda* köklər üst-üstə düşür,
əgər...

Qol saatınızda düymələrin sayı noutbukunuzun klaviaturasındakından az deyilsə, siz əsl proqramçısınız.

Konserv bıçağınızda USB bağlayıcısı varsa və ondan MP3-pleyer kimi istifadə edərsinizsə, siz əsl proqramçısınız.

İÇİNDƏ NƏ VAR?

Uşaq elektron saati söküb onun iş prinsipini başa düşə bilməyəcək (həmçinin bəzi hallarda böyük də). Beləcə də "kompüter" adlı obyektin əsərləşdirilməsi baş verir. Bir çox adamlar üçün o, möcüzədir. Və bu, insan üçün tamamilə təbiidir.

Digər tərəfdən, uşaqların böyük əksəriyyəti 9-10 yaşında mexaniki saatin necə işləməsinə təsəvvür edir. Onlara yay, dişli çarx, aqrab haqqında müxtəlif yollarla bir neçə dəfə danışmışlar. Bəziləri isə saati sökərək hər şeyi öz gözlərilə görmüşlər.

Nə alınır?

Əgər biz iki aqrab çıxan səthi görürüksə və dişli çarx haqqında biliriksə (ancaq onların sayı, ölçüsü, qoşulma ardıcılığı haqqında bilmirik), onda bu kifayət edir ki, möcüzə effekti yaranmasın.

Məlum nəticəni çıxaraq.

İstənilən obyekt üzərindən əsəir pərdəsini götürmək üçün onun haqqında (məsələn, elektron saat və ya kompüter haqqında) çox da danışmaq lazım deyildir. Mütləq kompüterin quruluş prinsipini və onun üçün proqram tərtibini izah etmək lazımdır (və yalnız iş əsnasında kompüterə şəbəkəyə qoşmağı öyrətmək). Başqa sözlə, informatika kursunda saati necə qurmağı göstərmək və onun çıxqılısına qulaq asmaq yox, dişli çarx haqqında danışmaq lazımdır.



Bu halda şagird mahiyyətcə öz komandalar yığını ilə birlikdə icraçıdır.

Kompüter çox vaxt özündə bütün bir icraçı dəstini birləşdirdiyi və özü də proqramın işgörməni olduğu kimi şagird də tez-tez müxtəlif proqramlaşdırma dillərində yazılan proqramların işgörməni rolunda çıxış etməli olur. Həqiqətən, müəllimlər riyaziyyat və fizika dərslərində, biologiya və kimyadan laboratoriya məşğələlərində proqramların ifadə edildiyi dili (hərəkətlər ardıcılığını) heç vaxt formallaşdırmırlar. Şagirdlər bu və ya digər dərəcədə onu başa düşməyi öyrənirlər.

İcra keyfiyyəti bəzən şagirdin bacarıq və fərsətindən yox, ifadə dilini formallaşdırmağı bacaran və şagirdlərə onu öyrədən pedaqoqun talant və təcrübəsindən asılı olur. Bax burada alqoritmləşdirmə vərdisləri kara gələrdi! Əlbəttə, müəllimlər onları bir kəlmədən başa düşən və bütün tapşırıqları yerinə yetirən, yəni proqramlaşdırma dilini anlayan və proqramları icra edən şagirdləri ideal hesab edir.

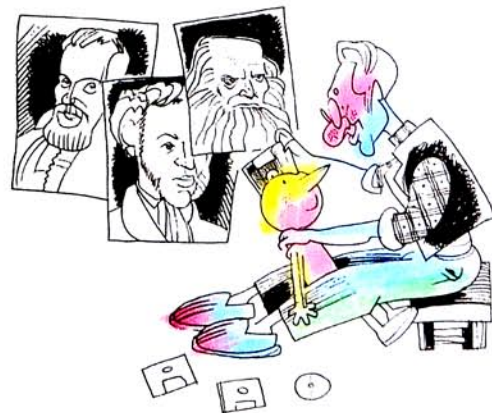
Dilin uğurlu formallaşdırma örnəkləri mövcuddur. Hərbiçlərin nizamnaməsində hər şey yazılmışdır – idarəetmə dilindən (hərbiçlərin proqramlaşdırılması) proqrama (əsgər və zabitlərin davranışı) qədər. Demək olar ki, "dəftərxana" dili formallaşdırılıb. Müəssisələrdə bu dildə yazışma aparılır, əmr və göstərişlər verilir.

Uşağın ibtidai siniflərdə aldığı bilimin həcmi imkan verməlidir ki, o bütün məktəb fənləri üzrə proqramları şüurlu surətdə yerinə yetirə bilsin. Riyaziyyatın və başqa fənlərin gücü, mürəkkəb məişət texnikasının istismar təlimatının gücü məhz proqramlaşdırma dilini təsvir etmədən insandan işgörməni kimi istifadə edən metodik üsullardadır.

Orta sinif məktəbli üçün universal işgörməni dilində proqram tərtib etməyi öyrənmək əhəmiyyətlidir. Fəndən fənnə

icraçılar qrupu dəyişir – hesabı əməliyyatlardan kimyəvi və ya fiziki təcrübələrə keçir. Şagird müəllimlərin proqram işgörməni kimi müxtəlif dillərdə proqramları başa düşmək və yaratmaq iqtidarındadır.

Yuxarı siniflərdə məsələlərin çətinliyi artır, inkişaf etmiş struktura malik dillər və mürəkkəb işgörmələr meydana gəlir. Bu müəyyən proqramlaşdırma texnologiyasını (proqram tərtibini) öyrənməyi tələb edir. Nəticədə şagird konkret məsələnin həlli üçün vacib olan işgörməni və icraçının proqramlaşdırma dilini layihələndirməyi bacarmalıdır. Bu artıq gündəliyin doldurulması və istifadəsi deyil, belə gündəliyin layihələndirilməsidir.



YANILA-YANILA ÖYRƏNİRLƏR...

Səhvə görə cəzalandırırlar. Ona görə də səhv etməyi nəinki sevmirlər, həm də səhv etməkdən qorxurlar. Qorxudan isə ya fəaliyyətsizlik, ya da yeni səhv yaranır.

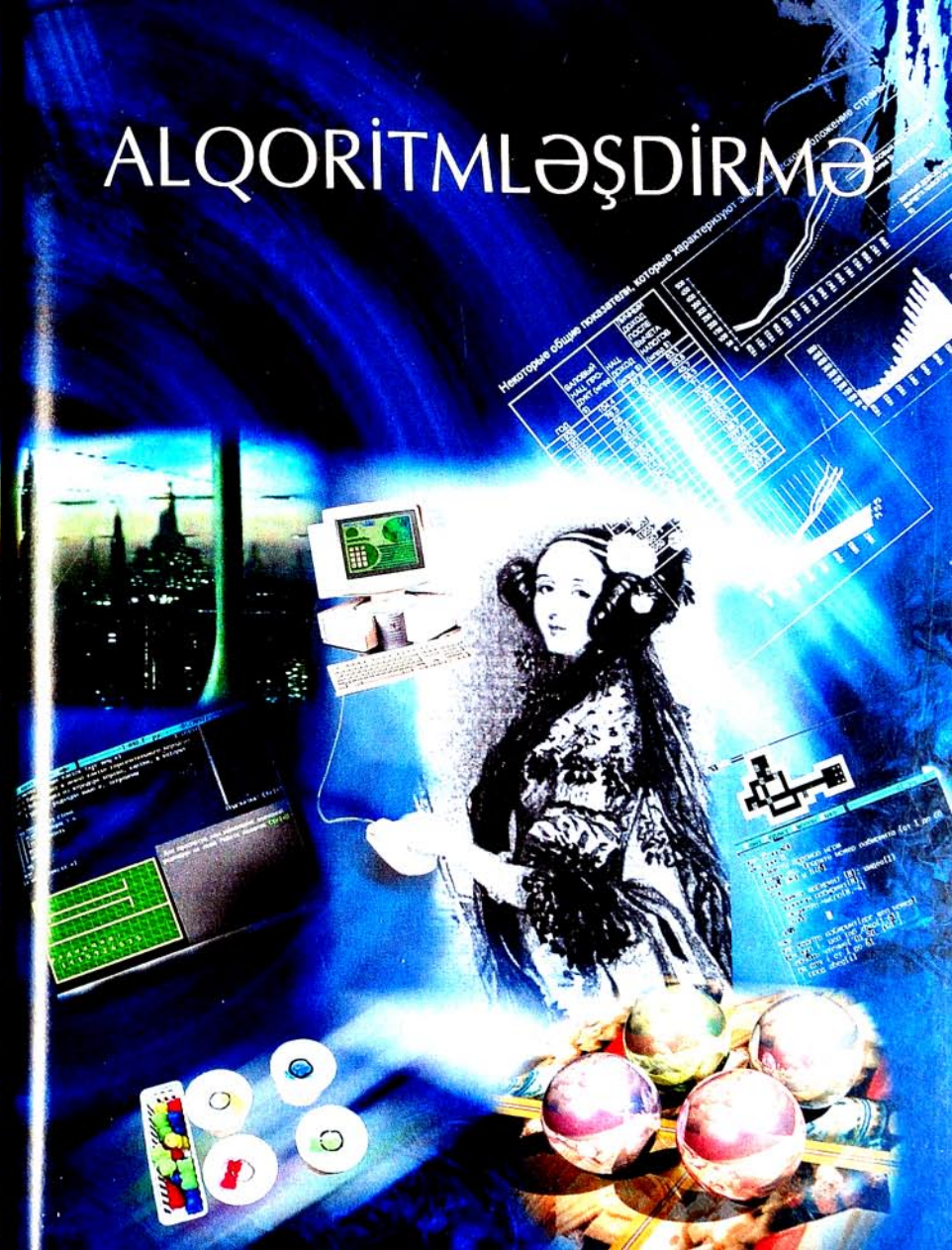
Lakin biz bilirik ki adamlar var ki, işə bu fikirlə başlayırlar: "İndi mən hər şeyi səhv yazacağam". Və onlar bundan qorxmırlar. Bu adamlar – proqramçılardır.

İnformatikası öyrətmə prosesində təkcə səhv etməkdən qorxmamağı deyil, həm də səhvlərə sevinməyi öyrənmək olar, çünki hər bir tapılan səhv hələ tapılmamış səhvlərin sayını azaldır.

Səhv mövzusunı davam edərək, qeyd edək ki (əgər məsələ kompüterdə işləməklə müşayiət edilsə), iş əsnasında öz proqramını düzgün və tez sazlamadı (başqa sözlə, "simptomlara görə diaqnoz qoymadı") öyrənmək olar. Bu isə müstəntiq, hakim, siyasətçi, jurnalist, geokəşfiyyatçılara və başqalarına vacibdir, çünki proqramda səhvlərin axtarışı qəzəbin səbəbini müəyyən etməyə və onu təkrar-təkrar yoxlamağa imkan verir. Lakin bunun tədrisi alqoritmik düşüncənin öyrədilməsilə heç cür kəşiməməli olan ayrıca bir məsələdir.



ALQORİTMLƏŞDİRMƏ





ALQORİTM

ALQORİTM VƏ PROQRAMLAR

ALQORİTM ANLAYIŞI

Hər bir insan öz gündəlik həyatında, təhsilində və ya işində həll edilməsi vacib olan müxtəlif çətinlikli çoxlu sayda məsələlərlə qarşılaşır. Onlardan bəziləri o dərəcədə çətin olur ki, onların həllini tapmaq üçün (bəzi hallarda isə həlli tapmaq mümkün olmur) uzun müddət düşünmək tələb olunur. Digərləri isə əksinə, o qədər sadə və adi olur ki, onlar



avtomatik həll edilir. "İnstitutu qəbul olmaq" kimi bir məsələnin həlli "Dondurma almaq" kimi bir məsələnin həllindən yəqinə qədər çətin və onun həlli üçün daha çox sayda çətin əməliyyatların yerinə yetirilməsi tələb olunur. Bu zaman, hətta ən sadə məsələnin həlli belə adətən bir neçə ardıcıl mərhələ və ya *addım*da həyata keçirilir. Əgər bu məsələlərin həlli yollarını analiz etsək, görürük ki, məsələnin həlli üçün yerinə yetirilməsi lazım olan hər bir əməliyyat, dəqiq şəkildə ifadə olunmalı və yazılmalıdır.

Məsələn, nahar hazırlanması prosesini belə təsvir etmək olar:

- 1) şorba bişirmək;
- 2) ikinci yeməyi hazırlamaq;
- 3) desert hazırlamaq.

Belə bir yazılış (bunu *təlimat* adlandıraraq) praktika üçün çox az əhəmiyyətlidir. Aydındır ki, addımlar daha sadə olmalıdır, ona görə də onları bir qədər ətraflı

izah etmək lazımdır (hələlik birinci bəndlə kifayətlənək):

- 1) tərəvəzləri yumaq, təmizləmək və doğramaq;
- 2) piloteni yandırmaq;
- 3) qazanda suyu qaynatmaq;
- 4) əti qaynanmış suya tökmək;
- 6) ət bişdikdən sonra üzərinə tərəvəzləri tökmək;
- 7) tərəvəzlər bişdikdən sonra piloteni söndürmək.

Burada göstərilən əməliyyatlar ardıcılığına əməl etməklə hər bir insan şorba hazırlaya bilər. Buna analoji olaraq orta məktəb riyaziyyat kursundan məlum olan bir çox məsələlərin həlli prosesini addımlar ardıcılığı şəklində təsvir etmək olar: kəsirlərin ortaq məxrəcə gətirilməsi, xətti tənliklər sisteminin məhsulların ardıcıl yox edilməsi üsulu ilə həlli, üçbucağın verilmiş üç tərəfinə görə pərgar və xətkəs vasitəsilə qurulması və s. Məsələnin həllində addımların bu cür ardıcılığı *alqoritm* adlanır.

Hər bir əməliyyat ayrılıqda – *alqoritm*in *addımıdır* ("tərəvəzləri təmizləmək", "*a*-nı *b*-yə vurmaq" və s.). Alqoritm in addımlarının ardıcılığı ciddi qeyd olunur, başqa sözlə addımlar *nizamlı* olmalıdır. Düzdür, bu qaydanın gözlənilmədiyi *parallel alqoritm*lər də mövcuddur. Belə alqoritmələrdə addımların yazılış ardıcılığının uyğun əməliyyatların yerinə yetirilməsi ardıcılığıyla üst-üstə düşməsi vacib deyildir.

Alqoritm anlayışı *üsul* (xətti tənliklər sisteminin həlli üçün Qaus üsulu), *qayda* (pərgar və xətkəs vasitəsilə üç tərəfinə görə üçbucağın qurulması qaydası) və hətta *resept* kimi anlayışlara yaxındır. *Prosedur* (məhkəmə proseduru), *proqram* (hökumətin iqtisadiyyatı böhrandan çıxarmaq üçün fəaliyyət proqramı), *proses* (Yaxın Şərqdə sülh prosesi) kimi digər anlayışlar da alqoritm ilə çoxlu oxşar xüsusiyyətlərə malikdir. Buna görə də məhz alqoritmlərin

fərqli xüsusiyyətlərini dəqiq ifadə etmək lazımdır.

Hər şeydən əvvəl, alqoritm giriş verilənlərinin və müəyyən nəticələrin olmasını nəzərdə tutur. Deməli, alqoritm – dəqiq müəyyən edilmiş təlimatdır ki, onu giriş verilənlərinə ardıcıl tətbiq edərək məsələnin həllini almaq olar. Bir çox alqoritmələr elə xassəyə malikdir ki, müxtəlif giriş verilənləri üçün dəyişməz qalır (şorbanın hazırlanma qaydası istisna olmaqla). Müxtəlif tərəvəzlər üçün eynidir; düzbucağının sahəsinin hesablanması qaydası onun *a* və *b* tərəflərinin istənilən qiymətlərində eynidir. Alqoritm bu cür xassəsini *kütləvilik* adlandırırlar. Bu xassə məsələnin həlli üçün eyni bir alqoritmə çoxlu sayda tətbiq etməyə imkan verir. Bu zaman nəzərə almaq lazımdır ki, hər bir alqoritm üçün mümkün giriş verilənləri kimi götürülən obyektlər çoxluğu mövcuddur. Məsələn, *a* və *b* yalnız həqiqi müsbət ədədlər ola bilər: həqiqi ədədlərin bölünmə alqoritmində bölünən istənilən ədəd ola bilər, bölən isə sıfıra bərabər olmamalıdır.

Alqoritmə mümkün giriş verilənləri çoxluğundan olan müəyyən verilənlər yığımına tətbiq etməklə həmişə nəticə almaq mümkündürmü? Həmişə mümkün olmur, belə ki, 7-ni 3-ə bölərkən hər





iki tam ədəd mümkün olan ədəddir, amma nəticə 2,333... sonsuz onluq kəsirdir. Bu növ alqoritmlər üçün deyilir ki, onlar *potensial həll edilə biləndir*, amma sonsuz sayda addımlardan ibarətdirlər.

Bununla əlaqədar olaraq alqoritmin sonluğunu anlayışını daxil etmək lazımdır. Onun mənası bundan ibarətdir ki, alqoritmin yerinə yetirilməsi mütləq onu sona çatdırmalıdır. Eyni zamanda, praktikada geniş şəkildə tətbiq edilən sonsuz alqoritmlərə nümunələr göstərmək olar. Məsələn, meteoroloji məlumatların toplanması sisteminin iş alqoritm bu sistemə fəaliyyət dövrü ərzində müəyyən tezliklə fasiləsiz (hər dəqiqə, hər saat və ya hər gün) təkrarlanan "Havanın temperaturunu ölçmək" və "Atmosfer təzyiqini müəyyən etmək" kimi əməliyyatlar ardıcılığından ibarətdir.

Praktikada adətən, alqoritmin sonlu vaxt ərzində sonlu sayda addımlardan sonra verdiyi nəticə maraqlıdır (doğrudan da, sabaha olan hava proqnozunu bir həftəyə hesablayan alqoritmin nə faydası var). Sonluq xassəsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir, çünki tez-tez alqo-



ritmin potensial deyil, möhz *real* yerinə yetirilməsinin mümkünlüyü tələb olunur.

Bölmə misalına qayıdaq. Əgər prosesi hər hansı bir addımda dayandırsaq, onda alınan ədəd, ümumiyyətlə, qiymət olma-yacaq, bununla belə onu konkret məsələ üçün müəyyən dəqiqliklə təqribi nəticə kimi qəbul etmək olar.

Alqoritm anlayışı ilə *alqoritmin icra-cısı* haqqında təsəvvür sıx surətdə bağ-lıdır. Bu rolda kimin çıxışı etməsi vacib deyildir: insan (aşpaz, abituriyent və ya yuxarıda göstərilən nümunələrdəki riyaziyyatçı) və yaxud müəyyən texniki qurğu (o cümlədən kompüter). Əsas şərt – alqoritmin icraçısı onun hər bir addımını yerinə yetirməyi bacarmalıdır.

Buradan da alqoritmin növbəti vacib xassəsi meydana çıxır – *müəyyənlik*. Alqoritmin hər bir addımında, bu addımı yerinə yetirmək üçün icraçının kifayət qədər məlumatı olmalıdır. Bundan başqa, alqoritmin icraçısı onun hansı yolla yerinə yetirildiyini dəqiq bilməlidir. Asanlıqla görmək olar ki, yuxarıda göstərilən şərhə hazırlanması alqoritminin bəzi addımlarının da öz növbəsində dəqiqləşdirilməsinə ehtiyac vardır (məsələn, "Qaz pilotəsini yandırmaq" bəndi, "Kibrit qutusunu götürmək", "Kibrit döşəsinə yandırmaq", "Qaz pilotəsinin ventili-ni burmaq", "Qazı yandırmaq" kimi əməliyyatlar ardıcılığına yerinə yetiril-məsini tələb edir). Deməli, müəyyənlik xassəsinin yerinə yetirilməsi üçün təli-matdakı addımlar kifayət qədər sadə, *elementar* olmalı, icraçı isə alqoritmi təşkil edən əməliyyatlar ardıcılığında hər bir addımın məğzini *birnəməli* şəkildə başa düşməlidir (düzbucaqlının sahəsini hesablayarkən alqoritmı yerinə yetirən hər bir icraçı mütləq vurmanı bilməli, eləcə də "x" əməl işarəsini toplama kimi yox, vurma kimi başa düşməlidir). Burada vacib bir problem ortaya çıxır: bu şərtin yerinə yetirilməsi üçün alqoritm *hansı şəkildə, hansı formada* göstərilməlidir.

İLK ALQORITMLƏR

Riyazi alqoritmlərdən bəziləri artıq neçə minilliklərdir ki, məlumdur. Belə hesab edilir ki, trivial (adi) olmayan ən qədim alqoritm iki tam ədədin ən böyük ortaq böləninə tapılması üsuludur. O, təxminən 2300 il əvvəl kəşf edilmiş və Evklid alqoritmı kimi tanınmışdır. Bu alqoritm qədim yunan riyaziyyatçısının "Başlangıclar" əsərinin yeddinci kitabında əks olunmuşdur (düzdür, belə fərziyyə var ki, Evklid alqoritmı Evdoksun 75 il ondan əvvəl təklif etdiyi alqoritmin interpretasiyasıdır).

Evklid alqoritmı iki müsbət, tam ədədin ən böyük ortaq böləninə (ƏBOB-un) tapılmasından ibarətdir. "Tutaq ki, A və C verilmiş iki müsbət tam ədədlərdir. Onların ən böyük ortaq böləninə tapmaq lazımdır. Əgər C ədədi A-nı bölürsə, onda C ədədi A və C ədədlərinin ortaq bölənidir, çünki C özünə də bölünür. Aydın ki, C ən böyük ortaq bölənlə olacaq, çünki C-dən böyük olan və C-ni bölməyə ədəd yoxdur. Əgər C A-nı bölmürsə, onda ardıcıl olaraq onların ən böyüyündən kiçiyini çıxırıq. Bu əməliyyat o vaxta qədər davam edir ki, alınan ədəd əvvəlki çıxılanı bölsün. Gec-tez belə bir ədəd alınacaqdır, çünki əgər fərq 1-ə bərabər olarsa, onda 1 əvvəlki çıxılanı böləcəkdir.

Tutaq ki, E A-nın C-yə bölünməsindən alınan müsbət qalıqdır. F isə C-nin E-yə bölünməsindən alınan müsbət qalıqdır. Tutaq ki, F E-ni bölür. F E-ni böldüyü üçün və E də (C – F)-i böldüyü üçün F (C – F) fərqini də bölür, lakin F öz-özünü böldüyü üçün buradan alınır ki, F C-ni bölür. Lakin C (A – E)-ni böldüyü üçün F həm də (A – E)-ni bölür. O həm də E-ni bölür, buna görə də o həm də A-nı bölür. Buradan alınır ki, A və C ədədlərinin ortaq böləni F-dir.

İndi göstərmək ki, o, həm də ən böyük ortaq böləndir. Doğrudan da, əgər F A və C ədədlərinin ən böyük ortaq böləni deyilsə, onda F-dən böyük bir ədəd onların hər ikisini böləcək. Bu ədədi G ilə işarə edək.

Bir halda ki, G C-ni bölür, C isə öz növbəsində (A – E)-ni bölür, onda G də (A – E)-ni bölür. G həm də A-nı bölür, nəticə etibarilə o, E qalığını da bölür. Lakin E (C – F)-i bölür. Ona görə də, G (C – F)-i bölür. G həm də C-ni bölür və deməli o, F qalığını da bölür. Yəni böyük ədəd kiçiyi bölür. Bu isə mümkün deyil.

Buna görə də F-dən böyük olan elə bir ədəd yoxdur ki, A və C ədədlərini bölsün. Deməli, F onların ən böyük ortaq bölənidir".

Qədim Misir papiruslarında hesablama prosedurlarının daha qədim nümunələrini tapmaq olar. Belə ki, iki dəfə artırmağa və toplamaya əsaslanan vurma üsulu misirlilərə məlum idi (yeri gəlmişkən, geniş istifadə olunan bəzi müasir alqoritmlər də bu ideyaya əsaslanır). Qədim Misirdən fərqli olaraq Babilistanda məsələnin həllindən əlavə ümumi şəkildə yararlı olan hesablama prosesinin izahının verilməsi də qəbul olunmuşdu. Məsələn, əgər vurulardan biri vahidə bərabər olsada vurma yenə də yerinə

yeterilirdi. Babilistamlar yunanalardan 1500 il əvvəl alqoritmlərdən istifadə etdiklərinə bax-mayaraq, tarixçi alimlər Evklidin öncül olmasını yekdilliklə qəbul edirlər. Evklid alqoritmı kifayət qədər mürəkkəb quruluşa malik-dir: o, *iterasiyalı* alqoritmdir (bəzi əməliyyatları bir neçə dəfə təkrarlanan alqoritmləri belə adlan-dırırlar). Babilistamlar alqoritmləri yalnız tarixi maraq daşıyır, lakin Evklid alqoritmı indiyə qədər öz praktiki əhəmiyyətini itirməmişdir.

Praktikada geniş istifadə edilmiş daha bir qədim alqoritm:

Əl-Kaşi alqoritmı. xⁿ qiymətinin hesablanması, burada n – müsbət ədəddir.

Addım 1. Üç kəmiyyət daxil edirik – N:=n; y:=1; z:=x.

Halda xⁿ=y × zⁿ münasibəti doğru olur.

Addım 2. N-i tam olaraq 2-yə bölək. N:=N div 2; eyni zamanda N-in qiymətinin bundan əvvəl cüt olub-olmadığını müəyyənəlişdiririk.

Əgər N cütdürsə, 5-ci addıma keçirik.

Addım 3. y-i z-ə vururuq. y:=y × z.

Addım 4. Əgər N sıfıra bərabərdirsə, onda cavab y-ə bərabərdir.

Addım 5. z-i öz-özünə vururuq. z:=z × z.

2-ci addıma qayıdırıq.

Bu alqoritmı XV əsrin əvvəllərində təklif edilmişdir (ancaq eramızdan təxminən 200 il əvvəl "Çanda-sutra" adlı hind riyazi traktatında analoji üsulun təsviri verilmiş-dir). Möhz belə prosedurdan Misir riyaziyyatçıları hələ eramızdan əvvəl XVIII əsrdə vurma üçün istifadə etmişlər.

Addım 1. Üç kəmiyyət daxil edək: – N:=n; y:=0; z:=x

Addım 2. N-i tam olaraq 2-yə bölürük. N:=N div 2; eyni zamanda N-in bundan əvvəl cüt olub-olmadığını müəyyənəlişdiririk.

Əgər N cütdürsə, 5-ci addıma keçirik.

Addım 3. y-i z qədər artırırıq. y:=y + z.

Addım 4. Əgər N sıfıra bərabərdirsə, onda cavab y-ə bərabər olacaq.

Addım 5. z-i öz-özünə toplayırıq. z:=z + z.

2-ci addıma qayıdırıq.

3-cü və 5-ci addımlarda vurma əməli toplanmayla əvəz edilmişdir və 1-ci addımda y 1-ə deyil sıfıra bərabər olur.

Bu cür dəyişdirilmiş alqoritmin yerinə yetirilməsi nəticəsində iki n və x ədədin hasilini alırıq: y = n × x.

Praktiki olaraq "alla" hesablamalar üçün bu son dərəcə əlverişli vurma üsuludur ki, bu üsul daha sadə 2-yə vur-ma, yarıya bölmə və toplanma əməllərinə gətirilir. Möhz bu cür üsuldən çötkədə hesablama zamanı istifadə olunur – Avropada o anənəvi olaraq "rus kəndli üsulu" adını daşıyır.



Evdoks.

Urban Jan Jozef
Leverye.

Faktiki olaraq, söhbət alqoritmın hansı dildə yazılmasından gedir.

Alqoritmın qəbulunun birqiymətli olmaması çox zaman onun mahiyyətiylə deyil, təsvir edilmə xüsusiyyətləri ilə bağlı ola bilər. Hətta ətraflı təlimatda belə dəqiq müəyyənləşdirilməmişdir ki, "ət bişdi" və ya "tərəvəzlər bişdi" nə deməkdir. Alqoritmın bu və ya digər icraçısının xüsusiyyətlərindən (tutaq ki, aşbazın təcrübəsinə görə) asılı olaraq bu addımlar müxtəlif şəkildə yerinə yetirilə bilər. Məsələn, ət alaçıyı bişmiş ola bilər, tərəvəzlər isə əksinə, həddən artıq bişmiş ola bilər. Beləliklə, alqoritmın hər addımı elə təsvir olunmalıdır ki, fərqli mənalara ortaya çıxmasın.

Alqoritmın müəyyənlik xassəsi daha vacib xassə olan *determinantlıq* xassəsilə əlaqədardır. Determinantlıq xassəsinə belə başa düşmək olar: əgər alqoritm

təkrar-təkrar eyni giriş verilənləri yığma tətbiq edilərsə, onda o həmişə eyni nəticə verməlidir.

Beləliklə, alqoritm – alqoritmın icraçısına aydın olan bir dildə təsvir edilməsi qaydalar sistemidir. Bu qaydalar sistemi mümkün ilkin verilənlərdən müəyyən nəticəyə keçid prosesini müəyyən edir və kütləvilik, sonluluq, müəyyənlik və determinantlıq xassələrinə malikdir.

Alqoritmın bu cür tərifı ciddi deyildir (heç olmasa ona görə ki, onda dəqiq müəyyən olunmamış terminlərdən istifadə edilir, məsələn, "qayda" dan).

Əsrlər boyu alqoritm anlayışı ədədlərlə və onlar üzərindəki nisbətən sadə əməliyyatlarla bağlı olmuşdur. Elə riyaziyyatın özü daha çox hesablamalar haqqında elm, tətbiqi elm idi. Alqoritmələr daha çox riyazi düsturlar şəklində təsvir olunurdu. Alqoritmın elementar addımlarının ardıcılığı mötərizələrin qoyulması ilə verilir. Addımların özləri isə hesablama əməliyyatlarının və müqayisə əməliyyatlarının yerinə yetirilməsindən ibarət olurdu (bərabərliyin, bərabərsizliyin yoxlanılması və s.). Düsturlar kifayət qədər çox yer tuturdu, əl hesablamaları isə son dərəcə çətin idi (fransız astronomu Jan Jozef Leverye ömrünün on ilini Günəş sistemi planetlərinin orbitlərinin hesablanması üçün sərf etmiş, nəticədə əvvəllər naməlum olan Neptun planetini kəşf etmək ona nəşib olmuşdur), ancaq hesablama prosesinin özünün mahiyyəti tamamilə aydın qalmışdı. Riyaziyyatçılarda alqoritmın başa düşülməsinə və ciddi şəkildə təyin olunmasına, ümumiləşdirilməsinə tələbat yaranmamışdı.

Lakin riyaziyyatın inkişafı ilə yeni anlayışlar meydana gəlirdi ki, alimlər onlardan istifadə etməli olurdu: vektorlar, matrislər, qraflar, çoxluqlar və başqaları. Onların birmənalı olmasını necə müəyyən etməli və ya alqoritmın sonluluğunu necə təyin etməli, hansı addımlar

elementar sayıla bilər (məsələn, matrisin tərsinin və ya iki çoxluğun kəsişməsinin tapılması elementar sayıla bilərmi)?

Alqoritmik həll edilə bilməyən, yəni həll prosedurunun tapılması mümkün olmayan problemlərin mövcudluğu ideyası meydana çıxdı. Deməli, müvafiq alqoritmın yoxluğu faktının *riyazi baxımdan ciddi isbatının* verilməsini öyrənmək lazım idi. Bunu yalnız alqoritmın ciddi tərifinin verildiyi halda etmək olar. Belə tərifin verilməsi cəhdləri XX əsrin 20-30-cu illərində *alqoritm nəzəriyyəsinin* meydana gəlməsinə gətirib çıxardı.

Demək olar ki, həmin vaxtlar mürəkkəb hesablamaların aparılmasına praktiki tələbatı da yarandı. Elmi və mühəndis sahələri üzrə müxtəlif məsələlərin həllinin tapılması zərurəti gündəmə gəldi: radiolokasiyalar, təyyarəqayırma, fiziki proseslərin modeləşdirilməsi (xüsusilə, nüvə fizikası, ballistika və bir çox başqa sahələrdə). İnsanın hesablama imkanları olduqca məhdud idi, mexanikləşdirmə, xüsusilə də hesablamaların avtomatlaşdırılması vasitələri praktiki olaraq mövcud deyildi. Hesablama maşınlarının ilk layihələrinin meydana çıxması alqoritmaların *praktiki* olaraq tətbiq olunma imkanlarını artırmaq üçün stimulaşdırırdı. Belə alqoritmaların mürəkkəb olması səbəbindən onların qabaqlar istifadəsi mümkün deyildi. Hesablama texnikasının sonrakı sürətli inkişafı alqoritmaların öyrənilməsinin həm nəzəri, həm də praktiki aspektlərinin inkişafını müəyyən etdi.

ALQORITMLƏR NECƏ YAZILMALIDIR

İki müsbət tam ədədin ən böyük ortaq böləninin tapılması üçün Evklid alqoritmının təsviri üç addımdan ibarətdir və cəmi bir neçə sətir yer tutur:

Addım 1. $m-i$ n -ə bölek, burada $m > n$. Tutaq ki, p – bölmədən alınan qalıqdır.

Addım 2. Əgər p sıfıra bərabərdirsə, onda n artırılan ən böyük ortaq böləndir.

Addım 3. Əgər p sıfıra bərabər deyilsə, onda $m-i$ n ilə, $n-i$ p ilə əvəz edərək birinci addıma qayıdırıq.

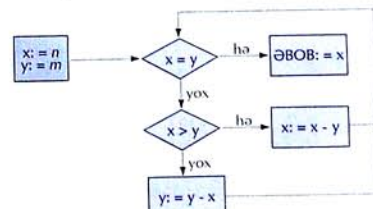
Bununla belə hətta Evklid tərəfindən verilmiş, kifayət qədər "sadeləşdirilmiş" təsvir təxminən bir səhifəlik məndir (!) və onun təsvirində məhz nəyin və nə üçün edildiyini başa düşmək heç də asan deyildir.

Alqoritmaların yazılışı üçün müəyyən bir dil gərəkdir. Bu zaman, məhz hansı dilin seçilməsi son dərəcə vacibdir. Azərbaycan dilinin (eləcə də, istənilən başqa bir təbii dilin) bu məqsədlər üçün münasib olmaması aydındır. Sözlərin ən müxtəlif mənalarla ola bilər, amma bütün mətnin hərtərəfli analizi olmadan onları başa düşmək bezen sadəcə mümkün olmur. Alqoritmaların qrafik üsulla, *bloksxem* şəklində yazılması geniş yayılmışdır. O, oxlarla birləşdirilmiş elementlər (bloklar) yığınının ibarətdir. Hər bir element alqoritmın bir hissəsidir. Bloksxemin elementləri iki formada olur: əməliyyatlar (hərəkətlər) düzbucaqlılarla, şərtin yoxlanılmasını isə romblarla göstərirlər. Düzbucaqlılardan həmişə yalnız bir ox çıxır (lakin bir neçə ox gərə bilər), romblardan isə iki ox çıxır. Birincisi "hə" sözü ilə, ikincisi isə "yox" sözü ilə işarə olunur (onlar şərtin yerinə yetirilib-yetirilmədiyini göstərir).

Şəkildə ən böyük ortaq bölən (ƏBOB) tapılması alqoritmının blok-sxemi göstərilmişdir:



Evklid.



ALQORITMİN DAHA BİR FORMAL TƏSVİRİ



V.A. Uspenski.

Alqoritm əməliyyatların təsviridir; alqoritm yalnız yazılışını öyrənməklə onun dinamikasını başa düşmək olmaz. Belə öyrənilmə zamanı alqoritmın yerinə yetirilməsinin nəticəsi heç də həmişə aydın olmur.

Kolmogorov-Uspenski sxemi alqoritmaların formal yerinə yetirilmə mexanizmlərinin qurulması cəhdlərindən biri idi. Bu sxemdə alqoritm və onun icraçısı – insan və ya hər hansı bir qurğu vəhəddə baxılır. Burada icraçının hərəkətləri dəqiq müəyyənləşdirilmişdir, onların sayı isə məhduddur.

Nəzərdə tutulur ki, insan tərəfindən emal olunan məlumat kağız vərəqlərinə yazılır, bu zaman qeyri-məhdud təmiz vərəq ehtiyatı və yazılmış vərəqlərin saxlanması üçün qeyri-məhdud yer ehtiyatı vardır. İnsan tərəfindən gerçəkləşdirilən məlumatın emalı ayrı-ayrı diskret addımlara bölünür. Hər addımda insan yazılmış vərəqlərin sayını gözdən keçirir və yazılanların məzmunundan asılı olaraq onlarda verilmiş ciddi qaydalar üzrə dəyişikliklər edir. Dəyişikliklər üç növ ola bilər:

- baxılan bütün məlumatın və ya onun bir hissəsinin silinməsi;
- baxılan vərəqlərə yeni məlumatların yazılması;
- baxılan vərəqlər yığınının dəyişdirilməsi.

Buna baxmayaraq, verilən model kifayət qədər formallaşdırılmışdı və onun konkret alqoritmaların reallaşdırılmasına tətbiqi çətindir. Bu sxem Post və Türinqin maşınlarına çox oxşar olmasına baxmayaraq, rahatlığına görə onlardan xeyli geri qalır.





Belə üsul hazırlanmış alqoritmin analizi üçün, onun işinin məntiqi düzgünlüyünün yoxlanılması üçün əlverişlidir. Şəkildəki hər blok alqoritmin bir elementar addımına uyğun gəlir. Əgər yazılan alqoritm nisbətən mürəkkəbdirsə, onda belə bir sual ortaya çıxır: onun lazımsız təfərrüatlarından necə xilas olmaq olar?

Bunu alqoritmin addımlarını iriləşdirmək olar. Onda hər bir blok kifayət qədər çətin əməliyyatlardan ibarət olacaq və hətta tam alqoritm (daha dəqiqi, altalqoritm) təsvir edəcək. Məsələn, blok daha əvvəl yazılmış və artıq yoxlanılmış alqoritmə əvəz edə bilər. Əgər bu blokun işinin düzgünlüyünə inam varsa, onda onun təfərrüatlarına baxmamaq olar. Blokdə nə etməyin lazım olduğu bilinirsə, amma *necə* etmək hələ məlum deyilsə, onda "iri bloklu" belə təsvir alqoritmin işləyib hazırlanmasının ilkin mərhələsində olduqca səmərəlidir. Blokun alqoritmminin dəqiqləşdirilməsini daha sonra etmək olar.

Blok-sxemin cəmiyi bir neçə tipli elementlərdən qurulması onların kifayət qədər sadə şəkildə kompüter proqramlarına çevrilməsinə və prosesin formallaşdırılmasına imkan yaradır.

Alqoritmaların yazılışının başqa əyani üsulları da məlumdur: ilk növbədə A.A.Lyapunov tərəfindən təklif edilmiş operator sxemləri bu üsullardan biridir.

ƏBOB alqoritmni təsvir edən Lyapunov sxemi aşağıdakı kimidir.

$$A_1 \downarrow P_1(x, y) \uparrow A_2 \downarrow P_2(x, y) \uparrow A_3 \downarrow A_4 \downarrow S$$

Burada, A_i vasitəsilə hesablamaları yerinə yetirən operatorlar işarə edilmişdir (məsələn; $A_1 y := y - x$ mənimləməsinə uyğundur), P_i isə məntiqi operatorları göstərir ($P_1 x = y$ şərtinin yoxlanılmasına uyğundur). $\uparrow$ və $\downarrow$ oxları keçidi bildirir, onlara blok-sxemdəki oxun başlanğıcı və sonu uyğun gəlir. Əgər yoxlanma mənfii nəticə verərsə, onda ox üzrə keçid baş verir, əks halda növbəti operator yerinə yetirilir. S – dayanma operatorudur. Hesablayıcı operatorlara düzbucaqlılar, məntiqi operatorlara isə blok-sxemin rombları uyğun gəlir. Operator sxemləri blok-sxem formasında yazmaq asandır, lakin operator sxemləri o qədər də aydın deyildir. Bu isə onların praktikada istifadəsini çətinləşdirir.

İndi Evklid alqoritmni Pascal proqramlaşdırma dilində yazaq:

```
var
n, m, x, y, ƏBOB: integer;
begin
x:=n; y:=m;
while x<>y do
if x>y then x:=x-y
else y:=y-x;
ƏBOB :=x;
end;
```

Həm blok-sxem şəklində, həm də Lyapunovun operator sxemləri şəklində alqoritmaların yazılışlarında oxşarlıq aşkardır. Əlbəttə, kompüter hələ də bu mətni birbaşa qəbul etməyə qadir deyil, onun xüsusi proqramın – translyatorların köməyi ilə ilkin emalı lazımdır. Buna baxmayaraq alqoritm yazılışının başqa formaları ilə müqayisədə alqoritm belə yazılışlarının reallaşdırılması əhəmiyyətli dərəcədə asandır. Bundan başqa, o, insan üçün də kifayət qədər rahatdır.



PROQRAM

"Proqram" sözünün bir neçə mənası vardır: fəaliyyət və ya iş planı, tədris fəninin məzmununun qısa şərh, konsert və ya sirk tamaşasının məzmunu və başqaları. Onların arasında biri ayrıca olaraq xüsusi mənə ilə seçilir: *proqram* – məsələnin həlli alqoritmmin kompüter dilində təsviridir.

Məhz sözün bu mənası alqoritmaların və proqramların sıx əlaqəyə malik olduğunu göstərir. Bu əlaqəyə ilk diqqət yetirənlərdən biri, 1945-ci ildə ingilis riyaziyyatçısı Alan Türinq olmuşdur. O, hesab edirdi ki, proqramlar (o, onları "təlimat cədvəlləri" adlandırdı) hesablama işi təcrübəsinə malik olan və yaradıcılığa ("mürəkkəb məsələlərin həllərinə") meyli olan riyaziyyatçılar tərəfindən yaradılmalıdır. Türinq məlum prosesin (başqa sözlə alqoritmmin) təlimat cədvəlləri formasına çevrilməsinin əhəmiyyətini xüsusilə qeyd edirdi. Bu zaman, o, şübhə etmirdi ki, belə çevirmə – "heyranedici məşğuliyyətdir".

"ALQORİTM" SÖZÜNÜN MƏNŞƏYİ HAQQINDA

Məlumdur ki, orta əsrlərin ilk dövrlərində "alqorism" sözündən hesablama lövhələrindən (abaklardan) istifadə etmədən kağız üzərində arifmetik hesablamaları adlandırmaq üçün istifadə edilirdi. Məhz belə mənə ilə o, bəzi Avropa dillərinə daxil oldu, məsələn, ingilis dilinin 1957-ci ildə nəşr edilmiş nüfuzlu "Webster's New World Dictionary" lüğətində o, "köhnəlmiş" işarəsiylə qeyd edilmiş və hesab əməliyyatlarının ərəb rəqəmlərinin köməyi ilə yerinə yetirilməsi qaydası kimi verilmişdir.

"Alqoritm" termininin nə vaxt yaranmışının məlum olmasına baxmayaraq, dilçilərin onun mənşəyini müxtəlif şəkildə şərh etməyə cəhd etmişlər. Bəziləri algo-

Umumiyyətlə, demək olar ki, proqram – alqoritmmin icraçıya aydın dildə yazılışdır. Alqoritm icraçılarının əsas tipi – kompüterdir. Buna görə də, bir tərəfdən yaradıcılara alqoritmmləri yazmağa imkan verən, digər tərəfdən də kompüterə yazılan – *proqramlaşdırma dillərini* və ya *alqoritmik dilləri* başa düşmək imkanı verən xüsusi vasitələrin yaradılması vacibdir.

İlk proqramlaşdırma dillərindən biri olan Algol-60 ən əvvəl təkcə proqramların deyil, həm də alqoritmmlərin yazılma vasitəsi kimi yaradılmışdı. Bunu dilin öz adı da göstərir: *algorithmic language* ingilis sözlərini "alqoritmik dil" ("proqramlaşdırma dili") sözlərinin sinonimi kimi və "alqoritmmlərin yazılması üçün dil" kimi başa düşmək olar. Bir çox illər ərzində Algol-60 alqoritmmlərin yazılışı üçün faktiki standart olmuşdur.



rism sözünün *yun.* "alqiros" – "xəstə" və "arifmos" – "ədəd" sözlərindən əmələ gəldiyini deyiblər. Doğrusu, aydın deyil ki, niyə ədədlər "xəstədir?"

Başqaları alqoritm sözünü "King Algor of Castil" adlı hansısa əfsanəvi qədim iber hökmdarı ilə əlaqələndirərək qeyri-adi izaha meyl edirdilər. Öz variantını Brokhauz və Efronun Ensiklopediya lüğəti (1890-cı il) də təqdim edir. Burada "alqorifm" (yeri gəlmişkən, inqilabdan əvvəl "alqoritm" yazılışından da istifadə edilirdi) ərəb sözü olan "Əl-Qorətm" (yəni "kök") sözündən alınır.

Həqiqətə görə çıxmaq isə dilçilərə deyil, riyaziyyatçılara müəssər oldu.





Əl-Xarəzmi.

Onlar sübut etdilər ki, bu sözün mənşəyi böyük Orta Asiyalı alimin, IX əsrin birinci yarısında yaşamış, bir çox əsrlər ərzində məşhur olan riyaziyyat dərslərinin müəllifi olan Əl-Xarəzminin adı ilə bağlıdır. Latın transkripsiyasında onun adı Abu Abd Allah Muhammad ibn Musa al Khwarizmi kimi yazılır və mənası "Abdullahın atası Musanın oğlu Məhəmməd Xarəzmi" deməkdir. Xarəzm – indiki Özbəkistan ərazisində yerləşən, paytaxtı qədim Xivə şəhəri olmuş tarixi vilayətdir.

Demək olar ki, bütün lüğətlər eyni fikirdədir ki, sözün başlanğıc forması

"algorismi" olub və yalnız bir müddət keçəndən sonra bu söz son hərfi itirərək Avropa dillərində daha rahat tələffüz olunan "algorism" formasını alıb. Daha sonralar o da öz növbəsində dəfələrlə təhriflərə məruz qalaraq yunan mənşəli "arithmetic" sözüylə əlaqəli olmuşdur. Artıq yeni yazılışda bu söz: XVIII əsrdə, 1747-ci ildə Leypsiqdə nəşr edilmiş alman riyazi lüğətlərindən biri olan "Vollstandiges mathematisches Lexicon" lüğətində rast gəlinir. Algorism terminini bu lüğətdə dörd hesab əməli haqqında anlayış kimi izah edilir. Belə izah yeganə deyildi, axı riyaziyyat elminin terminologiyası o zamanlar hələ yenice formalaşırdı. Xüsusi halda, "algorismus infinitesimalis" latın ifadəsi sonsuz kiçik kəmiyyətlərlə olan əməliyyatların yerinə yetirilməsi üsullarına təbiiq edilir.

"Alqoritm" sözünün bütün qədim mənbələri tədricən sıradan çıxdı. XX əsrin başlanğıcında "alqoritm" sözü artıq "ciddi müəyyən olunmuş qaydalarla yerinə yetirilən hər cür hesabi və ya cəbri proses" mənasını verirdi. Böyük Sovet Ensiklopediyasında (1926-cı il) o, məhz bu cür izah edilir.

"Alqoritm" sözünün rus dilinə keçməsi prosesini izləmək olar. O, nə V.İ. Dalin "Толковый словарь живого великорусского языка" (1863-cü il; bax, orada "cəbr" sözü işlədilib), nə də D.N. Uşakovun redaksiyası ilə buraxılan "Толковый словарь русского языка" (1935-ci il) ("Rus dilinin izahlı lüğəti"ndə) yox idi. Lakin "alqoritm" sözü həm Qranat qardaşlarının inqilabdan əvvəlki məşhur ensiklopediya lüğətində, həm də artıq adını qəldiyimiz Böyük Sovet Ensiklopediyasının birinci nəşrində istifadə olunub. Orada yazılır ki, orta əsrlərdə "dörd hesab əməlinin hər hansı birinin onluq say sisteminə yerinə yetirildiyi qayda"nı alqoritm adlandırırlar. "Riyaziyyat Ensiklopediyası"

isə onun daha geniş izahını verir: təkcə mövqeli onluq say sisteminə deyil, həm də elə onluq say sisteminin özündə hesablamə məharəti kimi verilir.

Alqoritm son dərəcə xüsusi və əhəmiyyətli termin kimi qəbul edilməsini daha kiçik həcmli nəşrlərdə uyğun məqalələrin olmaması da təsdiq edir. O cümlədən, bircildlik ensiklopediya lüğətləri bir yana qalsın, heç öncəlik kiçik Sovet Ensiklopediyasında (1957-ci il) da o, yoxdur. Ancaq 10 ildən sonra BSE-nin (1969-cu il) üçüncü nəşrində "alqoritm" artıq daha "səadət anlayışların terminləri vasitəsilə formal tərifə malik olmayan, lakin təcrübədən bilavasitə abstraktlaşdırılan əsas riyazi anlayışlardan (kateqoriyalardan) biri" kimi xarakterizə olunur. 40 il ərzində alqoritm yalnız mütəxəssislərin kiçik dairəsinə tanış olan anlayışdan riyaziyyatın əsas anlayışlarından birinə çevrildi və bu sözün ensiklopediyalara yox, lüğətlərə daxil edilməsi bunun təsdiqi oldu. Məsələn, o, məhz riyaziyyat sahəsinin termini kimi akademik "Rus dili lüğəti"nə (1981-ci il) salınımışdır.

Alqoritm anlayışının inkişafı ilə bir vaxtda tədricən onun riyaziyyatdan başqa sahələrə keçirilməsi də baş verirdi. Bunun başlanğıcını isə kompüterlərin yaranması qoydu və bunun nəticəsində "alqoritm" sözü yeni həyat qazandı. Məsələn, "Uşaq Ensiklopediyası"nın (1959-cu il) III cildində hesablama məşinlərindən az danışılır, ancaq onlar hələ sadəcə işıqlı gələcəyin bir atributu kimi qəbul edilir. Buna görə də alqoritm-lər onun sahifələrində bir dəfə də olsun xatırlanmır. Ancaq keçən əsrin 70-ci illərinin başlanğıcında artıq kompüterlərin ekzotik əcaib şey olmasına son

qoyulduqdan sonra "alqoritm" sözü gündəlik həyata sürətlə daxil olmağa başladı. "Kibernetika Ensiklopediyası"nda (1974-cü il) "Alqoritm" məqaləsində o, hesablama məşinlərində gerçəkləşdirmə ilə əlaqələndirilir, "Hərbi Ensiklopediya"da (1976-cı il) isə hətta ayrıca "Elektron hesablama məşinlərində məsələnin həlli alqoritm" məqaləsi verilir.

XX əsrin son 15-20 ili ərzində kompüter həyatımızın ayrılmaz atributuna çevrilmiş, kompüter leksikası da hamı tərəfindən işlədilər olmuşdur. Bu gün "alqoritm" sözü hər kəsə tanışdır. O, danışılmağa elə qətiyyətlə keçmişdir ki, indi biz "davranış alqoritm", "uğur alqoritm", "xəyanət alqoritm" kimi ibarələrə qəzet sahifələrində, siyasətçilərin çıxışlarında tez-tez rast gəlirik. Söz yaşayır, yeni-yeni anlam və mənə çalarları ilə zənginləşir, yəqin ki, bundan sonrakı lüğətlərdə o, heç vaxt "köhnəlmiş" qeyd ilə verilməyəcək.



Xarəzi Arifmetika alqoritmikləri və abasistlərin mübahisəsinin həlli edir. Qıyavut. 1504.

Fibonaççi.

ALQORISMİKLƏRİN VƏ ABASİSLƏRİN MÜBAHİSƏSİ

Bir çox əsrlər boyu abak faktiki olaraq yeganə praktiki hesablama vasitəsi olmuşdur. Abasist və alqorismik düşüncələrinin gərgin qarşıdurmaları riyaziyyat tarixinə daxil olub. Bəzən birinciləri qərbekistlər, ikinciləri isə kossistlər adlandırılırdılar (ital. "cosa" – "şey", tənlkdə məlumdun kəmiyyəti belə adlandırılırdılar). Bu, 1202-ci ildə Leonardo Pizanskinin (Fibonaççi) məşhur "Abak kitabı" meydana çıxdıqdan sonra başladı. Bu kitabda ilk dəfə olaraq deyilirdi ki, barmaqlarda və abakdan başqa həm də kağız üzərində hesablama aparmaq mümkündür. Alqorismiklər şərq riyaziyyatçılarından əsərlərinin tərcümələri sayəsində Avropaya nüfuz etməyə təzəcə başlamış ərəb rəqəmlərindən hesablamalarda istifadə etməyi təklif edirdilər. Amma yeni hesablama üsulu tamamilə təsdiqini tapana qədər üç yüz il keçdi. Bu qədər vaxt hamı tərəfindən qəbul edilmiş işarələri tərtib etməyə, hesablama üsullarının kağız üzərində yazılışını təkmilləşdirməyə və uyğunlaşdırmağa sərf olundu. Luki Paçolinin "Riyaziyyat, həndəsə, münasibətlər və müənasibliklər haqqında biliklər toplusu" traktatı (1494-cü il) bu mübahisənin üstündən xətt çəkməsinə baxmayaraq, çötkə (abak) hələ uzun müddət istifadədən çıxmıdı.



Luki Paçoli.



PROQRAMLAŞDIRMANIN ƏSASLARI

SADƏ PROQRAMLAR

İstənilən sadə və ya mürəkkəb kompüter proqramına xarici aləmlə – bu proqramdan istifadə edən istifadəçilə əlaqə çox vacibdir. Yaxud köməkçi vasitə kimi bu proqramdan istifadə edən digər proqramlarla da həmçinin.

Proqrama münasibətdə xarici olan mühitlə bu əlaqə giriş verilənləri kimi istifadə olunan hər hansı qiymətlərin, başqa sözlə kəmiyyətlərin proqrama ötürülməsilə ifadə olunur.



Hətta giriş verilənlərinin ötürülməsi formal olaraq olmadığı hallarda belə (misal üçün, əvvəlcədən proqramlaşdırılmış şəkil və məlumatları nümayiş etdirən proqramlarda) proqram o zaman işə başlayır ki, xarici aləmdən proqramın çağırılmasını təmin edən komanda şəklində siqnal daxil olsun.

Beləliklə, adi proqramın zəruri elementi kənardan (istifadəçi, yaxud digər proqram vasitəsilə) daxil edilən qiymətin ötürülməsinə və yaddaşda lazım olan yerdə saxlanılmasına xidmət edən daxil etmə komandasıdır. Məsələn,

daxilet a

komandası istifadəçi tərəfindən daxil ediləcək qiymətlər (məsələn, klaviatürada yığılan) yığını tam daxil edilənədək proqramın işini qeyri-məhdud müddət ərzində dayandırır. Klaviatürə

ilə işləyən zaman daxil etmənin sona çatması Enter klavişinin basılması ilə qeyd olunur. Enter klavişi basıldıqdan sonra proqram öz işini davam etdirir. Bu zaman onun birinci işi daxil edilmiş verilənləri daxilet komandasında *a* hərflə işarə olunmuş yaddaş sahəsində yerləşdirmək olur (yəni *a* – sonra proqramda istifadə olunacaq kəmiyyətin adıdır).

İki *a* və *b* kəmiyyətlərinin ədədi ortasını hesablayan sadə proqram nümunəsinə baxaq:

daxilet a
daxilet b
c := (*a* + *b*) / 2

İlkin verilənlər *a* və *b* daxil edildikdən sonra proqram onların ədədi ortasını hesablayaraq nəticəni *c* adlanan oyuqda yerləşdirir. Özündə := simvolunu saxlayan komanda *mənimləmə* adlandırılır.

Proqramın nəticəsi digər proqramlara lazımdırsa onu sona çatmış hesab etmək olar (bu proqramlar bilir ki, onlara lazım olan nəticə *c* oyuğunda yerləşir). Lakin əgər nəticə istifadəçiyə lazımdırsa və o, nəticəni ekranda, yaxud printerdə çap olunmuş formada görmək istəyirsə, onda proqramı *c* kəmiyyətinin çıxış komandası ilə tamamlamaq lazımdır:

daxilet a
daxilet b
c := (*a* + *b*) / 2
çepet c

Proqramın istifadəçiyə verdiyi nəticələr heç də həmişə ədədi qiymətlər, yaxud da, mətn tipli məlumatlar olmur. Tez-tez proqramın yerinə yetirilməsi onun işlədiyi mühiti dəyişdirən əməliyyatların həyata keçirilməsindən ibarət olur. Belə proqramlar çıxışı heç bir qiymət vermir.

Məsələn, LOGO dilində yazılmış proqram kvadrat marşrut üzrə Tisbağanı hərəkət etdirir və hətta ekranda bu kvad-

айл	едакт	выполн	нфо	-----рус-----5(29619)---	01
алг	A	плюс	B		
нач	цел	A, B, C			8
	ВВОД	A, B			10
	C :=	(A+B) / 2			
	ВЫВОД	C			
кон					
[* конец текста *]					
12	8	10			

ratı çəkir, amma bu proqramın yerinə yetirilməsi nəticəsində heç bir qiymət yaxud məlumat verilməyəcək:

daxilet ədəd : *tərəf*
daxilet ədəd : *bucaq*
qələmi *endir*
irəli : *tərəf*
sağa : *bucaq*
irəli : *tərəf*
sağa : *bucaq*
irəli : *tərəf*
sağa : *bucaq*
irəli : *tərəf*
sağa : *bucaq*

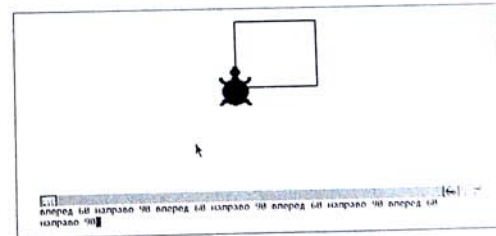
Bir neçə izahat:

- Bilavasitə kəmiyyətlərin adları qarşısında LOGO-da probsizlik işi nöqtə (:) qoyulması qəbul edilmişdir;
- “Daxilet” sözündən sonra “ədəd” sözünün yazılması proqramın daxil ediləcək kəmiyyətin ədəd olduğunu başa düşməsi üçün lazımdır (həmçinin,

Aşağıdakı proqram yerinə yetirildikdən sonra “bir” kəmiyyətinin qiyməti necə olacaqdır, o şərtdəki ki, istifadəçi klaviatüradan birinci *daxiletmə* komandası üçün 5, ikinci üçün isə 6 qiyməti yığır:

daxilet iki
daxilet üç
bir := *iki* + *üç* - 4

Cavab: *bir* = 7.





Onda və əks halda budaqlarının uyğun əgər açar sözündən sağa doğru bir az sürüşdürülmək, şərti komandanın sonunu bildiren tamam sözünün isə ciddi olaraq əgər sözü ilə eyni mövqedə, soldan eyni məsafədə yazmaq tövsiyə olunur. Bu tövsiyə (dilən tələbi yox!) onunla əlaqədardır ki, <komanda-1> və <komanda-2> ifadələrinin yerinə, öz növbəsində ic-icə şərti komandalar zəncirini əmələ gətirən budaqlanmalar yazıla bilər. Bu halda şərti komandaların budaqlarının səliqəli ic-icə yazılması proqramı oxuyan insana, yorucu blok-sxemlərdən istifadə etmədən ön müəkkəb budaqlanmaları belə başa düşməyə imkan verir. *a*, *b* və *c* ədədlərinin maksimumunu tapan proqramın təsviri aşağıdakı kimidir:

```

əgər a > b
  onda
    əgər a > c
      onda max := a
    əks halda max := c
  tamam
əks halda
  əgər b > c
    onda max := b
  əks halda max := c
tamam

```

Şərti komandalar bəzən qısaldılmış formada yazılır. Məsələn, əgər onda budağında olan komandanı ancaq şərtin ödənilməsi halında yerinə yetirmək

lazımdırsa və əks halda heç bir əlavə əməliyyat yerinə yetirmək lazım deyilsə, şərti komandanı belə yazmaq olar:

```

a := 1
əgər a < 3
  onda b := "uyğun nəticə"
tamam
c := 10

```

Burada şərti komandada əks halda budağı yoxdur, *b* kəmiyyəti isə "uyğun nəticə" qiymətini yalnız şərt doğru olduqda alır.

Aşağıdakı proqram havaya görə paltar seçmək üçün məsləhət verir:

```

cixarma "köynək geyin"
əgər t < 0
  onda capet "kürk geyin"
tamam

```

Proqram ixtiyari temperaturda köynək geyməyi məsləhət görür, lakin soyuq günlərdə əlavə bir məsləhət də verir: kürk geyin.

Bir şərti komandanın digər şərti komandanın daxilində yerinə yetirilməsinə nümunə göstərilir. Mümkün variantlar içərisindən yalnız birinin seçilməsi lazım gəlsə, oxşar hallara çox təsadüf olunur.

Proqramın layihələndirilməsinə aid növbəti misalda həftənin günlərinin kodları aşağıdakı cədvəldəki kimi daxil olunur (məsələn, klaviaturdan):

bazar ertəsi	1
çərşənbə axşamı	2
çərşənbə	3
cümə axşamı	4
cümə	5
şənbə	6
bazar	7

Bu kodu gün kəmiyyətinin mətnlə ifadə olunmuş qiymətinə çevirmək lazımdır.

Əlbəttə, belə proqramı klassik əgər komandasının köməyi ilə yazmaq olar. Bu halda proqram müəkkəb quruluşlu ic-icə şərti komandalardan ibarət olacaqdır.

```

daxilet kod
əgər kod = 1
  onda gün := "bazar ertəsi"
əks halda
  əgər kod = 2
    onda gün := "çərşənbə axşamı"
  əks halda
    əgər kod = 3
      onda gün := "çərşənbə"
    əks halda
      əgər kod = 4
        onda gün := "cümə axşamı"
      əks halda
        əgər kod = 5
          onda gün := "cümə"
        əks halda
          əgər kod = 6
            onda gün := "şənbə"
          əks halda
            əgər kod = 7
              onda gün := "bazar"
            əks halda capet "kod səhvdir"
          tamam
        tamam
      tamam
    tamam
  tamam

```

Proqramlaşdırmada oxşar vəziyyətlər tez-tez rast gəlindiyindən bir çox proqramlaşdırma dillərində bir neçə mümkün haldan yalnız birinin seçilməsinə imkan verən xüsusi şərti komandalar nəzərdə tutulur.



Seçim komandasının köməyi ilə yuxarıdakı proqramı daha qısa və aydın formada yazmaq olar:

```

seçim
kod = 1 hal : gün := "bazar ertəsi"
kod = 2 hal : gün := "çərşənbə axşamı"
kod = 3 hal : gün := "çərşənbə"
kod = 4 hal : gün := "cümə axşamı"
kod = 5 hal : gün := "cümə"
kod = 6 hal : gün := "şənbə"
kod = 7 hal : gün := "bazar"
əks halda capet "kod səhvdir"
tamam

```

Müəkkəb şərtləri olan proqramların layihələndirilməsi zamanı diqqətli olmaq lazımdır: ola bilər ki, hər şey ilk baxışda göründüyündən daha sadə həll edilir. Kompüterin təklif olunmuş dörd cavabdan birini düzgün cavab kimi tanımalı olduğu testə baxaq. Cavablar 1, 2, 3 və 4 ədədlərlə kodlaşdırılmışdır. Proqram möhkəm bu ədədlərdən birini, daxilet komandasından sonra klaviaturdan kodu daxil edən istifadəçidən gözləyir. Fərz edək ki, baxılan testdə düzgün cavab 3 ədədlə kodlaşdırılmışdır. Həftənin günlərinin kodlaşdırılması məsələsilə xarici oxşarlıqlarına baxmayaraq bu məsələ daha sadə yolla həll edilir:

```

daxilet kod
əgər kod = 3
  onda capet "cavab düzgündür"
əks halda capet "cavab düzgün deyil"
tamam

```




İDARƏDİCİ STRUKTURLAR – DÖVRLƏR



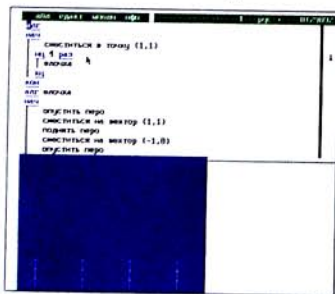
Proqramlaşdırma dillərində dəfələrlə təkrarlanan əməliyyatların yerinə yetirilməsi üçün *təkrarlanma* komandaları və yaxud *dövr*lər mövcuddur.

Proqramlaşdırma dillərində (bəzən müxtəlif formada yazılan) dörd növ dövrə rast gəlmək olar, ancaq onların hər birində məcburi elementlər vardır:

- dövrün başlığı;
- dövrün sona çatması şərti;
- dövrün gövdəsi;
- təkrarlanma sayının saygacı.

Təkrarlanma komandasının başlanğıcını göstərən açar söz dövrün başlığıdır. Hər dövr növünün öz açar sözü olur.

Dövrün sona çatması şərti, adətən, budaqlanma komandasının şərtinin yazıldığı formada olur. Şərt – yoxlama tələb edən mühakimədir; nəticədə iki mümkün cavabdan biri alınır – “hə”, yaxud “yox” (0, yaxud 1, doğru, yaxud yalan). Məsələn, $a > 10$ – şərt-mühakiməsi a -nın 0, 3, 7 qiymətlərində yalan və 12, 100, 105 qiymətlərində isə doğrudur.



Dövrün hər bir təkrarlanmasında yerinə yetirilən komandalar qrupu (seriyası) dövrün gövdəsini təşkil edir. Gövdədə digər idarəedici strukturlar – budaqlanma və təkrarlanma komandaları da iştirak edə bilər. Əgər bir dövrün gövdəsində başqa bir dövr də yerləşərsə, belə təkrarlanma komandalarını *ic-icə dövr*lər adlandırırlar. Dövrün gövdəsinin sərhədləri mötərizələrlə qeyd olunur. Məs., KuMir proqramlaşdırma dilində açılan mötərizə, yaxud dövrün başlanğıcı – *db* açar sözü, bağlanan mötərizə, yaxud dövrün sonu isə *ds* sözüdür.

Nəhayət, bəzi dövr tiplərində olmayan element dövrün təkrarlanmalarının sayını göstərən saygacıdır. Tələb olunan təkrarlanmaların sayının dəqiq qeyd olunması vacib olduqda saygac proqramçı və istifadəçi üçün çox gərəklidir.

Beləliklə, proqramlaşdırma dillərində istifadə olunan dörd dövr tipi aşağıdakılardır:

- təkrarlanmaların sayı əvvəlcədən məlum olan dövr;lar;
- şərti başlanğıcda yoxlanılan dövr;lar;
- şərti sonda yoxlanılan dövr;lar;
- dövr dəyişənini verilmiş addımlarla dəyişən dövr;lar.

Təkrarlanmaların sayı əvvəlcədən məlum olan dövr;lər ən sadə dövr;lər hesab olunurlar. Onların ümumi şəkli belədir:

```
db <ifadə> dəfə
<seriya>
ds
```

Dövr işləyərkən əvvəlcə *<ifadə>* hesabı ifadəsinin həddi qiyməti müəyyən edilir (o tam olmalıdır), sonra isə tapılmış n qiymətindən təkrarlanmaların sayını qeyd etmək üçün istifadə olunur. Beləliklə, bu tip dövr;lərdə dövrün sona çatması şərti formal olaraq olmur, lakin komandanın yerinə yetirilməsində onun iştirakı əşkardır: dövr o zaman sona çatır

ki, qeyri-əşkar şəkildə yaradılan və dövrün gövdəsinin hər bir təkrarlanmasında bir vahid artan saygacın qiyməti n -lə müqayisə olunur.

Aşağıdakı dövr m massivinin birinci 22 qiymətini, $m[1]$ -dən $m[22]$ -dək cəm-ləyir:

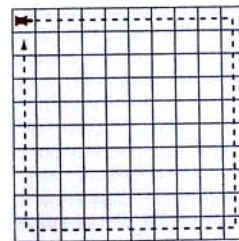
```
a := 10
b := 12
s := 0
db a + b dəfə
s := s + m[i]
i := i + 1
ds
```

Dövrün gövdəsində (*<seriya>*) yeganə komandanın mümkün olduğu Kukaraça ierarsının idarə olunması dilində təkrarlanma sayı əvvəlcədən məlum olan dövr tamamilə sadə görünür:

TƏKRARLA n <komanda>

Dörd komandanı – YUXARI, AŞAĞI, SOLA, SAĞA başa düşən və yerinə yetirə bilən Kukaraçanı (komandaların yerinə yetirilməsi zamanı verilmiş istiqamətdə bir xana yerini dəyişir) 10×10 ölçülü kvadrat sahə boyunca gəzməyə məcbur etmək olar:

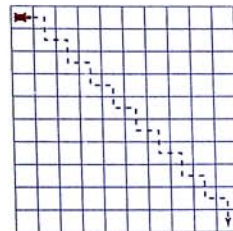
TƏKRARLA 9 SAĞA
TƏKRARLA 9 AŞAĞI
TƏKRARLA 9 SOLA
TƏKRARLA 9 YUXARI



Bəs, belə dövrün gövdəsində bir neçə komandanı yerinə yetirmək lazım gəldikdə nə etməli? Bunun üçün iki imkan vardır:

• əgər təkrarlanma komandasının gövdəsində yerinə yetirilməsi arzu olunan komandalar qrupu proqramda dəfələrlə lazım olarsa, bu komandalar qrupundan ibarət prosedur təşkil etmək tövsiyə olunur və bu zaman uyğun budaqda *<komanda>* ifadəsini prosedurun çağırışı kimi yazmaq lazımdır. Piliəklənə aşağı enmə məsələsini Kukaraça belə həll edir:

BU ENİŞ
TƏKRARLA 9 PILLƏKƏN
SON
BU PILLƏKƏN
SAĞA
AŞAĞI
SON



• əgər belə komandalar qrupu dövrün gövdəsində bir dəfə istifadə olunarsa, onda heç prosedur yaratmağa ehtiyac



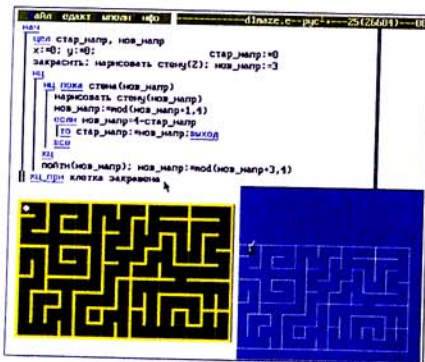
yoxdur, qrupu fiqurlu mötərizələrə – { } (məhiyyətə elə **db** və **ds** kimi) almaq kifayətdir; açılan və bağlanan mötərizələrə əhatələnmiş bütün komandalar kompüter tərəfindən vahid bir komanda kimi qəbul olunur:

```
BU ENİŞ
  TƏKRARLA 9
    SAĞA
    AŞAĞI
  SON
```

Şərti başlanğıcda yoxlanılan dövrələrdə gövdənin təkrarlanma sayını əvvəlcədən asanlıqla müəyyənləşdirmək həmişə mümkün olmur. Həç buna görə də yoxdur – dövrün sona çatması dövrün başlanğıcda yazılmış şərt vasitəsilə izlənilir:

```
db nə qədər ki <şərt>
  | <dövrün gövdəsi>
ds
```

Belə əmr komanda yoxlanılması ilə başlayır. Əgər o doğrudursa, onda dövrün gövdəsi yerinə yetirilir və şərt yenidən yoxlanılır. Bu proses şərt yalan olana qədər davam etdirilir. Axırncı şərt təkrarlanma komandasının dayandırılması əlaməti olur. Əməliyyatların belə ardıcılığı nəzərdə tutur ki, şərtə istifadə olunan dəyişənin qiyməti dövrün gövdəsində dəyişdirilsin. Əgər şərt həmişə



doğru olarsa, dövr sonsuz olaraq yerinə yetirilər, əksinə, əgər şərt başlanğıcda yalan olarsa, dövr bir dəfə də olsun yerinə yetirilməz və idarəetmə dövrdən sonrakı komandaya keçər.

Yuxarıda tanış olduğumuz, m məsivinin birinci 22 qiymətinin, $m[1]$ -dən $m[22]$ -dək cəmlənməsi məsələsini şərti başlanğıcda yoxlanılan dövrə də həll etmək olar:

```
a := 10
b := 12
i := 1
s := 0
db nə qədər ki i < a + b
  | s := s + m[i]
  | i := i + 1
ds
```

Şərti sonda yoxlanılan dövr aşağıdakı formada olur:

```
db
  | <dövrün gövdəsi>
ds <şərt> olduqda
```

Bu dövr komandası əvvəlkindən onunla fərqlənir ki, şərt gövdənin əvvəlində deyil, sonunda yoxlanılır. Bu onu göstərir ki, istənilən halda (şərtədən asılı olmayaraq), dövrün gövdəsi ən azı bir dəfə yerinə yetiriləcəkdir. Şərti başlanğıcda yoxlanılan dövrədən istifadə etməklə yazılmış yuxarıdakı proqramın şərti sonda yoxlanılan dövrə yazılan variantı belə olacaqdır:

```
a := 10
b := 12
i := 1
s := 0
db
  | s := s + m[i]
  | i := i + 1
ds i < a + b olduqda
```

Dövr dəyişənini verilmiş addımlarla dəyişən dövrələrdə daha iki anlayış meydana çıxır – dövr dəyişəni və dövr gövdəsinin hər bir təkrarlanmasında onun (dövr dəyişəninin) dəyişmə addımı. Belə dövrə dəyişmə başlanğıc qiymət verməyə görə yoxdur, çünki bu dəyişmə

nin başlanğıc, son qiymətləri və onun dəyişmə addımı aşağıdakı formalı təkrarlanma komandasında verilə bilər:

```
db <dəyişən> üçün <ifadə-1> dən
  | <ifadə-2> dək
  | addım <ifadə-3>|
  | <dövrün gövdəsi>
ds
```

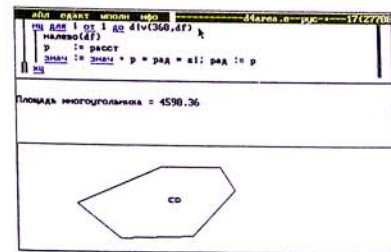
Ümumiyyətlə, dövr dəyişənilə saygacın üst-üstə düşməsi vacib deyildir. Buna baxmayaraq bu şəkildə dövr dəyişməndən daha çox istifadə olunur. Bu dövrün ümumi təsvirində başlıq elementi kvadrat mötərizələrlə əhatələnmişdir. Bu onu göstərir ki, belə elementlər komandanın konkret yazılışında olmaya da bilər. Belə ki, **[addım <ifadə-3>]** ifadəsinin olmaması təkrarlanma komandasını məcbur edir ki, gövdənin hər bir yerinə yetirilməsi zamanı dövr dəyişənin qiymətini 1 vahid artırsın. Beləliklə, susqunluqla <ifadə-3> ifadəsinin qiyməti 1-ə bərabər götürülür. Addımı əvvəlcədən verilmiş dövr bizim sadə misal üçün belə yazıla bilər:

```
a := 10
b := 12
s := 0
db
  | üçün 1 dən a + b dək
  | s := s + m[i]
ds
```

Burada dövr dəyişəni i kəmiyyətidir. Dövrün gövdəsində saygacın dəyişdirilməsinə ehtiyac yoxdur, belə ki, $i := i + 1$ komandası dövrün təyində nəzərdə tutulmuşdur (bu misalda 1 vahid dəyişmə addımı susqunluqla qəbul edilmişdir).

Axırncı dövr tipi daha yığcamdır. Əgər nəzərə alsaq ki, <ifadə-1>, <ifadə-2> və <ifadə-3> elementlərinin əvəzinə mürəkkəb ifadələri də yazmaq olar, aydın olar ki, bu tip təkrarlanma komandasının geniş imkanları vardır.

Qeyd edək ki, təkrarlanma komandalarına aid bütün nümunələrdə dövrün gövdəsi bir şaquli xətt boyunca yerləşir.



dirilmiş **db** və **ds** komandalarına nəzərən sağa sürüşdürülmüşdür. Bu tövsiyə (dilin tələbi yox!) onunla əlaqədardır ki, dövrün gövdəsində öz növbəsində bir-birinin daxilində yerləşdirilmiş dövrələr və budaqlanmalar kimi idarəedicilik strukturların zənciri gələ bilər.

Bu halda təkrarlanma və şərti komandaların səliqəli sürüşdürülməsi proqramı oxuyan hər kəsə çox yer tutan və artıq blok-sxemlərdən istifadə etmədən ən mürəkkəb budaqlanmaları araşdırmağa kömək edir.

Əgər riyaziyyatçının qələm və kağızla silahlandıraraq ondan iki məsələni (mürəkkəb integralın hesablanması və 300 ədədin toplanması) həll etməyi xahiş etsək, nəticə təəccüblü alınacaqdır: birinci məsələni, əlbəttə ki, riyaziyyatçı həll edəcək, amma ikincidə çox güman ki, səhv buraxacaqdır. Baxmayaraq ki, hər bir ayrıca toplamanı kiçik yaşlı məktəbli də asanlıqla yerinə yetirə bilər. Ona görə də, riyaziyyatçıya həll etmək üçün bu iki məsələdən birini seçmək imkanı verilsə.





şübhəsiz, o birincinin üzərində dayanar: mürəkkəb məsələ ilə işləmək onun üçün daha maraqlıdır, onun intellektinə uyğun gəlir. İkinci məsələ dərindən ağıla, ancaq yüksək diqqət tələb edən yorucu işdir, ona görə də orada səhvlər qəbul edilir.

Məhz buradan – orijinal, özünə yara-dıcı münasibət tələb edən məsələlərlə

yeknəsəq və çox zəhmət tələb edən məsələlər arasında insanın və maşının imkanlarının sərhədləri keçir.

Maşın yorulmadan, gərginlik keçir-mədən, mənfii emosiyasızdır nəinki üç yüzlərlə eyni tipli əməliyyatları, həm-çinin üç minlərlə, üç milyonlarla belə əməliyyatları da asanlıqla yerinə yetirir.

MASSIVLƏR

İnformatikada tətbiq olunan funda-mental verilənlər strukturundan biri də *massivlər*dir. Bu anlayışa tez-tez digər sinonim terminlərdə – “vektorlar”, “matrislər” və b. rast gəlinir. Məsələn, KuMir proqramlaşdırma dili (burada bu dildən müxtəlif proqramlaşdırma mexanizmlərini nümayiş etdirmək məqsədilə istifadə olunur) “cədvəl”, yaxud “cədvəl kəmiyyətləri” terminilə, yəni eyni tipli elementlərin sonlu nizamlanmış çoxluğu ilə işləyir.

Massiv-cədvəllərə misallar:

1) *haq cad maaş* [1:20]

(cədvəl kəmiyyəti *maaş* adlandırılıb, onun elementləri 20 həqiqi ədəddir);

2) *lit cad qaçış* [1:7]

(*qaçış* cədvəlinə mətn, yaxud liter kəmiyyətlərdən ibarət yeddi element daxildir; orada yüngül atletik qaçış iştirakçıları-
nın soyadları toplanıb);

3) *lit cad kross* [1:4, 1:7]

(*kross* cədvəli dörd sətir və yeddi sütun-dan ibarətdir; orada yüngül atletika kro-



sunun dörd qaçışı üzrə bölünmüş və hər birində 7 qaçışçı olmaqla bütün iştirak-çıların soyadları sadalanıb).

Verilmiş cədvəllərin təsviri (KuMir proqramlaşdırma dilinin qaydalarına uyğun olaraq) aşağıdakı qaydada qurulmuşdur:

1) öncə cədvəli təşkil edən elementlərin tipi göstərilir; birinci cədvəl həqiqi ədədlərdən (*haq*), ikinci liter kəmiyyətlərdən (*lit*) təşkil olunmuşdur;

2) sonra cədvəl kəmiyyətinin tipi - *cad* açarsözü gəlir;

3) ondan sonra təsvir olunan cədvəl kəmiyyətinin adı verilir (*maaş*, *qaçış*, *kross*);

4) təsviri cədvəlin ölçülərini təyin edən konstruksiya tamamlayır.

Cədvəl *sadə* deyil, *mürəkkəb* verilənlər strukturuna aid olduğundan məhz cədvəlin ölçülərini verən konstruksiya onun təsvirini səciyyəvəndir. Kvadrat mötərizələrdə iki nöqtə ilə ayrılmiş tam ədədlər cütü verilmişdir. Bu cütdə birinci ədəd cədvəlin birinci elementinin, ikinci ədəd isə onun axırıncı elementinin nömrəsini göstərir (sıra ilə ardıcıl nömrələnmə nəzərdə tutulur). Bu onu göstərir ki, cütün birinci elementi 1-dir, onun ikinci elementi cədvəlin elementlərinin sayını ifadə edir.

Yuxarıda verilmiş misalların ilk iki-sində vəziyyət belədir: *maaş* cədvəlində 20, *qaçış* cədvəlində 7 element vardır.



Göstərilən cədvəllər *xətti*, yaxud *hərölçülü* cədvəllərdir. Bunu kvadrat mötərizələrdə ancaq bir cüt tam ədədin olması göstərir. Xətti cədvəldə elementin nömrəsinə onun *indeksi* deyilir.

Məsələn, *qaçış* cədvəli aşağıdakı şəkildədir:

lit cad qaçış [1:7]

Elementlərin qiymətləri	Elementlərin indeksləri
Əmirli	1
Səmədzadə	2
Məmmədli	3
Babanlı	4
Ağayev	5
Tahirli	6
Əlibəyli	7

Ağayev soyadı *qaçış* cədvəlinin 5-ci elementinin qiymətidir. İndeksin köməyi-lə bu fakt belə yazılır:

qaçış [5] = “Ağayev”

Kross cədvəli isə *ikiölçülü*dür: onda dörd sətir və hər bir sətirdə yeddi element vardır. Bu parametrlər *kross* cədvəlinin adından sonra kvadrat mötərizə-lərin içində duran iki tam ədəd cütü şəkildə asanca oxunur. Üçölçülü və

lit cad kross [1:4, 1:7]

Əliyev	Həsənov	Dəmirov	Vəkilov	Salahlı	Ramazanov	Aslanov
Əmirli	Köçərli	Bədəlbəyli	Salayev	Cəfərli	Calallı	Həmidov
Qafarlı	Həsənoğlu	Salmanova	Qaraçaylı	Borçalı	Səfərli	Kərimzadə
Seyidov	Güllüoğlu	Şamilli	Məmmədov	Göyçəli	Həmzəyev	Azadcanlı
1	2	3	4	5	6	7



daha yüksək ölçülü cədvəllər də analoji qaydada təsvir olunur. *n*-ölçülü cədvəlin elementini göstərmək üçün bir deyil *n* indeksdən istifadə etmək lazımdır. Beləliklə, *ikiölçülü kross* cədvəlində:

kross [3, 1] = “Qafarlı”,

kross [2, 4] = “Salayev”,

kross [4, 5] = “Göyçəli”.

Cədvəldə hər bir element birqiyətməli olaraq indekslərin köməyiylə tanıdıl-dığından cədvəl elementləri üzərində uyğun tip kəmiyyətlərə tətbiq olunan bütün əməliyyatlar apanla bilər. Məsələn,

maaş [17] := *maaş* [1] + *maaş* [3]

komandasına əsasən kompüter *maaş* cədvəlindən *maaş* [1] və *maaş* [3] ədəd-lərini seçəcək, onları toplayacaq və nəticəni indeks 17 olan elementə mə-nimsəəcək.

capet kross [4, 7]

komandasına görə isə Azadcanlı sözünü çap edəcəkdir.

Cədvəl elementlərinin nizamlı olması qrup şəklindəki əməliyyatları effektiv yerinə yetirməyə imkan verir. Məsələn, dövrdən istifadə etməklə birdəfəyə *maaş*



cədvəlinin bütün elementlərini 9% artırmaq olar:

```
alq artır
(arq nat haq maaş [1:20])
baş tam i
  db i üçün 1 dan 20 dək
  | maaş [i] := maaş [i] * 1.09
  ds
son
```

burada, i – tam tipli kəmiyyətin adıdır (dövrün idarəedici dəyişənidir). Bu miasda i dövrün gövdəsinin 1-dən 20-dək hər yerinə yetirilməsi zamanı 1 qiymət artır. *Maaş* cədvəli bu alqoritmə eyni zamanda həm arqument, həm də nəticədir.

Yuxarıda təsvir olunmuş üç misalda cədvəllərin qeyd olunmuş sayda elementləri vardır. Bununla belə yaxşı olardı ki, bu kəmiyyət qiymətləri kimi dəyişən kəmiyyətlərdən istifadə olunsun. Məsələn, əgər *maaş* cədvəlinin təsvirində qeyd olunmuş məhdudiyyətin əvəzinə iki nöqtədən sonra tam n dəyişəni qoyulsay, belə cədvəldən alqoritmə elementlərinin ixtiyari sayı üçün istifadə etmək olar:

```
alq artır
(nat haq maaş [1:n])
baş tam i
  db i üçün 1 dan n dək
  | maaş [i] := maaş [i] * 1.09
  ds
son
```

Elementlər çoxluğunda verilmiş əlamətlərə görə axtarış zamanı, ən böyük və ən kiçik qiymətlərin təyini, cürbəcür sıralamalarda cədvəllərdən istifadə etmək əlverişlidir. Məsələn: müsbət ədədi elementlərdən ibarət nizamlanmış çoxluqda, yəni cədvəldə ən böyük element i və onun indeksini – bu çoxluqda elementin nömrəsini tapmalı.

```
alq maksimum
(arq haq maaş [1:n])
nat haq mak, tam ind
baş tam i; mak := 0; ind := 1
  db i üçün 1 dan n dək
  | əgər maaş [i] > mak
  | onda mak := maaş [i]; ind := i
  ds
son
```

VERİLƏNLƏRİN STRUKTURU

“Alqoritmlər + verilənlərin strukturu = proqram” – proqramlaşdırma üzrə məşhur İsveçrə mütəxəssisi, parlaq pedaqoq, Pascal, Modula-2, Oberon proqramlaşdırma dillərinin müəllifi Niklaus Virts kitabı belə adlanır. Proqramın Virts tərəfindən qeyd olunan hər iki hissəsi eyni dərəcədə önəmlidir. Təkcə qeyri-müəmməl alqoritm deyil, verilənlərlə işin uğursuz təşkili də proqramın sürətini onlarla, bəzən isə milyonlarla dəfə azalda bilər. Digər tərəfdən, proqramlaşdırma nəzəriyyəsini bilmək və sisteməlik olaraq onu praktikada tətbiq etməyi bacarmaq effektiv və həm də gözəl proqramlar yaratmağa imkan verir. Verilənlərlə işləmə məharəti proqramlaşdırma sənətinin olduqca vacib tərkib hissələrindən biridir.

MASSİV BAZA STRUKTURU KİMİ

Məlumdur ki, kompüterin iki başlıca tərkib hissəsi prosessor və operativ yaddaşdır. Kompüterin operativ yaddaşı hər birinin öz ünvanı olan elementlərdən ibarətdir. Müasir kompüterlərdə ünvanlara bilən ən kiçik element baytdır. Ardıcıl yerləşmiş bir neçə baytdan ibarət olan və bir tam ədədi işarə edən maşın sözü anlayışı da vacibdir. Müasir prosessorlarda maşın sözünün mərtəbəsi (bitlərin sayı) 32, yaxud 64 bitdir, uyğun olaraq maşın sözü 4, yaxud 8 bayt olur. Prosessor bütün əməliyyatları maşın sözü ilə icra edir (maşın sözü prosessor üçün ən təbii verilənlər elementidir). Maşın sözünün ünvanı olaraq onu təşkil edən baytların

ünvanlarından ən kiçiyi götürülür. Beləliklə, prosessorun mərtəbəsi asılı olaraq maşın sözünün ünvanı dördə, yaxud səkkizə tam bölünür.

Proqramçı baxımından operativ yaddaş elementlər massivdir. Massivin hər bir elementinin öz ünvanı olur ki, onu da adətən, indeks adlandırılır. Massivin ixtiyari elementini bir elementar əməliyyatla anı olaraq oxumaq, yaxud yazmaq olar.

İxtiyari elementinə birbaşa müraciət mümkün olan verilənlər strukturu birbaşa, yaxud ixtiyari irişimli verilənlər strukturu adlanır (*ing.* random access). Massiv (onu cədvəl də adlandırılır) belə struktura nümunədir. Təkcə bir, yaxud bir neçə elementinə birbaşa müraciət mümkün olduğu verilənlər strukturu (qalan elementlərinə müraciət etmək üçün əlavə əməliyyatlar aparmaq gərəkdir) ardıcıl irişimli verilənlər strukturu adlanır. Belə struktura nümunə kimi mahnılar yazılmış maqnitofon kasetini göstərmək olar; istənilən anda yalnız bir musiqiyə qulaq asmaq olar. Başqa musiqi fragmentlərini səsləndirmək üçün kasetin lentini irəliyə, yaxud geriye fırlatmaq lazımdır.

Kompüterin üçüncü çox önəmli tərkib hissəsi olan maqnit diski də məntiqi baxımdan massivdir. Onun üçün element oxuma və yazma vahidi blokdir. Blokun ölçüsü konkret diskin quruluşundan asılıdır, adətən 0, 512 ədədinin misli olur. Bir elementar əməliyyat ilə ünvanı verilmiş bir bloku oxumaq, yaxud yazmaq olar.

Beləliklə, kompüterin ən vacib yaddaş xatırlama qurğusu olan operativ yaddaş və maqnit diski massivdir. Riyaziyyatçı üçün tam ədəd neçə bir mövcudluqdirsə, proqramçı üçün də massiv elə bir mövcudluqdur. Massivin elementlərlə iş son dərəcə sürətlə yerinə yetirilir, onlara müraciət etmək üçün qabaqcadan hər hansı əməliyyat gərəkdir.



Bununla belə, effektiv proqramların yazılması üçün təkcə massivlər yetərli deyildir. Gerçek məsələlərin əksəriyyəti verilənlərlə daha mürəkkəb iş tələb edir. Massivlər ancaq baza elementləri rolunda çıxış edir ki, onlardan da daha mürəkkəb strukturlar qurulur.

Massivə örnək olaraq kitabxanayı göstərmək olar. Proqramlaşdırma baxımından kitabxana kitablarla işləmək üçün verilənlər strukturu. Kitabxanada nömrələnmiş rəfləri olan qəfəsələr massivin analoqudur. Bu massivin elementləri rolunu rəflərdəki kitablar, indekslər rolunu isə rəflərin nömrələri oynayır. Amma kitabxana təkcə qəfəsələr yığını deyil. Onun strukturuna (əlifba və sisteməlik) kataloqlar daxildir. Bundan başqa kitab anbarına sorğuların çatdırılması (məsələn, pnevmatik poçt) və kitabların oxuculara çatdırılması sistemləri, nəhayət, oxucuların sorğularını yerinə yetirən, həmçinin kitabxana fondunun qorunmasını və doldurulmasını həyata keçirən kitabxana işçiləri mövcuddur.





ƏN SADƏ VERİLƏNLƏR STRUKTURLARI

Sadə verilənlər strukturlarından ən vacibləri *stek* və *növbədir*. Bu strukturlara proqramlaşdırmada addımbaşı, ən müxtəlif hallarda rast gəlinir. Olduqca gözənilməz tətbiqləri olan stek xüsusilə maraqlıdır. XX əsrin 70-ci illərinin başlanğıcında IBM 360 kompüterlər seriyasını yaradarkən IBM firması stekin aparat həllini qabaqcadan nəzərə almayaraq dramatik səhv buraxdı. Bu seriyada çoxlu başqa uğursuz həllər də vardı, ancaq, təəssüf ki, həmin yanlışlıqlar Sovet İttifaqında EC ƏBM adıyla buraxılan maşınlarda təkrarlandı.



► EC ƏBM 1022 seriyalı maşın.

NÖVBƏ

Proqramlaşdırmada növbə gündəlik həyatdakı növbələrə çox bənzəyir. O, bir-birinin ardınca düzülərək zəncir əmələ gətirən elementlərdən ibarətdir. Növbənin başlanğıcı və sonu vardır. Adı növbəni istənilən an tərk etmək mümkün olsa da, proqramda növbənin ortasından elementləri uzaqlaşdırmaq olmaz.



Növbəni boru formasında da təsəvvür etmək olar. Borunun bir ucuna (növbənin sonuna) kürəciklər – növbənin elementləri əlavə edilir, o biri ucundan (növbənin başlanğıcından) isə onlar çıxarılır. Növbənin ortasındakı elementlər, yəni borunun içindəki kürəciklər irişilməzdir. Beləliklə, borunun ucları simmetrik deyil, kürəciklərin onun içərisində ancaq bir istiqamətə hərəkət edir.

Boruyla analogiyayı davam etdirsək, aydın olar ki, prinsipcə elementləri onun hər iki ucuna əlavə etmək və hər iki ucundan götürmək olar. Oxsar verilənlər strukturu proqramlaşdırmada da vardır. Bu struktur "dek" (ing. Double Ended Queue – "iki uclu növbə") adlanır, ancaq növbəylə müqayisədə dekdən çox az istifadə olunur.

Növbənin proqramlaşdırmada rolu, demək olar ki, onun adi həyatdakı roluna uyğun gəlir. Növbə praktiki olaraq həmişə sorğuların eyni vaxtda yerinə yetirilməsinin mümkün olmaması halı ilə bağlı olur. Məsələn, istifadəçi kompüterdə mətn yazarkən klaviaturanın klavişini basarsa (yəni kompüterdən nəyisə yerinə yetirməsini xahiş edərsə), onda kompüterin işi mətnə bir simvolu əlavə etməkdən, yaxud ekranın müəyyən sahəsini yenidən çəkməkdən, pəncərənin işçi sahəsini fırlatmaqdan, abzası yenidən formatlamaqdan və s. ibarət olur.

İxtiyari, hətta ən sadə əməliyyat sistemi də həmişə bu və ya digər dərəcədə çoxtapşırıqlıdır. Bu o deməkdir ki, istifadəçi klavişə basan anda əməliyyat sistemi hansısa başqa bir işlə məşğul ola bilər. Buna baxmayaraq əməliyyat sistemi heç bir halda yeni tapşırıqı etinasız qalmamalıdır. Bu səbəbdən də klaviş basıldıqda əvvəlki tapşırığın yerinə yetirilməsi müəyyən müddətə dayandırılır. Maşın işdə cari vəziyyəti yadda saxlayaraq sorğuya xidmət etməyə başlayır. Bu əməliyyat çox qısa olmalıdır ki, başqa tapşırıqların yerinə yetirilməsi də pozulmasın. Buna

görə də klavişin basılması ilə verilən komanda icrasını gözləyən sorğular növbəsinin axırına əlavə edilir. Bundan sonra kompüter klavişin basılması ilə yarımqıç kəsilmə işə qaydır. Növbəyə qoyulmuş sorğu dərhal deyil, növbəsi çatanda yerinə yetiriləcək. Hər proqramın öz sorğular növbəsi olur. İşlər yerinə yetirildikcə o, növbəti sorğunu növbənin başlanğıcından götürüb icra edir. Növbəni əməliyyat sistemi idarə edir.

Lazım olan prosedurların birbaşa başlanğıcından deyil, sorğular növbəsinə əlavə olunan məlumatların göndərilməsindən ibarət olan belə yanaşma çoxlu üstünlüklərə malikdir və XX-XXI əsrlərin qovşağında geniş yayılmış obyekt-yönlü proqramlaşdırmanın xarakteristikalarından biridir. Məsələn, proqrama hansısa səbəbdən öz işini bitirmək lazımdırsa, o, təhlükəli olan sonlama komandasını dərhal çağırır, çünki həmin komanda proqramın məntiqini pozur və verilənlərin itməsinə səbəb ola bilər. Əvəzində proqram özü özünə işin başa çatdırılmasının görəkliyi haqqında məlumat göndərir, bu sorğu növbəyə qoyulur və ondan qabaq daxil olmuş sorğulardan sonra yerinə yetirilir.

NÖVBƏNİN MASSİV BAZASINDA REALLAŞDIRILMASI

Massivi ilkin verilən kimi qəbul etsək, qalan bütün verilənlər strukturları onun bazasında reallaşdırılmalıdır. Bir verilənlər strukturunun başqasının bazasında reallaşdırılması onun işinin hər hansı məlum baza strukturunun terminləri əsasında təsvir olunması deməkdir. Reallaşdırmada mütləq "reallaşdırma ideyası"nın (başqa sözlə, reallaşdırılan strukturun elementlərinin baza strukturunda necə saxlanması, hansı əlavə dəyişənlərin lazım olması) təsviri və hər biri reallaşdırılan strukturun müəy-



yən təlimatlarını baza strukturunun təlimatlarının köməyiylə modeləşdirən alt-proqramlar toplusu olur.

Reallaşdırma çoxmərhələli ola bilər, massiv isə heç də həmişə bilavasitə reallaşdırmanın bazası kimi çıxış etmir. Ümumiyyətlə, verilənlər strukturlarının bütün reallaşdırmaları iki sinfə bölünür – kəsilməz və istinadlı. Kəsilməz reallaşdırmalarda verilənlər strukturunun elementləri massivdə heç bir aralıq olmadan ardıcıl saxlanılır və beləliklə də massivin kəsilməz hissəsini tutur. İstinadlı, yaxud siyahılı reallaşdırmalarda isə verilənlər strukturunun elementləri massivdə, yaxud proqramçıların "qalaq" adlandırdıqları dinamik operativ yaddaşda nizamsız şəkildə saxlanılır. Bu zaman hər bir elementlə birlikdə qonşu elementlərə istinadlar da saxlanılır. Siyahılarda belə istinadlar iki (sonrakı və əvvəlki elementə), yaxud bir (sonrakı elementə) istinad) ola bilər. Siyahının elementləri bir növ əlaqəli zəncir təşkil edir və siyahının ortasındakı elementlərə çatmaq üçün bu zəncir üzrə birinci elementdən başlayaraq keçmək lazımdır.

Növbələrdə iki reallaşdırma daha populyardır – massiv bazasında kəsilməz reallaşdırma (bunu dairəvi bufer bazasında reallaşdırma da adlandırırlar) və istinadlı, yaxud siyahılar bazasında reallaşdırma. Növbənin kəsilməz reallaşdırılması zamanı baza rolunda müəyyən N uzunluqlu massiv çıxış edir. Beləliklə, növbə məhduddur və onun N-dən çox elementi ola bilməz. Massivin elementlərinin indeksi 0-dan N-1-dək dəyişir.





Növbənin reallaşdırılmasında massivdən əlavə üç sadə dəyişən də var: növbənin başlanğıcının indeksi, növbənin sonunun indeksi və növbənin elementlərinin sayı. Növbənin elementləri massivin başlanğıc indeksindən sonuncu indeksədək olan parçasında saxlanılır.

Növbənin sonuna yeni elementin artırılması zamanı sonun indeksi öncə bir vahid artırılır, sonra isə yeni element massivin oyunağa bu indeksə yazılır. Eyni qaydada, növbənin başlanğıcından elementin çıxarılması zamanı massivin növbənin başlanğıc indeksli oyunağa əməliyyatın yekunu kimi yadda saxlanılır, sonra isə növbənin başlanğıc indeksi bir vahid artırılır.



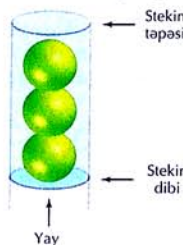
Növbənin reallaşdırılmasında əsas ideya ondan ibarətdir ki, massiv sanki qapanaraq dairəyə əmələ gətirir. Massivin sonuncu elementdən sonra onun birinci elementi gəlir (yadda salmaq ki, sonuncu elementin indeksi N-1, birincinin isə 0 olur). Növbənin sonunun indeksi massivin sonuncu elementini göstərən halda sağa sürüşdürüldərsə o, massivin birinci elementinə keçir.



STEK

Stek proqramlaşdırmada ən populyar və bəlkə də ən vacib verilənlər strukturudur. Stek, elementləri artırılmaqlarının əks ardıcılığıyla oxunan yaddasaxlama qurğusudur. Bu, sanki düzgün olmayan növbədir, ona axırıncı dayanana birinci xidmət göstərilir. Proqramlaşdırmaya aid ədəbiyyatda növbə və stekin işləmə qaydalarını göstərmək üçün abbreviaturalardan istifadə olunur. Növbənin işləmə qaydası – FIFO “birinci gəldin – birinci gedəcəksən” (ing. “First In First Out”) anlamını verir. Stekin işləmə qaydası – FILO isə “birinci gəldin – axırıncı gedəcəksən” (ing. “First In Last Out”) mənasını verir.

Stekə örnək olaraq masa üzərindəki kağız qalağı, yaxud boşqab qalağı ola bilər. “Stek” sözünün özü ingilis dilindən tərcümədə “topa, yığın” mənasını verir. Boşqablar qoyulduqları ardıcılığın əksinə götürülür. Ancaq axırıncı, yəni stekin “yuxarıdakı” boşqabı götürmək olar.



Steki dibində yay olan, şaquli yerləşdirilmiş boru kimi də təsəvvür etmək olar. Borunun yuxarı ucu açıqdır və oraya elementlər əlavə etmək olar. Hər bir yeni element stekə ondan qabaq yerləşdirilmiş elementləri bir mövqə aşağı itələyir. Elementi stekdən çıxaran kimi qalan elementlərin hamısı yuxarı qalxır (ümumi qəbul edilmiş ingilis terminləri burada çox ifadəlidir: elementin stekə əlavə edilməsi “itələyib salmaq”, “tixamaq” mənalarnı verən “push” sözü ilə, stek-



dən elementin çıxarılması isə “atıb qurtarmaq” mənasını verən “pop” sözü ilə işarə olunmuşdur).

STEKİN PROQRAMLASHDIRMADA İSTİFADƏSİ

Stekdən çox tez-tez, həm də ən müxtəlif vəziyyətlərdə istifadə olunur. Onları ümumi məqsəd – hələ sonadək yerinə yetirilməmiş işdə cari anın yadda saxlanması və lazım gəldikdə başqa tapşırıq keçid tələbi birləşdirir. Nə üçün möhz dayandırılmış tapşırıqların “don-durulmasında” stekdən istifadə olunur? Forz edək ki, kompüter A tapşırığını yerinə yetirir. Onun yerinə yetirilməsi prosesində B tapşırığını etməyə zərurət yaranır. A tapşırığının həllinin cari anı yadda saxlanılır və kompüter B tapşırığını yerinə yetirməyə keçir. Burada da kompüter C tapşırığına keçə bilər və C tapşırığına keçməzdən əvvəl B tapşırığının vəziyyəti yadda saxlanılmalıdır. Sonradan, C tapşırığının yerinə yetirilməsi başa çatdıqda, əvvəlcə B tapşırığının cari vəziyyəti, B başa çatdıqdan sonra isə A tapşırığının cari vəziyyəti bərpa olunacaq. Beləliklə, bərpaetmə prosesi yadda saxlamaya əks ardıcılıqda baş verir ki, bu da stekin iş qaydasına uyğun gəlir.

Stek rekursiya təşkil etməyə, yeni altproqramların özü-özlərinə ya birbaşa, ya da başqa çağırışlar zənciri vasitəsilə müraciət etməsinə imkan verir. Məsələn, tutaq ki, A altproqramı X giriş parametridən və ola bilsin ki, ümumi verilənlərin vəziyyətindən asılı olan alqoritmi yerinə yetirir. X-in ən sadə qiymətləri üçün alqoritmi birbaşa reallaşdırılır. X-in daha mürəkkəb qiymətləri halında alqoritmi həmin alqoritmin X-in sadə qiymətlərinə tətbiqi vasitəsilə həyata keçirilir. Bu zaman A altproqramı zəruri parametrlər kimi X-in daha sadə qiymətlərini ötür-



məklə özü-özünə müraciət edir. Bu halda A altproqramı dəyişənlərin stekdə saxlanması əvvəlki yığınını məhv etmədən yeni yığına keçir. Bu aralıq əməliyyatların sonunda X giriş parametrlərinin başlanğıc qiyməti stekdən bərpa olunur və altproqram öz-özünə müraciət zamanı yarımçıq kəsildiyi yerdən işini davam etdirir.

Bu zaman altproqramın lokal dəyişənlərini xüsusi olaraq stekdə saxlamaq lazım gəlmir, çünki bu avtomatik baş verir: altproqram işinin lap başlanğıcında aparat stekində öz lokal dəyişənlərinə yer tutur; yaddaşın bu blokunu, adətən, “altproqramın lokal dəyişənlər bloku” (ing. frame – “kadr”) adlandırırlar. İşin sonunda altproqram stekdən öz lokal dəyişənlər blokunu uzaqlaşdıraraq yaddaşı azad edir.

Lokal dəyişənlərdən başqa aparat stekində altproqramların çağırılması zamanı dönüş ünvanları saxlanılır. Forz edək ki, A proqramının hansı anındasa B altproqramı çağırılır. Onun çağırılmasından əvvəl B-nin çağırılması göstərişindən sonra gələn göstərişin ünvanı stekdə saxlanılır. Bu, A proqramına dönüş ünvanı adlandırılan ünvanıdır. B altproqramı işini bitirdikdən sonra stekdən A proqramına dönüş ünvanını çıxarır və idarəetməni bu ünvan üzrə ötürür. Beləliklə, kompüter A proqramının yerinə yetirilmə-





"FORTRAN 90"-in müasir standartı artıq əvvəlki versiyaların çatışmazlıqlarını aradan qaldıraraq, stek yaddaşından istifadə edir.

sini altproqramın çağırıldığı göstərişdən sonrakı göstərişdən başlayaraq davam etdirir. Processorların əksəriyyətində dönüş ünvanını əvvəlcədən stekdə yerləşdirən, həmçinin stekdən çıxarılan ünvanı görə altproqramdan dönüşü təmin edən xüsusi komandalar olur. Adətən, çağırış komandası "call", dönüş komandası isə "return" sözü ilə işarə edilir.

Altproqramın, yaxud funksiyanın çağırılmasından qabaq onun parametrləri də stekdə yerləşdirilir. Onların stekdə yerləşdirilməsi ardıcılığı yüksək səviyyəli dillərdə qəbul olunmuş razılaşmalardan asılıdır. Belə ki, C və ya C++ dilində stekin yuxarısında funksiyanın birinci argumenti, onun altında ikinci və s. yerləşir. Pascal dilində hər şey tərsinədir – stekin yuxarısında funksiyanın axırıncı argumenti yerləşir.

Ən əski və uğurlu proqramlaşdırma dillərindən biri olan FORTRAN IV-də argumentlər stekdə yerləşməyən xüsusi yaddaş sahəsindən ötürülürdü, çünki XX əsrin 60–70-ci illərində hələ stekin aparat reallaşdırılması olmayan (məsələn, IBM 360, yaxud EC ƏBM kompüterlər var idi. Eyni qaydayla, dönüş ünvanları da stekdə deyil, yaddaşın hər bir altproqram üçün qeyd olunmuş oyuqlarında saxlanılırdı. Proqramçılar belə yaddaş "statik" adlandırırlar, ona görə ki, statik dəyişənlər proqramın işinin ixtiyari

anında həmişə yaddaşın eyni yerini tuturlar. Yalnız belə yaddaşdan istifadə etməklə rekursiya mümkün deyil, çünki hər yeni çağırışda lokal dəyişənlərin əvvəlki qiymətləri pozulur.

STEKİN MASSİV BAZASINDA REALLAŞDIRILMASI

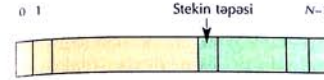
Stekin massiv bazasında reallaşdırılması proqramlaşdırmanın "klassika"sıdır. Bəzən hətta stek anlayışının özü yanlış olaraq bu reallaşdırma ilə eyniləşdirilir.

Reallaşdırmanın bazası N ölümlü massivdir, yəni maksimal dərinliyi N parametrlərini aşmayan, məhdud ölçülü stek reallaşdırıla bilər. Massivin oyuqlarının indeksi 0-dan $N-1$ -dək dəyişir. Stekin elementləri massivdə aşağıdakı qaydada saxlanılır: stekin dibində olan element massivin başlanğıcında, yəni 0 indeksli oyuqda yerləşdirilir. Stekin ən aşağıdakı elementinin üzərində yerləşən element 1 indeksli oyuqda saxlanılır və s. Stekin yuxarısı təxminən massivin ortalarında yerləşir. Stekin yuxarısındakı elementin indeksi xüsusi dəyişənlə işarə olunur ki, ona adətən, stekin göstəricisi (*ing.* Stack Pointer, yaxud *SP*) deyirlər.

Stek boş olduqda onun göstəricisinin qiyməti -1 olur. Stekə element artırıldıqda göstərici önce bir vahid artır, sonra massivin stekin göstəricisinə uyğun indeksli oyuqda artırılan element yazılır. Elementin stekdən çıxarılması zamanı, massivin stekin göstəricisinə uyğun indeksli oyuğunun tərkibi əməliyyatın nəticəsi kimi müvəqqəti dəyişəndə saxlanılır, sonra stekin göstəricisi bir vahid azalır. Təsvir olunmuş reallaşdırmada stek massivin oyuqlarının indekslərinin artması istiqamətində artır.



Tez-tez başqa variantdan – stekin vektor bazasında reallaşdırılmasından da istifadə olunur. Bu halda stekin dibi massivin axırıncı oyuquna, yəni $N-1$ indeksli oyuquna yerləşdirilir. Stekin elementləri, indeksi SP -də saxlanılan massiv oyuğundan başlayaraq axırıncı oyuğa qədər, onun kəsilməz parçasını tutur. Bu variantda stek indekslərinin azalması istiqamətində artır. Stek boşdursa, onun göstəricisinin qiyməti N olur.



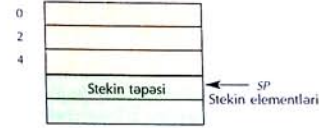
STEKİN APARAT REALLAŞDIRILMASI

Əslində kompüterdə heç bir aparat steki yoxdur. Yalnız ya baytlar massivi, ya da maşın sözləri massivi kimi baxıla bilən operativ yaddaş vardır. Aparat steki operativ yaddaş bazasında reallaşdırılır.

Maşın sözü özümdə yaddaş oyuğunun ünvanını yerləşdirir. Məsələn, 32-mərtəbəli arxitektura baytların ünvanı 0-dan $(2^{32}-1)$ -dək dəyişə bilər. Maşın sözlərinin ünvanları 4-ün misilləridir və 0, 4, 8, ..., $2^{32}-4$ qiymətlərini alırlar.

Operativ yaddaşdan əlavə, prosessor özünün daxili və çox sürətli yaddaşına – prosessorun *registrlərinə* də malikdir. Onların arasında tam ədədləri, yaxud yaddaş oyuqlarının ünvanlarını özümdə saxlayan ümumi təyinatlı registrlər və həqiqi ədədləri saxlayan sürüşkən registrlər vardır (proqramçı slenqində həqiqi ədədlərə sürüşkən ədədlər deyilir). Ucuz prosessorlarda sürüşkən registrlər olmaya da bilər, ancaq ümumi təyinatlı registrlərin olması vacibdir. Onların ikisi xüsusi rol oynayır: *PC* (*ing.* Program Counter – komandalar saygacı, bəzən *IP* – Instruction Pointer də işlədilir) və *SP* (Stack Pointer – stekin göstəricisi). *PC* registri növbəti addımda yerinə yetiriləcək maşın

komandasının (göstərişinin) ünvanını özümdə saxlayır. *SP* registri stekin yuxarısının cari ünvanını özümdə saxlayır. Stekin aparat reallaşdırılması onun massiv bazasında reallaşdırılması ilə (massivin oyuqlarının indekslərinin azalması istiqamətində stekin artdığı variantda) üst-üstə düşür.



APARAT STEKİ VƏ ALTPROQRAMIN LOKAL DƏYİŞƏNLƏRİ

Aparat steki, sadəcə, operativ yaddaş sahəsi üstəgəl stekin təpəsinin ünvanını saxlayan *SP* registridir. Aparat stekində proqramların adı dəyişənlərini yerləşdirmək olar. Lokal dəyişənlərin stekdə yerləşdirilməsi dəyişənlərin operativ yaddaşın qeyd olunmuş oyuqlarında statik yerləşdirilməsilə müqayisədə ciddi üstünlüklərə malikdir. Məsələn, bu rekursiyanın təşkilinə imkan verir. Müasir arxitekturalarda ümumi statik dəyişənlər üzərində işləyən paralel proseslərin dəstəklənməsinin böyük önəmi vardır. Bunlar yüngülçəkili adlandırılan proseslər, yaxud bir proqram çərçivəsində paralel işləyən iplərdir (Thread). Müxtəlif iplər ümumi statik dəyişənlər üzərində paralel işləyir və beləliklə, hər hansı bir iş yerinə yetirirlər. Bu zaman eyni bir altproqram müxtəlif iplərdən çağırıla bilər. Bütün iplər üçün ümumi olan statik dəyişənlərdən fərqli olaraq, proqramların lokal dəyişənləri mütləq hər bir ip üçün ayrılmış stekdə yerləşməlidir. Onda müxtəlif iplərdən çağırılmış eyni altproqramın lokal verilənlərinin toplusu müxtəlif steklərdə yerləşdikləri üçün

Microsoft Windows sistemində bütün qrafik proqramların işi iplərdən istifadəyə əsaslanır.



müxtəlif olacaqdır. Əgər bu belə olmasaydı, onda bir ip çərçivəsində işləyən altproqramın başqa bir ipdən çağırılması bu altproqramın lokal dəyişənlər yığınına dağırdı.

Altproqramın lokal dəyişənləri stekdə necə yerləşirlər? C dilində altproqramlara funksiyalar deyilir. Funksiya arqumentlərə və lokal dəyişənlərə, yəni yalnız funksiyanın yerinə yetirilməsi prosesində mövcud olan dəyişənlərə malik ola bilər. Tutaq ki, funksiya tam tipli iki x və y giriş arqumentlərindən asılıdır və tam tipli üç a , b və c lokal dəyişənlərindən istifadə edir. Funksiya tam qiymət qaytarır.

```
int f(int x, int y) {
    int a, b, c;
    ...
}
```

Tutaq ki, proqramın müəyyən f yerindən f funksiyası $x = 222$, $y = 333$ arqumentlərlə çağırılır.

$z = f(222, 333)$

Çağıran proqram f funksiyasının x və y arqumentlərinin faktiki qiymətlərini stekə yerləşdirir. Bu zaman stekin təpəsində funksiyanın birinci arqumenti, ondan altıda ikinci arqumenti yerləşir. Funksiyanı çağıran komandanın yerinə yetirilməsi zamanı stekdə dönüş ünvanı da yerləşdirilir. f funksiyasının işinin başlanğıcında stek aşağıdakı şəkildə olur:

Dönüş ünvanı	← SP
222	
333	
...	

Yerinə yetirilməzdən əvvəl f funksiyası özünün a , b , c lokal dəyişənləri üçün stekdə yaddaş sahəsi tutmalıdır. C dilində belə bir razılaşma qəbul edilib: funksiyanın lokal dəyişənlər blokunun ünvanı funksiyanın işləməsi anında prosessorun *FP* (ing. "Frame Pointer" – "kadr göstəricisi") adlanan xüsusi registrinə yerləşdirilir. İlk növbədə f funksiyası stekdə *FP* registrinin əvvəlki qiymətini saxlayır. Ardınca stek göstəricisinin qiyməti *FP* registrinə köçürülür. Sonra f funksiyası özünün a , b , c lokal dəyişənləri üçün stekdə üç maşın sözü ölçüsündə yaddaş sahəsi tutur. Bunun üçün f funksiyası, sadəcə, *SP* registrinin qiymətini 12 vahid azaldır (üç maşın sözü 12 bayta bərabərdir). Lokal dəyişənlər kadrtutulduqdan sonra stek aşağıdakı kimi görünür:

c	← SP
b	
a	
FP-nin köhnə qiyməti	← FP
Dönüş ünvanı	
$x=222$	
$y=333$	
...	

f funksiyasının arqumentləri və lokal dəyişənləri *FP* registrinə nəzərən ünvanlanırlar. Belə ki, x arqumentinin ünvanı $FP+8$, y arqumentinin ünvanı isə $FP+12$ olur. a dəyişəni $FP-4$, b dəyişəni $FP-8$, c dəyişəni isə $FP-12$ ünvanına malik olur.

f funksiyası işini qurtaran kimi özünün a , b , c lokal dəyişənlərini stekdən uzaqlaşdıraraq, stekin göstəricisini 12 vahid artırır. Sonra *FP*-nin köhnə qiyməti stekdən çıxarılaraq *FP*-yə yerləşdirilir (yəni *FP* registri f funksiyasının çağırılmasına qədərki qiymətini bərpa edir). Sonra

çağıran proqrama qayıdış baş verir: dönüş ünvanı stekdən çıxarılır və idarəetmə dönüş ünvanı üzrə ötürülür. f funksiyasının nəticəsi sıfır registrə ötürülür. Çağıran proqramın özü f funksiyasının çağırılmasından əvvəl stekə yerləşdirilmiş x və y arqumentlərinin faktiki qiymətlərini stekdən uzaqlaşdırır.

STEK KALKYULATORU VƏ DÜSTURUN TƏRS POLYAK YAZILIŞI

1920-ci ildə Polşa riyaziyyatçısı Yan Lukaseviç riyazi düsturların mötərizələrdən istifadə etmədən yazılış üsulunu təklif etmişdir. Adət etdiyimiz yazılışda əməl işarəsi arqumentlər arasında yazılır: məsələn, 2 və 3 ədədlərinin cəmi $2+3$ kimi yazılır. Yan Lukaseviç yazılışın iki başqa formasını təklif etmişdir: əməl işarəsinin arqumentlərdən əvvəl yazıldığı prefiks forması və əməl işarəsinin arqumentlərdən sonra yazıldığı postfiks forması. Riyaziyyatçının vətəninə şərəfinə bu yazılış formaları düz və tərs polyak yazılış adlandırılmışdır. Adi yazılış formasına isə infiks forması deyilir.

Polyak yazılışında mötərizələrə gerek yoxdur. Məsələn,

$$(2 + 3) \times (15 - 7)$$

ifadəsi düz polyak yazılışında

$$\times + 2 \ 3 - 15 \ 7$$

kimi, tərs polyak yazılışında isə

$$2 \ 3 + 15 \ 7 - \times$$

kimi yazılır.

Düz polyak yazılış geniş yayılmasada, tərs polyak yazılış olduqca faydalı oldu. Onun üstünlüyü onunla izah edilə bilər ki, üzərində əməliyyatlar aparılacaq obyektlər artıq verilmişsə, həmin əməliyyatı yerinə yetirmək olduqca əlverişli olur. Fərz edək ki, kimdənsə bir stəkan çay süzmək xahiş olunur. Tərs polyak

yazılışında əvvəlcə stəkan, sonra çaydan verilir, ancaq bundan sonra çay süzmək xahiş olunur. Infiks formasında əvvəlcə stəkan verilir, sonra çay süzmək xahiş olunur. Kimsə çaydan dalınca mətbəxə getməli və ancaq bundan sonra çay süzülə bilər. Düz polyak yazılışında əvvəlcə çay süzmək xahiş edilir, kimə stəkan, sonra çaydan tapmalı və yalnız bundan sonra tələb olunan əməliyyatı yerinə yetirməlidir.

Düsturların tərs polyak yazılış üstyari çətinlikli hesablamaları aparmağa imkan verir. Bu zaman aralıq nəticələrin saxlanması üçün stekdə yaddaş qurğusu kimi istifadə edilir. Belə stek kalkulyatoru ilk dəfə Hewlett Packard (ABS) firması tərəfindən buraxılmışdır. Kalkulyatorların adı modelləri aralıq nəticələrin yazılması üçün kağız və qələmdən istifadə etmədən mürəkkəb düsturlara görə hesablamaların aparılmasına imkan vermir. Bəzi modellərdə bir, yaxud iki səviyyəli iç-içə mötərizələrdən istifadə nəzərdə tutulub, ancaq onlarda da daha mürəkkəb hesablamalar aparmaq mümkün deyil. Bundan başqa, adi kalkulyatorlarda giriş və hesablama proseslərində arqumentlərin və nəticənin kalkulyatorun registrləri arasında necə yerdəyişməsinə başa düşmək çətinidir. Əksinə, stek kalkulyatorunun quruluşu tamamilə aydındır və asan yadda qalır. Kalkulyatorun stek şəklində yaddaşı vardır. Ədəd daxil edildəndə o, sadəcə, stekə əlavə olunur. Əməl klavişi, məsələn, "+" klavişi basıldıqda əməliyyatın arqumentləri əvvəlcə stekdən çıxarılır, sonra onlar üzərində əməliyyat aparılır. nəhayət,



Yan Lukaseviç.





Hewlett Packard
firmasının
kalkulyatoru.

nəticə yenə də stekə yazılır. Stekin yuxarısı həmişə axırıncı əməliyyatın nəticəsinə özündə saxlayır və o, kalkulyatorun displeyində işıqlanır.

Hesablama üçün əvvəlcə ifadəni tərs polyak yazılışına çevirmək lazımdır (məüyyən vərdişlərlə bunu beyində də etmək olar). Sonra yazıya ardıcıl olaraq soldan sağa baxılır. Ədəd görünürsə, onu kalkulyatora daxil edirik və beləliklə, onu stekə əlavə edirik. Əməliyyatı görürsə, kalkulyatorun uyğun klavişini basırıq. Bununla isə stekin yuxarisında olan ədədlərlə lazım olan əməliyyatı yerinə yetirik.

Düsturların tərs polyak yazılışı kompüterlə işləmək üçün son dərəcə əlverişli idi. Hesablamalar üçün stekdən istifadə olunur ki, bu da istənilən mürəkkəb ifa-

dələrlə işləməyə imkan verir. Stek hesablayıcısının reallaşdırılması heç bir çətinlik törətmir. Bundan başqa, ifadəni adi yazılışdan tərs polyak yazılışına çevirən sadə alqoritm yaradılmışdır. Bütün bunlar ona aparıb çıxardı ki, yüksək səviyyəli dillərin əksər kompilyatorları proqramların təqdim olunmasının daxili forması kimi tərs polyak yazılışından istifadə edir.

Məsələn, Java proqramlaşdırma dili kompilyasiya olunan deyil, interpretasiya olunan dildir. Bu o deməkdir ki, Java kompilyatoru ilkin Java-proqramını məşin koduna deyil, xüsusi Java-maşının yerinə yetirilmək (interpretasiya olunmaq) üçün nəzərdə tutulmuş hər hansı aralıq dilə çevirir. Java halında bu aralıq dili bayt-kod adlandırırlar. Bayt-kodun Java-proqramının tərs polyak yazılışı. Java-maşının isə stek hesablayıcısı olduğuna hesab etmək olar.

POSTSCRIPT DİLİ

Tərs polyak yazılışından istifadəyə başqa bir parlaq misal, mətnlərin lazer printerlərində yüksək keyfiyyətli çapı üçün nəzərdə tutulmuş qrafik PostScript dilidir. O, printerin konkret modelindən asılı olmayaraq, mətnlərin mətbəə keyfiyyətində verilməsinin standartıdır.

"PostScript proqramlaşdırma dilidir" fikri mətbəə işlə tanış olan, amma proqramlaşdırmadan uzaq olan insanların çoxu üçün qeyri-adi səslənir. Ümumi qəbul edilmiş "kompüter ədədlərlə işləyir və əsasən nə isə hesablayır" fikri heç də həmişə doğru deyildir. Tez-tez kompüter proqramları mətnlərin görüntülərlə də işləyir. Mətn faylında yerləşən mətnə iki nöqtəyi-nəzərdən baxmaq olar. Məsələn, onu sadəcə məqalə, yaxud kitab mətni kimi şərh etmək olar. Lakin mətnin çapı prosesinə qrafik deyil, adi printerdə baxaq. Printer kompüterlə kabel vasitəsilə birləşmişdir və

kompüter bu kabelə bir-birinin ardınca mətni təşkil edən simvolların kodlarını printerə göndərir.

Bu halda mətnə "A" adlanan hərflə komanda kimi baxmaq lazımdır. Bu komanda printerə əvvəlcədən verilmiş şriftdən istifadə edərək "A" simvolunu səhifənin cari nöqtəsindən çap etmək göstərişini verir. Sonra cari nöqtənin X koordinatını "A" hərfinin eni qədər artırmaq lazımdır. Bu mövqecdən bütün mətni məxsusi olaraq özünü çap edən proqram kimi şərh etmək olar. İxtiyari mətn faylı halında bu proqram çox primitivdir. Məsələn, onda şriftlərin dəyişdirilməsi, cari mövqeyin dəyişdirilməsi, xətlərin çəkilməsi və sair komandalar yoxdur. Aydındır ki, mətbəə keyfiyyətli mətn mətn faylı ilə təqdim oluna bilməz.

PostScript dili halında PostScript-printerə göndərilən fayl mətni çap edən proqramdır. PostScript dili olduqca zəngindir və çətin ki, onu bilən çoxlu insan tapılsın. Çox zaman PostScript-proqram mətnləri emal edən digər proqram vasitəsilə yaradılır. Məsələn, PostScript-fayl printerdə çap üçün TeX dilinin köməyi ilə yaradılır (TeX riyazi düsturlardan ibarət mətnlərin yazılması üçün, məşhur riyaziyyatçı və proqramlaşdırma nəzəriyyəçisi Donald Knut tərəfindən yaradılmış dildir). Bir çox mətn redaktorları, məsələn, Adobe Acrobat, yaxud MS Word peşəkar printerə çap edəndə mətni PostScript-proqrama çevirirlər. PostScript-fayllar adı mətn formatında yazıldıqlarına görə yayılmaq üçün çox əlverişlidir və milli kodlaşdırmadan, əməliyyat sisteminin versiyasından, lazımı şriftlərin mövcudluğundan və asılı olmayaraq istənilən ölkədə eyni cür çap olunacaqdır.

PostScript-proqram tərs polyak yazılışdır, yəni ixtiyari komanda öz arqumentlərindən sonra yazılır. PostScript-proqramın yerinə yetirilməsi zamanı stekdən istifadə olunur. Nümunə üçün

səhifədə xaç çəkən sadə proqrama baxaq. PostScript dilində % simvolu şərhlərin yazılışı üçün istifadə olunur.

```
% Xaç proqramı
2.83 2.83 scale % millimetrlər şkalasını
qurmaq
0.2 setlinewidth % xəttin qalınlığını
0.2 mm qoymaq
100 0 moveto % (100, 0) nöqtəsinə
yerdəyişmə
100 350 lineto % (100, 350) xətti
nöqtəsinə aparmaq
stroke % və onu çəkmək
0 150 moveto % (0, 150) nöqtəsinə
yerdəyişmə
250 150 lineto (250, 150) xətti nöqtəsinə
aparmaq
stroke % və onu çəkmək
showpage % səhifəni göstərmək
```

Proqramın birinci sətirində millimetrlər şkalası qurulur. İş ondadır ki, printer üçün ölçü vahidi susqunluqla 1 punkt. yaxud 1/72 düym qəbul edilmişdir. İstənilən proqramçı bilir ki, 1 düym 25,4 millimetrə bərabərdir. Bir millimetr və bir punkt arasındakı əlaqəni hesablamaq lazımdır:

$$1 \text{ mm} / 1 \text{ pt} = 1 \text{ mm} / (1/72) = \\ 1 \text{ mm} / (25,4/72) \text{ mm} = 2,834645.$$

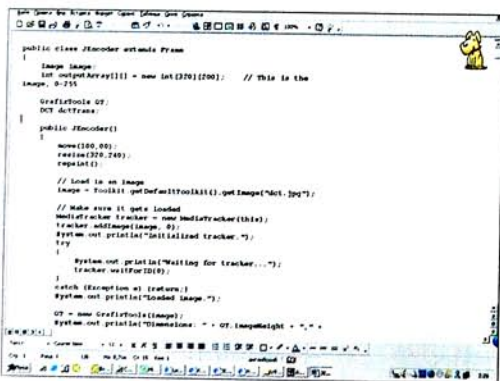
Əgər miqyas 2,83 dəfə artırılarsa, punkt-lardan millimetrlərə keçid baş verir. Miqyasın dəyişdirilməsi üçün əvvəlcə stekə miqyasın X üzrə artırılmasına uyğun 2,83 ədədi yerləşdirilir. Sonra miqyasın Y üzrə artırılmasına uyğun ikinci 2,83 ədədi stekə yerləşdirilir. Bundan sonra scale (miqyasın dəyişdirilməsi) komandası yerinə yetirilir. Bu zaman stekdən iki ədəd çıxılır. X və Y üzrə miqyas dəyişdirilir.

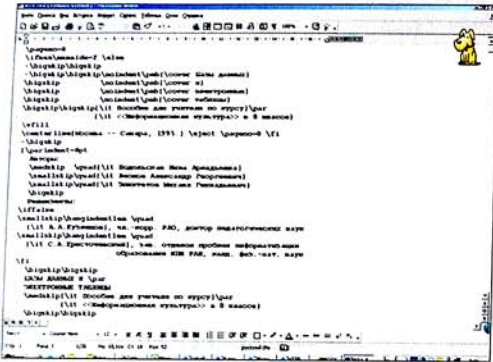
Müxtəlif komandalar müxtəlif sayda arqumentlərə malik ola bilər. Məsələn, proqramın ikinci sətiri xəttin qalınlığını quraşdırır. Setlinewidth komandasının bir arqumenti vardır. Komandanın çağırılmasından qabaq homin arqument stekə yerləşdirilir. Komanda yerinə yetirilən zaman o, stekdən çıxılır və xəttin qalınlı-



Donald Knut.

Java dilində
proqramdan
fragment.



TeX dilində
proqramdan
traqment.

İfti bu çıxarılmış ədədə bərabər götürülür.

Üçüncü sətir kursurun cari mövqeyini koordinatları $X = 100$, $Y = 0$ olan nöqtəyə dəyişdirir (vahid olaraq millimetr götürülür ki, birinci sətirdə bu nəzərə alınmışdır; koordinat başlanğıcı səhifənin aşağı sol küncündə yerləşir).

VERİLƏNLƏRİN DİNAMİK STRUKTURLARI VƏ İSTİNAĐLI REALLAŞDIRMALAR

Bütün verilənlər strukturlarını şərti olaraq iki sinfə ayırmaq olar: ardıcıl və ixtiyari irişimli strukturlar. Birinci strukturlarda bir və ya bir neçə elementə irişmək mümkündür. Adətən bu elementlər strukturun əvvəlində, yaxud axırında olur, bəzən isə xüsusi "göstərici" ilə qeyd olunmuş "ayrılmış" yerin yaxınlığında olur. Növbələrdə ancaq onun əvvəlində və axırındakı elementlər, stekdə isə ancaq onun topəsindəki element irişiləbiləndir. İxtiyari, yaxud "birbaş" irişimli strukturlarda bütün elementlərə istənilən hərəkəti yerinə yetirmək olar. Bu zaman bütün elementlərin, yaxud elementlərin müəyyən hissəsinin seçilməsinə heç bir ehtiyac yoxdur.

Əvvəlcə stekə X və Y koordinatlarına uyğun iki ədəd əlavə olunur, sonra moveto komandası yerinə yetirilir. Bu komanda iki ədədi stekdən çıxararaq kursurun yerini, koordinatları həmin ədədlər olan nöqtəyə dəyişdirir.

PostScript kifayət qədər güclü proqramlaşdırma dilidir. Onda parametrlə funksiyalar, dövrədən, rekursiya və başqa vasitələrdən istifadə olunmuşdur. Onda istifadə olunan tərs polyak yazılışı kompüterdə yerinə yetirilmək üçün çox rahatdır. Ona görə də PostScript dilinin interpretatoru asanlıqla, printerin dəyərini bir qədər artıraraq onun konstrukciyasına quraşdırıla bilər.

Bayt-kodu tərs polyak yazılışı olan Java dili də ilkin olaraq ucuz məişət cihazlarının (televizor, paltaryuyan maşın və sair) proqramlaşdırılması üçün yaradılmışdır. Stek hesablayıcısı sadə qurulmuşdur və sürətin xüsusi rol oynamadığı, əvəzində proqramların yaradılma sürətinin və ucuzluğun vacib olduğu yerlərdə tətbiq oluna bilər.

Verilənlər strukturlarının əksəriyyəti massiv bazasında reallaşdırılır. Bütün reallaşdırmaları da iki sinfə ayırmaq olar: kəsilməz və istinadlı. Kəsilməz reallaşdırmalarda verilənlər strukturunun elementləri ardıcıl olaraq, bir-birinin ardınca massivin kəsilməz hissəsində yerləşirlər. Özlü də onların yerləşmə ardıcılığı reallaşdırılan strukturdakı ardıcılıqlına uyğun gəlir. İstinadlı reallaşdırmalarda isə verilənlər strukturunun elementləri tamamilə nizamsız, ixtiyari şəkildə saxlanılırlar. Bu zaman hər bir elementlə yanaşı onun bir və ya bir neçə "qonşu" elementlərinə istinadlar da saxlanılır. İstinad rolunda massivin oyuqlarının indeksləri, yaxud yaddaşın ünvan-

ları çıxış edə bilər. Casuslar şəbəkəsini təsvir edərkən, belə ki, hər bir iştirakçısı-casus ancaq bir, yaxud iki həmkarının koordinatlarını bilir. Şəbəkəni zərərsizləşdirmək istəyən əksşəfəyətçılar aşkar olunmuş casusdan başlayaraq, ardıcıl olaraq bütün zənciri keçməlidirlər. İstinadlı reallaşdırmalar aşkar ifadə edilmiş iki çatışmazlığa malikdir:

- 1) istinadların yadda saxlanması üçün əlavə yaddaş tələb olunur;
- 2) strukturun müəyyən elementinə çatmaq üçün əvvəlcə ardıcıl olaraq digər elementlər zəncirini keçmək lazımdır.

Elə görünür ki, belə reallaşdırmalar nəyə lazımdır? İstinadlı reallaşdırmaların bütün çatışmazlıqları onların olduqca vacib bir yaxşı cəhətlə kompensasiya olunur: onlarda verilənlər strukturunun başqa elementlərinə sürüşdürmədən, onun ortasına elementlər artırmaq və uzaqlaşdırmaq olar.

KÜTLƏVİ ƏMƏLİYYATLAR

Verilənlər strukturunun bütün elementlərinin önəmli bir hissəsinə toxunan əməliyyatlara kütləvi əməliyyatlar deyilir. Fərz edək ki, bir elementi əlavə etmək və ya uzaqlaşdırmaq lazımdır. Əgər bu zaman qalan elementlərin xeyli hissəsini bir yerdən başqa yerə yazmaq lazım gəlsə, deyirlər ki, artırma, yaxud uzaqlaşdırma kütləvi əməliyyatlara səbəb olur. Verilənlər strukturunu o zaman yaxşı reallaşdırılmış olur ki, belə əməliyyatlar ya tamamilə olmur, ya da çox nadir hallarda baş verir. Kütləvi əməliyyatlar proqramçının həmişə qaçmağa çalışdığı lənətdir. Kəsilməz reallaşdırmalarda strukturun ortasına elementlərin artırılması, yaxud uzaqlaşdırılması hökmən kütləvi əməliyyatlara gətirir. Ona görə də, ortasına elementlərin artırılması və ya uzaqlaşdırılması mümkün olan strukturlar mütləq istinadlı formada reallaşdırılmalıdır.

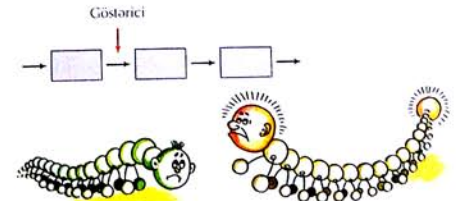


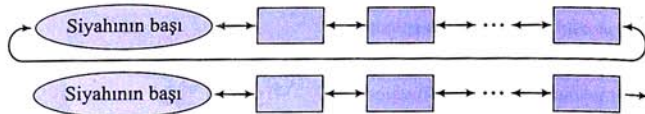
SIYAHİ

Ortasına elementlərin artırılması və uzaqlaşdırılması mümkün olan ardıcıl irişimli verilənlər strukturuna klassik nümunə xətti siyahıdır. Siyahılar birstiqamətli və ikiistiqamətli olurlar (bəzən "birrabitəli" və "ikirrabitəli" deyirlər).

Siyahının elementləri elə bil ki, bir-birinin ardınca zəncir kimi düzülmüşlər. Siyahının başlanğıcı və sonu olur. Həmçinin, elementlər arasında yerləşən siyahı göstəricisi olur.

Təsvir etsək ki, siyahının qonşu elementləri kəndirə bir-birilə əlaqələndirilmişdir, onda kəndirə asılan qırımızı lent göstərici olacaqdır. İstənilən zaman siyahıda ancaq iki elementə giriş vardır: göstəriciyə qədərki və göstəricidən sonrakı elementə. Birstiqamətli siyahıda göstəricini ancaq irəliləyən doğru, başlanğıcdan sona doğru hərəkət etdirmək olar. Göstəricini siyahının başlanğıcında, birinci elementdən qabaq da qoymaq olar.





Biristiqamətli siyahıdan fərqli olaraq, ikiistiqamətli siyahı bu baxımdan simmetrikdir. Yəni göstərici həm irəli, həm də geri hərəkət edir və birinci elementdən qabaq, həm də axırıncı elementdən sonra qoyulur.

İkiistiqamətli siyahıda elementləri göstəricidən əvvəl, həm də sonra əlavə etmək, yaxud uzaqlaşdırmaq olar. Biristiqamətli siyahılarda da elementləri göstəricinin hər iki tərəfinə əlavə etmək olar, ancaq göstəricidən sonrakı elementləri uzaqlaşdırmaq olar.

Hesab etmək olar ki, siyahının birinci elementindən qabaq xüsusi "boş" element yerləşir. Bu elementi "siyahının başı" da adlandırılır. Baş həmişə, hətta siyahı boş olduqda da olur. Buna görə də həmişə hesab etmək olar ki, göstəricidən əvvəl hansısa element var. Bu da ele-

mentlərin əlavə olunmasını və uzaqlaşdırılmasını proseduru sadələşdirir.

İkiistiqamətli siyahıda hesab edilir ki, axırıncı elementdən sonra, yenə də siyahının başı gəlir, yəni siyahı qapanmış dairəyə qapanmışdır.

Eyni qayda ilə biristiqamətli siyahını da qapamaq olardı. Lakin çox vaxt hesab edilir ki, biristiqamətli siyahının axırıncı elementindən sonra heç nə gəlmir. Beləliklə, bu siyahı "heç bir yerə" istinadı ilə qurtaran zəncirdir.

SIYAHININ İSTİNADLI REALLAŞDIRILMASI

Proqramlaşdırmada tez-tez siyahı anlayışını onun massiv, yaxud bilavasitə operativ yaddaş bazasında istinadlı reallaşdırılması ilə eyniləşdirirlər.

İkiistiqamətli siyahının reallaşdırılmasının əsas ideyası ondan ibarətdir ki, hər bir elementlə birlikdə ondan əvvəlki və sonrakı elementlərə istinadlar da saxlanılır. Massiv bazasında reallaşdırma zamanı istinadlar massivin oyuqlarının indeksləri olur. Lakin tez-tez siyahının elementlərini hər hansı massivdə deyil, verilmiş məsələ üçün ayrılmış *dinamik yaddaşda* ayrı-ayrılıqda yerləşdirirlər. Bu halda istinad kimi operativ yaddaşda elementlərin ünvanlarından istifadə olunur.

Siyahının başı birinci və axırıncı elementlərə istinadları saxlayır, amma heç bir element saxlamır. Siyahının başından sonra onun birinci elementi, əvvəl isə axırıncı elementi olacaqdır. Siyahı boş olduqda siyahının başı özü özüne dövrələnmiş olur.

Siyahının göstəricisi əvvəlki və sonrakı elementlərə istinadlar cütü şəklində

DİNAMİK YADDAŞ ANBARI



reallaşdırılır. O yalnız elementlər zəncirində müəyyən yeri qeyd edir.

Biristiqamətli siyahılarda hər bir elementlə birlikdə yalnız növbəti elementə istinad saxlanılır, beləliklə, yaddaşda qənaət olunur. Siyahının başı birinci elementə istinadı, axırıncı element isə sıfır istinadını ("heç bir yerə" istinadı) saxlayır, çünki proqramlarda sıfır ünvan heç vaxt istifadə olunmur.

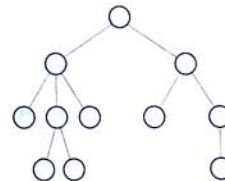
Siyahının elementlərinin əlavə olunması və uzaqlaşdırılması proseduru kütləvi əməliyyatlara səbəb olur, çünki onların yerinə yətirilməsi üçün təkcə iki qonşu elementdə istinadları dəyişdirmək lazımdır.

AĞACLAR VƏ QRAFLAR

Qraf təpələrdən və təpələri birləşdirən tillərdən ibarət olan fiqurdur. Qrafa nümunə olaraq metro xətlərinin sximini göstərmək olar. Tillər istiqamətə malik ola bilər, başqa sözlə oxlarla təsvir oluna bilər; belə qraflar yönəldilmiş qraflar adlanır.

Ağac, dövrəlsiz ağaqlı qrafdır. Bundan başqa, onda ağacın kökü adlanan bir təpə seçilmişdir. Qalan təpələr ağacın kökündən verilmiş təpəyə aparən yol boyunca nizamlanır.

Fərz edək ki, hər hansı X təpəsi seçilmişdir. Tillər vasitəsilə X təpəsinə birləşmiş və ağacın kökündən sonra yerləşmiş təpələri X təpəsinin "oğlanları" adlandırılır. Onlar, adətən, soldan sağa nizamlanırlar. Oğlanları olmayan təpələr terminal təpələr adlanır. Ağacı çevrilmiş, kökü yuxarı təsvir edirlər.



Ağaclar proqramlaşdırmada qrafın daha tez-tez istifadə olunan növüdür. Çoxsaylı çeşidləmə və axtarış alqoritmləri onların qurulmasına əsaslanmışdır. Kompilyatorlar proqramların yüksək səviyyəli proqramlaşdırma dillərindən məşin dilinə keçirilməsi prosesində proqram fragmentlərini sintaktik ağaclar şəklində təsvir edirlər.

Ağaclar, təbii olaraq, harada iyerarxik strukturlar (bir-birinə yerləşə də bilən strukturlar) varsa, orada meydana çıxırlar. Kitabın mündəricatı örnək ola bilər.

Dinamik yaddaş yaxud, "qalaq" operativ yaddaşın əla sahəsidir ki, lazım olduqda onun lazımı ölçüdə hissələrini tutmaq olar və istifadə etdikdən sonra azad etmək, yəni geriye "qalağa" qaytarmaq olar.

KƏSİLMƏZLİK PROBLEMLƏRİ

Kəsilməz reallaşdırmalardan uğursuz istifadəyə misal olaraq, bəzi köhnə əməliyyat sistemlərində (OC EC, CM 386 mini kompüterlərində təbiiq olunan RAFOS) fayl sistemlərini göstərmək olar. Müasir fayl sistemlərində fayllar fragmentləşdirilir (böyük faylların hissələri bütün disk boyu "paylana" bilər), amma köhnə əməliyyat sistemlərində belə deyildi. Fayllar diskdə mütləq kəsilməz sahələrdə yerləşirdilər. Daimi iş zamanı onlar məhv edilərək yenidən yeni yerdə yaradılırdılar. Mətn faylları üzərində redaktə əməliyyatlarının aparılması zamanı onlar beləcə təzələndirildi. Nəticədə diskdə olan boş yerlər fragmentləşdirilmiş olurdu, yəni böyük olmayan hissələr çoxluğundan ibarət olurdu. Çox tez-tez böyük faylların diskə yazıla bilməməsi vəziyyəti yaranırdı, halbuki, diskdə bütövlükdə sərbəst yer çox qalırdı, amma kifayət qədər böyük fragment olmurdu.

Problemi aradan qaldırmaq üçün köhnə əməliyyat sistemlərində sıxma proseduru, elmi dildə, diskin defragmentasiyasını yerinə yetirmək lazım gəlirdi. Diskdə sərbəst sahələrin bir kəsilməz fragmentə çevrilməsi üçün fayllar bir-birinə sıx yazılırdı. Çox vaxt aparən bu prosedurun yerinə yətirilməsi zamanı kompüter heç bir başqa əməliyyat yerinə yətirə bilmirdi, yəni faktiki olaraq iş üçün yararsız olurdu.





Tutaq ki, kitab hissələrdən, hissələr fəsilərdən, fəsilələr paraqraflardan təşkil olunub. Kitabın özü ağacın kökü olur, kökdən kitabın hissələrinə uyğun gələn təpələrə tillər çıxır. Kitabın hissələrinə uyğun hər bir təpədən bu hissənin fəsilərinə uyğun təpələrə tillər çıxır və sair.

Kompüterin fayl sistemini də ağac şəklində təsvir etmək olar. Təpələrə kataloqlar (onları direktoriyalar, yaxud qovluqlar da adlandırırlar) və fayllar uyğun gəlir. Fayllar ağacın terminal təpələri kimi göstərilirlər. Ağacın kökünə diskin kök kataloqu uyğun gəlir.

İstinadlı reallaşdırmalar sanki xüsusi olaraq ağacların reallaşdırılması üçün düşünülmüşdür. Ağacın təpəsi bütün oğlanlarına istinadlar, həmçinin konkret məsələdən asılı olaraq əlavə informasiyalardan ibarət obyekt şəklində təqdim olunur. Belə obyekt, adətən, dinamik yaddaşda yerləşən, qeyd olunmuş ölçüdə yaddaş sahəsi tutur. Oğlanların sayı, bir qayda olaraq, həll olunan məsələnin mənasından asılıdır. Çox tez-tez binar ağaclara baxılır. Belə ağacların ixtiyari təpəsində oğulların sayı ikini aşmır. Əgər təpədə bir, yaxud bir neçə oğul yoxdursa, onda uyğun istinadlar sıfır qiymət alırlar. Terminal təpələrdə bütün istinadlar sıfırdır.

Ağaclarla işləyən zaman rekursiv alqoritmlərdən (özü özünü çağır bilən alqoritmlər) istifadə olunur. Alqoritm

çağırılan zaman ona parametr kimi ağacın təpəsinə istinad ötürülür. Bu təpənin özünə isə həmin təpədə bitmiş ağacın kökü kimi baxılır. Əgər təpə terminaldırsa, onda alqoritm, sadəcə, verilmiş təpəyə tətbiq olunur. Əgər təpənin oğlanları varsa, onda o rekursiv olaraq onların hər biri üçün çağırılır. Ağaclardan yan keçmə qaydası alqoritmın mahiyyətindən asılıdır. Sadə rekursiv alqoritmə misal olaraq ağacın terminal təpələrini sayan alqoritm göstərmək olar. Ondan verilmiş kataloqda və onun bütün altkataloqlarındakı faylları saymaq üçün istifadə etmək olar.

alq tam terminal təpələrin sayı
(arq V təpəsi)

verilib V – ağacın kökünə istinad
gərəkdir Ağacın terminal təpələrinin sayını hesablamaq

baş

əgər V təpəsinin oğulları yoxdursa
onda qiym := 1
aks halda
qiym := 0
dx V təpəsinin hər bir X oğlu üçün
qiym := qiym + terminal təpələrin sayı (X)

ds
tamam
son

ÇOXLUQ

Çoxluq, hər hansı tip sonlu elementlər yığınının ibarət verilənlər strukturu. Çoxluğun elementləri qətiyyənlə nizamlanmamışdır və öz aralarında bərabər ola bilməzlər. M çoxluğuna x elementini əlavə etmək və onu oradan uzaqlaşdırmaq da olar. Əgər elementi əlavə edən zaman, o orada varsa, heç nə baş vermir. Çoxluq potensial olaraq qeyri-məhdud strukturdur və ixtiyari sonlu sayda elementi özündə saxlaya bilər.

Bəzi proqramlaşdırma dillərində çoxluğun elementlərinin tipinə və maksimal sayına məhdudiyyətlər qoyulur. Bəzən

elementləri diskret tipli (bütün mövcud qiymətlər tam ədədlərlə nömrələyə bilən) çoxluqlara baxılır. Orada elementlərin sayı çoxluq yaradılan zaman verilmiş sabiti aşmamalıdır. Belə çoxluqlar üçün Bitset (bitlər yığını), yaxud sadəcə, Set adından istifadə edirlər. Bir qayda olaraq, onların reallaşdırılması üçün çoxluğun tam ədədlər massivi bazasında "bit" adlanan reallaşdırılmasının istifadə olunur.

Hər bir tam ədədə ikilik göstərilmədə 32 elementdən ibarət bitlər yığını kimi baxılır. Bir ədəd daxilində bitlər sağdan sola (kiçik mərtəbədə böyük mərtəbəyə) nömrələnir; biz massivin elementlərini seçib ayırdıqca, bitlərin nömrələnməsi bir ədəddən digərinə davam edir. Məsələn, 10 tam ədəddən ibarət massiv nömrələri 0-dan 319-dək dəyişən 320 bitdən ibarətdir. Verilmiş reallaşdırmada çoxluq 0-dan 319-dək aralığında ixtiyari tam ədədlər yığını özündə saxlaya bilər. N ədədi çoxluqda o zaman və ancaq o zaman yerləşir ki, N nömrəli bit vahidə bərabərdir. Uyğun olaraq, əgər N çoxluqda yerləşməmişdirsə, N nömrəli bit sıfıra bərabərdir.

Baxmayaraq ki, Pascal proqramlaşdırma dilində Set sözü (tərcüməsi "çoxluq") elementləri diskret tipli məhdud çoxluqlara bağlanmışdır, proqramlaşdırmanın tələbatları belə çoxluqlarla bitmir.



Path: C:\VIBDI\PEKONIRAZO		10-21-02 12:05:2	
TRIDGE		FILE --	
PC			
FSB		DISK C:\MS98_LEO	
KUMIRAZO		Available	
OLMO		Bytes 00000000	
KIM		DISK Statistics	
KIK		Total	
KIMOPS		Files	
PROD		Bytes 212,840	
P_MIR		Matching	
PROD		Files	
PRODUCT		Bytes 212,840	
MIKRE 1		Tagged	
		Files	
		Bytes	
		Current Directo	
		KUMIRAZO	
		Bytes 1,918	
1 KUMIR DAT		4 LANGUS DAT	8 INFO10 DAT
2 KUMIR DAT		5 SAMPLE DAT	9 PLANE DAT
3 ISPC DAT		6 KUMIR DAT	10 AMLO10 DAT
		7 FUNGUS DAT	11 CHITINE (2)
DIR	Root	Branch	Compare
CHDIRS	Drop	Print	Rename
	F7 autoview	F8 split	F9 menu
-- File	F10 commands	F1 help	F2 stat

Məsələn, ümumi növlü çoxluqlar üçün bit reallaşdırması yaramır.

Proqramlaşdırmada çox tez-tez sadə çoxluqlara nisbətən daha mürəkkəb strukturlara, "yükənmiş çoxluqlara" baxılır. Tutaq ki, çoxluğun hər bir elementi əlavə informasiya ilə birlikdə ona daxildir. Belə əlavə informasiya elementin "yükü" adlanır. Elementin çoxluğa əlavə olunması zamanı hökmən onun daşıdığı yükü göstərmək lazımdır. Müxtəlif proqramlaşdırma dillərində və müxtəlif standart kitabxanalarda belə strukturları "inikas" (Map), yaxud "Lügət" (Dictionary) adlandırırlar. Həqiqətən də, çoxluğun elementləri sanki daşıdıqları yükə inikas olunurlar.

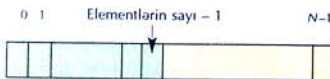
"Lügət" in izahında (interpretasiyasında) çoxluğun elementi xarici sözdür.



elementin yükü isə həmin sözün Azərbaycan dilinə tərcüməsidir. Bütün elementlər yüklənmiş çoxluqda bir nüsxədə saxlanılır, yəni çoxluğun ayrı-ayrı elementləri bir-birinə bərabər ola bilməzlər. Elementlərin özlərindən fərqli olaraq, onların yükləri üst-üstə düşə bilər (müxtəlif xarici sözlər eyni tərcüməyə malik ola bilər). Ona görə də bəzən yüklənmiş çoxluğun elementlərini açarlar, onların yüklərini isə açarların qiymətləri adlandırırlar. Hər bir açar bənzərsizdir. Açarlar onların qiymətlərinə "inikas olunurlar" demək qəbul olunmuşdur.

Yüklənmiş çoxluğa nümunə kimi "Lügət"lə yanaşı bank hesabları çoxluğuna da baxmaq olar. Bank hesabı 14 ədəd onluq rəqəmdən ibarət olan təkrarolunmaz identifikatordur. Hesabın yükü hesabla uyğun bütün informasiyalardır (hesab sahibinin adı və ünvanı, valyutanın kodu, qalığın cəmi və sair).

Yüklənmiş çoxluqlarda daha tez-tez tətbiq olunan əməliyyat verilmiş x elementi üçün onun yükünün (x açarının qiymətinin) təyin olunmasıdır. Verilmiş



əməliyyatın reallaşdırılması x elementinin çoxluqda axtarışını da nəzərdə tutur. Ona görə də çoxluğun ixtiyari reallaşdırılmasının effektivliyi hər şeydən qabaq onun elementinin axtarışının sürətilə təyin olunur.

ÇOXLUĞUN REALLAŞDIRILMALARI: ARDICIL VƏ BİNAR AXTARIŞ, DOĞRAMA

Sadəlik üçün yüklənməmiş, adi çoxluğun reallaşdırılmasına baxmaq olar. Onun elementləri birinci oyuqdan başlayaraq massivdə ixtiyari ardıcılıqla yerləşir. Xüsusi dəyişəndə isə çoxluğun cari elementlərinin sayı, yeni massivin verilməsi anda istifadə olunan oyuqlarının sayı yerləşir. x elementinin axtarışı zamanı ardıcıl olaraq bütün elementlərə baxılacaqdır: ya o tapılacaq, ya da onun çoxluqda olmaması aydınlaşacaqdır.

Çoxluğa x elementinin əlavə edilməsi zamanı biz əvvəlcə onun artıq orada olub-olmamasını müəyyən etməliyik. Bunun üçün axtarış alqoritmindən istifadə olunur. Əgər x elementi çoxluqda varsa, onda onun yerləşdiyi massiv oyğunun indeksi çıxışa verilir, əks halda o sadəcə sona yazılır (massivin "elementlərin sayı" indeksli oyuğuna) və "elementlərin sayı" dəyişəni bir vahid artırılır. Elementin uzaqlaşdırılması üçün çoxluğun axırıncı elementini uzaqlaşdıran elementin yerinə yazmaq və "elementlərin sayı" dəyişəni bir vahid azaltmaq kifayətdir.

Belə reallaşdırma ancaq böyük olmayan çoxluqlar üçün yararlıdır.

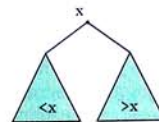
BİNAR AXTARIŞ

Fərz edək ki, çoxluğun elementlərini bir-birlərlə müqayisə etməklə hansının böyük olduğunu müəyyənləşdirmək olar (məsələn, mətn sətirləri üçün leksi-

koqrafik müqayisə tətbiq olunur: birinci hərflər əlifba üzrə müqayisə olunur: əgər onlar bərabərdirsə, onda ikinci hərflər müqayisə olunur və sair). Onda binar axtarış alqoritmini tətbiq etməklə axtarışı hiss olunan dərəcədə sürətləndirmək olar. Bunun üçün çoxluğun elementlərini massivdə artan sıra ilə saxlayırlar.

Axtarışın hər addımında massivdə axtarılan x elementinin yerləşə biləcəyi parça yarıya bölünür. Parçanın ortasındakı y elementinə baxılır. Əgər x elementi y -dən kiçikdirsə, parçanın sol yarı, əks halda isə sağ yarı götürülür. Axtarış yeni parçada davam etdirilir.

Program baxımından binar axtarışın reallaşdırılması heç bir çətinlik törətmir. Ona görə də o, hər cəhətdən "sadelöv" reallaşdırmadan üstündür. Bununla birlikdə onun çatışmazlıqları da var: 1) elementlərin massivin ortasına əlavə olunması və uzaqlaşdırılması zamanı onun sonundakı elementləri yeni yeri "sürüşdürmək" lazım gəlir; 2) axtarış lazım olduğu qədər tez yerinə yetirilir, amma hər halda ani olmur. Çatışmazlıqların birincisindən kəsilməz reallaşdırma əvəzinə massiv bazasında istinadlı reallaşdırmadan istifadə etməklə yaxa qurtarmaq olar. Bu zaman çoxluğun elementləri binar ağacın buğumlarında yerləşir. Təpələrdəki elementlər aşağıdakı formada nizamlanıblar: ixtiyari təpədə x elementini qeyd edək və bu təpədən çıxan iki altağa baxaq. Sol altağın bütün elementləri x -dən kiçik, sağ altağın elementləri isə x -dən böyük olmalıdır. Axtarışın sürətlə yerinə yetirilməsi üçün ağac "balanslaşdırılmış" olmalıdır, yəni onun bütün budaqları



təxminən eyni uzunluğa malik olmalıdır. Elementlərin əlavə olunması və uzaqlaşdırılması balanslaşdırılma xassəsini saxlamalıdır.

DOĞRAMA

Doğrama ideyası ondan ibarətdir ki, bir böyük çoxluqla olan iş böyük olmayan altçoxluqlar massivindən ibarət iş halına salınır. Məsələn, qeyd dəftərcəsində insanların soyadlarının siyahısı onların telefonları ilə birlikdə olur (telefonlar çoxluğun elementlərinin "yükü"dür). Qeyd dəftərcəsinin səhifələri əlifbanın hərfli ilə nişanlanmışdır. Bütün soyadlar çoxluğu Azərbaycan dili əlifbasına uyğun olaraq 30 altçoxluğa bölünmüşdür ("ğ" və "ı" hərləri nəzərə alınmamışdır). Soyadlarının axtarışı zamanı o dərhal qeyd dəftərcəsinin lazımı səhifəsi açılır və axtarış hiss olunan dərəcədə sürətlənir.

Çoxluğun altçoxluqlara bölünməsi doğrama-funksiya vasitəsilə həyata keçirilir. Doğrama-funksiyası çoxluğun elementlərində təyin olunan və mənfii olmayan tam qiymətlər olan funksiyadır.



Binar axtarış ideyası "Şiri səhrada necə tutulmalı?" aylaşmalı məsələsi ayarı göstərilə bilər. Əvvəlcə hasarla səhranı iki yeri bölmək lazımdır. Sonra şirin qaldığı hissənin yenidən hasarla iki yeri bölünməsi və bu qayda ilə şir tutulana qədər proses davam etdirilməsi lazımdır.



Doğrama-funksiyası elə seçilməlidir ki: 1) onu asan hesablamaq olsun; 2) o, təxminən bərabər ehtimallı və müxtəlif olan bütün mümkün qiymətləri alsın. Məsələn, verilmiş soyad üçün doğrama-funksiyası birinci hərfin Azərbaycan əlifbasındakı nömrəsini qiymət olaraq alır (proqramlaşdırmada həmişə nömrə sıfırdan başlayır).

Hər şeydən öncə doğrama-cədvəli adlanan altçoxtuqlar massivini qurmaq lazımdır. Bu zaman altçoxtuqların sayının, başqa sözlə doğrama-cədvəlinin ölçülərinin təyin olunması vacibdir. Effektiv reallaşdırma üçün hər bir altçoxtuqda imkan dairəsində birdən çox element olmamalıdır. Deməli, doğrama-cədvəlinin ölçüsü (tutaq ki, o N -ə bərabərdir) çoxluğun elementlərinin orta sayından böyük olmalıdır. Adətən N -i çoxluğun elementlərinin sayından üç dəfə artıq seçirlər. Qeyd dəftərçəsi misalında bu onu göstərir ki, 10-a yaxın soyad yazılmalıdır. Bu halda səhifələrin əksəriyyəti ya boşdur, ya da bir soyaddan ibarətdir. Bir səhifədə bir neçə soyadın yazılması halı da istisna deyil.

Beləliklə, M çoxluğu 0-dan $N-1$ -dək indekslərlə nömrələnmiş N sayda kəsişməyən altçoxtuğa bölünür. İndeksi i olan altçoxtuq M çoxluğunun doğrama-funksiyasının qiyməti i -yə bərabər olan bütün x elementlərini özündə saxlayır.

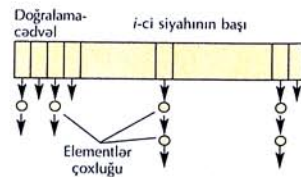
İndi doğrama-funksiyasını seçmək lazımdır. Bu funksiya 0, 1, 2, ..., $N-1$ qiymətlərini almalıdır. Əgər başlanğıc-



dan ixtiyari tam qiymətlər alan hər hansı $H(x)$ funksiyası varsa, onda dəhşətləmə-funksiyası olaraq $H(x)$ -in N -ə bölünməsindən alınan qalığa bərabər olan $b(x)$ funksiyasından istifadə etmək lazımdır. x elementinin axtarışı zamanı əvvəlcə onun doğrama-funksiyasının qiyməti hesablanır. Tutaq ki, o, b -yə bərabərdir. Sonra x indeksi b olan altçoxtuqda axtarılır. Bu altçoxtuq böyük olmadığından axtarış sürətlə həyata keçir.

Doğrama-reallaşdırmasının müxtəlif konkret sxemləri altçoxtuqlar massivini müxtəlif cür təşkil edirlər və toqquşmalarla mübarizə aparırlar. İstinadlı reallaşdırmadan istifadə edən, daha çox universal sxem belə görünür: hər bir altçoxtuq bu çoxluğun elementlərini saxlayan, xətti biristiqəmətlili siyahı şəklində təqdim olunur.

Başqa sözlə, N siyahı vardır. Bütün siyahıların başı doğrama-cədvəlində saxlanılır. Doğrama-cədvəlinin i indeksi elementi i -ci siyahının başıdır. Siyahının başı siyahının birinci elementinə istinad, birinci element ikinciyə istinad saxlayır və sair. Zəncirdə axırncı element sıfır istinad saxlayır. Əgər siyahı boşdursa, doğrama-cədvəlinin i indeksli elementi sıfır istinad saxlayır.



"HƏR BİRİ ÜÇÜN DÖVRLƏR" VƏ ITERATORLAR

Tez-tez verilənlər strukturunun bütün elementlərinə bir-bir baxmaq və hər bir element üçün müəyyən hərəkəti yerinə yetirmək lazım gəlir. Qeyri-formal dildə alqoritmlərin yazılması zamanı "hər biri üçün dövr" konstruksiyasından istifadə olunur; məsələn, M çoxluğu halında aşağıdakı proqram fraqmentini yazmaq olar:

```

do hər bir  $X$  elementi üçün
   $M$  çoxluğun dan
  əməl ( $X$ )
ds

```

Verilənlər strukturunun əksəriyyətinə belə dövrü konkret tip üçün mövcud olan digər əməllərdən istifadə etməklə də reallaşdırmaq olar. Məsələn, siyahı üçün aşağıdakı proqram fraqmenti təbiiq oluna bilər:

```

göstəricini siyahının başlanğıcına qoymaq
do nə qədər ki deyil göstərici siyahının
  sonunda
  əməl (göstəricidən sonrakı element)
  göstəricini irəli sürükdümək
ds

```

Çoxluq digər verilənlər strukturundan onunla fərqlənir ki, "hər biri üçün dövr" konstruksiyasını çoxluğun digər əməllərindən istifadə etməklə modeləşdirmək mümkün deyildir. Ona görə də, belə dövrün yerinə yetirilməsi çoxluğun reallaşdırılması ilə təmin olunmalıdır. "Hər biri üçün dövr"ün qurulması üsulu istifadə olunan proqramlaşdırma dilindən və konkret siniflər, yaxud altproqramlar kitabxanasından güclü şəkildə asılıdır. Adətən, strukturun elementlərinə ardıcıl olaraq baxmağa imkan verən obyekt yaradılır. Belə obyektin daxili quruluşu verilənlər strukturundan asılıdır və proqramçıdan gizlədilmişdir. Bu obyekt adətən iterator, yaxud enumerator adlandırılır. İteratorla iki əməliyyat mümkündür:



- verilənlər strukturunun əvvəlki addımlarda baxılmış elementlərinin olub-olmamasını yoxlamaq;
- verilənlər strukturunun növbəti elementini almaq.

M çoxluğu halında "hər biri üçün dövr" iteratorun köməyiylə təxminən belə yazılır:

```

iterator :=  $M$  çoxluğunun elementlərinin
  baxılmasına başlamaq
do nə qədər ki iterator, hələ elementlər var
   $x$  := iterator, çoxluğun növbəti
  elementini almaq
  əməl ( $x$ )
ds

```

...

Əlbəttə, verilənlər strukturunun bütün müxtəliflikləri baxılan misallarla tükənmir. Lakin gerçək misalların əksəriyyəti ya onlara analogidir, ya da bir neçə elementar struktur kombinasiyasından alınır. Məsələn, çoxluqların reallaşdırılması ağaclardan istifadə edə bilər. Proqramçının məharəti, həll olunan məsələyə daha çox uyğun gələn, kütləvi əməliyyatların olmadığı, yaddaşın qənaətlə işlədilməsinə və axtarışın sürətlə yerinə yetirilməsinə şərait yaradan verilənlər strukturunun seçilməsindən ibarətdir. Ancaq, ola bilsin ki, əsas meyar nəticədə alınan proqramın sadəliyi və gözəlliyidir. Qalan hər şey buradan alınır.



ÇƏŞİDLƏMƏ



Herman Hollerit.



Con Mouçli.

Nizama, harmoniyaya can atmaq insana xasdır. Bu hər yerdə, telefon kitabçasından, yaxud kitabxana kataloqundan başlamış mağazanın rəflərində malların yerləşdirilməsinə qədər hiss olunur.

Ehtimal olunur ki, verilənlərin nizamlanmasının avtomatlaşdırılmasına ilk örmək Herman Holleritin 1890-cı ildə ABŞ-da əhəlinin siyahıya alınmasının nəticələrinin işlənməsində tətbiq olunmuş elektromexaniki tabulyatorudur. Sonralar analogi qurğu geniş şəkildə yayıldı. Məlumdur ki, 1930-cu ildə İngiltərədə statistika və mühəsibat firmaları çəşidləmə maşınlarını ayda cəmi 9 funt sterlinqə həvəslə icarəyə götürürdülər. Sonralar daha mürəkkəb, seçici maşınlar adlanan, bir keçiddə iki nizamlanmış kart dəstini birləşdirən maşınlar icad edilmişdir.

Bununla belə, həqiqətən böyük həcmli verilənlər massivinin sürətli nizamlanması imkanı kompüterlərin köşfindən sonra meydana gəldi. Məhz o zamandan çəşidləmə vacib praktiki əhəmiyyət kəsb etdi. Verilənlərin kompüterdə nizamlanması, öz üsulunu tətbiq etməklə, ilk dəfə 1946-cı ildə ENIAC kompüterinin yaradıcısı Con Mouçli yerinə yetirmişdir. Verilənlərin nizamlanması kompüterlərdən istifadənin zəruriliyi o zamanlar aydın

görünmürdü. Təsədüfi deyildir ki, özünün çəşidləmə haqqında mühazirəsində Mouçli demişdir: "Bir maşında hesablama və çəşidləmə imkanlarının birləşdirilməsi tələbi bəzilərində eyni bir cihazdan həm konserv bıçağı, həm də avtoqələm kimi istifadə etmək tələbi kimi görünə bilər"...

Burada ancaq *daxili çəşidləmə* adlanan üsullara baxılır (bu ad tarixən yaranmışdır, çünki onlar bütün elementləri kompüterin ixtiyarı irişimli daxili, operativ yaddaşında yerləşən massivlərin nizamlanması tətbiq olunurdular. Bundan başqa, alqoritmi xarici dəyişicilərdəki köməkçi yaddaşdan istifadə edən *xarici çəşidləmə* üsulları da vardır). Çəşidləmə üsulları verilənlərin nizamlanması ideyasından asılı olaraq bir neçə qrupa bölünə bilər:

- daxiletmə vasitəsilə çəşidləmə;
- seçim vasitəsilə çəşidləmə;
- mübadilə vasitəsilə çəşidləmə.

BİRBƏŞƏ DAXİLETMƏ VASİTƏSİLƏ ÇƏŞİDLƏMƏ

Üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, giriş massivi şərti olaraq iki hissəyə ayrılır – artıq çəşidlənmiş və hələ çəşidlənməmiş (ilkin olaraq çəşidlənmiş hissə ancaq birinci elementdən ibarət olur). Sonra hər addımda çəşidlənməyən hissənin birinci elementi oradan çıxarılır və çəşidlənmə nəzərə alınmaq şərti ilə çəşidlənmiş hissədə öz yerinə əlavə olunur.

i -ci elementin çəşidlənmiş hissədə öz yerinə qoyulması zamanı elementlərin müqayisəsinin sayı $i/2$ -yə bərabərdir. Bu əməliyyat $n-1$ sayda elementin hər biri üçün yerinə yetirildiyindən, alqoritm n^2 tərtibində mürəkkəbliyə malikdir. Əgər giriş massivinin elementləri artıq nizamlanmışdırsa, onda müqayisələrin

sayı minimal olacaqdır. Əgər giriş massivi əks sıra ilə nizamlanmışdırsa, müqayisələrin sayı maksimal olacaqdır.

İlk baxışdan elə görünür ki, alqoritmi yaxşılaşdırmaq olar. Həqiqətən, növbəti elementin daxil olunacağı ardıcılıq nizamlanmışdır. Deməli, daxiletmə yerinin *ikilik axtarışı* mümkündür (daxil ediləcək element çəşidlənmiş ardıcılığın ortasındakı elementlə müqayisə olunur və yarıya bölmə prosesi o vaxta qədər davam edir ki, elementin daxil olunacağı yer tapılmış olsun). Bu yadda şəkli dəyişdirilmiş alqoritm *ikilik daxiletmə ilə çəşidləmə* alqoritmi adlanır. Elementin çəşidlənmiş hissəyə daxil edilməsi ondan sağda yerləşən bütün elementlərin yerinin dəyişdirilməsini tələb edir. Beləliklə, baxmayaraq müqayisələrin sayının azalması aşkardır, ancaq elementlərin yerdəyişmələrinin sayı o qədər qalır. Nəticədə, alqoritm yenə də n^2 tərtibində mürəkkəbliyə malik olur.

Bu nəticə onu göstərir ki, ilk baxışdan aydın görünən alqoritm təkmləşdirilməsi, heç də həmişə nəzərə cəpəpəçək effekt vermir. Ümumiyyətlə, birbaşa daxiletmə ilə çəşidləmə üsulu olduqca cəlbədicə görünür, axı yaddaşa massiv elementlərinin yerlərinin dəyişdirilməsi kifayət qədər uzunmüddətli əməliyyatdır.

Məsələnin mürəkkəbliyi onun həlli üçün məlum olan ən yaxşı alqoritm mürəkkəbliyidir.



BİRBƏŞƏ SEÇİM VASİTƏSİLƏ ÇƏŞİDLƏMƏ

Alqoritmın ümumi sxemi belədir:

1) Massivin n elementindən ən kiçiyi seçilir.

2) Seçilmiş elementlə birinci elementin yerləri dəyişdirilir.

Birinci elementi massivinin çəşidlənmiş hissəsi hesab edərək, bu addımları qalan $n-1$ sayda çəşidlənmiş elementlər üçün təkrarlayırıq, sonra $n-2$ element üçün və sair. Bu prosesi massivinin çəşidlənməmiş hissəsində bir element – ilkin massivdə ən böyük element qalanadək davam etdiririk.

Bu üsul müəyyən mənada əvvəlkinin əksidir (antipodudur). Birbaşa daxiletmə ilə çəşidləmə üsulunun hər bir addımında giriş massivinin bir elementinə və çəşidlənmiş hissənin bütün elementlərinə baxılır. Burada isə giriş massivinin bütün çəşidlənməmiş elementlərinə baxılır və bunların içərisindən çəşidlənməmiş hissənin axırına yerləşdirilən bir element seçilir.



NİZAMLILIĞIN VACİBLİYİ

Obyektlərin əlverişli yerləşdirilməsi ideyası olduqca qədimdir. Ola bilsin ki, onun həyata keçirilməsinə ən qədim nümunə, 100-dən çox altmışlıq ədəd və onların tərs kəmiyyətinə ibarət qiymətlər cütünü özündə saxlayan Babil cədvəlidir (onun tarixi təxminən b.e.a. 200-ci il götürülür). Axtarışı sadələşdirmək üçün cədvəlin elementləri artan sıra ilə yazılmışdır.

Ədədlərin müqayisəsi tə qədimdən təbii görünür. Ancaq qədim Yunanıstanda ədədləri işarə etmək üçün hərflərdən (və bəzi əlavə işarələrdən) istifadə olunmuşdur. Ona görə də sözlərin müəyyən ardıcılıqla yerləşdirilməsi fikri də cəfəng görənməməlidir. Arxeoloqlar dəfələrlə qədim yunan yaşayış məskənlərində yaşayan insanların əliba sırasına görə (hətta birinci iki hərflə görə) nizamlanmış siyahısını tapmışlar. Antik və erkən Orta əsrlərin bir çox müəllifləri sözləri lüğətlərdə məsələn, məşhur romalı həkim və təbiətşünas Klavdiy Qalen (təxminən 130-200) "Hippokrat lüğətində" nizamlamışlar. Bu gün leksikoqrafik sıralanma adlandırılan proses ilk dəfə 1286-cı ildə

Genuyali Covanni adlı birisi tərəfindən təsvir olunmuşdur. Onun öz lüğətinin sözündə

gətirdiyi misallarda sözlərin sıralanması nəinki ikinci, hətta altıya qədər hərflərlə müəyyən olunur. Buna baxmayaraq, 300 il keçdikdən sonra bu üsul əlavə izahlar tələb etmişdir. Belə ki, 1604-cü ildə Londonda nəşr olunmuş "Table Alphabetical" adlı ingilis dili lüğətində izah olunur: *a* ilə başlayan sözləri kitabın əvvəlində, *v* ilə başlayanları isə sonunda axtarmaq lazımdır.

Aydındır ki, sözlərin lazım olan ardıcılıqla düzülməsi lüğətlərin tərtibçiləri tərəfindən əllə yerinə yetirilmişdir. Bu isə kifayət qədər həvəsalə və xeyli diqqət tələb etmişdir (adı çəkilən ingilis dili lüğətində səhvlər az deyildir).

Elementlərin müqayisəsinin sayı onların ilkin yerləşməsindən asılı deyildir və n^2 ilə mütənasibdir. Deməli, bu alqoritmə də kvadratik mürəkkəbliyi vardır. Amma yerdəyişmələrin orta sayı birbaşa daxilətməyə nisbətən azdır, ona görə də birbaşa seçim vasitəsilə çeşidləmə çox vaxt üstün tutulur. Ancaq, əgər giriş massivinin elementləri kifayət qədər yaxşı nizamlanmışdırsa, birbaşa daxilətmə bir qədər effektiv hesab olunur (bu halda bərabər sayda yerdəyişmələr olan zaman o az müqayisə tələb edir).



BİRBAŞA MÜBADİLƏ VASİTƏSİLƏ ÇEŞİDLƏMƏ

Baxmayaraq ki, təsvir olunmuş hər iki alqoritmə elementlər yerlərini dəyişdirirlər, hər halda yerdəyişmələr onlarda köməkçi rol oynayır. Əksinə, indi veriləcək üsul məhz yerdəyişmələrə əsaslanır.

Alqoritmə massivə nizamlanmamış hissəsi üzrə sağda sola keçidlərdən ibarətdir; bu zaman qonşu elementlər cüt-cüt müqayisə edilir və əgər lazım-dırsa yerləri dəyişdirilir. Hər bir keçidin nəticəsində massivə nizamlanmamış hissənin minimal elementi onun sol kənarına doğru yerini dəyişdirmiş olur. Demək olar ki, daha "yüngül" elementlər suda hava qovuqları kimi üzə çıxırlar. Ona görə də, bəzən bu üsul *qovuqlu çeşidləmə* üsulu adlanır. Keçidlər bütün elementləri nizamlanana qədər davam etdirilir. Əgər keçid zamanı heç bir yerdəyişmə baş verməmişdirsə alqoritmənin yerinə yetirilməsini dayandırmaq olar.

Baxmayaraq ki, ən yaxşı halda (giriş massivi tamamilə nizamlanmışdır) elementlərin yerdəyişmələrinin sayı sıfıra bərabərdir, hər halda o, orta hesabla n ilə mütənasibdir. Amma müqayisələrin sayı sabitdir və $(n^2-n)/2$ kəmiyyətinə bərabərdir. Bu səbəbdən, alqoritmə də kvadratik mürəkkəbliyə malikdir.

Minimal element bir keçidlə üzə çıxır, amma "ağır" elementlər hər bir keçid zamanı ancaq bir mövqə aşağı düşürlər. Ona görə də, giriş massivində ən böyük

element solda yerləşmişdirsə, onda maksimal sayda keçidlər tələb olunur. Massivə baxışın istiqamətini dəyişdirməklə bundan qaçmaq olar (bu üsul *qarışıq çeşidləmə* adlanır). Təəssüf ki, bu zaman alqoritmənin mürəkkəbliyi azalmır: yerdəyişmələrin sayı əvvəlcədən qalır.

YAXŞILAŞDIRILMIŞ ÇEŞİDLƏMƏ ALQORİTMLƏRİ

Bələliklə, bu vaxta qədər baxılmış çeşidləmə alqoritmələrinin hamısı (onları *birbaşa çeşidləmə* adlandıırırlar) kvadratik mürəkkəbliyə malikdir.

Prinsipial sual meydana gəlir: hər hansı məsələnin həll alqoritməni yaxşılaşdırmaq olarmı və yaxşılaşdırmanı hansı həddə qədər etmək olar? Maraqlıdır ki, bu sualları Çarlz Bebic də vermişdir. O, hesab etmişdir ki, analitik məşğələnin köməyiylə hər hansı nəticəni aldıqdan sonra, mütləq aydınlaşdırmaq lazımdır ki, eyni nəticəni az vaxta verən hesablama üsulu mövcuddurmu.

Asanca görmək olur ki, bütün birbaşa çeşidləmə üsullarında bir elementar addımla massivə elementini ancaq bir mövqə yerini dəyişir. İşbat olunmuşdur ki, çeşidləmə vaxtı massivə n elementi hər biri orta hesabla $n/3$ mövqə yerini dəyişdirməlidir. Bu onu göstərir ki, n elementin nizamlanması üçün n^2 tərtibdə elementar addım tələb olunur. Alqoritmənin mürəkkəbliyini azaltmaq üçün, hər bir elementar addımda elementlərin daha böyük məsafələrə yerlərini dəyişdirməyə cəhd etmək lazımdır. Bütün yaxşılaşdırılmış çeşidləmə alqoritmələrinin qurulmasının əsasında məhz bu ideya dayanır.

ŞELL ÇEŞİDLƏMƏSİ

Bu üsul birbaşa daxilətmə ilə çeşidləmənin yaxşılaşdırılmasıdır. Onun mahiyyəti

yəni giriş massivinin dəfələrlə qruplara bölünməsindən və onların sərbəst çeşidlənməsindən ibarətdir.

Məsələn, əvvəlcə giriş massivini bir-birindən 4 mövqə məsafədə dayanan elementlərin 4 qrupuna ayırmaq və hər qrupu (o *dördqat* adlanır) sərbəst olaraq istənilən məlum üsulla çeşidləmək lazımdır. Sonra bir-birindən iki mövqə aralı dayanan elementlərdən ibarət iki qrup yaratmaq lazımdır. Yəni də, onların çeşidlənməsini ayrıca olaraq hər qrupun daxilində aparmalı (*ikiqat* çeşidləmə). Üçüncü mərhələdə (*birqat* çeşidləmə) bütün massiv çeşidlənir. Nəticədə çeşidlənmiş massiv alınır. Baxmayaraq ki, mərhələlərin sayı çox olur, onların hər birində də sayı çox olmayan elementlər çeşidlənir, ya da artıq elementlər kifayət qədər nizamlanmışdır və az sayda yerdəyişmələr tələb olunur. Uduş onun hesabına əldə olunur ki, bir-birindən xeyli məsafədə yerləşən elementlər yerlərini dəyişdirirlər.

Ardıcıl çeşidləmələr üçün elementlər arasındakı məsafənin seçilməsi maraqlı riyazi problemdir. İşbat olunmuşdur ki, əgər əvvəlcə massiv i addımı ilə, sonra j addımı ilə çeşidlənsə, onda onun nizamlığı saxlanılacaqdır. Ardıcıl çeşidləmələrdə istifadə olunan məsafənin 2-nin qüvvətləri olması məcburi deyildir (təkcə axırıncı mərhələdə məsafələr vahidə bərabər olmalıdır). Bundan başqa arzuolunandır ki, onlar bir-birlərinin vuruqları olmasınlar. Bu halda, hər bir növbəti keçiddə qrupların elementləri qarışacaqdır, bu isə önəmli effekt verir. Məsələn, işlərin birində məsafələrin belə ardıcılığı təklif olunur: 1, 4, 13, 40, 121, ... (aydındır ki, əks ardıcılıqda tətbiq olunan). Məsafələrin ardıcılığının 1, 3, 7, 15, 31, ... halında alqoritmənin mürəkkəbliyi $n^{1.2}$ kimi qiymətləndirilir. Baxmayaraq ki, bu qiymət n^2 -dən xeyli yaxşıdır, daha yaxşı çeşidləmə alqoritmələri də vardır.



Təpşirgin çətinliyi
– onun həlli üçün
məlum olan ən
yaxşı alqoritmənin
çətinliyi deməkdir.



Donald Şell.

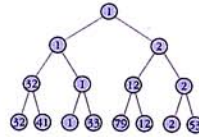
Klavdiy Qalen.



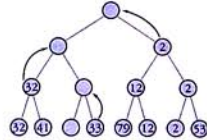
AĞACIN KÖMƏYİLƏ ÇƏŞİDLƏMƏ

Bu üsul müəyyən mənada birbaşa seçim üsulunun analoqudur, çünki bu üsulda da minimumun tapılması, əvvəlcə n element, sonra $n-1$ element arasında və sair aparılır. Beləliklə, bütövlükdə $(n^2-n)/2$ sayda müqayisə aparmaq tələb olunur. Ancaq bu qiyməti yaxşılaşdırmaq olar. Məsələn, o, ən kiçik elementin axtarışı zamanı sonradan itirilən çoxlu sayda informasiya alınır. Ancaq, əgər massivi xüsusi qurulmuş *minimallaşdırıcı ağacın* köməyiylə təqdim etsək, onu saxlamaq olar. Massivin elementlərini cüt-cüt müqayisə etmək və hər cütdə ən kiçik elementi seçmək, sonra onları da cüt-cüt müqayisə etmək və sair. Nəticədə, $n-1$ müqayisə yerinə yetirərək ən kiçik elementi tapırıq (o, ağacın kökündə yerləşir). Bu, çeşidləmənin başlanğıc mərhələsidir. Şəkilə $\{32, 41, 1, 33, 79, 12, 2, 53\}$ massivi üçün minimallaşdırıcı ağac göstərilmişdir.

İndi ağacın kökündən minimal element olduğu yol boyunca geriye qayıtmaq lazımdır. Bu zaman minimal elementi ağacdən çıxararaq onu boş elementlə əvəz etmək lazımdır. Bun-



dan sonra müqayisə olunan elementlərdən kiçiyini boş ara töpələrinə yerləşdirərək, yenə yuxarı qalxmaq lazımdır. Bu hərəkətlər yerinə yetirildikdən sonra, ağacın kökünü yerini dəyişdirmiş element yenə də qalanların ən kiçiyi olaçaqdır.



Yenə onu xaric etməli n belə addımdan sonra ağac boş olacaq və çeşidləmə prosesi bununla qurtaracaqdır. Minimal elementin seçilməsinin hər bir n addımında yalnız $\log_2 n$ sayda müqayisə (ağacın hər bir səviyyəsində bəzi töpələrin qiymətinin dəqiqləşdirilməsi üçün bir müqayisə) tələb olunur. Ona görə də, bütün prosesin mürəkkəbliyi $n \log_2 n$ təşkil edir. Beləliklə, hətta Şell alqoritmindən də yaxşı alqoritm alındı!

SÜRƏTLİ ÇƏŞİDLƏMƏ

Çeşidləmənin bu üsulu əsasən mübadilədən istifadə edir. Onun əsas ideyası ondan ibarətdir ki, elementlərin yerləşməsinə mümkün olan qədər daha böyük məsafələrlə həyata keçirmək lazımdır. Bu zaman hərəkətlər ardıcılığı belədir:

1) Bəxtə-bəxt (məsələn, massivin ortasında) x elementini seçməli.

2) Massivə x -dən sola, ondan böyük a elementi tapılana qədər baxmaq. Əgər belə element yoxdursa, onda $a = x$ (başqa sözlə, axtarılan a olaraq x qəbul olunur).

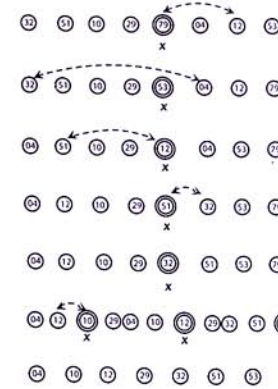
3) Massivə x -dən sağa, ondan kiçik b elementi tapılana qədər baxmaq. Əgər belə element yoxdursa, onda $b = x$ (başqa sözlə, axtarılan b olaraq x qəbul olunur).

4) Əgər $a > b$ isə, a və b elementlərinin yerini dəyişdirmək.

5) Baxış və mübadilə prosesini o vaxta qədər davam etdirməli ki, giriş massivi iki hissəyə bölünsün. Sol tərəf, sağ tərəfi təşkil edən elementlərin ixtiyari birini aşmayan elementlərdən ibarətdir. İndi, təsvir olunmuş proseduru (1-4 addımları) massivin hər iki hissəsi üçün tətbiq etmək.

İşbat olunmuşdur ki, əgər x -in sərhəddi qismində çeşidlənən massivin *medianı* (elementlərin yarısından böyük olmayan, digər yansından isə kiçik olmayan element belə adlanır) seçilmişdirsə, onda müqayisələrin ümumi sayı $n \log_2 n$, yerləşmələrin sayı isə $n \log_2 n / 6$ olaçaqdır. Ümumiyyətlə, sərhədin seçilməsi maraqlı riyazi məsələdir. Müəyyən olunmuşdur ki, massivin ixtiyari elementi, o cümlədən birinci və axırncı elementləri də *median* ola bilər; hətta belə mülahizə də var ki, onu təsadüfi olaraq seçmək lazımdır. Bütövlükdə alqoritm mürəkkəbliyi $n \log_2 n$ olur.

Eyni bir məsələnin həlli üçün müxtəlif yanaşmalar mümkündür. Çeşidləmə alqoritmlərinin analizi alqoritm mürəkkə-



kəbliyinin mahiyyətini açıb göstərir. onların müqayisəsi isə təkmilləşdirmə yollarının axtarışı üçün geniş material verir (ola bilsin ki, trivial alqoritmlərin kvadratik mürəkkəbliyindən effektiv alqoritmlərin $n \log_2 n$ tərtibli mürəkkəbliyinə keçid zamanı əhəmiyyətli uduş alınsın).

Demək olar ki, bütün çeşidləmə alqoritmləri şübhəsiz praktiki maraq doğurur. Hətta, ilk baxışdan effektiv görünməyən birbaşa üsullar da bir sıra hallarda uğurla tətbiq oluna bilərlər.

İNFORMASIYA MODELƏRİNİN QURULMASI

Kompüterdə emal olunan informasiya istifadə olunan proqramlaşdırma dilindəki kəmiyyətli qiymətləri – məsivlər, cədvəllər, dəyişənlər şəklində göstərilə bilər. Tədqiq olunan obyektlər və proseslər haqqında bütün vacib informasiyanı özündə saxlayan kəmiyyətlər çoxluğuna *informasiya modeli* deyilir.

Informasiya modeli modeləşdirilən obyektlər (hadisələr) barədə hər şeyi deyil, yalnız baxılan məsələ üçün zəruri olan

hissəni özündə saxlayır, yerdə qalanlar isə modeləşdirmə zamanı nəzərə alınmır. Həll olunan məsələlərin dairəsi genişlənsə, model də genişlənməli, ona daha çox informasiya daxil etmək lazım gəlir. Həll olunan məsələlər məhdud bir sahəni əhatə etdikdə belə, informasiya modelini müxtəlif üsullarla qurmaq olar.

Tutaq ki, hər birində 50 yeri olan 40 sıralı kinoteatrda bir seansa qabaqcadan bilet satışı təşkil edilməlidir.





Kinoteatrdə biletlər kassası.

Bunun üçün artıq hansı yerlərə biletlər satıldığını bilmək gərəkdir. Adətən, kassirə qarşısında kinozalda bütün yerlərin göstəriləndiyi plan olur. Həmin planda bileti satılmış yerlər xaçla qeyd olunur. İnformasiya modelində bu planı cədvəl əvəz edə bilər:

tam cad a[1:40, 1:50],

yerin bileti satılıbsa a[i, j] = 1, satılmayıbsa a[i, j] = 0.

Satışdan əvvəl, hələ heç bir biletlər satılmayıb, cədvəl sıfırlarla doldurulmalıdır:

```

db i üçün 1 dən 40 dək
db j üçün 1 dən 50 dək
  ds
  a[i, j] := 0
ds

```

20-ci sıradakı 1-ci yerə biletlər satıldıqda

a[20, 1] := 1

komandasını yerinə yetirmək lazımdır.

Bu cədvəl vasitəsilə satışın gedişi haqqında məlumat almaq və kassada qalan biletləri (tam qalıq) saymaq olar:



Kinoteatr zalı.

```

qalıq := 0
db i üçün 1 dən 40 dək
  db j üçün 1 dən 50 dək
    əgər a[i, j] = 0
      onda qalıq := qalıq + 1
    tamam
  ds
ds

```

Satılmamış biletlərin ümumi qiymətini təyin etmək üçün hər bir biletin qiymətini bilmək lazımdır, ancaq kinoteatrdə sıradan asılı olaraq biletlərin qiyməti müxtəlifdir. Deməli, modelə biletlərin qiymətləri barədə informasiya daxil etmək məntiqli olardı və bunu xətti cədvəl, yaxud köməkçi alqoritm şəklində etmək olar:

alq tam qiymət (tam i)

Alqoritm *i*-ci sıra üçün biletin qiymətini rubla (qəpiksiz) geri qaytarır, ona görə də qiymət həqiqi yox, məhz tam olmalıdır, məsələn: qiymət (1) 100, qiymət (20) isə 250 qaytaracaq, çünki 20-ci sıra birinciden bahadır.

Satışdan əvvəl bu köməkçi alqoritm artıq təyin edilmiş olmalıdır, yəni biletlərin "qiyməti" verilməlidir. Biletlərin qiymətini dəyişmək üçün yardımçı qiymət alqoritmını dəyişmək və ya təzəsini yaratmaq kifayətdir, məsələn, bazar və bayram günləri üçün, yaxud da, əksinə, adi günlər üçün xüsusi təzə alqoritm yaratmaq olar.

İndi ixtiyari anda satışdan toplanmış pulu hesablamaq üçün modeldə kifayət qədər informasiya var:

```

s := 0
db i üçün 1 dən 40 dək
  db j üçün 1 dən 50 dək
    əgər a[i, j] = 1
      onda s := s + qiymət (i)
    tamam
  ds
ds

```

Kinozal modelində bütün sıralardakı yerləri (40×50=2000) dəlbadəl nömrələyərək düzbucaqlı cədvəl əvəzinə a[1:2000] xətti cədvəl daxil etmək olardı.

Lakin bu düzgün olmazdı, çünki real kinozalda yerlərin ucdantutma ardıcıl nömrələnməsi yoxdur, yerlər sıra nömrəsilə və oturmağın sıradakı nömrəsilə verilir. Digər tərəfdən isə informasiyanı daim bir formadan başqasına çevirərək səhvlərdən qaçmaq praktiki olaraq mümkün deyil.

Artıq model seçildikdən sonra alqoritmı başqa cür də yazmaq olar. Əgər a[1:40, 1:50] cədvəlində satılmış yerlərə vahid, satılmamış yerlərə isə sıfır uyğundursa, onda satılmış yerlərin sayı, sadəcə, cədvəlin bütün elementlərinin cəmi kimi hesablanır, eynilə də satışdan toplanmış pul hesablanır:

```

n := 0; s := 0
db i üçün 1 dən 40 dək
  db j üçün 1 dən 50 dək
    n := n + a[i, j]
    s := s + a[i, j] * qiymət (i)
  ds
ds

```

Təklif olunan model yerlərin bronlanması imkanını, abonement satışını, penisiyaçılara güzəştləri və s. nəzərə almır. Bu modeldə həmçinin kinozalın giriş və çıxışlarının sayı haqqında, zalda keçidlərin mövcudluğu, bufetlərin sayı və s. barədə informasiya yoxdur. Satışdan toplanmış pulu və ya satılmış biletlərin sayını hesablamaq üçün, əlbəttə, bu informasiya lazım deyil, lakin yanaşı iki yer tapmaq lazım gələrsə, bu informasiya vacib olur.

Deməli, modeli genişləndirməli olacağıq. Tutaq ki, kinozalda birinci sıradan axırıncıyaqəd keçid var. Onda informasiyanı əvvəlcədən hazırlanmış p [1:49] (49=50-1) xətti cədvəllə vermək olar. Sıralardakı yerlərin sayı 50 olduğundan



NƏQLİYYAT ŞƏBƏKƏSİNİN İNFORMASIYA MODELİ

Həmişə bir ölkədə aralarında aviaxətlər olan 100 şəhər var. Bir şəhərdən ixtiyari başqa şəhərə (ola bilsin, təyyarə dəyişməklə) uçmaq mümkündür. Hər şəhərdə yalnız bir aeroport var.

Elə informasiya modeli qurmaq tələb olunur ki, onun vasitəsilə bir şəhərdən digərinə minimal sayda təyyarə dəyişməklə necə uçmaq və bu zaman yolun uzunluğunun nə qədər olacağı suallarına cavab vermək mümkün olsun.

tam n; n=100 | şəhərlərin sayı
sim cad ad[1:n] | şəhərlərin adı
haq cad məsafə[1:n, 1:n] | *i* və *j* şəhərləri arasındakı məsafə

| bütün *i*-lər üçün məsafə *li*, *li*=0 və
 | birbaşa aviaxət yoxdursa, məsafə *li*, *li*=0

Bu modeldən istifadə edərək, məsələn, *i*1 şəhərindən *i*2 şəhərinə bir dəfədən çox təyyarə dəyişmədən necə uçağı təhlil etmək olar:

```

capet ad[i1], "şəhərindən", ad[i2], "şəhərinə"
əgər məsafə [i1, i2] > 0
  onda capet "reys var, məsafə =", məsafə [i1, i2]
  əks haldə p:=0; tapılıb:= "yox"
  db nə qədər ki p < n və tapılıb = "yox"
    p := p + 1
    əgər məsafə [i1, p] > 0 və məsafə [p, i2] > 0
      onda tapılıb := "ha"
    tamam
  ds
  əgər tapılıb = "ha"
    onda capet ad [p] "-də təyyarə dəyişməklə marşrut var"
  capet "məsafə =", məsafə [i1, p] + məsafə [p, i2]
  tamam
tamam

```





Kompüter sisteminin hazırlanmasında adətən sifarişçi və icraçı iştirak edir. Sonuncunun vəzifəsi sifarişçinin tələblərini yerinə yetirməkdir. Lakin praktikada sifarişçi heç də həmişə kompüter sistemə olan bütün tələblərini bir dəfəyə tam ifadə edə bilmir. Çox zaman o, şərtləri sistemin hazırlanması və hətta istismarı ehtiyaclarını qabaqcadan duyur və informasiya modelini elə qurmağa çalışır ki, sistemin inkişafı zamanı model yalnız genişlənsin, onun hazır hissələri və bu hissələrlə işləyən alqoritmlərsə mümkün qədər nadir hallarda dəyişilsin.

keçidlərin sayı 49-dan çox ola bilməz. $p[i] = 1$ olması göstərir ki, i -ci yerlə $i+1$ -ci yer arasında keçid var. İki yanaşı yer tapılması məsələsini aşağıdakı alqoritm həll edir.

```

tapdıq := "yox"
i := 1; j := 1
db nə qədər ki tapdıq = "yox" və  $i \leq 40$ 
    agər  $ali, j = 0$  və  $ali, j+1 = 0$  və
         $p[j] = 0$ 
        onda tapdıq := "hə"
        əks halda  $j := j + 1$ 
        agər  $j = 50$ 
            onda  $i := i + 1; j := 1$ 
        tamam
    tamam
ds

```

Tutaq ki, kinoteatrda pensiyaçılara biletlər növbəsinə və 50% güzəştə satılır. Növbəsinə biletlər almağın kompüter modelinə, nə də alqoritmə heç bir dəxli yoxdur, ancaq 50% güzəştə satış məsələsinin həm modelə, həm də alqoritmlərə aidiyyəti var. Satışdan toplanmış pulu

PARALEL PROQRAMLAŞDIRMA

Kompüterə qədərki dövrdə eyni bir seansa biletlər satılarkən, adətən, kassirlər biletləri öz aralarında bölürdülər və hər öz hissəsini satırdı. Bəzən bir kassanın qarşısında növbə düzülür, o birinin qarşısında isə heç kəs olmurdu, çünki ya bu kassanın bütün biletləri satılıb qurtarırdı, ya da ancaq pis yerlərə biletlər qalmış olurdu. Belə vəziyyət uzaq məsafəyə gedən qatarlara biletlər satarkən də yaranırdı. Əgər dəmir yol kassası vağzalda

hesablayarkən güzəştlər nəzərə alınmalıdır, ona görə də bu informasiya modelə əlavə edilməlidir. Bu zaman $a[1:40, 1:50]$ cədvəlində satılmamış yerlərə yenə də sıfır qiyməti, satılmış yerlərə isə biletin tam qiymətinin ödənilmiş faizi uyğun gəlir: biletlər 100% ödənilibsə, $ali, j = 100$, biletin dəyərinin 50%-i ödənilibsə, $ali, j = 50$.

Satılmış yerlərin sayını və satışdan toplanmış pulu hesablayan alqoritm indi belə şəkil alır:

```

n := 0
s := 0
db i üçün 1 dən 40 dək
    db j üçün 1 dən 50 dək
        agər  $ali, j < 0$ 
            onda  $n := n + 1$ 
             $s := s + ali, j / 100 * \text{qiymət}(i)$ 
        tamam
    ds

```

Bu modelin üstünlüyü ondadır ki, o, lazım gələrsə, güzəştin ölçüsünü istənilən qaydada dəyişməyə və ya biletləri müxtəlif güzəştləri nəzərə almaqla satmağa (məsələn, 12 yaşına qədər uşaqlara 70% güzəştə) imkan verir. Lakin bu modelə biletləri tam pulsuz vermək mümkün deyil, çünki 100%-li güzəşt zamanı $a[1:40, 1:50]$ cədvəlinə biletin qiymətinin 0%-ni daxil etməliyik, belə yer isə adi boş yerdən fərqləndirmək mümkün olmayacaqdı.

deyil, başqa yerdə yerləşirdisə, onda kassir əvvəlcədən biletlər blanklarını özü ilə götürür və qatarlarda yer olub-olmamasını öyrənmək və ya hansı biletin alındığını xəbər vermək üçün vağzalda zəng edirdi. Təbii ki, iş çox ləng gedirdi. Çoxlu növbələr yaranırdı, hər cür dolaşıqlıqlar meydana çıxırdı, məsələn, müxtəlif səmişənlərə eyni yerə biletlər satılırdı. Kassaların işi paralel təşkil olunmuşdu (müasir kompüterlərdə eyni

HƏNDƏSİ INFORMASIYANIN INFORMASIYA MODELƏRİ

Həndəsi informasiyanın ədədi kodlaşdırılmasının əsasını XVII əsrin böyük fransız alimi Rene Dekart qoymuşdur: müstəvinin ixtiyari nöqtəsini bir cüt ədədlə vermək mümkündür (Dekart koordinat sistemi). Nöqtələrin ədədi kodlaşdırılması planimetriyanın daha mürəkkəb həndəsi obyektlərini kodlaşdırmağa imkan verir. Həndəsi əməliyyatları yerinə yetirə bilən ixtiyari kompüter sistemi buna bənzər modellərə əsaslanır.

Hər bir həndəsi obyekt üçün çoxlu sayda model firləşib tapmaq olar. Obyektlər üzərində bir qisim əməliyyatlar üçün bir model, başqa qisim əməliyyatlar üçün başqa modellər daha münasib ola bilər. Odur ki, hər bir obyekt üçün bir neçə informasiya modeli yaratmaq və ehtiyac olduqda birindən o birinə keçmək lazımdır. Yaxşı məlum olan bir neçə həndəsi obyektin modellərinə baxaq:

Nöqtə
 $haq\ x, y$ | nöqtənin koordinatları

Çevrə
 $haq\ r$ | çevrənin radiusu
 $haq\ a, b$ | mərkəzin koordinatları

Düz xətt
 $haq\ x_1, y_1$ | düz xətt üzərindəki
 $haq\ x_2, y_2$ | iki nöqtənin koordinatları

Düz xətt parçası
 $haq\ x_1, y_1$ | parçanın başlanğıc nöqtəsinin koordinatları
 $haq\ x_2, y_2$ | parçanın son nöqtəsinin koordinatları

Üçbucaq
 $haq\ x_1, y_1$ | üçbucağın
 $haq\ x_2, y_2$ | təpə nöqtələrinin
 $haq\ x_3, y_3$ | koordinatları

n-bucaqlı
 $haq\ cad\ x[1:n]$ | i -ci təpəsinin $(x[i], y[i])$ koordinatları
 $haq\ cad\ y[1:n]$



Rene Dekart.

Bu modellərdən istifadə edərkən həndəsi anlayışları alqoritmik dila çevirmək olar:

Parçanın uzunluğu: $(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2$
Çevrə daxilindəki nöqtə: $(x - a)^2 + (y - b)^2 < r^2$

n-bucaqlının perimetri:
 $p := 0$
db i üçün 1 dən $n - 1$ dək
| $p := p + \text{uzunluq}(i, i + 1)$
ds
 $p := p + \text{uzunluq}(n, 1)$

Eyni bir həndəsi obyekt müxtəlif üsullarla kodlaşdırmaq olar, məsələn, düz xətt parçası belə də verilir:

$haq\ a, b$ | parçanın orta nöqtəsinin koordinatları
 $haq\ l$ | parçanın uzunluğu
 $haq\ \phi$ | parçanın abis oxu ilə əmələ gətirdiyi bucaq

vaxtda bir neçə proqram işlətmək mümkün olduğu kimi), bu zaman hər bir kassirin işinə müstəqil proses, biletlər siyahısına isə ümumi resurs kimi baxılırdı.

QARŞILIQLI KƏNARLAŞDIRMA PROBLEMİ

Ümumi resurs müraciət zamanı icra olunan iki prosesin sinxronlaşdırılması

problemini həll etmək tələb olunur. Bunun üçün hər bir prosesdə ümumi resurs müraciətinə baş verdiyi *kritik bölmə*, yaxud *kritik interval* adlanan xüsusi hissə ayrılmalıdır. Məsələn, proses alqoritm dövrü qaydada yerinə yetirilir: *kritik bölmə* köməkçi alqoritminə müraciətdən başlanılır və *son* köməkçi alqoritminə müraciətlə sona çatır.

Proseslərin sayı çox olmadıqda və onlar əvvəlcədən qəti müəyyən olunduqda onların ümumi resursunu bölmək o qədər də çətin deyil. Belə ki, klaviaturanın drayveri (klavişləri basdıqda simvolları daxil edən proqram) və mətn redaktoru (növbəti simvolu soruşan proqram) kimi iki prosesi asanlıqla sinxronlaşdırmaq olar. Əvvəldən sayı məlum olmayan proseslərin sinxronlaşdırılmasını təmin etmək daha çətinidir.

```

alq proses
baş
| db
| kritik bölmə
| son
| ds
son

```

alq paralel proseslər

```

baş tam çevirici
| çevirici := 1
| proses1 : proses2 | proseslərin paralel icrası
son

```

alq proses 1

```

baş
| db
| db nə qədər ki çevirici = 2
| ds
| kritik bölmə1
| çevirici := 2
| son 1
| ds
son

```

alq proses 2

```

baş
| db
| db nə qədər ki çevirici = 1
| ds
| kritik bölmə2
| çevirici := 1
| son 2
| ds
son

```

alq paralel proseslər

```

baş mantı bayraq1, bayraq2
| bayraq1 := "yox"
| bayraq2 := "yox"
| proses1 : proses2 | proseslərin paralel icrası
son

```

alq proses 1

```

baş
| db
| bayraq1 := "hə"
| db nə qədər ki bayraq2
| ds
| kritik bölmə1
| bayraq1 := "yox"
| son 1
| ds
son

```

alq proses 2

```

baş
| db
| bayraq2 := "hə"
| db nə qədər ki bayraq1
| ds
| kritik bölmə2
| bayraq2 := "yox"
| son 2
| ds
son

```

Əgər proseslərin alqoritmlərini elə modifikasiya etsək ki, yalnız bir proses öz kritik bölməsini çağırarsa, onda bu, baxılan problemi həll edər. Proseslərin sinxronlaşdırılmasının ilk icrası tam qiymətli çevirici dəyişəninin daxil edilməsidir. Bu dəyişən proseslərdən hansının öz kritik bölməsini işə sala bilməsindən asılı olaraq iki qiymətdən birini – ya "1", ya da "2" qiyməti ala bilər.

Əgər çevirici 1-ə bərabərsə, proses 2 çevirici 2-yə bərabər olana qədər gözləmə vəziyyətindədir. Çevirici 2-yə bərabər qiyməti o vaxt ala biləcək ki, proses 1 öz kritik bölməsini keçmiş olsun. Proses 2 də öz növbəsində proses 1-i gözləməyə məcbur edərək analoji hərəkət edəcək. Beləliklə, hər bir konkret zaman anında yalnız bir proses öz kritik intervalında ola bilər. Lakin prosesin təkrarən öz kritik bölməsinə daxil olması üçün o, digər prosesi gözləməlidir, yəni proseslər öz kritik bölmələrinə ardıcıl olaraq daxil olurlar: birinci, ikinci, birinci, ikinci... Bu, iki paralel prosesin yerinə yetirilməsinə çox sərt əlaqələndirir. Ona görə də sinxronlaşdırma alqoritmində zəruri şərt əlavə etmək tələb olunur: ixtiyari prosesin onun kritik intervalından kənarda hər hansı ləngiməsi qalan proseslərin gedişinə təsir etməməlidir. Sinxronlaşdırma alqoritmində müvafiq surətdə dəyişəcəkdir: adı çevirici əvəzinə proses öz kritik bölməsinə daxil olduqda, yəni ümumi resurs tutduqda "hə" qiyməti alan bayraq1 və bayraq2 məntiqi dəyişənləri daxil ediləcək.

Bu alqoritm daha uğurludur: o, kritik bölmələrin dəqiq ardıcıl icrasını tələb etmir. Əgər proseslərdən biri o birindən qısdırsa, onda o, daha tez-tez kritik bölməyə düşə bilər. Lakin bu alqoritmə də çatışmazlıqları var. Hər iki proses öz kritik bölmələrinə daxil olmağa hazır olan halda, yəni bayraq1 və bayraq2 "hə" qiyməti alıbsa, mənimsəmə komandasından sonrakı gözləmə dövrləri sonsuz



icra olunacaqlar və proseslərdən heç biri öz kritik bölməsinə daxil ola bilməyəcək. Bu, N.V. Qoqolun "Ölü canlar" əsərindəki Çiçikov və Manilovun nəzakətliyi xatırladır, onlar açıq qapı qarşısında duraraq bir-birinə birinci keçməyi təklif edirlər: "...Yalnız sizdən sonra". Hər iki halda daha bir şərtin ödənilməsinə zərurət yaranır: hansı prosesin öz kritik intervalına daxil olması haqqında qərar sonlu vaxtda qəbul olunmalıdır. Belə alqoritmə sanki birinci və ikinci alqoritmlər birləşirlər. Sinxronlaşdırma üçün həm çevirici kəmiyyəti, həm də bayraq1 və bayraq2 kəmiyyətləri tələb olunur. Çeviricinin qiyməti əvvəlki kimi kritik bölmədə yerinə yetirilən prosesin nömrəsinə bərabərdir.

Qeyd etmək olar ki, çevirici kəmiyyəti ümumiyyətlə inisiallaşdırma (başlanğıc qiymətin verilməsi) tələb etmir, çünki gözləmə dövrünə qədər onun qiyməti "1" və ya "2" təyin olunur. Çeviricidən fərqli olaraq bayraqlar salına bilər ("yox" qiyməti). Onları inisiallaşdırmaq olmaz, çünki proseslərdən biri "irəli çıxsa" bilər və o biri öz bayrağını mənimsəməyə macal tapmaz. Proseslərin əvvəlində bayraq qaldırılır ("hə" qiyməti), proses kritik bölməyə daxil olmağa hazırdır. Çevirici bir növbəsinə "irəli buraxaraq" digər prosesin nömrəsinə özünə götürür. Əgər o biri proses öz kritik bölməsini tərk edərsə, gözləmə dövrü

alq paralel proseslər

```

baş mantı bayraq1, bayraq2, tam çevirici
| bayraq1 := "yox"
| bayraq2 := "yox"
| proses1 : proses2 | proseslərin paralel icrası
son

```

alq proses 1

```

baş
| db
| bayraq1 := "hə"
| çevirici := 2
| db nə qədər ki bayraq2 və çevirici = 2
| ds
| kritik bölmə1
| bayraq1 := "yox"
| son 1
| ds
son

```

alq proses 2

```

baş
| db
| bayraq2 := "hə"
| çevirici := 1
| db nə qədər ki bayraq1 və çevirici = 1
| ds
| kritik bölmə2
| bayraq2 := "yox"
| son 2
| ds
son

```

kəsiləcək (öz bayrağını salaraq). Çevirici yalnız onun üçün lazımdır ki, Çiçikovla Manilovun düşükləri vəziyyət baş verəsin.

Qarşılıqlı kənarlaşdırma problemi XX əsrin 60-cı illərinin əvvəlində meydana çıxmışdır. Alqoritm ilk yaradıcılarından biri Donald Knut hesab olunur. Tanınmış amerika proqramçısı Edsger Deykstra 1965-ci ildə paralel proseslərin sinxronlaşdırılması probleminin tam və orijinal həllini verdi. Lakin proseslərdən biri öz "sonluğunu" icra edərkən sınırda (dayanırdısa), onda bu alqoritmə işləməzdi. Sadəliyinə və gözəlliyinə görə ən yüksək dəyərlənən alqoritm 1981-ci ildə amerikalı Harri Petersen təklif etmişdir (bu alqoritm versiyası yuxarıdakı misaldə kritik bölmə probleminin həlli kimi verilmişdir). Petersenin alqoritmə o qədər sadədir ki, deyilənlə görə, ümumiyyətlə, izahata ehtiyacı yoxdur.

SEMAFOR TEXNİKASI

Edsger Deykstra tokco alqoritm təklif etməyib, həm də paralel proseslərin sinxronlaşdırılması üçün orijinal vasitə fikirləşib tapmışdır. Sinxronlaşdırma



Edsger Dijkstra



SEMAFORLAR

Semaforlar paralel proseslərin sinxronlaşdırılması üçün ən sadə üsullardan biridir. Bundan heç də az olmayan gözəl və effektiv alqoritmlər şərti kritik intervallardan istifadə etməklə alınır (Ümumi resurslar xüsusi tip və ya ümumi dəyişənlərlə təmsil olunur. Bu dəyişənlərdən proses yalnız xüsusi operatorların – şərti kritik intervalların tərkibində istifadə edə bilər). Oxşar operatorlar Pascal dilinin xüsusi versiyasına daxil edilmişdir. Paralel proseslərin sinxronlaşdırılması texnikasının inkişafı monitor-proqramların meydana çıxmasına gətirib çıxarmışdır. Bu proqramlarda isə həm sinxronlaşdırılmanı idarə edən dəyişənlər, həm də resursların tutulması və azad edilməsi proqramları var.



Qarşılıqlı kənarlaşdırma problemi həll edən alqoritm asanlıqla N sayda paralel proses üçün genişləndirilə bilər. Sinxronlaşdırma üçün əvvəlki kimi çevirici və hər prosesə bir bayraq lazım gələcək.

zamanı əsas çətinlik ondan ibarətdir ki, kəmiyyətlərin qiymətinin yoxlanılması və bu kəmiyyətlərin dəyişməsi bir-birindən asılı deyillər. Proseslərin birinin, onun kritik intervala daxil olmasına icazə verən şərti yoxladığı müddətdə digər prosesin həmin qiyməti dəyişməyə başladığı haqqında heç bir məlumatı yoxdur (yəni yoxlanılan müddət ərzində şərtin dəyişildiyi bilinmir).

Deykstra xüsusi *semafor* tipli dəyişənlər təyin etmiş və onlar üzərində aparılan iki əməliyyat daxil etmişdir. Semaforlar tam mənfii olmayan qiymətlər alırlar. Yalnız "0" və "1" qiymətlərini alan *binar semaforlar* da mövcuddur.

V əməliyyatı semaforun qiymətini bir vahid artırır. P əməliyyatı isə sema-

forun qiyməti sıfırdan böyükdürsə, onu bir vahid azaldır və ya dayanır və hər hansı bir proses semaforun qiymətini artırana qədər gözləyir (*sem* "semafor" tipini göstərir):

```
alq V (sem s)
baş
| s := s + 1
son
```

```
alq P (sem s)
baş
|db nə qədər ki s = 0
|ds
| s := s - 1
son
```

P və V əməliyyatlarının bölünməz olması çox vacibdir. Bu o deməkdir ki, V əməliyyatı yerinə yetirilməyə başlayandan qurtarana kimi semafora müraciət qadağandır. Bir neçə prosesin P əməliyyatında gözlədiyi halda (semafor sıfıra bərabər olduqda) və o başqa proses vasitəsilə dəyişdikdə (ona V əməliyyatının tətbiqi) yalnız bir P əməliyyatı sona çata bilər. Qalanları isə növbəti dəfə V əməliyyatının icra olunmasını gözləyəcəklər. Öz adına uyğun olaraq bir semafor bir bölünməz resurs üzrə hərəkəti təşkil edir. Başqa sözlə, proseslərin sinxronlaşdırılması probleminin həlli üçün proseslərin sayından asılı olmayaraq cəmişi bir semafor tələb olunur.

OXUCULAR – YAZIÇILAR

Semaforların köməyiylə bir çox sinxronlaşdırma problemləri həll edilir. Maraqlı misallardan biri real əməliyyat sistemləri üçün tipik olan oxucular-yazıçılar məsələsidir. Bir neçə yazıçı–proses ümumi resurs olan yaddaş üzərində yazı alqoritmini yerinə yetirirlər. Oxucu–proses adlanan digər proseslər yaddaşdan oxuyurlar. Məsələnin şərtinə görə eyni vaxtda yalnız bir yazıçı öz kritik intervala ola bilər və bu zaman yaddaşdan oxumaq olmaz. Əksinə, eyni vaxtda bir nəfər oxucu ümumi yaddaşa müraciət edə bilər.

Məsələnin iki versiyası var. Birinci də yazıçının buferə yazmaq üçün gözləməsi növbəti oxucunun artıq oxumaqla məşğul olanlara qoşulmasına mane olmur. İkinci halda yazıçılar ümumi yaddaşa müraciətdə oxuculara nisbətən prioritetə malikdirlər: hansısa yazıçı yazmağa hazırdırsa, onda yeni oxuculara imkan verilmir. Məsələnin axıncı versiyası, şübhəsiz ki, birincidən mürəkkəbdir. Sadəlik üçün birinci versiyanın həlli veriləcək.

Məsələnin həlli üçün iki semafor tətbiq olunur. Birinci semafor – yaddaş – yazıçıların yaddaşa müraciətinin sinxronlaşdırılması üçündür. Əgər heç olmasa bir oxucu oxumaqla məşğuldursa, semafor yazıçıya yazmağa icazə verməməlidir. Bunun üçün hal–hazırda oxumaqla məşğul olan proseslərin sayını göstərən oxucuların sayı tam qiymətli kəmiyyət daxil edilir. Birinci proses oxumağa başlamaq istəyəndə, o, oxucuların sayını artırır – qiymət "1" olur. Bu zaman növbəti şərt doğru olur və yaddaş semaforu ilə P əməliyyatı yerinə yetirilir. Əgər resurs azadırsa, onda o, oxucular tərəfindən "tutulur", yaxud da yazıçının öz kritik bölməsini – yaddaşa yazmanı haçan qurtaraçağını gözləyir. Analoji hərəkətlər sonuncu kritik bölmədən (yaddaşdan oxuma) sonra oxucu resursu azad edib ora yazmağa və ya oradan oxumağa icazə verdikdə yerinə yetirilir.

Oxucu semaforu oxucuların sayı kəmiyyətinə yalnız bir prosesin müraciətini



```
alq oxucular-yazıçılar
baş sem oxucu, yaddaş, tam oxucuların sayı
| oxucuların sayı := 0
| yaddaş := 1
| oxucu := 0
| oxucu := ... |oxucu-proseslərin paralel icrası
... |yazıçı |yazıçı-proseslərin paralel icrası
son
```

```
alq oxucu
baş
| P (oxucu)
| oxucuların sayı := oxucuların sayı + 1
| əgər oxucuların sayı = 1
| | onda P (yaddaş)
| tamam
| V (oxucu)
| yaddaşdan oxuma
| P (oxucu)
| oxucuların sayı := oxucuların sayı - 1
| əgər oxucuların sayı = 0
| | onda V (yaddaş)
| tamam
| V (oxucu)
son
```

```
alq yazıçı
baş
| P(yaddaş)
| yaddaşa yazma
| V(yaddaş)
son
```

məhdudlaşdırmağa xidmət edir. Bu kəmiyyətin artması (və ya azalması) onun şərtidə yoxlanması ilə birlikdə baş verir. Belə üsulu proseslərin hər hansı bir kəmiyyətə müraciətini məhdudlaşdırmaq lazım gəldikdə tətbiq etmək əlverişlidir. Diqqət yetirmək vacibdir ki, baxılan məsələnin həlli üçün binar semafordan istifadə olunub. Deykstra öz işlərində göstərib ki, semaforların vasitəsilə həll olunan bütün məsələlər yalnız binar semaforlar tətbiq etməklə asanlıqla icra oluna bilər. Ümumiyyətlə, bütün semaforları tam kəmiyyət və binar semafor kimi göstərmək olar. Bunun belə olduğu oxucuların sayı kəmiyyətinin və oxucu semaforunun təmsilində nümayiş etdirildi.

NAHAR EDƏN FİLOSOFLAR HAQQINDA MƏSƏLƏ

Gündəlik həyatda paralel müraciətli məsələlərə tez-tez rast gəlmək olur. Ən sadə misal: əgər vanna otağında artıq kimsə yuyunursa və başqa kimsə nə



PROQRAMLAŞDIRMA NƏZƏRİYYƏSİ



RIYAZI MƏNTİQ

KLASSİK MƏNTİQ

Məntiq elmi çox qədimlərdən məlumdur, qədim yunan filosofu Aristotel (Ərəstun, b.e.ə. 384-322-ci illər) onun atası hesab olunur.

Əgər qar yağırsa, onda indi qışdır; qar yağır; deməli, indi qışdır.

Bu mühakimə üç müddədən ibarətdir. Birinci iki müddə *hökml*, üçüncüsü isə *nəticə* adlanır.



Hələ antik filosoflar qeyd etmişdilər ki, çox zaman mühakimələr onların tərkibinə daxil olan müddələrin məzmunundan asılı olmayaraq quruluşca xeyli oxşarlığa malik olurlar.

Başqa misala baxaq:
Əgər suyu 100°C-yə kimi qızdırsaq, onda o qaynar; suyu 100°C-yə qədər qızdırıldıq; deməli, su qaynar.

Məzmun fərqi baxmayaraq hər iki mühakimənin forması (sxemi) eynidir:
Əgər birinci varsa, onda ikinci də var; birinci var; deməli, ikinci də var.

Mühakimənin düzgünlüyünü onun gətirib çıxardığı nəticələrə əsasən qiymətləndirmək ağılabatın olardı. Bu sxemlə aparılan mühakimə hansı obyektədən söhbət etməsindən asılı olmayaraq düzgün olacaq. Əgər mühakimə düzdürsə, onda onun hökmlərindən nəticə çıxır. Belə hallarda deyirlər ki,

mühakimənin sxemi *məntiqi qanun* təşkil edir.

Düzgün mühakimənin bir çox başqa sxemləri də mövcuddur. Məsələn:
Ya birinci, ya da ikinci var; birinci yoxdur; deməli, ikinci var.

Məntiqin əhəmiyyəti ondadır ki, o, təcrübəyə və ya intuisiyaya mürciət etmədən formal mühakimələrin köməyi ilə yeni biliklər yaratmağa imkan verir.

Aristotelin dövründən keçmiş iki minillik ərzində ənənəvi məntiq o qədər də irəliləməmişdir. Böyük alman filosofu İmmanuel Kant (1724-1804) hətta hesab edirdi ki, bu elm artıq özünün inkişafını başa çatdırmışdır. Lakin tədricən məntiqdə inqilab yetişirdi və onu başqa alman filosofu, riyaziyyatçı, fizik, ixtiraçı, hüquqşünas, tarixçi, lingvist Qotfrid Vilhelm Leybnis (1646-1716) hazırladı.

Hələ 1672-ci ildə Parisdə işləyən holland ixtiraçısı və fiziki Xristian Huygenso (1629-1695) baş çəkərkən onun zəruri riyazi hesablamalara nə qədər çox qüvvə və vaxt sərf etdiyi Leybnisi sarıtmışdı. Bəlkə də, elə bu təəssüratlar Leybnisin hesablama problemi üzərində düşüncələrinin başlanğıc nöqtəsi olmuşdur. O, sonralar yazırdı: "Belə gözəl insanlar, şübhəsiz ki, maşından istifadə etməklə ixtiyarı bir şəxsə tapşırıla bilən hesablama işlərinə qullar kimi vaxt itirməyə layiq deyillər". Leybnis belə bir maşını bir çox illərdən sonra, 1694-cü ildə yarada bildi.

Leybnis hesablama problemini həm də nəzəri cəhətdən öyrənirdi. 1703-cü ildə o, ilk dəfə dünya elminin diqqətini ikilik say sistemində cəlb etdi. O, ikilik sistemin oluq sistemə nisbətən üstünlüyünü isbat edərək göstərirdi ki, sıfır və birlərin ardıcılığında onların davranış qanunauyğunluqlarını (onları "mücüzəli nizam" adlandırdı) aşkar etmək daha asandır.

Leybnis birinci olaraq fikir vermişdir ki, hesabı əməliyyatların yerinə yetil-



məsi sadə qaydaların köməyi ilə aparılır və bu qaydalar üçün ədədlərin mənası deyil, onların necə yazılması əhəmiyyətli deyildir. Bu qaydalar kifayət qədər asandır, onların tətbiqi birqıymətli nəticə verir və deməli, bu nəticələri şübhə altına almaq və ya qəbul etməmək olmaz. Bundan sonra Leybnisdə belə bir ideya yaranırdı: insanın çıxardığı nəticələri hesablamalar şəklində göstərməklə, onları da belə danışmaq mümkün olarmı? Doğrudur, "Hesablayacağıq" deyimini təklif edərək o, bu problemi daha çox filosof kimi tədqiq etmişdir.

Hökmlərin riyaziləşdirilməsi haqqında Leybnisin ideyaları öz dövrünü xeyli qabaqlasa da, onun müasirlərinin elmi baxışlarına hiss olunacaq təsir etməmişdi. Daha yüz illi il lazım gəldi ki, ingilis riyaziyyatçısı Core Bulun (1815-1864) əsərlərində məntiqə riyazi yanaşmanın əsasları qoyulsun. Maraqlıdır ki, Bulun riyazi təhsili almamışdır, lakin bu, ona 1849-cu ildə Kork (İrlandiya) Kuins-kollecinin riyaziyyat kafedrasının professoru olmağa mane olmamışdır. Onun "Məntiqin riyazi analizi" (1847), "Məntiq hesabı" (1848), "Təfəkkür qanunlarının tədqiqi" (1854) əsərləri müasir riyazi məntiqin təməlinə dayanır.

Leybnis hesab edirdi ki, vahid ilahi başlanğıc, sıfır isə qeyri-mövcudluğu (yoxluğu) təcəssüm etdirir. İxtiyarı ədədi ifadə etməyə imkan verən sıfır vahidlərin əlavə edilməsini o, ilahi qüvvə tərəfindən bütün mövcudluğun heçdən yaradılması ilə eyniləşdirdi.



Immanuel Kant.



Qotfrid Vilhelm Leybnis.



Corc Bul.

MƏNTİQ CƏBRİ

Məktəb cəbri hərfərdən, hesab əməliyyatlarının işarələrindən və mötərizələrdən təşkil olunmuş *düsturları* öyrənir.

Düsturları çevirmək olar. Cəbri düsturların hər hansı mümkün (ekvivalent) çevrilmələri aşağıdakı qanunlarla verilir:

- assosiativlik –

$$(a + b) + c = a + (b + c),$$

$$(a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c);$$

- kommutativlik –

$$a + b = b + a,$$

$$a \cdot b = b \cdot a;$$

- distributivlik –

$$a(b + c) = ab + ac;$$

həmçinin onların köməyiylə alınan aşağıdakı kimi vacib nəticələr (məsələn, müxtəsər vurma düsturları) vasitəsilə verilir:

$$a^2 - b^2 = (a + b)(a - b).$$

Bundan başqa, düsturlar hesablamak üçün də istifadə oluna bilər; bu halda hərfərin yerinə onların ədədi qiymətləri qoyulur və uyğun hesab əməlləri yerinə yetirilir. Hər bir düstur, arqumentlərin sayı düsturdakı fərqli hərfərin sayına bərabər olan hesabı funksiya verir.

Məntiq cəbri də düsturları öyrənir. Lakin buradakı dəyişənlər yalan və doğru kimi iki mümkün qiymətdən yalnız birini ala bilər. Bu qiymətlər *məntiqi* qiymətlər adlanır. Onlar həmçinin 0 və 1, Y və D, false və true kimi də işarə olunurlar. Xüsusi məntiqi əməliyyat işarələri daxil edilir.

Bu halda da hər bir düstur funksiya təyin edir. Bunlar *məntiqi funksiyalar*

x_1	x_2	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4	φ_5	φ_6	φ_7	φ_8	φ_9	φ_{10}	φ_{11}	φ_{12}	φ_{13}	φ_{14}	φ_{15}	φ_{16}
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1

adlanırlar. Onların arqumentləri məntiqi dəyişənlərdir, funksiyalar özləri isə yalnız məntiqi qiymətlər ala bilər.

İxtiyari belə funksiyanı arqumentlərin qiymətlərinin bütün mümkün yığını və funksiyanın müvafiq qiymətləri göstərilmiş cədvəl şəklində vermək olar. Bir arqumentli $\varphi(x)$ funksiyası halında belə cədvəl çox sadə olacaq:

x	φ_1	φ_2	φ_3	φ_4
0	0	0	1	1
1	0	1	0	1

Birinci funksiya, φ_1 , arqumentlərin bütün mümkün qiymətlərində 0 qiyməti alır, yəni φ_1 funksiyası 0 *sabitidir*, analogi olaraq φ_4 funksiyası 1 *sabitidir*. Bu funksiyaların qiyməti x -dən asılı deyil, ona görə də deyirlər ki, onlar üçün x dəyişəni *əhəmiyyətsizdir*. Öz arqumentinin qiymətini tərsinə dəyişən φ_3 funksiyası *inkar* adlanır. İnkare müxtəlif çür işarə olunur: $\varphi_3(x) = \neg x$ və ya daha tez-tez $\varphi_3(x) = \bar{x}$. Nəhayət, $\varphi_2(x) = x$ funksiyası *təkrar* adlanır.

Bir məntiqi dəyişənin cəmi dörd funksiyası var. Ümumi halda isə n dəyişənin məntiqi funksiyalarının sayı 2^{2^n} ($2^n - 0$ və 1-dən ibarət olan n uzunluqlu bütün mümkün yığınların sayıdır, yəni cədvəldəki sətirlərin sayıdır. Onda 2^{2^n} 0 və 1-lərin bu qədər sayda sətirdə sütun üzrə yerdəyişmələrinin sayına bərabərdir). Deməli, iki dəyişənin məntiqi funksiyalarının sayı $2^{2^2} = 16$.

Bir dəyişənli funksiyanı halında olduğu kimi, φ_1 və φ_6 müvafiq olaraq 0 və 1 *sabitləridir*. Onlar üçün hər iki dəyişən əhəmiyyətsizdir. $\varphi_4(x_1, x_2)$ və $\varphi_{11}(x_1, x_2)$ funksiyaları üçün x_2 dəyişəni əhəmiyyətsizdir, çünki $\varphi_4(x_1, x_2) = x_1$ və $\varphi_{11}(x_1, x_2) = \bar{x}_1$.

$\varphi_6(x_1, x_2)$ və $\varphi_{11}(x_1, x_2)$ funksiyaları üçün isə x_1 dəyişəni əhəmiyyətsizdir, çünki $\varphi_6(x_1, x_2) = x_2$ və $\varphi_{11}(x_1, x_2) = \bar{x}_2$.

$\varphi_2(x_1, x_2)$ funksiyasına x_1 və x_2 -nin *konyunksiyası* deyilir. Bu funksiyanı $x_1 \& x_2$ və ya $x_1 \wedge x_2$ kimi işarə etmək qəbul olunmuşdur. Konyunksiya yalnız və yalnız o zaman 1-ə bərabərdir ki, həm x_1 , həm də x_2 1-ə bərabər olsun. Ona görə də konyunksiyanı tez-tez $\vee\Delta$ funksiyası da adlandırırlar. Ona hərdən *məntiqi vurma* da deyirlər, çünki funksiyanın qiymətləri arqumentlərin hesab qaydalarına vurulmasına bərabərdir. $\varphi_8(x_1, x_2)$ funksiyasına x_1 və x_2 -nin *disyunksiyası* deyilir. Disyunksiyanı $x_1 \vee x_2$ kimi işarə edirlər. Onu həm də $\vee\Delta$ YA funksiyası adlandırırlar, çünki o, ya x_1 , ya da x_2 vahidə bərabər olduqda 1 qiyməti alır.

Daha bir funksiya, $\varphi_7(x_1, x_2)$, 2 *moduluna görə toplama* adlanır. Onun üçün $x_1 \oplus x_2$ işarələməsi tətbiq olunur. Bu funksiya, arqumentlərinin qiymətləri müxtəlif olduqda 1-ə və üst-üstə düşdükdə 0-a bərabərdir. Buradan da bu funksiyanın *müxtəlif qiymətlilik* kimi digər adı meydana çıxır.

Əksinə, $\varphi_{10}(x_1, x_2)$ funksiyası arqumentlər bərabər olduqda 1, əks halda isə 0 qiyməti alır. Ona görə də onu *ekvivalentlik* və ya *eyniqiymətlilik* adlandırırlar. Bu funksiya $x_1 \sim x_2$ və ya $x_1 \equiv x_2$ kimi işarə olunur.

Daha üç funksiyanın konkret adı var. *İmplikasiya* – $\varphi_{14}(x_1, x_2)$, $x_1 \rightarrow x_2$ və ya $x_1 \supset x_2$ kimi işarə olunur; “əgər x_1 , onda x_2 ” kimi oxunur.

Pirs oxu (başqa adı İNKAR- $\vee\Delta$ YA) – $\varphi_9(x_1, x_2)$, $x_1 \downarrow x_2$ kimi işarə olunur.

Şeffər ştrixi (başqa adı İNKAR- $\vee\Delta$) – $\varphi_{15}(x_1, x_2)$, $x_1 | x_2$ kimi işarə olunur. Digər funksiyalar nadir hallarda istifadə olunur.

Əgər düsturda yalnız daxil etdiyimiz əməliyyatların işarələri varsa, ixtiyari dəyişənlər yığını üçün onun qiymətini asanlıqla hesablamaq olar. Məsələn,

$x_1 \wedge x_2 \mid (x_1 \vee x_3)$ düsturu ilə verilən $\varphi(x_1, x_2, x_3)$ funksiyasını aşağıdakı cədvəllə vermək olar:

x_1	x_2	x_3	$\varphi(x_1, x_2, x_3)$
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Ümumiyyətlə, düsturda dəyişənlərin bütün dəstlərini yerinə qoymaqla funksiya uyğun cədvəli hər bir düstur üçün qurmaq olar. Funksiyanın (deməli, həm də düsturun) cədvəl təsviri yeganədir. Lakin eyni bir funksiya müxtəlif düsturların köməyiylə yazıla bilər. Məsələn, Şeffər ştrixi funksiyasını həm $\varphi_{15}(x_1, x_2) = x_1 \vee x_2$, həm də $\varphi_{15}(x_1, x_2) = \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2$ kimi yazmaq olar. Eyni funksiyanı təmsil edən belə düsturlar *ekvivalent* və ya *eyniqüclü* adlanırlar.

Düsturları yazmaq üçün bütün funksiyalardan istifadə etməyə ehtiyac yoxdur. Məsələn, düsturlarda Şeffər ştrixindən yaxa qurtarmaq üçün onu konyunksiya, disyunksiya və inkar vasitəsilə ifadə etmək olar. Ona görə də $\varphi(x_1, x_2, x_3)$ funksiyası $x_1 \wedge x_2 \vee x_1 \vee x_3$ şəklində yazıla bilər. Məntiqi funksiyaların elə dəstləri var ki, onlar vasitəsilə bütün digər məntiqi funksiyaları ifadə etmək olar. Belə məntiqi funksiya dəstlərinə *funksional tam* və ya *bazis dəstləri* deyilir.



Əgər balına küçə ilə gedirsə, onda gecə yarıdır!



Şeffər strixi kimi digər iki dəyişənli məntiqi funksiyaları da konyunksiya, dizyunksiya və inkar vasitəsilə ifadə etmək olar:

$$x_1 \rightarrow x_2 = \bar{x}_1 \vee x_2,$$

$$x_1 \sim x_2 = x_1 x_2 \vee \bar{x}_1 \bar{x}_2,$$

$$x_1 \oplus x_2 = x_1 \bar{x}_2 \vee \bar{x}_1 x_2,$$

$$x_1 \downarrow x_2 = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2 = \bar{x}_1 \bar{x}_2.$$

Yalnız bu üç əməliyyat (həmçinin dəyişənlər və mütərizələr) vasitəsilə qurulan düsturlara *Bul düsturları* deyilir (C.Bulun şərafinə). Belə bir teorem doğrudur ki, ixtiyari məntiqi funksiya Bul düsturu şəklində göstərilə bilər. Odu ki, konyunksiya, dizyunksiya və inkardan ibarət dəst bazis əmələ gətirir. Bu üç əməliyyatın təyin olduğu məntiqi funksiyalar çoxluğu *Bul cəbri* adlanır.

Bul cəbrinin əməlləri adətən *Bul əməlləri* adlandırılır.

Bul əməlləri üçün ümumi olan aşağıdakı əsas xassələr xarakterikdir:

- Assosiativlik qanunları:

$$(x_1 \vee x_2) \vee x_3 = x_1 \vee (x_2 \vee x_3),$$

$$(x_1 \wedge x_2) \wedge x_3 = x_1 \wedge (x_2 \wedge x_3).$$

- Kommutativlik qanunları:

$$x_1 \vee x_2 = x_2 \vee x_1,$$

$$x_1 \wedge x_2 = x_2 \wedge x_1.$$

- Distributivlik qanunları:

$$x_1 \wedge (x_2 \vee x_3) = (x_1 \wedge x_2) \vee (x_1 \wedge x_3),$$

$$x_1 \vee (x_2 \wedge x_3) = (x_1 \vee x_2) \wedge (x_1 \vee x_3).$$

- De Morqan qaydaları:

$$\overline{x_1 \wedge x_2} = \bar{x}_1 \vee \bar{x}_2,$$

$$\overline{x_1 \vee x_2} = \bar{x}_1 \wedge \bar{x}_2.$$

- İdempotentlik:

$$x \wedge x = x,$$

$$x \vee x = x.$$

(Bu o deməkdir ki, cəbri düsturlardan fərqli olaraq məntiqi düsturlarında qüvvət və əmsallar olmur).

- İkiqat inkar:

$$\bar{\bar{x}} = x.$$

- Ziddiyyət qanunu:

$$x \vee \bar{x} = 0.$$

- Üçüncünün qeyri-mümkünlüyü qanunu:

$$x \vee \bar{x} = 1.$$

- Sabitlərin xüsusiyyətləri:

$$x \wedge 1 = x, \quad x \wedge 0 = 0,$$

$$x \vee 1 = 1, \quad x \vee 0 = x,$$

$$\bar{0} = 1, \quad \bar{1} = 0.$$

Bu ekvivalentlik münasibətlərindən hər birinin doğruluğu asanlıqla yoxlanıla bilər, sağ və sol tərəfləri orada iştirak edən dəyişənlərin bütün mümkün qiymətləri üçün hesablayaraq müqayisə etmək kifayətdir.

Bul düsturlarının yazılışı zamanı konyunksiya işarəsini cəbrdəki vurma işarəsi kimi çox vaxt yazmırlar. Analoji olaraq, bir neçə konyunksiya və ya dizyunksiya ardıcıl yerinə yetirilərkən mütərizələr yazılmaz, konyunksiyada xarici mütərizələr də yazılmaz:

$$(x_1 \wedge (x_2 \wedge x_3)) \vee ((x_4 \vee x_5) \wedge x_6) = x_1 x_2 x_3 \vee (x_4 \vee x_5) x_6.$$

Əsas ekvivalentlik çevirmələri iki cür olur. Birincisi – düsturların sadələşdirilməsi əvvəlkinə ekvivalent daha qısa düstur almaq imkanı verir.

- Udma:

$$x \vee xy = x; \quad x(x \vee y) = x.$$

- Yapışdırma:

$$xy \vee x \bar{y} = x,$$

$$(x \vee y)(x \vee \bar{y}) = x.$$

- Ümumiləşdirilmiş yapışdırma:

$$xz \vee y \bar{z} \vee xy = xz \vee y \bar{z}.$$

İkinci tip işə dizyunktiv normal formaya (DNF) gətirilmədir.

Dəyişənlər və onların inkarlarından ibarət olan və hər bir dəyişənin bir dəfə işlənməsi şərtlə konyunksiyası *elementar konyunksiya* adlanır. DNF elementar konyunksiyaların dizyunksiyası şəklində düsturdur. Ümumiləşdirilmiş yapışdırma münasibətindən göründüyü kimi hər hansı düsturun DNF-i ümumiyyətlə yeganə deyil.

Əgər n dəyişənli $\varphi(x_1, x_2, \dots, x_n)$ funksiyası cədvəl vasitəsilə verilmişsə, onun Bul düsturunu aşağıdakı şəkildə qurmaq olar. Funksiyanın 1-ə bərabər olduğu bütün dəyişən yığınlarının konyunksiyaları yazılır. Bu zaman 0-ə bərabər olan dəyişənlərin inkarı götürülür. Sonra işə bütün konyunksiyalar dizyunksiya işarələri ilə birləşdirilir. Alınan düstur *mükəmməl dizyunktiv normal forma* (MDNF) adlanır. Hər bir funksiya üçün MDNF yeganədir (bu, elə onun qurulması qaydasından çıxır), onlar ancaq konyunksiyaların daxilində dəyişənlərin ardıcılıq sırası və konyunksiyaların sırası ilə fərqlənə bilər. Fəqət 0 sabit funksiyasının MDNF-i yoxdur.

Cədvəldən istifadə edərək $\varphi(x_1, x_2, x_3)$ funksiyasının MDNF-ini quraq:

$$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee \bar{x}_1 x_2 \bar{x}_3 \vee x_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3.$$

Alınan düstur kifayət qədər uzundur, lakin onu ekvivalentlik çevirmələrindən istifadə edərək sadələşdirmək olar. Bu halda iki dəfə yapışdırmanı tətbiq etsək (uyğun olaraq birinci və ikinci, həmçinin üçüncü və dördüncü konyunksiyalara):

$$\bar{x}_1 \bar{x}_2 \bar{x}_3 \vee x_1 x_2 \bar{x}_3.$$

Alınan DNF xeyli qısadır.

Konyunksiya və inkar, dizyunksiya və inkar dəstləri də bazisdir. Inkara vasitəsilə konyunksiyaları dizyunksiya ilə və tərsinə ifadə etmək olar:

$$x_1 \vee x_2 = \overline{\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2} = \bar{\bar{x}_1 \bar{x}_2}$$

$$x_1 x_2 = \overline{\bar{x}_1 \bar{x}_2} = \bar{\bar{x}_1 \vee \bar{x}_2}$$

Başqa bazislər də mövcuddur. Bunların arasında konyunksiya, modul 2-yə görə toplama və 1 sabitindən ibarət Jeqalın bazisi daha çox tanınır. Doğrudan da,

$$\bar{x} = x \oplus 1,$$

$$x_1 \vee x_2 = x_1 x_2 \oplus x_1 \oplus x_2.$$

Bazis hətta bir funksiya ilə ibarət ola bilər. Məsələn, həm Şeffər strixi, həm də Pirs oxu funksiyaları bazis əmələ gətirir, çünki inkar, konyunksiya və dizyunksiya funksiyalarından istənilən biri onların vasitəsilə ifadə oluna bilər:

$$\bar{x} = x \downarrow x = x \downarrow x,$$

$$x_1 x_2 = \overline{x_1 \downarrow x_2} = x_1 \downarrow x_2 = (x_1 \downarrow x_2) \downarrow (x_1 \downarrow x_2)$$

$$x_1 \vee x_2 = \overline{x_1 \downarrow x_2} = (x_1 \downarrow x_2) \downarrow (x_1 \downarrow x_2)$$





BUL CƏBRİ VƏ KOMPÜTER



M.A. Qavrilov.

Məhz proqramlarda şərtin yoxlanması, şərti keçidlərin olması hesablayıcı qurğularla (aritmometr və ya kalkulyator kimi) kompüter arasında dəqiq sərhədi təyin edir. Bu, proqramçıya yazdığı proqramın bütün icra variantlarını nəzərə almaq imkanı verir.

Bir şərtin doğruluğunu yoxlamaq üçün məntiqi düsturların tərtib olunması və məntiqi cəbrinin qaydaları əsasında məntiqi ifadələrin hesablanması lazım gəlir. Buna görə də FORTRAN və Algol-60 kimi ilk dillərdən başlayaraq bütün proqramlaşdırma dillərində məntiqi verilənlər və onlar üzərində əməllər təyin olunub. Proqramlaşdırma dillərində məntiqi qiymətlər ənənəvi olaraq "false" və "true" ilə işarə olunur ki, bu da proqramın mətnində onları 0 və 1 ədədlərlə qarışdır salmamağa imkan verir (hərçənd ki, məntiqi dəyişənin istənilən sıfırdan fərqli qiyməti faktiki olaraq "doğru" hesab olunur).

Proqramlaşdırmada məntiqi cəbrinin maraqlı bir tətbiqi *predikat hesablamaları* adlanır. Kompilyator bəzi maşın komandalarını predikatlarla (məntiqi şərtlərlə) təmin edir. Predikatların qiymətləri xüsusi registrlərdə saxlanır, kompüterin komandalar sistemində isə predikatlar üzərində komandalar daxil olunur.

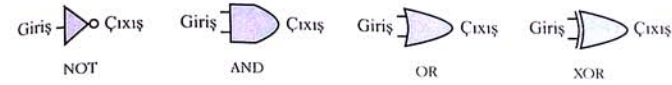
Ventillər təkcə sxemlərdə olmur.



Komandalar qiymətindən asılı olmadan predikatların idarəsi altında icra olunur. Amma bu zaman əgər predikatın qiyməti "true" dırsa, komanda adı qaydada yerinə yetirilir, predikatın qiyməti "false" olduqda isə o, prosessorun vəziyyətini dəyişdirmir. Predikat mexanizminin istifadəsi kompilyatora proqramın effektiv icra olunması üçün onun komandalarını yenidən nizamlamaq imkanı verir.

İnformatikada məntiqi cəbrinin daha bir olduqca vacib tətbiqi *məntiqi sxemlərin* qurulmasıdır. Texnikada məntiqi tətbiq olunmasının mümkünlüyü alim və mühəndisləri hələ çoxdan düşündürdü. Məsələn, bir neçə il Rusiyada işləmiş holland fiziki Paul Erenfest (1880-1933) hələ 1910-cu ildə yazırdı: "...tutaq ki, avtomatik telefon stansiyasının naqillər sxemi verilib. Təyin etmək lazımdır ki: 1) o, stansiyanın işi zamanı rast gələ biləcəyiniz istənilən kombinasiyalar üçün düzgün işləyəcəkmiz; 2) bəlkə o, zəruri olmayan əzəli müəkkəbliyə malikdir. Hər bir belə kombinasiya məntiqi mühakimə, hər kiçik kommutator isə ebonit və latunda təcəssüm olunmuş məntiqi "ya, ya da"dır; bunların hamısı birlikdə müəkkəklik və qarışıqlıq cəhətdən geniş imkanları olan sırf keyfiyyət "mühakimələri" sistemidir... Doğrudanmı məntiqi cəbrinin mövcud olmasına baxmayaraq özünəməxsus "paylayıcı sistemlər cəbri" utopiya hesab olunmalıdır?". Daha sonra Mixail Aleksandroviç Qavrilov (1903-1979) tərəfindən yaradılmış rele-kontakt sxemləri nəzəriyyəsi bunun heç də utopiya olmadığını göstərdi.

Müəkkək məntiqi sxemlərin qurulmasının əsasında *ventillər* dayanır. Girişinə ilkin verilənlər daxil olan, çıxışında isə hər hansı Bul əməlinin nəticəsi alınan ən sadə qurğular belə adlandırılır. Texnikanın inkişafının müxtəlif mərhələlərində ventillər mövcud olan texnologiyadan istifadə edilməklə, məsələn, dişli

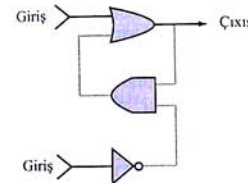


qarxlar və ya elektromexaniki relələr şəklində qurulurdu. Müasir kompüterdə isə ventillər kiçik elektron dövrədir ki, burada 0 və 1 qiymətləri elektrik gərginliyinin müxtəlif səviyyələrinə uyğun gəlir.

Şəkilə NOT (inkar), AND (məntiqi VƏ), OR (məntiqi VƏ YA) və XOR (müxtəlif qiymətliklik, istisna VƏ YA) funksiyalarına uyğun olaraq məntiqi sxemlərdə istifadə olunan ventillər işarələri təsvir olunub.

Ventillərdən daha müəkkək sxemlər, məsələn *triggerlər* təşkil olunur. Digər sxemdən gələn təbii impuls onun vəziyyətini əksinə dəyişənə qədər 0 və ya 1 qiymətini sabit olaraq çıxışa verən sxem trigger adlanır. Deməli, trigger kompüterdə bir bit informasiya saxlamaq imkanı verir.

Triggerin qurulması üçün müxtəlif variantlar mümkündür (şəkilə onlardan ikisi göstərilmişdir).

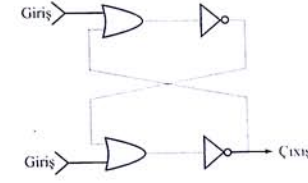


Strukturdakı fərqə baxmayaraq, bu triggerlərin hər ikisi tamamilə eyni xassələrə malikdir. Buradan görünür ki, məntiqi sxemin formal təsviri nə qədər əhəmiyyətlidir. Bu ona görə lazımdır ki, layihələndiricinin ventillərdən ibarət sxemin qurulması üçün ən uyğun variantı seçmək imkanı olsun. Sadəcə, triggerlər deyil, digər əsas məntiqi sxemlər də (məsələn, bir girişi və girişə verilən siq-

nalin müəyyən yubanma ilə verildiyi bir çıxışı olan *yubanma elementi*) getdikcə daha müəkkək sxemlərin qurulmasında istifadə olunur. Beləliklə, hər-hansı qurğunun ümumi məntiqi sxeminin layihələndirilməsi prosesi iyerarxik struktura malik olur və bu zaman hər növbəti səviyyədə "körpilər" kimi əvvəlki mərhələdə qurulmuş məntiqi sxemlər istifadə olunur.

Məntiqi konstruktörlərə məntiqi sxemlərin güclü bir layihələndirmə, analiz və təkmilləşdirmə vasitəsinə vermiş oldu. Həqiqətən də bir sxemi ifadə edən düstür vasitəsilə onun xüsusiyyətlərini öyrənmək və düzgün işləməsinin isbat etmək real texniki qurğunun qurulmasından xeyli asan, tez və ucuz başa gəlir. İstənilən riyazi modeləşdirmənin mögzi məhz bundadır.

Məntiqi elementlərin yerinə yetirdiyi əməliyyatlar çoxluğu funksional tam



olmalıdır (bəzi anlayışını yada salaq). Bu halda əminliklə demək olar ki, istənilən məntiqi sxem realizə oluna bilər. Düsturların ekvivalent çevirmələri isə onları hiss olunacaq dərəcədə sadələşdirməyə imkan verir. Nəticədə minimal mümkün sayda elementdən məntiqi sxemlər qurmaq mümkün olur, bu isə öz növbəsində qurğunun yüksək işləmə sürəti və etibarlılığını təmin edir.





BAŞQA BİR MƏNTİQ DƏ MÜMKÜNDÜR

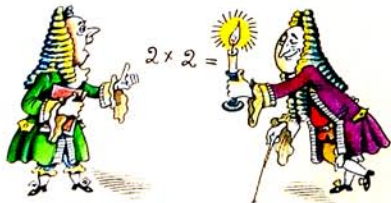
"İnsan – ha və yox sözlərini bilmirdi. O, qeyri-müəyyən cavab verirdi: Ola bilər, bəlkə də, biz fikirləşirik...". Bu yazını görkəmli yazıçı İlya İlfın ("On iki stul" və "Qızıl dana" romanlarının müəlliflərindən biri) məşhur "Qeyd kitabçaları" əsərinin səhifələrində tapırıq.

Doğrudan da, çox vaxt bizə bu iki söz, daha doğrusu iki məntiqi kəmiyyət baş etmir. Biz tez-tez doğru və ya yalan olması haqqında fikir yürütmək çətin olan anlayışlar eşidirik. "Ola bilsin ki, mən imtahanda əla qiymət alacağam". Yaxud, məsələn, nəyi isə edib-etməmək haqqında qərar qəbul etmək tələb olunarkən, bu barədə lazımı miqdarda informasiyanın olmaması və ya bu informasiyanın dəqiqlik dərəcəsi haqqında məlumatımızın olmaması kimi hallar adi hallardır.

Alimlər çoxdan klassik Aristotel məntiqinin məhdudiyyətlərini aradan qaldırmağa çalışırdılar. Məsələn, rus məntiqçi alim N.A.Vasilyev 1910-cu ildə "xəyali məntiq" adlandırdığı orijinal sistem yaratmışdı. Vasilyev əsasən hər bir hökm təsdiqlənən, inkar edilən və aksidental ola bilər. Əgər aksidental hökm doğrudursa, onda təsdiqlənən və inkar edilən hökmlər yalandır. Lakin eyni bir hökm eyni zamanda həm doğru, həm də yalan ola bilməz. Vasilyevin məntiqi çox da tanınmış deyildi və yalnız axırıncı illərdə alimlər yenidən onun ideyalarına müraciət etməyə başlamışlar.

Lakin çoxqiymətli məntiqlər çox geniş yayılmışdı. Onlarda dəyişən və funksiyaların doğruluq qiymətləri 0-dan k-1-ə qədər olan diapazonda dəyişir (onda 0-ı mütləq yalan, k-1-i isə mütləq doğru qiymət kimi qəbul etmək olar).

Yeni elmin əsasını 1920-ci ildə üçqiymətli məntiqi təklif etmiş polşalı məntiqçi və riyaziyyatçı alim Yan Lukaseviç (1878-1956) qoymuşdur. Lukaseviçin mən-



tiqində qiymətlər doğru, yalan və neytral ola bilərdi. Bir il sonra amerikalı alim Emil Post (1897-1954) onun ümumiləşmiş modeli olan k-qiymətli məntiqi yaratmışdı. Daha sonra 1930-cu ildə Yan Lukaseviç və Alfred Tarskiy (1902-1983) sonsuzqiymətli məntiqi yaratdılar.

Çoxqiymətli məntiqlər üçün də Bul cəbrinə oxşar cəbrlər təyin etmək olar. k-qiymətli məntiq üçün inkar, konjunksiya və disjunksiya əməliyyatlarını aşağıdakı şəkildə ifadə etmək olar:

$$\bar{x} = (k-1) - x,$$

$$x_1 \wedge x_2 = \min(x_1, x_2),$$

$$x_1 \vee x_2 = \max(x_1, x_2).$$

İkiqiymətli məntiq üçün, yəni k=2 halı üçün bu tərif artıq məlum Bul əməliyyatlarına gətirib çıxarır.

Məntiqdə lingvistik yanaşmadan da istifadə olunur. Bu zaman dəyişənlərin doğruluğu ədədi qiymətlərlə deyil, şifahi xarakteristikaların nizamlı yığını ilə verilir. Məsələn, "İnsan boyu" lingvistik dəyişən qiymətlər yığını (artma sırası ilə) aşağıdakı kimi nizamlamaq olar: liliput, çox qısa, qısa, ortadan qısa, orta, ortadan uzun, uzun, çox uzun, nəhəng.

Lingvistik dəyişənlər, birbaşa olaraq qeyri-səlis çoxluq və qeyri-səlis nəticə anlayışlarının bazasında qurulmuş qeyri-səlis riyaziyyata (bulanıq riyaziyyata) aiddir. Onun köməyiylə bir çox vacib praktik məsələlər həll olunur. Məsələn, müxtəlif analitik və diaqnostik məqsədlər üçün texniki, tibbi və digər ekspert sistemlərin hazırlanması üçün intellekt sahəsində qərar qəbul etmə mexanizminin əsasında qeyri-səlis nəticə anlayışı durur. Qeyri-səlis riyaziyyatın əsasını qoyan, bu nəzəriyyəni XX əsrin 60-cı illərindən inkişaf etdirən amerikalı alim Lütifi Zadə (Lütifi Ələsgərzadə) olmuşdur.

Bundan əlavə, tamamilə məxsusi qadın məntiqi də mövcuddur! Böyük rus yazıçısı İvan Serqeyeviç Turqenov bu məntiqi Pıqasovun ("Rudin" romanının personajı) dililə aşağıdakı kimi xarakterizə etmişdi: "...məsələn, kişi deyə bilər ki, iki vur iki dörd ələmir, beş, yaxud üç yarım edir, qadın isə deyəcək ki, iki vur iki stearin şamına bərabərdir".

Burada artıq riyaziyyat da, informatika da öz gücsüzlüyünü boynuna alır...

ALQORİTMLƏR NƏZƏRİYYƏSİ

ALQORİTM ANLAYIŞININ FORMALLAŞDIRILMASI

Alqoritmlər nəzəriyyəsi alqoritmlərin konkret modellərini qurur və öyrənir. Bu modellər çevrilən obyektlərin və elementar addımların toplusu, növbəti addımın seçilməsi üsulları və s. ilə seçilir.

Alqoritmlərin nəzəri modellərinin üç əsas quruluş xəttini ayırmaq olar.

Birinci xətt ixtiyari verilənlərin ədədlərlə kodlaşdırılmasının mümkünlüyünün aşkar faktı ilə bağlıdır. Verilənlərin hər bir çevrilməsi hesabi (arifmetik) hesablamalara gətirib çıxarır, hər bir alqoritm isə müəyyən ədədi funksiyanın qiymətini tapır. Alqoritmın elementar addımları isə yerinə yetirilən hesab əməlləri olur. Bu cür modellərdə elementar addımların ardıcılığı ya funksiyaların superpozisiyası, ya da rekursiyanın köməyiylə təyin edilir.

İkinci xətt, ixtiyari alqoritmın, sonlu əlifbanın simvollarından qurulmuş giriş sözlərinin çevrilməsi ardıcılığı kimi ifadə edilə bilməsi fərziyyəsilə bağlıdır. Beləliklə, A.A.Markov (1903-1979) tərəfindən təklif olunmuş və öyrənilmiş normal alqoritmlər anlayışı yarandı.

Üçüncü xətt, ikinci xəttə kifayət qədər yaxındır. Lakin ondan fərqli olaraq burada abstrakt əvəzləmələrdən deyil, hansısa konkret mexanizmlərdən istifadə olunur. Bu zaman fərz olunur: alqoritmın hər bir addımı elə təyin olunur ki, onu kifayət qədər sadə qurğu (maşın) yerinə yetirə bilər. Arzu olunardı ki o, universal olsun, yəni onda ixtiyari alqoritmı yerinə yetirmək mümkün olsun.

Deməli, maşının iş mexanizmini məntiqi struktur etibarilə ilə maksimal sadə, lakin riyazi araşdırmalar predmeti ola biləcək dərəcədə dəqiq standart sxem formasında ifadə etmək lazımdır. İlk



Superpozisiya – bir funksiyanın başqa funksiya daxil edilməsidir. O, riyazi düsturlar əmələ gətirir. Məsələn, əgər $xy+z$ funksiyasında y əvəzinə t-u funksiyasını, z əvəzinə isə vw funksiyasını qoysaq, onda $x(t-u)+vw$ düsturunu alarıq.

MARKOVUN NORMAL ALQORİTMLƏRİ



A.A.Markov.

Normal alqoritmlər üçün sonlu əlifba və yerdəyişmələrin (sözün bir hissəsinin digərlərlə əvəz edilməsi qaydaları) sonlu çoxluğu verilir. Onun işi müəyyən qaydada iki operatorun: tanidici operatorların və əvəzetmə operatorlarının yerinə yetirilməsindən ibarətdir. Tanidici operator əvəzetmənin sol tərəfinin sözə daxil olmasını tapır, əvəzetmə operatoru isə bu daxil olmanı uyğun sağ tərəflə əvəz edir.

Tutaq ki, $A = \{x, y\}$ əlifbası və $xyx \rightarrow y$: $xx \rightarrow y$; $yyy \rightarrow x$ (bu sonuncu əvəzləmədir, o yerinə yetirildikdən sonra proses dayan-dırılır) əvəzləmələr çoxluğu verilmişdir!

Giriş sözü $p = xyxyxyxy$.

Əgər tanidici operatorun köməyiylə müəyyən olunubsa ki, birinci əvəzetmə sözə uyğun gəlir, onda ikinci əvəzetmənin analizinə keçmək lazımdır. Tanidici operator, onun sol hissəsinin (xx) p-yə birinci daxil olmasını ayırd edir: $p = xy(xyxy) \rightarrow xyy$. Əvəzetmə operatoru əvəzetməni yerinə yetirir, nəticədə yeni $p_1 = xyyxyxy$ sözə əmələ gəlir. Bu sözə birinci əvəzetmə tətbiq oluna bilər: $p_1 = x(xyxy)xy = xxyxy = p_2$. Alınmış sözə yalnız üçüncü əvəzetmə tətbiq oluna bilər: $p_2 = x(xyxy) \rightarrow xx = p_3$. Bu axırıncı əvəzetmə idi, buna görə də p_3 sözü alqoritmın işinin son nəticəsidir.



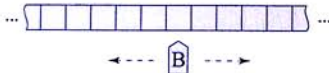


Funksiyanın növbəti qiymətinin onun əvvəl alınmış qiymətlərindən istifadə etməklə hesablanması rekursiya deyilir. Funksiyanın rekursiv verilməsinə misal olaraq faktorialın təyin edilməsini göstərmək olar: $f(0)=1$; $f(n+1)=f(n)(n+1)$. Burada funksiyanın qiyməti arqumentin başlanğıc qiyməti üçün verilir, hər bir sonrakı qiymət isə əvvəlkinin köməyiylə təyin edilir.

dəfə bu amerikalı alim Emil Post tərəfindən 1936-cı ildə müasir hesablama məşinləri yaradılana qədər, ingilis riyaziyyatçısı Alan Türinq ilə praktik olaraq eyni zamanda yerinə yetirilmişdir.

POST MAŞINI

Post məşini lentdən və başcıqdan ibarətdir. Lent damalara bölünüb və şərti sonsuz hesab edilir (bu o deməkdir ki, ehtiyac olduqda damaların sayı artırıla bilər). Hər bir damada qeyd olunmuş əlifbadan bir simvol yazıla bilər. İxtiyari konkret anda başcıq bir damanı nəzərdən keçirir və yalnız onunla işləyə bilər.



Post məşini *proqramların* idarəsilə işləyir. Proqramlar komandanın nömrəsi, əməliyyat və göndəriş yeri yazılan üç sahədən ibarət komandalardan təşkil



olunub. Komandalar 1-dən başlayaraq nömrələnir və proqramın yerinə yetirilməsi 1 nömrəli komandadan başlanır. Göndəriş yeri, verilmiş komandanın sonra hansı komandanın yerinə yetiriləcəyini göstərir. Post məşini üçün aşağıdakı beş əməliyyat tipi müəyyən olunub:

- Başcıqın bir dama sağa hərəkəti;
- Başcıqın bir dama sola hərəkəti;
- S simvolunun nəzərdən keçirilən damaya yazılışı, bu zaman damada olan əvvəlki verilənlər silinir;
- STOP – Post məşininin işinin sona çatdırılması, bu zaman göndəriş yeri üçün sahəyə ehtiyac qalmır;

• Aşağıdakı kimi yazılan budaqlanma komandası: $\begin{cases} S_1, & M_1 \\ S_2, & M_2 \\ \dots & \dots \\ S_n, & M_n \end{cases}$

Burada $S_1, S_2, \dots$ – Post məşininin əlifbasından olan hər hansı simvollar, $M_1, M_2, \dots$ – isə göndəriş yerləridir. Bu komanda əsasında nəzərdən keçirilən damadakı simvol analiz olunur. Əgər o, S_i ilə üst-üstə düşürsə, onda M_i nömrəli komanda yerinə yetiriləcək. Bu zaman başcıq heç bir yerə hərəkət etmir və lentə heç bir şey yazılmır. Əgər damada budaqlanma komandasında göstərilmiş simvol durursa, onda Post məşininin nəticəsiz dayanması baş verir (başqa sözlə desək, məşin sınır).

Proqramın Post məşinində yerinə yetirilməsinin digər mümkün nəticəsi sonsuz iş və STOP komandasının yerinə yetirilməsilə baş verən nəticəli dayanmadır.

Bir misala baxaq. Tutaq ki, Post məşininin əlifbası $\{-, 0, 1\}$ simvollarından ibarətdir (burada “-” simvolu ilə boşluğu işarə edirik). Lentdə isə 1 və 0 simvollarının ardıcılığı yazılıb. Başcıq bu ardıcılığın ən soldakı elementinə “baxır”. Bütün 1 simvollarını 0-la, 0 simvollarını isə 1-lə əvəz etmək tələb olunur. Proqram (% ... % simvolları arasında yerləşdirilən şərhlərlə birlikdə) aşağıdakı kimi olacaq:

1. $\begin{cases} 1 & 2 \% \\ 2 & 0 & 3 \% \\ 3 & 0 & 3 \% \\ 4 & 0 & 4 \% \end{cases}$
 - ogor 1 simvoludursa, onda 2 komandasını yerinə yetirməli %;
 - ogor 0 simvoludursa, onda 3 komandasını yerinə yetirməli %;
 - ogor “-” simvoludursa, onda 5 komandasını yerinə yetirməli %;
2. 0 4 %
 - nəzərdən keçirilən damaya 0 yazmalı, 4 ömrünü yerinə yetirməli %;
3. 1 4 %
 - nəzərdən keçirilən damaya 1 yazmalı, 4 komandasını yerinə yetirməli %;
4. →1 %
 - başcıqı sağa hərəkət etdirməli, 1 komandasını yerinə yetirməli %;
5. STOP %
 - “-” simvoluna rast gəldikdə məşin dayandırılmalı %.

Misalda ilkin verilənlər, məşinin giriş əlifbasından götürülən boş olmayan simvolların sonlu ardıcılığı şəklində yazılır. Belə ardıcılıqlar bu əlifbada *sözlər* adlanır. Belə bir *Post təklifi* məlumdur: “İlkin verilənləri və nəticələri sözlər olan ixtiyari alqoritm üçün, ona ekvivalent olan Post məşini üçün proqram mövcuddur”. Buna görə də sözlərlə işləyən alqoritmləri çox vaxt *Post alqoritmləri* adlandırırlar.

TÜRİNG MAŞINI

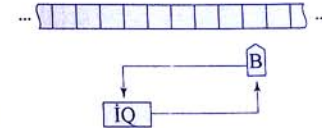
Türinq məşini aşağıdakı üç hissədən ibarətdir:

- xanalara bölünmüş və hər iki tərəfdən məhdudiyyəti olmayan lent;
- idarəetmə qurğusu (İQ);
- başcıq (B).

Hər bir Türinq məşini ilə iki sonlu əlifba əlaqədardır. Onlardan birini $S = \{s_0, s_1, s_2, \dots, s_k\}$ xarici simvollar əlifbası, digərini isə $Q = \{q_0, q_1, q_2, \dots, q_n\}$ daxili vəziyyət əlifbası adlandırırlar. Burada xüsusi olaraq başlanğıc q_0 və son q_n vəziyyətlərini qeyd edirlər. Zamanın hər anında lentin hər bir xanası S əlifbasından yalnız bir hərfi özündə saxlaya

bilir. Xanada yazının olmaması s_0 hərfinin yazılışı kimi qəbul olunur. İdarəetmə qurğusu $q_i \in Q$ vəziyyətlərindən birində ola bilər. Başcıq xanalardan birinə “baxır”.

Hər bir anda Türinq məşini idarəedici qurğunun vəziyyəti haqqındakı məlumatı, lentdəki yazılışı və nəzərdən keçirilən xanaya göstərişləri əhatə edən öz konfigurasiyası ilə təsvir olunur. Türinq məşininin işi taktlardan ibarətdir; $(i+1)$ -ci takt zamanı məşinin konfigurasiyası cari K_i -dən yeni K_{i+1} -ə çevrilir. Çevrilmə yalnız İQ-nun vəziyyətindən və nəzərdən keçirilən xananın tərkibindən asılıdır. O, aşağıdakı əməliyyatlardan ibarətdir:



- q_i vəziyyətini q_j vəziyyətinə dəyişmək;
- nəzərdən keçirilən xanada yazılmış s_i hərfini s_j hərfilə əvəz etmək;
- başcıqın vəziyyətini dəyişmək – onu bir xana sola və ya sağa hərəkət etdirmək (və ya heç yerindən tərpətməmək).

Bu cür çevirməni Türinq məşininin komandası adlandırırlar. Komandalar $q_i s_j \rightarrow q_k s_l R$ şəklində yazılır. R burada L , C və ya G hərlərindən biri olacaq. L – soldakı qonşu xananı nəzərdən keçirmək; C – cari xananın nəzərdən keçirilməsini davam etdirmək; G – sağdakı qonşu xananı nəzərdən keçirmək deməkdir. Türinq məşininin yerinə yetirdiyi bütün komandalar külliyyatı *proqram* adlanır.

Hər bir $s_i \in S$ hərfi və $q_i \in Q$ vəziyyəti üçün proqram $q_i s_j$ sol tərəfli cəmi bir komandaya malikdir. Buna görə də məşinin işi başladığı K_0 konfigurasiyasını qeyd etsək, onda Türinq məşininin işi



Alan Türinq.



ALQORİTMİK HƏLL OLUNA BİLMƏYƏN PROBLEMLƏR

Məsələni o zaman alqoritmik həll oluna bilməyən adlandırılır ki, onu həll edə bilən Türlinq maşını (və ya Markovun normal alqoritmi və yaxud Post maşını) mövcud olmasın.

Aşağıda alqoritmlər nəzəriyyəsinin bir neçə misal göstərilmişdir. Fərz edək ki, A alqoritmının təsvirinə və x arqumentinə görə müəyyən etmək lazımdır ki, x alqoritmının girişinə verilsə, A alqoritmı dayanacaqmı? Bu məsələ alqoritmik həll oluna bilməyən məsələdir (onu *dayanma problemi* adlandırılır). Xüsusi halda belə bir teorem isbat olunmuşdur ki, istənilən Türlinq maşını üçün dayanma problemini həll edən T_0 Türlinq maşını qurmaq olmaz.

Bu faktın vacib praktik nəticəsi odur ki, sızlama proqramları üçün universal (istənilən proqram üçün yararlı olan) alqoritm yaratmaq mümkün deyil. Doğrudan da, proqramçının səhvinin ən çox rast gəlinən nəticəsi o olur ki, proqram dövrə düşür, bu zaman proqramın işi yekunlaşa bilmir və o, nəzəri olaraq "sonsuz çox" işləyə bilər. Dayanma məsələsinin alqoritmik həll oluna bilməməsi o deməkdir ki, ixtiyari alqoritmın nəticə verə biləcək qədər işləməsinə təyin etmək mümkün deyil.

Alqoritmlər nəzəriyyəsində məlum müddəə – *Rays teoremi*: "Hesablanabilən funksiyaların heç bir trivial olmayan xassəsi alqoritmik həll olunan deyil".

Bu teoremin mənası belədir: İstənilən A alqoritmilə hesablanan funksiyaların bu və ya digər xassəyə malik olub olmadığını təyin edən alqoritm (yəni Türlinq maşını, Post maşını, Markovun normal alqoritmi və s.) qurmaq mümkün deyil. Rays teoreminə görə elə bir alqoritm qurmaq olmaz ki, o, funksiyaların sabit, periodik, yaxud məhdud olduğunu, qnun qiymətləri arasında verilmiş ədədin varlığını, bu funksiyaların digər fərqli funksiyaya bərabərliyini və s. müəyyən edə bilsin. Hətta düşünmək olar ki, ümumiyyətlə, dünyada hər şey həll edilə bilən deyil!

Amma təsadüfi deyil ki, biz funksiya anlayışı ilə onu reallaşdırən alqoritm anlayışını fərqləndirdik, axı Rays teoremində onların hər ikisi var. Onda Rays teoremini belə başa düşmək olar ki, alqoritmın təsvirindən onun hesabladığı funksiyaların xassələri haqda nə isə öyrənmək olmaz.

Bu və ya digər məsələnin alqoritmik həll oluna bilməməsi uğursuzluq kimi qiymətləndirilməməlidir. Əksinə, bu istənilən təbiət elmlərində olduğu kimi, yeni bir elmi nəticədir. Məsələlərin təbiətini bilmək həddən ziyadə global məsələ qoyuluşlarından, xəyalpərəstlikdən və gerçəkləşdirilə bilməyən layihələrə uymaqdan yaxa qurtarmağa imkan verir. Hətta məsələ alqoritmik həll oluna bilməyəndirsə belə, onun xüsusi hallarının həlləri ola bilər. Beləliklə, istənilən proqramın ümumi sızlama alqoritmının mövcud olmasını qəbul edirik. Bununla belə, axı hər bir proqramçı konkret proqramı dəfələrlə sızlayır!



birqiymətli təyin edilir. Birinci təktə K_1 konfigurasiyası (onda yeganə komanda tətbiq edilə bilər) K_2 konfigurasiyasına çevrilir. Analoji olaraq ikinci təktə K_2 yeganə üsulla K_3 konfigurasiyasına çevrilir və s.

Türlinq maşınının işi ixtiyari konfigurasiyadan başlayaraq məhdudiyyət olmadan uzun müddət davam edə bilər, buna görə də prosesin sona çatdırılması qaydalarını müəyyən etmək tələb olunur. Əgər hər hansı bir təktə və uyğun olaraq ondan sonrakı bütün təktələrdə konfigurasiya dəyişmirsə, onda maşının işinin bu təktədə qurtardığını hesab etmək olar. Bu cür konfigurasiyanı – *sonuncu* adlandırılır.

Proqramı, nəzərdən keçirilən xananın yeni tərkibi, başcığın sonrakı hərəkəti və yeni vəziyyət arasındakı əlaqəni göstərən cədvəl şəklində vermək olar.

Tutaq ki, Türlinq maşınının xarici simvollarının əlifbası iki simvoldan $\{*, 1\}$ ibarətdir. Bundan başqa, tutaq ki, "0" simvolu boş damayə uyğun gəlir. Lentə "*" simvolu ilə ayrılmış iki söz (hər biri yalnız vahidlərdən ibarət olan) verilir. Bu ayrıca işarəni ləğv edib, sözləri bir sözə birləşdirmək lazımdır. Deməli, Türlinq maşınının başlanğıc konfigurasiyasını belə təsvir etmək olar:

... 111111 • 111111 ...



q_0

Lentin son vəziyyəti isə belə olmalıdır:

... 111111111111 ...

Müvafiq proqram aşağıdakı şəkildədir:

	q_0	q_1	q_2
1	0 L q_2	L	G
0	G	G q_1	L q_1
*	0!	L	G

İşin əvvəlində başcığ sol qıraqdakı 1 ədədini görür, maşın isə q_0 vəziyyə-

tində olur. Gözəndən keçirilən xanaya "0" yazılır, başcığ bir xana sağa sürüşdürülür və q_2 vəziyyətinə keçid baş verir. Bu vəziyyətdə başcığ ardıcıl olaraq sağa, "*" və 1 simvollarını buraxaraq sözün sonuna qədər sürüşür. "0" simvollarını aşkar edən başcığ onun yerinə 1 yazır, maşın isə q_1 vəziyyətinə keçir:

... 11111 • 111111 ...

q_1



Başcığ yenidən birinci 1 simvoluna qayıdana qədər, maşın bu vəziyyətdə qalır (o sola sürüşür, "boş" xanaya çatıb bir xana sağa sürüşür). Bundan sonra konfigurasiya q_0 vəziyyətinə gəlir. Birinci 1 ədədinin əvəzinə 0 yazılır və maşın q_2 vəziyyətinə keçir. Bundan sonra əvvəlki dövr dörd dəfə təkrar olunacaq və nəhayət maşın

... • 11111111111111 ...

q_1



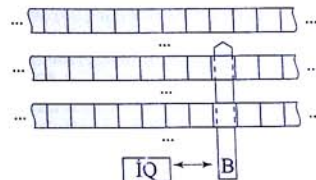
şəklini alacaq.

1 və "*" simvolları q_1 vəziyyətində başcığ sola elə sürüşdürülər ki, birinci "0" simvoluna çatdıqda maşın $G q_0$ komandasını icra edər və onun vəziyyəti q_0 olur. Ancaq bu vəziyyətdə "*" simvollarının əvəzinə "0" simvolu yazılır və maşın dayanır.

Türlinq maşını ilə hesablama maşınları arasında olan müəyyən oxşarlığı görmək asandır, çünki onların hər ikisi məsələnin ilkin verilənləri üzərində onun həlli olan müəyyən proqram ilə işləyir. Hətta demək olar ki, müəyyən mənada Türlinq maşını kompüterin ideal modelidir. Fəqət o, ilk, müasirlik baxımından həddən ziyadə primitiv hesablama maşınları ilə müqayisədə də çox sadədir. Aydındır ki, Türlinq maşını geniş praktik tətbiq üçün nəzərdə tutulma-

mışdır. İriliyinə görə o, hətta sırf nəzəri mühakimələr üçün də bir o qədər də rahat deyil.

Buna görə də, onun müxtəlif təkmilləşdirilmiş nümunələri yaradılmışdır ki, bunlardan biri də *Türlinqin çoxlentli maşınıdır*. Onun bir neçə giriş lentləri və bir çıxış lentli var ki, bura da nəticə simvolları yazılır. Çıxış lentinin tərkibini nə oxumaq, nə də ona düzəliş etmək olar. Bu maşında rahatlıq üçün fərz etmək olar ki, başcığ hərəkətsizdir, lentlər isə hərəkət edir, özü də, ola bilər ki, müxtəlif istiqamətlərə.



Bu maşının işləmə taktı aşağıdakı işlərdən ibarətdir: bütün lentlərdən (çıxış lentindən başqa) eyni zamanda cari simvolların oxunması, oxunmuş simvollar yığılmasına asılı olaraq maşının vəziyyətinin dəyişməsi, yeni simvolların yazılması, lentin sürüşdürülməsi.

HESABLANABİLƏN VƏ HESABLANABİLMƏYƏN FUNKSİYALAR

Təbii sual meydana çıxır: prinsipcə alqoritmın ümumi xassələrindən danışmaq mümkündürmü və belə konkretləşmədə bu ümumilik itmirmi?

Sən demə, alqoritmlər nəzəriyyəsinə isbat olunmuşdur ki, bir modeldə təsvir olunmuş alqoritm başqa modeldə də təsvir oluna bilər. Alqoritmik modellərin bir-birinə bu cür qarşılıqlı gətirilibilməsi konkret formallaşdırma üsulunun





Alonzo Çerç.



Emil Post.

seçilməsindən asılı olmayan anlayışlar sistemi qurmağa imkan vermişdir. Və bunun əsasında *hesablanabilən* funksiya anlayışı durur, yəni elə bir funksiya ki, onun hesablanması üçün alqoritm mövcuddur.

Alqoritmlərin köməyiylə hansı funksiyalar hesablanı bilər? Riyaziyyat tarixində ilk dəfə bu suala cavabı Alonzo Çerç (1903–1995) vermişdir. 1930-cu ildə o, belə bir müddəa irəli sürmüşdür: “Müəyyən bir alqoritm ilə hesablanabilən istənilən funksiya rekursiv funksiyaadır”. İndi bu müddəa *Çerç tezisi* kimi tanınır.

Bir neçə il sonra A. Türinq başqa bir müddəa təklif etdi ki, onu da sonralar *Türinq tezisi* adlandırdılar: “İstənilən alqoritm Türinq maşınında gerçəkləşdirilə bilər”. Türinq tezisi teorem deyil, onu isbat etmək mümkün deyil, amma o çoxillik təcrübə ilə yoxlanmışdır və indiye kimi heç bir dənə də olsun alqoritm nümunəsi tapılmayıb ki, onu Türinq maşınında gerçəkləşdirmək mümkün olmasın.

Bu iki tezis müqayisəsi göstərir ki, onları belə ümumiləşdirilmiş formada yazmaq olar: “Funksiya yalnız və yalnız o zaman Türinq maşınında hesablanı bilər ki, o rekursiv olsun” (*Türinq-Çerç tezisi*). Beləliklə, Türinq-Çerç tezisi alqoritm verilmiş hər iki modelinin ekvivalent olmasını göstərir. Bununla belə bu ciddi isbat edilə bilən bir müəhəkimədir. Alqoritm tərifinin digərinə

gətirilməsi teoremləri də isbat olunur. Məsələn, Türinq maşınlarının Markovun normal alqoritmlərinə gətirilməsi, Sözlər üzərində alqoritmlər və Post maşınlarının ekvivalentliyi haqqında Post təklifi isbat edilmişdir. Başqa sözlə, doğrudan da, istifadə olunan modeli konkretləşdirmədən ən ümumi mənada alqoritmlər haqqında danışmaq olar.

Faktiki olaraq alqoritm – funksiyanın verilməsi üsuludur. Amma funksiya müxtəlif üsullarla verilə bilər, məsələn, cədvəl, yaxud düstur ilə. Buna baxmayaraq elə asılılıqlar var ki, onu nə bu, nə də digər üsulla təsvir etmək mümkün deyil. Məsələn, məlum

$$e^x = 1 + x + \frac{x^2}{2!} + \frac{x^3}{3!}$$

düsturu yalnız bu onun qiyməti bizi qane edəcək dəqiqliklə hesablamaya imkan verir, amma e^x funksiyanın dəqiq təsviri deyil.

Bu misal göstərir ki, çox güman, *hesablanı bilməyən* funksiyalar da mövcuddur. Elə məsələlər də var ki, giriş və çıxış kəmiyyətləri arasındakı əlaqə mürəkkəb olduğundan, ilkin verilənlərin nəticəyə çevrilməsi ciddi, addım-ba-addım təyin olunmuş proses kimi verilə bilmir. Başqa sözlə, bu məsələlərin həll alqoritmni qurmaq olmur. Belə məsələlər *alqoritmik həll oluna bilməyən* məsələlər adlanır.

ALQORİTMLƏRİN MÜRƏKKƏBLİYİ

MÜRƏKKƏBLİK ANLAYIŞI

Bu və ya digər bilik sahəsində çalışan insanın təcrübəsi artdıqca intuitiv hiss etməyə başlayır ki, bir məsələ digər məsələdən daha çətindir. Aydındır ki,

“asandır”, “çətindir” kimi subyektiv, ciddi kəmiyyət göstəricisi olmayan anlayışlar yetərli deyil. Bəs məsələnin həqiqi mürəkkəbliyini necə təyin etmək olar (və olarmı)? Bunun üçün müxtəlif yanaşmalar mövcuddur.

Tez-tez məsələni ona görə mürəkkəb adlandırlar ki, o şəxslənmiş məntiqi struktura malik olur, çoxsaylı şörtlərin yoxlanmasından, keçidlərdən və s. ibarət olur. Proqram, onun həllini reallaşdıran alqoritm bizə ona görə mürəkkəb görünür ki, onun na etdiyini heç cür anlamıq olmur. Kompüter üçün isə belə proqramın icrası heç bir çətinlik törətmir! Ona görə ki, o, sadəcə olaraq, bir-birinin ardınca proqramda yazılmış komandaları icra edir. Kompüter üçün bu komandaların necə olmasının heç bir fərqi yoxdur – toplama, yaxud şörtlə yoxlanması, ya da ki, keçid olsun.

Çoxsaylı operatorlardan ibarət olan proqram mətni daha mürəkkəb görünə bilər. Fəqət mürəkkəbliyə bu cür baxış da özünü o qədər də doğrultmur. Doğrudan da, kompüter üçün iki ədədin toplanmasını 100 dəfə təkrar edən bir dövr operatorlu proqram ilə 100 ardıcıl yazılmış toplama operatorlarından ibarət proqram praktiki olaraq eyni şeydir.

Alqoritmlər nəzəriyyəsinin qurulmağa başladığı dövrdə insanın hesablama imkanları çox cüzi idi. Buna görə də uzun müddət praktikada alqoritmlərin işlənilib hazırlanması mümkün hesab edilmirdi. Yalnız ilk kompüterlərin meydana gəlməsilə alimlər alqoritmlərin yaradılması məsələlərinə xüsusi diqqət yetirməyə başladılar. Onların praktiki istifadə edilməsilə məlum oldu ki, daha bir xassə – *effektivlik* xassəsi böyük əhəmiyyətə malikdir. Yalnız alqoritm deyil, həm də onun hər bir addımı elə olmalıdır ki, icraçı onu müəyyən əqləbatan hədudlarla məhdudlaşan sonlu vaxtda icra edə bilsin. Əgər söhbət hesablama maşınından gedirsə, onda həmçinin konkret yaddaş həcmilə şörtlənmiş olan hədudlar çərçivəsində icra başa düşülür. Alqoritm effektivliyə intuitiv olaraq *dəyər* anlayışı bağlıdır ki, onu da alqoritm reallaşdırmaq üçün tələb olunan resursların kəmiyyət ifadəsi kimi başa



düşmək olar. Dəyər anlayışına daha dəqiq mənanı *alqoritmlərin mürəkkəbliyi* anlayışı verir. Bu anlayış dəyəri zaman və fəzada maddiləşdirir, icra müddətini və tələb olunan yaddaş qiymətləndirməyə imkan verir.

Alqoritm zamanı görə mürəkkəbliyi – onun icrası üçün zəruri olan T zamanıdır. O, alqoritm elementar addımlarının sayı (k) ilə bir addımın orta icra müddətinin (t) hasilinə bərabərdir, $T = kt$. t parametrinin alqoritm reallaşdıran icraçıdan asılı olduğunu nəzərə alsaq, təbii olaraq fərz edə bilərik ki, alqoritm mürəkkəbliyi ilk növbədə məhz k parametridən asılıdır. *Alqoritm fəza mürəkkəbliyi* onu reallaşdırın alqoritm tələb olunan yaddaş vahidlərinin miqdarı ilə ifadə olunur. Fəza mürəkkəbliyi zaman mürəkkəbliyindən daha sürətlə artı bilməz, çünki hər bir əlavə yaddaş vahidinin istifadəsi üçün əlavə də zaman tələb olunacaq. Buna görə də sadəlik üçün, adətən, zaman mürəkkəbliyi anlayışı ilə kifayətlənirlər.





Praktikada alqoritmin mürəkkəbliyi adətən onun əsas parametri – icra edilən əməliyyatların miqdarına ən çox təsir edən parametr ilə əlaqələndirirlər. Bir qayda olaraq, bu emal edilən verilənlər massivinin ölçüsüdür (məsələnin ölçüsü). Məsələn, iki kvadrat matrisin vurulması məsələsində bu onların *sətirlərinin sayı*, məndəki sözlərin əlifba sırası ilə nizamlanması məsələsində isə bu göstərici *sözlərin sayıdır* və s. Alqoritmin mürəkkəbliyi (onu reallaşdırmaq üçün zəruri olan əməliyyatların sayını) onun giriş verilənlərinin həcminin funksiyası şəklində ifadə etmək olar.

Məsələn, yalnız oxuma və n sayda verilənin yaddaşa daxil edilməsi əməllərindən ibarət olan alqoritmin icra vaxtı aşağıdakı düstur ilə təyin olunur: $T = an + b$, burada a – yazının oxunma vaxtı, b – köməkçi əməliyyatların yekun icra vaxtıdır. a və b əmsalları naməlumdur, ancaq onlar kompüterin, translyatorun və s. xarakteristikalarından asılıdır. Amma ən vacib olan əsas parametrdən asılılığın xarakteridir, çünki məhz o, mürəkkəbliyi müəyyən edir. Burada n parametrdən xətti asılılıq mövcuddur

Fərz edək ki, A alqoritmi mövcuddur. Demək olar ki, həmişə alqoritmin emal etdiyi verilənlərinin həcmi xarakterizə edən n parametri mövcuddur. Fərz edək ki, $T(n) = A$ alqoritminin icra müddəti, f – isə n dəyişəninin funksiyasıdır.

$$\frac{T(n)}{f(n)} \xrightarrow{n \rightarrow \infty} k$$

şərti ödənilirsə. Deyirlər ki, A alqoritmi $O(f(n))$ nəzəri mürəkkəbliyə malikdir. Burada k – sabitdir. Əgər alqoritm məsələnin ölçüsündən asılı olmayan, qeyd olunmuş vaxt ərzində icra olunursa, onda deyirlər ki, onun mürəkkəbliyi $O(1)$ -ə bərabərdir.

və buna görə də alqoritmin mürəkkəbliyi *xətti* adlanır. O, $O(n)$ kimi yazılır və “ O böyük n ” kimi oxunur.

Massivin n elementinin artma sırasına görə nizamlanması prosesinə bir-baş seçim adlanan üsul ilə baxmaq olar. O, belə icra olunur: massivin ən kiçik elementi müəyyən edilir və bu ədəd ilə massivin birinci elementinin yerləri dəyişdirilir; sonra massivin yerdə qalan hissəsində olan ən kiçik element tapılır və onunla massivin ikinci elementinin yerləri dəyişilir və s. Birinci dəfə minimal element axtarıldıqda $(n-1)$ müqayisə aparılır, sonra $(n-2)$ müqayisə və s. Cəmi $(n-1) + (n-2) + \dots + 1 = (n^2 - n)/2$ müqayisə etmək lazımdır. Böyük qiymətli n ədədi üçün hesab etmək olar ki, mürəkkəbliyi yalnız polinomun yüksək dərəcəli həddilə müəyyən olunur. Ona görə də, onu $O(n^2)$ kimi yazırlar. Deyirlər ki, bu alqoritm *kvadratik mürəkkəbliyə* malikdir.

$n \times n$ ölçülü matrislərin (cədvəllərin) vurulması alqoritminin mürəkkəbliyi isə artıq kubik, yəni $O(n^3)$ olacaq. AXI nəticə matrisinin hər bir elementinin hesablanması üçün n sayda vurma və $(n-1)$ sayda toplama əməli tələb olunur, belə elementlərin sayı isə n^2 -dir.

Praktikada alqoritmin icra vaxtı onun təbiiq olunduğu verilənlər yığınının asılı ola bilər. Məsələn, əgər bu verilənlər əvvəlcə qismən nizamlanıblarsa, onda bəzi nizamlama alqoritmləri üçün bu vaxt xeyli ixtisar olunur. Alqoritmi verilənlərdən asılı olmayaraq analiz etmək imkanını saxlayaraq, bu məqamı nəzərə almaq üçün aşağıdakıları fərqləndirirlər:

– *maksimal mürəkkəbliyi* $T_{\max}(n)$ – seçilmiş n verilənlər yığınının alqoritmin icra vaxtını çox artırdığı hal;

– *orta mürəkkəbliyi* $T_{\text{orta}}(n)$ – n ixtiyari verilənlər yığınının təbiiq olunmuş alqoritmin orta icra vaxtı.

Məsələnin mürəkkəbliyi – məsələnin həlli üçün məlum olan ən yaxşı alqoritm

min mürəkkəbliyidir ki, o da həll metodlarının inkişaf səviyyəsindən asılıdır. Məsələn, qrafların planarlığının (yəni qrafı müstəvi üzərində ele təsvir etmək olarmı ki, onun tilləri kəsişməsinlər) yoxlanılması məsələsi məlumdur. Bu məsələnin 1930-cu ildə təklif olunmuş birinci alqoritminin mürəkkəbliyi $O(n^4)$ idi. Sonra onu dəfələrlə yaxşılaşdırılmışlar, 1974-cü ildə isə mürəkkəbliyi $O(n)$ olan alqoritm qurmaq mümkün oldu! Məsələnin həlli üçün müxtəlif mürəkkəbliyə malik olan alqoritmlər qurmaq olar. Məntiqi olardı ki, bunlar arasından ən az mürəkkəbliyə malik olanını seçəydik, ancaq bilmək istəyirik ki, onu daha da yaxşılaşdırmaq olarmı? Bunun üçün məsələləri (və alqoritmləri) qruplara – *mürəkkəbliyi siniflərinə* bölmək lazımdır.

Aydındır ki, ən yaxşı alqoritmlər mürəkkəblikləri $O(n)$ olan xətti alqoritmlərdir, burada n – giriş verilənlərinin ölçüsüdür. Belə alqoritmlər doğrudan da mövcuddur. Məsələn, biri m , digəri n rəqəmdən ibarət olan ədədlərin sütunlu (alt–alta) toplanması əməliyyatı $\max(n, m)$ -dən çox olmayan toplama və $\max(n, m)$ -dən çox olmayan yadda saxlama tələb edir, yəni bu alqoritm $O(n+m)$ mürəkkəbliyə malikdir.

Bu ifadə yalnız kəmiyyətin tərtibini göstərir – daimi faktorlar burada nəzərə alınmır. Təəssüf ki, xətti mürəkkəbliyə malik alqoritmlər çox azdır (ələlxüsüs da mürəkkəbliyi giriş verilənlərinin ölçüsündən asılı olmayan).

NP-MÜRƏKKƏB MƏSƏLƏLƏR

Kommivoyajör məsələsi adlanan məlum məsələyə baxaq. Kommivoyajör ticarət agenti, arşınmalçı mənalarını verir. Kommivoyajör evindən çıxır, o, özünün başqa-başqa məntəqələrdə yaşayan bütün müştərilərinə baş çəkməlidir. Məntəqələr arasındakı məsafələr məlumdur. Kommivoyajör elə marşrut seçməlidir

POLİNOMIAL VƏ EKSPONENSİAL ALQORITMLƏR

Elə alqoritmi *polinomial* (və ya *polinomial* zaman mürəkkəblikli alqoritm) adlandırırlar ki, onun zaman mürəkkəbliyi $O(p(n))$ olsun, burada $p(n)$ – n dəyişənindən asılı olan polinomdur (coxhəddilidir). Mürəkkəbliyi sabit, n dəyişəninin qiymətindən asılı olmayan, müəyyən bir polinomla ifadə olunan həll alqoritmə malik məsələni P sinfinə aid edirlər. Bu faktiki olaraq onu göstərir ki, onu kompüterdən istifadə edərək həll etmək olar. AXI n dəyişəninin hətta çox böyük qiymətlərində belə polinomial alqoritmin reallaşdırılması üçün tələb olunan əməliyyatların sayı elə səviyyədə qalır ki, müasir kompüter onu məqbul zaman kəsiyində çox da çətinlik çəkmədən həll edə bilər.

Çoxsaylı məsələlər var ki, onların mürəkkəbliyi $O(x^n)$ kəmiyyətdən az deyil (burada x – sabitdir). Belə məsələləri E sinfinə aid edirlər və onları *eksponensial* adlandırırlar. Bunlara misal olaraq, verilmiş çoxluğun bütün alt çoxluqlarının qurulması və yaxud verilmiş qrafın bütün alt ağcaqlarının tapılması məsələsini göstəmək olar. Doğrudan da, əgər M çoxluğu n elementdən ibarətdirsə, onda onun bütün alt çoxluqlarının sayı 2^n olacaq. n ədədinin böyük qiymətlərində bu məsələ praktiki olaraq həll edilə bilmir, çünki onun həll alqoritm 2ⁿ addımdan ibarət olmalıdır. Buna görə də n dəyişəninə qüvvət kimi mürəkkəbliyi qiymətləndirməsinə daxil olan alqoritmlər da *eksponensial* alqoritmlər sinfinə aid edilir.

Hesab olunur ki, polinomial həll alqoritmi tapılmayana qədər məsələ *yaxşı həll olunan* deyil. Əgər onun həlli üçün belə alqoritm yoxdursa, onda məsələni *çətin həll olunan* adlandırırlar. (Doğrudan, n ədədinin böyük olmayan qiymətlərində eksponensial alqoritm polinomial alqoritmədən, hətta, daha az mürəkkəb ola bilər. Buna baxmayaraq bu iki tip alqoritm arasında böyük fərq var və bu fərq n ədədinin böyük qiymətlərində özünü daha qabarıq göstərir).

ki, hər bir müştəriyə yalnız bir dəfə baş çəksin və keçdiyi yolun ümumi uzunluğu ən az olsun (və ya verilmiş məsafədən artıq olmayan bir məsafə keçsin). Bu məhdudiyyəti anlamaq asandır. Doğrudan da, kommivoyajör benzina çəkilən məsrəfləri mümkün qədər azaltmaq istəyir (və yaxud buna verilmiş məbləğdən artıq xərcləmək istəmir).

Həlli aşağıdakı kimi axtarmaq olar. Növbə ilə bütün ehtimal olunan marşrutlara baxırıq və onlar arasında eləsinə



Məsələlərin polinomial gətirilməsi anlayışı məlumdur. Əgər A məsələsinin həllini B məsələsinin həllinə çevirən polinomial mürəkkəbliyi funksiya mövcuddursa, onda deyirlər ki, A məsələsi polinomial olaraq B məsələsinə gətirilir. Müəyyən edilib ki, NP sinfindən olan ixtiyari digər məsələyə polinomial olaraq gətirilməsi mümkün olan NP-mürəkkəbli məsələlər mövcuddur. Onları NP-tam məsələlər (onlara xüsusi halda kommivoyajör haqqındakı məsələ də aiddir) adlandırmışlar. Əgər heç olmasa bir NP-tam məsələsinin həlli üçün polinomial mürəkkəbliyin determinə olunmuş alqoritmini tapmaq mümkün olsa idi, bu NP sinfindən olan ixtiyari məsələnin həlli üçün polinomial mürəkkəbliyi alqoritmlərin olması demək olardı.



seçir ki, onun uzunluğu minimum olsun. Marşrutların variantların sayını asanlıqla saymaq olar: bu ədəd $n!$ -dir (əlbəttə ki, $n!$ – faktorial işarəsidir, nida işarəsi deyildir). Deməli, ən qısa marşrutu tapmaq üçün biz $n!$ həll variantına baxmalıyıq. Ancaq $n!$ ifadəsi 2^n ifadəsindən də sürətlə artır. Buna görə də, əgər kommivoyajora çox sayda müştərilərə baş çəkmək lazımdırsa, onda bu məsələnin həlli çox zəhmət tələb edəcək.

Eyni zamanda, marşrutları saf-çürük edərek, bizi qane edən variantı bəzən çox tez, bəxtimiz gətirsə, praktiki olaraq o saat alacağıq. Beləliklə, həllərin axtarılması alqoritmi iki mərhələdən ibarət olur:

- müəyyən bir marşrutun irəli sürülməsi (duyma mərhələsi);
- bu marşrutun həll olub-olmamasının yoxlanılması (yoxlama mərhələsi); əgər həlldirsə, onda alqoritmın icrası dayanır.

Yoxlama mərhələsi polinomial mürəkkəbliyə malikdir (o, cəmiyyəti bir müqayisənin yerinə yetirilməsindən ibarət ola bilər). Duyma mərhələsi növbəti marşrutun tapılmasından və onun uzunluğunun hesablanmasından ibarətdir; aydındır ki, onun icra vaxtı yaşayış məntəqələrinin sayı olan n ilə mütənasibdir. Başqa sözlə, bu mərhələ də polinomial mürəkkəbliyə malikdir.

Bu cür alqoritmlər *determinə olunmayan* adlanır.

Bəxt gətirsə, kommivoyajör məsələsinin polinomial zaman müddətində həll etmək olar. Determinə olunmayan həlləri olan və həmin həlləri polinomial zaman ərzində tapmaq mümkün olan məsələləri NP-mürəkkəb (*nondeterministic* – “determinə olunmayan” və polinomial sözlərindən) adlandıırırlar.

Bu cür məsələlər çoxdur və onlar böyük praktik əhəmiyyətə malikdir. Buna görə də, aşağıdakı sualın cavabını bilmək çox vacibdir: onların həlləri üçün polinomial mürəkkəbliyi determinə olunan alqoritmlər mövcuddurmu? Bu məsələ üzrə alimlərin fikirləri diametral əksdir. Onlardan çoxu hesab edir ki, bu məsələlərin determinə olunan alqoritmlərini tapmaq heç vaxt mümkün olmayacaq.

Bir çox NP-mürəkkəbli məsələlərin həlli üçün alqoritmlər mövcuddur. Onlar məsələni başlanğıc verilənlərin geniş diapozonu üçün qənaətbəxş zamana başa gələn həll ilə təmin edirlər. Bu cür alqoritmlərin əsasında çox vaxt *budaqlar* və *sərhədlər* üsulu durur. Bu üsul, həll variantlarının perspektivli olmayan araşdırma istiqamətlərini dinamik olaraq kəsib atır. Buna görə də NP-mürəkkəbli məsələlərin praktik həllində əsas məqam müəyyən gümanlara (*evristikalara*) əsaslanan təqribi və ya evristik alqoritmlərin qurulması bacarığındadır. Təqribi alqoritmlərin qurulması zamanı adətən, tələb olunur ki, onlar polinomial mürəkkəbliyinə malik olsunlar. Məlumdur ki, bəzən optimal həldən yalnız 10–15% geri qalan həllər tapmaq olur.

Lakin bu cür yaxşı statistikaya baxmayaraq, məsələlər yenə də NP-mürəkkəbli olaraq qalırlar və təəssüf ki, onlar təminatlı zaman qiymətləndirməsinə malik deyillər. Başlanğıc verilənlərin hətta kiçik dəyişiklikləri onun kəskin dəyişmələrinə gətirib çıxara bilər. Bəzi hallarda isə bu zaman imkansız dərəcədə böyük ola bilər.



FORMAL DİLLƏR NƏZƏRİYYƏSİ. TƏRCÜMƏ VƏ KOMPİLYASIYA

İlk kompüterlər üçün proqramlar ikilik, yaxud səkkizlik kodlarda təsvir olunmuş maşın komandaları ardıcılığı şəklində yazılırdı. Əlbəttə, belə şəkildə böyük proqramların tərtib olunması və sazlanması çox çətin idi.

Ona görə də, proqramçılar həmişə kompüterini insan dilinə yaxın dili başa düşməyə öyrətməyə cəhd etmişlər. Assembler, FORTRAN, Algol-60, C++ və digər proqramlaşdırma dilləri belə əmələ gəlmişlər. Lakin onların hamısı bir cəhətdən təbii dillərdən əsaslı şəkildə fərqlənirlər.

Şifahi və yazılı nitqdə müəyyən qeyri-dəqiqliklər və fikrini axıra qədər deməmək halları həmişə yol verilir – dinləyici, yaxud oxucu kontekstdən mənanı bərpa edir (ümumi halda bu kontekst bəşəriyyətin bütün mədəni bilik yükünü birləşdirir). Kompüter isə dəqiq və birmənalı təlimatlarla möhtacdır. Deməli, kompüter proqramlarının yazılışı heç bir ikimənalılığa imkan verməyən, ciddi qaydalara tabe olmalıdır. Kompilyator isə onları şəvhsiz olaraq maşın komandaları ardıcılığına çevirməlidir. Burada elmlərin ən dəqiqi olan riyaziyyatın köməyi olmadan keçinmək olmaz. Təəccüblü deyildir ki, “maşın” dillərinin analizi üçün riyazi üsullar yaradılmışdır və onlar kompilyatorların yaradılmasında da geniş şəkildə tətbiq olunurlar.

FORMAL DİLİN TƏRİFİ

İstənilən dildə cümlə elementar simvollar: hərflər, rəqəmlər, boşluq simvolları və dürgü işarələrindən təşkil olunur. Ona görə də, cümləni formal olaraq simvollar ardıcılığı, yaxud zənciri kimi təyin etmək olardı. Ancaq belə təyinatmə həddindən artıq genişdir. Simvolların bütün mümkün zəncirləri çoxluğunda, *düzgün qurulmuş zəncirlərin* (“düzgün ardıcılıqla düzülmüş”, “düzgün sözlərdən” ibarət olan) alt çoxluğunun ayrılmasının mənası vardır. Məsələn, “rehklou aszpöu mutvfldas mnaqsdı” və “Araba üzür boyunca yol” zəncirləri Azərbaycan dilinin düzgün tərtib olunmuş cümlələri deyil. “Araba yol boyunca üzür” cümləsi isə düzgün tərtib olunmuşdur, ancaq mənə baxımından şübhəlidir.

Proqramlaşdırma dillərinin də aid olduğu süni dillərdə düzgün qurulmuş cümlələr çoxluğu formal riyazi konstruksiyaların köməyi ilə övvələdən təsvir oluna bilər. Ona görə də, belə dilləri *formal dillər* adlandıırırlar.

Əgər aşağıdakılar verilmişdirsə formal dil müəyyən olunmuş hesab olunur: 1) təkcə hərfləri deyil, verilmiş dilin bütün simvollarını, o cümlədən boşluq və dürgü işarələrini də özündə birləşdirən *alfiba*; 2) dilin alifbasından olan simvolların verilmiş zəncirinin düzgün qurulub-



Qrammatika kontekstdən-azad adlanır, çünki terminal olmayanları sağ hissəyə dəyişərkən, qaydalar nəzərə alınmır. Anlayışın interpretasiyası kontekstdən asılı deyildir.

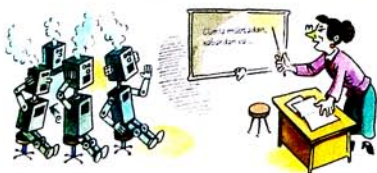
qurulmasını müəyyən etməyə imkan verən meyarlar. Bu meyarların necə verilməsinin mənası yoxdur. Ən sadə halda sadəcə olaraq bütün mümkün zəncirləri sadalamaq olar. Yaxud oxşar zəncirlərin "yaradılması" qaydaları toplusunu tərtib etmək olar. Belə qaydalar toplusu *qrammatika*, dilin zəncirlərinin quruluşu isə *sintaksis* adlanır.

KONTEKSTDƏN-AZAD QRAMMATİKALAR

Kontekstdən-azad qrammatikalar əslə riyaziyyatçılar, yaxud proqramçılar tərəfindən düşünüldü və tapılmayıb. İlk dəfə onlardan təbii dilləri təsvir etmək üçün dilçilər istifadə etmişlər.

Zəncirlərin tərkib hissələrini ya dilin əlifbasına daxil olmayan hərflərlə, ya da anlayışların adlarıyla – künc mötərizələrində alınmış *metasimvollarla*, yaxud *qeyri-terminallarla* işarə edirlər. Azərbaycan dilinin qeyri-terminallarına: cümle, mübtədə, mübtədə qrupu, xəbər, xəbər qrupu, təyin, zərflərin istifadə olunduğu daha sadə cümlələrə baxmaq olar. Qrammatika qaydalarından ibarətdir.

Qaydanın sol tərəfində qeyri-terminal, sağ tərəfində terminal və qeyri-terminallardan ibarət ixtiyari zəncir



yazılır, sanki sol tərəfdə göstərilmiş anlayışın mənası açıqlanır. Qaydanın sol və sağ tərəfləri "bu ibarətdir" kimi oxunan oxla ayrılır.

Bu qrammatikanın birinci qaydası

(cümle) →
(mübtədə qrupu) (xəbər qrupu)

təyin edir ki, cümle iki hissədən ibarətdir – mübtədə qrupu və onun ardınca gələn xəbər qrupu.

Qrammatikada dilin bütün anlayışları üçün qaydalar yazılmalıdır. Ömür olaraq mübtədə qrupu üçün iki qayda daxil etmək olar:

(mübtədə qrupu) →
(mübtədə)
(mübtədə qrupu) →
(təyin) (mübtədə qrupu).

İkinci qayda mübtədə qrupu qeyri-terminalına qaydanın həm sol, həm də sağ tərəflərində rast gəlinir. Bu, kontekstdən-azad qrammatikaların istənilən qədər uzunluqda cümlələrin qurulmasına imkan verən vacib əlamətləridir. Bu halda ikinci qayda sol tərəfdə mübtədəyə istənilən sayda təyin əlavə etməyə imkan verir.

Əgər qrammatikada sol tərəfləri eyni olan bir neçə qayda varsa, onda bütün sağ tərəfləri şəqli xətlərin köməyi ilə birləşdirərək (o "yaxud" kimi oxunur), bir yazıya gətirmək olar:

(mübtədə qrupu) →
(mübtədə) | (təyin) | (mübtədə qrupu).

Qrammatikanın bütün qaydaları bunlardır:

(cümle) →
(mübtədə qrupu) (xəbər qrupu);
(mübtədə qrupu) →
(mübtədə) | (təyin) | (mübtədə qrupu);
(mübtədə) → qayıq | qazalaq;
(təyin) → yaşıl | ağ | böyük;
(xəbər qrupu) →
(xəbər) (zərflilik);
(xəbər) → hərəkət edir | üzür;
(zərflilik) → yolda | çayda.



Qrammatikada başlanğıc qeyri-terminal seçilir, dilin zəncirləri ondan çıxarılır. Məsələn bu cümle qeyri-terminaldır. Birinci addımda ona sol tərəfi verilmiş qeyri-terminala üst-üstə düşən qaydalarından birini tətbiq edirlər. Simvolun qaydanın sağ tərəfi ilə əvəzlənməsi baş verir. Belə əvəzlənmələr ardıcılığı *nəticə* adlanır. Nəticə o zaman qurtarır ki, zəncirdə bir dəfə də qeyri-terminal qalmasın.

Nəticəyə aid misala baxaq: (cümle) qeyri-terminalı üçün yeganə qaydadan istifadə edək:

(cümle) →
(mübtədə qrupu) (xəbər qrupu).

Sonra (mübtədə qrupu) qeyri-terminalına ikinci qayda tətbiq olunur:

(mübtədə qrupu) (xəbər qrupu) →
(təyin) (mübtədə qrupu) (xəbər qrupu).

Nəticəni davam etdiririk:

(təyin) (mübtədə qrupu) (xəbər qrupu) →
yaşıl (mübtədə qrupu) (xəbər qrupu) →
yaşıl (mübtədə) (xəbər qrupu) →
yaşıl qazalaq (xəbər qrupu) →
yaşıl qazalaq (zərflilik) (xəbər) →
yaşıl qazalaq yolda (xəbər) →
yaşıl qazalaq yolda hərəkət edir.

Axırıncı addımda bitkin nəticə alındı. Buna analogi olaraq (cümle)-nin başqa variantlarını da qurmaq olar:

böyük ağ qayıq çayda üzür;
qazalaq yolda üzür;
ağ yaşıl qazalaq çayda gedir və s.

İki axırıncı nümunə göstərir ki, qrammatika cümlələrin mənaalarını nəzərə almur.

HESAB DÜSTURLARI DİLİ

Dəyişənlərin adlarını, tam sabit kəmiyyətləri, hesab əməllərinin işarələrini, həmçinin mötərizələri özündə birləşdirən *hesabi ifadə* anlayışını təyin edərək proqramlaşdırma baxımından daha vacib



olan misala baxmaq olar. Dəyişənlərin adları bir latın hərfindən ibarətdir. Aşağıdakı qrammatika verilmişdir:

(düstur) → (elementar düstur) | (düstur) +
(düstur) | (düstur) - (düstur) | (düstur) ·
(düstur) | (düstur) / (düstur);
(elementar düstur) → (dəyişən) | (sabit) |
| (düstur);
(dəyişən) → a | b | c | ... z;
(sabit) → rəqəm | (sabit) (rəqəm);
(rəqəm) → 0 | 1 | 2 | ... | 9;

Bu qrammatika ilə verilmiş dil, adları bir hərfdən ibarət dəyişənləri, tam sabitləri özündə birləşdirən bütün düzgün hesabı ifadələrdən ibarətdir. $x + 7$ zəncirinin çıxarılması misalı:

(düstur) → (düstur) + (düstur) →
(düstur) + (elementar düstur) →
(düstur) + (sabit) → (düstur) + (rəqəm) →
(düstur) + 7 →
(elementar düstur) + 7 →
(dəyişən) + 7 → $x + 7$.

Nəticənin hər addımında cari zəncirin ən sağ qeyri-terminalına qaydalarından biri tətbiq olunur. Belə *nəticə sağ nəticə* adlandırılır. Həmçinin, sol nəticə də vardır. Hər bir zənciri onun köməyi ilə də çıxarmaq olar. Doğrudur, bir çox qrammatikalarda nəticələr yeganə olur. *Determinə olunmamış* qeyri-formal olaraq dildə cümlələrin yozumunun birqiymətli olmamasını göstərir. Hesab düsturları dilinin yuxarıda göstərilən qrammatikası determinə olunmamışdır: 1-2-3 düsturu iki müxtəlif sağ nəticəyə malikdir:



- 1) (düstür) → (düstür) - (düstür) →
(düstür) - (elementar düstür) → ...
(düstür) - 3 → ... → 1-2-3;
2) (düstür) → (düstür) - (düstür) →
(düstür) - (düstür) - (düstür) → ...
(düstür) - 2-3 → ... → 1-2-3;

Birinci nəticə ona uyğun gəlir ki, əməliyyatlar soldan sağa yerinə yetirilir, yəni əvvəlcə 1-2 əməliyyatı altdüstür şəklində təsvir olunur, sonra ondan 3-ü çıxırlar. İkinci nəticə: əməliyyatları sağdan sola həyata keçirirlər, yəni 2-3 – altdüstürdür, onu 1-dən çıxırlar. Real hesablamalar zamanı, birinci halda nəticə $(1-2)-3=4$, ikinci halda $1-(2-3)=2$ olacaqdır. Düstür birqiymətli olmayaraq yozulur, yəni qrammatika uğursuzdur.

Əgər ixtiyari zəncirin sağ nəticəsi yeganədirsə, onda qrammatika *determinə olunmuş* adlanır. Bu misalda əlavə term və vuruq anlayışlarını daxil etməklə qrammatikanı determinə olunmuş etmək olar:

(düstür) → (düstür) + (term) | (düstür) -
(term) | (term);
(term) → (term) · (vuruq) | (term) / (vuruq) |
(vuruq);
(vuruq) → (elementar düstür).

Qalan qaydalar birinci halda olduğu kimidir. Burada, düstür termlərin cəmi, yaxud fərqi şəklində göstərilir; hər term – ya hasil, ya qismətdir, vuruq – ya dəyişən, ya sabit, ya da mötərizəyə alınmış ixtiyari düstürdür. Verilmiş qrammatika artıq determinə olunmuşdur, o, riyaziyyatda qəbul olunduğu kimi, mötərizələr olmadıqda əməliyyatların soldan sağa yerinə yetirilməsinə uyğun gəlir. Bun-



dan başqa, o, vurma və bölmə əməliyyatlarının toplama və çıxmaya nəzərən birinciliyini də nəzərə alır.

Müasir alqoritmik dillər kontekstdən-azad qrammatikalar vasitəsilə təsvir olunurlar. Hətta, alimlər hesab edirlər ki, təbii dilləri də bu qaydayla vermək olar. Maraqlıdır ki, C dilinin qrammatikası ilə verilmiş kontekstdən-azad qrammatika özünə düzgün C-proqramlardan əlavə bəzi səhv proqramlar da daxil edir. Ancaq bu sintaksislə deyil, təsvir olunmamış dəyişənlər və ifadələrin düzgün olmayan tipləriylə bağlıdır. Əgər onu kimsə yazıb təsvir edə bilsəydi, elə bunun kimi Azərbaycan dilinin kontekstdən azad qrammatikası da, normal cümlələri qurmaqla yanaşı, mənasız cümlələr qurmağa da imkan verərdi.

AVTOMAT VƏ REQULYAR DİLLƏR

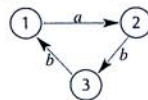
Adətən, kontekstdən-azad qrammatika dilin sintaksisini cümlə quruluşu səviyyəsində təsvir edir. Məsələn, Azərbaycan dilinin sintaksisi baxımından “yaşıl” və “sarı” sifətləri arasında heç bir fərq yoxdur. Eynilə bunun kimi, ixtiyari alqoritmik dildə müxtəlif tam sabitlər arasında qrammatik fərq yoxdur. Ona görə də, alqoritmik dilin qrammatikasını vermək üçün elementar anlayışlar olaraq “dəyişən”, “sabit” anlayışlarını götürmək daha əlverişlidir (sözləri təşkil edən hərf və rəqəmləri götürməyə görə yoxdur).

“Sözlər dili” “cümlələr dili”ndən fərqlənir, onun quruluşu xeyli sadədir və kontekstdən-azad qrammatikanın tətbiqini tələb etmir. Alqoritmik dillərin əksəriyyətində ayrı-ayrı sözlər *sonlu avtomatların*, yaxud *requlyar ifadələrin* köməyiylə verilir.

Sonlu avtomat – istiqamətlənmiş qrafıdır, başqa sözlə öz aralarında oxlar-tillər (təpələri özü-özüylə birləşdirən

til-ilgəklər də mümkündür) vasitəsilə birləşdirilmiş təpələrdən ibarət fiqurdur. Tillər giriş əlifbasının hərfləriylə qeyd olunur. Təpələrdən biri başlanğıc, bir neçəsi isə son təpələr kimi işarə olunur. Qrafın təpələrini sonlu avtomatın *vəziyyətləri*, tilləri isə *keçidlər* də adlandırırlar.

Sonlu avtomatla verilmiş dil bütün mümkün zəncirləri doğurur. Onları başlanğıc təpədən son təpələrdən birinə qrafın tilləri boyunca hərəkət etməklə oxumaq olar. Məsələn,



sonlu avtomatında 1 – başlanğıc, 2 – son təpədir. Bu avtomatla verilmiş dil 1 təpəsindən başlayan və 2 təpəsində qurtaran yollara uyğun *a, abba, abbabba, abbabbabba, ...*, zəncirlərindən ibarətdir.

İstənilən *avtomat dili* kontekstdən-azaddır. Əksi doğru deyildir, kontekstdən-azad dillər sonlu avtomat dillərdən

LEX VƏ GREP PROQRAMLARI

UNIX əməliyyat sistemində bir neçə standart proqram var ki, onların işi requlyar dillər nəzəriyyəsinə əsaslanır. Hər şeydən əvvəl bu, mətnin leksik analizini həyata keçirən, yəni requlyar ifadələrin müəyyən yığımına uyğun olaraq mətni sözlərə bölmə LEX proqramıdır. Həmçinin, bir və ya bir neçə faylda kontekst axtarışı həyata keçirən GREP (ing. “Get Regular Expression Pattern” – “requlyar ifadəyə görə nümunənin ayrılması”) proqramıdır. Axtarış nümunə

```
[root@linus root]# cat aze.hasp | tr '\000' '\n' | grep -i '\A[FT]..R.[AI]$\'
```

FIRNI
FƏRDA
FİRMA
FERMA
TURBA
TORDA
TƏRBI
TƏRMI
[root@linus root] #



genişdir. Məsələn, sıfır və birlərin bütün mümkün zəncirlərindən ibarət olan dil, zəncirlərdə sıfır və birlərin sayı bərabər olmaq şərtilə, kontekstdən-azad dildir, lakin avtomat dil deyildir.

Avtomat dillərin başqa üsulla – *requlyar ifadələrin* köməyiylə verilməsi də vardır. Requlyar ifadələr, artıq qurulmuş requlyar dillərdən yeni requlyar dillər qurmağa imkan verən bir neçə sadə əməliyyatı özlərində birləşdirir. Bu, *konkatenasiya* (iki zəncirin birləşdirilməsi), iki variantdan birinin *seçilməsi*, həmçinin *iterasiya* (ixtiyari ədəd dəfə zəncirin

kimi ya ixtiyari mətn fraqmenti, ya da requlyar ifadə vermək olar. Özü də axtarış çox sürətlə baş verir, o, giriş faylının uzunluğundan xətti asılı olan və axtarılan fraqmentin uzunluğundan asılı olmayan vaxt aparır. İşin yüksək sürəti onunla izah olunur ki, GREP proqramı axtarış üçün sonlu avtomat qurur. Avtomata simvollar ardıcıl olaraq giriş axınından verilir.

GREP proqramının işinin nəticəsi. Lügətdə 5 simvoldan ibarət olan “F” yaxud “T” ilə başlayan, 3-cü simvolu “R” olan və “A”, yaxud “I” ilə qurtaran sözlərin tapılması tələb olunmuşdur.



Ümumiyyətlə, təbii dilin cümləsinin araşdırılması məsələsi birqiymətli həllə malik deyildir. Məsələn, "ərəb atları sürətlə qaçırdı" cümləsində söhbətin atların qaçırılmasından, yoxsa atların qaçmasından getdiyi aydın deyildir. Bəzən cümlənin mənasını kontekstdən başa düşmək olur, amma bu kompüter üçün irişilməzdir.

təkrarlanması) əməliyyatlarıdır. Qurma prosesi bir hərfli yeganə zəncirdən ibarət elementar dillərdən başlayır. Klini teoreminə görə, avtomat və requlyar dillər sinfi üst-üstə düşür, yəni hər bir avtomat dili requlyar ifadələr vasitəsilə və əksinə, hər bir requlyar dili sonlu avtomatlar vasitəsilə vermək olar. Məsələn, requlyar ifadə aşağıdakıdır:

$a(bba)^*$,

burada $*$ ilə iterasiya işarə olunmuşdur, motorizələr isə qruplaşdırma üçün istifadə olunurlar.

Dilin requlyar ifadələrin köməyi ilə verilməsi insan üçün, dilin sonlu avtomat vasitəsilə göstərilməsi kompüter üçün daha asandır.

KOMPİLYATORUN İŞİNİN ƏSAS MƏRHƏLƏLƏRİ

İhtiyari kompilyatorun işi bir neçə addımdan ibarətdir:

Addım 1: giriş proqramının təhlil edilməsi və onun sonrakı iş üçün əlverişli olan daxili təsvir formasına çevrilməsi. Bu mərhələdə həmçinin giriş proqramındakı səhvlər də aşkarlanır.



Addım 2: proqramın konkret kompüterin komandalar sistemindən asılı olmayan ara dillə çevrilməsi.

Addım 3: proqramın kodunun optimallaşdırılması.

Addım 4: çıxış kodunun Assemblerdə, yaxud bilavasitə maşın komandaları dilində generasiya olunması.

Proqramçılar 1, 2 və 4 addımlarını sürətlə və effektiv yerinə yetirməyi dərinmişlər. Əsas nailiyyət formal dillər nəzəriyyəsinə istifadə və onlar əsasında yaradılan kompilyatorların avtomatik generasiyası proqramları oldu.

Addım 3 ən çox zəhmətli və daha az formallaşdırılmışdır. O, kompilyatorlar hazırlayan müxtəlif şirkətlər arasında əsas döyüş meydanına çevrilmişdir. Kompilyatorların yaradıcılarının gücünün böyük hissəsi məhz kodun optimallaşdırılmasına sərf olunur.

ARAŞDIRMA MƏSƏLƏSİ

Kompilyatorun işinin birinci addımında (giriş proqramının araşdırılması) verilmiş simvollar zəncirinin düzgün qurulmuş cümlə olub-olmamasının təyin olunması tələb edilir və əgər zəncir düzgün cümlədirsə onun nəticəsi bərpa olunur. Nəticəsinin bərpa olunması prosesi *araşdırma*, yaxud *sintaktik analiz*, araşdırmanı həyata keçirən proqram isə *parser* (ing. "to parse" – "ayırmaq", "təhlil etmək") adlanır.

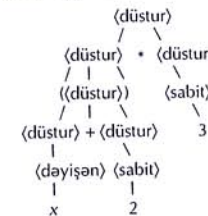
Məsələn, ingilis dilindən Azərbaycan dilinə avtomatik tərcümə sistemində baxmaq olar. Ayrı-ayrı sözlərin tərcüməsi qanunverici nəticələr vermir, çünki ingilis və Azərbaycan dillərinin sintaksisi üst-üstə düşür. Ona görə də, əvvəlcə ingilis dili cümləsinin araşdırılmasını həyata keçirmək lazımdır, yəni nöyin mübtəda, xəbər, tamamlıq və sair olduğunu başa düşmək, ancaq sonra Azərbaycan dilinin qaydalarına əsasən Azərbaycan cümləsinə tərtib etmək lazımdır.

Təbii dillərdən fərqli olaraq, alqoritmik dillər üçün araşdırma məsələsinin həmişə birqiymətli həlli var. Proqramı yüksək səviyyəli alqoritmik dildən Assemblerə, yaxud maşın komandaları dilinə çevirən translyator işin birinci addımında araşdırma məsələsini həll edir. Bu zaman o, proqramı müəyyən daxili formaya çevirir; adətən bu, *sintaktik ağacların* köməyi ilə verilir.

Sintaktik ağac anlayışını misalla nümayiş etdirmək olar. Tutaq ki, aşağıdakı qrammatika verilmişdir:

$\langle \text{düstur} \rangle \rightarrow \langle \text{düstur} \rangle + \langle \text{düstur} \rangle$
 $\langle \text{düstur} \rangle \rightarrow \langle \text{düstur} \rangle \{ \langle \text{düstur} \rangle \}$
 $\langle \text{dəyişən} \rangle \{ \langle \text{sabit} \rangle \}$

(yığıcamlıq üçün $\langle \text{dəyişən} \rangle$ və $\langle \text{sabit} \rangle$ qeyri-terminalları üçün qaydalar buraxılmışdır). Bax $(x+2)*3$ ifadəsi üçün sintaktik ağac belədir:



Sintaktik ağacın hər bir qeyri-terminal təpəsi zəncirin nəticəsinin bir addımına uyğun gəlir. Təpələr qeyri-terminallarla nömrələnir, həmin qeyri-terminallar nəticə zamanı uyğun qaydanın sağ tərəfinə əvəz olunurlar. Təpələrdən qaydaların sağ tərəfini təşkil edən bütün simvollar budaqlar çıxır.

Zəncirin nəticəsinə görə birqiymətli olaraq sintaktik ağac bərpa olunur və əksinə, sintaktik ağaca əsasən birqiymətli olaraq sağ, yaxud sol nəticələr yazılır.

Nəzəri olaraq bütün kontekstdən-azad qrammatikalar üçün araşdırma məsələsinin alqoritmik həlli var, lakin ümumi alqoritm çox yavaş, təxminən N^3



vaxta (N – giriş zəncirinin uzunluğudur) işləyir. Bu translyatorlar üçün qəbul edilməzdir: giriş proqramının uzunluğu 10 dəfə artdıqda translyasiya vaxtı 1000 dəfə artmış olur! Ona görə də, praktiki-kada daha sürətli araşdırmaya imkan verən, xüsusi sinif qrammatikalarla işləyirlər. İki araşdırma alqoritmə daha əhəmiyyətlidir:

- *ənən* (rekursiyalı) araşdırma. Enən araşdırmalara icazə verən qrammatikalar LL(1)-qrammatikalar adlandırılır;

- *yüksələn* araşdırma, yaxud stekli sonlu avtomatın (bəzən "səndiq yaddaşlı avtomat" deyirlər) köməyi ilə araşdırma. Uyğun qrammatikalar sinfini LR(1)-qrammatikalar adlandırılır.

Hər iki halda giriş zəncirinə soldan sağa baxılır. Sfinin adındakı birinci hərf – L baxışın istiqamətini bildirir (ing. "left" – "sol"). Birinci halda sol nəticələr, ikincidə isə sağ nəticələr qurulur. Bu da addakı ikinci hərf-lərlə işarələnmişdir (ing. "right" – "sağ"). Addakı 1 aydınlaşdırır ki, alqoritm giriş zəncirinə bir simvol irəli baxır.





Hesab düsturları qrammatikasında belə qayda var idi: (düstür) → (düstür)+(term). Bu qrammatikada enən araşdırmaya cəhd sonsuz rekursiyaya gətirir. Ona görə ki, bu halda bu (düstür) alt proqramı giriş zəncirindən heç bir simvol oxumadan daim özü-özünə müraciət edəcəkdir. Deməli, bu qrammatika enən araşdırmaya icazə vermir (amma yüksələn araşdırmaya icazə verir!).

Enən araşdırma zamanı sintaktik ağac kök tərəfdən başlamaqla, yuxarıdan aşağıya qurulur, yüksələn araşdırma zamanı isə aşağıdan yuxarıya bərpa olunur.

Bir qayda olaraq, LL(1) xassəsinə malik hər hansı qrammatika LR(1) xassəsinə də malik olur. Başqa sözlə, LR(1)-qrammatikalar sinfi LL(1)-qrammatikaları da özündə birləşdirir. Bununla belə, LL(1) olmayan LR(1)-qrammatikalar da vardır: məsələn, hesabı düsturlar dilinin determinə olunmuş qrammatikası və C dilinin qrammatikası. Ümumiyyətlə, sol-rekursiyalı qrammatika qurmaq həmişə mürəkkəbdir: hətta bunu etmək mümkün olsa belə, nəticə olduqca qeyri-təbii görünəcəkdir. Əksinə, LR(1)-qrammatika, adətən, çox asanlıqla əksər alqoritmik dillər üçün yazılır.

Ümumiyyətlə, LL(1)-qrammatikalara və rekursiyalı alqoritmlərə baxmaq nəyə lazımdır? Yeganə səbəb ondan ibarətdir ki, əksər hallarda istifadə olunan yüksələn araşdırma alqoritmının başa düşülməsi bir qədər proqramçı mədəniyyəti tələb edir. Heç olmasa, stekin nə olduğunu bilmək lazımdır. Ona görə də, proqramlaşdırmaya yeni başlayanlar üçün olan ədəbiyyatların çoxu rekursiyalı araşdırma alqoritmlərlə kifayətlənirlər.



ENƏN (REKURSIYALI) ARAŞDIRMA

Tutaq ki, qrammatikada aşağıdakı qayda var

$$A \rightarrow BtD,$$

burada A, B, D – qeyri-terminallar, t – terminaldır (yəni, adi simvoldur).

Giriş zəncirindən başlanğıc parçanı ayırmağa cəhd edən, A qeyri-terminalından çıxan " A " adlı altproqramı yaratmaq lazımdır. Göstərilən qaydaya əsasən bu parça terminal olmayan B -dən çıxan parçadan başlamalıdır; sonra adi t simvolu və ardınca D qeyri-terminalından çıxan parça gəlir. A altproqramı əvvəlcə B qeyri-terminalına uyğun gələn, zəncirin başlanğıc parçasını oxuyan və araşdıran B altproqramını çağırır. Sonra A altproqramı zəncirin növbəti simvolunun t simvolu ilə üst-üstə düşüb-düşməməsini yoxlayır, onu buraxır və D altproqramını çağırır. Beləliklə, A qeyri-terminalına uyğun parçanın emalı B qeyri-terminalı və D -ni təmsil edən daha qısa parçaların emalına gətirilir.

Əgər A qeyri-terminalı üçün iki müxtəlif qayda varsa, məsələn,

$$A \rightarrow BtD, \\ A \rightarrow Cff,$$

onda A altproqramı giriş zəncirinin birinci simvoluna görə bu qaydaların hansının tətbiq olunmasının lazım olduğunu araşdırmalıdır. Bunu ancaq o zaman etmək olar ki, B qeyri-terminalı və D -dən çıxan ixtiyari zəncirlər müxtəlif simvollarla başlasınlar.

Alqoritmın adında "rekursiyalı" sözü ona görə işlədilir ki, B qeyri-terminalının təyində yenidən A qeyri-terminalına rast gəlinə bilər (ya da qrammatikada elə qayda olacaq ki, solunda yaxud da sağında A qeyri-terminalı olacaqdır). Beləliklə, B altproqramı öz növbəsində A -nı çağıracaqdır (ya da A altproqramı özü-özünü çağıracaqdır). Ona görə də enən araşdırma zamanı rekursiya mümkündür.

YÜKSƏLƏN ARAŞDIRMA

Yüksələn araşdırma alqoritmində stekdən istifadə olunur. Onu terminal və qeyri-terminallardan ibarət, yalnız sağ tərəfdən uzana, yaxud dəyişdirilə bilən söz kimi təsəvvür etmək olar. Məsələn, hesabı düsturlar qrammatikasına baxmaq olar:

$$F \rightarrow F + F \mid V \mid C \\ V \rightarrow x \mid y \\ C \rightarrow 1 \mid 2 \mid \dots \mid 9,$$

burada, F – qeyri-terminalı düsturu, V – dəyişən, C – sabiti işarə edir. Burada ancaq toplama əməliyyatı, iki x, y dəyişənləri və sabit kimi rəqəmlərlə kifayətlənmişlər.

$x+y+1$ zəncirini araşdıraraq. Alqoritm LR-proses adlanan prosesi modeləşdirir. İxtiyari addımda LR-prosesin vəziyyəti steklə və giriş zəncirinin oxunmamış hissəsiylə müəyyənləşir. Stek, elə bil, giriş zəncirinə qarşı döndərilmişdir. Başlanğıcda stek boşdur, giriş zənciri isə ilkin zəncirə üst-üstə düşür:

$$\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow x+y+1$$

Alqoritm iki hərəkəti yerinə yetirə bilər. Birinci *sürüşmə* adlanır və giriş zəncirinin birinci simvolunun stekə keçirilməsindən ibarətdir (ərəb hesablamalarında simvolların sağdan sola "atılması" kimi):

$$\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow x+y+1 \rightarrow \begin{bmatrix} x \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow y+1$$

Tutaq ki, stekin təpəsi, yəni steki təmsil edən sözün sonu hər hansı qaydanın, indiki halda $V \rightarrow x$ qaydasının sağ tərəfilə üst-üstə düşür. Onda stekin təpəsini qaydanın sol tərəfilə əvəz etmək olar. Bu əməliyyat uyğun qayda üzrə *burma* adlanır:

$$\begin{bmatrix} x \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow y+1 \rightarrow \begin{bmatrix} \\ \\ V \\ \end{bmatrix} \Leftarrow y+1$$

İndi $F \rightarrow V$ qaydası üzrə *burma* yerinə yetirilir, yəni stekin təpəsində V simvolu F ilə əvəz olunur:



$$\begin{bmatrix} \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow y+1 \rightarrow \begin{bmatrix} F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow y+1$$

Sonra iki dəfə sürüşmə yerinə yetirilir:

$$\begin{bmatrix} F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow y+1 \rightarrow \begin{bmatrix} F+ \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow y+1 \rightarrow \begin{bmatrix} F+y \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1$$

İndi $V \rightarrow y$ qaydası sonra $F \rightarrow V$ qaydası üzrə *burma* yerinə yetirilir:

$$\begin{bmatrix} F+y \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1 \rightarrow \begin{bmatrix} F+V \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1 \rightarrow \begin{bmatrix} F+F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1$$

və nəhayət, $F \rightarrow F+F$ qaydasına əsasən *burma* yerinə yetirilir, yəni stekin təpəsində $F+F$ zəncirinin qaydanın sol tərəfilə – F hərflə əvəz olunması baş verir:

$$\begin{bmatrix} F+F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1 \rightarrow \begin{bmatrix} F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1$$

Sonra iki dəfə sürüşmə yerinə yetirilir, ardınca $C \rightarrow 1$ qaydasına, sonra isə $F \rightarrow C$ qaydasına əsasən *burma* yerinə yetirilir. Axırncı addımda isə $F \rightarrow F+F$ qaydasına əsasən *burma* baş verir:

$$\begin{bmatrix} F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1 \rightarrow \begin{bmatrix} F+ \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1 \rightarrow \begin{bmatrix} F+1 \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow +1 \\ \begin{bmatrix} F+C \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow \rightarrow \begin{bmatrix} F+F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow \rightarrow \begin{bmatrix} F \\ \\ \\ \end{bmatrix} \Leftarrow$$

Axırda giriş zənciri tam oxunmuş olur, LR-prosesin steki isə qrammatikanın başlanğıc qeyri-terminallarını özündə saxlayır. Beləliklə, araşdırma uğurlu nəticə ilə sona çatdırıldı, giriş zənciri isə dilə məxsusdur.



Yüksələn araşdırma zamanı çoxqiy-mətlik əmələ gələ bilər. Belə ki, bəzi anlarda sürüşmə, yaxud burma yerinə yetirmək olar, ya da ki, burmanı müx-təlif qaydalar əsasında yerinə yetirmək olar. Araşdırma alqoritmində stekın təpə-sinə və giriş zəncirinin hansı hərəkətin yerinə yetirilməsini təyin edən birinci simvoluna əsasən sonlu avtomat qurulur. Bu avtomatın qurulmasının dəqiq proseduru vardır. Lakin real alqoritmik dillər üçün onun vəziyyətlərinin sayı minlərlə ölçülə bilər. İnsan üçün bu olduqca çətin. Kimsə bir dəfə əllə bütün vəziyyətləri yazmaq istəmişdirsə və araşdırma cədvəllərini doldurmuşdursa, yəqin ki, bənzər işi yenidən yerinə yetirməyə razılaşmaz, proqram yazar ki, bun-ları avtomatik yerinə yetirsin. Lakin belə proqram yazmaq lazım deyildir, o, artıq çoxdan yazılmışdır və YACC adlanır.

KOMPİLYATORLARIN YARADILMASININ LEX VƏ YACC INSTRUMENTAL VASİTƏLƏRİ

Mətnin sintaktik analizi (arəşdırılması) məsələsinin həlli üçün LEX və YACC (ing. Yet Another Compiler Compiler – daha bir “kompilyatorlar kompilyatoru”) proqramları nəzərdə tutulub. Sintaktik analiz iki mərhələdə yerinə yetirilir. Birincisində simvollar skaner vasitəsilə sözlərə (leksemlərə) ayrılır (ing. “scanner”). Bu, mətni avtomatik olaraq LEX proq-

ramıyla hasil edilən, “C” dilində olan proqramdır). Giriş faylı giriş dilinin müx-təlif tipli sözlərini təqdim edən requlyar ifadələrin siyahısından ibarətdir.

İkinci mərhələdə skaner tipini (dəyi-şən, sabit, açar söz) göstərməklə növbəti sözü və məlumatları parserə bildirir – məsələn, sabitlər üçün onların ədədi qiymətləri ötürülür. Parser yüksələn araşdırmanın (LR–araşdırmanın) alqorit-mini reallaşdırır. LR prosesi stekinə paralel olaraq parser proqramçıya arəşdırılan dilin anlayışlarıyla bağlı olan istənilən əlavə məlumatı saxlamaq və bu yolla ona vacib olan məsələni həll etmək imkanı verən semantik steki dəstəkləyir. Məsələn, ingilis dilindən Azərbaycan dilinə tərcümə zamanı sözlər üçün onla-rın mənasını, təyinlər üçün təyin olunan ismə istinadları saxlamaq lazımdır ki, cinsi və s. uzlaşdırmaq olsun.

C dilində olan parser proqramının mətni YACC–ın işinin nəticəsində yaranır. C proqramıyla yaradılmış YACC faylı daha sonra kompilyatoru reallaş-dıran böyük layihənin hissəsi kimi isti-fadə edilir.

Kompilyatorların hazırlanmasının belə texnologiyası “əllə” primitiv proq-ramlaşdırma ilə müqayisədə çox böyük üstünlüklərə malikdir. Birincisi, o, qüv-vələrə və vaxta qənaət edir, beləliklə də, səhvlərin olması ehtimalını azaldır. İkincisi, giriş dilinin kontekstdən–azad qrammatikası, sadəcə, uyğun gələn stan-dartdan köçürülür. Bu zamanət verir ki, bu yolla yaradılmış bütün kompilyatorlar standarta uyğun olacaq və hətta müxtəlif kompüterlərdə eyni cür (ən azından sin-taktik arəşdırma mərhələsində) işləyə-cək. Proqramların bir platformadan digərinə köçürülə bilməsi isə proqram-laşdırmanın ən ağırlı nöqtələrindən biri-dir. Nəhayət, parserin mətni olduqca gözəldir və ümumiyyətlə, elmi naili-yətlərdən praktikada istifadə etmək hə-mişə xoşdur.

PROQRAMLARIN DÜZGÜNLÜYÜNÜN İSBATI

Proqramların düzgünlüyünün isbatı riyazi teoremlərin isbatını xatırladır. Hər bir proqrama belə formada olan teorem kimi baxılır: “Əgər giriş verilənləri bir neçə şərti ödəyirsə, onda verilmiş proqram yerinə yetirildikdən sonra onun nəticələri üçün başqa bir neçə şərt doğru olacaqdır”. İsbat, adətən, aşağıdakı mərhələləri özündə birləşdirir:

1. Proqramda bir neçə nəzarət nöqtəsi ayrılır, onların hər biri üçün verilmiş nöq-tədə proqramın dəyişənlərinin vəziyyətini təsvir edən mühakimə formallaşdırılır. Bu mühakimələr isbat zamanı aralıq da-yaq nöqtələri kimi istifadə olunurlar (ri-yaziyyatda analoji rol *lemmalar* oynayır).

2. Proqramın məntiqinə əsaslanaraq, onun hansı nöqtədən hansı nöqtəyə keç-dinin mümkünlüyünün, bu zaman proq-ramın dəyişənlərinin qiymətlərinin hansı şərt daxilində və necə dəyişdiyini göstə-rən blok–sxemi tərtib olunur.

3. Hər bir keçid üçün aşağıdakı müd-dəə isbat olunur: əgər giriş nöqtəsində yazılmış mühakimə yerinə yetirilirsə, onda keçidin son nöqtəsində yazılmış mühakimə də yerinə yetiriləcəkdir. Əgər bu bütün keçidlər üçün doğrudursa, proqramın yerinə yetirilməsi son nöqtə-yə çatır və son mühakimə də doğrudur.

Sadalanan bəndlər göstərir ki, əgər proqram sona çatırsa, onun nəticələri doğru olacaqdır, lakin onlar zamanət ver-mirlər ki, o, sona çatacaqdır. Ona görə də tam isbat üçün mütləq bir bənd də olmalıdır:

4. İsbat olur ki, gec-tez proqramın yekun nöqtəsinə nail olunacaq. Bu, həm də proqramın bitməsidir.

Misal 1. Qarız kisələri vardır. Tərə-zinin gözələrinin köməyi ilə (çəki daşları-sız) ən ağır qarızkı tapmaq lazımdır.

Bu məsələnin mümkün həlli şəkildə blok–sxem şəklində verilmişdir. Onu alqoritmik olaraq belə yazmaq olar:



- (1) ən ağır qarızkı kisədədir
dlə nə qədər ki kisədə birdən çox qarızkı var
kisədən ixtiyari iki qarızkı tərəzinin göz-lərinə qoymaq
- (2) ən ağır qarızkı kisədə, yaxud tərəzi-dədir
daha yüngül qarızkı kənara qoymaq
daha ağır qarızkı kisəyə qaytarmaq
ds
- (3) kisədə düz bir qarızkı var – ən ağırı
kisədən ən ağır qarızkı götürmək.

Qeyd: fərz olunur ki, kisədə eyni çə-kiyə qarızklar yoxdur.

Blok–sxemdə nəzarət nöqtələri ba-laca dairələrlə qeyd olunmuşdur. uyğun mühakimələr alqoritmə şərtlər forma-sında yazılmışdır.

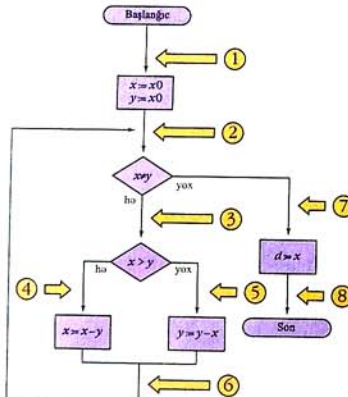
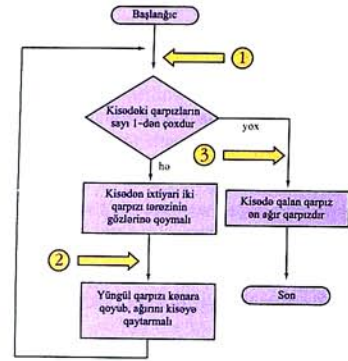
Bu alqoritm düzgünlüyünün isbatı:

1. Başlanğıc anda (1) şərti doğrudur: ən ağır qarızkı kisədədir.



2. Əgər (1) şərti doğrudursa, onda dövrə daxil olarkən (2) şərti doğrudur. Bu aydındır: bu nöqtələr arasında qarpızlar kisədən ancaq tərəziyə "çıxmışlar".

3. Əgər (2) şərti doğrudursa, onda dövrün növbəti keçidində (1) şərti doğrudur. Başqa sözlə, əgər (2) nöqtəsində ən ağır qarpız kisədə olmuşdursa, onda o, orada qalmışdır: (2) və (1) nöqtələri arasında kisədən heç nə çıxarmamışlar. Əgər (2) nöqtəsində ən ağır qarpız tərəzidə olsaydı, onda növbəti hərəkət yerinə yetirilərkən o, kisəyə qaytarılardı.



4. Əgər (1) şərti doğrudursa, onda dövrədən çıxdıqda (3) şərti doğru olacaq. (1) şərtinin yerinə yetirilməsi onu göstərir ki, kisə boş deyil. (3)-ə keçid ancaq o zaman mümkündür ki, dövrün şərti ödənməsin. Başqa sözlə, kisədə birdən çox qarpız yoxdur. Deməli, kisədə bir qarpız qalmışdır və (1) şərtinə uyğun olaraq o, ən ağır qarpızdır.

5. Alqoritmın yerinə yetirilməsi hökmən sona çatacaqdır, çünki dövrün hər bir icrası zamanı kisədə bir qarpız azalır.

Misal 2. Şəkilde iki tam ədədin ən böyük ortaq böləninin (ƏBOB) tapılması alqoritmının (Evklid alqoritmı) blok-sxemi və Pascal dilində prosedür təsvir olunmuşdur.

Bu alqoritmın düzgünlüyünü aşağıdakı kimi isbat etmək olar:

1. Nəzarət nöqtələrini ayırın və onlara uyğun mühakimələri yazın.

2. Mümkün keçidlər, şərtlər və dəyişənlərin dəyişilməsi şəkildən görünür.

3. Nəzarət nöqtələrində bütün mühakimələr doğrudur.

$$(1) x > 0, y > 0$$

Bu hal tərifə görə doğrudur.

$$(2) x > 0, y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x, 0)$$

Bu nöqtəyə keçid iki yerdən mümkündür: (1) və (6) nöqtələrindən. (1)-dən keçid proqramın işinin başlanğıcında baş verir. (6)-dan isə dövrün hər bir növbəti dönməsində. (2) mühakiməsinin doğruluğunu ayrılıqda hər bir keçid üçün isbat etmək lazımdır.

(1) və (2) nöqtələri arasında mənim-səmələr yerinə yetirilir: $x := x_0; y := y_0$. Bu mənim-səmələrdən sonra $x = x_0, y = y_0$. Əgər (1) ödənersə, onda (2)-nin doğruluğu aşkardır.

(6) və (2) arasında ümumilikdə heç bir hərəkət baş vermir, mühakimələr isə bu nöqtələrdə üst-üstə düşür. Beləliklə, əgər (6) ödənersə, onda (2) də ödənəcəkdir.

(2) mühakiməsi həmişə dövrün invariantı adlanan şərtinin yoxlanılmasından əvvəl yerinə yetirilir.

$$(3) x > 0, y > 0, x < y, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x, y)$$

(2)-dən (3)-ə keçərkən dəyişənlərin qiymətlərində heç bir dəyişiklik yoxdur, deməli (2) mühakiməsinə daxil olan bütün şərtlər doğru qalır. (3) nöqtəsində onlara dövrün başlığından şərt əlavə olunmuşdur $-x < y$. Burada o, mütləq doğrudur, çünki, əks halda dövrün gövdəsi yerinə yetirilməzdi.

$$(4) x > y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x, 0)$$

(4) nöqtəsində $x > y$ şərti daxilində (3)-dən keçid baş verir. Əgər bu şərti (3) mühakiməsinə əlavə etsək, (4) mühakiməsi alınacaqdır.

$$(5) y > x > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x, 0)$$

Əgər əvvəlki, $x > y$ şərti ödənmirsə, yəni, $y > x$ olduqda (5) nöqtəsinə (3)-dən keçirik. $y = x$ halı istisna olunur, çünki, (3)-də iddia olunur ki, $x < y$. Əgər $y = x$ olarsa, keçid mümkün olar.

$$(6) x > 0, y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x, 0)$$

(6) nöqtəsinə (4) və (5)-dən keçirik. (4)-dən keçid zamanı $x := x - y$ mənim-səməsi yerinə yetirilir. Fərz edək ki, x -in köhnə qiyməti (mənim-səməyə qədər) x_k , mənim-səmədən sonra isə x_{-y} olmuşdur.

(4)-ə uyğun olaraq $x_k > y$, ona görə də $x_{-y} = x_k - y > 0$.

Tutaq ki, d x_k və y kəmiyyətlərinin ixtiyari ortaq bölenidir. Aydındır ki, $x_k - y$ d -yə bölünəcək. Deməli d x_{-y} və y -in ortaq bölenidir.

İndi isə tutaq ki, d x_{-y} və y -in ixtiyari ortaq bölenidir. Aydındır ki, $x_{-y} + y$

cəmi d -yə bölünür. Deməli d x_k və y -in ortaq bölenidir.

Buradan o nəticə alınır ki, x_k k ilə y -in ortaq bölenləri çoxluğu, x_{-y} y -in ortaq bölenləri çoxluğuyla üst-üstə düşür. Deməli, bu cütlerin ən böyük ortaq bölenləri də üst-üstə düşür, yəni:

$$\text{ƏBOB}(x_{-y}, y) = \text{ƏBOB}(x_k, y).$$

(6) mühakiməsi isbat olundu.

$$(7) x = y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x, 0)$$

$x < y$ şərti pozulduqda, başqa sözlə $x = y$ olduqda, (2)-dən (7)-yə keçid baş verir. (7) iddiası elə (2) iddiasına $x = y$ şərti əlavə olunduqdan sonra alınan iddiadır.

$$(8) d = \text{ƏBOB}(x, 0)$$

(7)-də iddia olunur ki, $x = y$. ƏBOB(x, x) = x , deməli $d := x$ mənim-səməsindən sonra (8) şərti ödənilir.

4. Proqram mütləq sona çatacaqdır, çünki hər bir icra zamanı x ədədlərindən böyüyü azalır, ədədlər isə bu zaman müsbət qalmalıdır.

EVKLİD ALQORİTMİ PASCAL DİLİNDƏ

procedure Euclid (x_0, y_0 : integer; **var** d : integer)

var x, y : integer

begin

((1) $x > 0, y > 0$)

$x := x_0; y := y_0$;

((2) $x > 0, y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x_0, y_0)$)

while $x < y$ **do begin**

((3) $x > 0, y > 0, x < y, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x_0, y_0)$)

if $x > y$

then ((4) $x > y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x_0, y_0)$)

$x := x - y$

else ((5) $y > x > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x_0, y_0)$)

$y := y - x$

((6) $x > 0, y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x_0, y_0)$)

end

((7) $x = y > 0, \text{ƏBOB}(x, y) = \text{ƏBOB}(x_0, y_0)$)

$d := x$;

((8) $d = \text{ƏBOB}(x_0, y_0)$)

end



Evklid.

Həmişə dövrün şərtinin yoxlanılmasından əvvəl yerinə yetirilən mühakimə dövrün invariantı adlanır.



PROQRAMLAŞDIRMA DİLLƏRİ

LOGO PROQRAMLAŞDIRMA DİLİ

LOGO proqramlaşdırma dilini pedaqogika, riyaziyyat, psixologiya və informatika sahələrində öz işləri ilə məşhur olan, görkəmli amerika alimi Seymour Paypert 1969-cu ildə yaratmışdır. Dilin əsas ideyası icraçının kompüterin köməyi ilə idarə olunan fəaliyyətinin proqramlaşdırılmasından ibarətdir. Əslində, LOGO icraçının idarəetmə dilidir. LOGO proqramlaşdırma sisteminin çoxsaylı reallaşdırımları içərisində eləsi də var ki, orada proqramla idarə olunan icraçı rolunu aparat robot-



ları oynayır. Lakin proqram-reallaşdırılmış icraçı Tisbağa daha çox şöhrət qazanmışdır. Tisbağa qaldırılmış, yaxud endirilmiş qələmlə müstəvi üzərində hərəkət edir və bu ona müstəvi üzərində iz, başqa sözlə hərəkətin çəkilmiş trayektoriyasını qoymağa imkan verir.

Tisbağa tərəfindən qəbul edilən və yerinə yetirilən komandalar sistemi, bir qayda olaraq, sadədir və çox deyildir. Bu komandalar sistemində, xüsusən, istifadəçi tərəfindən verilmiş uzunluqda irəliyə və geriye yerdəyişmə, göstərilmiş bucaq qədər dönmə, həmçinin çəkmə alətlə əməliyyatlar – “qaldırmaq” və “endirmək” daxil edilmişdir.

LOGO balaca məktəblilərə proqramlaşdırmanın öyrədilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bu dil ölməmişdir (bir çox süni dillər belə olmuşdur), artıq 40 ilə yaxındır ki, yaşayır və inkişaf edir. Bu faktın özü sübut edir ki, seçilmiş predmet sahəsi (uşaqlara erkən yaşda informatika-

nın öyrədilməsi) və dilin yaradıcılarının təklif etdikləri vasitələr bir-birləri ilə yaxşı uzlaşırlar.

Tisbağa ilə idarəetmə dilində təkrarlanmalar və budaqlanmaların köməyi ilə yaradılmış idarəedici strukturlar qurulmuşdur. Tipik nümunə – LOGO dövrü:

TƏKRARLA 360 [İRƏLİ 1 SAĞA 1]

Bu dövr 360 parçadan ibarət çevrə çəkir,

ƏGƏR :A [SAĞA 90] [SOLA 90]

şərti komanda isə Tisbağanı düz bucaq altında cari :A dəyişənin qiymətindən asılı olaraq sağa, yaxud sola dönməyə məcbur edir.

LOGO-da prosedurlar sadə, təbii şəkildə yazılır və istifadə olunurlar. Ona görə də, informatikanın fundamental anlayışlarından biri kimi prosedur ən birinci dərslərdə öyrədilir. Həqiqətən,

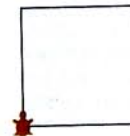
TƏKRARLA 4 [İRƏLİ 10 SAĞA 90]

dövrü asanlıqla KVADRAT prosedurunı təsvir etməyə imkan verir:

BU KVADRAT
TƏKRARLA 4 [İRƏLİ 10 SAĞA 90]
SON

Burada, KVADRAT adlanan prosedurun birinci sətri yadda saxlama (yerinə yetirmə yox!) rejimini qoşur, başlığı təsvir edir. SON sözü isə tamamlayan təsvirdir və proqramı yadda saxlama rejimindən yerinə yetirmə rejiminə qaytarır. Bundan sonra prosedurun, sadəcə, çağırılması ilə, yəni onun adının verilməsi ilə kvadratı çəkmək olar.

KVADRAT



Məsələn, aşağıdakı prosedurun köməyi ilə kvadrat kərpicləri üst-üstə döşəməklə divarın qurulması prosedurunı (DIVAR) yazmaq olar (bu prosedur KVADRAT prosedurunı çağırır):

BU DIVAR
TƏKRARLA 4

| KVADRAT
| QƏLƏMİ QALDIR
| İRƏLİ 10
| QƏLƏMİ ENDİR

SON

DİVAR



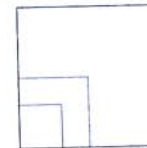
Seymour Paypert.

Prosedurların təsvirində bu qədər təbii formada da parametrlər daxil edilir: tərəflərinin uzunluğu müxtəlif olan kvadrlar çəkmək lazım gələrsə, onda bu məqsədlə proseduru parametrlə təsvir etmək faydalı olar (TƏRƏF kəmiyyəti KVADRATCIQ prosedurunun parametri-dir):

BU KVADRATCIQ :TƏRƏF
TƏKRARLA 4
| İRƏLİ :TƏRƏF SAĞA 90
|
SON

İndi faktiki parametrlərin müxtəlif qiymətlərlə eyni KVADRATCIQ prosedurunı çağırmaqla müxtəlif ölçülü kvadrlar çəkmək olar:

KVADRATCIQ 10
KVADRATCIQ 20
KVADRATCIQ 30



Bir halda ki, bir prosedur digərini çağırmağa qadirdirsə və prosedurlar bir-birlərinə daxil olaraq zəncir əmələ gətirir.



rirlərsə, onda belə bir xüsusi halı da təsvir etmək olar.

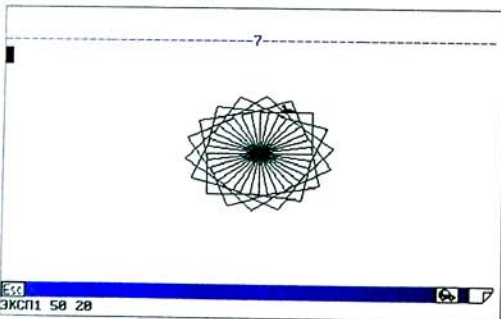
Çağırən və çağırılan prosedurun adları üst-üstə düşür, başqa sözlə proseduru özü-özünü çağırır. Proseduru, eyni adla çağırən (bilavasitə, yaxud bir-birinə daxil olan çağırışlar zəncirilə) proseduru *rekursiv*, uyğun çağırışı *rekursiv çağırış*, yaxud qısaca olaraq *rekursiya* adlandırılır. LOGO-da belə çağırışlara icazə verilir (elə dillər vardır ki, onlarda *rekursiv çağırışlara* prinsipə icazə yoxdur). Bu *rekursiv* proseduru Tısbəğanı eyni bir yolla dayanmadan hərəkət etməyə (kvadrat çəkməyə) məcbur edəcəkdir:

```
BU KVADRATCIQ :TƏRƏF
  TƏKRARLA 4
  |
  | IRƏLİ :TƏRƏF SAĞA 90
  |
  | KVADRATCIQ :TƏRƏF
  |
  SON
```

Çağırış parametrinin qiymətinin (faktiki parametrin) bir *rekursiv* çağırışdan digərinə keçdikdə dəyişməsi daha maraqlı *rekursiv* çağırışlardır. Belə prosedura misal:

```
BU NAXİŞ :A
  TƏKRARLA 8
  | IRƏLİ :A SAĞA 45]
  NAXİŞ :A + 2
  SON
```

50 addım və
20 bucaqlı spiral.



və onunla çəkilmiş şəkil:

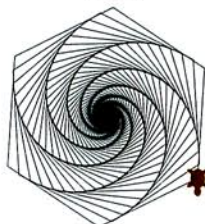
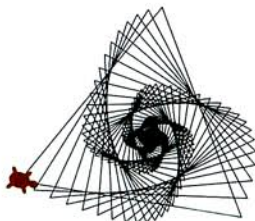
NAXİŞ 10



Spiral çəkən *rekursiv* prosedurun iki parametri vardır – *ADDIM* və *BUCAQ*:

```
BU SPIRAL :ADDIM :BUCAQ
  IRƏLİ :ADDIM SAĞA :BUCAQ
  SPIRAL (:ADDIM + 5) :BUCAQ
  SON
```

Bucağın müxtəlif qiymətlərinə uyğun spiralara bir neçə nümunə:



Mürəkkəb olmayan, ancaq daha çox cəlbədicə başqa bir misal. Burada hər bir *rekursiv* çağırışda yerdəyişmənin uzunluğu deyil, dönmə bucağı dəyişir:

```
BU SPIRAL :ADDIM :BUCAQ
  IRƏLİ :ADDIM SAĞA :BUCAQ
  SPIRAL (:ADDIM + 5) :BUCAQ + 7]
  SON
```

Bu prosedurun yerinə yetirilməsinin nəticəsi:



İllər ərzində inkişaf edən Paypertin Tısbəğanı və onu idarə edən LOGO dili çoxlu yeni imkanlar əldə etmişdir. Əvvəlcə rənglərin idarə olunması vasitəsi meydana gəlmişdir. Bir qədər sonra Tısbəğa melodiyalar səsləndirməyi “öyrənmişdir”. Bir proqramda eyni zamanda bir neçə icraçının idarə olunması imkanı yaranırdıqdan sonra LOGO-da işləmək daha maraqlı olmuşdur.

LOGO dili öz alətlər dəsti içərisində təkcə Tısbəğanın yeni imkanlarına xidmət üçün vasitələri əks etdirməmişdir. O, proqramlaşdırılan icraçıya yeni “bacaqlar” öyrətməyə imkan verərək avtonom inkişaf etmişdir.

Ədədi informasiya ilə işləyən zaman hesablaşma imkanlarının və mətn tipli informasiyanın emalının geniş vasitələrinin varlığı sayəsində LOGO dili təkcə qrafika ilə işləməyə deyil, başqa vasitələrlə də informasiyanın təqdimatına imkan verir.

LOGO siyahılar kimi verilənlər strukturunun emalı üçün də effektiv üsullar təklif edir. Çox önəmlidir ki, *rekursivlik* ideyası idarəedicə strukturlarda olduğu kimi ardıcıl olaraq verilənlər strukturunda da tətbiq edilir. Bax, nümunə üçün “DAYAN” sözünün ardıcıl olaraq KƏSİLMƏ-si LOGO-da necə proqramlaşdırılmışdır:

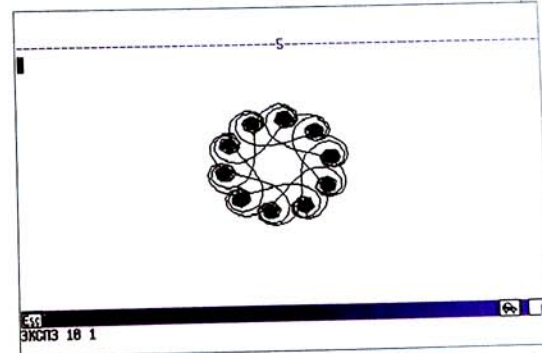
```
BU KƏSİLMƏ :SÖZ
  CÖSTƏR BİRİNCİSİZ :SÖZ
  KƏSİLMƏ BİRİNCİSİZ :SÖZ
  SON
```

Ekrana belə sözlər sütunu çıxarılacaqdır:

```
AYAN
YAN
AN
N
```

LOGO-da “tədris” və istehsalat dilərinin imkanları uğurla uzlaşır. Bu dilin müxtəlif tətbiq sahələrinin maraqlı inqisariyasını fransız şəhəri Le-Manedə professor M. Vive tərəfindən yaradılmış elmi mərkəz nümayiş etdirmişdir. Burada eyni zamanda ibtidai məktəbdə proqramlaşdırmanın öyrədilməsi; informatika üzrə ixtisaslaşan universitet tələbələrini hazırlanması; regionun ədədi proqramlarla idarə olunan dəzgahlardan geniş istifadə olunan sənaye müəssisələrində ixtisaslaşmış fəhlələrin təkmilləşdirilməsi; informasiya texnologiyalarının insanların düşüncə və yaradıcılığına təsirini öyrənən psixoloqların tədqiqatları keçirilib. LOGO müxtəlif səviyyəli və müxtəlif yaradıcılıq sahəsindən olan istifadəçilər üçün effektiv alət rolunu oynayır.

10 addım və
1 bucaqlı spiral.





LOGO təkcə dilin və Tisbağanın funksiyalarının artması hesabına inkişaf etməmişdir. Onun dünyada geniş yayılması birinci növbədə müxtəlif çeşiddə leksik versiyalarının olması ilə əlaqədardır. Praktiki olaraq hər bir inkişaf etmiş ölkədə bu dilin milli versiyası istifadə olunur. Fransız dilinin əsasında, həmçinin elə ingilis (LOGO-nun birinci versiyası leksikada yaradılmışdır) dilinin əsasında da latın dilindən istifadə olunmuşdur. Buna baxmayaraq, onlar gənc fransız məktəblilərinə LOGO-nun fransız açar sözlərini başa düşən Tisbağa haqqında danışmağa üstünlük verirlər.

Milli dillərində kiril əlifbasından istifadə olunan ölkələrdə də oxşar vəziyyət yətdir. Slavyan dillərinin yaxınlığına baxmayaraq, LOGO rus, ukrayna və bolqar versiyalarında mövcuddur. Bundan əlavə rus məktəblərində LOGO dilinin öyrədilməsində tez-tez belə tapşırıqlar qoyulur: ingilis dilindəki komandalarn

PROQRAMLAŞDIRMA DİLLƏRİNİN TARİXİ

Ev heyvanlarının öyrədilməsinin (əhliləşdirilməsinin) ən geniş yayılmış üsulu onlara "oturmaq", "uzanmaq" və sair kimi məhdud komandalar yığınının öyrədilməsidir. Lakin bu üsul pişiklər fəsiləsinə həmişə tətbiq oluna bilmir. Onlar sözbəxan deyildirlər, bu azmış kimi,



köməyilə Tisbağanın hərəkətlərini proqramlaşdırmaq. Uşaqlar da bunu asanlıqla edirlər:

BU FORWARD :ADDIM BU LEFT :BUCAQ
İRƏLİ :ADDIM SOLA :BUCAQ
SON SON

Proqramlaşdırma dilində leksik versiyaların belə müxtəlifliyi zəruridirmi? Əgər söhbət C, FORTRAN, Ada kimi "professional", sənaye dillərindən, yaxud yuxarı sinif şagirdləri və tələbələrini informatikanın öyrənilməsində istifadə etdikləri Pascal kimi dillərdən getsəydi, bu suala ehtimal ki, mənfi cavab alınardı. Lakin, heç də sadə olmayan fundamental anlayışlarla dolu olan proqramlaşdırma fənninin əlifbasını, ilk anlayışlarını mənimsəmək istəyən azyaşlı məktəblilərin əlavə metodiki maneələrdən azad olunması çox vacibdir. Şübhəsiz, özge, xarici dilin leksikası da maneə hesab olunmalıdır. Bu baxımdan LOGO dilinin müxtəlif versiyalarına ehtiyac var.

komandaları da yaxşı başa düşürlər. Bəzi gələcəyi görən sahiblər inadçı yetişdirmələri ilə onların öz dilində danışmaqla (fişildamaqla, miyoldamaqla və s.) praktiki olaraq tam şəkildə qarşılıqlı anlaşma əldə edirlər.

Kompüterin mərkəzi qurğusu olan prosessorun da özünün xüsusi dili vardır və kompüterin proqramçını "başla düşməsinə" təmin etməklə olduqca mürəkkəb məsələdir.

Prosessor üçün komandaları necə kodlaşdırmaq lazımdır. Məsələn, ədədi formada təsvir etmək olar: 1 – toplama, 2 – vurma, 3 – bölməni və sair işarə edə bilər. Komandalardan əlavə prosessor bu və ya digər əməliyyatın yerinə yetirilməsi üçün zəruri olan verilənlər təqdim olunur. Tutaq ki, hər hansı xəyali prosessorun komandalarının yazılışı sadəlik üçün belə formadadır:

komanda- nın kodu	birinci operand	ikinci operand	nəticə üçün oyuq
----------------------	--------------------	-------------------	---------------------

Komandalar üçün verilənlər, yəni operandlar isə belə yazılır:

00 xx – xx ədədi;
01 xx – yaddaşın xx nömrəli oyuğu.

Onda 1 və 2 oyuqlarında yerləşmiş iki ədədin ədədi ortasını tapan proqram belə olar:

01	0101	0102	0103
03	0103	0002	0103

Yaxud, əgər onu bir sətirdə yazsaq belə olar:

01 01 01 01 02 01 03 03 01 03 00
02 01 03

Hətta belə sadə proqram üçün *maşın kodu* müəmmalı şifrlərdən ibarətdir. Bu kodları başa düşmək üçün Şerlok Holmsın bacarıqlarına malik olmaq lazımdır. Müasir, real kompüterlərdə maşın kodu xeyli mürəkkəbdir. Belə kodlarla proqramlaşdırmaq və proqramı yoxlamaq çox çətin idi və əlverişli deyildi, çünki bütün əməliyyatlar üçün ya onların kodlarını və formatlarını yadda saxlamaq, ya da həmişə xüsusi cədvəllərdən istifadə etmək lazım gəlirdi. Kodlaşdırma zamanı xırdaca diqqətsizlik, yazılarda səhv, qarışıq salınmış ədədlər qabaqcadan bilinməyən nəticələrə səbəb olurdu. Belə səhvlərin tapılması isə çox çətin olurdu, çünki proqramçının qarşısında bu və ya digər dərəcədə aydın dildə təsvir olunmuş alqoritm deyil, rəqəmlər yığını dayanırdı.

Proqramçılar öz yaşamlarını yüngülləşdirmək üçün, xırda detallara vaxt itirmədən və kodlaşdırmanın özünə fikir vermədən proqramlar yazmağa imkan verən alətlər yaratmaq üsullarını axtarırdılar. Onlar yorucu və ağır işləri, belə işləri hamıdan yaxşı bacaran kompüterə həvalə etmək, özləri isə insanın daha



yaxşı bacardığı yaradıcı işlərlə, alqoritmlərin tərtiblə məşğul olmaq istəyirdilər.

PROQRAMLARIN MNEMONİK YAZILIŞINA KEÇİD. ASSEMBLER DİLİ

İnkişafın norması sadədən mürəkkəbədir. Proqramlaşdırma komandalarnın simvollarla işarə olunması sisteminin yaradılması birinci addım olmuşdur. Komandalar əməliyyatları göstərən adi sözlərin qısaltmaları ilə təsvir olunurdular. İdeyanın sadəliyinə baxmayaraq, onun reallaşdırılması mövcud proqramların qavranmasının güclü şəkildə yaxşılaşdırılmasına, səhvlərin sayının azaldılmasına və proqramçıların işini yüngülləşdirməyə imkan vermişdir.

Simvollarla işarələmənin köməyilə yazılmış proqramlara nümunə:

TOP YN'1, YN'2 > YN'3
BÖL YN'3, 2 > YN'3

Bu onu göstərir ki, Yaddaşın №1 və №2 oyuqlarını TOPla, nəticəni Yaddaşın №3 oyuğuna yerləşdir. Sonra Yaddaşın №3 oyuğunu 2-yə BÖLərək nəticəni yenə Yaddaşın №3 oyuğuna yerləşdir.

Komandaların yazılışının belə simvollar sistemi *mnemonik* (yun. "mneme"





– “yaddaş”), yəni “yadda saxlamaq üçün asan” adlanır.

Lakin təkcə mnemonik yazılış proqramların effektiv yaradılması üçün azdır. Proqramçılar həmişə “velosiped ixtira etmək” – eyni bir hərəkət üçün kod yazmalı olurdular. Bu və ya digər alt məsələni həll edən proqram kodu hissələrini, əlbəttə, sonradan istifadə üçün saxlamaq olar. Lakin belə saxlanılmış kodun qiyməti böyük deyildir, çünki yeni proqramların yaradılması zamanı dərhal onlardan istifadə etmək olmaz. Maşın kodunun hissələri təkcə konkret prosessorla, kompüterə deyil, eləcə də onların yazılmış olduğu, başqa sözlə hissi olduğu proqrama da “bağlanmış” olurdu. Maşın kodunda hesablamaların nəticələrini saxlamaq üçün yaddaşın oyuqlarının ünvanları və hər hansı hadisənin baş verməsi zamanı idarəetmənin ötürüldüyü ünvan aşkar şəkildə verilir. Yeni proqramda isə yaddaşın bu oyuqları tamamilə başqa cür istifadə oluna bilər. Qəflətən bütün küçələrinin adları dəyişdirilmiş şəhərdə sürücü özünü necə hiss edərsə, köhnə maşın kodu da özünü yeni proqramda elə “hiss edərdi”. Yol vərəqi sürücünü şəhərin tamamilə başqa bir hissəsinə gətirərdi.

İdeyanı, alqoritmi və ümumi həll prinsipini saxlamaq olardı. Maşın kodunun özünü isə hər dəfə yenidən yazmaq



(yaxud düzəlişlər aparmaq) lazım gələrdi.

Məsələnin həlli üçün yaddaşın oyuqlarının ünvanlarını və kodun hissələrini adlandırma sistemi fikirləşdilər. Yaddaşın hər bir oyuğuna özünün bənzərsiz adı mənimsədildirdi, sonra isə proqramda artıq yaddaşın oyuqlarının nömrəsi deyil, uyğun adlardan istifadə olunurdu:

AD “X”	YN#1
AD “Y”	YN#2
AD “NƏTİCƏ”	YN#3

TOP X, Y	> NƏTİCƏ
BÖL NƏTİCƏ, 2	> NƏTİCƏ

Beləliklə, ayrı-ayrı alt məsələlərin həlli üçün, kodun hissəsinin bir tam kimi ayrılması mümkün oldu. Bu balaca proqramlar *altproqramlar*, yaxud *prosedurlar* adlanırlar. Prosedurda onun işi üçün zəruri olan, ciddi təyin olunmuş başlanğıc verilənlər yığını və onun işinin nəticələri olan çıxış verilənləri yığını vardır.

Rahatlıq üçün prosedurları *prosedurlar kitabxanasında* birləşdirirlər. Adətən, eyni bir kitabxana çərçivəsində olan prosedurlar eyni, yaxud oxşar məsələlərin həlli üçün tətbiq olunur, oxşar qaydalara malik olur və birgə istifadə üçün təyin edirlər. Cəbri tənliliklərin həlli üçün, səs və videonun emalı üçün və hətta digər kitabxanalarla işləmək

üçün prosedurlar kitabxanası mövcud ola bilər.

Ancaq təkcə proqramların gözəl yazılış sistemini fikirləşmək yetərli deyil. Belə proqramları kompüter yerinə yetirə bilməz, ona maşın kodları lazımdır. Mnemonik yazılış koda çevirmə proseduru sadə, addım-addım təlimatlar şəklində təsvir etmək asandır. Lakin, əgər onu insan yerinə yetirəcəksə, onda yeni sistemin üstünlükləri əvəzinə böyük sayda səhvlər əmələ gələcək və bu çox vaxt aparacaqdır. Bunun kimi darıxdırıcı, sırf mexaniki, yorucu və sadəcə maraqsız, eyni zamanda məsuliyyətli işi (cədvələ görə bir işarələr – operatorlar yığınının əvəzinə digər işarələr – əməliyyatların yığınının qoymaq) kompüterə həvalə etmək lazımdır.

1952-ci ildə amerikalı qadın Qreys M. Hopper dünyada ilk mnemonik proqramlaşdırma dili olan Assembler dilini yaratdı. Onun adı “assemble” ingilis sözündən götürülmüşdür, “yığmaq”, “quraşdırmaq” mənasını verir. O, özündə mnemonik komandalar sistemini (komandaların siyahısı), prosedurlar kitabxanasını və proqram mətnlərini maşın koduna çevirmək üçün xüsusi proqramı birləşdirirdi. Maşın kodunun alınmasının belə proseduru *kompilyasiya* (ing. “compile” – “tərtib etmək”, “yığmaq”), onu həyata keçirən proqram isə *kompilyator* adlanır. Bunları da Qreys M. Hopper düşüncə tapmışdır.

Bu, proqramlaşdırma dilinin həm insana, həm də kompüterə aydın olan xüsusi dil kimi yaradılması sahəsində birinci addım olmuşdur. O vaxta qədər ancaq bir dil – kompüterlərin dili mövcud olmuşdur, insan isə daha ağıllı varlıq kimi, sadəcə, həmin dildə “danışmışdır”.

İkinci addım – prosedurlar kitabxanasının yaradılması, yəni kodun təkrarən istifadə olunmasıdır. Buna qədər, bir az şişirtsək, hər bir proqramçı hər dəfə

hazır dərslərdən istifadə etməklə, təməl biliklərə əsaslanaraq yeni nə isə ixtira etmək əvəzinə öz cəbrini, həndəsəni, kimyasını “fikirləşməli” olurdu. Prosedurlar kitabxanası proqramçılara yeni mürəkkəb proqramları sürətlə və keyfiyyətlə yaratmağa imkan verdi.

Bu iki istiqamət yeni dillərin və proqramlaşdırma sistemlərinin inkişafı üçün əsas rol oynadı.

DÜSTURLAR, DÜSTURLAR, DÜSTURLAR... FORTRAN

Assembler dili tətbiqi proqramlar və əməliyyat sistemləri yaradan proqramçılar üçün yaxşı dil idi. Lakin onun mnemonikliyinə baxmayaraq, o, dövrün əsas kompüter istifadəçiləri olan, mürəkkəb riyazi hesablamalar aparan alimlər üçün yaramırdı.

Assembler dili maşın koduna yaxın olduğuna görə onu öyrənmək çətindir. Bundan əlavə, o, müəyyən prosessor üçün nəzərdə tutulduğundan, bir neçə kompüterdə işləyən insan bəzən çox fərqli olan müxtəlif dilləri (müxtəlif Assemblerlər) bilmək məcburiyyətində qalırdı. Nəhayət, Assembler dili maşın kodunun bir qədər “insanlaşdırılmış” yazısı idi. Bu dildə proqramlaşdırmaq üçün bütün hərəkətləri sadə kəpəciklər şəklində təqdim etmək, mürəkkəb düsturları ayrı-ayrı əməliyyatlar ardıcılığına parçalamaq lazımdır. Proqramçı beynində daha ümumi kateqoriyalara əməliyyat aparır: düsturu hesablamaq, ədədi ekrana çıxarmaq, əməliyyatı on dəfə təkrar etmək və sair.

Bu problemlərin həlli üçün, ixtira olunması zamanı yeni üsul (dilin qabaqcadan hazırlanmış spesifikasiyalara və təsvirlərə görə yaradılması) tətbiq olunmuş proqramlaşdırma dili təklif olundu.

IBM firmasının əməkdaşları yeni proqramlaşdırma dilini ətraflı təsvir edən sənədlər və ona tələblər hazırladılar.



Qreys Hopper.



"Terminator" və "Terminator-2" filmlərində Assemblerla proqramlaşdırılmış robot-qatil.



Assembler dilindən fərqli olaraq, o, maşın kodu əsasında deyil, kompüterə aydın olan dil kimi deyil, insana olverişli dil kimi yaradılmışdır.

1956-cı ildə Con Bokusun rəhbərlik etdiyi proqramçılar qrupu tərəfindən yeni, insana daha yaxın proqramlaşdırma dili üçün ilk kompilyator yaradıldı. O, FORTRAN adlandırıldı (ing. "formula translation" – "düsturun çevrilməsi").

Yeni proqramlaşdırma dili universal oldu, yəni eyni bir proqramı müxtəlif kompüterlərdə işlətmək reallığa çevrildi (təbii ki, əvvəlcədən kompilyasiya

etməklə). O, düsturları insana aydın şəkildə yazmağa imkan verdi. Məsələn, ədədi ortanın hesablanması aşağıdakı kimi görünür:

$$RES = (A + B) / 2$$

Artıq belə yazılış adı riyazi yazılış yaxındır və kompüter üçün proqram yazan insan heç olmazsa, düsturları yazmağı öyrənməli olmur. Hesablamaların vahid düsturlar şəklində məntiqi göstərilməsindən əlavə FORTRAN zəngin riyazi funksiyalar kitabxanası da təqdim etdi. Məsələn, kvadrat kökün hesablanması üçün xüsusi SQRT proseduru çağırmaq kifayətdir:

$$RES = SQRT(169)$$

Bu prosedur mürəkkəb düstura operantlardan biri kimi də daxil ola bilər:

$$X1 = (-B - SQRT(B*B - 4*A*C)) / (2*A)$$

Assembler dilində kvadrat tənliyin köklərinin hesablanması çoxlu maşın kodu sətirləri tutardı. Kvadrat kökün hesablanması əməliyyatını da proqramlaşdırmaq, yaxud heç olmasa, prosedurlar kitabxanasından götürmək lazım gələrdi. Yalnız dörd hesab əməlinə istifadə etməklə kvadrat kökün hesablanması üçün alqoritm fikirləşmək çətinidir.

PROSEDURLU PROQRAMLAŞDIRMA

Altproqramlar, yaxud prosedurlar "kitabxanası" termini hələ Assembler dilinin yaradılması zamanı meydana gəlmişdir. Kodun tam vahid kimi tərtib olunmuş, ayrılmış hissələri altproqramlardır. Proqramçı verilənlərin altproqrama necə ötürüldüyünü (məsələn, operativ yaddaşın oyuqları vasitəsilə), altproqramın kimin onu çağırıldığını necə yadda saxladığını və altproqramın idarəetməni geriye necə ötürdüyünü təyin müəyyənləşdirməli idi.

Altproqramların çağırılması haqqında olan bu razılaşmalar müxtəlif kitabxanalarda müxtəlif idi. Bundan başqa, bu razılaşmalar eyni kitabxana daxilindəki müxtəlif altproqramlar üçün də müxtəlif ola bilərdi.

Proqramçıların effektiv işinin təşkili üçün altproqramların yazılması və istifadəsi prosesinin standartlaşdırılması və avtomatlaşdırılması tələb olunurdu. Bu, FORTRAN dilində həyata keçirildi. Başqa sözlə, altproqramlar, altproqram kitabxanaları artıq nə isə xarici, dilə "əlavə tikili" deyildi və birbaşa onun özündə yaradılmışdı.

Prosedurun yerinə yetirilməsindən qabaq onun işləyəcəyi verilənləri, yəni giriş verilənlərini ona ötürmək lazımdır. Prosedurun nəticəsi çıxış verilənləri adlanır. Əgər bu kvadrat tənliyin köklərini hesablayan prosedurdursa, onda onun üçün giriş verilənləri məchulun qüvvətləri qarşısındakı üç əmsal, çıxış verilənləri isə axtarılan iki kök olacaqdır (ola bilər ki, kök bir dəfə olsun, köklər olmasın, yaxud istənilən ədəd tənliyi ödəmiş olsun. Onda prosedurun çıxışında bir parametirin – axtarılan köklərin sayının da olması lazımdır).

Prosedur giriş, yaxud çıxış parametrlərinə, bəzən isə onların heç birinə malik olmaya bilər. Cari zamanın alınması prosedurunun giriş verilənləri yoxdur, o, vaxtı kompüterin "içərisindən" götürür. Ədədi çap edən prosedura aşkar çıxış verilənləri yoxdur, onun işinin nəticəsi ekranda, yaxud printerdən çıxan kağızda olan təsvirdir. Sistemin bütün sort disk-lərini formatlaşdırılan prosedur nə giriş, nə də çıxış parametrlərinə malik deyildir. Onlar ona lazım deyildir, prosedur onsuz da nə etmək lazım olduğunu bilir və bayıra verməli verilənləri də yoxdur, hər şey göz qabağındadır.

FORTRAN dilində prosedur təsvir olunan zaman ona ad verilir. Prosedur məhz həmin ad vasitəsilə çağırılacaq-



dır. Elə bu sətirdə də giriş və çıxış parametrləri təsvir olunurlar. Hər bir verilənlər elementinə ad mənimədsədir ki, prosedurun daxilində bu addan istifadə olunacaqdır:

SUBROUTINE SQ (A, B, C, X1, X2)

Verilmiş misalda SQ adlı prosedur təsvir olunmuşdur. Onun üç giriş parametri – A, B, C və iki çıxış parametri – X1, X2 vardır. Nələrin giriş, nələrin isə çıxış parametrləri olduğunu proseduru yazan proqramçı müəyyən edir və onların proqramın kodunda olan, lakin kompilyator tərəfindən fikir verilməyən şərtlərdə təsvir edir.

SUBROUTINE SQ (A, B, C, X1, X2)

- C Kvadrat tənliyin köklərini
- C hesablayan prosedur
- C Giriş verilənləri: A, B, C –
- C məchullar qarşısındakı əmsallar
- C Çıxış verilənləri: X1, X2 – kvadrat
- C tənliyin kökləri
- C Diqqət: yalnız
- C tənliyin həlli olduqda işləyir!

$$D = SQRT(B*B - 4*A*C)$$

$$X1 = (-B-D) / (2*A)$$

$$X2 = (-B+D) / (2*A)$$

RETURN

END

Prosedurun çağırılması zamanı ancaq parametrlərin düzgün göstərilməsi lazımdır, tənliyin həlli alınacaqdır:

CALL SQ (1, -3, 2, RES1, RES2)

PRINT RES1, RES2

Maşın $x^2 - 3x + 2 = 0$ tənliyinin göz-
lənən 1 və 2 həllərini çap edir. Pro-



Con Bokus.



sedurların dəqiq ayrılması proqramlaşdırmanın yeni modelinin meydana gəlməsinə səbəb oldu. Böyük məsələ çoxlu sayda daha kiçik sadə altməsələlərə bölünür.

Proqramın ümumi kodu detallarla yüklənməmişdir. Müəllif həmişə, bütövlükdə proqramın (yəqin ki, bu nəzəriyyə raketin uçuşu üçün tətbiq oluna bilməz?) yoxsa ayrıca fragmentin alqoritmini araşdırmaq barədə qərar qəbul edə bilər (nəyə görə o partlamışdır: mən yoxladım, kvadrat tənliyi həll edərkən diskriminant müsbətdirmi!).

Proqramlaşdırmanın belə üsulu *prosədurlu proqramlaşdırma* adlanır. Böyük proqramı kiçik kəpəciklərə – prosedurlara bölmə onun əsasıdır. Prosədurlu proqramlaşdırma texnologiyasından istifadə etməklə proqram iki üsulla yaradıla bilər: yuxarıdan aşağıya və aşağıdan yuxarıya.

Birinci halda əvvəlcə proqramın ümumi həll alqoritmi yaradılır; hansı köməkçi funksiyaların (prosədurların) lazım gələcəyi müəyyən olunur; həqiqi prosədurların işini imitasiya edən, xüsusi boş "boğucu-prosedurlar" yazılır; məsələnin ümumi alqoritmi sazlanır, sonra köməkçi funksiyalar yazılır.

İkinci halda əvvəlcə köməkçi prosedurlar yığını yaradılır və onlar böyük olmayan, xüsusi proqramlar vasitəsilə sazlanır. Məsələn, kvadrat tənliyin həll

prosəduru üçün bu klaviaturadan əmsalları daxil edən və həlli ekrana çıxaran proqram ola bilər. Proqramçı prosedurlarının düzgün işlədiyinə arxayın olduqdan sonra onlardan əsas proqramı yığmağa başlayır.

STRUKTURLU PROQRAMLASHDIRMA. ALGOL DİLİ

Növbəti proqramlaşdırma dilinin yaradılmasına elm sahələrinin (kibernetika, alqoritmlər nəzəriyyəsi və s.) alimləri girişmək qərarına gəldilər. İngilis dilli ədəbiyyatlarda bu elm sahələrini, adətən, "kompüterlər haqqında elm" ("Computer Science") adı altında birləşdirirlər.

1960-cı ildə elmi konfransların hesabları əsasında yeni Algol-60 dilini təsvir edən ümumiləşmiş sənəd yaradıldı. Onun adı ingilis *algorithmic language* ("alqoritmik dil") söz birləşməsindən əmələ gəlmişdir.

Dəyişənlər üçün, həmin dəyişənlərin istifadə oluna biləcəyi proqram hissələri dəqiq müəyyənləşdirildi. Proqramın belə hissələri *görünmə sahələri* adlanır. Dəyişənlər haqqında isə deyirlər ki, o, verilmiş proqram sahəsində *görünür*, yaxud *görünmür*. Funksiyanın, prosədurun, yaxud xüsusi məntiqi blokun daxilində elan olunmuş dəyişən ancaq verilmiş konstruksiyanın daxilində görünəcəkdir.

Məsələn, əgər A funksiyasında *tmp* dəyişəni varsa və bu funksiya onda da *tmp* dəyişəni olan B funksiyasını çağırırsa, bu zaman B funksiyasında *tmp* üzərində aparılan əməliyyat A funksiyasında *tmp* dəyişəninin qiymətini dəyişdirməyəcəkdir. A funksiyasındakı *tmp* dəyişəni B funksiyasında görünmür.

Dəyişənlərin istifadəsindən qabaq onların tipinin göstərilməsi, başqa sözlə *elan edilməsi* məcburi oldu. Belə məhdudiyyətin daxil edilməsilə aşağıda göstərilən səhvə oxşar səhvlər qeyri-mümkün oldu:

REAL 11
.... (kodun bir neçə sahifəsi)
11 = 3. /2.

Burada, 11 dəyişənini istifadə edən proqramçı güman edir ki, FORTRAN standartının təsvirinə görə 1 hərflə başlayan dəyişən tam tipə (tam dəyişənə *I, J, K, L, M, N* hərflərilə başlayırlar, qalanları kəsrliyə) malik olur. Lakin o, diqqət etməmişdir ki, tipin belə göstərilməsi məcburi deyildir və kodun əvvəlində bu dəyişən aşkar şəkildə elan olunmuşdur. Nəticədə 11 dəyişənin qiyməti gözlənilən 1 deyil, 1.5 olur.

Dəyişənlərdən daha ağıllı istifadə ilə əlaqəli "ümumi sağlamaşdırıcı effekt"-dən savayı, görünmə sahələrinin daxil edilməsi funksiyanın özündən özünü çağırması imkanını dilə əlavə etməyə şərait yaratmışdır. Məsələn, ədədin faktorialının hesablanmasını məhz funksiyanın iç-içə çağırışlarının köməyi ilə yerinə yetirmək olar:

$$N! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot (N - 1) \cdot N$$

alq tam faktorial (tam N)
verilib N
gərəkdir
baş
əgər N <= 1
onda qiym := 1
*əks halda qiym := N * faktorial (N-1)*
tamam
son



İç-içə belə funksiyaların çağırılması *rekursiya*, özü özünü çağıran funksiya isə *rekursiv* adlanır.

Algol dilində strukturlu idarəedicilərin operatorları dəqiq təsvir olunmuşdur: seçim operatorları və təkrarlanma (dövr) operatorları. Seçim operatorları hesablanan şərtə asılı olaraq kodun bu və ya digər hissəsini yerinə yetirməyə imkan verir. Dövr operatorları kodun müəyyən hissəsinin verilmə sayda, yaxud müəyyən şərt yerinə yetirilənə qədər təkrarlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Əlbəttə ki, idarəedicilərin operatorları Assembler və FORTRAN dillərində də mövcud olmuşdur. Lakin proqramlar yazılarkən onlar əsas elementlər olmamış və istifadə üçün də rahat olmamışlar.

Səkkiz il sonra, 1968-ci ildə Algol-60 dilinin yenidən işlənmiş, müəyyən əlavələr edilmiş variantı hazırlandı və gözlənilən Algol-68 adını daşımağa başladı. 1969-cu ildə Edsger B. Deykstranın strukturlu proqramlaşdırma haqqında çap olunmuş məqaləsi də bu standartla əlaqəli olmuşdur.

O, isbat etmişdir ki, istənilən alqoritm yazılması üçün struktur proqramlaşdırmanın aşağıdakı əsas konstruksiyaları kifayətdir:



Edsger Deykstra.



- operatorların ardıcılığı;
- alternativ (seçim);
- təkrarlanma (dövr).

Bu məqalə strukturlu proqramlaşdırma üzrə təxminən on illik tədqiqatları yekunlaşdırmış oldu. Orada iddia olunur ki, proqramlaşdırarkən proqramda müəyyən nişana keçmə operatorundan (GOTO) istifadə etmədən də keçinmək olar. Bu operatorun aktiv istifadə zamanı proqramda lüzumsuz keçidlərin sayı çoxalır və proqram anlaşıqlı olmur. Bu operatorun məntiqi "spagettili"ni xatırladır. "Strukturlu proqramlaşdırma" termini proqramların strukturunun dəqiq təsvir olunması ilə qurulması meylini əks etdirir.

Vaxt ötdükcə kompüterlər və onlar üçün proqramlar daha da mürəkkəb xarakter aldı. Proqram məhsulu anlayışı



meydana gəldi, yəni böyük proqramçılar kollektivi tərəfindən yaradılan və FORTRAN dilində təbiiyin dərhal həll edilməsindən fərqli olaraq, uzunmüddətli istifadə üçün nəzərdə tutulan proqram sistemləri hazırlandı. Proqram öz məxsusi həyatını yaşamağa başladı və tez-tez elə hallar baş verirdi ki, ona əlavələri və dəyişiklikləri onun yaradılmasına heç bir aidiyyəti olmayan insanlar yerinə yetirirdilər. Bununla əlaqədar olaraq proqramın etibarlılığı, onun kodunun aydınlığı, nizamlılığı və strukturlu olması birinci yerdə dayanmağa başladı.

Təəssüf ki, yeni Alqol-68 versiyasının tətbiqi proqramçılar arasında şöhrət qazanmadı, hətta kommersiya məhsulları sırasına da daxil ola bilmədi. Alqol dili elmi tədqiqat işi, "akademik" dil olaraq qaldı. Lakin ümumilikdə proqramlaşdırma dillərinin inkişafına hədsiz təsir göstərdi. O, faktiki olaraq elmi tədqiqatlarda kompüter alqoritmlərinin təsviri üçün standart və alqolabənzər dillər ailəsinin (demək olar ki, bütün müasir prosedural dillər: Pascal, Modula, C və s.) yaranmasına səbəb oldu.

VERİLƏNLƏRİN STRUKTURLARI. PASCAL DİLİ

1970-ci ildə məşhur İsveçrə alimi Niklaus Vitr özünün proqramlaşdırma dilini yaratdı. Bu zaman o, Alqol dilinin bütün çatışmazlıqlarından xilas olmağa cəhd etmişdi. Yeni dil Pascal adını aldı.

60-cı illərdə işlənmiş strukturlu proqramlaşdırma konsepsiyaları özündə reallaşdıran Pascal ilk geniş yayılmış dil oldu. Nə üçün bir nəfər tərəfindən yaradılmış Pascal dili, üzərində görkəmli alimlərin qrupunun illərlə zəhmət çəkdiyi Alqol dilinin əldə edə bilmədiklərinə nail oldu?

Yeni olan Pascal dili Alqol dilinin təsvirin ciddiliyi, idarəedici strukturların bolluğu kimi bir çox xüsusiyyətlərini

mənimsəmişdi, lakin öyrənmək üçün daha asan idi. Bu xüsusiyyətlər proqramlaşdırmanın universitet və kolleclərdə tədris olunmasında ondan istifadə imkanlarını müəyyənləşdirmiş oldu. Ancaq Pascal yalnız "tədris" dili olmaq tələyindən yaxa qurtara bildi. O, kifayət qədər böyük layihələrin yaradılmasında yararlı olan güclü proqramlaşdırma dilidir.

Dilin ümumi strukturu, dövrlər, "əgər-onda" seçim operatorları tipli idarəedici konstruksiyalar birbaşa Alqol dilindən götürülmüşdür. Eyni zamanda, Pascal proqramlaşdırmanı öyrətmək üçün yaradıldığından, onun sintaksisi də xeyli sadələşdirilmişdir. Yeni, sadələşdirilmiş dil praktiki olaraq alqoritmlərin effektiv şəkildə reallaşdırılmasına imkan vermişdir, lakin, bununla yanaşı dilin öyrənilməsinə sərf olunan vaxt önəmli dərəcədə azalmışdır. Onun əsas şüarı belədir: "Ölçülüb-biçilmə, sadəlik, yığcamlıq".

Ancaq təkə sintaksisin sadələşdirilməsi yeni dilin uğurla təşəkkül tapmasına və inkişafına səbəb ola bilməzdi. Alqol və Pascal dillərinin çox mühüm fərqləri hansılardır?

Birincinin yaradıcıları nəzərə almamışlar ki, kompüter təkə mürəkkəb hesablamalar üçün deyil, verilənlərin emalı üçün də ələtdir. Alqol və FORTRAN dillərində verilənlərin ifadə tərziləri: ədədlər, simvollar (simvollar sətri) və nömrələnmiş ədədlər, yaxud simvollar yığını – massivlərdir. Massivin elementinə giriş bu elementin xüsusi jetonunu – nömrəsini göstərdikdə baş verir.

Kompüterlərin inkişafının ilkin mərhələlərində bu üç növ verilənlər tipi yerli idi. O zaman kompüterlər əsasən hesablamalar aparırdı, başcası düsturların və sadə hesablamalar alqoritmlərinin kodlaşdırılması idi. Mürəkkəb proqramların yazılması üçün bu kifayət etmirdi. Pascal dilininin yaradılması zamanı Vitr ikinci inqilabi addım adadı: verilənlərin

STRUKTURLAŞDIRILMAMIS KOD

alg kvadrat tənlik
verilib a, b, c
gərəkdir
baş haq diskriminant
diskriminant := b*b - 4*a*c
əgər diskriminant < 0
onda çapet "köklər yoxdur"
əks halda çapet "köklər vardır"
tamam
son

Kvadrat tənliyin köklərinin olub-olmamasını müəyyənləşdirən bu sadə əməliyyatlar FORTRAN dilində belə yazılacaqdır:

```
DISCR = B*B - 4.*A*C
IF (DISCR) 1,2,2
1 PRINT 11
11 FORMAT "(Köklər yoxdur)"
GOTO 3
2 PRINT 22
22 FORMAT "(Köklər vardır)"
3 CONTINUE
```

Əgər diskriminantın qiyməti sıfırdan kiçikdirsə, 1 nişanlı operatora, əks halda isə 2 nişanlı operatora keçid baş verir. Çap operatorları da öz növbəsində başqa operatora (11 və 22 nişanlı) istinad edir. Bu operatorlarda çıxarılan məlumatların formatı təsvir olunmuşdur. Bizim misalda "Köklər yoxdur", yaxud "Köklər vardır". Diskriminantın mənfii olduğu halda, proqram uyğun məlumatı çap etdikdən sonra başqa variantın sahəsinə "girməsin" deyə GOTO operatorundan istifadə olunur. Bu operator sadəcə idarəetməni 3 nişanlı operatora ötürür.

yeni tiplərini daxil etdi və hər bir proqramçının öz proqramında istifadə edə biləcəyi törəmə tiplərin yaradılmasının ümumi mexanizmini verdi.

Birincisi, bu verilənlərin (ədədlərin, simvolların) vahid tam kimi təsvir olunan nömrələnmiş yığını idi. Massivdən fərqli olaraq belə yığının elementlərində məxsusi identifikator yoxdur, bütün elementlər bərabər hüquqludurlar. Bundan başqa, verilmiş qiymət ilə elementlər bir-birində yerləşirlər. Verilənlərin belə yığını çoxluq adlanır və doğrudan da, müasir riyaziyyatın əsas anlayışlarından biridir. Çoxluq o hallarda tətbiq olunur ki, elementlərin sırası, hətta elementlərin özləri də vacib deyildir, elementin verilənlər yığınının vəziyyəti əlaməti vacibdir.



Niklaus Vitr



STRUKTURLAŞDIRILMIŞ KOD

```

DISCR = B*B-4.*A*C
IF (DISCR) 1,3,2
1 PRINT 11
11 FORMAT (Köklər yoxdur)
GOTO 4
2 X1 = (-B-D)/(2.*A)
PRINT 22, X1
22 FORMAT (E8.3, 4X)
3 X2 = (-B+D)/(2.*A)
PRINT 33, X2
33 FORMAT (E8.3, 4X)
4 CONTINUE

discr := b*b-4*a*c
if discr < 0 then
begin
Print "Köklər yoxdur"
end
else if discr = 0 then
begin
x1 := (b) / (2*a)
Print x1
end
else
begin
x1 := (b-d) / (2*a)
x2 := (b+d) / (2*a)
Print x1, x2
end

```

FORTRAN dilindəki proqramla müqayisədə müəyyən nişana keçid operatorları yox oldu. Bunun əvəzinə Algol tam bir vahid kimi yerinə yetirilən operator bloklarını təklif edir. Başqa sözlə, əgər diskriminant sıfırdan böyükdürsə, seçim operatorundan bilavasitə sonra gələn *begin* – *end* bloku yerinə yetirilir. Əgər diskriminant sıfırdan kiçikdirsə, növbəti blok yerinə yetirilir.

Bela yazılış, birincisi, kodun başa düşülməsini yaxşılaşdırır, çünki aydın olmayan nişanlar üzrə keçidlərin hamısını izləmək lazım deyildir, belə bloklara insan vahid bir tam kimi baxır. O, əvvəlcə hərəkəti bütövlükdə müəyyənləşdirir (əgər diskriminant sıfırdan böyük, yaxud bərabərdirsə, köklər var, əks halda köklər yoxdur), sonra onun içərisinə girərək həmin hərəkətin necə qurulduğunu aydınlaşdırır (mətnin ekrana çıxarılması necə icra edilir, hansı operatorla, məhz hansı mətn çap olunur).

İkincisi, keçid operatorlarından nəzarətsiz istifadə etdikdə, tez-tez idarəetmənin hansısa hərəkəti yerinə yetirən kod hissəsinin *daxilinə* ötürüldüyü hallara təsadüf edilir. Belə meto-dika hərdən bir daha effektiv proqramlar yaratmağa imkan versə də, həm proqramın yazılması zamanı, həm də sonradan dəyişikliklər apararkən (artıq yaddan çıxmışdır ki, orijinal versiyada nə və necə reallaşdırılmışdır) çoxlu sayda səhvlərin yaranmasına səbəb olur.

Məsələn, kolleksiyaçı üçün onun kolleksiyasındakı poçt markalarında hansı unikal nömrənin olması əhəmiyyətli deyildir, çətin ki, təkrarlanmalar da onu maraqlandırır. Onun üçün vacibi verilmiş nadir nüsxənin onda olub-olmamasıdır. Həmçinin, ola bilsin, ona aşağıdakı əməliyyatlar lazım gələcəkdir: *birləşmə*, iki kolleksiyaçı qüvvələrini birləşdirmək istədikdə baş verir. Onlar öz kolleksiyalarını birləşdirəcək, təkrarları

isə ya dostlarına bağışlayacaqlar, ya da başqa kolleksiyaçılardan onları maraqlandıran markalar ilə dəyişdirəcəklər. Çox ehtimal ki, əgər o, hansı markaların həm özündə, həm də dostunda olduğunu bilmək istəyirsə, ona *kəşimə* daha maraqlı olacaqdır (sonra o, beynində öz kolleksiyasından kəşiməni çıxır və həmkarlarında olmayan, ona qurtulənmək imkanı verən markalar çoxluğunu alır).

İkincisi, Pascal dilində ilk dəfə verilənlərin yeni mürəkkəb struktur tiplərinin yaradılmasının universal mexanizmi meydana gəldi. Bu mexanizm bir obyektə aid olan verilənləri qruplaşdırmağa, onları yanaşı yazmağa və bu yazıları vahid tam kimi istifadə etməyə imkan verdi. Özü də təkcə ədədlər, yaxud mətn sətirləri deyil, istənilən digər tiplər də qruplaşdırıla bilər. Məsələn, əgər şagird haqqında informasiyanın saxlanılması tələb olunursa, onun soyadını, adını, boyunu bir yazıda birləşdirmək lazımdır. Əvvəlcə adları və soyadları saxlamaq üçün verilənlər tipi yaratmaq lazımdır (*name_t*). Bu 32 simvoldan ibarət massiv olacaqdır:

```
type name_t = array [1..32] of char
```

Sonra şagirdin adından, soyadından və boyundan ibarət yazı təsvir olunur. Şagirdin boyunu adi ədədlə ifadə edək.

```

type pupil_t = record
  firstname : name_t;
  surname : name_t;
  height : real
end

```

Nəhayət, sinfin təsvir olunması üçün şagirdləri təsvir edən massivdən və sinfin nömrəsindən istifadə olunacaqdır (sinfin nömrəsi ancaq tam ədəd ola bilər, ona görə də səhv olma ehtimalını azaltmaq üçün elə indidən kompilyatora deyirik ki, bu tam ədəddir. İstənilən kəsr ədədin ona mənimləndirilməsi edilən cəhdə səhv kimi baxmaq lazımdır):



```

type class_t = record
  pupils : array [1..40] of pupil_t;
  number : integer
end

```

İndi sinifdə boyu orta boydan yuxarı olan bütün şagirdlərin siyahısını çap etmək üçün aşağıdakı koddan istifadə etmək olar:

```

var class : class_t;
var N : integer;
[Burada yazı verilənlərlə doldurulmalıdır]
...
[ Sinifdə orta boyun hesablanması ]
for i := 1 to N do
begin
  sum := sum + class.pupils[i].height;
end
mean := sum / N;
[Boyu orta boydan yuxarı olan şagirdlərin ad və soyadlarının çapı]
for i := 1 to N do
begin
  if (class.pupils[i].height > mean)
  then
  begin
    writeln (class.pupils[i].surname,
              class.pupils[i].firstname)
  end
end

```

Pascal dilinin yaradılması proqramlaşdırma dillərinin inkişafında mühüm mərhələ olmuş və XX əsrin 70-ci illərində onların inkişaf yolunu müəyyən etmişdir; növbəti onilliyin bütün dillərini Algol və Pascal dillərinin birbaşa törəmələri (gələcək nəsiləri) hesab etmək olar.

MASSİVLƏR

Sinfin bütün şagirdlərinin boyu haqqında informasiyanın saxlanılması və emalı üçün, uyğun ədədlərin saxlanılacağı Height massivini yaratmaq olar. Jurnalda nömrəsi 13 olan şagirdin boyunu almaq lazımdırsa, proqramda bu Height[13] kimi təsvir olunacaqdır. Pascal dilindəki növbəti proqram nümunəsi sinifdə şagirdlərin orta boyunun tapılmasını nümayiş etdirir.

```

[Tutaq ki, Height – şagirdlərin boyunu göstərən massiv
N – sinifdə şagirdlərin sayıdır]
for i := 1 to N do
begin
  sum := sum + Height[i];
end
mean := sum / N;

```

Əgər bütün verilənləri massivdə birləşdirmək imkanı olmasaydı, onda proqramda hər bir şagirdin boyu üçün ayrıca dəyişəndən istifadə etmək lazım gələrdi. Kod təxminən belə görünərdi:

```

sum := sum + heightAlpay;
sum := sum + heightAnar;
sum := sum + heightAyxan;
...

```

Sinifdə şagirdlərin sayı dəyişdikdə proqramın da kodunu dəyişdirmək lazım gələrdi. Massivlə olan misalda isə təkcə *N* dəyişəninə qiymətini dəyişdirmək lazımdır. Əgər verilmiş hesablamə prosedurun daxilində istifadə olunursa və *N* onun parametridirsə, onda yuxarıdakı massivlə olan kod universal olacaqdır. Sinifdəki şagirdlərin (ola bilər ki, komandada idmançıların, yaxud gimnada kosmonavtların) orta boyunun tapılması lazım gələn istənilən proqramda ondan istifadə oluna bilər.

Bununla belə, Pascal dilinin bir sıra çatışmazlıqları da olmuşdur. O, massivlərdə yuxarı "açıq" kompilyasiya zamanı naməlum olan sərhəddən istifadə edə



PASCAL DİLİNİN BİRİNCİ KOMPİLYATORUNUN YAZILMA TARİXİ



1969-cu ildə Virt öz şagirdlərindən biri E.Marmyeyə Pascal üçün kompilyator yazmağı tapşırır. O, kompilyatoru yeganə bildiyi FORTRAN dilində yaratmağa başlayır. Bu, səhv idi, çünki sonralar Marmyeyə özü də etiraf edirdi ki, o, mürəkkəb verilənlər strukturu ilə işləyən zaman dilin məhdudiyyətlərinə görə tamamilə dolaşığa düşüb qalmışdı.

1970-ci ildə Pascal dilinin sintaksisinin formal təsviri yaradıldıqdan sonra kompilyatoru bu dilin özündə yaratdılar. Sonra yaradıcılardan biri R.Şild iki həftəyə kompilyatorun proqramını maşın koduna çevirdi. Başqa sözlə, o, dilin hər bir konstruksiyasını götürmüş, "insan-kompilyator" kimi işləyərək onu maşın kodunda yazdı. Beləliklə, Pascal özü özündə reallaşdırılmış yüksək səviyyəli ilk dil oldu.

Digər maşınlara keçirmək üçün xüsusi olaraq yaradılmış P-kod adlanan kodu yerinə yetirən və interpretasiya üsulu ilə zamana görə sınaqdan çıxarılan P-maşından istifadə olunurdu. P-kod xəyalı kompüter üçün maşın kodundan ibarətdir. Kompilyatoru əllə bu uydurma koda çevirdilər. Yeni maşında verilmiş P-kod üçün ancaq interpretator yaradıldı. Bu, Şildin qarşısında durmuş məsələdən daha sadə məsələ oldu. P-kod üçün interpretator yaradılan kimi, onun köməyiylə P-kodda yazılmış kompilyatoru buraxmaq və bir daha, artıq verilmiş kompüter üçün maşın koduna kompilyasiya etmək mümkün oldu.

Beləliklə, Niklaus Viti və onun Pascal dilini virtual maşınlardan geniş istifadə olunması ideyasının banilərini saymaq olar. Yaxşı tanınmış Java texnologiyası və çox şeylər vəd edən Microsoft. Net də virtual maşınlar əsaslanır.



N.Viti və E.Deykstra.

bilməmişdir. Bu misaldan da görünür, onlardan təsviri zamanı 40 elementli məsivədən istifadə olunmuşdur. Ona ümid edilmişdir ki, şagirdlərin sayı 40-dan çox olmayacaqdır. Əgər çox böyük sinif tapılsa, onda nə olacaqdır?

Geniş yayılmasına baxmayaraq, Pascal dilində simvol sətirlərlə işləmək üçün verilənlər tipi nəzərdə tutulmamışdır. Hər dəfə onları yenidən yaratmaq lazım gəlirdi (name_1 tipinin təyin olunmasında olduğu kimi. Yəni də şərti qoyulurdu ki, məktəblinin ad və soyadının uzunluğu 32 simvoldan kiçikdir).

Pascal proqram kodunun müxtəlif fayllarda yazılmasını və kompilyasiya vaxtı onların birləşdirilməsini nəzərə almamışdır. Ona görə də, əgər böyük proqram yaradılsada, mətnlərlə birlikdə faylın həcmi yüzlərlə kilobytdan ibarət ola bilər. Bu isə praktiki olaraq proqramçılar komandasının işini qeyri-mümkün edirdi. Bir proqramçıya, müəlifin özünə də, ona lazım olan fraqmenti tapmaq çətinlik tədarifdi.

Pascal dilində informasiyanın girişi və çıxışının imkanları da məhduddur. Köməkçi funksiyaların standart kitabxanası yaradılmamışdır (məsələn, sətirlərin müqayisəsi zamanı hər dəfə proqramçı bunu simvol-simvol edirdi).

C DİLİ

Bu gün ən məşhur dillərdən biri, çox sadə C adı ilə (ingilis əlifbasının "c" – "si" hərfi kimi oxunur) 1972-ci ildə Dennis Ritçi tərəfindən yaradılmışdır. C dili o zamanlar az tanınmış, yeni UNIX əməliyyat sistemində proqramlaşdırmaq üçün yaradılmışdır (bu şişirtmə deyil: o zaman UNIX-dən ancaq Bell Telephone Laboratories korporasiyasının daxilində bir neçə maşında istifadə olunurdu). O, praktiki olaraq namolun B dilinin ardıcılı kimi ortaya çıxdı. C dili Algol və Pascal dillərinin varisi hesab

olunur, çünki bir çox xüsusiyyətlərini onlardan götürmüşdür. Onlar kimi C də strukturlu proqramlaşdırma üçün prosedurlu dildir. C-nin bir fərqləndirici xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onun yaradılması zamanı qarşıya mürəkkəb, konseptual məqsədlər qoyulmamışdı: hesablamaların aparılması üçün universal dilin alınması (FORTRAN), prosedurlu proqramlaşdırma üçün akademik dilin yaradılması (Algol), didaktik və tədris üçün nəzərdə tutulan dilin hazırlanması (Pascal). C peşəkar proqramçılar tərəfindən onlar üçün asan dil kimi yaradılmışdır.

C komitələr və alimlərin deyil, real proqramlar yazan proqramçıların əməyinin nəticəsi olduğundan, onda mürəkkəb sistemlərin yaradılması zamanı digər dillərdən normal istifadəyə mane olan bütün məqamlar nəzərə alınmışdır. FORTRAN dilindən sonra, yenidən faylların ayrı-ayrılıqda kompilyasiya olunması və kompilyasiyadan sonra onların yerinə yerləşdirilən vahid fayl şəklində quraşdırılması imkanı meydana gəldi (kompilyator "yarımfabrikatlar" hazırlayıb, xüsusi proqram-toplayıcı isə "onları bir tavaya yığaraq, hazır olana qədər qızardır"). Dillə birlikdə proqramçının işini asanlaşdıran, trivial hərəkətlərin yazılması qayğısını onun üzərindən götürən və proqram üzərində fikrini cəmləşdirməyə imkan verən əsas funksiyaların standart kitabxanası yaradıldı. Özü də əsas funksiyalar kitabxanası, onun bölünməz bir hissəsi kimi dilin təsvirinə daxil oldu. Hər bir proqramçı arxayın ola bilər ki, C kompilyatorunun olduğu istənilən platformada bu kitabxana da vardır.

Pascal dililə müqayisədə C dili, proqram yaradıcıları tərəfindən proqram yaratma vasitələrinin seçilməsi zamanı böyük çevikliklə malik olur. Effektivlik naminə strukturlu proqramlaşdırmanın ciddi konsepsiyalarını qurban vermək,

trivial olmayan və təhlükəli genişlənmələrdən istifadə etməklə proqram yazmaq mümkün oldu.

C dilində təkcə yeni konstruksiyalar meydana gəlmədi, köhnələri də yenidən işləndi. İdarəedici strukturlar baxımından əsaslı heç bir şey dəyişmədi, ancaq yeni operatorlar mövcud proqramları daha yığcam yazmağa imkan verdi. Proqramların "mənası" maşın koduna yaxın oldu.

Bir neçə alternativdən seçmə operatoru – switch meydana gəldi. Əgər qabaqlar dəyişinin qiymətindən asılı olaraq hərəkətin seçilməsi üçün "əgər – onda" zəncirindən istifadə etmək lazım gəlirdisə:

```
if mark = 3
then
  writeln ("Yaradır")
else
  if mark = 4
  then
    writeln ("Yaxşıdır")
  else
    if mark = 5
    then
      writeln ("Əladır!")
```

İndi C-də bir dəfə switch operatorundan istifadə ilə bu mümkün oldu:



Dennis Ritçi.



MASSIVLƏR VƏ GÖSTƏRİCİLƏR

Əgər *a* massivi və *p* göstəricisi varsa,

```
int a[5]; /* 5 elementdən ibarət tam ədədlər
massivinin elan edilməsi */
int *p; /* tam ədədə göstəricisinin elan edilməsi */
```

onda *p=a* ifadəsi *p-yə* *a* massivinin birinci elementinin ünvanını yerləşdirəcəkdir. Ona giriş əldə etmək üçün **p* şəklində göstəricidən istifadə edirlər. Göstəricini 1 artırıldıqda *o*, növbəti elementi göstərəcəkdir, yəni **(p+1)* yazısı *a[1]* ilə ekvivalentdir. Göstəriciləri çıxmaq da olar. Əgər iki göstərici varsa: biri massivin birinci elementinə, digəri isə hansısa ixtiyari elementə, onda bu elementin indeksini onun göstəricisindən massivin başlanğıcının göstəricisini çıxmaqla alırlar. Başqa sözlə, əgər *pa* massivin başlanğıcına olan göstərici, *pe* isə ixtiyari elementə olan göstəricidirsə, onda ixtiyari elementin indeksi *i=pe-pa* olacaqdır. Bu aydındır, çünki massivin elementinə olan göstərici massivin başlanğıcına olan göstəricilə elementin indeksinin cəminə bərabərdir, yəni *pe=pa+i*.

Bəzən göstəricilərdən istifadə yaxşı tanınmış məsələni qəşəng və qeyri-adi həll etməyə imkan verir. Məsələn, sıfır kodlu simvolla qurtaran bir simvol sətirinin digərinə köçürülməsi məsələsinin Pascal dilində sadə həlli belə ola bilər:

```
var str : array [0...255] of char;
var copy : array [0...255] of char;
var i : integer;
for i := 0 to 255
begin
  copy[i] := str[i];
  if str[i] = "\0" then goto finish;
end;
finish;
```

For operatoru başlanğıcda *i* dəyişənində 0 qiyməti məniməadılan dövrü təmin edir, dövr dəyişəninin qiyməti hər iterasiyadan sonra 1 artırılır, dövrün davam etməsi isə *i<255* şərtidir. Dövrün daxilində *str* sətirinin *i-ci* simvolu *copy* sətirinə köçürülür. Sonra *str* sətirinin *i-ci* simvolu sıfır simvolla ("0") müqayisə olunur və əgər bərabərlik yerinə yetirilsə, goto operatorunun köməyi ilə dövrün çıxış həyata keçirilir.

Əgər göstəricilərdən istifadə olunarsa və fərz etsək ki, sətir mütləq sıfır kodlu simvolla qurtaracaqdır, onda sətirlərin köçürülməsi C dilində daha yığcam olacaqdır:

```
char *pstr, *pcopy;
pstr = str; pcopy = copy;
...
while (*pcopy++ = *pstr++);
```

pstr və *pcopy* sətirlərinə iki göstəricidən istifadə olunur. Sonra, C dilində operatorların öncüllüyünə uyğun olaraq müəmmalı məniməmə operatoru bu cür emal olunur:

1. Məniməmənin sağ operandının hesablanması.
a) *pstr* göstəricisinin qiyməti götürülür, * operatorunu tətbiq etmək üçün istifadə olunur;

b) *pstr* göstəricisi 1 artırılır (yəni massivin növbəti elementinə keçid baş verir).

2. Məniməmənin sol operandının hesablanması.

a) *pcopy* göstəricisinin qiyməti götürülür, * operatorunu tətbiq etmək üçün istifadə olunur;

b) *pcopy* göstəricisi 1 artırılır (yəni, massivin növbəti elementinə keçid baş verir).

3. Məniməmənin özü yerinə yetirilir, yəni yeni sətirin 2-ci addımda alınmış elementinə 1-ci addımda alınmış elementin qiyməti məniməmədir.

4. Bütün ifadənin qiyməti bütövlükdə massivin emal olunan elementinin qiymətidir.

Əməliyyatların aparılması nəticəsində bütün məqsədlər əldə olunmuşdur. Birincisi, yeni sətirin elementinə köçürülən sətirin elementinin qiyməti düşmüşdür. İkincisi, hər iki sətirin göstəriciləri növbəti elementlərə keçmişdir. Nəhayət, ifadənin qiyməti qismində, biz elementin qiymətini almışdıq ki, sətirin sonunun çatdığını təyin etmək üçün onu sıfırla müqayisə etmək olar.



switch(mark)

```
case 3:
  printf("Yarayar");
  break;
case 4:
  printf("Yaxşıdır");
  break;
case 5:
  printf("Əladır!");
  break;
```

Yenə də proqramda qlobal dəyişənlərdən istifadə imkanı meydana gəlmişdir. Proqramın bütün funksiyalarında, hətta kitabxana funksiyalarında da, istifadə olunan dəyişənlər potensial olaraq təhlükəlidirlər, çünki çətin tutula bilən səhvlərə səbəb ola bilərlər. Belə dəyişənlər "düzgün" strukturlu proqramlaşdırmanın əsas akademik ideyasına ziddirlər. Digər tərəfdən, əgər proqramın bütün funksiyaları eyni bir dəyişənlər yığını ilə işləyirsə, onda onları qlobal dəyişənlər kimi elan etmək olar. O zaman bu dəyişənləri bütün funksiyalara parametrlər kimi ötürməyə ehtiyac olmayacaqdır ki, bu da proqramın işini xeyli sürətləndirəcəkdir.

C dilində yenidən yaddaşın uyğunlaşdırma göstəricilərlə işləmək imkanı meydana çıxmışdır. Əlbəttə, elə görünür ki, bu çox təhlükəlidir. Əgər proqram ixtiyari verilənləri 21324 ünvanlı oyuya yazarsa, nə olacağını heç kim bilmir. Orada əməliyyat sisteminin kodu, yaxud proqramın özünün verilənləri saxlanıla



bilər. Bu zaman sanki o işini davam etdirəcək, amma qabaqcadan nəticələrin necə olacağını bilməyəcəkdir.

Ona yaddaşın ünvanına göstəricilərin daxil edilməsi nəyə lazımdır? Bütün iş ondadır ki, proqramçının ixtisası bacarığı lazımı səviyyədə olduqda proqramın verilənlərinin ünvanları ilə iş (*ünvan hesabı*) praktiki olaraq Assembler dilində olduğu kimi effektiv, strukturlu dillərin bütün rahatlıqları ilə birlikdə (funksiyalar, idarəedici konstruksiya, mürəkkəb verilənlər tipləri və s.) kod yaratmağa imkan verir.

Verilənlərin obyektliyinə göstəricilər – istinadlar hələ Pascal dilində meydana gəlmişdir, amma onları ancaq digər dəyişənlərdə saxlamaq və sonra lazım olan obyektlərə giriş üçün istifadə etmək

C DİLİ VƏ UNIX ƏMƏLİYYAT SİSTEMİ

1974-cü ildə UNIX əməliyyat sistemini tamamilə Assembler dilindən C dilinə köçürdülər. Beləliklə, o, yüksək səviyyəli proqramlaşdırma dilində yazılmış ilk ticari əməliyyat sistemi oldu. Bu, əməliyyat sistemi proqramlaşdırma dilinin qaribə simbiozunun yaranmasıdır.

Əməliyyat sisteminin yüksək səviyyəli dildə yaradılması faktiki olaraq onu EHM-dən asılı olmayan etdi. Belə sistemi istənilən kompüterə sadəcə keçirmək kifayətdir. Bunun üçün əsas şərt həmin kompüterdə C dilinin kompilyatorunun olmasıdır. UNIX sisteminin yaradıcıları – Bell Telephone Laboratories – onu ilkin kodlarında öyrənmək və istifadə etmək məqsədilə ali təhsil müəssisələrinə pulsuz olaraq təqdim etdilər. Bu da öz növbəsində C dilinin, nəticə etibarilə elə UNIX sisteminin də geniş yayılmasına səbəb oldu.



PLANKALKUL – İLK PROQRAMLAŞDIRMA DİLİ

İkinci dünya müharibəsinin axır günlərində alman mühəndisi və ixtiraçısı Konrad Suze Alp dağlarındakı balaca Hintersteyn kəndində idi. Son bir neçə ildə ilk dəfə sakit şəraitə düşdüyündən (o yazmışdı: "bombardımanlar, telefon zəngləri və görüşə gələnələr olmadan") və özünün Z4 kompüterində işini davam etdirmək imkanı olmadığından, 1943-cü ildə başlamış olduğu, müxtəlif hesablama məsələlərinin təsvirinin öyrənilməsinə davam etdirmək qərarına gəlir. Alman sözü "rechnen" "hesablamaq" mənasını verir. Ona görə də, Suze bu təsvirlər üçün Rechenplan – "hesablama planı" ("proqram" sözünü bir qədər gec fikirləşmişlər) terminindən istifadə etmişdir. "Hesablama planı"nın yazılması üçün yaradılmış sistemi Suze Plankalkul adlandırmışdır. Hesab olunur ki, Plankalkul on ildən az olmayaraq müddətə FORTRAN və Algol-60 dillərini qabaqlayan, tarixdə ilk proqramlaşdırma dili olmuşdur.

Lakin Suzenin özü Plankalkula proqramlaşdırma dili kimi baxmamışdır. O, informasiyanın ixtiyari çevrilməsinə təsvir etməyə imkan verən universal işarələmələr sistemi yaratmaq istəyirdi. Plankalkul-dan alqoritmləri yazmaq üçün istifadə etmək olardı, elə əslində də, Suze ən müxtəlif məsələlərin həllini onda yazmışdır. O, dəyişməz uğurla kompüterin qurğularının işini təsvir etmək üçün də Plankalkul-u tətbiq etmişdir. Çox-çox sonralar meydana gələn proqramlaşdırma dillərinin bir çox xüsusiyyətlərini qabaqcıdan bilməsinin Suzeyə bu dərəcədə nəsihət olması, xüsusən təəccüblüdür. Onun

olardı. C dilində obyektlərə, dəyişənlərə və funksiyalara göstəriciləri nəinki yadda saxlamaq, həmçinin toplamaq və çıxmaq olar.

C dili qoyulmuş məsələnin çox uğram və effektiv həllinə imkan verir. Lakin bu zaman böyük ehtimalla çətin aşkarlara bilon həvələr yarana bilər. Onların istisna olunması üçün proqramçının yüksək dərəcədə özünə-nəzarəti və ustalıq olmalıdır, çünki C-ni peşəkar proqramçılar özləri üçün yaratmışlar, onlar isə öz qüvvələrinə inanırdılar.

bir çox fikirləri isə yaxınlarda reallaşdırılmışdır. Baş Plankalkul dili nə idi?

Hər şeydən öncə, dildə verilənlər tipinin çox maraqlı sistemi qəbul edilmişdir. Suze hesab edirdi ki, "hesablama bitdən başlayır". Ona görə də, onda sadə tip SO ilə işarə olunan bitdir (hə/yox vəziyyəti). Bitlər L və O qiymətlərini alırlar, belə ki, bitlər ardıcılığı LOLO, OLLO və s. kimi yazılır. Bitlərdən skalyar tiplər – qeyd olunmuş və sürüşkən vergüllü qurulur. Mürəkkəb obyektlər də (indi onları verilənlər strukturu adlandırardılar) bitlərdən təşkil edilir. Məsələn, ixtiyari ölçülü massiv təyin etmək olar: $n \times SO$ (n uzunluqlu birölçülü Bul massiv), $m \times n \times SO$ ($m \times n$ ikiölçülü Bul massiv) və s.

Massivlərdən əlavə Plankalkul dilində müxtəlif tipli verilənləri birləşdirən yazılar vardır (onların elementləri başqa yazılar ola bilər). Yazılar 1959-cu ildə xüsusişdirilmiş Cobol dilində meydana gəlsə də, sonralar PL/I dilində istifadə olunsada, universal proqramlaşdırma dillərində 10 il keçdikdən sonra təkə Pascal dilində daxil edildi.

Əvəzində Suzenin bir ideyasının başqa dillərdə uzun müddət bənzər olamamışdır. O, proqramlarının mətninə bu və ya digər operatorların yerinə yerilməsi zamanı doğru olmalı olan şərtlərdən ibarət ifadə daxil edirdi. Məsələn, tutaq ki, aqobyekt (dörd bitdən ibarət massiv) onluq rəqəmlərin yazılması üçün istifadə olunur. Amma rəqəmlər cəmiəsi on dənə olduğundan, obyekt isə 16 müxtəlif qiymət ala bildiyindən onun üzərinə

Proqramçı necə kodun ona lazım olmasını özü həll edir: (bir platformadan başqasına) keçirilə bilən, yaxud effektiv, aydın və etibarlı, yaxud daha məhsuldar? Proqramın ümumi məntiqi klassik strukturlu proqramlaşdırmanın bütün tələblərini nəzərə ala bilər, ayrı-ayrı funksiyalar isə göstəricilərdən və başqa maşın "fokuslarından" istifadə edə bilər. Proqramçı nəyi və necə etməyi müəyyən edir, vahid alət olan C isə ona bu məsələnin həllində, Pascal və Algol dillərində olduğu kimi ciddi məhdudiyyətlər qoymadan kömək edir.



R. Meyer hamkarları ilə A. Yergovun qonağıdır. 1977-ci il.



Konrad Suze.

belə bir şərt qoymaq olar: 0.10-dan böyük olmamalıdır. Ancaq SO il keçdikdən sonra analogi ideya Kaliforniyadan olan proqramçı, EIFFEL proqramlaşdırma dilinin müəllifi Bertran Meyer tərəfindən reallaşdırıldı.

Plankalkul dilinin, obyektlər çoxluğundan yalnız verilmiş xüsusiyyətə malik olanların seçilməsi təklifi də bir o qədər unikaldır. Əlbəttə, dövr operatoru, yaxud prosedur ilə bunu etmək çox sadədir, amma xüsusi konstruksiyalar müasir proqramlaşdırma dillərinin heç də hamısında yoxdur.

Plankalkul kifayət qədər mənalı imkanlara malikdir. Mənimləmə operatorundan savayı, onda şərt operatoru, təkrarlanma operatoru (müasir dövrənlər analoqu), alt-proqramlara müraciət imkanı və b. vardır. Şübhəsiz, o, müasir proqramlaşdırma dilləri üçün adi olan çoxlu xüsusiyyətlərə də malikdir, ancaq onda bizim adət etdiyimiz imkanlar, məsələn, şərtsiz keçidlər, yaxud istinadlarla iş yoxdur. Bundan başqa, qəbul olunmuş yazı formasında artıq şeylər çoxdur. Çatışmazlıqların

siyahısını davam etdirmək olar, ancaq onların heç biri belə bir başlıca cəhətə kölgə salmır: Plankalkul yüksək səviyyəli proqramlaşdırma dilləridir. O, kompüter proqramlarının yazılması üçün nəzərdə tutulmasada, 25 ildən sonra Suze alqoritmlərini digər dillərə çevirdikdən sonra həlli oldu ki, proqramlar işləyir! Ona görə də, mübaliğəsiz söyləmək olar ki, həqiqətən çoxlu mürəkkəb proqramlar (verilənlərin nizamlanması, məntiqi düsturların sintaktik düzgünlüyünün analizi, tam və sürüşkən vergüllü adadlar üzərində hesab əməliyyatlarının, o cümlədən kvadrat kökün tapılmasının yerinə yerilməsi və sair) yazmış Suze tarixdə ilk proqramçı olmuşdur. Onun şahmat oynamaq üçün olan proqramları xüsusilə maraqlıdır. Bu proqramlar faktiki olaraq süni intellekt sahəsində (bu elmin yaradılmasına xeyli qalmış) ilk proqramlaşdırma təcrübəsi olmuşdur. Yeri gəlmişkən, hələ 1938-ci ildə Suze söyləmişdir ki, 50 ildən sonra maşın şahmatda insanı məğlub etməyə başlayacaqdır. Təəccüblüdür, ancaq o cəmi bir neçə il səhv etmişdir: dünya çempionu Harri Kasparov 1997-ci ildə Deep Blue superkompüterlə olan yarışda uduzdu. Adı həvəskarlar isə bundan 10 il əvvəl şahmat proqramları ilə yarış bilmirdilər. Deməli, Suze öz proqnozunda doğru olmuşdur. Təəssüf ki, bu dil heç bir kompüterdə reallaşdırılmamışdır, onun tam təsvirini Konrad Suze ancaq 1972-ci ildə nəşr etdirmişdir. Ona görə də, çoxları hesab edir ki, Plankalkul müasir proqramlaşdırma dillərinin inkişafına təsir etməmişdir, lakin bu heç də belə deyildir.

OBYEKT-YÖNLÜ PROQRAMLAŞDIRMA DİLLƏRİ

OBYEKT-YÖNLÜ YANAŞMA

XX əsrin 50-ci illərində proqramların yazılması zamanı əsas diqqət məsələnin həlli üçün lazım olan alqoritmlərə, prosedurlara və hərəkətlərə verildi. Həmin illərdə proqram sistemlərinin mürəkkəbliyinin müəyyən səviyyəni aşmadığı bir şəraitdə prosedur yanaşma özünü doğrultdu.

Kompüterlər inkişaf etdikcə daha tez-tez onları ələ məsələlərin həlli üçün tətbiq etməyə başladılar ki, onların mürəkkəbliyi adətən, alqoritmli deyil, prosesdə iştirak edən böyük sayda iştirakçılarla və onlar arasında çox mürəkkəb münasibətlərlə şortlonir. Bankın fəaliyyətinin avtomatlaşdırılmasında istifadə olunan alqoritm ələ də mürəkkəb deyildir. Onlar da diqqət olaraq aerodinamika,



Alan Key.

yaxud nüvə fizikası tənliliklərinin həllini özlərinə qoşmurlar. Amma bu onu göstərmir ki, alınacaq proqram, yaxud, daha doğrusu, proqramlar kompleksi sadə olacaqdır. Bankın gündəlik işində çoxlu sayda müxtəlif obyektlər iştirak edir: əməliyyatçılar, dəllallar (brokerlər), klerklər, müştərilər, bankomatlar, digər banklarla əlaqə üçün şəbəkələr, dövlət və digər auditor komissiyaları, birjalar və s.

XX əsrin 60-70-ci illərində meydana gəlmiş strukturlu dillər, onlarda reallaşdırılmış idarəetmə vasitələri və verilənlərin tiplərilə mürəkkəb proqram komplekslərinin yaradılmasını asanlaşdırdı. Ancaq, yenə də onlar problemin tam qanecidi həllini vermədilər. Çünki böyük məsələlər dairəsinin həllinə yararlı və yeni proqramlaşdırma modellərinin təqdim olunmasına deyil, artıq mövcud olan proqramlaşdırma modellərinə əlavələr etməyə və ya onların yaxşılaşdırılmasına cəhdlər olunnurdu. Əksər proqramlaşdırma dillərinin göstərişləri *imperativdir*, yəni onlarda icra olunan vasitələr (EHM, yaxud mücərrəd proqram sistemi) ada malik olmur, kompüter tam olaraq təqdim edirlər.

Həmin illərdə *obyekt-yönlü dillər* yaradılmışdır. Onlarda icra olunan vasitələr şərti olaraq, hər birinə ayrılıqda

müraciət oluna bilən obyektlərə bölünür. Bu obyektlər öz aralarında məlumatlarla əlaqələndirilə bilərlər.

Proqram obyektləri anlayışı ilk dəfə Norveçin Oslo şəhərindəki hesablama mərkəzində, Ole-Coan Dal, Born Myurhoq və Kristen Nıqard tərəfindən Algol-60 əsasında yaradılmış Simula-67 dilində verilmişdir. Simula-67 mürəkkəb sistemlərin modeləşdirilməsi və təsviri dilidir.

Bununla belə, bu ideyanın əsl geniş tətbiqi 1970-ci ildə SmallTalk dilinin yaradılması zamanı Alan Key tərəfindən Palo-Altoda Xerox firmasının Tədqiqat mərkəzində baş verdi. SmallTalk ancaq obyekt-yönlü konstruksiyalardan ibarətdir. Bu yanaşma sistemlərin təsvirini daha yığcam və universal etməyə imkan verir, amma məsələlərin həllində təkcə belə mexanizmdən istifadə həmişə effektiv alınmır.

Obyekt verilənlər strukturu və alqoritmlərdən ibarətdir. Hər bir obyektə öz verilənləri üzərində əməliyyatları necə yerinə yetirmək məlumdur, ancaq digər obyektlər üçün o, özünü "qara qutu" kimi göstərə bilər. Müxtəlif obyektlər əməliyyatları həyata keçirmək üçün, eyni bir açar sözlə təyin olunan müxtəlif alqoritmlərdən istifadə edə bilərlər. Məsələn, verilənləri kompleks ədədlərdən ibarət olan obyektlər və verilənləri tam ədədlərdən ibarət olan obyektlər hesab əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi üçün müxtəlif üsullardan istifadə edə bilərlər.

Obyektin və onun xassələrinin formal təsvirini *sinif* adlandırırlar. Eyni bir sinfə aid olan bütün obyektlər eyni struktura və xassələrə malikdirlər, ancaq atributlarının qiymətlərinə görə fərqlənə bilərlər: Levi's 501 modelindən olan bütün cins şalvarlar, eyni materialdan tikilmişdir, iki balağı və beş cibi var, ancaq müxtəlif ölçülü, geyilmiş, yaxud tam tozə formada ola bilərlər.



Hal-hazırda aşağıdakı obyekt-yönlü proqramlaşdırma dilləri daha populyardırlar: C++, Python, Java, C#. Obyekt-yönlü proqramlaşdırma modeli adi prosedurlu modeldən fərqlənir.

Abstraktlaşdırma. Mürəkkəb modellərin qurulması zamanı əşyaların və hadisələrin ən vacib detallarını (təfərrüatlarını) ayırmaq, əhəmiyyətsiz detallardan isə uzaqlaşmaq lazımdır (bu əhəmiyyətsiz detallar, əksinə, digər modellərin qurulması zamanı əhəmiyyətli ola bilərlər). Belə proses abstraktlaşdırma adlanır. Nümunə üçün kitabxananın avtomatlaşdırılması sistemini götürsək, bu sistemin əsas şəxsləri (obyektləri) aşağıdakılar olacaqdır:

- kitab;
- kitabların saxlanıldığı qəfəslər;

Oxucu
– Soyadı
– Adı
– Pasport №
– Əlaqə telefonu
– Kitabların siyahısı

Kitab
– Müəllifi
– Adı
– Daxili №
– ISBN
– Səhifələrin sayı
– Üz qabığının rəngi
– Nüsxələrin sayı
– Yeri

Qəfəsa
– Mərtəbə
– Otağın nömrəsi
– Harada yerləşir



ki, heç bir əhəmiyyət kəsb etməyəcəkdir, amma kitabın üzlüyünün rəngi və qalınlığı əhəmiyyətli olacaqdır. Ona görə ki, oxucu "üç müəllifin yazmış olduğu qəhvəyi üzlüklü, qalın alman dili dərsliyini" soruşa bilər.

Kitabın xüsusiyyətlərinə onun müəllifləri, daxili kitabxana qeydiyyat nömrəsi və xüsusi beynəlxalq ISBN qeydiyyat nömrəsi, səhifələrin sayı, cildin tipi və rəngi aiddir. Oxucu isə adı, soyadı, pasport verilənləri, əlaqə telefonları ilə xarakterizə olunur.

İnkapsulyasiya. Baxmayaraq ki, "kitab" obyektini öz xassələrinin siyahısı





INTERFEYS VƏ REALLAŞDIRMA

Interfeys:

class Book

```

{
    String Author(); /* Müəllifin adını qaytaran
                    funksiya */
    String Name(); /* Kitabın adını qaytaran funksiya */
    String Code(); /* Kitabın kodunu qaytaran
                  funksiya */
    String ISBN(); /* Kitabın ISBN nömrəsini qaytaran
                  funksiya */
    Integer NoPages(); /* Səhifələrin sayını qaytaran
                      funksiya */
    Color CoverColor(); /* Üzlüyün rəngini qaytaran
                       funksiya */
    Integer NoCopies(); /* Kitabxanada kitabın verilmiş
                       növündən olan nüsxələrin sayını
                       qaytaran funksiya */
    Location Location(); /* Kitabxanada verilmiş kitabın
                       yerini qaytaran funksiya */
}

```

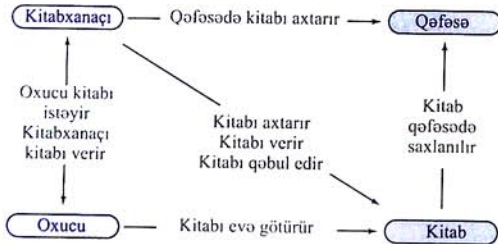
Reallaşdırma:

```

/* Müəllifin adını almaq üçün funksiya */
String Book::Author()
{
    /* Verilənlər bazasına qoşulmaq */
    DB db = GetDatabaseConnection();
    /* Verilənlər bazasına sorğu vermək */
    RS rs = db.Execute("Select Author FROM Books WHERE
                       Book_Id = %1", m_Id);
    /* Müəllifin alınmış adını qaytarmaq */
    return rs("Author");
}

```

kimi təsvir olunur, bu onu göstərmir ki, o, sadəcə, hər hansı verilənlər strukturu, sətirlər yığındır (C dilinin struct { ... },



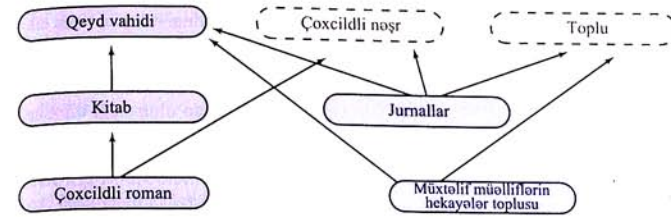
yaxud Pascal dilinin record konstruksiyalarına bənzər).

"Kitab" obyektini oxucuya sorğular siyahısı, yəni onun reallaşdırdığı xüsusiyyətlər və onların hansı formada reallaşdırılmasını verir. Məsələn, "müəllif" sorğusu müəllifin tam adı ilə simvollar sətri, "nüsxələrin sayı" sorğusu isə ədəd çıxarır. Bu obyektin *interfeysi* adlanır.

Obyektə müraciət etmək üçün, yalnız onun interfeysini bilmək lazımdır. Onun daxili quruluşu isə *inkapsulyasiya* vasitəsilə, yəni ayrı-ayrı detalların reallaşdırılmasının gizlədilməsilə ("kitab" ilə ünsiyyətdə olan digər obyektlər üçün onun daxili quruluşu tamamilə əhəmiyyətsizdir) "gizlədilmişdir". Inkapsulyasiya proqramın digər hissələrində heç bir dəyişiklik aparmadan obyektin reallaşdırılmasını tamamilə dəyişməyə imkan verir. Yeni imkanlar əlavə etmək asan və sürətlə proqramın işini təkmilləşdirmək olar. Məsələn, kitabın təsvirini verilənlər bazasında saxlamaq üçün obyekt-yönlü yanaşmadan istifadə zamanı ancaq "kitab" obyektinin reallaşdırılmasını yenidən yazmaq lazımdır. Əgər adı, prosedurlu yanaşma tətbiq olunsaydı, onda yəqin ki, proqramın çox hissəsini yenidən yazmaq lazım gələcəkd.

İyerarxiya. Abstraktlaşdırma və inkapsulyasiyadan istifadə hələ Pascal və C kimi, "yuxarı" nəsil strukturlu dillərdə də mümkün olmuşdur. Lakin ən sadələrdən başqa praktiki olaraq bütün hallarda sistemdə abstraktlaşmaların sayı çox böyük alınır.

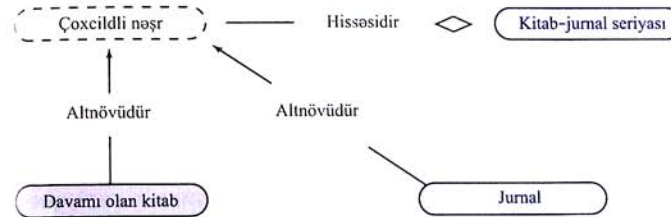
Doğrudan da, "kitab" kitabxanada əsas anlayışdır. Bu, bir müəllifin kitabı, hekayələr məcmuəsi, jurnal, tikmə qəzet də ola bilər. Kitablardan bir neçə cilddən ibarət ola bilər, onların davamı ola bilər. Əgər belə obyektlərin hər biri ayrıca, müstəqil sinif kimi təsvir olunsaydı, onda sistemdə abstraktlaşmaların sayı çox



olacaqdır. Bundan savayı, oxuculara verilən jumalları, kitabları və s. obyektləri ayrıca nəzərə almaq lazım gələcəkdir. Əgər cəmi bir də "hesabat vahidi" obyektini yaradılsaydı, onda bu sinif də həddən artıq mürəkkəb olacaqdır. Başqa sözlə, obyekt-yönlü yanaşmanın əsas göstəricilərindən biri: təmin fragmentlərə bölünməsi yolu ilə mürəkkəbliyin azaldılması itmiş olur.

Bu halda abstraktlaşmanın *iyerarxiyalı* strukturundan – *altınövü* istifadə olunur. Kitabxanada saxlanılan və oxuculara verilən bütün "hesabat vahidi" abstraktlaşmasını əsas sinif kimi təyin edək. "Kitab", yaxud "jurnal" hesabat vahidinin altınövü olacaqdır.

"Jurnal" sinfində çıxma (nəşr) ili və ayı, müəlliflərin və məqalələrin siyahısı kimi əlavə xüsusiyyətlər daxil etmək





OBYEKT-VARİSLƏRİN VALİDEYN OBYEKTlər KİMİ İSTİFADƏ OLUNMASI

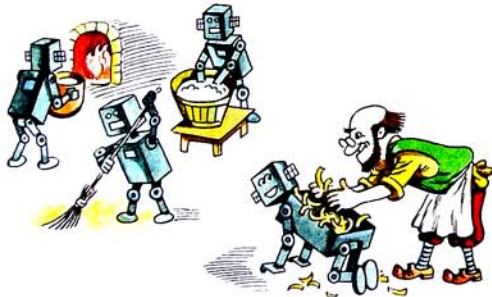
```
/* Oxucular tərəfindən "vaxtı ötmüş" kitabların siyahısını
qaytaran funksiya */
Bibliotems Reader::CheckDue()
{
/* Oxucuların əlində olan bütün kitabların siyahısını almaq */
Bibliotems bi = GetItems();
/* Qaytarılma vaxtı ötmüş kitabların siyahısı yerləşdirilən
obyektin yaradılması */
Bibliotems due;

/* Oxucuların əlində olan bütün kitablar üçün dövr yerinə
yetirmək */
for ( bi.First(); !bi.Last(); bi.GetNext())
{
/* Əgər kitabın qaytarılma tarixi bu gündü tarixdən kiçik-
dirsə, demək, oxucu bu kitabı vaxtında qaytarmamışdır və
onu "vaxtı ötmüş" kitablar siyahısına əlavə etmək lazımdır */
if ( bi.Current().GetReturnDate() < Today())
due.Add( bi.Current());
}

return due;
}
```

Bu funksiya oxucuların əlində olan kitablar siyahısında "kitab", "jurnal", "məcmuə" və digər tip obyektlərə rast gəlinə bilər. Madam ki, onlar üçün "qeydiyyat vahidi" baza sinfində qaytarma tarixini almaq üçün `GetReturnDate()` funksiyası elan olunmuşdur, onda bu funksiyanı obyekt-varislər üçün də çağırmaq olar.

Əks halda bir neçə siyahı saxlamaq lazım gələrdi: oxucular tərəfindən götürülmüş kitabların siyahısı, oxucular tərəfindən götürülmüş jurnalın siyahısı və s.



lazımdır. "Kitab" özü də müxtəlif müəlliflərin əsərlərinin məcmuəsi ola bilər.

Əgər hekayələr məcmuəsi olan "kitab" üçün ayrıca obyekt yaratsaq, onda eyni bir kodun tamamilə müxtəlif yerlərdə istifadə olunacağı alınacaq, onun reallaşdırılması çətinləşmiş olacaqdı. Ona görə də, yaxşı olar ki, bir dəfə də iyerarxiya münasibəti qurulsun: "jurnal" və "hekayələr məcmuəsi" mücərrəd "məcmuə" elementinin altnövu olur.

Hesabatlar və axtarış üçün bəzən jurnalın illik tikmələrinə və çoxcildli romanlara vahid tam kimi baxmaq faydalı olur. O zaman iyerarxiyanın bir növü də: "hissəsidir" münasibəti meydana gəlir. Çoxcildli nəşr ümumi seriyasının hissəsidir. Bəzən deyirlər ki, "altnövdür" əlaqəsi siniflərin iyerarxiyası, "hissəsidir" əlaqəsi isə obyektlərin iyerarxiyasıdır. Daha ümumi sinfin altnövu olan siniflər *varislər*, yaxud *nasillər*, daha ümumi sinfin özü isə *əcdad*, yaxud sadəcə *valideyn* sinfi adlanır.

Obyekt-yönlü proqramlaşdırmanın bir vacib xüsusiyyəti də "altnövdür" əlaqəsilə bağlıdır.

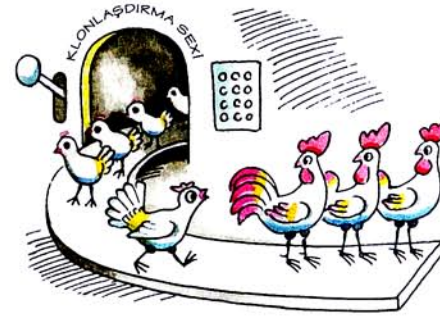
Polimorfizm. "Oxucu" obyektini üçün oxuculara verilmiş kitab, jurnal və qəzetlərin siyahısının saxlanması vacibdir. Yaradılmış strukturdan görünür ki, mücərrəd "qeydiyyat vahidləri"nin siyahısını saxlamaq lazımdır. Çünki "kitab", "jurnal" qeydiyyat vahidlərinin altnövləridir. Onda real kitabları təsvir edən obyektlər mücərrəd "qeydiyyat vahidi"-nin xüsusiyyətlərinə malik olacaq və üzərində eyni əməliyyatlara icazə verəcəkdir. Onlar üçün ISBN nömrəsini, daxili nömrəni təyin etmək, qəfəsədəki yerini tapmaq olar.

Qeydiyyat obyektlərinin hər biri üçün tam adı almaq lazımdır. Kitab üçün bu müəllif və əsərin adı, jurnal üçün isə jurnalın adı, nömrəsi və çıxma ili

olacaqdır. Müxtəlif siniflər üçün müxtəlif funksiyaların təyini (məsələn, `GetMagazineDescription`, `GetBookDescription`) iyerarxiyalı strukturu korlayar, diqqətlə qurulmuş iyerarxiyanı heçə endirərdi.

Əsas "qeydiyyat vahidi" sinfində funksiya daxil edildikdən (məsələn, `GetDescription()`) və qalan siniflərdə də o, yenidən təyin olunduqdan sonra, "kitab" sinfində təsvir müəllifin adından və əsərin adından ibarət olacaqdır, çoxcildli roman üçün yəqin ki, sıra nömrəsi, məcmuə üçün – tərtibatçının adı, jurnal üçün – nömrə və buraxılış ili əlavə olunacaqdır. Əgər belə xüsusişədirilmiş obyektlərin hər biri "qeydiyyat vahidi" valideyn sinfinin nümayəndəsi kimi istifadə olunacaqsə, onda bu funksiya (`GetDescription`) həmişə giriş olacaqdır. Özü də istifadə olunan obyektin hansı alt tipə aid olduğunu çağıran obyektin bilməsi vacib deyildir. Obyekt-yönlü proqramlaşdırma dilinin özü hər şeyin qayğısına qalacaq və alt sinfin uyğun funksiyasını çağıracaqdır.

Belə "davranış" *polimorfizm* adlanırlar: obyektlərin müxtəlif sinifləri üçün, onların valideyn siniflərində təyin olunmuş ümumi funksiyalar yığılır. Bu funksiyalar varis-siniflərdə yenidən təyin oluna bilər. Hər bir obyekt



POLİMORFİZM

Bibliotems Reader::RemindDue ()

```
{
/* Qaytarılma vaxtı çatmış bütün kitabların siyahısının tərtib
olunması */
Bibliotems due = GetDue();
/* Yeni elektron məktub yaratmaq və onu oxucuya ünvanlamaq */
MailMessage mail ( Reader.EmailAddress );
/* Məktubun mətninə nəzakətli xatırlatma əlavə etmək */
mail.addText ( "Sizə xatırladıq ki, aşağıdakı kitabların qaytarılma
vaxtı çatmışdır:" );
}
```

```
/* Qaytarılmalı olan bütün kitablar üçün dövrü yerinə yetirmək */
for ( due.First(); ! due.Last (); due.GetNext () )
{
/* Məktubun mətninə kitabın geniş adını yazmaq */
mail.addText( due.Current() .GetDescription() );
}

/* Məktubu oxucuya göndərmək */
mail.Send();
}
```

Bu funksiya məktubun mətni tərtib edilərkən qaytarılmalı olan bütün kitabların siyahısına baxılır. Siyahıdan hər bir obyekt üçün geniş izah (müəllifin adı, kitabın adı, ola bilsin ISBN) verən `GetDescription()` funksiyası çağırılır. Lakin əvvəlki nümunədən fərqli olaraq burada bu funksiya müxtəlif "qeydiyyat vahidi" altsiniflərində müxtəlif cür təyin olunmuşdur.

İstifadə olunan obyekt-yönlü proqramlaşdırma sistemi hər bir obyekt üçün düzgün funksiyanın çağırılmasının qayğısına qalacaq.





Börn Strastrup.

üçün, ona verilmiş sinfin, yaxud valideyn-sinfin obyektini kimi müraciət olunmasından asılı olmayaraq, uyğun funksiya çağırılır.

Tipləşdirmə. Effektiv və düzgün işləyən programın yaradılması üçün mümkün qədər tez bütün əməliyyatların yol verilənliyini yoxlamaq lazımdır. Bunu programın yerinə yetirilməsi zamanı deyil, onun yaradılması mərhələsində etmək məqsədəuyğundur.

Obyektlərin yaradılması zamanı onların strukturunu və yol verilən əməliyyatları təsvir edən yeni verilənlər tipi meydana gəlir. Programlaşdırma dillərində xüsusi mexanizmlər yerləşdirilmişdir. Bu mexanizmlər müxtəlif verilənlər tipindən olan obyektlərin istifadəsini izləyir və bir verilənlər tipi üçün nəzərdə tutulmuş əməliyyatların başqa tipin obyektləri üzərində yerinə yetirilməsinə imkan vermir.

Məsələn, əgər sistem elektron məktubu oxucuya deyil, "kitaba" göndərsə, elə bir qorxulu şey baş verməyəcəkdir. Yəqin ki, məktub sadəcə olaraq kompüter mühitində itib-batacaqdır. Lakin əgər oxucunun götürdüyü kitablar siyahısına "qəfəsə", yaxud başqa bir "oxucu" düşərsə, artıq bu xoşagəlməz hal olacaqdır. Daha həssas oxucular təccili olaraq kitabxanaya bütün kitab dolu qəfəsin qaytarılması xahişilə məktub aldıqda bayıla bilərlər.

Belə halların baş verməməsi üçün, obyekt-yönlü programlaşdırma dillərində *tipləşdirmə* mexanizmi, yaxud bir sinfin obyektini əvəzinə digərindən istifadədən daxili müdafiə üsulu vardır. Bu mexanizmlər ya programların yazılması mərhələsində (o zaman səhvi tapmağa cəhd edən programçı yorğunluqdan bayılacaqdır), ya da yerinə yetirilməsi zamanı (program dayanacaqdır, ancaq hər halda dəhşətli məktub oxucuya göndərilməyəcəkdir) işə düşəcəkdir.

OBYEKT-YÖNLÜ PROGRAMLAŞDIRMA DİLLƏRİ

SmallTalk. SmallTalk-72 və SmallTalk-74 versiyalarında obyekt-yönlü programlaşdırmanın əsasları qoyuldu, ancaq siniflərin varislik mexanizmi hələlik yox idi (sinifləri olan, lakin varisliyi olmayan belə dili obyekt-yönlünün əksinə olaraq obyektli programlaşdırma dili adlandırmaq olar).

SmallTalk təkcə programlaşdırma dili deyil, mətn redaktoru, sinfin ierarxiyasına baxmaq üçün vasitələri, qrafik istifadəçi interfeysi kitabxanaları olan bütün bir hazırlanma (gəlişdirmə) mühiti idi. Onun SmallTalk-80 versiyası geniş tanındı və bir çox kompüter platformalarına keçirildi.

Object Pascal. Object Pascal programlaşdırma dili Apple Computers firmasının əməkdaşları tərəfindən Pascal prosedur dilinin müəllifi Niklaus Virtsə birlikdə yaradılmışdır.

Object Pascal dili 1986-cı ildə Macintosh kompüterləri üçün MPW (Macintosh Programmer's Workshop) hazırlanma mühitinə daxil edilmişdir. Bu dil fərdi kompüterlər üçün ilk obyekt-yönlü hazırlanma dili olmuşdur. O, programçıya rahat alətlər, zəruri olan bütün kitabxanaları verməklə yanaşı, programların məhsuldarlığını itirmədən, obyekt-yönlü yanaşmanın bütün üstünlüklərindən istifadə etməyə imkan vermişdir.

Eyni zamanda dilin sadələşdirilməsi üçün ondan çoxqat varislik ("jurnal" sinfi bir çox siniflərin – "qeydiyyat vahidi", "çoxcildli nəşr" və "məcmuə" siniflərinin varisidir), global funksiya və sinfin dəyişənləri kimi bir çox imkanlar çıxarılmışdır. Məsələn, kitabxanada kitabların ümumi sayını "qeydiyyat vahidi" sinfinin global dəyişəni kimi təyin etmək olar. Yeni obyektin yaradılması (kitabların

alışı) zamanı o artır, obyektin uzaqlaşdırılması (hesabdan silmə) zamanı isə azalır.

C++. AT&T Bell Laboratories firmasının əməkdaşı Börn Strastrup tərəfindən C və Simula dillərinin bazasında "C with Classes", yəni "Siniflərlə C" dili yaradıldı. Sonradan onun əsasını tərk varisliyi, metodların yüklənməsini, ciddi tipləşdirməni və polimorfizmi dəstəkləyən əsl obyekt-yönlü C++ dilini işləyib hazırladılar.

C++ dilinin bir neçə standartı çıxıb ki, onların hər birində geniş istifadə təcrübəsi əsasında dil yenidən qurulmuş, zəruri imkanlarla tamamlanmışdır. C++ dilinin ikinci versiyasına çoxqat varislik daxil edilmiş, üçüncü versiyada programın səhvlərə reaksiyası mexanizmi, qabaqcıdan nəzərdə tutulmamış hadisələr – istisna mexanizmi yenidən işlənmışdir. Bu mexanizmlər obyekt-yönlü əsasda qurulmuşdur, yalnız iyerarxiyaya düzülmüş, mümkün səhvlər tipini təsvir edən xüsusi siniflərin obyektləri istisna təşkil etmişdir.

C++ dili o dövr üçün bəlkə də ən effektiv və populyar programlaşdırma dili əsasında yaradıldığından, o özü də programların yerinə yetirilmə sürətinə görə effektiv alınmışdır (daxilən gözəl, lakin çox ləng SmallTalk dilindən fərqli olaraq). C və C++ dillərinin sintaksisindəki oxşarlıq programçılara yeni dilin yeni imkanlarını tədricən mənimsəyərək, ona asanlıqla keçməyə imkan vermişdir.

XXI əsrin əvvəllərində C++ dili ən məşhur programlaşdırma dillərindən biridir. Bu dilin kompilyatorları və programlaşdırma sistemləri (ham kommersiya, həm də açıq kodlu havayı) praktiki olaraq bütün kompüter platformalarında vardır.

Java. Java dili ("cava" kimi oxunur) qurğularda yerləşdirilmiş kompüterlər üçün program təminatının yaradılması üçün xüsusişəkililmiş dil kimi meydana gəlmişdir.

C# dilinin adı "si şarp" kimi tələffüz olunur. # – sharp, notu yarım ton qaldıran "diyez" musiqi simvolunun ingilis dilində adıdır. Adın özündə hiyləgər söz oyunu gizlənməmişdir. Bir tərəfdən sharp "kəskin", "nüfuzedici", "çevik", "məharətlə" mənalarını, yəni yeni dilin müsbət xarakteristikalarını göstərir. Digər tərəfdən, "+" simvolu ilə "bəmol", yəni notu yarım ton aşağı salan simvol işarə edilir. Bu o deməkdir ki, C# dili C++ dilindən üstündür, yaxşıdır.

XX əsrin 90-cı illərində Sun Microsystems firmasının əməkdaşı Patrik Noton müxtəlif qurğular üçün çoxlu sayda eyni tipli proqramlara dəstək işinin yerinə yetirilməsinin gedişində ümidlişliyə qapılmağa başladı. O, artıq şirkəti tərk edib başqa işə keçməyə hazırlaşdığı vaxtda ona meydana çıxmış problemin həlli layihəsini tərtib etməyi təklif etdilər. Həmin sənəd nəinki şirkətin digər mühəndisləri tərəfindən, hətta onun rəhbərliyi tərəfindən də dəstəkləndi. Dərhal yerləşik sistemlər üçün xüsusi obyekt-yönlü dilin yaradılması üzrə qrup yaradıldı.





Yeni proqramlaşdırma dilinin əsası olaraq həmin an üçün ən populyar obyekt-yönlü dil olan C++ götürüldü. Lakin yaddaş və prosessorun gücü kimi maşın resurslarına məhdudiyyətlərlə əlaqədar yerləşik sistemlərdə ondan tam şəkildə istifadə etmək mümkün olmadı. Ona görə də onun sintaksisi yenidən quruldu, sadələşdirildi və daha ciddi edildi.

Yeni dilin digər xüsusiyyəti ondan ibarət oldu ki, o, hər bir konkret qurğu üçün maşın koduna deyil, müəyyən bir maşın üçün xüsusi aralıq koda kompilyasiya olunurdu. Yerləşik sistemlərdə bu maşınların funksionallığını təmin edən və alınmış kodu yenidən kompilyasiya etmədən qəbul etməyə imkan verən xüsusi icra mühiti vardı.

Alınmış proqramın digər kompüter platformasına (əlbəttə, onun uyğun icra mühiti olan platformaya) keçirmək üçün onu yenidən kompilyasiya etmək lazım gəlir, çünki ikilik kod prosessorun asılı deyil və xüsusi interpretator vasitəsilə yerinə yetiriləcək.

WWW kompüter şəbəkələrinin ildırım sürətilə məşhurlaşmasıyla əlaqədar olaraq bu dil yüksək şöhrət qazandı. WWW-səhifələrə baxış zamanı geniş şəkildə istifadə olunan çox da böyük olmayan proqramların – apletlərin yaradılmasına bu dil çox uyğun gəldi. Sərvərdə aralıq kod şəklində yeganə aplet saxlanılır ki, o, müştəri brauzeri tərəfindən yüklənir və ixtiyari sistemdə yerinə yetirilə bilər.

C#. C# dili 2000-2001-ci illərdə Microsoft şirkəti tərəfindən yeni Microsoft.NET platforması üçün əsas proqramlaşdırma dili kimi yaradılmışdır. Yeni dil kecid prosesini asanlaşdırmaq üçün onun sintaksisi əsasən ən məşhur C++ və Java dillərindən götürülmüşdür. Bəziləri hətta onu Java dilinin kommersiya məqsədilə yaradılmış dəqiq sürəti adlandırırlar, ancaq bu belə deyil. Java

dili C++ dilinə nə qədər oxşayırsa, C# da Java dilinə bir o qədər oxşayır; sintaksisin aşkar üst-üstə düşməsiylə yanaşı yetərinə böyük fərqlər də vardır.

Məsələn, Java dilində, hətta ən sadə tip, ədəd, yaxud simvol da həmişə uyğun sinfin obyektləri olur ki, bu da proqramların məhsuldarlığını önəmli dərəcədə aşağı salır. C, yaxud C++ dillərində olduğu kimi C# dilində isə ədəd sinfin obyekti də ola bilər, adı dəyişən də.

OBJEKT-YÖNLÜ MICROSOFT.NET PLATFORMASI

Java kimi C# dili də müxtəlif maşınlar üçün eyni olan aralıq koduna kompilyasiya olunur. Ancaq Java dilindən fərqli olaraq, bu psevd-Assembler aralıq kodunun özü də obyekt-yönlüdür. Başqa sözlə, kompilyasiya vaxtı proqramın obyekt strukturu haqqında informasiya itir. Bu MSIL (Microsoft Intermediate Language) aralıq kodu yeni Microsoft.NET platformasının əsas "tikinti bloklarından" biridir.

Belə qeyri-standart həll ayrı-ayrı hissələri müxtəlif dillərdə yazılmış və bu zaman hissələr arasında qarşılıqlı əlaqənin sadəliyinin və varislilik imkanlarının təmin olunduğu obyekt-yönlü böyük sistemlərin yaradılmasına imkan verir. Başqa sözlə, sinif-valideyn C# dilində reallaşdırılmış modulda, törəmə sinif isə MSIL-də kompilyasiyanı dəstəkləyən Eiffel, Python, SmallTalk, Pascal və sair dillərdə reallaşdırılmış modulda yerləşə bilər. Proqram vasitələrinin müxtəlifliyinə baxmayaraq bir obyektin başqa obyektin xidmətlərinə müraciəti zamanı da heç bir problem yaranmayacaqdır.

Microsoft.NET platforması hələ çox gəncdir və buna görə də dəqiq proqnozlar vermək çətindir. Ancaq çox ehtimal ki, nəhayət möhür o, proqramlaşdırmanın adı problemini, yəni artıq yaradılmış

kodun təkrar istifadəsinin qeyri-mümkünlüyünü həll edəcəkdir.

Obyekt-yönlü proqramlaşdırmanın yarandığı andan əsas məsələlərdən biri artıq yazılmış kodun təkrar istifadəsi olmuşdur. Minlərlə proqramçı praktiki olaraq eyni bir kodu yenidən yazır, çünki artıq hazır olan koddan bu və ya digər texniki səbəblərə (məsələn, proqramlaşdırma dillərindəki, yaxud hətta eyni bir dilin dialektlərindəki fərqlərə) görə birbaşa istifadə etmək mümkün deyil.

Bəzən kodun hazır fraqmentləri xarici sistem kitabxanası kimi tərtib olunur ki, bu da eyni bir platformada, müxtəlif proqramlaşdırma dillərində yazılmış

SÜNİ INTELEKT DİLLƏRİ

Əsrlər boyunca insan ədədlər üzərində əməliyyatlar aparmış və eyni zamanda onların yazılış formasını, hesablama üsullarını təkmilləşdirmiş, bu əməliyyatları asanlaşdırmaq üçün daha mürəkkəb texniki qurğular fikirləşmişdir. Lakin çox az insan hesablamanı daha geniş başa düşmək haqqında fikirləşmişdir. Məsələn, böyük ingilis filosofu Tomas Qobbs (1588-1679) özünün "Elementa philosophiae" əsərində yazmışdır: "Fikirləşmək lazım deyildir ki, hesablama ancaq ədədlərlə aparıla bilər". XIX əsrdə Ada Lavleys demişdir: "Maşın ədədi qiymətlər kimi hərfləri və digər ümumi xarakterli simvolları da nizamlaya, kombinasiya edə bilər. Mahiyyətə, uyğun şərtlər ödənildikdə o, nəticələri cəbri formada da verə bilər".

Lakin ilk kompüterlərin meydana gəlməsinə qədər belə ideyalar praktiki həyata keçməkdən yetərinə uzaq idi. Kompüterlər də ilk vaxtlar əsasən ədədlər üzərində əməliyyatlar üçün istifadə olunurdu, baxmayaraq ki, Konrad Süze

proqram hissələrindən istifadəyə imkan verir. Amma bu zaman obyekt-yönlülük itir, axı kitabxana öz daxili quruluşunu tamamilə gizlədərək "çıxışa" yalnız funksiyalar toplusunu verir.

Microsoft.NET platformasında yığmalar adlanan xüsusi kodlar kitabxanası meydana çıxır. Bu yığmalarda proqram fraqmentləri, müxtəlif xidmətləri təmsil edən ayrı-ayrı modullar saxlanıla bilər. MSIL-dən istifadə sayəsində bu yığmalar sonrakı işlərdə proqram komponentlərini təkrarən tətbiq etməyə imkan verir, çünki bu aralıq dilin özünün obyekt-yönlülüüyü həmin proqram komponentlərində təsvir olunmuş siniflərin varislilik imkanını təmin edir.

artıq 1945-ci ildə şahmat oyunu üçün proqram yazmışdı. Alimlər çox tezliklə kompüterlərin ədədi olmayan verilənlərin emalı üçün tətbiq olunanlarının mümkünüyü haqqında ciddi şəkildə düşünməyə başladılar. Söhbət ilk növbədə *süni intellekt* sahəsindən olan məsələlər haqqında gedirdi; onlara insan sürurunda gedən proseslərin modeləşdirilməsi, teoremlərin avtomatik isbatı, robotun hərəkətlərinin planlaşdırılması və digər proseslər aid edilirdi. Onların həlli üçün *simvollarlı hesablamalardan* (ədədlər deyil, simvollar emal olunan) istifadə olunması xarakterikdir.

FORTAN, yaxud Algol-60 kimi erkən proqramlaşdırma dilləri simvolların emalı məsələlərinin həlli üçün uyğunlaşdırılmamışdı. Lazım olan xüsusiyyətlərin bu dillərə daxil edilməsi cəhdləri (məsələn, IBM korporasiyası 1958-ci ildə FORTRAN dilinin genişlənməsini – FLPL dilini yaratdı) isə uğurlu olmadı. Buna görə də süni intellekt məsələlərinin həlli üçün xüsusi dillərin yaradılmasına başlanıldı.



Tomas Qobbs.



Konrad Süze.





Con Mak-Karti.

LISP

İlk belə dil 1959-cu ildə meydana çıxan LISP oldu (*ing. list processing* – “siyahıların emalı”). Onun müəllifi informatikanın inkişafına böyük töhfələr vermiş görkəmli amerika alimi Con Mak-Karti idi. Yeri gəlmişkən, “süni intellekt” terminini də ilk dəfə o işləmişdir. İlk öncə Mak-Kartinin proqramlaşdırma dili yaratmaq məqsədi yox idi. Onun məqsədi Türinq maşınlarından daha əlverişli yeni hesablama modelinin yaradılması idi.

İş prosesində aydın oldu ki, belə modelin əsası simvol siyahılarının rekursiv emalı ola bilər. Ondan istifadə etməklə Mak-Kartiyə cəbri ifadələrin simvollarla ayrılması məsələsinin həlli üçün olduqca qəşəng alqoritm tapmaq müyəssər oldu. Lakin o, alqoritmi siyahıların dinamik şəkildə yaddaşa yerləşdirilməsi və yaddaşdan silinməsi operatorlarının aşkar daxil edilməsi kimi texniki elementlərlə son dərəcə ağırlaşdırmaq istəməsə də, FLPL dilindən istifadə zamanı bu qəçilməz oldu. Üstəlik, FLPL rekursiyası da dəstəkləməirdi. Onda Mak-Karti başa düşdü ki, ona yeni dil lazımdır. Beləliklə, simvolların emalının əlverişli vasitələrinə tələbat LISP dilinin (onu “təmiz LISP” də adlandırırlar) birinci versiyasının meydana gəlməsi üçün zəmin oldu.

Yeni hesablama modelinin sonrakı tədqiqatı Mak-Kartini LISP dilinin ixtiyari funksiyasını hesablaya bilən universal funksiyanın yaradılması fikrinə gətirdi (istənilən digər Türinq maşınlarının işini

imitasiya edən universal Türinq maşına bənzər). Belə funksiya (o, EVAL adını aldı) yaradıldı və təsviri 1965-ci ildə dərc olunmuş LISP 1.5 dilinin interpretoru kimi istifadə olundu. Məhz bu andan dilin geniş yayılması başlanır. O, ildırım sürətilə şöhrət qazanır; demək olar ki, süni intellekt sahəsində işləyən bütün tədqiqatçılar öz proqramlarını bu yeni dildə yazırlar.

Dil təkmilləşir, onun çoxlu versiya və dialektləri meydana gəlir (onların içərisindən 1975-ci ildə yaradılmış, maraqlı Scheme dilini xüsusi qeyd etmək olar), ancaq eyni zamanda proqramların keçirilməsi (bir dialektdən, versiyadan başqasına) problemi meydana çıxır. Onun həlli üçün 1984-cü ildə dilin vahid standartı – Common LISP hazırlandı.

LISP *funksional* proqramlaşdırma dilləri sinfinə aiddir. Adı (*imperativ*) prosedur dillərdən fərqli olaraq, onlar nə dəyişəndən, nə də mənimsetmə buyruğundan istifadə edir. Bu dillərdə dövr buyruqları olmur, əməllərin təkrarlanması isə rekursiyanın köməyiylə reallaşdırılır. Belə dillərdə proqram funksiyasının təsvirindən, proqramın yerinə yetirilməsi isə funksiyanın arqumentlərə təbiiq prosesindən ibarətdir. Doğrudur, müasir LISP dilini sözün tam mənasında funksional dil adlandırmıq olmaz (yalnız təmiz LISP belə olmuşdur). O, prosedur dillərə xas bəzi xüsusiyyətlərə də malikdir.

LISP dilində ancaq iki verilənlər tipi – *atomlar* və *siyahılar* istifadə olunur. Atomlar ənənəvi dillərdəki adi identifikatorlara çox bənzəyir; bundan başqa, ədədi sabitlər də atomlar hesab olunur. Mötərizələrə alınmış elementlər ardıcılığını siyahılar adlandırılır; bu elementlər istər atomlar, istərsə də başqa siyahılar ola bilər. Məsələn, $L = (A) (B) (C) (D) (E) (F) (G) (H)$ siyahısı beş elementdən ibarətdir. Onlardan birinci və üçüncü – A və C atomları, qalanları isə siyahılardır.

Diqqət edin ki, ikinci element (B) atom deyil, bir B atomundan ibarət olan siyahıdır.

LISP elementar (yaxud sistem) funksiyalar yığınının ibarətdir ki, onlardan da ən əsasları (CAR L), (CDR L) və (CONS M L) funksiyalardır. CAR funksiyası L siyahısından birinci elementi (“başı”) seçir, CDR funksiyası L siyahısından “başı” uzaqlaşdırır (“quyruğu” saxlayır). Bizim misalda (CAR L) = A, (CDR L) = (B) (C) (D) (E) (F) (G) (H). Bu iki funksiya siyahını hissələrə “ayırır”, CONS funksiyası isə M elementini L siyahısının “başına” yerləşdirərək yeni siyahı yaradır: (CONS M (B C D)) = (M B C D).

Göstərilən üç funksiya ilə dilin elementar funksiyalar yığını, aydındır ki, tükənmir. Bundan başqa, dil elementar funksiyalardan daha mürəkkəb funksiyaları qurmağa imkan verən rahat vasitələrə də malikdir.

LISP dilində verilənlərin və proqramların yazılışının vahid forması qəbul edilmişdir. Məsələn, (F X Y) ifadəsi ya üç elementdən ibarət siyahı kimi, ya da X və Y arqumentlərinə malik F funksiyasına müraciət kimi qəbul edilə bilər. Bunun nəticəsində istifadəçinin proqramı iş prosesində təkə yeni funksiyaların və proqramların yaradılmasına deyil, həm də, dərhal onları yerinə yetirməyə qadirdir. Dilin bu imkanı onun unikal özəlliyidir (axı imperativ dildəki proqramda bütün buyruqlar onun işləməsinə qədər yaradılmalıdır və iş prosesində dəyişdirilə bilməzlər) və proqramçıların əlində çox güclü silahdır.

PROLOG

Süni intellekt məsələlərinin həllinə alternativ yanaşma Prolog (Programming in logic) dilində reallaşdırılan *məntiqi proqramlaşdırma* konsepsiyası oldu. Onu XX əsrin 70-ci illərində Marsel

universitetindən Alen Kolmerye, Filipp Russel və Edinburq universitetindən Robert Kovalski işləyib hazırladılar. Onlar öz ideyalarını demək olar ki, 10 il inkişaf etdirdilər də, çox da tanınmadılar. Hər şey 1981-ci ildə, “yapon çağırışı”nın – beşinci nəsil EHM-nin yaradılması ilə bağlı Yaponiya hökumətinin irimiqyaslı layihəsinin meydana çıxmasından sonra dəyişdi. Gələcək kompüterlərin intellektual səviyyələrinin kəskin şəkildə artırılması və onlarla təbii dilə maksimum yaxın olan dildə ünsiyyətin mümkünlüyü layihənin əsas məqsədləri idi. Prolog dili yaradılan sistemlərin əsası oldu ki, bu da ona olan ümumi diqqətin artmasına və onun populyarlığının bütün dünyada kəskin şəkildə artmasına səbəb oldu.

Məntiqi proqramlaşdırma nədir? İmperativ və funksional dillərdə proqramçı bilir ki, proqram nəyi yerinə yetirməlidir. Onun vəzifəsi kompüterə hesablamaları necə (hansı ardıcılıqla) yerinə yetirmək barədə göstərişlər verməkdir. Məntiqi proqramlaşdırma köklü şəkildə həm imperativ, həm də funksional proqramlaşdırmadan fərqlənir. Prolog dilində yazılmış proqramda nəticələrin necə hesablanması barədə göstərişlər yoxdur. O, ancaq nəticənin tələb olunan şəklini təsvir edir. Nəticənin alınması dildə daxil edilmiş məntiqi çıxış mexanizmlərinin (*rezolyusiyalar metodu* deyilən metoda əsaslanan) işidir. Prolog dilində proqram buyruqlardan ibarətdir. Buyruqlar *faktlara* və *qaydalara* bölünür. Fakt həmişə doğru qəbul edilən şərtsiz müddəədir. Dilin buyruqları şəkildə yazılmış faktlara misallar göstərək:

fil (cumbo).
qurbağa (flik).
güclüdür (cumbo, flik).

Bu onu göstərir ki, cumbo obyektidir, flik obyekt qurbağadır, eləcə də fil qurbağadan güclüdür.

LISP 20 ildən çox süni intellekt sahəsində şəxsiz hökmranlıq etmişdir. Ancaq bu gün də çoxsaylı rəqiblərin meydana çıxmasına baxmayaraq o, yenə də bu sahədə məsələlərin həlli üçün ən geniş yayılmış dildir.





Prolog ən müxtəlif məsələlərin həlli üçün istifadə olunur. Onun tətbiq sahələrindən ən vacibi ekspert sistemlərinin yaradılmasıdır.

Buyruqların başqa növü daha mürəkkəbdir. Prolog dilində qayda bu şəkildə yazılır: $Y: - X, Z, \dots$ Bu yazılış müəyyən məntiqi çıxarışı təyin edir və belə oxunur: "Y doğrudur, əgər X və Z və ... doğrudursa". Deməli, qaydanın sağ tərəfindəki vergül məntiqi VƏ (konyunksiya) kimi başa düşülür.

güclüdür (cumbo, flik) :- fil (cumbo), qurbağa (flik).

qaydası onu göstərir ki, cumbo obyektii flik obyektindən güclüdür, əgər cumbo fil, flik isə qurbağadırsa. Başqa sözlə, qaydadan faktlar arasındakı məntiqi münasibətləri təsvir etmək üçün istifadə olunur.

Prolog dilində proqramçının işinin məqsədi hər hansı bir vəziyyəti, yaxud predmet sahəsini tam şəkildə təsvir edən faktlar və qaydalar yığınının yaratmaqdır. Bundan sonra Prolog-sistemə sualları *məqsəd* adlanan cümlələr şəklində vermək olar (məsələn, klaviaturadan daxil etməklə). Prolog-sistem məqsədi yoxlamalı, onu ya təsdiqləməli, ya da təkzib etməlidir.

Prolog dilində proqramın prinsiplial xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onun işinin nəticəsi sistemə (ola bilsin, proqramçının özü) də məlum olmayan yeni faktların alınması ola bilər. Məhz dilin bu xüsusiyyəti süni intellekt sistemlərinin tədqiqatçıların və yaradıcılarının ona diqqətini təmin edir.

Verilənlər bazasının idarə olunması sistemlərinin (VBİS) və təbii dillərdə mətnlərin emalı sistemlərinin yaradıcıları, eləcə də başqa mütəxəssislər Prolog dilinə (ümumiyyətlə, məntiqi programlaşdırma) böyük ümidlər bağlayırlar. Hətta çoxları hesab edirlər ki, məhz Prolog gələcəkdə daha sadə və daha etibarlı proqram təminatının yaradılmasında əsas rol oynayacaqdır. Proqramlaşdırmanın əsaslarının öyrədilməsinə məhz Prolog dilindən başlanılmasının gərəkliliyi fikrinə bir çox tədqiqatçılar və pedaqoqlar artıq bu gün əmindirlər.

Eyni zamanda, belə fikir də var ki, indiyə qədər Prolog nəhəng olsa da, yalnız bir eksperimentdir. İş ondadır ki, dildən istifadə edərkən, hələlik qanəddici həlli olmayan xeyli problem yaranır. Bu problemlərdən ən başlıcası proqramların yerinə yetirilməsinin effektivliyinin artırılmasıdır. Bəli, ümumiyyətlə, məntiqi programlaşdırma dillərində proqramların yaradılması üsulları hələ sona qədər formalaşdırılmayıb.

PLANNER

LISP və Prolog simvollarının emalı üzrə iki ən populyar dildir. Bununla belə, geniş yayılmamış digər dillərin yaradıcıları tərəfindən də maraqlı fikirlər təklif olunmuşdur. Belə dillərdən biri indiyə qədər nadir hallarda xatırlanan Planner dilidir. O, öz adını ("planlaşdırıcı") kimi tərcümə olunur) əsasən robotların hərəkətlərinin planlaşdırılması sistemlərinin yaradılması üçün nəzərdə tutulmasına görə almışdır. Planner 1971-ci ildə Massaçusets Texnologiya İnstitutunda Karl Hyuitt tərəfindən yaradılmış və simvolları informasiyanın emalı ideyalarının inkişafında ciddi mərhələ olmuşdur.

Planner dili LISP dilinin bütün imkanlarına malikdir, yəni faktiki olaraq LISP onun altıoxluğudur. Lakin hazır funksiyalar yığını Planner dilində xeyli

genişdir, onların özləri isə LISP dilinin uyğun funksiyalarından olduqca güclüdür. Məsələn, ELEM və REST funksiyaları siyahıdan ixtiyari elementləri ayırmağa və çıxarmağa imkan verməklə CAR və CDR funksiyalarını ümumiləşdirir: $[ELEM\ I\ L] = A, [REST\ 2\ L] = (C\ (D\ E\ F)\ (G\ H))$. Bundan başqa, yazılara müxtəlif tipli mötərizələrin daxil edilməsi (LISP dilində ancaq dairəvi mötərizələrdən istifadə etmək olar ki, bu da proqramın oxunuşunu çətinləşdirir) proqramı daha anlaşıqlı edir. Ən başlıcası isə dil əlavə imkanlarla zənginləşdirilmişdir.

Onlardan birincisi ömərəyə görə verilənlərin axtarışı və analizidir. Oxşar mexanizm Snobol dilində uğurla sınaqdan çıxarılıb və indi geniş şəkildə istifadə olunur. Məsələn, Norton Commander-də *.doc tipli faylların axtarışı verildikdə, məhz bu əməliyyat yerinə yetirilir.

İkinci əlavə imkan, süni intellekt sistemlərinin yaradılması zamanı Planner dilinin olduqca effektiv tətbiqinə imkan verir: məsələnin həll olunduğu mühitin təsvirini qurmaq və dəyişdirmək olar. Mühitin təsviri verilənlər bazası adlanır və verilmiş mühitdə doğru olan, ayrı-ayrı müddəalardan (faktlardan) ibarətdir. Verilənlər bazasında olan faktlardan əlavə, proqramda məsələdə istifadə olunan anlayışlar arasında məntiqi münasibətləri və həmçinin yaranmasına icazə verilmiş əməliyyatların təsvirini vermək olar. Belə təsvirlərə teoremlər deyilir. Hər bir teoremin şərtlər siyahısı vardır ki (ilk şərtlər), bu şərtlər teoremin tətbiqinə qədər yerinə yetirilməlidir. Teoremin tətbiqi nəticəsində verilənlər bazasında bəzi faktlar daha doğru olur və onlar bazadan uzaqlaşdırılmalıdırlar, digərləri isə, əksinə, doğru olurlar və bazaya əlavə olunmalıdırlar. Hər iki növdən olan faktlar siyahısı teoremlərin təsvirlərində də olur.



Planner dilinin ən vacib yeniliyi geri qayıtmalar rejimi olmuşdur. O, proqram işləyən zaman öncədən qəbul olunmuş qərarların məqsədə aparıb çıxarmayacağı təqdirdə həmin qərarlardan imtina etməyə imkan verir. Məsələnin həlli zamanı variantların seçilməsindən istifadə ümumiyyətlə süni intellekt üçün xarakterikdir. Planner dilinin özəl geri qayıtmalar rejimi (onu geridönmələrə izləmə mexanizmi də adlandırılır, *ing.* – backtracking) proqramçıni belə seçmələri özünün reallaşdırılması zərurətindən azad edir.

Süni intellekt sahəsində işlər 50 ilə yaxındır ki, aparılır. İlk ruh yüksəkliyi, universal süni zəkanın yaradılmasında sürətli və həlledici uğurların gözlənilməsi çoxdan öz yerini ayrı-ayrı, ənənəvi olaraq insanın təfəkkür qabiliyyətinin iştirakı tələb olunan məsələlərin avtomatlaşdırılması üzrə yorucu işlərə vermişdir. İntellektual sistemlərin qurulmasında proqramlaşdırma dillərinin rolu olduqca böyükdür. Müasir süni intellekt dilləri çox problemləri uğurlu həll etməyə imkan verir, ancaq onların imkanlarının məhdudluğu aşkardır. Deməli, gələcəkdə hansı dillərin istifadə olunacağını söyləmək çox çətinidir – LISP-ə bənzər funksional, yoxsa Prolog-a bənzər məntiqi dillərin. Bəlkə bu gün heç kimin ağlına belə gəlməyən tamamilə yeni ideyalara əsaslanan yeni dillər meydana gələcək?



Karl Hyuitt.



PROQRAMÇILAR VƏ PROQRAMLAŞDIRMA

AVQUSTA ADA BAYRON, LEDİ LAVLEYS

*Qızım, sevimli yavrum, istəklil Adam mənim,
Anana bənzəmişən, yeganəm, əziz balam!
O ayrılıq dəmində üzümə gülər sənin
Məvi gözlərindəki ümid işığı müdam.*

C.Bayron



Core Noel Qordon
Bayron.

1980-ci ilin iyulunda ABŞ Müdafiə Nazirliyində Ada adlı proqramlaşdırma dili işlənib hazırlandı. Bu dilə aid kitablar əski Sovetlər Birliyində də tərcümə olundu. Kitablardan birinin adı – “Язык программирования Ада” (“Ada proqramlaşdırma dili”) mənfii təsəvvürlər doğururdu (rus. “ad” – cəhənnəm deməkdir. Kitabın adı “Cəhənnəmin proqramlaşdırma dili” kimi də yozula bilər). Lakin qaranlığın şər qüvvələrinə və cəhənnəmə bu dilin heç bir aidiyyəti yoxdur. Bu dil dünyada ilk proqramçı Avqusta Ada Lavleysin şərəfinə belə adlandırılmışdır.

Avqusta Ada Bayron 1815-ci ilin dekabrın 10-da anadan olmuşdur. Bir ay sonra onun anası Anna İzabella Milbenk (1792–1860) əri, məşhur ingilis romantik şairi Core Noel Qordon Bayronu (1788–1824) atır və ata evinə qayıdır. Bayronla həyat yoldaşının ailə münasibəti ali cəmiyyətdə böyük əks-səda doğurur və şairin qərəzli təqibinə səbəb olur – o, vətəninə tərək etmək məcburiyyəti qarşısında qalır. Londona bir daha qayıtmamaq fikrində İtaliyaya üz tutan Bayron heç ağılına belə gətirmirdi ki, kibernetikanın gələcək əfsanəsinə bələddə qoyub gedir.

Ada Bayronun böyüyüb tərbiyə aldığı evdə bir qanun hökm sürürdü: gözəndən düşmüş şair xatırlanmamalıdır. Onun bütün kitabları ailə kitabxanasından yığıldırılmış və hətta Avqusta Ada adı qısaldılaraq Ada edilmişdi (Avqusta adı ona Bayronun ögey bacısının şərəfinə verilmişdi).

Avqusta Ada üzəndən atasına oxşayırdı, ancaq maraqlarını anasından miras almışdı. Ailə həyatının ən yaxşı günlərində ərinəndən “Paralleloqramlar şahzadəsi” ləqəbini alan Anna İzabella Bayron riyaziyyatla maraqlanırdı. Qızına atasından irsən qala biləcək romantik meyllərin əksinə olaraq o, qızında analitik qabiliyyətləri inkişaf etdirmək istəyirdi.

Bir neçə musiqi alətində gözəl ifa edən və bir neçə xarici dildə danışan qızın əsas marağı riyaziyyata idi. Onu bu işdə anası və anasının alim dostları – professor de Morqanın ailəsi və ər-arvad Sommerviller də dəstəkləyirdi (Meri Sommervil astronom Pyer Laplasın “Göy mexanikası haqqında traktatı”nı fransız dilindən tərcümə etməklə məşhurlaşmışdı). Ada artıq 13 yaşında uçan aparatların sxemlərini çəkirdi. Professor Oqastes de Morqan öz şagirdinin bacarıqları haqqında o qədər yüksək fikirdə idi ki, onu hətta məşhur italyan qadın-riyaziyyatçı Mari Anyezi (1718–1799) ilə müqayisə edirdi. Eyni zamanda qız gizli olaraq şeirlər yazırdı və bundan hər hansı irsi xəstəlik kimi utanırdı. O, öz poetik meyllərini xeyli gec gerçəkləşdirdi.

Avqusta Adanın ailə həyatı valideynlərininkinə nisbətən daha xoşbəxt olmuşdur. 1835-ci ilin iyulunda o, sonradan 1-ci qraf Lavleys olan Uilyam 18-ci lord Kinqə ərə getdi. O, öz arvadının elmi məşğuliyyətini dəstəkləyir və ona kömək edirdi. Ər-arvad kübar həyat tərzi sürür və müntəzəm olaraq “bütün Londonun” iştirak etdiyi gecələr və qəbullar təşkil edirdilər. Belə məclislərin daimi iştirakçılarından biri olan, populyar



Avqusta Ada Bayron.

“Ekzamenator” jurnalının redaktoru Olbani Fonblank ev sahibləsinin belə bir portretini yaratmışdır: “O, heç kəsə oxşamırdı və nəinki poetik, həm də riyazi və metafizik istedadla malik idi. Hər bir işin məğzini qətiyyətlə və tez tutmaqda özünü göstərən tamamilə kişilərə xas qabiliyyətlə yanaşı ledi Lavleys incə qadın xarakterinin bütün xüsusiyyətlərinə malik idi. Onun davranışı, onun zövqü, onun təhsili, xüsusən mükəmməl musiqi təhsili, sözün əsl mənasında incə idi və səthi müşahidəçi onun zərif qadın füsunkarlığı arxasında nə qədər daxili qüvvənin və biliyin cəmləşdiyini heç zaman duya bilməzdi. O, yüngüllük və bayağılığa dözmədiyi dərəcədə həqiqi intellektual cəmiyyətdən zövq alırdı və məhz buna görə də elm, incəsənət və ədəbiyyat sahəsində tanınmış şəxslərlə yorulmadan tanışlıq axtarırdı”.

Payız günlərinin biri Meri Sommervelgdəki nahar zamanı Ada ilk dəfə Kembriç universitetinin riyaziyyat kafedrasının professoru Çarlz Bebinin analitik



Oqastes de Morqan



Çarlz Bebbic.

maşını haqqında eşitdi ("Çarlz Bebbic" məqaləsinə bax). Tezliklə onu məşhur alimlə tanış etdilər. Xanım Sofiya de Morqan gənc Adanın Bebbicin emalat-xanasına ilk gəlişini öz memuarlarında belə təsvir edir: "Qonaqların bir hissəsi bu möcüzəli cihaza, necə deyirlər, vəhşi insanların ilk dəfə güzgü gördüyü, yaxud atəş səsi eşitdiyi kimi təəccüblə baxdığı bir vaxtda hələ çox gənc xanım Bayron maşının işini başa düşməyə nail oldu və bu ixtiranın əhəmiyyətini yüksək qiymətləndirdi".

Elmə olan ümumi maraq Ada və Bebbici bir-birilə uzunmüddətli məhsuldar əməkdaşlığa bağladı.

1840-cı ildə Bebbic analitik maşın haqqında mühazirələr oxumaq üçün Turinə dəvət olundu. İtaliyada onu vətəninəkindən daha yaxşı başa düşdülər və mühazirələr hay-küylü uğur qazandı. Dinləyicilərdən biri, gənc mühəndis Luici Menabrea bu mühazirələrin konspektini hazırlayaraq dərc etdirdi. Menabrea dərin mütəfəkkir idi və öz öçerkini maşınlara fəvqəlbəşəri qabiliyyətlər "vermiş" və "verən" bütün insanların eşitməli olduğu sözlərlə bitirirdi: "Maşın düşüncə varlıq deyil, o, sadəcə ona verilmişləri icra edən bir avtomatdır".

Bebbic özünün "Filosofun həyatından səhifələr" əsərində yazırdı: "Bu məqalə dərc olunduqdan bir qədər sonra qrafinya Lavleys mənə dedi ki, o, Menabreanın öçerkini tərcümə edib. Mən ona yaxşı

tanış olan bu məsələ haqqında niyə onun özünün müstəqil bir məqalə yazmadığını soruşdum. Buna cavab olaraq ledi Lavleys bildirdi ki, belə fikir onun ağlına gəlməyib. Onda mən ona Menabreanın öçerkinə müəyyən şərhlər əlavə etməyi təklif etdim. Bu fikir dərhal qəbul olundu". Şərhlərin planı Bebbiclə birgə hazırlandı və o, bu haqda öz "...səhifələr"ində qısaca xatırladı: "Biz istifadə oluna biləcək müxtəlif illüstrasiyalı müzakirə etdik; mən bir neçəsini təklif etdim, seçimi isə o, tam müstəqil etdi". 1843-cü ildə Ada Lavleys məqaləni ətraflı şərhlərlə zənginləşdirərək ingilis dilinə tərcümə etdi (həcminə görə şərhlər əsas mətnə böyük idi). Bundan başqa, o, maşınların praktiki istifadəsinə aid bir neçə misal göstərir və müasir dildə desək kifayət qədər mürəkkəb alqoritm əsasında Bernulli ədədlərinin hesablanması proqramını tərtib etmişdi. "İşçi oyuq" və "dövr" terminləri məhz Ada tərəfindən təklif olunmuşdur.

Onun işlə tanış olduqdan sonra Bebbic Menabreanın məqaləsinin tərcüməsini və Adanın ona şərhlərini dərc etmək üçün "Teylorun elmi qeydləri" adlı sanballı elmi jurnalın redaktoru ilə razılıq əldə etdi. Analitik maşının alqoritmik əsasına həsr olunmuş bu iş şübhəsiz böyük maraq kəsb edir.

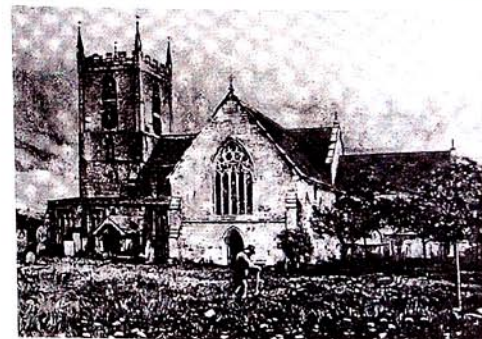
Ada Lavleys Bebbicin fikirlərini riyazi və "texnoloji" dillərə çevirmişdi. Bir neçə fraqmentə baxaq: "Maşını şüurla

təchiz etmək olmaz, o, yalnız təqdim olunan təsəvvürləri reallaşdırır. Bu təsəvvürlər perfokartlarda əks olunur, onlar hərəkətlər ardıcılığını yerinə yetirən müxtəlif mexanizmlərə ötürülür...", "İntellektual iş bütövlükdə hesablama üçün zəruri ifadələrin hazırlanması ilə məhdudlaşır...", "Maşına əsl rəqəmlər fabriki kimi baxmaq olar".

Menabreanın məqaləsi başlıca olaraq məsələnin texniki tərəfinə toxunduğu halda, ledi Lavleysin şərhləri əsasən riyazi məsələlərə həsr olunmuşdur. Buna görə də hal-hazırda məqalənin özü şərhlərdən fərqli olaraq yalnız tarixi maraq kəsb edir, çünki müasir hesablama maşınları fərqli texniki prinsiplər əsasında qurulub; məqaləyə verilmiş şərhlər isə müasir proqramlaşdırmanın əsasını qoymuşdur.

Ada Lavleys riyaziyyat və hesablama maşınlarından tutmuş at və musiqiyə qədər müxtəlif fitri istedad, dərin biliklərə və maraqlara malik insan idi. O, hesab etirdi ki, zaman gələcək analitik maşın musiqi əsərləri yazacaq, rəsmlər çəkəcək, praktiki və elmi fəaliyyətdə istifadə olunacaq. Onun proqnozlarının düzgünlüyü və dəqiqliyini indi qiymətləndirmək olar.

Adanın Bebbicə verdiyi başqa bir təklif az qala onun elmi karyerasını məhv edəcəkdə. Ledi Lavleys əmin idi ki, maşın artıq praktiki məsələləri həll edə bilər, məhz at yarışlarında məğlubiyyətsiz proqnozlar verə bilər. Lakin, ya maşın düzgün işləmirdi, ya təbiətdə



Bayronlaın Nottinhemşirdəki ailə sərəbəsi.

nəşə baş verirdi, atlar onlar üçün əvvəlcədən düşünülmüş sistem üzrə qaçmaqdan imtina edirdilər. Ada nəinki özünün, ərinin də pullarını uduzdu. Nə qədər kədərli səslənsə də ailəni tam mülisələməkdən Adanın xərçəng xəstəliyindən vaxtsız ölümü qurtardı. O, 1852-ci il noyabrın 27-də, atası Çorç Qordon Bayron kimi 36 yaşında vəfat etdi.

Anasının Adanı təsirindən qorumaq istədiyi atasının taleyi onun yeganə qızı-nın taleyində təkrar olundu. Onlar özləri də oxşar idilər: özgə uzaq ölkənin azadlığı naminə ölməyə, yaxud heç kəsin qəbul etmədiyi ixtira üçün hər şeyi qurban verməyə hazır olan yanar gözlü idealistlər.

PROQRAMÇILAR

Bu ən gənc və çox populyar peşələrdən biridir. *Proqramçı* – EHM üçün proqram yazan adama deyilir.

XX əsrin 60-cı illərində proqramların hazırlanmasında 3 nəfər iştirak etdirdi: məsələni qoyan və onun həlli üçün zəruri

verilənləri müəyyənləşdirən alim: məsələnin həlli alqoritmini fikirləşən və onu xüsusi dildə təsvir edən riyaziyyatçı-alqoritmçi; verilmiş alqoritmni maşın dilində kodlaşdırın və böyük proqramı ləng işləyən kompüterin balaca





yaddaşına daxil etməyə çalışan proqramçı.

Hər bir proqram insan düşüncəsinin nailiyyətidir. Onun səmərəliliyinə alqoritmin müəllifi və proqramçı cavabdehirlər. Riyaziyyatçı həqiqi ədədlər matrisinin mümkün ölçüsünü bilməli idi ki, verilənlərin emalını həyata keçirsin. Kodlaşdırma həm də diqqət tələb edir, özü də bu diqqət aviadispetçerdən tələb olunanndan az olmur.

Yüksək səviyyəli proqramlaşdırma dillərinin meydana gəlməsi ilə proqramçıların vəzifələri artmağa başladı: indi o özü alqoritmlər fikirləşir və onları münasib dildə kodlaşdırır. Səmərəli alqoritmin yaradılması prosesi özünün yaradıcı başlanğıcını saxlamışdır. Kodlaşdırma isə kompüterə həvalə oluna biləcək yorucu əməliyyata çevrilmişdir.

EHM-lərin sayı artdıqda tapşırıqların da dairəsi dəyişdi, bu isə kəskin proqramçı çatışmazlığına gətirib çıxardı. İndiki zamanda yaradıcı yanaşma və aralıq nəticə yalnız alimlərin tələblərinə

cavab verir, maliyyəçilər və menecerlərə isə zamanətli göstəricilərlə təmin olunmuş qısa müddətdə hazır həllər gərəkdir. Buna görə də proqram məhsullarının yaradılmasının xüsusi texnologiyası işləni b hazırlanmışdır. Məsələn, əvvəllər sistem tam şəkildə təsvir olunurdu, layihə təfərrüatı ilə ifadə olunurdu, yalnız bundan sonra sistemin gerçəkləşdirilməsinə başlanılırdı. Sistem üzrə sənədləşmə isə son növbədə aparılırdı. Düzdür, bu şəkildə yalnız müşayətçi proqram məhsulları – redaktorlar, əməliyyat sistemləri və s. yaradılır. Proqram sisteminin yaradılması və bazara çıxarılmasında proqramçının əməyi, adətən, ümumi sərf olunmuş əməyin 10-15%-ni təşkil edir.

Menecerlər, rəssamlar, dizaynerlər, texniki yazıçılar, testləyicilər və proqram sistemi üzərində işləyən qalan işçi heyət arasında yalnız proqramçılar əsl yaradıcılarıdır. Ən uğurlu proqram məhsullarını proqramçılar özləri üçün nəzərdə tutur və hazırlayır, sonradan onlar başqaları üçün də faydalı olur. Lakin bu yaradıcı şəxsiyyətlər hansısa bir yolla idarə olunmalıdırlar.

Baş proqramçı briqadasının yaradılması bir neçə proqramçının birgə əməyinin təşkili sahəsində göstərilən cəhdlərdən biri oldu. 5-7 nəfərdən ibarət kollektivə daha təcübəli proqramçı rəhbə



"Larry" adlı məşhur kompüter oyununun seriyalarının birində qəhrəman proqramçılar işləyən bir müəssisəyə düşür. Onlar display arxasında əyləşib başlarını qaldırmadan işləyirlər. Masaların arasında əllərində qamçı olan zorba menecerlər gəzişir və ekrandan gözüni çəkən proqramçıni vururlar. Ola bilsin ki, bu oyunda proqramçılar kompaniyası menecərinin gizli arzusu gerçəkləşsib.



bər təyin olunurdu. O, gündəlik tapşırıqları müəyyənləşdirir və iclaslar keçirirdi: proqramçılar öz proqramlarının fragmentlərini təqdim edirdi, onlar müzakirə olunur, tənqid olunur və təsdiq edilirdi. Belə qrupun işinin nəticəsi həqiqətən də zamanətli olurdu, lakin səmərəli deyildi və baha başa gəlirdi. Bəzən bir proqramçı bütün kollektiv üçün nəzərdə tutulmuş işi görürdü.

Belə kollektiv kosmik gəminin ekipajına bənzəyir. Vacib proqram sisteminin yaradılmasında işin səmərəliliyinin həlledici faktoru kollektivdəki daxili psixoloji mühit olacaq.

Proqramçı peşəsi insandan xarakterində müəyyən xüsusiyyətlərin olmasını tələb edir. Proqramçılar bir qayda olaraq tək işləyir və hərənin öz iş stili vardır. Bəzən ümumi layihənin gerçəkləşməsi üçün bu stilləri uyğunlaşdırmaq çətin olur. Burada hər şey rəhbərin peşəkarlığından asılıdır: iş düzgün bölüşdürülməyi və bu zaman proqramçılar uğurlu seçilibmi. Axı sistemin arxitekturasında buraxılan səhvlər bütün layihə üçün acınacaqlı nəticələr verə bilər.

Lakin bu gün bütün proqramçıların yaradıcılıq əzabı çəkdiyini fikirləşmək doğru deyil. Müasir proqramlaşdırma sistemləri əksər hallarda sistemin parametrik köklənməsini həyata keçirməyə imkan verir. Belə ki, verilənlər bazası



nın yaradılması zamanı yalnız hesablatlar və sahələrin informasiya ilə doldurulması nəzərdə tutula bilər, bununla belə bu işin icrası zamanı proqramçı heç bir sətir də kod yazmayacaq. Onu əvvəllər olduğu kimi verilənlər bazası proqramçısı adlandırırlar. Belə "proqramçılar" indi kompüterlərin istifadə olunduğu bütün fəaliyyət sahələrində əksəriyyət təşkil edir. Lakin evdə videomaqnitafonu "proqramlaşdıran" adam özünü proqramçı adlandırmır, baxmayaraq ki, heç də evdəkilərin hamısı bu işi görə bilmirlər. Xəstənin özünün təcizləməyi bacarmadığı çox da dərin olmayan yarasını bağlayan tibb bacısı çox yaxın ki, özünü cərrah adlandırmaz.

REKURSİYA

Proqramlaşdırmada ən geniş yayılmış üsul əvvəllər yaradılmış və təsvir olunmuş proqramlara müraciətdir, yaxud başqa sözlə, altproqramların (proseduraların və ya funksiyaların) çağırılmasıdır. Bu təbiidir: əgər hansısa əməliyyatlar qrupunun icrası, yaxud cəmi cür təyin olunan qiymətlərin hesablanması proqramda dəfələrlə yerinə yetirilməlidirsə, bu əməliyyatların təsvirini (hesablamaları) bir dəfə qurmaq, altproqrama

ad vermək, sonra onu lazım olan sayda çağırmaq daha məqsəduyğundur.

Həqiqətən də, əgər LOGO dilində ekranda tərəfi 5 olan kiçik kvadrat formasında iz qoyan KVADRAT prosedurunı yazsaq

BU KVADRAT

TƏKRARLA 4 [İRƏLİ 5 SAĞA 90]

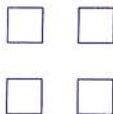
SON

onda özünün yerinə yetirilməsi gedişində birinci proseduru çağıran digər



Prosedurun parametri elə dəyişən kəmiyyətdir ki, o, prosedurun daxilində istifadə olunsun və onun qiyməti prosedur çağırılarkən verilsin. Formal parametr (və ya təsvir etmə parametri) – dəyişən adıdır, faktiki parametr (və ya çağırış parametri) isə onun qiymətidir.

bir – KVADRATLAR prosedurunun köməyiylə, məsələn, aşağıdakı şəkli almaq olar:



BU KVADRATLAR
KVADRAT
TƏKRARLA 3

QƏLƏM QALDIR
İRƏLİ 10
QƏLƏM ENDİR
KVADRAT
SAĞA 90

SON

Çağıran proqrama aid bir nümunə – KVADRAT_GENİŞ; bu halda KÜNC proseduru çağırılan proqramı rolunu oynayır:

BU KVADRAT_GENİŞ
TƏKRARLA 4 [İRƏLİ 5 SAĞA 90]
KÜNC

SON
BU KÜNC
TƏKRARLA 4 [İRƏLİ 6 SAĞA 90]
SON



KÜNC proseduru KVADRAT proseduruna çox oxşayır və yalnız İRƏLİ komandasında addımın qiymətilə fərqlənir (buna görə də KÜNC prosedurunda kvadratın tərəfləri bir addım çox alınır). Əgər KVADRAT prosedurunu parametrlı prosedur kimi təsvir etsək, bu fərq də itəcək:

BU KVADRAT :K
TƏKRARLA 4 [İRƏLİ :K SAĞA 90]
SON

(LOGO dilində dəyişən kəmiyyətdən bilavasitə əvvəl iki nöqtə qoyulur).

İndi KVADRAT 5 proqramının çağırışı KVADRAT proseduru kimi, KVADRAT 6-nin çağırışı isə KÜNC proseduru kimi işləyəcək.

KVADRAT_GENİŞ proqramının KÜNC proqramına müraciət etdiyi misalda qeyri-adi heç bir şey yoxdur: bir prosedur özündən fərqli digərini çağırır. Çağırılan və çağırılan proqramları KVADRAT :K parametri prosedura dəyişsək K parametrinin 5 qiymətində nə baş verər?

BU KVADRAT :K
TƏKRARLA 4 [İRƏLİ :K SAĞA 90]
KVADRAT :K + 1
SON

KVADRAT proqramının KVADRAT proqramını çağırması paradoks deyilmi?

Paradoks yoxdur. Üstəlik A prosedurunun A prosedurunu çağırması halına (eyni adlı proseduru, lakin faktiki parametrin fərqli qiymətilə) proqramlaşdırma tez-tez rast gəlmək olar və bunun xüsusi adı vardır – *rekursiya*. Deməli, yuxarıda KVADRAT rekursiv proseduruna aid misal verilmişdir.

KVADRAT 5 çağırıldıqda bu prosedurun necə işlədiyinə diqqət yetirək. Prosedurun gövdəsindəki birinci sətir tərəfi



5 olan kvadrat çəkəcək, sonra isə idarə etmə gövdədəki ikinci sətirin komandasına keçəcək. Növbəti hərəkət – KVADRAT proseduruna müraciət olacaqdır. Doğrudur, əvvəlcə faktiki parametr hesablanır: əvvəlki 5 qiymətinin üstünə 1 gəlir və o, 6-ya bərabər olur. KVADRAT proseduru mövcud kvadratın üstündən bir az geniş kvadrat çəkir. Yenidən parametrin qiyməti dəyişir və yenə də KVADRAT proseduru çağırılır və bu dəfə daha geniş kvadrat çəkilir. Artıq aydındır ki, belə demək olar: “və s”.

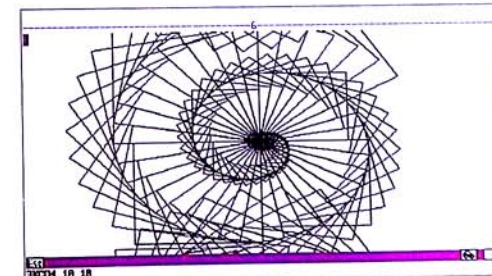
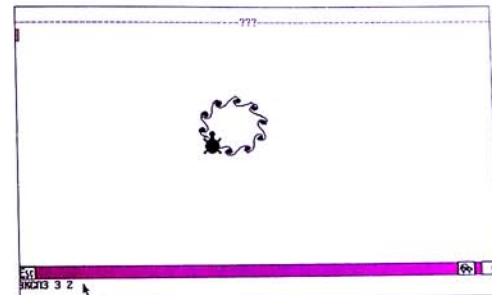


Belə rekursiya sonsuz adlanır: bir dəfə başlandıqdan sonra o, heç zaman bitmir. Əgər kompüter xarab olmasa və ya proqramçı proqramın icrasını dayandırmasa və əgər biz nəzəri yox, praktiki tərəfdən baxsaq, bu proqramın



təxminən sonsuz adlandırılması daha məqsədəuyğundur. İş onda deyil ki, K: parametrinin hansısa kifayət qədər böyük qiymətindən sonra kvadratların çəkilməsi prosesi nəzərə çarpmayacaq – şəklin çəkilməsi ekrandan kənarda davam edəcək, məsələn ondadır ki, sonsuz rekursiyayı ancaq sonsuz yaddaşı olan kompüterlərdə icra etmək olar. Müasir kompüterlərin yaddaşı çox böyük olsa da, məhduddur.

Hər hansı bir prosedura müraciət etdikdə yaddan çıxarmaq olmaz ki, prosedurun icrasından sonra idarəetməni çağırışın olduğu nöqtəyə qaytarmaq lazımdır. Çağırılan prosedura girişlərin “qediyatı” və giriş nöqtələrinin yadda saxlanması prosesi prosedurun rekursiv olub-olmamasından asılı deyildir. Qayıdış nöqtələrinin yadda saxlanması üçün





KUKARAÇA

Bu dil o qədər sadədir ki, burada hətta dəyişən anlayışı yoxdur. Buna baxmayaraq rekursiyalar Kukaraçada çox fəal tətbiq olunur.

İcraçı bir neçə qat-mərtəbədə yerləşdirilmiş damalı sahələrdən ibarət mühitdə fəaliyyət göstərir. O, damalarla mühiti tərk etməmək şərtlə SOLA, SAĞA, YUXARI, AŞAĞI (bir mərtəbə çərçivəsində) İRƏLİ, GERİ (bir mərtəbədə digərinə) komandaları ilə hərəkət edir. Kukaraça onun qarşısına çıxan kubiklərin (o cümlədən bir neçə kubikin) icra olunan komanda istiqamətində yerini dəyişə bilər. Kubiklərin üzünə hərflər (və ya klaviatüradan daxil oluna bilən istənilən simvol) qoyulmuşdur. Kubiklərin bəziləri çevrilmişdir: onların üz tərəfində hərfin əvəzinə sual işarəsi göstərilmişdir. Kukaraça kubiki itələməklə kubikin qonşu damasında hansı hərfin olduğunu müəyyən edə bilər. Belə itələmədən sonra hərflər haqqında suala cavab şərti komanda tərəfindən verilir:

ƏGƏR <şərt> ONDA <komanda-1> ƏKS HALDA <komanda-2>

burada <şərt> – icraçı tərəfindən axtarılan hərfdir. Məsələn,

SAĞA
ƏGƏR A ONDA YUXARI ƏKS HALDA AŞAĞI

Komandalarına görə əgər üzərində sual işarəsi olan kubikdə "A" hərfindirsə, Kukaraça yuxarıya (ikinci sətir birinci damasına), əks halda isə aşağıya (üçüncü sətir ikinci damasına) istiqamətlənir.

Şərtlərə inkar da daxil edilə bilər. Məsələn, "A DEYİL" – "A" hərfindən başqa istənilən hərflər deməkdir.

Bu dildə idarəedici strukturun məhdudlaşdırıcısı lazım deyil, çünki ONDA və ƏKS HALDA budaqlarında yalnız bir komanda yazmağa icazə verilir. Təkrarlanma sayı əvvəlcədən məlum olan dövr belə yazılır:

TƏKRARLA n <komanda>

burada n – təkrarların sayıdır.

	1	2	3	
1				
2	→	?		
3				

kompyuter tərəfindən avtomatik olaraq ayrılan yaddaş hissəsi *təxirə salınmış (açılmış)* prosedurlar *steki* adlandırılır. Bu stekdə icra olunan proqram tərəfindən çağırılmış prosedurların (və ya rekursiv çağırışlar olan halda rekursiv prosedurların) siyahısı saxlanılır. Stek elə təşkil olunur ki, sadalanan prosedurlardan axırıncısı ən birinci əlçatan prosedur olur. Bir-biri tərəfindən çağırılmış prosedurların zənciri nə qədər uzundursa, *təxirə salınmış (açılmış)* prosedurlar *steki* o qədər çox yer tutur. Adı çağırışlarda ən mürəkkəb (rekursiv olmayan) proqramların icrası üçün stekdə kifayət qədər yer olur. Lakin hər bir sonsuz rekursiya gəc-təz steki dolduracaq. Bax elə buna görə də rekursiya müasir kompüterlərdə kifayət qədər uzun müddət icra oluna bilsə də, bu proses əbədi deyil.

Lakin nəzəri cəhətdən sonsuz rekursiya nə qədər maraqlı doğursa da, təbii olaraq bir sual yaranır: sonlu rekursiya mümkündürmü? Bu suala cavab vermək asandır. Rekursiv prosedura aid misalda bilavasitə rekursiv çağırışdan əvvəl qısal-dılmış şərti komanda daxil edək:

BU KVADRAT :K
TƏKRARLA 4 [İRƏLİ :K SAĞA 90]
ƏGƏR K < 100 ONDA KVADRAT :K + 1
SON

Proqramın belə "təkmilləşdirilməsi" 100-cü kvadrat çəkildikdən sonra rekursiv çağırışların zəncirini dayandırır. Sonu olan (şərti başlanğıcda yoxlanılan) rekursiv prosedur ön şərti olan dövrü xatırladır. Bu cür rekursiyadan proqramçılar tez-tez istifadə edirlər.

Rekursiya mexanizmi o qədər də sadə hesab olunmur. Ola bilsin ki, möhz bu səbəbdən onun bütün proqramlaşdırma dillərində istifadəsinə icazə verilmir. LOGO-da rekursiya elə təqdim olunur ki, o, əsas idarəedici struktur təəssüratı bağışlayır. Pascal dilinin təsvirində o mümkün idarəedici struk-

turlardan biri kimi verilir, vaxtilə geniş yayılmış BASIC proqramlaşdırma dilində isə rekursiyalara ümumiyyətlə icazə verilmir. Bu misallardan aydın olur ki, rekursiyanın bu və ya digər dildə daxil edilib-edilməməsinə həmin dilin "mürəkkəbliyi" ilə əlaqələndirmək olmaz.

Aşağıda verilmiş bir neçə anlayış və misal Kukaraça icraçısının idarəetmə dili çərçivəsində göstərilir. Məsələn,

BU GƏZİNTİ
TƏKRARLA 9 SAĞA
TƏKRARLA 9 AŞAĞI
TƏKRARLA 9 SOLA
TƏKRARLA 9 YUXARI
GƏZİNTİ
SON

proqramı icraçını məcbur edəcək ki, 10x10 ölçülü sahəni uzun-uzadı yolansın. Doğurdan da, belə proqramı yarımçıq kəsmədən dayandırmaq çətindir.

Dildə istifadəsinə icazə verilən ön şərtlü dövr (dövr NƏ QƏDƏR KI) bu şərt-dən şərti komandalarda olduğu qaydada istifadə edir. Məsələn, aşağıdakı komandalarda olduğu kimi:

NƏ QƏDƏR KI BOŞDUR AŞAĞI
SAĞA

Nə qədər ki, xanalar boşdur (BOŞDUR şərti) Kukaraça sütunla aşağı enir və BOŞDUR şərti pozulduqda o dövrdən sonrakı SAĞA komandasına keçir. Bu, Kukaraça ən yaxın kubikə toxunduqda baş verir.

Eyni məsələ – ən yaxın boş olmayan sahənin müəyyənəndirilməsi də – sonlu rekursiya vasitəsilə həll olunur:

BU ENİŞ
AŞAĞI
ƏGƏR BOŞDUR ENİŞ
SON

Növbəti məsələdə – Kukaraçanın, sonunda proqramın qurtardığını göstərən ulduz (*) nişanı olan kubikin durduğu

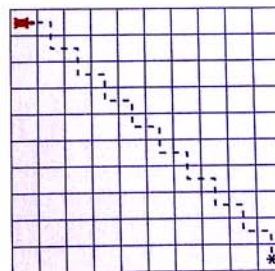


pilləkənə enişində çağırın və çağırılan proqramlar arasında münasibətlər başqa cür qurulur.

Bu münasibətlərin "aydınlaşdırıldığı" aşağıdakı proqrama baxaq. Burada PİLLƏKƏN və PİLLƏ prosedurları öz-lərinə müraciət etmirlər.

PİLLƏKƏN
BU PİLLƏKƏN
PİLLƏ
SON
BU PİLLƏ
AŞAĞI
SAĞA
ƏGƏR * DEYİL PİLLƏKƏN
SON

Elə görünür ki, onlar rekursiv proqramın bundan əvvəl verilmiş sadələşdirilmiş tərifinə uyğun gəlmir. Lakin rekursiya anlayışını təbii yolla genişləndirmək olar.



Kukaraça rekursiv prosedurlardan istifadə etmədən məsələni həll edir.

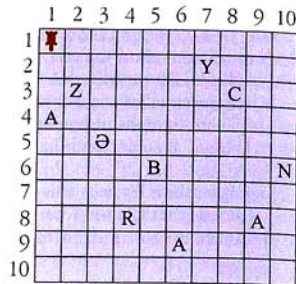


Bu məsələnin
həllində Kukaraça
3 rekursiyadan
istifadə edir.

Əgər *A* proqramı *B* proqramını çağırırsa və *B* proqramı da yenidən *A* proqramına müraciət edərsə (bu müraciətlər digər çağırılan proqramlar ardıcılığı ilə də mümkündür), bu iki prosedur (*A* və *B*) *dolayı* rekursiya təşkil edirlər (*birbaşa* və yaxud *bilavasitə* rekursiyadan fərqli olaraq). Bu tərifdə *birbaşa* rekursiyaya *dolayı* rekursiyanın xüsusi halı kimi baxılır.

Birbaşa və *dolayı* rekursiyanın bundan əvvəlki bütün misallarında rekursiv çağırış həmişə prosedurun sonuncu komandası olurdu. Bu halda rekursiya təkrar olunan proseslərin idarəetmə üsullarından biri kimi fəaliyyət göstərir. Əgər çağırılan prosedurun təsvirində rekursiv çağırışın ardınca digər komandalar gəlsə, onda ilk baxışdan gözlənilməyən əlavə effektlər yaranır.

Mühitin çoxmərtəbəli strukturunun işə düşdüyü bir məsələyə baxaq. 10x10 sahəsində (birinci mərtəbədə), birinci və axıncı sətir çıxmaq şərtilə, hər bir sütunda bir kubik olmaqla nizamsız şəkildə 10 kubik sopolənimişdir. Başlanğıcda (1, 1) damasında yerləşdirilmiş Kukaraça sahəni nizama salmalıdır – bütün kubikləri birinci sətirə yığmalıdır. Bu məsələnin əsas hissəsi sütunun ixtiyari yerində duran kubiki sütunun birinci sətirində yerləşdirən prosedurdan ibarətdir. Birinci sətirdən kubikə qədər enmək çətin deyil: Kukaraçanın kubikə



toxunmasını təyin edən şərtlə *dolayı* rekursiyadan (və ya NƏ QƏDƏR KI dövründən) istifadə etmək kifayətdir. Kubiklə ilk sətirə qayıtmaq daha çətinidir. Bunun üçün aşağıya doğru neçə addım edilmişsə yuxarıya doğru da o qədər addım edilməlidir. Lakin Kukaraçada saygac ola bilməz, çünki dəyişən yoxdur! Bəs icraçının addımlarını necə saymaq və yadda saxlamaq lazımdır? Burada *təxirə salınmış rekursiya* adlanan üsul köməyə gəlir.

SÜTUN və ARXASINAKEÇMƏ prosedurları kubiki itələyir və onu birinci sətirə qaytarır:

```
BU SÜTUN
AŞAĞI
ƏGƏR BOŞDURSA ONDA SÜTUN
ƏKS HALDA ARXASINAKEÇMƏ
YUXARI
SON
BU ARXASINAKEÇMƏ
İRƏLİ AŞAĞI AŞAĞI GERİ YUXARI
SON
```

ARXASINAKEÇMƏ – adi prosedurdur və bu prosedur vasitəsilə Kukaraça aşağı mərtəbə boyunca tədqiq olunan damanın arxasına keçir. SÜTUN – *dolayı*-rekursiv prosedurdur. O, aşağı istiqamətdə edilən hər bir “boş” (itələnmədən) addım zamanı çağırılır. Onun xüsusiyyəti – axıncı YUXARI komandasıdır. İş ondadır ki, SÜTUN prosedurunun ilkin AŞAĞI komandası və ƏGƏR şərti komandası SÜTUN prosedurunun hər bir çağırışı zamanı

təkrar olunur, lakin bu zaman YUXARI komandasının icrası o vaxta qədər təxirə salınır ki, şərti komandanın ƏKS HALDA hissəsində olan komandalar yerinə yetirilib qurtarsın.

Məsələn, üçüncü sətirdə duran kubik üçün SÜTUN prosedurunun komandaları necə icra olunur?

1. SÜTUN prosedurunun başladılması. AŞAĞI komandası yerinə yetirilir. Kukaraça ikinci sətirə enir.

2. Kukaraça əvvəlki hərəkəti zamanı kubikə rast gəlmədiyindən, BOŞ şərti doğru olur və rekursiv prosedura ikinci çağırış baş verir. Birinci çağırışın bir hissəsini təşkil edən YUXARI komandasının icrası təxirə salınır – o, təxirə salınmış komandalar stekində saxlanılır.

3. İkinci çağırış zamanı yenə AŞAĞI komandası icra olunur. Kukaraça üçüncü sətirə keçir.

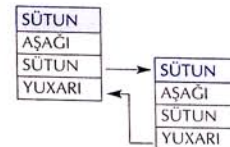
4. Burada o, kubikə rast gəlir. BOŞ şərti pozulur. Ona görə də, icraçı qonşu sahə üzrə kubikin arxasına keçir və kubiki yuxarıya – beşinci sətirə itələmək üçün rahat olan bir mövqedə durur.

ARXASINAKEÇMƏ proseduru daxilində YUXARI komandası icra olunur. Kukaraça 4-cü sətirə qalxır və kubiki 3-cü sətirə itələyir.

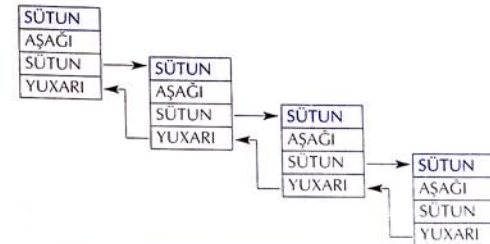
5. İndi SÜTUN prosedurunun çağırışına aid olan YUXARI komandası icra olunur. Kukaraça 3-cü sətirə, kubik isə 2-ci sətirə qalxır. İkinci rekursiv çağırış başa çatır.

6. Lakin birinci rekursiv çağırış tamamlanmamışdır, çünki YUXARI komandası icra olunmamış qalır. İnterpretator onu təxirə salınmış komandalar stekindən çıxarır və icraçıya ötürür. Kukaraça kubiki birinci sətirə itələyərək özü ikinci sətirdə durur. Birinci rekursiv çağırış (stekdə sonuncu çağırış) tamamlanır, onunla birlikdə SÜTUN prosedurunun icrası da başa çatır.

Təsvir olunmuş mərhələlər şərti olaraq sxem şəklində əks olunub:



5-ci sətirin kubiki üçün sxem aşağıdakı kimi olacaqdır:



SÜTUN prosedurunun təsvir etdikdən sonra onu bizim məsələni həll edən DÜZÜM proseduruna daxil etmək çətin deyil:

```
BU DÜZÜM
TƏKRARLA 9 İSÜTUN İRƏLİ YUXARI
SAĞA GERİ
SÜTUN
SON
```





N ƏDƏDİNİN FAKTORIALININ HESABLANMASI

"n!" ("n" nida işarəsilə) kimi işarə olunan verilmiş n ədədinin faktorialının hesablanması proqramı rekursiv funksiyaya misal ola bilər. Tam n ədədinin faktorialı 1-dən n-dək olan bütün tam ədədlərin hasilidir və aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$F(n) = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdots (n-2) \cdot (n-1) \cdot n$$

Qəbul olunmuşdur ki, $0! = 1$.

Faktorialın hesablanması proqram-funksiyası aşağıda KuMir dilində verilmişdir:

```
alq tam faktorial (tam n)
  verilib n
  görəkdir
bas
  agar n <= 1
  | onda qiym := 1
  | əks halda qiym := n * faktorial (n - 1)
  tamam
son
```

(Bu misalda istifadə olunmuş fiqurlu mötərizələr çərçivəyə alınmış komandalar qrupunu proqramlaşdırma dilinin razılaşmalarına uyğun olaraq vahid bir komanda hesab etməyə imkan verir).

Yuxanda göstərilən bütün misallarda rekursiv proqramlar qismində ancaq prosedurlar çıxış edirdi. Lakin rekur-

Bu funksiya onu çağırmış proqrama $n!$ ədədi qiymətini qaytarır. İşin əvvəlində proqram hələ bilmir ki, faktorial (n) nədir, ona görə də onun hesablanmasını ən azı növbəti rekursiv çağırış qədər təxirə salır. Lakin ola bilsin ki, faktorialın hesablanması yəna də təxirə salınsın. Və ancaq n -ci çağırış zamanı kompüter təxirə salınmış komandalar stekindən ilkin olaraq faktorial (n), ondan sonra faktorial ($n-1$) və sair çıxarmaqla faktorialı hesablamağa başlayacaq. Burada söhbət yəna də təxirə salınmış rekursiyadan gedir.

$a := 5$

$b := 6$

çapet (faktorial (a) + faktorial (b)) : 2

komandalarına görə kompüter ekrana aşağıdakı ədədi qiyməti çıxarır:

$$\frac{5! + 6!}{2} = \frac{120 + 720}{2} = 420,$$

çünkü

$$5! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120, \quad 6! = 120 \cdot 6 = 720.$$

siyalar funksiyaların proqramlaşdırılmasında da eyni uğurla istifadə olunur.

Fikirləşmək lazım deyildir ki, insanlar rekursiya ilə yalnız informatikada rastlaşırlar. Müasir riyaziyyat da rekursiv funksiyalarla zəngindir. Gündəlik həyatda da rekursiyalara çoxlu örnəklər tapmaq olar. Rəssamlar rekursiv rəsmlər çəkməyi xoşlayırlar: məsələn, rəsmdə ekrana baxan televiziya tamaşaçısı göstərilir, ekranda isə başqa bir televiziya tamaşaçısı ekrana baxır. Həmin ekranda isə başqa televiziya tamaşaçısı görünür və s.

Öz itini sevən keşiş haqqında tanınmış şer-pritça ədəbi rekursiyaya gözəl örnəkdir:

*Keşişin bir iti vardı,
O, itini sevərdi.
İt bir gün ət parçasını yedi,
Keşiş onu öldürdü.
Öldürüb də basdırdı,
Və üstündə də yazdı:
Keşişin bir iti vardı...*



ETİBARLI PROQRAMLAR NECƏ YAZILIR

Hər bir proqrama informasiyanın dəyişdirilməsi prosesinin təsviri kimi baxmaq olar: hər hansı ilkin informasiya vardır və ondan nəticə əldə olunmalıdır. Bu sxemə təkcə hesablama məsələləri deyil, oyunlar da daxil olmaqla interaktiv proqramlar aiddir. Bu zaman istifadəçinin hərəkətləri giriş informasiyası, kompüterin işi isə – nəticə hesab olunur.

Müasir dünyada maşınların köməyi ilə getdikcə daha mürəkkəb məsələlər həll olunur. Buna görə də proqramların etibarlılığına tələbat artır, yeni proqramlar mümkün ilkin verilənlər üçün düzgün nəticə verir və səhv olan halları qeydə alır. Xüsusi üsullar mövcuddur. Onlar iki qrupa bölünürlər: *isbat üsulları* və *test üsulları*.

Əgər proqramın düzgünlüyü isbat olunubsa, onu testləşdirmək nəyə lazımdır? Birincisi, bəzən düzgünlüyün isbatının özü də düzgün olmur. İkincisi, proqramın mətnində səhvlər ola bilər. Düzgünlüyün isbatı zamanı müəllif proqramı yazdığı zaman nəzərdə tutduqlarına əsaslanır. Kompüter isə nə yazılıbsa onu icra edir. Proqramın etibarlılığına əmin olmaq üçün çoxlu test lazımdır.

Testin əsas məqsədinin proqramın düzgün işləməsinə əmin olmaq olduğunu hesab edənlər yanlışdır. Həqiqətdə testləşdirmə səhvlərin axtarışdır.



Testlərə bu baxışların arasındakı fərq testlərin tərtibinə və onların nəticələrinə psixoloji yanaşmadadır.

Birinci halda testi aparan etiraf edir ki, proqram işləyir və bunu təsdiq etməyə çalışır. Buna görə də testlərin sayı ixtisar edilir (nöyi yoxlayan: hər şey aydındır), testlərdə kələk olmur və onlar eyniləklə proqram tərəfindən işləyən vəziyyətlər yığımını təsvir edirlər. Belə testləşmə, proqramları yazan və testləşdirən zaman nəzərdə tutulmamış vəziyyətləri ağılına belə gətirməyən gənc müəlliflərə daha çox xasdır.

İkinci yanaşmada hər şey dəyişir. Testi keçirənin məqsədi proqramı sındırmaq, onun səhv olduğunu sübut etmək, işlənmənin mürəkkəb olduğu halları





ÜÇBUCAQ HAQQINDA MƏSƏLƏ

Üç natural ədəd verilmişdir. Üçbucağın verilmiş tərəflərinə (bərabərtərəfli, bərabəryanlı, müxtəlif tərəfli) və bucaqlarına (iti bucaq, düz bucaq, kor bucaq) görə üçbucağın növünü müəyyənləşdirməli.

Məhdudiyyətlər: $0 < a, b, c < 1000$.

Giriş: 3 4 5

Çıxış: düzbucaqlı, müxtəlif tərəfli üçbucaq.

Yaxşı testlər dəsti hazırlamaq üçün heç olmasa ümumi şəkildə mümkün halları və səhvləri təsvir etmək lazımdır.

Giriş verilənləri bilərəkdən düzgün seçilmişdir, yəni şərtlərdə verilmiş məhdudiyyətləri ödəyirlər.

Testlərin hazırlanması şərtlərin təhlilindən başlayır. Asanca görmək olar ki, şərtlərdə çox əhəmiyyətli bir məqam nəzərə alınmamışdır: verilən tərəflər, ümumiyyətlə, üçbucaq əmələ gətirməyə bilər. Bu hal üçbucağın xassəsinin pozulması zamanı olur: hər bir tərəf digər iki tərəfin cəmindən kiçik olmalıdır.

Beləliklə, proqramın korrekt giriş verilənlərinə mümkün reaksiyalarının aşağıdakı siyahısı alınır:

- mövcud deyil;
- bərabərtərəfli, itibucaqlı;
- bərabəryanlı, itibucaqlı;
- bərabəryanlı, korbucaqlı;
- müxtəlif tərəfli, itibucaqlı;
- müxtəlif tərəfli, düzbucaqlı;
- müxtəlif tərəfli, korbucaqlı;

(Siyahıda "bərabəryanlı, düzbucaqlı" variantı yoxdur, çünki natural ədədlərdən ibarət tərəflərin olduğu təqdirdə bu variant mümkün deyil).

Aydındır ki, test zamanı sadalanan cavablardan hər birini heç olmasa bir dəfə almaq lazımdır.

Bu məsələnin həllində hansı xarakterik səhvlər edilə bilər? Daxil edilən verilənlərin simmetriyasına xüsusi diqqət yetirək. Verilmiş üç ədədin hər biri bərabər hüquqdadır, çünki şərtə hansısa xüsusi verilmə qaydası qeyd olunmayıb. Bu halda həll zamanı tez-tez səhvlər yaranır. Məsələn, üçbucağın bərabərsizliyi hər üç tərəf üçün yoxlanılmalı bilər. Praktiki nəticə: eyni ədədlərin müxtəlif qaydada yerləşdirilməsindən ibarət testlər lazımdır. İki tərəfin cəminin üçüncü tərəfə bərabər olduğu hal mütləq ayrıca nəzərdən keçirilməlidir. Bundan başqa mümkün diapazonun sərhədində yerləşən qiymətlər də yoxlanılmalıdır.

Aşırı dolma səhvinə tez-tez rast gəlmək olur. Bu səhv proqramda 16-bit ədədlərdən istifadə olunduqda baş verir, çünki belə ədədlər kvadrata yüksəldildikdə (üçbucağın bucaqlarının müəyyənləşdirilməsi üçün tərəfləri kvadrata yüksəldirlər) 16 bitə yerləşmirlər. Son bölmədəki testlər elə seçilib ki, bu səhv dərhal aşkarlansın.

Üçbucaq haqqında məsələ üçün nümunəvi testlər dəsti cədvəldə verilmişdir:

Giriş	Gözlənilən nəticə	Şərhlər
3 20 100 20 100 3 100 3 20	mövcud deyil mövcud deyil mövcud deyil	Üçbucağın bərabərsizliyi bütün tərəflər üçün yoxlanılıbmı?
999 1 1 1 1 999 1 999 1	mövcud deyil mövcud deyil mövcud deyil	Mövcud olmayan "bərabəryanlı" üçbucaqlar
2 3 5 30 50 20 500 200 300	mövcud deyil mövcud deyil mövcud deyil	Cırılmiş üçbucaqlar
1 1 1 999 999 999	bərabərtərəfli, itibucaqlı bərabərtərəfli, itibucaqlı	Sərhəd qiymətləri. Eyni zamanda düzgün üçbucağı testdən keçiririk
500 500 300 400 700 400	bərabəryanlı, itibucaqlı bərabəryanlı, korbucaqlı	Müxtəlif bucaqlı və tərəfləri müxtəlif qaydada daxil olunan bərabəryanlı üçbucaqlar
32 48 56 30 40 50 256 368 600	müxtəlif tərəfli, itibucaqlı müxtəlif tərəfli, düzbucaqlı müxtəlif tərəfli, korbucaqlı	Müxtəlif tərəfli üçbucaqlar üçün analojidir
255 256 257	müxtəlif tərəfli, itibucaqlı	Aşırı dolmanın yoxlanılması



tapmaq və onları proqrama təklif etməkdən ibarətdir. Aydındır ki, burada iş sadə testlərlə məhdudlaşmışdır. Ən dolaşlıq giriş verilənləri, onların ən gözlənilməz kombinasiyaları istifadə olunur. Əgər proqram belə təzyiqlərə tab gətirirsə, onda doğrudan da onun düzgün yazıldığına şübhə etməmək olar.

Bütün test üsullarını iki qrupa bölmək olar: qara qutu və ağ qutu prinsipləri üzrə testləşdirmə.

Qara qutu o obyekt hesab olunur ki, xarici təsirlərə necə də olsa cavab vermək qabiliyyəti olsun və onun daxili strukturu məlum olmasın. Məsələn, hər bir məişət cihazı əksər insanlar üçün adi qara qutudur. Hamı bilir ki, müəyyən düyməni basdıqda televizorun səsi artacaq, lakin çoxları bilmir ki, belə vəziyyətdə hansı fiziki proseslər baş verir.

Qara qutu üsulu ilə testləşdirmə proqramın həll etməli olduğu məsələnin təhlilində əsaslanır. Məsələnin şərtlərini öyrənərək müxtəlif mümkün vəziyyətləri müəyyənləşdirirlər, onların hər biri üçün giriş verilənlərinin nümunəsini yaradırlar və mütləq düzgün nəticəni tapırlar. Bununla da alınan testlər dəsti verilmiş məsələni həll edən hər bir proqrama tətbiq edilə bilər.

Ağ qutu üsulu ilə testləşdirmə içində ayrıca bloklar seçilən konkret proqramın mətninə əsaslanır. Hər bir belə bloku vahid tam kimi testləşdirmək olar (qara

qutu) və ya daha kiçik bloklara bölmək olar (ağ qutu).

Adətən, proqram üzərindəki iş prosesi zamanı müəllif onu ağ qutu üsulu ilə testdən keçirir. İş bitdikdə isə proqramı ciddi və sört şəkildə mütləq qara qutu üsulu ilə yoxlayırlar.

Testləşdirmədə ən çətin iş testlər dəstinin tərtib olunmasıdır. Bu yaradıcı, çətin formallaşdırılan bir əməliyyatdır, lakin bunun üçün ümumi prinsiplər mövcuddur:

- testlər məsələnin şərtləri əsasında tərtib olunur və konkret proqramın xüsusiyyətlərini nəzərə almalıdır;
- əgər məsələ müxtəlif hallara bölünürsə, onların hamısını yoxlayacaq testləri tapmaq zəruridir;
- testlər dəsti tərtib olunarkən testlərdə məsələnin müxtəlif həll yollarının nəzərə alınması arzu olunanıdır, o cümlədən düzgün olmayan həllərin nəzərə alınması, belə ki, bilərəkdən verilmiş səhv həllin cavabı da səhv olmalıdır;
- hər tip verilənlər üçün müəyyən kritik qiymətlər mövcuddur. Bu qiymətlərin giriş verilənlərində necə emal olunmasının yoxlanılması və proqram tərəfindən həmin verilənlərdə nəticələrin düzgünlüyünün yoxlanılması zəruridir;
- əgər giriş verilənlərinin mümkün qiymətləri məhduddursa, proqramın işini sərhəd nöqtələrində və ona yaxın nöqtələrdə testdən keçirmək lazımdır. Məsələn, əgər məsələnin həllində söh-





GÖZƏL PROQRAMLAR NECƏ YAZILIR?

İşlənib-hazırlanma prosesində hər bir program bir neçə dəfə düzəlişə məruz qalır və hər dəfə adam görək bu programı oxusun, strukturu araşdırsın, çətinliklər yarana biləcək yerləri axtarsın. Buna görə də proqramlar nə qədər sadə yazılırsa, onları araşdırmaq bir o qədər asan olar.

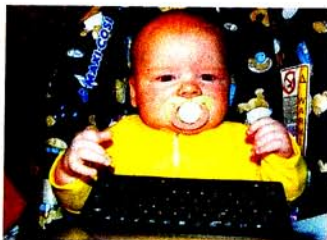
Proqramlaşdırmağa təzə başlayan proqramçılar çox vaxt hesab edirlər ki, proqramın aydınlığı üçün xüsusi olaraq çalışmağa ehtiyac yoxdur: axı proqramı onlar özləri fikirləşmişlər və deməli proqram haqqında hər şeyi bilirlər və tərtibata vaxt sərf etmək nəyə lazımdır? Təəssüflər olsun ki, bu yanlış fikirdir və çox geniş yayılmışdır.

Proqramçı öz proqramını nə qədər yaxşı anlasa da, müəyyən bir hədd var ki, ondan sonra bütün detalları yadda saxlamaq mümkün deyil. Əgər iş uzunmüddətli fasilələrlə aparılırsa, təfərrüatları yadda salmaq o qədər də asan olmur. Həyatda çox vaxt da belə olur ki, proqramı bir adam başlayır digəri isə tamamlayır.

bət 1-dən 100-dək diapazondakı N tam ədədindən gədirsə, $N=1, 2, 99, 100$ hallarında proqramın işi nəzərdən keçirilməlidir.

- testlərə, mütləq məsələ üçün mümkün qiymətlər (mənfi, müsbət və sıfır), o cümlədən qadağan olunmuş (ədəd və ya mətn olmayan) qiymətlər daxil edilməlidir.

Bəziləri üçün testləşdirmə sındırmaq və yaratmamaq kimi destruktiv fəaliyyətdir. Həqiqətdə isə araşdırmanın savadlı aparılması bacarığı, proqramdakı gizli səhvlərin müəyyənləşdirilməsi çox qiymətli vərdəşdir, ona görə də belə bir vərdəşi olan mütəxəssis proqramçılar kollektivində çox lazımlı bir adamdır.



Təcrübəli proqramçılar proqramın görünüşünə həmişə diqqət yetirirlər. Proqram oxunaqlı alınarsa onu asanlıqla oxumaq, anlamaq və düzəltmək olar və deməli, proqramın düzgün və faydalı olması şansı çox olar.

Proqramların tərtibi qaydalarını adətən proqramlaşdırma üslubu adlandırılır. Eyni hərəkətləri demək olar ki, həmişə müxtəlif yollarla yerinə yetirmək olar. Hər bir proqramçının üslubunu təşkil edən öz həvəs və vərdəşləri var. Vaxt keçdikcə onun mütləq öz təkrar olunmaz "dəsti-xətti" əmələ gəlir, alətlərdən istifadə etmək üslubu yaranır ki,

bu üslubla proqramçını kağız üzərində imzanı tanıdığımız kimi tanımaq mümkündür. Əgər üslub belə fərdirsə onu müzakirə etməyə dəyərmə? Gəlin müqayisə aparaq.

Həm bilirdi ki, hər bir insanın xətti onun barmaq izləri kimi unikalıdır. Lakin barmaq izlərindən fərqli olaraq xətti qiymətləndirmək olar: gözəldir – gözəl deyil, aydındır – aydın deyil. Əli yazı üçün xüsusi olaraq hazırlayırlar: nümunələr üzrə xüsusi tapşırıqlar diqqəti, şüuru və təşəvvürü inkişaf etdirməyə kömək edir.

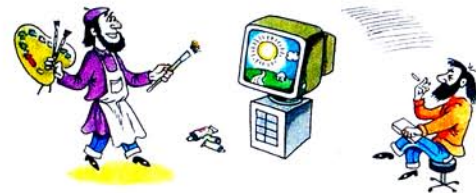
Bunu yaxşı və pis olan proqramlaşdırma üslubuna da tətbiq etmək olar. Birinci sinif gedənlər yazı nümunəsindən istifadə etdiyi kimi, təzə başlayan proqramçılar da müəyyən standartlara riayət etsələr yaxşıdır.

Proqramlaşdırma üslubu öz normaları olan danışq üslubu ilə müqayisə oluna bilər (hətta stilistik səhvlər anlayışı mövcuddur). Hər bir insanın sevdiyi sözlər var, cümlələri qurmaq tərzı var, öz fikrini izah etmək üslulu var. Ekspert-ədəbiyyatşünaslar mətnin bir hissəsi əsasında onun müəllifini müəyyən edə bilirlər.

Danışq üslubunu da qiymətləndirmək olar! Axı yaxşı və pis danışq üslublarının olması həmişə məlumdur.

Daha bir qeyri-adi müqayisə – aşpazlıq. Proqramlaşdırma üslubu ədviyyatlara bənzəyir. Yeməyin qida dəyəri əsas istifadə olunmuş ərzaq məhsulları ilə müəyyən olunur. Alınan kalorilər və toxluq hissiyyəti ədviyyatlardan asılı deyildir, lakin dad hissiyyəti əsasən onlardan asılıdır. Əgər aşpaz ədviyyatları əlavə etməyi unutmuşsa, yaxud daha pis halda, onlardan düzgün istifadə etməyibse, ümumiyyətlə hazırlanmış yeməkdən doymaq olar, lakin ondan həzz almaq mümkün deyil.

Daima yadda saxlamaq lazımdır ki, proqramı kimsə oxuyacaq və elə etmək



lazımdır ki, oxuma zamanı çətinliklər yaranmasın.

Aşağıdakı tövsiyələr yaxşı üslubun nə olduğunu başa düşməyə imkan verir:

Aydın düşüncə, aydın da ifadə edir!

Proqramı yazmamışdan əvvəl dəqiq müəyyənləşdirilməlidir: hansı məsələ qoyulmuşdur və o, necə həll olunacaq. Fikirlərdə aydınlıq yoxdursa – heç bir üsul və fəndlər kömək etməyəcək.

Şərh etməyi unutmayın!

Bütün proqramlaşdırma dilləri proqram şərhlərinə daxil edilməsinə imkan verir – şərhlər ancaq insan üçün lazım olan izahedici mətnlərdir. Kompüter şərhləri oxumur, o, sadəcə olaraq onları



Müəllif: August Rodin.

Pis şərhlərə misallar: "saygac", "əlavə dəyişən", "haqiqi ədəd", "sətir". Yaxşı şərhlərə misallar: "tapılan uyğunluqların sayı", "siyahıda ən böyük ədəd".



görmür. Şərhlər üslubun önəmli elementidir, o, proqramı həqiqətən başa düşülən etməyə imkan verən çox güclü bir alətdir.

• Proqramın giriş sözü – bir neçə səhifəlik mətnəndən ibarət böyük giriş şərhli olmalıdır. O, aşağıdakı hissələrdən ibarətdir:

- proqramın müəllifinin adı (yaradıcılıq anonim olmamalıdır!);
- proqramın adı və təyinatı;
- həll olunan məsələnin imkan daxilində təfərrüatlı təsviri;
- məsələnin ilkin verilənlərinin və məsələnin tələb olunan nəticələrinin təsviri;

- həllin əsas ideyasının təsviri;
- məsələ və onun həllilə bağlı ədəbiyyata və digər mənbələrə istinad;
- proqramın ilkin versiyasının yazılma tarixi və sonrakı dəyişikliklərin tarixçəsi.

• Hər dəyişənin, obyektin, kəmiyyətin təsviri onların mahiyyətini aydınlaşdıraraq şərhə müşayiət olunmalıdır.

• Hər bir prosedura kiçik giriş şərhini vermək lazımdır – bu konkret prosedur nə üçün nəzərdə tutulub.

• Bəzən proqramlar kifayət qədər mürəkkəb alqoritmlərə əsaslanırlar və bu alqoritmləri proqramın mətni əsasında başa düşmək o qədər də asan deyildir. Bu halda, bütövlükdə alqoritmın mənasını aydınlaşdıraraq yaxşı şərhlərin daxil edilməsi çox faydalı ola bilər.

• Şərhlərə etibar etmək olmaz.

Bu məsləhət proqramı yazanlar üçün yox, oxuyanlar üçündür.

Yadda saxlamaq lazımdır ki, kompüter şərhlərdə deyil, proqramda yazılanları icra edir. Yaxşı şərh proqramçının niyyəti, proqramın özünün təhlili isə proqramçının düşüncənin necə gerçəkləşməsi haqqında məlumat verir.

Digər tərəfdən bəzi hallarda ətraflı izah proqramda bəyan olunmuş hərəkətlərdən fərqli hərəkətlərin icra olunduğunu görməyə imkan verir.

Dəyişənlərin başa düşülməsi proqramın başa düşülməsinə acağıdır.

Hər bir proqram dəyişənlərlə ifadə olunmuş informasiyanı emal edir. Buna görə də ilk növbədə proqramda istifadə olunan dəyişənlərin mənasını anlamaq lazımdır.

• Bütün dəyişənlər təsvir olunmalıdır. Bəzi proqramlaşdırma dilləri – KuMir, Pascal, C – proqramçıları dəyişənləri təsvir etməyə məcbur edir, əks təqdirdə proqram sintaktik baxımdan qeyri-düzgün hesab olunur.

Bəzi və bəzi başqa dillər proqramçıya daha çox sərbəstlik verir: dəyişənlərin istifadəsi avtomatik olaraq onlar haqqında məlumatların verilməsini təmin edir, lakin dəyişənin tipi və digər zəruri məlumatlar kontekstdən müəyyən edilir.

Lakin bu çox aldadıcı sərbəstlikdir. Məcburi təsvirlər proqramçının intizamı edir, məlumatların strukturunun daha da mükəmməl tədqiqini stimullaşdırır. Belə proqramları oxumaq olduqca asandır: bütün dəyişənlər haqqında məlumat bir yerdə toplanmışdır və əgər oxucu hansısa dəyişənin nə olduğunu unudursa, o, bu məlumatları haradan tapacağını bilir.

• Dəyişənlərin adlarını diqqətlə seçmək lazımdır.

Təsvir və şərhlər – bu çox yaxşıdır, lakin proqramı oxuyarkən şərhlər uzaqda – proqramın mətninin başlanğıcında qalır ora çox tez-tez qayıtmaq istəmirsən. Dəyişənin adı isə tamam başqa məsələdir.

Adı dəyişəndən ayrılmaq olmaz, o həmişə dəyişənin yanında və onun proqramdakı mənasına uyğun gəlir.

Birhərflilərdən və "hərflər və rəqəmlər" tipli konstruksiyalardan qaçmaq lazımdır – onları qarışdırmaq asandır. Yaxın mənalı verilənlərə yaxın adlar vermək lazımdır, amma heç bir əlaqəsi olmayan verilənləri oxşar adlarla adlandırmaq olmaz.

Parçala və hökm sür!

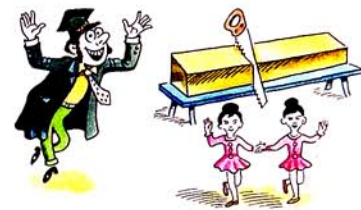
Hədsiz-hüdüdsuz olanı əhatə etmək mümkün deyil, buna görə də proqramın prosedurlara düzgün bölünməsi – böyük məsələlərin uğurlu həllinə açardır (burada prosedurlar dedikdə həm də funksiyalar, alt-proqramlar və prosedurların müxtəlif proqramlaşdırma dillərində digər reallaşdırılma formaları başa düşülmür).

• İstənilən prosedur başlanğıc şərhə təsvir olunmuş öz çox də böyük olmayan məsələsini həll edir. İdeal şəkildə o, bir qısa cümlə ilə təsvir edilməlidir. Əgər ifadə olunma uzun və mürəkkəb alırsa, deməli məsələnin bölünməsi axıra kimi aparılmayıb: hələ bir və ya bir neçə proseduru ayırmaq və yazmaq olar.

• Prosedurun həcmi elə olmalıdır ki, onu vahid tam şəkildə qavramaq, onun işinin bütün məntiqini birdəfəyə başa düşmək çətin olmasın. Adətən təsvirləri və başlanğıc şərhli olmayan prosedur ekrana tam şəkildə yerləşməlidir. Əgər prosedur bir ekrana yerləşmirsə, onu daha kiçik hissələrə bölmək haqqında fikirləşməyə dəyər.

Mətn rahat oxuna bilinməlidir.

Kompüter üçün o qədər də vacib deyil ki, sizin proqramınız sətirlərə necə bölünüb və proqramda boşluq simvolları harada qoyulub. Kompilyator leksemləri (proqramın təşkil olunduğu minimal elementlər: adlar, əməliyyat işarələri, köməkçi sözlər) bir-birindən ayırmalıdır, yerdə qalanlar onun üçün əhəmiyyətli kəsb etmir.



İnsan isə əksinə, mətnin tərtibinə xüsusi diqqət yetirir, axı mətnin qavranması onun tərtibatından asılıdır.

• Alqoritmik strukturu "seçdirmək" lazımdır.

Təcrübəli proqramçılar proqramı həmişə "pilləkənvari" yazırlar. Hər dəfə mətnə alqoritmik struktur (dövr, budaqlanma, seçim və sair) istifadə edildə mətn sağa sürüşdürülməlidir. Məsələn,

```
<dövrədən əvvəlki əməl>
while <dövrün şərti> do
begin
  | <dövrün gövdəsi>
end
<dövrədən sonrakı əməl>
```

Bu yazılış konstruksiyasının harada başladığını və harada qurtardığını, ona hansı komandalardan daxil olduğunu, hansıların isə daxil olmadığını dərhal görməyə imkan verir.

• Sürüşmə tabelıma deməkdir.

Bu qayda – əvvəlkinin izahlı genişlənməsidir.



Paskal dilində proqramdan tipik fraqment:

k := k + 1; {k-ni 1 artırırıq}

Şərh proqramın mətninə qatıyılan heç nə əlavə etmir: oxucu onsuz da görür ki, k dəyişəni 1 artır (əgər görmürsə, onda burada ona hətta ən ətraflı şərh belə kömək etməz). Yaxşı olardı ki, artımın nəyə görə baş verməsi izah ediləydi. Məsələn, "növbəti uyğunluq tapıldı" və ya "növbəti elementə keçirik".



Hətta ciddi isbat olunmuş teorem vardır ki, istənilən proqram goto-dan istifadə etmədən yazmaq olar (əlbəttə ki, əgər dildə if-then-else və while konstruksiyaları varsa). Peşəkar proqramçıların təcürbəsi göstərir ki, goto-dan istifadə çox vaxt proqramçının proqramın strukturunu savadlı şəkildə qura bilməməsinin nəticəsidir.

Ümumiyyətlə, hər dəfə bir fraqmenti digərinin təcəbilyində olduğunu göstərmək istəyəndə, təcəbilyədə olan fraqmenti sağa sürüşdürməklə yazırlar. Bununla da aydın olur ki, bu sərbəst əməl deyil, əvvəlkinin bir hissəsidir.

• Boşluqlara qənaət etmək lazım deyil. Onlar oxunuşu və proqramın başa düşülməsini asanlaşdırır. Əgər bir sətirdə bir neçə operator yazılırsa, onların arasında boşluqlar qoymaq lazımdır. Bir çox hallarda boşluqların əməl işarələrində istifadə edilməsi yaxşı olardı.

Şehirli ədədlərdən qaçmaq lazımdır.

Proqramdakı ədədləri aşkar şəkildə istifadə etməyə ehtiyac yoxdur. Proqramın mətnində belə ədədə (məsələn, 179) rast gəlmədikdə, oxucuya çox vaxt tamamilə aydın deyildir ki, bu ədəd nəyi göstərir və haradan çıxdı.

Belə bir ədədi dəyişmək zərurəti meydana çıxanda proqramçıya çətin olur. Tutaq ki, proqram 100 elementdən ibarət massivə emal edir. Aydındır ki, 100 ədədlə tez-tez rastlaşacağıq. Əgər indi 200 elementdən ibarət giriş massivi verilsə, proqramçı bütün proqram boyu



100 ədədini 200 ədədlə dəyişdirməli olacaq. Bu azmış kimi hardasa 99 ədədini 199 ədədlə, 101 ədədini 201 ədədlə dəyişmək lazım gələcək, hardasa məlum olacaq ki, 100 – elementlərin sayı deyil, suyun qaynama temperaturudur və dəyişdirilməyə ehtiyacı yoxdur. Bir sözlə, çox zəhmət tələb edən və heç də xoş olmayan bir iş yerinə yetirilir.

Ədədlərə adlar vermək və yalnız adlarla işləmək lazımdır. Pascal dilində bunun üçün sabitlər anlayışı mövcuddur. Sabitlər mexanizminin nəzərdə tutulmadığı dillərdə (KuMir, Basic) əlavə dəyişən daxil edirlər və ona proqramın lap əvvəlində qiymət mənimləndirilir.

Əlbəttə, 0 və ya 1 kimi ədədləri sabit etməyə ehtiyac yoxdur – bu, proqramı yalnız mürəkkəbləşdirir.

Addimbaaddım.

Məlumdur ki, əməllərin yazıldığı ardıcılıqla yerinə yetirildiyi xətti proqramları araşdırmaq daha asandır.

Bu o demək deyil ki, dövrələrdən və budaqlanmalardan qaçmaq lazımdır – onlarsız heç bir mürəkkəb alqoritm qurmaq mümkün deyildir. Ən yaxşısı, konstruksiyaların qısa olmasıdır, bu halda onlardan hər birinə ümumi xətti ardıcılıqla ayrıca əməl kimi baxıla bilər.

• goto olmadan.

goto operatoru yerinə yetirilmənin ardıcılığını pozaraq proqramı azca qısaltdır. goto-dan sonra növbəti sətiri yox, keçidin göstəriləndiyi yeri oxumaq lazımdır. Lakin keçid olan hissələrdə təhlükə gözlənilə bilər. Səhvlər daha çox məhz orada baş verir. Səbəbi aydındır: proqramın eyni yerinə müxtəlif yerlərdən müxtəlif vəziyyətlərlə düşmək olar. Bütün bu vəziyyətlərə (şərtlərə) nəzarət etmək çox çətin, problemlər də buradan yaranır.

• Dövrələri yarımcıq kəsmək lazım deyil.

Yerinə yetirilmə ardıcılığının pozulması üsullarından biri də – dövrələrin

vaxtından əvvəl dayandırılmasıdır. Bəzi dillərdə hətta bunun üçün xüsusi vəsi-tələr də vardır: break – C dilində, çıxış – KuMir dilində. Turbo Pascal dilinin yaradıcıları C dilində olan eyni adlı operatorun analoqu olaraq "break" proseduru hazırlamışlar.

Dövr – alqoritmik strukturu başa düşmək üçün ən mürəkkəb elementlərdəndir. Adətən hesab olunur ki, dövrün başlığı onun davamının və sonunun şərtlərini tam olaraq təsvir edir. Vaxtından əvvəl dayandırılma bu qaydam pozur, buna görə də ən yaxşısı ondan istifadə etməməkdir.

• Proqram təbii olaraq sona çatmalıdır. Proqramın ortasında işin dayandırılmasına gətirib çıxaran komandalar qoymaq olmaz. Belə komandalara prosedurlara qoymaq xüsusilə təhlükəlidir. Başa çatma təbii şəkildə olmalıdır – prosedur idarəetməni çağırış nöqtəsinə qaytarmalıdır.

Bu qaydadan yeganə istisna – proqramın sonrakı işini mənasız edən qaçılmaz səhvən aşkar edilməsidir.

Məntiqi kəmiyyətlərin istifadəsi.

Bəzi dillərdə məntiqi kəmiyyətlər (boolean – Pascal dilində, mənt – KuMir dilində) üçün xüsusi işarələmələr mövcuddur. C dilində məntiqi kəmiyyətlər ədədi kəmiyyətlərin köməyiylə göstərilir, amma onlarla həm də bütün vacib olan əməliyyatlar yerinə yetirilir.

Təzə başlayan proqramçılar tez-tez məntiqi kəmiyyətlərin mahiyyətini dərk etməyərək o yerlərdə ki qısa və aydın yazmaq olar, onlar çox uzun ifadələr yaradırlar.

Məsələn, Pascal dilində yazılmış proqramlarda belə müqayisəyə rast gəlinir: if a = true then... Daha sadə variant: if a then... Məntiqi kəmiyyət – heç bir əlavə müqayisəyə ehtiyacı olmayan şərtidir.

Daha bir misal: if a = true then a := false else a := true ifadəsini a := not a şəklində salmaq. Necə deyirlər, fərqi hiss edin!



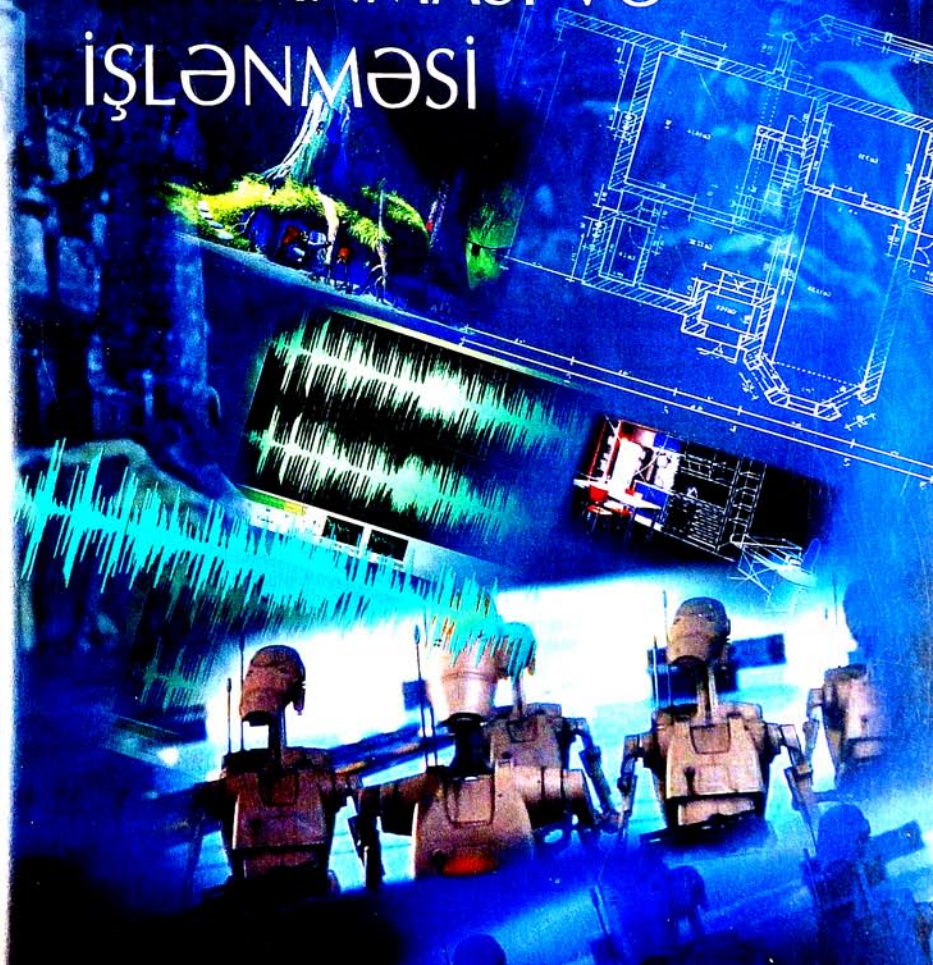
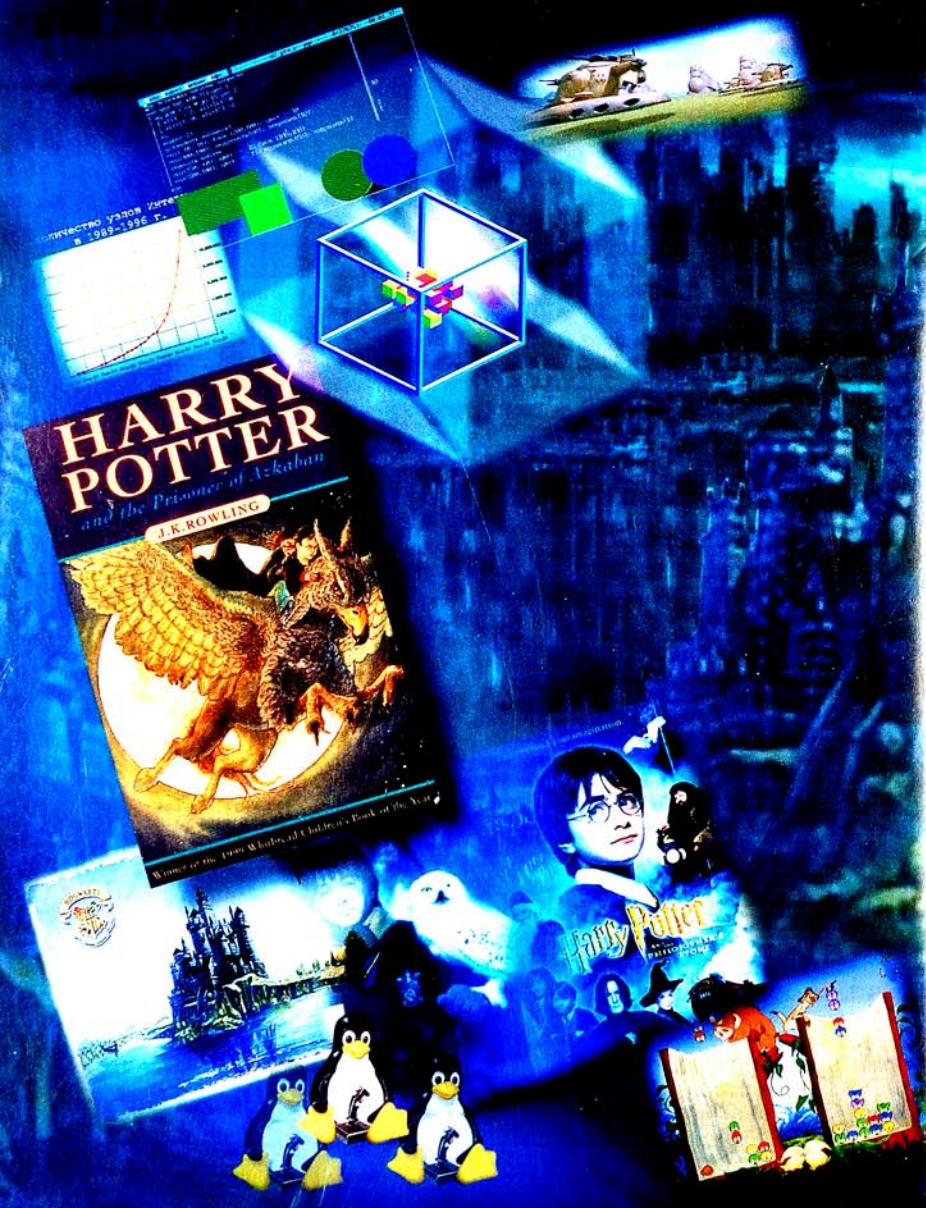
Bu isə məntiqi kəmiyyətin C dilində uğursuz istifadəsinə misaldır: if (a > b) return 1; return 0. Bu fraqmenti belə vermək yaxşı olar: return (a > b).

Axıncı yazılış göstərir ki, funksiyanın nəticəsi – ədəd deyil, məntiqi kəmiyyətdir, qiyməti doğru və ya yalan ola biləcək bir şərtidir.

Əlbəttə, burada üslubun diqqət tələb edən bütün incəlikləri göstərilməmişdir. Lakin, əgər proqramçı ciddi olaraq heç olmasa yalnız bu qaydalara əməl edə-cəksə, onda çox tezliklə onun proqram-larına həvəslə baxılacaq, onları oxumaq və başa düşmək asan olacaqdır. Bir müddətdən sonra isə o, özü qaydalar düşün-məyə başlayacaq və öz öz xüsusi üslubunu formalaşdıracaqdır.



İNFORMASIYANIN SAXLANMASI VƏ İŞLƏNMƏSİ





INFORMASIYANIN SAXLANMASI

KOMPÜTER VƏ KİTAB ÇAPI

Dünya mədəniyyəti və elmi-texniki inkişafın iki dövrü arasındakı hədd keçildi. Bəşəriyyət global kompüter texnologiyaları dövrünə qədəm qoydu.

Kitab çapı üzrə birinci təcrübə hələ 1041-1048-ci illərdə Çində Bi Şenom tərəfindən başlanmışdı. Buna baxmayaraq, kitab çapının ixtirəçisi Avropada ilk olaraq çap dəzgahı yaradan İohann Qutenberq (təxminən 1394-1468-ci illər) hesab olunur. Onun təklif etdiyi çap naboru elementlərdən – *litrələrdən* təşkil olunmuş mətnin istənilən sayda bir-birinin eyni olan izlərini almağa imkan verirdi. Yeni səhifə çap etmək üçün onları digərlərinə dəyişmək mümkün idi. Qutenberq həm də liter hazırlamaq üçün alət yaradı. Əvvəlcədən üzərinə hərfin şəkli döyülmüş, çıxarılıb taxıla birlən alt qapağı olan yumşaq metalдан hazırlanmış içiboş milin üzərinə xüsusi xəlitə (ərinti) tökülürdü. Bərkimiş xəlitə hazır litermilin üzərinə hərfin əks olunmuş formasını verirdi.

İohann Qutenberq mətbəə xəlitəsinin və mətbəə boyasının alınma reseptini hazırladı. Öz ixtiraları ilə o, kitabların istehsalı prosesini ucuzlaşdırdı və şriftlərin standartlaşdırılması yolunu saldı.

Lakin Qutenberq poliqrafiya üsulu ilə yalnız mətni hazırlayırdı. Çap olunan şəkillər və naxışlar ilk dəfə olaraq alman çapçısı Peter Şöffer tərəfindən 1457-ci ildə "Məzəmir" kitabının səhifələrində meydana çıxmışdır. Metala həkk olunmuş illüstrasiyalar və nabor formalı mətn ilk dəfə bir səhifədə florensiyalı mətbəəçi Nikolo di Lorenso tərəfindən 1477-ci ildə çap olunmuşdu. 1564-cü ildə İvan Fyodorov (1510-1580) Moskvada ilk rus çap kitabı olan "Apostol"u nəşr etdi. Sonrakı illərdə çap dəzgahının modernləşdirilməsi əvvəllər əllə yerinə yitirilən ayrı-ayrı proseslərin mexanikləşdirilməsinə, həm də ardıcıl olaraq ağacdən olan hissələrin metal hissələrlə əvəz olunmasına gətirdi.



İlk çapçı
İvan Fyodorov.

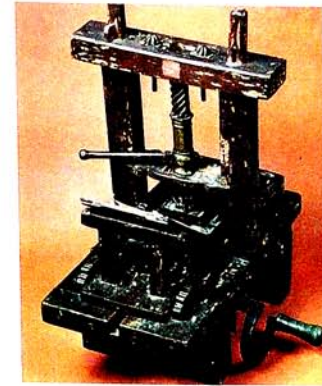
Kitab çapı texnologiyasının – informasiyanın çoxaldılması texnologiyasının genişləndirilməsi, nəinki çoxlu miqdarda ucuz başa gələn kitabların nəşr olunmasına, həm də periodik nəşrlərin – jurnal və qəzetlərin buraxılmasını təşkil etməyə imkan verdi. Bundan sonra, cəmiyyətdə informasiyanın saxlanması və ötürülməsi texnologiyalarını kökündən dəyişən digər kəşflər də oldu – fotoqrafiya, kino, teleqrafiya, telefoniyə, radio və televiziya.

Kitab çapının üstünlükləri göz qabağındadır: tirajlama və üz çıxarma əməliyyatları avtomatlaşdı və insanın iştirakı olmadan yerinə yetirilməyə başladı. Lakin informasiyanın işlənməsi, nadir istisnalar olmaqla, insanlar tərəfindən yerinə yetirilir və demək olar ki, avtomatlaşdırılmamışdır.

İkinci minilliyin sonlarında aydın oldu ki, cəmiyyətin informasiya təminatında böhran halları başlayır:

- Toplanmış informasiyanı yenidən işləmək çətinlik tələb edir. Kitab çapı dövründə cəmiyyətdə dövr edən informasiyanın həcmi sel kimi artır. Bu zaman informasiyanın işlənməsi əvvəlki kimi, "əl işi" olaraq qalır və yalnız insan tərəfindən yerinə yetirilir. Milyonlarla adam informasiyanın sistemləşdirilməsi və lazım olan informasiyanın axtarışı ilə məşğuldu. Axtarış getdikcə daha çox xərc və vaxt tələb edir və etibarsız olur. Daha əvvəllər ixtira olunmuş lazımi texnologiya və qurğuların yenidən kəşfi daha ucuz başa gəlir, nəinki mövcud informasiyanı dərindən axtarib tapmaq;

- Toplanmış informasiyanın növləri müxtəlifdir. Informasiyanın müxtəlif növləri – mətnlər, görüntülər, səs – müxtəlif şəkildə təsvir olunub, yazmaq, oxumaq və köçürmək üçün tamamilə fərqli qurğular, müxtəlif saxlanma şəraiti və insan tərəfindən işlənmək metodikası tələb edir;



İvan Fyodorovun
çap dəzgahı.

- Toplanmış informasiyanı yadda saxlamaq çətinidir. Informasiyanın köhnə saxlama texnologiyaları yeni tələblərə cavab vermir. Informasiya daşıyıcıları – kitablar, jurnallar, fotosəkillər, kino və maqnit lentləri – vaxt keçdikcə köhnəlir və ya istismar müddətində aşınır. Çap olunmuş mətnlərin, fotosəkillərin, audio yazıların sürətinin çıxarılması əməliyyatları müəyyən təhriflər yaradır, lakin bir neçə dəfə üz çıxarmadan sonra bu təhriflər nəzərə cərpacaq dərəcədə çatır. Yazan və oxudan aparatları necə təkmilləşdirsən təkmilləşdir, informasiyanın analog şəkildə təsviri zamanı onun təhrif olunması qaçılmazdır.

Təbii çıxış yolu, qoyulmuş üç problemin həll olunmasıdır. Kompüterlərdən informasiyanın işlənməsinin universal aləti kimi istifadə olunması bu prosesi avtomatlaşdırmağa və bir çox sahələrdə informasiyanın işlənməsini insanın iştirakı olmadan yerinə yetirməyə imkan verir. Informasiyanı saxlayarkən və ötürərkən onun analog formadan rəqəmli formaya keçirilməsi nəinki ancaq uzunmüddətli saxlama problemini həll edir, həm də lazım olan informasiyanın axtarışını daha olverişli edir.



KAĞIZ

Kağızın hazırlanmasının qədim üsulu.



Özünün ilk mətnlərini insan çubuqla qum üzərində və kömürlə mağara divarında, yaş gil lövhəciklər üzərində və daş lövhələr üzərində cızdırdı... Lakin onların hamısı ya uzunmüddətli deyildi, ya tez qınılırdı, ya da istifadə üçün münasib deyildi (deyirlər ki, Qədim Çində bəzi əsərlərin daşınması üçün bir neçə araba lazım idi, çünki onlar bambuk lövhəciklər üzərində yazılırdı).

Yazı üçün əlverişli olan materialı ilk olaraq qədim Misir əhalisi aşkar etmişdir. Bu bizim qamışa oxşar papirus idi. O, Nil çayı vadisində bitirdi və hətta mədəni bitki kimi yetişdirilirdi. Ondən kəndir, həsir, ayaqqabı, qayıqlar və onlar üçün yelkenlər düzəldirdilər. Onun gövdələrindən misirlilər uzun zolaqlar kəsirdilər, yapışqanla birləşdirirdilər, mənşənə altına qoyur və günəşin altında qurudurdular. Bu yolla yazı üçün əlverişli nazik, yumşaq və möhkəm vərəqlər alınır, onları yapışqanla yapışdırır və uzun lülələr şəklində bükürdülər. Təsə-

düfi deyil ki, Avropa dillərində "kağız" sözü bizə papirusu xatırladır: fransız və alman dillərində – papier, ingilis dilində isə paper.

Təqribən b.e.ə. VII əsrdə papirus bükümləri Misirdən Yunanıstana, oradan isə Romaya daxil oldu. Papirus az tapılırdı və ona görə də başqa ölkələrdə yazı üçün müxtəlif materiallar tapırıdılar. Çində bu ipək idi, Rusiyada meşətdə tozağacı qabığından istifadə olunurdu – onun üzərində məktublar, iş sənədləri – vəsiyyətnamələr, qaimələr və s. yazılırdı (məşhur Novqorod tozağacı qabığındakı sənədlər bizim dövrümüzə qədər əcdadların gündəlik həyatından bir çox məlumatlar gətirib çıxarmışdır). Perqam çarlığında xüsusi qaydada hazırlanmış qoyun və dana derisindən – perqamentdən istifadə olunurdu. Əfsuslar olsun ki, o, çox baha idi və bundan başqa, rütubətin təsirinə məruz qalırdı. Antik dövrlərdən başlayaraq, gündəlik həyatda üzü mumla örtülü taxta parçalarından istifadə olunurdu. Onların üzərində iti uclu metal vasitə ilə hər hansı hesablamalar və məlumatlar yazılırdı (metal çubuğun digər başı yastı olurdu, onun köməyiylə mumu hamarlayırdılar).

B.e.-nin II əsridə Çində bitki məmulatından kağız almaq üsulu kəşf olundu. Kağızı bambukdan, qamışdan və ağac qabığından alırdılar. Sonralar onun hazırlanması sirrini örəblər (onlar kəndir lifindən və kətandan istifadə edirdilər) və təqribən X əsrdə avropalılar öyrəndilər. Kağızın keyfiyyəti o qədər yüksək idi ki, o dövrün əlyazmaları bizim günlərə qədər çox yaxşı vəziyyətdə gəlib çatmışdır. Kağız ağ rəngini və elastikliyini saxlamışdır. O, perqamentdən çox ucuz idi və buna görə də tez bir zamanda onu sıxışdırıb aradan çıxartdı. Lakin kağız hələ uzun müddət zənginlik göstəricisi hesab olunurdu – o yalnız ən

mühüm məqamlarda istifadə olunurdu. Yalnız bir neçə əsr keçdikdən sonra kağız həqiqətən kütləvi məhsul oldu, bu isə kitab çapının sürətlə artmasına, qəzet işinin inkişafına şərait yaratdı.

Mind illər ərzində kağız insana sadəqətlə xidmət etdi. Kağız istehsalının texnologiyası və mətnin kağız üzərinə köçürülməsi qaydaları təkmilləşdi.

Əvvəlcə qaz lələyini qələmlə, sonra isə polad qələmi mürəkkəbə batırmaqla, avtoqələmlə, diyircəkli qələmlə, flo-masterlə yazmağa başladılar. Paralel olaraq texniki vasitələr inkişaf etdi – çap dəzgahı, yazı maşını, son on ildə isə kompüterə qoşulmuş çap qurğuları – printerlər.

Kompüterlərin meydana gəlməsi ilə kağızsız texnologiyaların tətbiqinin vacibliyindən danışımağa başladılar. Axı yazmaq, düzəliş aparmaq və mətnləri saxlamaq, onları dəyişmək kağız üzərinə köçürmədən də mümkündür. Baxmayaraq ki, əvvəlki kimi tamamilə kağızsız keçinmək mümkün deyil, beşəriyyət çox sürətlə yazı qabiliyyətini itirir. Ona görə də xəttə görə insanın xarakterini müəyyən edən qrafoloq peşəsi görünür ki, çox keçmədən keçmişdə qalacaq. İnsanlar demək olar ki, bir-birinə kağız üzərində məktub yazmağı yaddan çıxarmışlar, jurnalistlər redaksiyaya öz reportajlarını elektron poçt vasitəsilə göndərirlər, şairlər və yazıçılar isə əlyazması nə olduğunu unutmuşlar. Öz əsərlərini indi onlar artıq disketlərdə doc formatlı fayl şəklində saxlayırlar. Biz bu gün Puşkinin, Lev Tolstoyun əlyazmalarını görməseydik və Mixail Bulqakovun "Master və Marqarita" əlyazması üzərindəki onillik işində faylın sonuncu versiyası qalsaydı... nə qədər kasıb olduğumuzu təsəvvür etmək çətin olmazdı.

Vaxtilə məktəblərdə hüsnxət dərsələrinin olmasını artıq heç kim xatırlamır. Müasir uşaq üçün bir neçə cümləni aydın yazmaq problemə çevrilmişdir. Təsə-



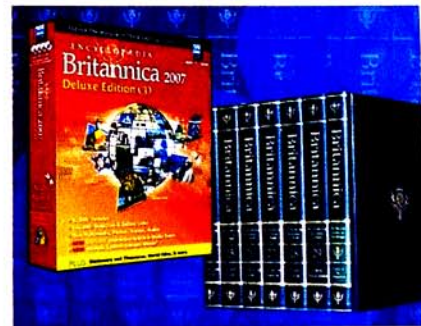
ALİMLƏR ÜÇÜN KITABXANA

Keçmiş minillikdə dəfələrlə alimlər lazım olan məlumatın saxlanması və kitablarda, jurnallarda axtarılması üsullarına müraciət etmişlər. Belə ki, varlı bir insan olan və yeni elmi kəşflərə maraqlanan Çarlz Darvin özünəməxsus kitabxanaya malik idi. Bütün ədəbiyyatı o, iki nüsxədə əldə edirdi. Aldığı jurnallardan və kitablardan ancaq onu maraqlandıran suallara əldə sənədləri kəsirdi, qalanlarını isə məhv edirdi. Lazım olan vərəqləri o, sistemləşdirir və saxlayırdı.

Bu cür yanaşma fasiləsiz balanslaşdırma tələb edir, çünki ilk baxışda lazımsız görünən və sonradan görək ola bilən hissəni atmaq təhlükəsi mövcuddur. Bundan başqa, şəxsi kitabxananın təşkilinin bu metodu lazım olan məqalənin və ya kitabın axtarılması zamanı o qədər də kömək etmir.

XX əsrdə istifadəni asanlaşdırmaq üçün dəfələrlə informasiyanı sistemləşdirməyə cəhd göstərmişlər. Kitabxanada məlumatın axtarılması nəinki bir neçə saat və gün, hətta aylar və illər tələb edirdi. Məlumatı ensiklopediyalarda axtarmaq daha rahatdır, çünki burada məqalələr əlifba sırası ilə düzülür. Elmi informasiyanın axtarılmasında referativ jurnallar alimlər üçün çox yaxşı kömək idi. Keyfiyyətli xəbərlər isə mətnləri rəqəmlə formaya köçürmədən mümkün deyil.

Akademik İvan Vasilyevič Obreimov "Informasiyanın rəqəmlə kodlaşdırılması haqqında" kitabçasında sitat maşınının yaradılmasını təklif etmişdi. Bu, elmi işçiyə kitabxanada saxlanılan informasiyanın bir hissəsini sistemləşdirməklə və rəqəmlə formaya keçirməklə kitabxana yaratmağa imkan verir. Bu qismən mexaniki maşının köməyiylə xəbərlərin sürəti saatda 225 sitata çatırdı. Aydındır ki, bu cür sürət və rahatlıq müasir kompüterli kitabxana və ensiklopediyalarla heç cür müqayisəyə gələ bilməz, belə ki, 32-cildlik "Britannica" ensiklopediyası dörd CD-ROM-da yerləşdirilmişdir.



Məşhur Norveç alimi və sayyahu Tur Heyerdal (1914-2002) "Ra" papirus qayıqlarında Atlantik okeanını üzüb keçmişdir.





Kağız istehsalı üçün materialın hazırlanması

düfi deyil ki, bir çox alimlər həyəcan təbii çalırılar: sübut olunub ki, insan beyni xüsusən yazı zamanı sürətlə inkişaf edir!

Lakin tərəqqilə mübarizə aparmaq mənasızdır, həm də lazım deyil. Onun nailiyyətlərindən istifadə etmək daha düzgündür – bunu xüsusi qələm və kağızdan ibarət qeyri-adi yazı dəstəsinin yaradılması barəsində məlumat vermiş İsveç alim və mühəndisləri qərara almışlar.

Xarici görünüşünə görə rəqəmli avtoqələm adi qələmdən heç nə ilə fərqlənmir. Lakin onun daxilində mürekkəb üçün kiçik balondan başqa, miniatur rəqəmli kamera, mikroprosessor, yaddaş və ötürücü qurğu var. Buna baxmayaraq avtoqələmin çəkisi 50 qramdan azdır! İşə başlamaq üçün heç bir düyməni basmaq lazım deyil, yalnız qapağı çıxarmaq kifayətdir. Kağız üzərində qələmucunun hərəkəti zamanı kamera bir saniyədə 100-ə qədər çəkiliş edir. Onlar pro-

cessor tərəfindən emal edilir, alınan məlumat isə mobil telefonun və ya kompüterin yaddaşına göndərilir. Kağız üzərində yaranan əlyazma mətni eyni zamanda monitorun ekranında öz əksini tapır, lazım gəldikdə isə onu çap mətninə çevirmək olar.

Belə qələmlə xüsusi kağız üzərində yazmaq lazımdır. Xarici görünüşünə görə “rəqəmli kağız” adi kağızdan yalnız öz rəng çalarlarına görə fərqlənir və “bəyaz gecə” adlanır. Xüsusi texnologiyadan istifadə etməklə, hər bir vərəq üzərinə çoxsaylı mikroskopik nöqtələr qoyulur. Bu nöqtələr bir-birindən 0,3 mm məsafədə yerləşirlər. Qələm vərəq üzərində hərəkət etdikcə, mürekkəb bu nöqtələri rəngləyir. Şəkilləri emal edən prosessor birmənalı olaraq, onların koordinatlarını müəyyən edir (vərəq üzərində nöqtələr elə yerləşmişdir ki, bunun üçün onların, minimum miqdarda kifayətdir) və bu yolla rəqəmli təsvir formalaşdırılır.

Bu texnologiyanın istifadə olunması mobil telefonun displeyinə və ya elektron poçt ilə nəinki yığılmış məlumatları, həm də əlyazma mətnlərini göndərməyə imkan verir. Məsələn, ondan əl ilə doldurulmuş anketlərin, ərizələrin, həkim reseptlərinin göndərilməsində istifadə etmək olar (ola bilsin ki, tezliklə “elektron imza” sözbirləşməsində itirilmiş olan “imza” sözü özünün ilkin mənasını alacaq. Şübhəsiz, digər çoxsaylı tətbiqlər də olacaqdır. Deməli, əlyazmalar dövrü informasiya əsrində də davam edəcəkdir.

NSLOIO BXEQBXUIPIÇGBRI

Əgər kompüterin yaddaşında saxlanmış mətni çıxışa (ekrana, yaxud çapa) vermək üçün müxtəlif kodlaşdırmalardan istifadə edilərsə, onda çıxarışın nəticəsi müxtəlif olacaqdır. Mümkün kodlaş-

dırmaların sayı çoxdur. Mətnin bir neçə kompüterdə oxunması üçün bu kompüterlərin hər birinin dəstəklədiyi kodlaşdırma mövcud olmalıdır. Standart kodlaşdırmaların seçim məsələsi belə yaranır.

MƏTNİN STANDART KODLAŞMƏLARI

Ən birinci standart kodlaşdırma ASCII (American Standard Code for Information Interchange) kodlaşdırmasıdır. Onu XX əsrin 50-ci illərinin sonunda yaratmağa başladılar, 1968-ci ildə bu kodlaşdırma ABŞ-nin Milli Standartlaşma İnstitutu tərəfindən (ANSI) təsdiqləndi.

ASCII kodlaşdırması simvolları kodlaşdırmaq üçün 0-dan 127-ə qədər olan ədədlərdən istifadə edir. Cədvəldə ASCII mətn simvollarının 32-dən 126-ə qədər kodları göstərilmişdir. Qalan ədədlər isə (0–31 və 127) idarəedici simvolların (mətn olmayan) kodlaşdırılmasında işlədilir (məsələn, səs signalının simvolu, yaxud özündən sonra gələn simvolları yeni sətirə keçirən sətirin sonunu göstərən simvol).

Kod	Simvol
32–47	! " # \$ % & ' () * + , - . /
48–63	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 : ; < = > ?
64–79	@ A B C D E F G H I J K L M N O
80–95	P Q R S T U V W X Y Z [\] ^ _
96–111	` a b c d e f g h i j k l m n o
112–126	p q r s t u v w x y z { } ~

0-dan 127-dək ədədlərin ikilik say sistemində yazılışı sayı 7-dən çox olmayan rəqəmlərdən ibarətdir.

Bu o deməkdir ki, ASCII-də simvolun kodu kompüter yaddaşında 7 bit yer tutur (kompüterdə ünvanlanan ən kiçik informasiya vahidi – bayt yaddaşda 8 bit yer tutur). Simvolun kodunu yerləşdirmək üçün yaddaşda 1 bayt yer ayrılması daha münasib hesab olunmuşdur. Asanlıqla hesablamaq olar ki,



Çıxış zamanı simvolun özünə çevrilən ədəd simvolun kodu adlandırılır. Dilin simvolları ilə ədədlər yığımları arasında uyğunluq cədvəlini mətnin kodlaşdırılması cədvəli və ya sadəcə olaraq kodlaşdırma adlandırılır.

bir baytda 256 ədəd (0–255) yerləşdirmək olar. Bu o deməkdir ki, bir baytda ASCII-in simvollarından başqa daha 128 simvol da kodlaşdırmaq mümkündür. Məsələn, rus, yunan, yaxud hər hansı digər dillərin əlifbalarının simvollarını, riyazi simvolları (kök, inteqral, cəm və s. işarələri), psevdoqrafik simvollar (cədvəllər çəkmək üçün vertikal, horizontal və digər xətlər) və s.

Mətnin yeni yaradılan 8-bitlik kodlaşdırılmasında ASCII kodlaşdırılması durur, əlavə simvolların kodlaşdırılması üçün isə 128-dən 256-ya kimi, həmçinin 0-dan 31-ə kimi (ASCII-nin idarəedici simvollarının əvəzinə) ədədlər götürülmüşdür.

RUS KODLAŞDIRMƏLARI

Rusiyada üç rusdilli kodlaşdırma daha geniş yayılmışdır: KOI-8, alternativ kodlaşdırma (daha çox DOS kodlaşdırması da adlanır) və Windows.

KOI-8 (8 bit informasiya ilə mübadilə üçün kodlaşdırma) UNIX əməliyyat sisteminin idarəsi altında işləyən kompüterlərdə standart rus kodlaşdırma cədvəlidir. Bundan başqa, KOI-8 faktiki olaraq, global Internet şəbəkəsində rusdilli mətnləri vermək üçün standart olmuşdur.

Alternativ kodlaşdırma MS DOS əməliyyat sisteminə geniş istifadə edilir. Onun adı 80-ci illərdə Dövlət standartı (DÜST) tərəfindən iki – “əsas” və “alternativ” kodlaşdırmanın təsvirindən yaranmışdır. “Əsas” kodlaşdırma əlverişli olmadığına görə istifadədən çıxılmışdır.

Məqalənin adi təhsil deyil, yalnız digər kodda yazılmış “mətnin kodlaşdırılması”-dır.



245



[260.1] 1 tab. tam 1 tab. kod: 20c- MIC.000

В процессе реальной работы часто бывает, что при использовании таблицы одной и той же формы с вычислениями имеются колонки и правили вычисления одной колонки через другие. Чтобы не задавать всякий раз формулы вычисления колонок этой таблицы, можно сверху таблицы написать "Формулы-Вводные" на заголовке. Формулы-Вводные по договоренности и пр., а правила вычисления одной колонки через другие записать отдельно для каждой формы.

	Формулы-Вводные на заголовке				
	Наименование	Под. налог	Пров. налог	Всего	К выданию
1. Иванов И. И.	100-00	0.00	1.00	1.00	99.00
2. Петров П. П.	1'512-32	140.44	15.12	155.56	1'356.76
Итого	1'612.32	140.44	16.12	156.56	1'455.76
3. Сидоров А. А.	342-00	0.00	3.42	3.42	338.58
4. Сидоров Б. Б.	343-00	0.12	3.43	3.55	339.45
Итого	685.00	0.12	6.85	6.97	678.03

DOS üçün
"MikroMir" mətn
redaktorunun
ekranından bir şəkil.

Komandalar ardıcılığının yazılış simvollarının əcaib görünüşlü mənasız yığılmasını xatırladır. TECO kimi komanda redaktorları həm də satır redaktorları adlanır (ing. line editors). Onların əsas mənfəi cəhəti ondadır ki, redaktə zamanı dəyişdirilməli olan simvolun və sətirin nömrəsini bilmək və komandada göstərmək lazımdır.

Redaktorların sonrakı nəslə – ekran redaktorları (screen editors) və ya WYSIWYG-redaktorlarıdır (ing. what you see is what you get – "nə görürsən, onu da alırsan"). Onların istifadəsi zamanı mətn ekranda çapa çıxacağı şəkildə əks olunur. Mətnə düzəliş olunacaq yer xüsusi işarə – kursor ilə göstərilir, onu da mətn boyunca yuxarı, aşağı, sağa, sola hərəkət etdirmək mümkündür. Kursor cari simvoldan solda/aşağıda yerləşən nazik şaquli/üfüqi xətt, yaxud simvolun



üzərində düzbucaqlı formasında olur, ona görə də simvolun özünün təsviri neqativ alınır.

REDAKTORLAR MƏTNİN VIZUALLAŞDIRILMASI VƏ DƏYİŞDİRİLMƏSİ ÜÇÜN SİSTEMLƏRDİR

Bütün müasir redaktorlar mətnin daxil edilməsi və dəyişdirilməsi zamanı onun təsvirini monitorun ekranında saxlayır. Redaktorun əsas işi – yığılmış mətni göstərməkdir; istifadəçi hər hansı bir klavişə basdıqda bunun mətni necə dəyişdirəcəyini müəyyənləşdirməkdir; mətnin ekranda təsvirində düzəliş etməkdir.

Bundan başqa, müasir redaktorlar çoxlu sayda başqa funksiyalar da yerinə yetirirlər: yığılan mətni yoxlayır, onu formatlaşdırır, çapa verir, elektron poçtla göndərir və s.

MENYU NƏYƏ GƏRƏKDİR

Redaktorun hər bir komandasını hər hansı müəyyən klavişə basmaqla çağırmaq olar. Redaktorda nə qədər çox müxtəlif funksiyalar (komandalar) olarsa, onları çağırmaq üçün bir o qədər çox müxtəlif klaviş tələb olunur.

Klavişlərin kombinasiyasını yadda saxlamaq üçün xeyli güc və vaxt sərf etmək lazım gəlir, ona görə də redaktorla rahat işləmək üçün menyudan istifadə edilir.

Son vaxtlar menyular getdikcə daha çox standartlaşdırılır. Redaktorun ekranının yuxarı sətində bir neçə açar söz yerləşir: "Fayl", "Düzəliş", "Görünüş", "Format" və digərləri. Hər bir sözə istifadəçidən gizliyin menyuyu uyğundur. O, yalnız çağırıldıqda işıqlanır: "siçan"ın göstəricisini uyğun sözün üstünə gətirdikdə və "siçan"ın düyməsini, yaxud Alt klavişini basdıqda menyuyu işıqlanır. Menyuda açar-sözə bağlı komandalar sadalanır.



FAYLLARLA İŞ

"Fayl" sözü informatikada "qovluq" kimi anlaşılan file ingilis sözündən yaranmışdır. Qovluq-fayl özündə mətn, şəkil, kompüter proqramı və s. saxlaya bilər.

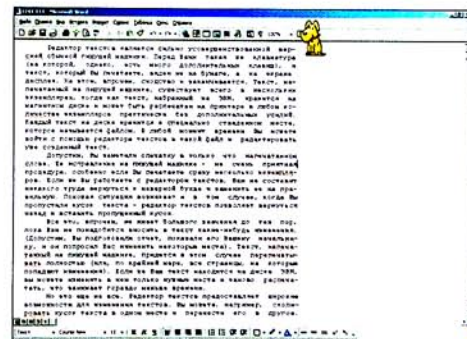
Mətnlə iş "Açmaq" komandası ilə başlayır. Qovluq açıldıqdan sonra onda saxlanılan mətni görmək və redaktə etmək olar. Dəyişdirilmiş mətni həm ilkin faylda diska yazılmalı ilkin formata saxlamaq ("Saxlamaq" komandası), həm də başqa faylda və/və ya formata ("Necə saxlamaq..." komandası) saxlamaq mümkündür. Bu ona görə edilir ki, mətnə edilən düzəlişlər xətdə gərginliyin gözlənilmədən kəsilməsi və ya kompüterin dayanması zamanı itməsin, çünki redaktə seansı vaxtı mətnə edilən dəyişikliklər fayla dərhal yazılır, əvvəlcə onlar aralıq yaddaşda saxlanılır.

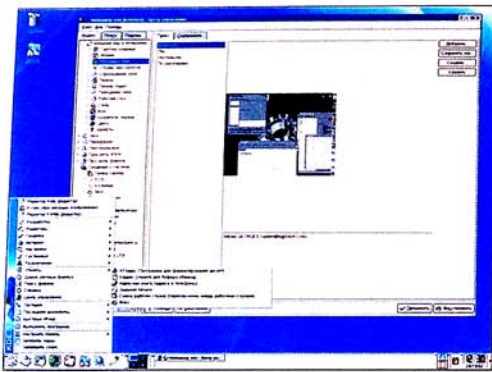
Adətən, redaktə edilən mətnəndən çıxarkən redaktor faylda edilən düzəlişləri saxlamaq lazım gəlmişdikdəni soruşur. Əgər mətn korlanmışsa və onu ilkin variantına qaytarmaq lazımdırsa, düzəlişləri yadda saxlamadan faylı qapamaq mümkündür.

REDAKTORLARIN UZLAŞMASI

İstifadəçinin redaktoru mənimsəməsi – uzun, çətin bir prosedir. Redaktoru dəyişdikdə yeni anlayışlar, yeni komandaları, klavişlərin yeni funksiyalarını, menyunun yeni bəndlərini təzədən öyrənmək lazım gəlir. Belə perspektiv həttə yeni redaktordan imtina etməyə gətirib çıxara bilər. İstifadəçinin belə mürəkkəbliyi isə təhsalçıya əlverişli deyil, ona görə də istifadəçi interfeysi standartlaşdırılır.

Microsoft Word redaktorunun ekranından bir şəkil.





Linux-un X-Windows ofis sisteminin ekranından bir şəkil.

MAKETLƏŞDİRMƏ

Mətn redaktorlarının ayrılmaz komandaları simvolun daxil olunması və silinməsidir. Bundan başqa, redaktorlarda mətnin yığılmasını asanlaşdırın (mətn üzrə hərəkəti sürətləndirən, mətnin fragmetlərini köçürməyə imkan verən) komandalar vardır.



XX əsrin əvvəllərində mətbəədə mətnin yığılması.

Məsələn, "proqram Microsoft Office ilə uzlaşır" anlayışı meydana gəlmişdir. Bu o deməkdir ki, proqram elə hazırlanmış ki, artıq bir çox istifadəçiyə tanış olan Microsoft Office kompleksinin proqramlarına oxşayır.

Bütün mətn redaktorları yalnız bir iş – mətnin yaradılması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Ona görə onların komandaları və funksiyalar toplusu oxşardır.

Onlar bir-birindən yalnız xüsusi imkanları ilə fərqlənirlər (məsələn, orfoqrafiyanın yoxlanılması və ya özünün elektron cədvəllərinin olması). Deməli, redaktorun seçimi istifadəçinin həll etməli olduğu məsələlərə əsasən və ya onun şəxsi zövqü ilə müəyyən edilir.

kəb və çox zəhmət tələb edən idi. Çap olunmalı görüntü təmizləndirdi (şəkil olmayan yerlərin səthindən üst təbəqə götürüldü), sözlərin və dürgü işarələrinin düzgün sırasının alınması üçün hər bir liter dəqiq öz yerində yerləşdirildi. Gələcək kitabın sətirləri bir sıradan ibarət olurdu. Belə mətndə səhvi tapmaq çox çətin idi, axı mətn gələcək səhifənin güzgülü görünüşü kimi yığılırdı. Sonrakı əməliyyat yığılmış mətnin qabarıq hissələrinə xüsusi mətbəə boyasının çəkilməsindən ibarət idi. Sonra, nə qədər ki, boya qurumayıb, mətn yığılmış lövhəni təmiz kağız vərəqə bərk sıxırdılar. Bununla da basma (ottisk) – gələcək kitabın səhifəsi alınmışdı. Kompüterlərin meydana gəlməsi ilə çap prosesində, xüsusilə kitabın çapa hazırlanmasında – *maketləşdirmədə* inqilabi dəyişikliklər baş verdi.

Kitabın maketləşdirilməsi nədən başlayır? Formanın seçilmədən. Müxtəlif formatlar vardır. Kitablarda bir-birindən təkcə ölçülərinə görə yox, həm də for-

malarına görə fərqləndirini görmək üçün kitab mağazasına girmək kifayətdir. Məsələn, çay haqqında kitab dən çaydanı formasında ola bilər – müasir texnologiya buna imkan verir.

Kitabın formatından asılı olaraq rəssam maket qurur, yəni səhələrin ölçülərini, mətnlərin, illüstrasiyaların qarşılıqlı yerləşməsinə, şriftlərin uyğunluğu, rəng seçiminə, üz qabığında və arxa tərdə böyük illüstrasiyaları – *şmüstitulları* hazırlayır, müxtəlif dizayn elementlərini, məsələn, mətnin təkrarlanan və ya oxucunun xüsusi diqqətini tələb edən elementlərini fikirləşib tapır. Bəzən mətndəki kiçik kvadratlara oxucunun diqqətini həşiyəyə, sitata və ya əsas mətnin mənasını izah edən, onu anlamağa kömək edən illüstrasiyalı maraqlı materiala cəlb edir. Maket nə qədər harmonikdirsə, onu oxumaq da bir o qədər sadə və xoşdur.

İndi qrafik redaktor və başqa xüsusi proqramların köməyi olmadan əllə işləmiş maketə çox nadir hallarda rast gəlmək olar. Lakin əgər rəssam onu kompütersiz etsə belə, yaradılan maket yenə də xüsusi *usta-səhifələri*, şablonlar şəklində kompüterə köçürülür və *səhifələmə proqramında* onlara uyğun kitabın bütün səhifələri toplanır.

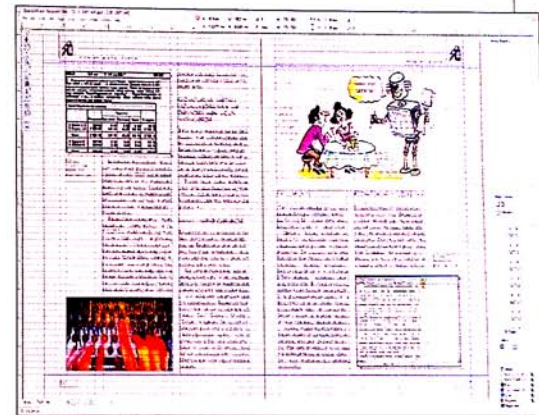
Kitabın mətni asanca oxunmalıdır. Bunun üçün rəssamlar cürbəcür şriftlər fikirləşmişlər. Məsələn, başlıqlar yaxud reklam üçün xüsusi şriftlər vardır. Belə mətn görək o saat diqqəti cəlb etsin və çağırınsın: "Məni oxu!". Populyar jurnallarda həm mətnə, həm də ümumi tərtibata, dizayna bir o qədər də diqqət verilmir. Moda jurnallarının parlaq səhifələri bəzən oxucunun görmə qabiliyyətində güclü gərginlik yaradır. Belə nəşrlərin yaradıcıları qarşılarına oxucunu məmnunlu mətnlə cəlb etmək məqsədini qoyurlar – qoy oxucu, sadəcə, gözəl şəkillərə baxsın. Əksinə, "kitab" şriftləyə çap olunmuş mətni uzun müddət yo-



MƏTN REDAKTORU

Redaktor çağırıldıqda ekranda onunla işləmək üçün pəncərə açılır. Pəncərədə, adətən, aşağıdakılar olur:

- **Redaktorun** və redaktə olunan mətnin adı olan *başlıq*.
- **Menyu** – başlığın altında açar sözlərdən ibarət siyahı olan zolaq.
- **Alətlər zolağı** – redaktorun bəzi komandalarına uyğun gələn düymələr olan zolaq. Düymə "siçan"ın çıxılışı ilə "basılır" və bununla uyğun komanda çağırılır.
- **Formatlar** – şriftlərin adları olan boks, şriftlərin ölçüsü olan boks və şriftin parametrlərini və formatını göstərən bir neçə düymə yerləşən zolaq. Bu boksların sağ tərəfində düymə yerləşir, onu basdıqda pəncərə açılır, şriftlərin siyahısı və ya ölçüləri görünür və istifadəçi "siçan"ı çıxıldatmaqla uyğun sətiri seçə bilər.
- **Xəttəş**.
- **Mətni redaktə pəncərəsi** – mətnin təsvir olunduğu və içərisində yanib-sönmə kursoru olan ağ düzbucaqlı. Əgər mətn redaktə pəncərəsinə tam yerləşmərsə, mətni fırlatma zolaqları yaranır: sağda – sağqlı fırlatma zolağı; aşağıda – üfüqi fırlatma zolağı.
- **Status zolağı** – çoxlu sayda faydalı informasiyanın, məsələn, redaktorun işi barəsində, mətndə kursurun yerləşmə koordinatları: sətirin və simvolun mövqeyi barəsində informasiyanın saxlandığı yer.



rulmadan oxumaq olar. Məktəb dərslikləri üçün şriftə xüsusi diqqət ayrılır. Pis seçilmiş şrift kitabı nöqtiqə çətin mənimsonilən edir, həm də ziyanlıdır. Belə şrift görmə qabiliyyətinin pisləşməsinə, məktəblinin yorulmasına gətirib çıxara bilər.

Bu kitabın hazırlanmış səhifələrinin, mətnin maketləşdirilməsi proqramının ekranından fotosu.

Kitablar nadir hallarda illüstrasiyasız olur. Bəzən yazılmış mətnə illüstrasiya vermədən həmin yazıda nə isə izah etmək, sadəcə, mümkün deyildir. Kitab illüstrasiyaları yaratmağın çoxlu yolları vardır.

Boya, karandaş, yaxud nə isə başqa bir şeylə kağızda və ya başqa şey üzərində çəkmək olar, ya da kompüter proqramları vasitəsilə şəkil çəkmək, eləcə də təsvirli xüsusi fayllar yaratmaq imkanları vardır. Daha bir üsul vardır – fotoşəkilləndir, başqa kitabdan, yaxud *slayd-skannervlər* tətbiq etməklə birbaşa neqativdən görüntüləri daralmaqla fotosəkillərdən istifadə etmək üsulu.

Kollajlar yaratmaq, yəni, müxtəlif təsvirləri bir birinə uyğunlaşdırmaq mümkündür, məsələn, fotodan təsviri götürüb, həmin təsvirdən kompüterdə yalnız bir adamı “kəşib” ayırmaq və onu təzə fonda – palmalı okean sahilində və ya hotelin girişində vermək olar.

Əsas materiallar – mətn və illüstrasiyalar yığıldıqdan və maket hazırlandıqdan sonra kitabın hazırlanmasına başlamaq olar. Bu mərhələdə səhifələyici işə başlayır. O, ayrı-ayrı hissələri birləşdirərək bütöv şəkə – oxucunun gördüyü kitab şəklinə gətirir. Dizaynerin fikirləşdiyinə uyğun olaraq (bəzən iki ixtisas – dizayner və səhifələyici birləşdirilir), mətni “doldurur”, şəkilləri, imzaları, şərhləri gələcək kitabın səhifələrində elə yerləşdirir ki, o həm gözəl, həm də başadüşülən olsun. Bu, yaradıcı prosesdir, həmişə asan olmur...

Səhifələyicinin kompüterinin onun əsas alətidir. Və çox vaxt bu önəmli IBM PC yox, Macintosh olur. ABS-da belə kompüterlər, xüsusilə təhsil və poliqrafiyada geniş yayılmışdır. Azərbaycanda hesab edilir ki, bu kompüterlər xüsusi olaraq nəşriyyat işi və rəssamlar üçün yaradılmışdır. Görünür, burada maşının etibarlılığı və interfeysin rahatlığı əsas rol oynayır, çünki yaradıcı insan üçün proqramın “ilişib qalması” səbəbindən eyni bir işi bir neçə dəfə görməli olması arzuolunmazdır.

Beləliklə, əla maşında səhifələyici əvvəlcə kompüter faylı şəklində olan virtual kitabı yaradır. Sonra bu faylı nəşriyyata düşür (müasir nəşriyyatlarda əllə yığım artıq yoxdur), orada başqa “sehrbazlar” kitabı çap edirlər.

“Bazar ertəsi 6 dər və 2 saat müstəqil məşğələ, çərşənbə axşamı 5 dər və 3 saat müstəqil məşğələ, çərşənbə günü 5 dər və 3 saat müstəqil məşğələ, cümə axşamı 6 dər və 2 saat müstəqil məşğələ, cümə günü 5 dər və 2 saat müstəqil məşğələ”.

Burada söhbət şagirdin məşğələlərindən gedir. Əgər bu yazıda cümə axşamı üçün dərslərin sayını axtarıb tapmaq lazımdırsa, onda bütün mətnə baxmaq lazım gələcək. Bu isə əlverişli deyil, ona görə də məşğələləri cədvəl şəklində yazırlar (*lat. tabula* – “məlumatların sütunlar üzrə yazılması”).

Bu halda qoyulan məsələni həll etmək böyük zəhmət tələb etmir. Sadəcə, cədvəlin “Cümə axşamı” sətirində “Dərslərin sayı” sütununun kəşiməsindəki xananı tapmaq lazımdır.

Hoflənin günü	Dərslərin sayı	Müstəqil məşğələ saatları
Bazar ertəsi	6	2
Çərşənbə axşamı	5	3
Çərşənbə	5	3
Cümə axşamı	6	2
Cümə	5	2

Cədvəlin xanalarındakı rəqəmlər bir-birilə əlaqəli ola bilər. Məsələn, sağdakı cədvəldə dördüncü sütunun elementləri ikinci və üçüncü sütunların elementlərinin cəmindən ibarətdir. “Cəmi” sətiri isə ondan əvvəlki sətirlərin cəmidir.

Nə qədər ki, cədvəl kağız üzərindədir, ədədlərin bir-birilə olan əlaqəsindən istifadə etmək mümkün deyildir. Lakin əgər cədvəl kompüterdə yerləşsə, bəzi xanaların doldurulmasını maşına həvalə etmək olar. Məsələn, ikinci cədvəl üçün kompüter axırıncı “Cəmi” sətirinin xanalarını sütunlardakı verilənləri cəmləməklə, axırıncı “Saatların ümumi sayı” sütununu, əvvəlki iki sütunun verilənlərini cəmləməklə hesablaya bilər.

Cədvəlin avtomatik doldurulmasında uduş nədən ibarətdir? Birincisi, cədvəlin doldurulmasına sərf edilən vaxta önəmli şəkildə qənaət edilməsi (Tutaq ki, cədvəlin doldurulmasına 4 dəq. sərf edilir: hesablamaya – 1 dəq., 18 ədədin daxil edilməsinə – 3 dəq. Onda avtomatik doldurma zamanı yalnız 10 ədədin daxil edilməsinə vaxt sərf edilir, bu isə 2 dəq.-dən azdır). İkincisi, səhvlərin sayı azalır. Məsələn, ikinci cədvəldə 10 ədədi daxil edəndə səhv etmək ehtimalı 18 ədədin daxil edilməsindən daha azdır. İnsandan fərqli olaraq kompüter hesablamalarda səhv etmir (əlbəttə, əgər elektr

trik cərəyanı kəsilməzsə və ya güclü elektromagnit maneəsi olmasa).

Cədvəllərdən verilənləri oxuyan və cədvəlləri yeni hesablanmış verilənlərlə dolduran proqramları cədvəllərin işlənməsi

Hoflənin günü	Dərslərin sayı	Müstəqil məşğələ saatları	Saatların ümumi sayı
Bazar ertəsi	6	2	8
Çərşənbə axşamı	5	3	8
Çərşənbə	5	3	8
Cümə axşamı	6	2	8
Cümə	5	2	7
Cəmi	27	12	39

məsi proqramları adlandırılır. 20 rəqəmli ədəddən ibarət (45 987 801 734 897 235 947 və ya 0,06 237 891 209 875 611) 1 mln. xanası olan cədvəlin işlənməsi proqramın nə qədər vaxta qənaət etməyə imkan verdiyini təsəvvür etmək belə çətindir. Xüsusilə, hesablama, düsturlar həddən artıq mürəkkəb və onların sayı çoxdursa! Və belə bir proqramın hesabına nə qədər daxiletmə və hesablama səhvindən qaçmaq olar!

Əlbəttə, cədvəllərin işlənməsi proqramının yaradılması müəyyən qədər vaxt və əmək tələb edir, lakin bir dəfə yazılmış proqram cədvəlin hər dəfə doldurulması zamanı işi tezləşdirir (cədvəl isə bəzən min və ya milyon dəfələrlə doldurulur).

ELEKTRON CƏDVƏLLƏR

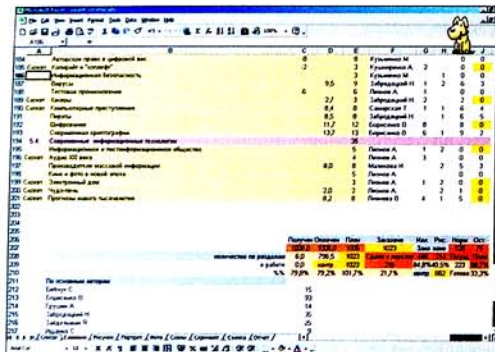




ELEKTRON CƏDVƏLLƏR

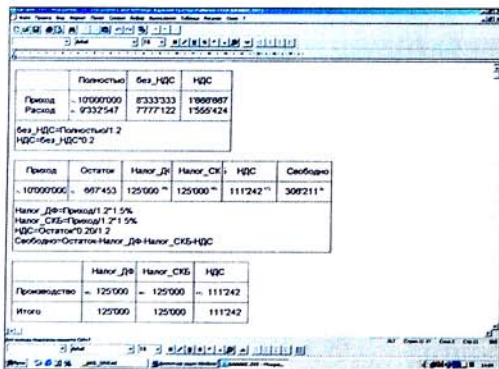
Cədvəllərin doldurulması proqramının işlənməsi prosesi necə baş verir? İstifadəçi proqramçıya cədvəlin doldurulması algoritmini, yəni xanalara yazılmalı olan ədədlərin hesablanması düsturlarını deyir. Proqramçı bu düsturları proqramlaşdırır.

Excel elektron cədvəllər proqramının ekranından bir şəkil.



dırma dilinə çevirir, eləcə də giriş verilənlərinin (istifadəçi tərəfindən yığılan ədədləri) proqrama daxil edilməsini və hesablama nəticələrinin proqramdan çıxışa verilməsini (alınmış ədədlərin cədvələ yazılışını) reallaşdırır.

MikroKalk elektron cədvəllər proqramının ekranından bir şəkil.



Cədvəlin formatı dəyişdikdə (məsələn, əlavə sütun yarandıqda) və ya cədvəlin doldurulmasının algoritmi dəyişdikdə (düsturun dəyişməsi) cədvəlin işlənməsi proqramını dəyişdirmək lazım gəlir, deməli istifadəçi yenə də proqramçının köməyinə müraciət etməlidir.

Prosess sadələşdirmə tələb edirdi. Yeni düşünülmüş elektron cədvəllər proqramçının iştirakını istisna etməli, cədvəlin işlənməsi algoritminin proqramlaşdırılmasını istifadəçinin özünün yerinə yetirməsinə, alqoritmə dəyişikliklər olduğu isə onun istifadəçi tərəfindən yenidən proqramlaşdırılmasına imkan verilməli idi.

Elektron cədvəl (ing. "spread-sheet" – "cədvəl processor") – cədvəldə saxlanılan verilənlərin istifadəçinin verdiyi düsturlar üzrə avtomatik işlənməsi üçün istifadə olunan proqram və ya proqram sistemidir.

Müəyyən xana, sətir və ya sütunlarda yerləşən verilənlər üzrə hesablamalar aparmaq üçün cədvəlin hər bir xanasına, sətirinə və ya sütununa düstur təyin etmək olar. Hər hansı bir xananın içindəkinin istənilən dəyişikliyi zamanı cədvəl avtomatik olaraq yenidən hesablanır.

İlk elektron cədvəl 1979-cu ildə yaranmışdır. Onu çox uğurlu adlandırmışdılar – "VisiCalc" (lat. "visio" – "görmə", "görünmə" və "calculo" – "saymaq", "hesablamaq"). Adından da göründüyü kimi, VisiCalc görünən, əyani hesablamalar aparır.

VisiCalc-dan sonra tezliklə başqa elektron cədvəllər də yaranmağa başladı. Artıq 1981-ci ilin fevralında vaxtilə SSRİ-də populyar olan SuperCalc elektron cədvəli işlənilib hazırlandı. 1983-cü ilin əvvəllərində isə indiyədək ən rəqabətə davamlı elektron cədvəllər üçlüyünə daxil olan (Microsoft kompaniyasının Excel və Borland firmasının Quattro proqramları ilə yanaşı) Lotus firmasının "1-2-3" elektron cədvəli meydana gəldi.



N	a	b	c	x1	x2	K.s.
1	1	2	1	-1.00	-1.00	1
2	1	-2	1	1.00	1.00	1
3	1	-1	3	###.##	###.##	0
4	2	4	1	-1.71	-0.29	2
5	2	8	1	-3.87	-0.13	2
6	2	12	1	-5.92	-0.08	2
7	2	16	1	-7.94	-0.06	2
8	2	20	1	-9.95	-0.05	2

$D = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$
 $x1 = (-b - \sqrt{D}) / (2 \cdot a)$
 $x2 = (-b + \sqrt{D}) / (2 \cdot a)$
 Köklərin sayı =
 $D > 0$ olduqda : 2
 $D = 0$ olduqda : 1
 $D < 0$ olduqda : 0

90-cı illərin əvvəllərində Rusiyada da elektron cədvəllər işlənilib hazırlanmışdır. Onlardan biri, "MikroMir" mətn redaktoruna qoyulmuş "MikroKalk", MDU-nun mexanika-riyaziyyat fakültəsində hazırlanmışdır. "MikroKalk" istifadə üçün çox sadə idi və kompüter resurslarına tələbkar deyildi. Bu da proqramı həm biznes, həm də "məişət" hesablamalarında (məs., mənzil kirəsi və ya ev heyvanlarının qidalanma rasionunun hesablanması) populyar etmişdi.

ELEKTRON CƏDVƏLLƏRİN PROQRAMLAŞDIRILMASI

Yuxarıdakı cədvəldə $ax^2+bx+c=0$ kvadrat tənliyinin əmsallarına görə ("a", "b" və "c" sütunları) köklərinin hesablanması proqramlaşdırılmışdır. Cədvəl həm kökləri ("x1" və "x2" sütunları), həm də onların sayını hesablayır.

Üçüncü tənliyin kökləri yoxdur, çünki diskriminant (düstürlərdə müvəqqəti D dəyişəni) mənfiidir. Ona görə də bu halda üçüncü sətirin "x1" və "x2" xanalarında ədəd əvəzinə "#" işarələri çıxır ki, onlar da hesablamalarda səhvlərin olduğunu göstərir: "kvadrat kök" funksiyası (düstürlərdə SQRT kimi göstərilmişdir) mənfi ədədlər üçün təyin olunmamışdır.

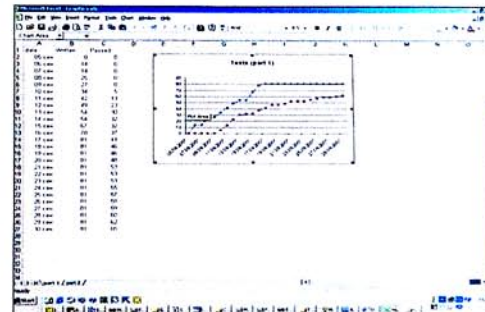


QRAFİK İMKANLAR

Hesablamaların avtomatlaşdırılması informasiyanın elektron formada toqquşdurulmasının yeganə üstünlüyü deyildir. Kompüterə qrafik təsvirlərin qurulmasını da həvalə etmək olar.

Hərflə-rəqəmlə displeylərin istifadəsi dönmənin ekranda qrafik və *histogram* (sütunlardan ibarət qrafik) çəkmək üçün yalnız simvollar, məsələn, kiçik kvadrat-

Excel elektron cədvəllər proqramında qrafiklərin qurulması.





lardan istifadə edilirdi. Şəkildə elektron cədvəldə qurulmuş üfüqi histoqram göstərilmişdir. Onun qurulması üçün verilənlər 4-8 tənliklərinin "x2" kökünün qiymətləri yerləşən sütundan götürülmüşdür. Bu histoqramda üfüqi sütunların qiymətinə əsasən görmək olar ki, 4-cü tənlikdə b əmsali 4 addımı ilə 4-dən 20-yə qədər dəyişəndə x2 kökü əvvəlcə çox, sonra isə get-gedə az artır.

Qrafiki displeylərin meydana gəlməsi ilə ekranda ayrı-ayrı nöqtələri seçdirmək və qrafik qurmaq mümkün olmuşdur. Şəkildə iki qrafik ilə proqramlaşdırılmışdır ki, onların hər biri cədvəlin iki sütunundan birindəki verilənləri əks etdirir. Cədvəl yeni verilənlərin daxil edilməsi qrafiklərin dərhal dəyişməsinə gətirib çıxarır.

CƏDVƏLLƏRİN ŞƏBƏKƏDƏ İŞLƏNMƏSİ

Müasir elektron cədvəllərdə nöinki sütunu, yaxud sətiri, eləcə də istənilən xananı proqramlaşdırmaq mümkündür. Həm də nəzərə almaq lazımdır ki, hər hansı bir xananı hesablamaq üçün verilənlər nöinki bu cədvəlin digər xanalarından, hətta digər cədvəllərdən, o cümlədən uzaqda yerləşmiş kompüterlərdəki cədvəllərin xanalarından götürülə bilər.

Cədvəldə qarşılıqlı əlaqədə olan iki qrupun: proqramçıların və testləyicilərin

(proqramları sınaqdan çıxaranların) hər hansı bir layihə üzərindəki işlərinin nəticələri verilmişdir. Birinci sütunda birinci qrup tərəfindən hazırlanmış proqramların miqdarı, ikinci sütunda isə bu proqramlardan neçəsinin ikinci qrup tərəfindən uğurla sınaqdan çıxdığı göstərilmişdir.

Göstərilən işçi qruplar bir-birindən uzaq məsafədə, məsələn müxtəlif binalarda və hətta müxtəlif şəhərlərdə yerləşə bilərlər. Elektron cədvəllər imkan verir ki, eyni bir vaxtda cədvəlin eyni bir nüsxəsi doldurulsun. Şəbəkədə cədvəlin doldurulması iki üsulla aparılır.

Birincisi, qruplara cədvəllə işləməyə icazə verilə bilər. Onda həm proqramçılar, həm də testləyicilər öz kompüterlərindən verilən cədvəli grib onlara ayrılmış sütunun xanalarını doldura bilərlər.

İkincisi, cədvəlin xanalarını elə proqramlaşdırmaq olar ki, elektron cədvəl xanaları doldurmaq üçün ədədləri göstərilən yerdən özü oxusun. Bu o deməkdir ki, hər bir işçi qrup öz kompüterlərində işin göstəricilərinin qiymətini hər hansı bir şəkildə (məsələn fayl və ya cədvəl) saxlayacaqlar. Elektron cədvəl isə yekun cədvəli açaraq ona təqdim olunmuş digər kompüterlərə daxil olub xanaları doldurmaq üçün qeyd olunan yerdən verilənləri oxuyacaq.

Müasir elektron cədvəllərdə mətnlərin redaktəsi zamanı təqdim olunan imkanlar mükəmməl mətn prosesorslarının imkanlarına tamamilə yaxınlaşdırılmışdır. Cədvəllərdə nöinki hesablama aparmaq, həm də mətni gözəl yerləşdirmək olar. Bir çox firmalarda qiymət siyahıları, hesablara və buna oxşar digər sənədlər cədvəllərdə yerləşdirilir.

Praktiki olaraq bütün elektron cədvəllərdə kifayət qədər sadə proqramlaşdırma dili quraşdırılmışdır. Uyğun proqramların yazılışında bu dillərdən istifadə etməklə elektron cədvəllərdən sadə verilənlər bazasına qədər istənilən ofis proqram məhsulunu almaq olur.

VERİLƏNLƏR BAZASINI İDARƏETMƏ SİSTEMLƏRİ

Öz qohumlarına və dostlarına qarşı diqqətsizlik göstərən adamlara tez-tez rast gəlinir: bayramlarda təbrik etməyi yaddan çıxarırlar, ad günlərini unudurlar... Beləliklə lazımdır ki, ad, soyad, telefon nömrələrindən başqa yubileylər, ad günləri və s. mühüm tarixlər də qeyd olunan yazı kitabçası tutsunlar. Baxmayaraq ki, heç bu da problemin həllinə kömək etməyəcək.

Adətən, yazı kitabçalarında 30 səhifə kəsilmiş olur və həmin kəsiklərdən Azərbaycan əlifbasının hərflərinin birindən təşkil olunmuş "adlar" görünür. Onların ardıcılığı yazı kitabçasının "mündəricatıdır". Məsələn, "B" səhifəsində aşağıdakıları yazacaq:

Babayev A.	766 66 64
Balaş (bərbər)	766 56 55
Bağırli O. (11 may)	756 77 66
Botanika bağı (bağban Hasan)	733 45 54

Soyadı "B" hərifi ilə başlayan dostu tapmaq üçün bütün səhifəyə baxmaq lazımdır. Amma bağban Həsəni tapmaq bir az çətindir: onun adı ilk tanışlıq zamanı Botanika bağının telefonu ilə birgə yazılıb. Bir neçə vaxt keçdikdən sonra Həsənin adını "H" hərfi yazılmış səhifədə axtarmaq istəyəcəksiniz. "B" səhifəsindən "H" səhifəsinə Həsən (bağban) 733 45 54 qeydinin təkrar yazılması hansısa anda sizdə əsəbilik yarada bilər.

Əgər Həsən telefon nömrəsini dəyişsə, onda iki səhifədə düzəliş aparmaq lazım olacaq. Ən çətin isə bağban Həsən haqqında olan məlumatın iki yerdə olduğunu yadda saxlamaqdır.

Bağırli Orxanı ad günü münasibətilə təbrik etmək yenə də yaddan çıxma bilər. Yatmamışdan qabaq bütün yazı kitabçasına baxıb səhifə dost-tanışlardan kiminsə ad gününün olduğunu müəyyən etməyə çox adam vərdisi etməyib.

Bu problemi necə həll etmək? Gündəlik (hər bir səhifəsi ilin bir gününə

"TƏRƏZİ" (VƏ/VƏ YA) ALQORİTMİ BARƏDƏ

Alqoritm iki nizamlı çoxluğun "birləşməsi" əməliyyatını effektiv həyata keçirməyə imkan verir.

1. Bir çoxluğun növbəti elementini ikinci çoxluğun (birinci elementlərdən başlayaraq) növbəti elementilə müqayisə edirik.

2. Elementlər bərabər deyillər – kiçik elementi yekun çoxluğa yazırıq; elementi götürülmüş çoxluqdan müqayisə üçün növbəti element seçilir (digər çoxluqda element dəyişilmir).

Əks halda (yəni bərabərdirsə) – çoxluqların birindən elementi yekun çoxluğa yazırıq və müqayisə üçün hər iki çoxluqdan növbəti elementi seçirik.

3. Əgər hər iki çoxluğun bütün elementlərinə baxılmayıbsa, onda 1-ci addıma keçirik.

Analoji alqoritm iki nizamlı çoxluğun "kəsişməsi" əməliyyatını aparmağa imkan verir.



uyğun 366 səhifəlik kitabça) götürüb hamını, istədiyini məşhur adamlar da daxil olmaqla ad gününə uyğun səhifəyə köçürmək olar. Və onda: "Orxan, ad günü münasibətilə bütün görkəmli adamları: səni, Şah İsmayıl Xətəini, Rəşad Amudseni, Robert Şeklini təbrik edirəm" (bu sırada kimin olmadığını fərqi yoxdur, əsas odur ki, eyni gündə doğulmuş olsunlar).





Əllə bunu etmək çətin olduğundan, yaxşı olar ki, kompüterdən istifadə edilsin. Kompüter yazı kitabçasını hazırlayanda hansı problemlər çıxır?

Hər şeydən əvvəl adın və ya soyadın ilk hərfi üzrə adımı axtaranda səhifəyə ardıcıl baxışın yorucu olması. Əgər "adlar" iki, üç hərflə olsa, onda siyahı qısa olacaq və proses tez gedəcək. Hər adama bir səhifə ayrılırsa, axtarış daha da sürətlənəcək.

Bundan başqa, bütün məlumatlara tam baxmadan istənilən mövcud, yadda saxlanılmış informasiyanı tapmaq olmaz, çünki anı olaraq ancaq yaradılan "mündəricat" tapılır. Məsələn, B hərfinə uyğun "Botanika bağı" axtarılanda "bağban Həsən" in də bu səhifədə olması heç də məlum olmur.

Daha bir problem təhlükəli təkrarlamaların yaranmasıdır ki (bir yazı kitabçasında və ya başqa "mündəricatları" olan ikinci, üçüncü kitabçalar tutulanda), bu da bir sıra səhvlərə gətirib çıxara bilər: bir yerdə düzəldilib, digər yerdə isə unudulub.

Belə məsələləri həll etmək məqsədilə verilənlər bazası düşünülüb. Dar mənada – bu, xüsusi şəkildə təşkil olunmuş informasiya saxlanılan yerdə ki (verilənlər bazasının faylları), burada nəinki lazım olan məlumatları tez tapmaq olar, hətta düzəlişlər aparmaq və onları uzaqlaşdırmaq da olar. Verilənlər Bazasının idarə olunması Sistemi (VBİS) – sadələşdirmiş emaliyyatları yerinə yetirməyə imkan verən proqramlar to-
p

lusudur. Geniş mənada verilənlər bazası – faylların və proqramların birləşdirilmiş ədədi.

Verilənlər bazasının hər bir faylında informasiya yazılar adlanan kəsilmiş porsiyalarla saxlanılır. Yazı öz növbəsində sahələrdən ibarətdir. Sahələr ancaq rəqəmlərdən ibarət ədədi, istənilən işarədən (hərflər, rəqəm, düzgün işarələr) ibarət olan simvol, müəyyən formatı olan (tarix, pul, telefon nömrəsi və s.) xüsusi sahələrdən ibarətdir. Bir bazanın bütün yazılarında sahələr toplusu eynidir və bazanın yaradılmasına qədər müəyyən olunur (bu mürəkkəb proses layihələndirməyə aid edilir).

Şəxsi telefon soracağı üçün verilənlər bazasını layihələndirdikdə soracağı təşkil edən hər bir yazıya şəxsin adını, soyadını, telefon nömrəsini, doğulduğu günü və ayı daxil etmək lazımdır. Əgər bir ildən sonra ata adını, iş yerini və doğulduğu ili də nəzərə almaq lazımdırsa, onda əlavə sahələr ayrımaq olar, bu zaman mövcud yazılarda artıq bu sahələrin qiymətləri boş qalacaq.

Hər bir yazının faylda yerləşmə mövqeyindən asılı olaraq unikal nömrəsi olur. Bu isə yazıları ixtiyari ardıcılıqla saxlamağa, uzaqlaşdırmağa və boşalan yerlərə yenilərinə daxil etməyə imkan verir. Verilənlər faylından yazını oxumaq üçün onun nömrəsi yetərli informasiyadır. Hərçənd ki, axtarılan yazını yalnız bütün yazılara ardıcıl baxmaqla tapmaq olar.

İndeks adlandırılan "mündəricatlar" mövcud olduqda sürətli axtarış həyata keçirilir. Səhə üçün indeksin olub-olmaması verilənlər bazası layihələndirilərkən müəyyən edilir. Məsələn, əgər tanışları ada görə axtarmaq nəzərdə tutulmursa, "Ad" sahəsi üçün indeks yaratmaq mənasızdır.

İndeks sahənin qiyməti və yazının unikal nömrəsi cütliyindən ibarət olur. Cütlikdə birinci hissə açar, ikinci isə istinad adlanır.

Soyad	
Eminbəyli	172
Əliyev	150
Bağirov	160
Eminbəyli	134
Qurbanova	122
Zeynallı	099

Eminbəyli soyadlı adımı axtarmaq üçün "Soyad" indeksinin açarlarının siyahısına baxmaq, verilənlər faylında yazıların unikal nömrələrini (172, 134) tapmaq və onlara görə iki adam haqqında yazıları oxumaq kifayətdir.

Əgər verilənlər bazasında 4000 adam barəsində informasiya saxlanılırsa, onda hər bir axtarışda indeksdəki bütün açarlara, yəni 4000 yazıya baxmaq tələb oluna bilər. Bu, verilənlər faylında eyni miqdarda yazıya baxmaqdan daha tez həyata keçirilir.

Axtarış sürətləndirmək üçün indeksdə (indekslər faylında) açar – istinad cütliyünü açarların artan sırasına saxlamaq və təkrarlanan açarları açar-istinadlar siyahısı cütliyi ilə əvəz etmək lazımdır. Bu zaman istinadlar siyahısı da artan qaydada yerləşdirilməlidir.

Soyad	
...	
Bağirov	160
...	
Əliyev	150
...	
Zeynallı	099
Eminbəyli	134 172
...	
Qurbanova	122
...	

Əgər axtarış üçün heç bir xüsusi alqoritm tərtib olunmasa belə, onun vaxtı orta hesabla iki dəfə azalacaqdır.

Yox, əgər məşhur "yarıya bölmə" (binar axtarış) alqoritmindən istifadə olunarsa, 4000 adam arasında axtarılanı tapmaq üçün 12-dən çox olmayan yazı oxumaq lazım gələcək ($11 < \log_2 4000 < 12$), yəni sürət 340 dəfə artacaq!



İndeksdə açarların artan sıra ilə saxlanması axtarış göstərilən qiymətdən böyük və ya kiçik qiymət diapazonunda asanlıqla həyata keçirməyə imkan verir.

Fərz edək ki, "Gün" və "Ay" sahələrindən alınmış "Ad günü" indeksi aşağıdakı kimidir:

Ad günü		
...	...	...
21 mart	0228	244
	0321	056 084 142
	0329	135
	0331	044 179
19 aprel	0402	127 278 299 305 432
	0419	021 093
	0423	112

"25 martdan 5 aprelə qədər kimin ad günüdür?" sualına cavab üçün "Ad günü" indeksində 0325-dən 0405-ə kimi bütün açarları tapmaq lazımdır. Bir başa axtarışla VBİS (0329 qiymətli açarını (başlangıç qiyməti nəzərdən ən yaxın böyük açarı) tapacaq, sonra isə 0419 (sonuncu qiymətə ən yaxın böyük açarı) açarına çatana kimi, təkrarlamağa yol verməmək üçün, bütün açarları ardıcıl oxuyaraq, istinadlar siyahısı üzərində "birləşdirmə" aparmaqla istinadları toplayacaqdır. Nəticədə istinadlar siyahısı: 044 127 135 179 278 299 305 432 alınacaqdır ki, bunun da köməyiylə verilənlər faylından tələb olunan yazını oxumaq olar.

Axtarışın başqa variantı isə – cəmi zamanda bir neçə sualı cavablandırmaq bir neçə indeks üzrə yazılar tapılır. Məs., "Mart ayında anadan olmuş Qurbanovlar". Bunun üçün "Soyad" indeksində "Qurb"-la başlayan açarlar, "Ad günü" indeksində isə 0301-dən 0331-ə kimi açarlar tapılır.





Onda VBİS birinci indeksə görə aşağıdakı istinadlar siyahısını: 044 135 172, ikinci indeksə görə isə: 044 056 084 135 142 179; sonra isə siyahılar arasında "Kəşimə" əməliyyatı aparmaqla nəticədə 044 135 cavabını tapacaq.

Verilənlər bazası faylına yazıların artırılması/uzaqlaşdırılması indekslərin dəyişməsilə müşayiət olunur. Əgər verilənlər faylında, məsələn, 122 sayılı "Qasimov, 4 mayda doğulmuşdur" yazısı daxil edilə, indeksi olan bütün sahələr üzrə ardıcılıqlı gözləməklə açar-istinad cütünü yaradılacaqdır:

Soyad	
...	
Bağirov	160
...	
Əliyev	150
...	
Zeynallı	099
Eminbəyli	134 172
...	
Qarayev	110 117
Qurbanova	120
Qasimov	122
...	

Ad günü	
...	
0228	244
0321	056 084 142
0329	135
0331	044 179
0402	127 278 299 305 432
0419	021 093
0423	112
0405	122
...	

Əgər açar artıq indeksdə varsa, onda ancaq istinadlar siyahısına istinad əlavə olunacaq. Artırmada olduğu kimi, açar-istinad cütünü uyğun indekslərdən uzaqlaşdırılır. Əgər açara bir istinad uyğundursa, onda cütlük tam silinəcəkdir, əks halda yalnız istinadlar siyahısından istinad silinəcəkdir. Məs.: 115 sayılı yazı, "Qasimova", 19 aprelə doğulmuşdur:

Soyad	
...	
Bağirov	160
...	
Əliyev	150
...	
Zeynallı	099
Eminbəyli	134 172
...	
Qarayev	110 113
Qasimova	118 119
Qurbanova	120
Qarayev	122
...	

Burada 115 sayılı yazıya istinad olunmuşdur

Ad günü	
...	
0228	244
0321	056 084 142
0329	135
0331	044 179
0402	127 278 299 305 432
0419	118 119
0423	112
0405	122
...	

Vo burada 115 sayılı yazıya istinad olunmuşdur

Ancaq bundan sonra verilənlər faylından yazı uzaqlaşdırılır.

İndeksler faylında dəyişikliklər prosesi verilənlər faylına yazıların əlavə olunmasına nisbətən daha çox vaxt aparır.

Bunu, Qarayev soyadı əvəzinə səhvən daxil edilmiş Qaraxanov soyadı misalında göstərək. Əgər VBİS hər indeksi ayrı fayla yazırsa, onda verilənlər faylında bir sahənin dəyişməsi (Qaraxanov soyadının Qarayevə dəyişdirilməsi) "Soyad" indekslər faylında dəyişikliyə səbəb olacaq.



Soyad	
...	
Qarayev	110 113
Qasimova	118 119
Qurbanova	120
Qasimov	122
Qaraxanov	132
...	

Yeni cütlük əlavə etmək və mövcud olan cütlükdə dəyişiklik aparmaq lazım gələcəkdir. Adətən, indekslər faylının həcmi verilənlər faylının həcmindən çox böyük olur.

Nizamlanmış fayllarda qonşu yazılar qrupu yaratmağa əsaslanan başqa axtarış üsulu da mövcuddur. Belə qruplarda birinci yazı faylın ayrı-ayrı hissələrinə "mündəricat" kimi göstərici rolunu oynayan cədvəldə saxlanılır. "Qaraxanov" yazısını tapmaq üçün (Q hərifi üzrə axtarış) indeks faylının lazımlı hissəsinə düşmək, sonra isə binar axtarışdan istifadə etmək olar:

Soyad	
...	
Korimov	970
Qasimov	110 113
...	
Qaraxanov	132
...	

Binər axtarışın sürəti nə qədər yaxşı olsa da, indekslər faylında cütlüklərin əlavə olunması və uzaqlaşdırılması uyğun göstəriciləri vermir, çünki, ardıcılıqlı gözləmək tələb olunur və buna da kom-

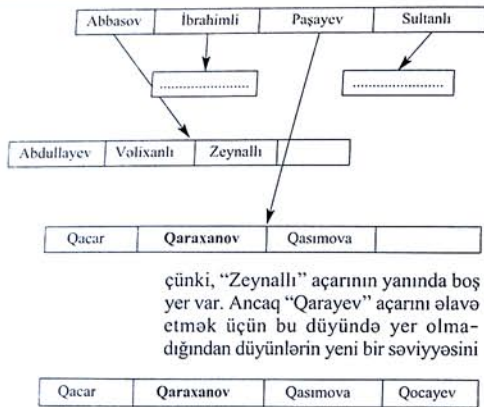
püterin kifayət qədər vaxt resursu sərf olunur. İndekslerin B-ağac şəklində qeyri-xətti saxlanması formasından istifadə olunması daha məqsəduşundur.

B-ağac başı üstə çevrilmiş ağac şəklindədir: yarpaqlar aşağıda, yeganə kök isə yuxarıda yerləşir. Yarpaqlarla kök arasındakı budaqların aralıqlarını ağacın *düyünləri* adlandırırlar. Yarpaqlar aşağıda, kök isə yuxarıda yerləşir. B-ağacın düyünlərində açarlar yerləşir, məsələn, "Soyad".

Bu misalda B-ağac iki səviyyəli alınmışdır. Yuxarı səviyyə bölünmə nöqtələri olan açarlardan ibarətdir. Bu düyündə hər bir açar bir səviyyə aşağıda yerləşən düyünü göstərir. "Abbasov" açarı verilənlər faylına istinad olmaqla, həm də "Abbasov"dan "İbrahimli"yə kimi bütün açarların sonrakı səviyyədə olduğunu göstərir.

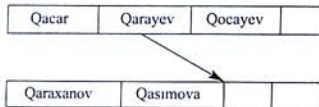
"Qaraxanov" yazısını ağacın kökündə axtaran zaman əvvəlcə görəcəyik ki, "Paşayev" açarı B-ağacın növbəti səviyyəsini göstərir və "Qaraxanov" açarını ağacın düyünlərində axtarmaq lazımdır (belə ki, "Qaraxanov" əlifbaya görə "Paşayev"lə "Sultanlı" arasında yerləşir). Sonra isə növbəti düyündə verilənlər faylında yazıya istinad olan "Qaraxanov" açarı tapılacaq.

B-ağaca elementlərin əlavə olunması və uzaqlaşdırılması sadə və mürəkkəb məsələ ola bilər. Məsələn, yeni "Ziyadov" açarını əlavə etmək asandır.



çünkü, “Zeynallı” açarının yanında boş yer var. Ancaq “Qarayev” açarını əlavə etmək üçün bu düyündə yer olmadığından düyünlərin yeni bir səviyyəsini

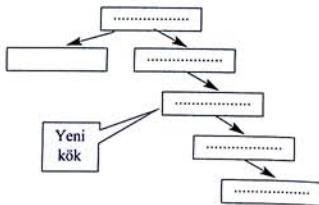
yaratmaq lazımdır. Düyünü yuxarı və aşağı düyünlərə bölmək lazım gələcək:



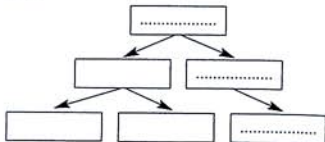
B-ağacı balanslaşdırılmış vəziyyətdə saxlamaq lazımdır ki, onun “budaqları” bərabər “böyünlər”. Belə olmasa bəzi

hallarda axtarış çox vaxt tələb edəcəkdir.

Təsvir olunmuş şəkildə “yeni kök” (şəkildə qeyd olunmuş düyün) “tutub çəksək”,



onda ağacın sol tərəfi yüngülcə dəyişəcək:



Belə ağacda axtarılan açarın istənilən qiymətlərində axtarış daha səmərəli olacaq. Balanslaşdırılmamış ağacları balanslaşdırmağa imkan verən xüsusi alqoritmlər mövcuddur.



DOĞRAMA

Çoxluq tipli verilənlər strukturunun doğrama-realizasiyasında olduğu kimi verilənlər faylında axtarış zamanı dəhrləmədən istifadə daha münasibdir. Hər yazıya, hər hansı bir sadə prosedurun köməyi ilə effektiv şəkildə hesablanı bilən bir ədəd qarşı qoyulur. Soyadları indekslərinin qurulması üçün əlifbanın bütün hərflərini nömrələmək, yəni hər hərfə 1-dən 32-ə kimi bir ədəd qarşı qoymaq kifayətdir:

A-1; B-2; ... Z-32

Bundan sonra soyadına hərflərin (1-dən 32-dək) kodlarının ardıcılığı kimi baxılır. Məsələn, Babayev soyadı cədvəldə belə yazılır:

2	1	2	1	31	6	30
---	---	---	---	----	---	----

“uzunluq” isə 7-yə – hərflərin sayına bərabər olacaq.

alq tam indeks (tamcaəd soyad [1:20], tam uzunluq)
verilib
gərəkdir
baş tam K
 | qiym:=0
 | **db K üçün 1 dan uzunluq dək**
 | | qiym := qiym * 32 + soyad [K]
 | **ds**
son

Alınan qiyməti – unikal ədədi yazıya istinad hesab etmək olar. Amma belə ədəd çox böyük olacaq. Babayev soyadına uyğun misaldə indeks təxminən 10^{10} olacaq! Belə yanaşma yaddaşın həddən artıq böyük həcmdə olmasını tələb edir. Bu isə səmərəli deyil, çünki hərflərin kombinasiyalarının heç də hamısı soyadı əmələ gətirir. Adətən, bu problemi həll etmək üçün psevdounikal ədədin hesablanması alqoritmindən istifadə edilir və alqoritm doğrama-funksiyası adlandırılır. Soyadı üçün ayrılmış (doğrama-cədvəl) cədvəlin ölçüsünün modulu üzrə hesablanmış soyadındakı hərflərin kodlarının cəmini saymaq asandır:



alq tam doğrama-funksiyası (tamcaəd soyad [1:20], tam uzunluq, N)

verilib
gərəkdir
baş tam K
 | qiym:=0
 | **db K üçün 1 dan uzunluq dək**
 | | qiym:=mod (qiym+soyad [K], N)
 | **ds**
son

(mod (x, y) funksiyası x və y tam ədədlərinin bölünməsindən alınan qalıqı qaytarır və onu həm də modul adlandırır və $x \bmod y$ kimi yazılır). Müxtəlif açarların tez-tez üst-üstə düşməməsi üçün (axı bu ədədlər unikal yox, psevdounikal hesab olunurlar) doğrama-cədvəlin dördüdə birisini boş saxlamaq lazımdır. Buna baxmayaraq, əgər üst-üstə düşmə – kolliziya baş verərsə, onda həmin cədvəldə ardıcıl seçmə yolu ilə müvəqqəti boş yer tapmaq olar. Daha effektiv olması üçün birinci dəhrləmə-funksiyasına analoji olaraq ikinci dəhrləmə-funksiyasını seçib, ikinci dəhrləmə aparmaq məqsəduyğundur:

alq tam ikinci dəhrləmə-funksiyası (tamcaəd soyad [1:20], tam uzunluq, N, M, addım)

verilib
gərəkdir
baş tam K, 1
 | qiym:=0
 | **db K üçün 1 dan uzunluq dək**
 | | **qiym := mod (qiym + soyad [K], M)**
 | **ds**
 | **qiym := mod (qiym * addım + dəhrləmə-funksiyası (soyad, uzunluq, N), N)**
son

M ədədi N ədədi ilə qarşılıqlı sadə ədəd kimi seçilir. Adətən, $M = N - 2$. Əgər doğrama zamanı kolliziya baş verərsə, 1-ə bərabər “addım” 1-ə ikinci doğrama-funksiyasının qiyməti hesablanır. Əgər kolliziya yəna də təkrar olunarsa “addım” 2-yə bərabər götürülür və s. İdeya ondan ibarətdir ki, “modula görə” kolliziyadan qaçmaq mümkün olsun. Bunun üçün ardıcıl indekslər kimi dəhrləmə+ikinci dəhrləmə, doğrama+2 ikinci doğrama, doğrama+3 ikinci doğrama, ... indekslərinin ardıcılığı götürülür. Doğrama zamanı əlifbaya görə bir-birinə yaxın olan soyadlar cədvəl boyu ixtiyari şəkildə yerləşdirilə bilər. Ümumiyyətlə desək, onlar əlifbaya görə düzəlməli deyillər. “Qaraxanov” yazısının axtarış nəticəsində ona yaxın soyadlar – Qarayev və ya Q haqqında sorğulara cavab almaq mümkün deyil.

RELYASİON VERİLƏNLƏR BAZASI

Əlaqəli verilənlərin kiçik qruplarını adətən yazı adlandırılır. Məsələn, "Məhsul-qiyमत" verilənlər faylında məhsulun adından ibarət qrupu yazı əmələ gətirir. Yazının elementi sahə adlanır.

Yazılar, elementlər və açarlar arasındakı əlaqələrin xarakterini verilənlərin təşkilinin üç əsas tipi müəyyənləşdirir. Faktiki olaraq kompüterlərin meydana gəlməsilə verilənlər bazasında iyerarxiyalı modeldən istifadə olunur.

Bunu ərzaq mağazasının misalında izah etmək olar. Birinci səviyyəyə əsas element kimi ərzaqların kateqoriyası çıxış edən şöbələr cədvəli daxil edilir. Lazımı kateqoriyanı, məsələn, "süd məhsulları"nı seçməklə sonrakı ikinci

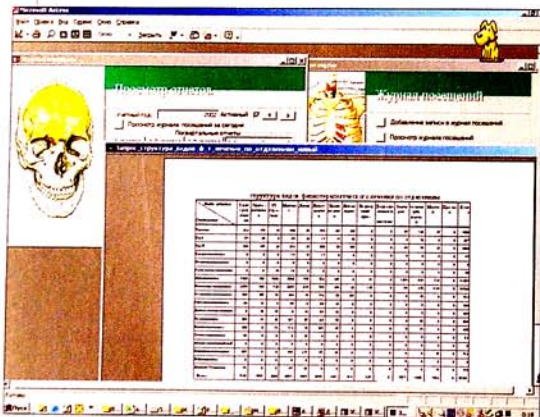
səviyyəli cədvələ keçmək olar. İkinci səviyyəyə detallaşdırma olmadan şöbələr üzrə ərzaqların adlarını sadalayan cədvəllər aiddir. Məs., "Süd" I Növlü şöbəyə – "Süd məhsulları" şöbəsinə aiddir, ancaq konkret ad və qiymət iyerarxiyanın sonrakı səviyyəsindəki cədvəldə saxlanılır. Verilənlər bazasının belə strukturu satıcıya rahatdır, lakin alıcı üçün yaramır, çünki onu ilk növbədə ərzaqların qiyməti maraqlandırır. Məsələn, "Pınar" 1,5% südü neçəyədir?

Şöbə	Məhsulların kateqoriyası	Ət məhsulları	Ət
1	Süd məhsulları	Yarımfabrikatlar	Quşlar
2	Ət məhsulları	...	...
3	Baqqaliyyə malları		
4	Balıq məhsulları		
5	Çörək-bulka məmulatları		

Süd məhsulları	Süd
	Xama
	Kosmik
	Pendir
	Kefir
	Yağ
	...

Məhsul	Qiymət
"Pınar" 0,5 %	1 man. 60 qop.
"Pınar" 1,5%	1 man. 80 qop.
"Sevimli dad" 3,2%	1 man. 50 qop.
...	...

Verilənlər bazasının ekranından bir şəkil.



sualına verilənlər bazası ancaq bütün iyerarxiya səviyyələrini keçməklə "cavab verə" bilər. Nə qədər ki, verilənlər bazasının iyerarxiyalı strukturunu yan keçməklə birinci və ikinci səviyyələr arasında göstəricilər əlavə olunmayıb, ərzağın qiyməti haqqında suala cavab almaq çətindir (məliyyətin yerinə yetirilmə müddəti baxımından).

Verilənlər bazasının müəyyən suallara tez cavab verə bilməsinə şərait yaradan verilənlərin təşkilinin sadəliyi iyerarxiyalı verilənlər bazalarına imkan verdi ki, "aşağı sürətlə" EHM-lərdə geniş yayılsınlar. Bundan başqa, verilənlər bazasının layihələndirilməsi mərhələsində onun hansı suallara effektiv cavab verəcəyini əvvəlcədən nəzərə almaq mümkün deyil.

BİR GİQABAYT NƏ DEMƏKDİR

Bir gigabaytda 230 bayt var və yaxud müasir kitablarda yazıldığı kimi (nəzərə alsaq ki, 1 kbayt 1024 yox, 1000 baytdır) bu təqribən milyard bayt yaddaş deməkdir. Belə yaddaşda aşağıdakıları saxlamaq mümkündür:

- 500 min səhifəlik mətn, yəni təqribən 1 min roman – bütöv bir kitabxana;
- təqribən 1 min ən yüksək keyfiyyətli rəngli slayd;
- 5000-ə qədər 1280 rəstli rəngli rəqəmsal fotoşəkillər (JPEG formatında 1024);
- 100 saatdan çox danışığın audiodizaynı (bu yazı keyfiyyətcə telefon danışığına bərabərdir);
- 10 saatdan çox MP 3 formatlı musiqi yazısı. Bu keyfiyyətinə görə kompakt disk yazısından fərqlənir (bu texnologiya FM radioyayınlarında istifadə edilir);
- həmin MP 3 formatında müddəti 20 saatdan çox musiqi yazısı. Düzdür, həcm artıqca mahnının keyfiyyəti pisləşir və bu yaxşı kasetli maqinta fonon yazı keyfiyyətinə uyğundur.
- CD-keyfiyyətli ən azı 2 saatlıq musiqi fraqmenti;
- Sıxma algoritmindən istifadə olunmadan, təqribən 15 saniyəlik yüksək keyfiyyətli rəngli film;

• Görüntünün və səsini MPEG sıxılma algoritmindən istifadə edilməklə iki saatdan çox videoyazı (yazılma keyfiyyəti televiziya verilişlərinin yazılma keyfiyyətindən azca aşağıdır);

• nəhəng firmanın bank hesabı ilə 5 min ildən çox aparılmış əməliyyatların protokolları.

1 Gbayt informasiya saxlayan qurğunun qiyməti hazırda 1 ABŞ dollarından çox deyil (müqayisə üçün: 3 CD ROM-da 2 Gbayt informasiya yerləşir). Kompüter şəbəkəsində 1 Gbayt informasiyanın 1 il ərzində saxlanması cəmi bir neçə ABŞ dolları təşkil edir. Gözləmək olar ki, 10-15 ildən sonra bütün deyilənlər doğru olacaq və gigabaytların yerini terabaytlar tutacaq (1 Tbayt=2⁴⁰ bayt).



Şəbəkə modeli iyerarxiyalı modeldən daha çevik olması ilə fərqlənir. Bu modeldə lazım olan fayla dərhal müdaxilə etmək mümkün deyil. Mağaza misalında birinci və üçüncü səviyyələr arasında istinad yaratmaq mümkündür. Lakin bunun üçün çoxlu xüsusi proqramçı fəndlərindən (verilənlər bazasını əsaslı sürətdə mürəkkəbləşdirən xırda fəndlərdən) istifadə etmək tələb olunur, çünki baza yaradılarkən onun bütün mürəkkəb strukturunu (səviyyələrarası əlaqələrlə birlikdə) ətraflı şəkildə təsvir etmək lazımdır. "Şəbəkə bazası verilənləri itirməyin ən doğru yoludur" ifadəsi verilənlərin şəbəkə bazasını çox mürəkkəb struktur kimi xarakterizə edir.

Hesab olunur ki, relyasion verilənlər bazasının strukturu sorğulara münasibətdə daha böyük çeviklikə malikdir. Burada elementlərin iyerarxiyası yoxdur, verilənlər bazasında informasiyanın

axtarışı zamanı hər bir element açar kimi istifadə olunur. Yazı dedikdə, ayrı-ayrı elementlərin məcmusu (onlardan biri baş element sayılır) deyil, cədvəlin sətiri başa düşülür.

Bizim misalda artıq cədvəl belə görünür:

Məhsul	Şöbə	Məhsulların kateqoriyası	Qiyməti	Ölçü vahidi
"Pınar" 0,5 %	1	Süd məhsulları	1 m. 60 q.	1 litrlik paket
"Pınar" 1,5%	1	Süd məhsulları	1 m. 80 q.	1 litrlik paket
"Sevimli dad" 3,2%	1	Süd məhsulları	1 m. 50 q.	1 litrlik paket
Kambala	4	Balıq məhsulları	4 man.	1 kq
Nərə	4	Balıq məhsulları	10 man.	0,5 kq-lıq qab

"Pınar" 0,5 % süd məhsulları 1 man. 60 qop. 1 litrlik paket yazısını "Məhsul", "Şöbə", "Məhsulların kateqoriyası", "Qiymət" və "Ölçü vahidi" elementləri arasında əlaqə kimi başa düşmək olar. Sonralar bu əlaqə "Tədarükçünün adı", "Saxlanma müddəti", "Anbardakı miqdarı" və s. kimi elementlərlə artırılabilir.



Relyasion verilənlər bazasının cədvəllər yığını olması haqqında təsəvvür dəqiq deyildir (burada ikinci dərəcəli indekslər nəzərə alınmır). Real verilənlər bazalarında yazıların sayı həddindən artıq çoxdur, buna görə də bütün cədvəli bir vərəqdə çap etmək mümkün deyildir. Verilənlər bazası ilə kompüterdə iş, cədvəllərlə kağız üzərində işdən fərqlidir və daha çox kartoteka ilə işi xatırladır: kağız kartlarda olduğu kimi, yazıların bazada yerlərini dəyişmək, bazaya əlavə etmək və bazadan uzaqlaşdırmaq asandır.



Edqar Frenk Kodd.

Cədvəldəki əlaqələrin tam yığının-dan yeni sadələşdirilmiş əlaqələr cədvəlini (süd şöbəsindəki məhsullar haqqında) asanlıqla qurmaq olar:

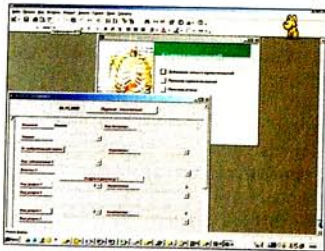
"Pınar" 0,5 %	1 man. 60 qop.
"Pınar" 1,5%	1 man. 80 qop.
"Sevimli dad" 3,2%	1 man. 50 qop.

Və ya məhsulun qiyməti haqqında məlumat vermək olar:

Kambala	4 man.	1 kq
---------	--------	------

Verilənlər bazasının təşkilinin relyasion prinsipi sorğuların xarakteri haqqında əvvəlcədən heç nə demək mümkün olmadığı halda daha münasibdir. Sadə hallarda (telefon sorğu kitabçasının reallaşdırılması və ya ərzaq mağazası misalındakı kimi) verilənləri təsvir etmək üçün bir cədvəl kifayətdir, daha mürəkkəb hallarda isə (elektron depozitaridə-müxtəlif müəssisələrin səhmdarları haqqında informasiya saxlanılan yer) öz aralarında istinadla bağlı olan bir neçə cədvəl tələb oluna bilər.

Fərdi kompüterlərdə daha geniş istifadə olunan relyasion verilənlər bazası ilk dəfə IBM firmasının əməkdaşı



Verilənlər bazası ekranından bir şəkil.

E.F.Kodd tərəfindən 1970-ci ildə təklif edilmişdir. Riyaziyyatçı bu model prinsiplərini çoxluqlar nəzəriyyəsinə əsaslanaraq işləyib hazırlamışdır.

Bu prinsiplər ümumi şəkildə aşağıdakılardan ibarətdir:

- Verilənlər *münasibətlər* adlanan sətirlər şəklində nizamlanmış yığındır;
- Sətirlər bir-birindən heç olmasa bir sahənin qiymətinə görə fərqlənirlər.
- Əməliyyatlar tam şəkildə münasibət üzərində yerinə yetirilir, nəticə də münasibətdir. Bu prinsip qapanma prinsipi adlanır.

Informasiya axtarış sistemlərini işləyib hazırlayanlar, adətən, informasiyanın axtarışı, əlavə edilməsi və ya dəyişilməsi zamanı bazada saxlanılmış verilənlərin ekranda necə görünəcəyinə çox diqqət yetirirlər. Kompüterin ekranında verilənlərin göstərilmə formatı ekran forması adlanır. Hətta bir verilənlər bazası ilə işlədikdə bir neçə ekran forması tələb oluna bilər. Məsələn, ərzaq mağazasının verilənlər bazasına dəyişikliklər edərək dəyişiklikləri yalnız bir sətirdə, lakin genişləndirilmiş formatda görmək, şöbənin məhsullarının siyahısını nəzərdən keçirərkən isə hər bir mal haqqında qısa informasiya olan bir neçə sətir birdən görmək məqsəduyğundur.

Ekran formasını verilənlər bazasının hər hansı bir hissəsinə baxmaq üçün insanın istifadə etdiyi bir pəncərə kimi təsəvvür etmək olar. Bu pəncərəyə "rəngli şüşələr" qoyula bilər: bəzi sahələr ekranda bir qədər dəyişilmiş şəkildə təsvir edilir (verilənlər bazasında saxlanıldığı kimi yox, insanın görmək istədiyi şəkildə).

Yazıları yalnız onların daxil edildiyi ardıcılıqda göstərən verilənlər bazasının idarə olunması sistemi praktiki olaraq səmərəsizdir. Ona görə də, bütün VBİS-lər yazılara baxmaq üçün onları sahmana salmağa imkan verir. Mətn sahələri kimi, ədədi sahələri də müqayisə

etmək olar. Telefon kitabçasında yazıları əlifba sırası ilə yerləşdirmək daha təbii-dir: iki sözdən, birinci hərfi "kiçik" olan söz əvvəlcə gəlir (yəni əlifba üzrə əvvəl gəlir). Tarixləri müqayisə etmək lap asandır – daha əvvəlki vaxta aid olan tarix o birisindən "kiçik" sayılır.

Relyasion verilənlər bazasında yazıların düzülüşü qaydasını vermək üçün açar sahələr tətbiq edilir (adətən, yazının birinci sahəsi və yaxud birinci gələn bir neçə sahəsi). İstifadəçi baxımından yazılar ehtiva ardıcılığıyla yerləşirlər ki, açar sahələrin tərkibi bazanın əvvəlindən axırına doğru artır.

Əgər açar sahələr bir neçədirsə, onda yazıların düzülüşünü müəyyən edən zaman mətnlərin leksikoqrafik müqayisəsində tətbiq edilən metoddan istifadə olunur. Əvvəlcə yazılar birinci açar sahənin tərkibinə görə nizamlanır; birinci açar sahənin tərkibinə görə eyni olan yazılar ikinci açar sahəyə görə yerləşdirilirlər və s.

Lazım olan informasiyanı tez tapmaq və ona ekranda baxmaq – verilənlər bazasının əsas üstünlüyüdür, lakin işlə əlaqədar olaraq verilənlər bazasının vəziyyəti barədə hesabata da çap etmək lazım gəlir. Ekranın ölçüləri məhdud olduğundan ona baxmaqla bütün verilənlər bazası haqqında təsəvvürə malik olmaq çox çətindir. Ekranı bir və ya bir neçə yazı barədə məlumat çıxdığı halda, hesabata verilənlər bazası yazılarının böyük bir qrupu (hətta bazanın bütün yazıları) barədə məlumat daxil olur. Buraya, həmçinin, bir neçə avtomatik hesabata bilən verilənlər də əlavə olunur.

Bütün informasiya sistemləri axtarış və hesabatlara tərtibi zamanı kifayət qədər mürəkkəb şərtlərdən istifadə etməyə imkan verir. Çox zaman yazı eyni zamanda bir neçə sadə şərti ödəməlidir.

Hesabi ifadələr hesabı əməliyyatların köməyiylə yaradıldığı kimi, məntiqi əməliyyatların ("və", "və ya",

Relyasion modeldə verilənlər münasibətlər vasitəsilə təsvir olunurlar, lakin verilənlərin yaddaşda fiziki şəkildə necə yerləşməsi heç yerdə göstərilir. Verilənlərin təsvirinin konseptual səviyyəsinin məntiqi səviyyədən ayrılması verilənlər bazasının proqramlaşdırılmasında inqilabi çevriliş oldu, belə ki, əvvəllər proqramlaşdırma verilənlərin saxlanması üçün nəzərdə tutulan qurğuların (disklərin) idarə olunmasına çevrilirdi.

"deyil") köməyiylə məntiqi ifadələr (mürəkkəb şərtlər) tərtib oluna bilər. "Süd" şöbəsində "Xama"-nı axtarmaq üçün onun qiymətinin 2 manatdan çox olmadığı şərtini də əlavə edək.

Hesabatları tərtib edərkən çox vaxt xüsusi sorğu dilindən istifadə olunur. "Xama" haqqında sorğu təxminən belə görünür:

Ərzaq = "xama" və qiymət < 2 OLMAQ ŞƏRTİLƏ ərzaq mağazası CƏDVƏLİNDƏN BÜTÜN YAZILARI SEÇMƏK.

Kambala	4 man.	1 kq
---------	--------	------

cədvəli aşağıdakı sorğunun nəticəsi ola-çaq:

ərzaq = "Kambala" OLMAQ ŞƏRTİLƏ ərzaq mağazası CƏDVƏLİNDƏN ərzaq, qiymət, ölçü vahidi SAHƏLƏRİNİ SEÇMƏK.

Əgər verilənlər bazasında "Kambala" yazısı bir neçədirsə, onda sorğu nəticəsində də bir neçə sətir alınacaq. Sorğu dilində nəyi almaq lazım olduğunun göstərilməsi, onu necə almaq lazım gəldiyini göstərməkdən vacibdir.

Əlbəttə, real verilənlər bazasında həm verilənlər bazasının layihələndirilməsi prosesi, həm hesabatlara, həm də formaların özlərinin və sorğuların alınması prosesi çox mürəkkəbdir. Əsil informasiya-axtarış sistemini yaratmaq üçün çox işlər görmək lazımdır, çünki bütün sistemin işinin səmərəliliyi verilənlərin cədvəllər üzrə necə paylanmasından asılıdır. Sadə hallarda, müasir layihələndirmə vasitələri relyasion verilənlər bazasının ümumi qurulma prinsiplərinə əsaslanan kiçik sistemləri yaratmağa imkan verir.



Adətən, praktikada hesabatlara hər hansı bir sahə üzrə verilənlərin sadəcə olaraq cəmi əvəzinə daha mürəkkəb statistikanın daxil edilməsi tələb olunur. Ona görə də sistemlərdə hər bir hesabata tip üçün onun generasiyasını təmin edən xüsusi proqramı yazmaq tələb oluna bilər (bir çox hallarda kifayət qədər sadə).



KOMPÜTERİN ƏMƏLİYYAT SİSTEMİ

ƏMƏLİYYAT SİSTEMLƏRİNİN MEYDANA GƏLMƏSİ



EHM-in paket rejimində işi üçün perforatör döşəməni yükləməsi.

İlk EHM-lər yalnız riyazi məsələlərin həlli üçün istifadə edilirdi, maşın kodlarında yazılmış hesablama alqoritmləri isə onlar üçün proqramlar rolunu oynayırdı. Proqramları kodlaşdırarkən proqramçı EHM-i sərbəst şəkildə idarə etməli və öz proqramının yerinə yetirilməsini təmin etməli olurdu. Lakin elektronikanın inkişafı nəticəsində avadanlıqlar təkmilləşdi, proqramlarda isə hesablama ilə yanaşı, informasiyanın kompüterlərə giriş-çıxışı üçün müstəqil altproqramlara bölünən alqoritmlər meydana gəldi. *Giriş-çıxış kitabxanaları* – EHM-in proqramlaşdırmasını asanlaşdıran xidməti altproqramlar yığını bu cür meydana çıxdı. Maşın vaxtının dəyəri çox yüksək olduğundan, bir neçə proqramın eyni zamanda yerinə yetirilməsinə tələbat yarandı: bir proqram giriş-çıxış əməliyyatını yerinə yetirərkən, digəri EHM-in processorundan istifadə

edirdi və əksinə. EHM-də yerinə yetirilən proqramları və proqramda istifadə olunan verilənləri *tapşırıq*, bir neçə proqramın eyni vaxtda yerinə yetirilməsini isə *tapşırıq növbəsi* adlandırırlar.

İlk vaxtlarda processorda məsələlərin birindən digərinə *keçid* alqoritmləri proqramın özünə altproqram şəklində daxil edilirdi. Bu cür altproqramlar yığını *monitor* və ya *supervisor* adlanırdı. Bundan başqa, yığına giriş-çıxış kitabxanaları, operativ yaddaşı paylanması altproqramları, ümumiyyətlə, hesablama məsələləri ilə birbaşa bağlı olmayan bütün alqoritmlər daxil idi.

Daha bir problem ondan ibarət idi ki, EHM-də yerinə yetirilən proqramlarda tez-tez səhvlər olurdu və bunun nəticəsində ya proqram həmişə processoru məşğul edirdi ("asılı qalırdı"), ya da ki, öz işinin nəticələrini səhvən digər proqramların yerləşdiyi operativ yaddaşa yazırdı. Nə qədər ki, yalnız bir proqram yerinə yetirilirdi, bu hal dözülməz idi, lakin bir neçə proqram eyni zamanda yerinə yetiriləndə, onlardan birinin sıradan çıxması bütün proqram dəstəsinin işinin pozulmasına səbəb olurdu. Qeyd etmək lazımdır ki, hesablama texnikasının inkişafı konkret məsələlər üçün nəzərdə tutulan EHM-dən bir çox məsələlərin həllini nəzərdə tutan universal EHM-ə aparan yolla getmişdir, buna görə də yaranan problem təxirə salınmadan özünün həll olunmasını tələb edirdi.

Proqramın yaddaşı digər proqramların təsadüfi istifadəsindən qoruyan



xüsusi aparat mexanizmlərinin yaradılması ilə çıxış yolu tapıldı. Bu mexanizmlərin idarə olunmasını artıq proqramların özünə həvalə etmək düzgün olmazdı: qorumanı təmin edən alqoritmlərin yerləşdiyi yaddaşı özünə proqramdan qorunmalıdır, əks halda proqramın yerinə yetirilməsi zamanı baş verən qəzalar yaddaşı korlaya bilərdi. Ona görə də, yaddaşı qoruma mexanizmlərini idarə edən xüsusi proqrama tələbat yarandı. *Resident monitor* belə yarandı – monitora yaddaşı qorunmasını idarə edən altproqramlar əlavə edildi və onların hamısı ayrıca bir proqram şəklində tərtib edildi.

ƏMƏLİYYAT SİSTEMİ NƏDİR

Əməliyyat sistemi haqqında təsəvvür zaman keçdikcə inkişaf etmişdir. Q.Katsanın "Əməliyyat sistemləri. Praqmatik yanaşma" kitabından (1973-cü il) götürülmüş tərif: "Əməliyyat sistemi – proqram və verilənlərin mütəşəkkil yığımıdır. Bu yığın hesablama sistemi resurslarının idarə olunması, EHM üçün proqramların yaradılmasının asanlaşdırılması, həmçinin EHM-in idarə edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur".

Q.Katsanın verdiyi tərif əməliyyat sistemində avadanlıq nöqtəyindən nəzərdən keçirilməlidir: EHM avadanlığı mövcuddur, bu avadanlıqla proqramları yerinə yetirmək lazımdır və bu məsələni sadələşdirmək üçün isə əməliyyat sistemi mövcuddur. Əməliyyat sistemində müasir baxış həm də EHM resurslarının istehlakçısı kimi istifadəçinin baxışını əks etdirir.

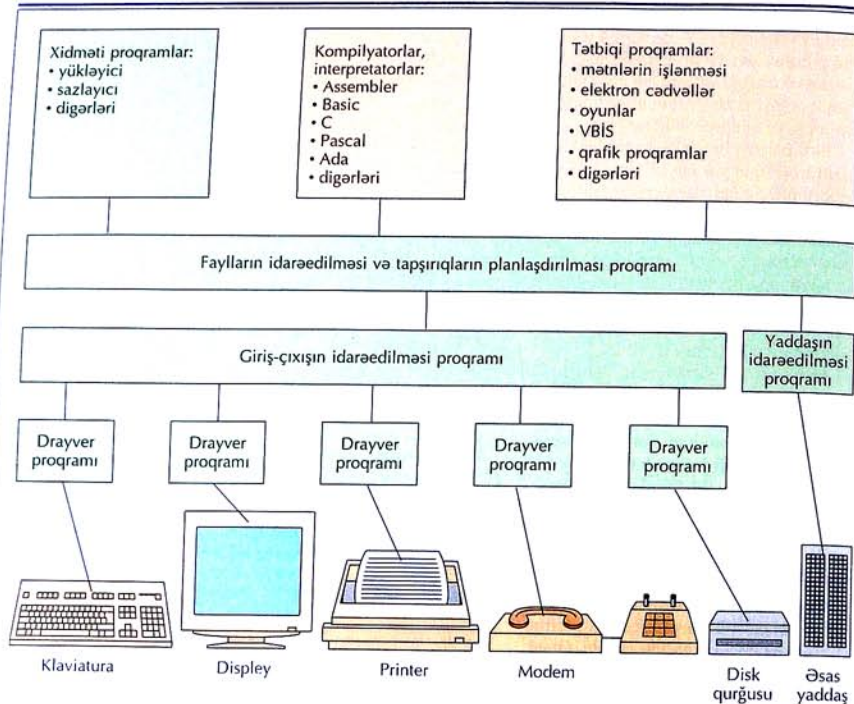
"Əməliyyat sistemi istifadəçilə EHM avadanlığı arasında vasitəçi rolunu oynayan proqramdır. Əməliyyat sistemi istifadəçiyə proqramın rahat və effektiv şəkildə yerinə yetirilməsinə lazımı şərait təmin etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur" (A.Zillbərsats, P.B.Helvin. "Əməliyyat sistemlərinin prinsipləri", 1998-ci il).

"Əməliyyat sistemi – təbiiq proqramların yerinə yetirilməsi prosesini idarə edən və istifadəçilə EHM avadanlığı arasında interfeys rolunu oynayan proqramdır. Əsasən əməliyyat sistemində qarşı üç tələb irəli sürülür: rahatlıq, effektivlik və inkişaf perspektivi" (U.Stallinqs. "Əməliyyat sistemləri", 1995-ci il).

Nəhayət, Endryu Tanenbaumun "Müasir əməliyyat sistemləri" (1992-ci il) adlı kitabında əməliyyat sisteminin iki tərifini verilir: birisi avadanlıq nöqtəyindən, digəri isə istifadəçi nöqtəyindən.

"Əməliyyat sistemi genişləndirilmiş EHM kimi. Əməliyyat sisteminin funksiyası istifadəçiyə əsas EHM-ə nisbətən asan proqramlaşdırılma və ona ekvivalent genişləndirilmiş və ya virtual EHM-in təqdim olunmasıdır...

Əməliyyat sistemi resursların inzibətcisi kimi. Əməliyyat sisteminin məqsədi verilən resursdan kimin istifadə etməsini izləmək, resurslara sorğuları cavablandırmaq və onların istifadəsini protokollaşdırmaq, həmçinin istifadəçilərin müxtəlif məsələləri həll etmək üçün resurslara müraciəti zamanı yaranan konfliktləri həll etməkdir".



Rezident monitor – bu gün qəbul edildiyi kimi, əməliyyat sisteminin rüseymini təşkil edir. İndi tətbiqi proqramlar artıq yalnız öz alqoritmlərini reallaşdırmaqla məşğuldurlar və monitora yalnız köməkçi alqoritmlər üçün müraciət edirlər. Müraciət zamanı onlar *tətbiqi proqram interfeysi* adlanan qaydalar yığınının istifadə edirlər. İlk dəfə olaraq tətbiqi

proqramların bir EHM-dən digərinə *köçürülməsinin* mümkünlüyü barəsində danışmağa başladılar. Proqram interfeysinin meydana gəlməsi nəticəsində EHM-lə iş üsullarının avadanlıqdan ayrılması və EHM-lərin insana "yaxınlaşması" prosesi başlandı.

Proqram interfeysi avadanlıqda heç cür ifadə edilə bilməyən əvvəlcədən anlayışların yaradılmasına imkan verdi. Məsələn, *fayl* və müvafiq olaraq *fayl sistemi* anlayışı – informasiyanın saxlanması təşkili üçün interfeys dəsti və verilənlərin strukturu meydana gəldi. Həmçinin re-surs istifadəçisi və EHM-in iş vahidi kimi *proses* (yaxud *məsələ*) anlayışı yarandı.

Rezident monitor həmişə EHM-in operativ yaddaşında yerləşir (bu səbəbdən də onu "rezident" adlandırırlar), çünki onun alt-proqramları bütün digər proqramların yerinə yetirilməsi üçün lazımdır. Ona görə də həmin proqramlar üçün "tətbiqi proqramlar", yaxud "istifadəçi proqramları" terminlərini işlətməyə başladılar.

Əlbəttə, "fayl" və "proses" anlayışları rezident monitorun yaranmasından xeyli əvvəl mövcud idi. Lakin onun ayrıca xüsusi proqram kimi meydana gəlməsi tətbiqi proqramların xidməti alt-proqramlarla iş qaydasını təsbit etməyə imkan verdi. Həqiqətən də, nə qədər ki monitorlar proqramların daxilində yerləşirdi, proqramın hazırlanması zamanı fayllarla iş alt-proqramının birinin digərilə (məsələn, daha səmərəli olanla) əvəz edilməsinə həmişə imkan var idi. Rezident monitor aşkar və qeyri-aşkar şəkildə "fayl" anlayışını yenidən təsvir etməklə, həmçinin fayllarla və proseslərlə işləmə qaydalarını təsbit etməklə yanaşı, bu anlayışların mahiyyətini də dəqiqliklə ifadə etdi.

Əməliyyat sistemlərinin inkişafındakı növbəti mərhələ iş qaydalarının artmasının nəticəsi kimi əməliyyat sistemlərinin özlərinin mürəkkəbləşməsilə xarakterizə olunur. Rezident monitora tez-tez müraciət olunan əməliyyatların – faylların köçürülməsini, mətnlərin redaktə edilməsini, proqramların proq-

prosesə proqram saygacı da daxil olmaqla kompüterin aparat registri; prosesin ünvan sahəsinin – prosesin oxumaq, yazmaq və yerinə yetirmək üçün istifadə etdiyi EHM-in yaddaşının təsviri; prosesin işlədiyi faylların təsviri və proqramın yerinə yetirilməsi üçün zəruri olan bütün digər informasiyalar aid edilir.

ramlaşdırma dilindən maşın koduna kompilyasiyasının yerinə yetirilməsini asanlaşdırən köməkçi proqramlar və s. əlavə edildi. Onların hamısı birlikdə *əməliyyat sistemi*, köməkçi proqramlar dəsti – redaktorlar, kompilyatorlar, fayllarla iş proqramları isə *sistem utilitləri* adlandırıldı. Bu zaman, sistem utilitlərini və tətbiqi proqramları ayıran hədd demək olar ki, şərti idi. "Rezident monitor" terminini *əməliyyat sisteminin nüvəsinə* çevrildi və nüvə də öz növbəsində, bir neçə mühüm hissəyə bölündü:

- proseslərin planlaşdırıcısı;
- yaddaşın idarəedilməsi altistemi;
- fayl sistemi;
- giriş-çıxış əməliyyatlarının idarə edilməsi altistemi;
- tətbiqi proqram interfeysi.

PROSESLƏRİN PLANLAŞDIRICISI

Proseslərin planlaşdırıcısı – prosesləri idarə edən altistimlərin ürayı hesab olunur. Bu planlaşdırıcılar proseslər arasında prosessor vaxtının bölünməsi alqoritmlərini həyata keçirirlər, daha doğrusu, prosessorada bir prosesin öz növbəsini gözləyən digər proseslə əvəzlənməsini həyata keçirir. Adətən, bu proseduru ifadə etmək üçün *prosesin kontekstinin dəyişdirilməsi* terminindən istifadə edilir. Bu cür kontekst dəyişmə alqoritmı hansı prosesə nə vaxt prosessor vaxtının verilməsini müəyyən edən bir çox parametrlərdən asılıdır.

Planlaşdırıcının işini əks etdirmək və ümumilikdə əməliyyat sisteminin işini başa düşmək üçün *strategiya* və





Kvant anlayışı bölünməzlik deməkdir. Yerinə yetirilmə kvantı o mənada bölünməzlikdir ki, nə qədər ki, prosessorda yerinə yetirilən proses planlaşdırıcı tərəfindən ona ayrılan müddətdən tam istifadə etməmişdir, o prosessoru digər prosesə verməyəcək.

mexanizm anlayışlarını fərqləndirmək lazımdır. Strategiya "nə etmək", mexanizm isə "necə etmək" lazım olduğunu müəyyən edir.

Məsələn, planlaşdırıcının işinin strategiyası ondan ibarət ola bilər ki, proses aşkar (xüsusi altproqramla müraciətlə) və ya qeyri-aşkar (giriş-çıxış əməliyyatı yerinə yetirilərkən, proqram başa çatdırılarkən) şəkildə əməliyyat sistemində müraciət edib onu xəbərdar edir ki, prosessor boşdur və ondan digər proseslərin yerinə yetirilməsi üçün istifadə oluna bilər.

Bu halda deyilir ki, əməliyyat sistemi *kooperativ çoxtapşırıqlıq* rejimində fəaliyyət göstərir, daha doğrusu, proseslər, bəlkə də, ümumi "səsvermə" yolu ilə birlikdə hansı tapşırığın növbəti addımında yerinə yetiriləcəyini müəyyən edir. Kooperativ çoxtapşırıqlıq, məsələn, ilk EHM-lərin monitor proqramlarında,



DEC firmasının Alpha kompüter.

həmçinin fərdi kompüterlərin əməliyyat sistemlərində – MS DOS, Windows 3.1 və ondan əvvəlki versiyalarda istifadə olunmuşdur.

Digər strategiya – *sıxışdırılan çoxtapşırıqlıq* ondan ibarətdir ki, prosessorda hər bir prosesin başqasına mane olmadan zamanətlə şəkildə yerinə yetirilməsi təmin olunur. Planlaşdırıcı prosesin yerinə yetirilməsini dayandırır və onu digər proseslə əvəz edə bilər. Bu zaman o, hər bir prosesə *yerinə yetirilmə kvantı* adlanan əvvəlcədən müəyyən edilmiş müddəti ayırır və proses də bu müddət ərzində prosessorda fasiləsiz olaraq yerinə yetirilir. Adətən, yerinə yetirilmə kvantı elə seçilir ki, proses prosessoru o qədər də çox məşğul etməsin, ancaq ayrılan vaxt ərzində hansısa bir faydalı iş görə bilsin.

Müasir proseslər üçün yerinə yetirilmə kvantının tipik qiyməti 10 ms təşkil edir. Yalnız olduqca yüksək sürətli proseslər üçün, DEC firmasının Alpha prosessoru üçün kvant 1 ms həddindədir.

Kvant başa çatdıqdan sonra planlaşdırıcı prosessorda yerinə yetiriləcək növbəti prosesi müəyyən etməklə yenidən planlaşdırma alqoritmini həyata keçirir. *Vaxtın bölünməsi* xüsusi əməliyyat sistemlərində bütün proseslər eyni hüquqlu hesab olunurlar və növbə ilə öz kvantlarını alırlar. İstifadəçiyə elə gəlir ki, prosessor bütün prosesləri eyni vaxtda yerinə yetirir. Bu cür alqoritm *dairəvi sistem üzrə yenidən planlaşdırma alqoritmi* (ing. "round robin scheduling") adlanır.

Yenidən planlaşdırma alqoritmində proseslərin bərabərliyinə nail olunması, ilk baxışdan sadə görünərsə də, əslində, elə də sadə məsələ deyildir. Tutaq ki, bir proses mətn redaktoru, digəri isə qiyməti vergüldən sonra milyonda bir dəqiqliklə hesablayan proqramdır. Əməliyyat sistemi nöqteyi-nəzərindən mətn redaktorunun iş alqoritmi və hesablama alqoritmi təxminən bu cür qurulur:

alq Mətn redaktoru

baş

db nə qədər ki çıxış klavişi basılmayıb
klaviatüradan simvolun daxil
edilməsini gözləmək
simvolu emal etmək
simvolu ekranda göstərmək

ds

son

alq Hesablama π

baş

db nə qədər ki π ədədi müəyyən
edilməyib

hesablamaq

ds

son

Beləliklə, hesablamanı yerinə yetirən bir proses həmişə prosessoru məşğul edir, yaxud digər prosesin olmasını nəzərə alaraq, onun yerini tutmaq istəyir (daim prosessorun resursu uğrunda mübarizə aparır). Digər proses – mətn redaktoru – əsasən, daxilətmə əməliyyatını yerinə yetirir və prosessor uğrunda təsadüfi hallarda rəqabət aparır. Həqiqətən də, hətta peşəkar operator belə mətni dəqiqdə 600 simvol, yaxud 100 ms-də 1 simvol sürətilə yığır. Əgər yerinə yetirilmə 10 ms təşkil edərsə, onda mətn redaktoru növbəti simvolu daxil etməyi gözləməklə, faktiki olaraq 10 kvant müddətində prosessor uğrunda rəqabət aparır. Əgər proseslər eynihüquqlu olarsa, planlaşdırıcı redaktora bir yerinə yetirmə kvantı verəcək, bundan sonra isə növbəti kvantı hesablama prosesinə keçəcək. Müəyyən olunmuşdur ki, əgər daxilətmə ilə ekranda göstərilmə arasında yubanma 20 ms-i (və yaxud 2 yerinə yetirilmə kvantını) keçmirsə, insan hesab edir ki, sanki simvol ekranda anı olaraq görünür. Əgər redaktor bir kvant vaxtı ərzində simvolu işləyə bilmirsə, prosessor vaxtını daha bir kvant müddətində gözləməli olur. Nəticədə istifadəçi simvolu daxil edərkən yubanmanı hiss edir.

Bunu düzəltmək üçün proses-redaktora birdən çox kvant (on kvant – onun prosessorda yerinə yetirilmədiyi müd-



də bərabər olaraq vermək daha düzgün olardı) vermək lazımdır. Belə görünür ki, bərabərliyin təmin edilməsi üçün prosesləri qeyri-bərabər hüquqlu etmək lazımdır.

Bu cür ədalətə nail olmaq üçün əməliyyat sistemində *prosesin prioriteti* anlayışı daxil edilir. Bu prioritet prosessorda prosesin nə qədər uzun müddət yerinə yetirilmədiyini göstərən tam ədədlə ifadə edilir.

Planlaşdırıcı növbəti kvant qurtardıqdan sonra yerinə yetirilən prosesin prioritetini azaldır və bundan sonra rəqabət aparən proseslər arasından ən böyük prioritetə malik olan prosesi seçən yenidən planlaşdırma alqoritmində başlayır.

Misal üçün, proses-redaktorun simvolun daxil edilməsini gözlədiyi və hesablama prosesinin yerinə yetirildiyi on kvant müddəti keçəndən sonra, hesablama prosesinin prioriteti 10-a, proses-redaktorun prioriteti isə sıfıra bərabər olacaq. Ona görə də, növbəti 10 kvant müddətində proses-redaktorun prioriteti yüksək olacaq və planlaşdırıcı ona üstünlük verəcək. Sonra proseslərin prioritetləri





PRIORİTETLƏRİN HESABLANMASI DÜSTURU

Bəzən verilən prosesin digərlərindən prioritetli olduğunu aşkar şəkildə göstərmək lazım gəlir. Bunun üçün prosesin müəyyən prioriteti daxil edilir ki, onun əsasında da dinamik prioritet hesablanır. İkincisi, dinamik prioritetlərən daha çevik şəkildə hesablanması üçün düsturun özünü bir qədər mürəkkəbləşdirirlər.

UNIX BSD 4.4 kimi əməliyyat sistemi üçün düstur bu cür yazılır:

$$P_{din} = P_0 + \left[\frac{T}{4} \right] + 2 \times P_{fks},$$

burada P_{din} – prosesin dinamik prioriteti; P_0 – istifadəçi proseslərinin tam sistem prioriteti; P_{fks} – prosesin qeyd olunmuş prioriteti; T – öz növbəsində, aşağıdakı rekkurent düsturlarla hesablanan prosesin yerinə yetirilmə vaxtıdır; əgər proses prosessoru məşğul edarsə,

$$T = \frac{2 \times T_{or}}{2 \times T_{or} + 1} \times T + P_{fks},$$

əgər proses gözləmə vəziyyətində olarsa,

$$T = \left[\frac{2 \times T_{or}}{2 \times T_{or} + 1} \right]^{T_{gözlə}} \times T,$$

T_{or} – prosessorun orta yüklənmə müddəti; $T_{gözlə}$ – prosesin gözləmə vəziyyətində olduğu vaxtdır.

eyni olacaq və planlaşdırıcı növbəti prosesin təsadüfi qaydada seçəcək.

Təsvir edilən alqoritm *dairəvi sistem üzrə əks əlaqəli planlaşdırma alqoritm*i adlanır. Planlaşdırıcının bu cür alqoritmə işləməsi *interaktiv tapşırıqlar*, yəni informasiyanın daxil edilməsini təmin

edən tapşırıqlar, interaktiv olmayan tapşırıqlar, məsələn, hesablama alqoritməri üzərində üstünlüyə malik olur. Bu planlaşdırma alqoritm Windows və UNIX əməliyyat sistemlərində tətbiq edilir.

Tamamilə başqa tipli alqoritmərə *real vaxt sistemlərinin yenidən planlaşdırması* alqoritməri aiddir. Real vaxt əməliyyat sistemləri informasiyanın emalı məsələlərinin həlli üçün tətbiq edilir. Burada emalın özünün sürətilə informasiyanın daxil olması sürəti müqayisə ediləbilən olmalıdır. Buna yaxşı nümunə kimi xəstəxanada pasientlərin sağlamlıq vəziyyətinə nəzarət edən avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemini göstərmək olar. Belə ki, burada mütəmadi olaraq pasientlərin vəziyyətinin dəyişməsinə tez reaksiya verilməsi tələb olunur. Yaxud da sənaye müəssisələrində manipulyatorun hərəkətini anı olaraq dəyişən robotların avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemini misal göstərmək olar.

Verilmiş müddətdə məlumatın emalının uğursuzluğunun labüd səhvlərə gətirib çıxardığı real vaxt sistemləri *sart real vaxt sistemləri* adlanır. Yuxarıda xatırladılan xəstələrən vəziyyətinə nəzarət və istehsalın idarə olunması sistemləri əməliyyat sistemlərinin məhz bu sinfinə aiddir.

Bəzən hadisənin verilmiş vaxt intervalında zamanətlə başa çatdırılması elə də vacib olmur, yaxud, heç olmasa, labüd səhvlərə gətirib çıxartmır. Məsələn, kompüterdə səs faylının səsləndirilməsi – *yumşaq real vaxt* məsələsidir. Səsləndirmə alqoritmə aşağıdakı kimi görünür:

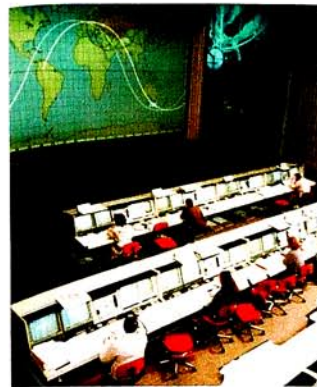
alq Səsləndirmə

baş

db nə qədər ki faylın sonu deyil
| verilənlərin növbəti porsiyasını
| oxumaq
| oxunan porsiyayı səs kartının
| registrinə yazmaq

ds

son



Burada da müəyyən vaxt intervalında növbəti verilənlər porsiyasını səs kartının registrinə çatdırılıb yazmaq gərəkdir, yoxsa səs kartı heç nə səsləndirməyəcək. Səsin məqbul keyfiyyətdə səsləndirilməsi üçün (rəqəmli şəkə salınma tezliyi – 44 KHz, stereo, 16-bitlik səs kartı, yəni 44 KHz tezliklə 4 bayt) verilənləri diskdən 200 kbayt/san sürətlə oxumağa və yazmağa nail olmaq lazımdır. Alqoritmə verilənlər porsiyasını 8 kbaytə bərabər hesab etmək olar, yəni dövrün bir tam addımını $8/200 = 1/25$ san müddətində yerinə yetirməyə nail olmaq lazımdır. Əgər ayrılmış vaxtda bunu etmək mümkün olmazsa, onda bu, səsin $1/25$ san qədər itirilməsinə gətirib çıxaracaq. Vəziyyət arzuolunan olmasa da, qaçılmaz da deyil. İnsanların bir çoxu səsin itməsini, sadəcə, hiss etməyəcək. Deməli, yumşaq real vaxt rejimində fəaliyyət göstərən əməliyyat sistemi imkan daxilində müəyyən edilmiş vaxt intervalında məlumatın tətbiqi prosesə çatdırılmasını təmin etməlidir.

Planlaşdırıcının iş mexanizmi aşağıdakı qaydada qurulabilir. Sistemdəki bütün proseslər heç vaxt dəyişilməyən yerinə yetirilmə prioriteti əldə edir. Yeni-

dən planlaşdırma alqoritmində həmişə ən böyük prioritetli proses seçilir. Sart real vaxt sistemlərində yenidən planlaşdırma alqoritməni istənilən hadisə baş verdikdə yerinə yetirmək lazımdır. Bununla da zamanət verilir ki, hadisəni gözləyən proses yerinə yetirilməyə kifayət qədər yüksək prioritet şərti daxilində buraxılır.

ƏMƏLİYYAT SİSTEMLƏRİNİN ÖLÇÜLƏRİ

Əməliyyat sistemlərinə (ƏS) yeni funksiyalar daxil edildikcə onların həcmi genişlənməyə başladı: 1963-cü ildə Massaçusets Texnologiya Institutunda tətbiq edilən Compatible Time Sharing System vaxtın bölünməsi əməliyyat sistemi 32 min yaddaş sözündən (hər biri 36 bit olmaqla) ibarət idi. 1964-cü ildə IBM firmasının istehsalı olan OS/360 artıq milyondan çox komandası olan koddan ibarət idi. 1975-ci ildə Massaçusets Texnologiya Institutunda Bell Laboratories ilə birlikdə hazırlanmış Multiks "monstr"ı 20 milyondan çox komandaya malik idi.

Fərdi EHM-lər üçün yaradılan əməliyyat sistemləri isə, əksinə, yığcam idi: MS DOS-un ilkin versiyaları 50 min komandadan artıq deyildi, 80-ci illərin ortalarında UNIX 7.5 Bell Laboratories isə təqribən 100 min maşın komandasından ibarət idi. Vaxt keçdikcə, fərdi EHM-lər üçün nəzərdə tutulan UNIX olduqca yığcam olaraq qaldı, amma Windows-95, 98, 2000 seriyaları barədə bunu demək olmaz.



IBM-360 kompüterinin maşın zalı.



«Rusiya Uçuşları
İdarəetmə Mərkəzi».



Boeing-707-nin kabinəsi.

Yumşaq real vaxt sistemlərində, əvvəllər olduğu kimi, prosessor vaxtı yerinə yetirilmə kvantlarına bölünür və yenidən planlaşdırma alqoritmi kvant müddəti başa çatdıqdan sonra başladılır. Əgər hadisə münasib olmayan vaxtda baş verirsə (məsələn, növbəti yerinə yetirilmə kvantının başlanğıcında), yəqin ki, hadisəni emal etməyə imkan

olmayacaq, lakin prosessor vaxtı da boş yera, daim yenidən planlaşdırma alqoritmının yerinə yetirilməsinə sərf olunmayacaqdır. Əməliyyat sistemi yardımcı proqramdır və görək olmayan yerdə əməliyyat sisteminin öz alqoritmlərinin yerinə yetirilməsilə prosessorun resursunu məşğul etməyə dəyər.

YADDAŞIN İDARƏ EDİLMƏSİ ALTSİSTEMİ

Əməliyyat sisteminin digər mühüm hissəsinə – *yaddaşın idarə edilməsi altsistemi* – qarşılıqlı əlaqədə olan iki məsələ həvalə edilib: EHM-də yerinə yetirilən proseslərin bir-birindən qorunması və EHM-in yaddaşının proseslər arasında bölünməsi.

Prossessor yaddaşa ünvanlar vasitəsilə əlaqə yaradır: yaddaşın hər bir baytının, onu birqiyəmətlə olaraq təyin edən nömrəsi və ya *fiziki ünvanı* mövcuddur (birinci yaddaş baytının ünvanı – 0, ikinci

cisinin – 1 və s.). Yaddaşın bütün baytlarının ünvanlarından ibarət toplu *fiziki ünvanlar sahəsi* adlandırılır. Yaddaşın idarə edilməsi məsələsini həll etmək üçün *virtual yaddaş* adlanan aparat vasitəsilə istifadə edilir. Onun funksiyası əlavə ünvan sahəsini və ünvanların bir sahədən digərinə dəyişdirilməsi mexanizmlərini təmin etməkdir. Həmin əlavə ünvan sahəsi *virtual ünvan sahəsi*, onun daxilindəki ünvanlar isə *virtual ünvanlar* adlanır. Fiziki ünvan sahəsindən fərqli

olaraq, virtual ünvan sahəsi sadəcə heç nəyə uyğun olmayan ünvanlar dəstəsidir. Lakin virtual ünvanlar sahəsindən olan ünvanlara müəyyən qaydalarla uyğun olaraq fiziki ünvanlar mənimlənməklə, onların mövcudluğuna məna vermək mümkündür. Bu halda virtual ünvan real yaddaş baytının nömrəsi olacaq.

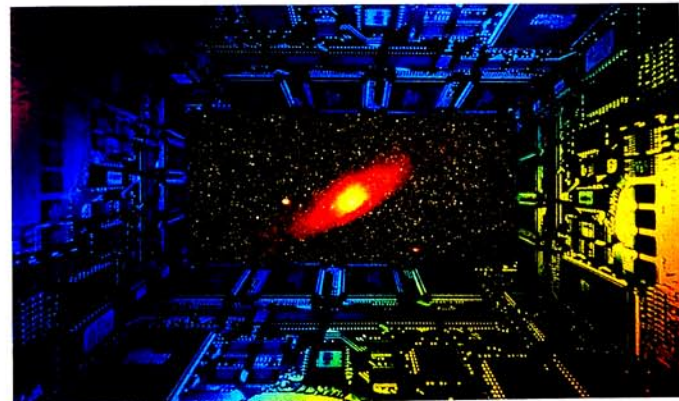
Birinci məsələ – prosesləri bir-birindən qorumaq, yəni bir prosesin yaddaşını digər prosesin təsadüfi müdaxilələrindən qorumaqdır. Hər bir prosesə özünün virtual sahəsi – sıfırdan prosessorun imkan verdiyi maksimal nömrəyə qədər olan ünvanlar toplusu və hər bir proses üçün unikal olan virtual ünvanların fiziki ünvanlara çevrilməsi qaydası qarşı qoyulur. Prosesin virtual sahəsini ifadə etmək üçün *prosesin ünvan sahəsi* termini işlədilir. Öz ünvan sahəsində fəaliyyət göstərən prosesin digər prosesin ünvan sahəsinə nəşə yazmaq imkanı yoxdur. Həqiqətən də, proses tərəfindən tanınan istənilən ünvan prosesin ünvan sahəsinə aiddir, digər ünvanlar isə aid deyil.

Virtual yaddaş mexanizmindən istifadə etmək üçün EHM-ə prosesin nömrəsi və virtual ünvan cütliyünü yaddaş-

"Virtual yaddaş", "virtual ünvan" terminləri ingilis dilindəki "virtual memory" və "virtual address" terminlərinin hərfi tərcüməsidir. Lakin ingilis və Azərbaycan dillərindəki "virtual" sifətinin mənası bir-birinin əksidir. İngiliscə virtual "faktiki", "həqiqi" mənasını verir. Azərbaycan dilində isə virtual sifəti "mövcud olmayan", lakin "mümkün olan" ifadələrinin sinonimi kimi işlədilir. Məsələn, virtual reallıq. Demək olar ki, ingiliscə virtual memory termini ünvanlar yığını dəsti və onların fiziki yaddaş ünvanlarına çevrilməsi qaydaları deməkdir. Azərbaycan dilində olan "virtual yaddaş" termini isə heç nəyi təyin etməyən mücərrəd yaddaş mənasını verir.

dakı fiziki ünvanlara çevirən xüsusi bir qurğu – *yaddaş idarəedən dispetçer* əlavə etmək lazımdır. Müasir prosessorlar üçün yaddaş idarəedən dispetçer prosessorun tərkibində yerləşən ayrıca blokdur, lakin hələ XX əsrin 90-cı illərinin əvvəllərində dispetçer daha çox EHM-in tərkibində ayrıca mikrosxem kimi yerləşirdi.

Adətən, çevrilmə qaydaları fiziki və virtual ünvanların diapazonları arasında uyğunluğun saxlandığı cədvəl formasında yazılır. Ünvanlar həərində bir neçə min ardıcıl ünvan olan dəstlərdə, məsələn, tərkibində 4096 ünvan yerləşən dəstlərdə qruplaşdırılır ki, bu da 4 kбайt yaddaşa və ya 4 kбайt virtual ünvan sahəsinə uyğundur. Bu cür ünvanlar





dosti *səhifə* adlanır. Əgər bu fiziki ünvanlar səhifədirsə, onda onu *fiziki səhifə*, yaxud *yaddaş səhifəsi* adlandırırlar. Uyğun olaraq, virtual ünvan səhifəsini *virtual səhifə* adlandırırlar. Səhifələri yaddaş baytlarının nömrələndiyi qaydada nömrələmək lazımdır, bu zaman səhifənin ünvanı alınır. *Səhifələr cədvəli* adlanan yaddaş idarəedən dispetcher cədvəlində fiziki səhifələrin ünvanları saxlanır, dispetcher isə cədvəldəki virtual səhifələrin ünvanlarına əsasən müvafiq fiziki səhifənin ünvanının cədvəldə yerləşdiyi yeri hesablayır.

Virtual yaddaş mexanizmindən istifadə planlaşdırıcıda cüzi dəyişikliklərin edilməsi tələb edir, məhz prosesi (konteksti) dəyişdirən alqoritmə səhifələr cədvəlinin dəyişdiricisini əlavə etmək lazımdır. Yeni bir prosesi digər ilə əvəz edərkən dispetcherə yeni prosesin səhifələr cədvəlinin yaddaşda yerləşmə ünvanını göstərmək lazımdır. Səhifələr cədvəlinin dəqiq formatı dispetcherin arxitekturası ilə (müasir prosessorlarda – prosessorun arxitekturası ilə) müəyyən edilir.

Səhifələr cədvəlinin yaddaşda yerləşməsi ona gətirib çıxarır ki, hər dəfə virtual ünvan fiziki ünvana çevrilərkən dispetcher informasiya üçün yaddaşda müraciət etməli olur. Prosessorun işinin sürəti ünvana müraciət etmə sürətindən xeyli yüksəkdir, ona görə də ünvanlar çevrilərkən prosessor işsiz qalır. Prosessorun işsiz qalma hallarını azaltmaq üçün

bələ edirlər: prosessorda böyük olmayan həcmdə yaddaş – *ünvanların çevrilməsi buferi* yaradılır. Həmin buferdə virtual və fiziki səhifələr arasındakı müəyyən uyğunluqlar, yəni əslində səhifələr cədvəlinin ayrı-ayrı elementlərinin surətləri saxlanılır. Virtual ünvanı fiziki ünvana çevirərkən prosessor ünvanları çevirmə buferində uyğunluq axtarır və uyğunluq olmadıqda artıq yaddaşdakı səhifələr cədvəlinə müraciət edir. Praktika da bu sadə üsulun köməyi ilə yaddaşda müraciətlərin sayı nəzərəcərpacaq dərəcədə azaldılır.

Proseslərin bir-birindən qorunması mexanizmindən həm də fiziki yaddaş proseslər arasında bölmək üçün də istifadə edilir. Məsələn qısaca olaraq belə ifadə etmək olar: fiziki ünvanın məhdud sahəsində proseslərin mümkün qədər çox ünvan sahələrini yerləşdirmək.

Hər bir prosesin ünvan sahəsi eyni cür tətbiq olunmur, onlarda aşkar istifadəsiz yerlər – “deşiklər” var ki, bu dəşiklər üçün fiziki yaddaşın ayrılması lazım deyil. Həmçinin ünvan sahəsinin müəyyən bir hissəsi, yəqin ki, tez-tez işlədilməyəcək. Məsələn, yalnız proqramın işinin başlanğıcında (işçi dəyişənlərə başlanğıc qiymətlər verilməlidir) və sonunda istifadə edilən (yaddaş boşaltmaq, nəticəni çıxışa vermək və s. lazımdır) istifadə olunan kod və verilənlər.

Müvafiq olaraq, yalnız işləri bitirərkən istifadə edilən ünvan sahələrinin hissələri üçün fiziki yaddaş, belə yaddaş tələb olunanadək ayırmamaq olar, yalnız işin başlanğıcında tətbiq olunan yaddaş isə istifadə edildikdən sonra geri götürmək olar.

Beləliklə, hər bir zaman intervalında proses iş üçün öz ünvan sahəsinin bir hissəsini istifadə edir. Müəyyən zaman intervalında yaddaşın istifadə edilən virtual səhifələrini prosesin *işçi çoxluğu* adlandırırlar. Aydındır ki, işçi çoxluq müvəqqəti zaman intervalının davam-

etmə müddətindən asılıdır (o, nə qədər çox olarsa, prosesin işçi çoxluğu bir o qədər artıq olar). Əgər zaman intervalı kimi proqramın bütün işləmə müddəti götürülsə, işçi çoxluq tətbiq edilən ünvan sahəsinə bərabər olacaqdır.

Fiziki yaddaşda qənaət etmək üçün onu yalnız yerinə yetirilən proseslərin işçi çoxluğundan olan virtual səhifələr üçün ayırmaq olar. İşçi çoxluğu müəyyənləşdirərkən yerinə yetirilmə kvantına bərabər zaman intervalını seçmək daha əlverişlidir. Yaddaşın ən yaxşı bölüşdürülməsi üçün alqoritmə belə təsvir etmək olar: prosesi növbəti yerinə yetirilmə kvantını ayırarkən bu kvant müddətində fiziki yaddaşda prosesin işçi çoxluğunun bütün səhifələrini yerləşdiririk.

Bu alqoritm, həqiqətən də ən yaxşı alqoritm olsa da, təəssüf ki, onu tətbiq etmək olmaz. İşçi çoxluğu hansı səhifələrin daxil olduğunu yalnız kvant müddətinin gedişində bilmək olar, alqoritmə isə onu başlanğıcda bilmək tələb olunur.

Gələcəkdə nələr baş verəcəyini söyləmək çətindir, lakin artıq əldə edilən təcrübədən istifadə etməyə dəyər. Praktika da, demək olar, həmişə elə təəssürat yaranır ki, işçi çoxluğu bir neçə yerinə yetirilmə kvantı müddətində əsaslı surətdə dəyişmir. Müvafiq olaraq, prosesin işinin başlanğıcında onun işçi çoxluğunu boş hesab etmək və fiziki yaddaşda virtual səhifə üçün lazım gəldikcə ayırmaq, həmçinin hər hansı bir zaman intervalı ərzində müraciət edilməyən ünvan səhifələrinin hissələri üçün yaddaş məcburi qaydada götürmək olar. Üstəlik, əgər interval kimi sonsuzluğu götürsək, yalnız iş üçün boş fiziki yaddaş qalmaqacağı təqdirdə biz fiziki yaddaş məcburi qaydada götürəcəyik. Həmin anda yaddaş on “köhnə” virtual səhifədən, daha doğrusu, daha çox müddətdə müraciət olunmayan virtual səhifədən götürülür.

Səhifələrin qorunması mexanizmi virtual səhifəyə nə vaxt fiziki yaddaş

ayırmaq lazım olduğunu müəyyən etməyə imkan verir. Prosesin başladıldığı an hələ boş olan virtual və fiziki səhifələr arasındakı uyğunluq cədvəlini hazırlamaq olar. Əlavə olaraq hələ informasiyanı da saxlamaq lazım gəlir: çevirmə cədvəlində uyğunluğun hələ qurulmadığı virtual səhifələri prinsipə belə uyğunluğun olmalı olduğu ünvan sahəsindəki “deşiklərdən” fərqləndirmək lazımdır.

Əgər prosessor virtual ünvana müraciət edərkən virtual səhifə üçün uyğunluq tapmırsa, *müstəsna vəziyyət – kəsilmə* yaranır. Kəsilmə yaranarkən prosessor xüsusi altproqramı – *kəsilmə emalçısını*

PROSESİN DAXİLİNDƏ QORUNMAQ ÜÇÜN VIRTUAL YADDAŞDAN İSTİFADƏ EDİLMƏSİ

Virtual yaddaş mexanizmi prosesin özünü özüəndən qorumaq üçün də istifadə edilir. Məsələn, proqram kodu segmentini təsadüfi yazılardan qoruyurlar. Prosesin bir-birindən qorunmaq üçün, sadəcə, bütün mümkün ünvanları tutmaq və beləliklə, kənar yaddaş müraciət ehtimalını aradan qaldırmaq kifayətdir. Prosesin daxilində qorunmaq üçün bu texnika işləmir, çünki həmişə proqramın koduna və verilənlərinə müraciət etmək tələb olunur. Lakin hər bir segmentin öz xüsusiyyəti var: kod segmentini yalnız oxumaq və yerinə yetirmək kifayətdir, verilənlər segmentinə yalnız oxumaq və yazmaq (amma yerinə yetirmə üçün yox!) üçün müraciət olunur.

Segmentə müraciət edilməsinə hədd qovmaq üçün segmentin idarəedici informasiyanın xüsusi baytında bitlər – müraciət əlamətləri saxlanılır: oxuma, yazma və yerinə yetirmə. Təbii ki, prosessor bu bitləri tanımalı və müraciətləri yoxlamalıdır. Beləliklə, kod segmentinin səhifələri üçün “oxuma”, “yerinə yetirmə” adlı müraciət bitləri, verilənlər və stek segmenti səhifələri üçün isə “oxuma” və “yazma” adlı müraciət bitləri qoyulmalıdır. Bu halda, proqram verilənləri təsadüfən kod sahəsinə yazı bilməz və kod segmentində kodun yerləşdiyini müəyyən edəcək təsadüfən verilənləri kodun əvəzinə yerinə yetirə bilməz, çünki bu halda proqram işləməyəcək.

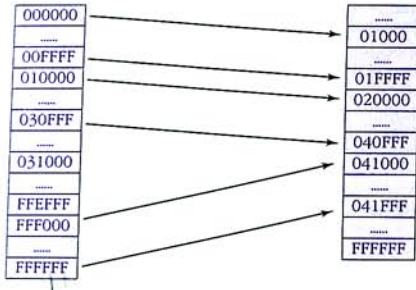




VIRTUAL YADDAŞ MEKANİZMİNİN İŞİNƏ DAİR NÜMUNƏ

Misalın sadəliyi üçün tutaq ki, kompüterdə 16 Mbayt yaddaş vardır. Onda yaddaşın sonuncu baytı onluq say sistemində 16777215 ($16 \times 1024 \times 1024 - 1$), yaxud onaltılıq say sistemində 0xFFFFF ("x" hərfi onu göstərir ki, ədəd onaltılıq say sistemində yazılıb) olan fiziki ünvanı malikdir. Bu halda fiziki ünvan sahəsi belə görünür: 0x000000 – 0xFFFFF (yəni 0-dan 0xFFFFF-ə qədər olan ünvanlar dəsti).

Virtual ünvan sahəsi də 0x000000-dan 0xFFFFF-ə qədər (həcmi 16 Mbayt-dır) nömrələnir. Onda virtual ünvanlara aşağıdakı qaydada fiziki ünvanlar qarşı qoyulur:



- 0x000000-dan 0x00FFFF-ə qədər olan virtual ünvanlar 0x010000-dan 0x01FFFF-ə qədər olan fiziki ünvanlara uyğundur (yəni 0 virtual ünvanı 0x010000 fiziki ünvanına, 1 virtual ünvanı 0x010001 fiziki ünvanına və s., nəhayət, 0xFFFF virtual ünvanı 0x1FFFF fiziki ünvanına uyğundur);
- 0x010000 – 0x030FFF virtual ünvanları 0x020000 – 0x040FFF fiziki ünvanlarına uyğundur;
- 0xFF0000 – 0xFFFFF virtual ünvanları 0x041000 – 0x041FFF fiziki ünvanına uyğundur;
- 0x031000 – 0xFFFFF virtual ünvanları heç bir fiziki ünvana uyğun deyildir.

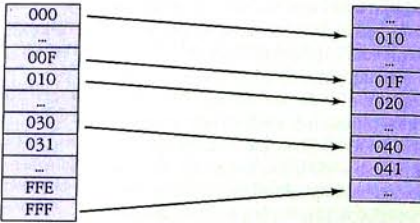
İndi prosessor, məsələn, 0x025367 virtual ünvanlı baytı oxuya bilər. Qaydalara görə, bu virtual ünvan 0x35367 fiziki ünvanı və müvafiq olaraq 217961-ci yaddaş baytı uyğun gəlir ($35367_{16} = 217961_{10}$).

İndi isə virtual ünvanı görə hesablanıb tapılmalı olan fiziki ünvanı idarə edən dispetçer üçün qaydanı yazmaq lazımdır, həm də mümkün qədər daha yığcam yazmaq lazımdır, çünki dispetçer bu qaydanı hardasa yaddaş saxlamalıdır. Əgər hər bir virtual ünvan üçün cədvəldə ona

uyğun fiziki ünvan saxlanılsa, onda bunun üçün 48 Mbayt yaddaş = 16 Mbayt yaddaş $\times$ 3 bayt (ünvanın ölçüsü) tələb olunacaq; bu isə yaddaşın həcmindən üç dəfə (!) çoxdur.

Ona görə də yaddaşın 4 kbaytlyq səhifələrə bölünməsindən (onları 0-dan başlayaraq nömrələməklə) istifadə edilir. Ünvanı bilərək səhifənin nömrəsini asanlıqla hesablamaq olar: 16-liq say sistemində sonuncu üç rəqəmi atmaq lazımdır. Məsələn, onaltılıq say sistemində 0x35367 ünvanı onluq say sistemində 3516-cı, və yaxud 5310-cu səhifədə yerləşir.

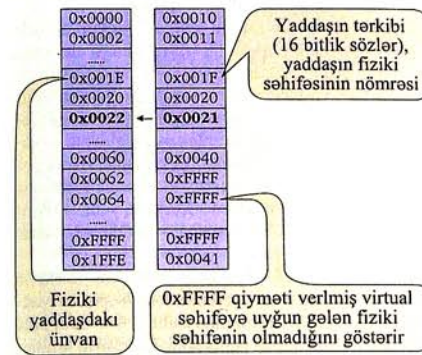
Səhifələrlə yaddaşın uyğunluq qaydaları aşağıdakı kimi olacaq:



- 0x000 – 0x00F virtual səhifələri 0x010 – 0x01F fiziki səhifələrinə uyğundur;
- 0x010 – 0x030 virtual səhifələri 0x020 – 0x040 fiziki səhifələrinə uyğundur;
- 0xFF virtual səhifəsi 0x041 fiziki səhifəsinə uyğundur;
- 0x031 – 0xFFE virtual səhifələri heç bir fiziki səhifəyə uyğun deyildir.

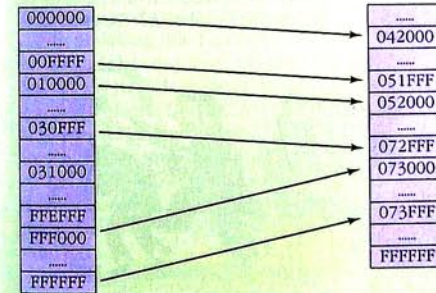
Bu halda səhifələrin uyğunluğunu yaddaş saxlamaq üçün yaddaşda birölçülü cədvəl (massiv) kifayətdir. Tutaq ki, cədvəl EHM-in fiziki yaddaşının başlanğıcında yerləşir. Verilən virtual səhifə üçün ona uyğun fiziki səhifənin ünvanını hesablamaq üçün virtual səhifənin nömrəsini (səhifənin nömrəsi 2 baytla kodlaşdırılır) ikiyə vurmaq lazımdır.

Məsələn, prosessor 0x113A5 virtual ünvanı üzrə baytı oxumalıdır, bu halda axırdan üç rəqəmi atmaqla virtual səhifənin nömrəsi alınır: 0x11. 0x11-i ikiyə vuraraq 0x22 almaqla cədvəldə bu ünvan üzrə qiyməti oxumaq olar və nəticədə fiziki ünvanın nömrəsi alınır – 0x21. Sonra yenidən virtual ünvanın üç son rəqəmini bu ünvanı əlavə etməklə, fiziki ünvanı alırıq ki, buna əsasən də baytı oxumaq lazımdır – 0x213A5.



Yaddaşdakı cədvəl cəmi 8 kbayt və ya 16 Mbayt-lyq yaddaşın cəmi 0,5%-ni tutur.

İndi isə iki prosessə – A və B-yə baxaq. Onların hər birinin xüsusi virtual ünvan sahəsi vardır: 0x000000 – 0xFFFFF. Yalnız hər iki prosesin ünvan sahəsi üçün fiziki yaddaşın müəyyən edilməsi qalır. Tutaq ki, A prosesinin ünvan sahəsi artıq məlum olan cədvəldən istifadə edir. B prosesi üçün yaddaş ayırarkən, ona diqqət yetirmək lazımdır ki, sərbəst fiziki yaddaşın iki sahəsi vardır: müvafiq olaraq 0x000000 – 0x00FFFF və 0x042000 – 0xFFFFF ünvanlarından ibarət yaddaş sahələri. Birinci yaddaş sahəsi A prosesinin səhifələr cədvəlinin yerləşdirilməsi üçün istifadə edilir. İkinci yaddaş sahəsində isə B prosesi yerləşəcək:



- 0x000000 – 0x00FFFF virtual ünvanları 0x042000 – 0x051FFF fiziki ünvanlara uyğun olacaq;
- 0x010000 – 0x030FFF virtual ünvanları 0x52000 – 0x072FFF fiziki ünvanlara uyğun olacaq;
- 0xFF0000 – 0xFFFFF virtual ünvanları 0x073000 – 0x073FFF fiziki ünvanlara uyğun olacaq;
- 0x031000 – 0xFFFFF virtual ünvanlara heç bir fiziki ünvan uyğun olmayacaq.

B prosesinin səhifələr cədvəlini yerləşdirmək üçün yenə də 8 kbayt yaddaş tələb olunur. Prosesin virtual yaddaşının üç ünvan dəstindən (onları həm də segment adlandırılır) istifadə edilməsi təsadüfi deyil. Məsələn, ondadır ki, adətən, hər bir proses-programın yaddaş aşağıdakı qaydada bölünür:

- prosessor tərəfindən yerinə yetirilən komandalar üçün yaddaş – kod segmenti;
- dayışanlar üçün yaddaş – verilənlər segmenti;
- altprogramların müvafiqi dayışanlarının, altprogramlardan qayıdış ünvanlarının saxlandığı stek üçün yaddaş – stek segmenti.

Misaldakı prosesin virtual sahəsi uyğun olaraq üç segmentdən ibarətdir:

- 0x000000 – 0x00FFFF – kodlar segmenti;
- 0x010000 – 0x030FFF – verilənlər segmenti;
- 0x031000 – 0xFFFFF – yaddaş sahəsində istifadə ediləməyən "deşik";
- 0xFF0000 – 0xFFFFF – prosesin stek segmenti.

Verilənlər segmenti, programın yerinə yetirilməsi prosesində dəyişilə bilər, çünki yeni verilənlər üçün yaddaş tələb olunur. Verilənlər segmentini kodlar segmentindən (dəyişməyən segment) dərhal sonra, stek segmentini isə ünvan sahəsinin sonunda yerləşdirmək olar.

Praktikada səhifələr cədvəli daha mürəkkəb görünür. Hazırkı prosessorların çoxu 32 mərtəbəlidir. Bu, onu göstərir ki, ünvan 32 mərtəbədən, yaxud 4 baytdan (bir baytda 8 mərtəbə var) ibarətdir. Müvafiq olaraq, 32 mərtəbəli prosessorun işləyə bildiyi virtual ünvan sahəsi 2^{32} bayt uzunluğa, yaxud 4 Gbayt həcmə malikdir. Lakin fiziki yaddaşın həcmi daha böyük olmalıdır. Məsələn, 32 mərtəbəli "Intel Pentium III" prosessorunda fiziki ünvanın uzunluğu 36 mərtəbədir. 64 bitlik prosessorların imkanları daha böyükdür, virtual ünvan sahəsinin uzunluğu 2^{64} bayt və ya 16 Pbaytdır. Başarıyla hələ bu qədər fiziki yaddaşla nə etmək lazım gəldiyini müəyyən etmədiyindən, fiziki ünvanın real mərtəbəsi hələ aşağıdır. 64 mərtəbəli "Alpha" prosessorunun fiziki ünvanı 48 mərtəbədən ibarətdir.



yerinə yetirməyə başlayır. Belə halda bu səhifələrin qorunmasının pozulması üzrə kəsilmə olacaqdır. Emalçı əvvəlcə səhvin baş verib-vermədiyini, virtual səhifə ilə hər hansı bir fiziki səhifə arasında uyğunluğun yaradılmalı olub-olmadığını aydınlaşdırmalıdır. Əgər lazımdırsa emalçı fiziki səhifəni ayırır və cədvəldə uyğun dəyişikliyi aparır.

Ən köhnə səhifəni müəyyən etmək üçün yaxşı olardı ki, prosessor virtual səhifəyə müraciət edərkən yaddaşın müəyyən bir hissəsinə, EHM-in qoşulması anından başlayaraq yerinə yetirilən komandalarla bərabər hesablanan cari zamanı da yazardı. Əməliyyat sistemi müəyyən zaman intervalından sonra bütün proseslərin səhifələr cədvəlini nəzərdən keçirir və fiziki səhifəni azad edir. Praktiki olaraq səhifəyə müraciətə sərf olunan bütün vaxtı yadda saxlamaq olduqca bəla başa gəlir və əməliyyat sistemi effektivliyi az olan alqoritmlərdən istifadə edir.

Yaddaşın bölüşdürülməsi alqoritmünün işinin nəticəsində fiziki səhifələr azad olunur. Belə səhifələrdə yerləşən verilənlərə yenə də tələbat ola bilər və buna görə də informasiyanı yadda saxlamaq lazımdır. Bir qayda olaraq, EHM-dəki diskdə azad edilmiş fiziki səhifələrin tərkibini yadda saxlamaq üçün yer ayırmaq olar. Diskdəki həmin yer *mübadilə sahəsi* adlanır. Azad edilmiş səhifələrin tərkibinin yadda saxlanması *səhifə*

lərin mübadiləsi adlanır. Bu prosesi ifadə etmək üçün bəzən ədəbiyyatda ingilis dilindən gələn "swapping" termini işlədilir (ing. swapping – "mübadilə").

Səhifələrin mübadiləsindən istifadə edərkən yaddaşın paylanması alqoritmisi bir qədər mürəkkəbləşir. Kəsilmələrin emalçısında fiziki səhifəni ayırmazdan öncə aydınlaşdırmaq lazımdır ki, səhifənin tərkibi bundan əvvəl mübadilə sahəsində yadda saxlanmışdır, yoxsa yox və əgər saxlanmışdısa, onda səhifənin tərkibini geriye köçürmək, yəni, verilənləri diskdən geriye – yaddaşa oxumaq lazımdır.

Mübadilə sahəsinin həcmi EHM-in yüklənmə dərəcəsindən və operativ yaddaşın həcmindən asılıdır. Əvvəllər belə düsturdan geniş istifadə edilirdi: mübadilə sahəsinin həcmi fiziki yaddaşın həcmindən iki dəfə böyükdür. İndi hətta fərdi EHM-lərin fiziki yaddaşı bir neçə qıqabayta çatır. Ona görə də mübadilə sahəsinin həcmi yaddaşın həcmilə eyni, yaxud ondan da az götürülür.

Əgər mübadilə sahəsində boş yer yoxdursa, onda nə etmək? Bu problemin iki həll üsulu mövcuddur. Bunlardan konservativ üsul adlanan birinci üsul ondan ibarətdir ki, yaddaşın növbəti porsiyasını ayırmadan mübadilə sahəsində ehtiyat yer saxlamaq, əgər bu yer yoxdursa, onda yaddaş ayırmamaq. Bu onu göstərir ki, əgər mübadilə sahəsində boş yer yox-



dursa, əməliyyat sistemində yeni prosesi başlatmaq olmaz, artıq işləyən proseslər isə bu zaman əlavə yaddaş almayacaq.

Praktiki olaraq bu ona gətirib çıxarır ki, mübadilə sahəsindən səmərəli istifadə edilmir: mübadilə sahəsində boş yerlər mövcuddur, lakin ondan istifadə etmək olmaz, çünki ehtiyat üçün saxlanılır.

İkinci üsul ondan ibarətdir ki, nə qədər ki, fiziki yaddaşda və mübadilə sahəsində boş yer var, əməliyyat sistemi öz üzərinə "yüksek öhdəliklər" götürür və virtual yaddaş ayırır (ingilis dilində bu strategiya overcommitment adlanır). Əgər mübadilə sahəsində boş yer yox-

dursa, arzuolunmaz əməliyyat yerinə yetirmək lazım gələcək: yeri məcburi qaydada boşaltmaq, bu isə hər hansı bir prosesi yarıda məhv etmək deməkdir.

Əvvəllik təcrübə əsasında gələcəkdə nə baş verəcəyini xəbər verməyə cəhd göstərən başqa alqoritmləri də işləyib hazırlamaq mümkündür. Məsələn, yaddaşı ən "köhnə" səhifədən götürmək əvəzinə, ən az istifadə edilən səhifədən götürmək olar (Bunlar eyni şey deyil!)

Yaddaşın paylanması alqoritmləri sahəsində daima tədqiqatlar aparılır. Burada həmişə təkmilləşdirmə imkanı var.

FAYL SİSTEMİ

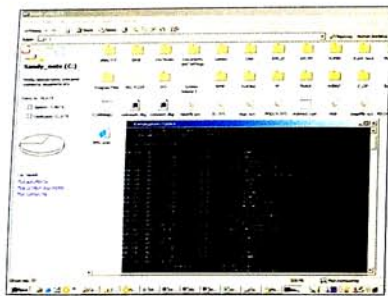
Əməliyyat sisteminin daha bir mühüm hissəsi *fayl sistemi*dir. Bu termin vasitəsilə iki tamamilə müxtəlif anlayış ifadə edilir. Birincisi, "fayl sistemi" dedikdə fayllarla işləmək üçün nəzərdə tutulan əməliyyat sistemi alqoritmləri başa düşülür. İkincisi, fayl sistemi – yadda saxlama qurğularında, məsələn, disklərdə faylların saxlanması strukturudur.

Ən ümumi (və ən anlaşılmaz) şəkildə *fayl* yazıların nizamlanmış yığını, *yazını* isə baytların ardıcılığı kimi təyin etmək olar.

Fayl sistemində yaddasaxlama qurğularında faylların saxlanması strukturunu kimi baxmaq daha münasibdir. Məsə-

lən, disko *bloklar* massivi kimi, hər bir bloka isə müəyyən uzunluqlu, adətən, 512 bayt götürülən baytlar massivi kimi baxılır. Yəni diskin hər bir baytına bir-bəşə müraciət etmək olmaz: yalnız blokların ünvanlarına müraciət oluna bilər. Blokun ünvanını 32-bitlik ədəd hesab etmək olar. Bu uzunluqlu ünvan-

Yazı anlayışı vacib anlayışdır, çünki fayllarla məhz yazı terminində işləyirlər. Məsələn, mətn faylları ilə simvollar sətirinin yığınları ilə işlədikləri kimi işləyirlər; mətn faylında yazı – sətirdir. Videofayl kadrılardan ibarətdir, ona görə də videofaylda yazı – kadrır. Bəzən faylla baytların ardıcılığı kimi (bu halda tez-tez *baytlar axını* terminindən istifadə edilir) işləmək daha əlverişlidir, bu zaman hər bir baytı ayrıca yazı hesab etmək olar.



Windows-un fayl sistemi.

lar, həcmi $2^{32} \cdot 512 = 2$ Tbayta qədər yaddaşı olan disklə işləmək üçün kifayətdir.

Müasir fayl sistemlərinin ölçüsü *fiziki blokun* ölçüsünün bir neçə mislinə bərabər olan *məntiqi blok* anlayışından istifadə edilir. Məsələn, hazırda məntiqi blokun ən geniş yayılmış ölçüsü 1 kbaytdır, həmçinin 4 və 8 baytlı ölçülərə də rast gəlmək mümkündür. Məntiqi blok anlayışının daxil edilməsinin vacibliyi diskin xüsusiyyətləri izah olunur – diskdən bir-birinin ardınca gələn blokların

oxunması (həmin blokların bir-bir oxunmasına) nisbətən daha sürətli olur.

Hər bir fayl üçün onun *atributlarını* saxlamaq lazımdır:

- faylın adı (UNIX fayl sisteminə bu, sadəcə, ədəddir);
- faylın tipi: adi fayl, yaxud kataloq;
- faylın sahibi kimdir və o hansı istifadəçi qrupuna aiddir (iki ədəd – fayl sahibinin identifikatoru, yaxud nömrəsi və qrupun identifikatoru);
- fayldan istifadə hüququ – oxumaq, yazmaq və yerinə yetirmək üç istifadəçi kateqoriyası üçün: – faylın sahibi, faylın sahiblə eyni qrupdan olan istifadəçi və digər istifadəçilər (9 bit: üç kateqoriyadan olan istifadəçi üçün hər biri üç bit olmaqla qorunma informasiyası);

• fayldan istifadə hüququ – oxumaq, yazmaq və yerinə yetirmək üç istifadəçi kateqoriyası üçün: – faylın sahibi, faylın sahiblə eyni qrupdan olan istifadəçi və digər istifadəçilər (9 bit: üç kateqoriyadan olan istifadəçi üçün hər biri üç bit olmaqla qorunma informasiyası);

• faylla işləmək haqqında informasiya – faylın yaradıldığı tarix, onda edilən sonuncu dəyişiklik və ondan sonuncu istifadə tarixi (1970-ci ilin yanvar ayının 1-dən cari ana qədər hesablanan saniyələrin sayı kimi, inteqrasiya olunan 3 böyük ədəd, yaxud hərdən deyildiyi kimi, Dövrün başlanğıcından – bu tarix UNIX-in yarandığı tarix sayılır). 32-bitlik ədəddə 1970-ci ildən 2038-ci ilə qədər olan müddəti kodlaşdırmaq olar);

• fayla istinadların sayı, yaxud başqa sözlə, faylın simvolik adlarının miqdarı;

• faylın yerləşdiyi blokların nömrəsi – fayl bloklarının siyahısı;

• faylın yerləşdirildiyi blokların nömrələri – faylın bloklarının sayı.

• faylın baytlarla ölçüsü, çünki blokların siyahısı kifayət deyildir; faylın ölçüsü blokun ölçüsünə mütənasib olmaya bilər.

Blokların siyahısı istisna olmaqla, bütün atributlar elə də çox yer tutmur – cəmi 32 bayt. Ona görə də diskdə qeyd edilən həcmdə sahə ayırmaq və həmin sahədə eyni zamanda bütün fayllar haqqında informasiya saxlamaq olar. Bu sahə *indekstar massiv* adlanır. Müvafiq

olaraq, *fayl indeksi* – onun atributlarının yığındısı. Bu zaman faylın adı həmin massivdə indeksdir. Diskdə faylların sayı məhduddur və bunu diskdə fayl sistemini yaradarkən əvvəlcədən bilmək lazımdır. Lakin sadəcə olaraq, kifayət qədər böyük ədəd seçmək və bunun yetərli olacağına ümid etmək olar.

Faylın adına görə axtarılması adi əməliyyatdır, çünki faylın adı indeks massivində fayl indeksinin nömrəsidir. Amma istifadəçi faylların simvolu adları ilə işləyir və ona görə də faylın simvolu adı ilə indeks nömrəsi arasında uyğunluq saxlamaq lazımdır. Ən sadəsi bu informasiyanı kataloqda yerləşdirməkdir. Kataloqda da yalnız bu informasiya saxlanılmalıdır. Yəni kataloq simvolu ad və indeks nömrəsi şəklində olan yazılardan ibarət fayldır. Qaldı xüsusi kataloq – *iyerarxiyanın başlığı* ayırmaq, çünki fayl sistemi iyerarxiyalı struktura malikdir. İyerarxiyanın başlığını *fayl sisteminin kökü* adlandırırlar. Onun üçün xüsusi indeks (məsələn, birinci) və xüsusi ad ayırmaq olar. UNIX-in fayl sisteminin kökünün ənənəvi adı belədir – “/”. İndi fayl sisteminə istənilən fayla onun simvolik adı ilə müraciət etmək olar.

Məsələn, “/MənimSənədlərim/Müxtəlif/MənimFaylim.txt” adlanan faylı tapmaq üçün aşağıdakıları etmək lazımdır:

- 1) fayl sisteminin kökünün bloklarını taparaq, birinci indeksi oxumaq;
- 2) yazı tapılana qədər “MənimSənədlərim” simvolu adının yerləşdiyi kökün bloklarını oxumaq. Tutaq ki, bu ada 17 nömrəli indeks uyğundur;
- 3) bu kataloqun bloklarını taparaq, 17 nömrəli indeksi oxumaq;
- 4) “Müxtəlif” simvolu adının yerləşdiyi yazı tapılana qədər 17 nömrəli faylın bloklarını oxumaq. Tutaq ki, bu ada 103 nömrəli indeks uyğundur;
- 5) bu kataloqun bloklarını taparaq 103 nömrəli indeksi oxumaq;



ADLAR

Bəzi fayl sistemlərində, məsələn, MS DOS-un və ya Windows-un FAT-ında faylın adı adi simvolu ad, məsələn, MənimFaylim ola bilər. UNIX əməliyyat sisteminin fayl sistemlərində faylın adı – sadəcə, ədəddir, yəni bütün fayllar nömrələnmişdir. Bu zaman, elə simvolu adlar da var ki, onlar həmin faylın adına istinad rolunu oynayır və bu cür istinadla istənilən qədər ola bilər. MənimFaylim və SəninFaylın kimi simvolu adlar eyni adlara istinad edə bilər. RSX və VMS fayl sistemlərində fayl tam şəkildə simvolu adla, uzantı və versiya ilə müəyyən olunurdu. Yəni MənimFaylim.txt;1, MənimFaylim.txt;2 şəklində olan fayllar nəzərdə tutulur. Burada MənimFaylim – ad, txt – uzantıdır, 1 və ya 2 – versiyadır. İndi uzantılı və versiyaya oxşar adlara CD-ROM-disklərdə faylların saxlanması üçün istifadə edilən ISO9660 fayl sisteminə rast gəlmək olar.

Müasir fayl sistemləri *iyerarxiyalı struktura* malikdir. Fayllar *kataloqlarda* və ya *qovluqlarda* saxlanılır. Ona görə də faylı əldə etmək üçün yalnız onun haqqında informasiyaya malik olmaq kifayət deyil: fayla çatmaq üçün keçilməli olan bütün kataloqların siyahısını əks etdirən *marşrut* adını bilmək lazımdır. Məsələn, MS DOS-un FAT-ında faylın marşrut adı belə görünür:

D:\MənimSənədlərim\Müxtəlif\MənimFaylim.txt

Burada D – diskdir, bu diskdə MənimFaylim.txt adı fayl yerləşir; MənimSənədlərim – qovluğun adıdır, onun içərisində Müxtəlif adlı qovluq (bu qovluqda isə lazım olan fayl) yerləşir; \-simvolu marşrut adının elementlərini bir-birindən ayırır.

UNIX ƏS-nin fayl sisteminə həmin marşrut adı belə yazılacaq: /mnt/disk/MənimSənədlərim/Müxtəlif/MənimFaylim.txt

Burada /mnt/disk/ – diskin fayl sisteminin başladığı kataloq; /-simvolu – marşrut adının elementlərini bir-birindən ayıran simvoldur. Nəhayət, VMS fayl sisteminə marşrut adı aşağıdakı qaydada yazılır:

DISKSD:[MƏNİMSƏNƏDLƏRİM.MÜXTƏLİF]MƏNİMFAYLIM.TXT:1

Burada DISKSD – faylın yerləşdiyi diskin adıdır; “[” və “]” simvolları arasında fayla gedən olduqca rast gələn kataloqların siyahısı yerləşdirilir; “:” simvolu kataloqları bir-birindən ayırır.



- 6) “MənimFaylim.txt” simvolik adının yerləşdiyi yazı tapılana qədər 103 nömrəli faylın bloklarını oxumaq. Tutaq ki, bu ada 356 nömrəli indeks uyğundur;
- 7) bu faylın bloklarını taparaq 356 nömrəli indeksi oxumaq;
- 8) tələb olunan faylın bloklarını oxumaq.



UNIX ƏMƏLİYYAT SİSTEMİNDƏ FAYLLAR

Yanaşma ondan ibarətdir ki, fayl sistemində fayllar səciyyəvi uzunluğunu götürüb diskin həcmindən asılı olaraq lazım olan sayda indeks yaratmaq. Məsələn, müasir UNIX əməliyyat sistemlərində faylların ənənəvi uzunluğu 10 kbyaytdır. Deməli, fayl sisteminin hər on məntiqi blokuna (əgər məntiqi blokun ölçüsü 1 kbyat təşkil edirsə) bir indeks ayırmaq lazımdır.

Blokların siyahısı ilə bağlı məsələ daha mürəkkəbdir. İstifadəçi faylların hər bir baytını ünvanlamağı bacarmalıdır. Faylda ünvanlama ənənəvi olaraq oxuma/yazma göstəricisinin cari mövqeyinə nəzərən sürüşmə kimi qurulmuşdur; həm irəli, həm də geriye sürüşmə mümkündür, buna görə də ünvan 32-məntəbəli işarəli ədəd olacaq. Faylların maksimal həcmi isə 2 Gbayt – düz 32-məntəbəli ədəd vasitəsilə ünvanlamanın mümkün olduğu qədər olacaq.

Blokların siyahısında 2 milyona qədər element ola bilər (bloklar siyahısında elementlərin sayı = faylların həcmi/blokun ölçüsü = 2 Gbayt/1 kbyat = $2 \cdot 2^{20}$), siyahının saxlanması üçün isə 8 Mbayt lazımdır ($2 \cdot 2^{20}$ blokun 32-məntəbəli ünvanında 4 bayt = 8 Mbayt).

Bir neçə ilk blokların nömrələri birbaşa faylların indeksində saxlanılır. Çünki hesab edilir ki, tipik fayl on blok yer tutur, ona indeksdə on blok üçün yer ayrılır. Sonra *dolayılıq bloku* anlayışı (sahifələr kataloquna analogi olaraq) tətbiq edilir. Bu blokda faylların yazısı yox, blok nömrələrinin siyahısı saxlanılır. *Dolayılıq bloku* indeks faylında 11-ci blok olacaq. Blokun ölçüsü 1 kbyat, ünvanın ölçüsü isə 32 bit həcmində qəbul olunduğundan *dolayılıq* blokunda cəmi 256 blokun nömrəsini saxlamaq olar. Cəmi 266 blok və ya fayllar ilk 266 kbyat.

Ümumiyyətlə, bir *dolayılıq* blokunda 256 kbyatlıq fayl haqqında informasiya saxlamaq olar. 2 Gbayt ölçüsündə olan faylların saxlanması üçün bizə 8 min *dolayılıq* bloku ($2 \cdot 2^{20}$ blok siyahıda 256 blok = $8 \cdot 2^{10}$ blok *dolayılıq* blokunda) lazımdır ki, bu da indeksdə 32 bayt tələb edir. Bu, sadəcə, blok nömrələrinin saxlanması üçün tələb olunan 8 Mbayt-dan azdır, lakin eyni zamanda, hər bir indeksdə bütün *dolayılıq* bloklarının saxlanması üçün tələb ediləndən hələ çoxdur.

İkinci *dolayılıq* bloku birinci *dolayılıq* blokunun nömrələrini (onlar artıq fayllar bloklarının nömrələrini özündə saxlayırlar) özündə saxlayır və faylların indeksində 12-ci blokdir. İkinci *dolayılıq* blokunda birinci *dolayılıq* blokunun ilk 256 nömrələrini saxlamaq olar. Cəmi $10 + 256 + 256^2 = 65\,802$ blok və ya 64 Mbayt-dan bir az çox. 2 Gbaytlıq həcmi yadda saxlamaq üçün bizə 32 ikinci vasitəlilik bloku lazım olacaq (siyahıda $2 \cdot 2^{20}$ blok/ikinci *dolayılıq* blokunda 256^2 blok = 32

ikinci *dolayılıq* bloku) bunun üçün isə indeksdə 128 bayt tələb olunur. Üçüncü *dolayılıq* bloku özündə ikinci *dolayılıq* blokunun nömrələrini saxlayır. O, indeksdə 13-cü blok olacaq. Üçüncü *dolayılıq* blokunda 256-ya qədər ikinci *dolayılıq* bloku saxlanıla bilər. Cəmi, $10 + 256 + 256^2 + 256^3 = 16\,843\,018$ blok olacaq, yəni faylların maksimal ölçüsü 16 Gbayt təşkil edə bilər. Üçüncü *dolayılıq* bloku aşkar şəkildə 2 Gbayt həcmində olan faylların saxlanması üçün tamamilə kifayətdir. İndeksə blokların siyahısının strukturunu aşağıdakı kimi alınır:

Fayllar ilk on blokunun nömrəsi.

Birinci *dolayılıq* bloku; → faylların növbəti 256 blokunun nömrəsi.

İkinci *dolayılıq* bloku; → birinci *dolayılıq* blokunun növbəti 256 nömrəsi; → Növbəti 256^2 bloklarının nömrələri.

Üçüncü vasitəlilik bloku; → 256 ikinci *dolayılıq* blokunun nömrələri; → 256^2 birinci *dolayılıq* bloklarının nömrələri; → növbəti 256^3 fayl bloklarının nömrələri.

Blok nömrələrini saxlamaq üçün indeksdə 52 bayt ehtiyat üçün saxlamaq lazımdır (13 blok nömrəsi x 32 bit = 52 bayt). İndeksin ümumi ölçüsü 84 baytdır.

Lakin böyük fayllarla işləyərkən kompakt indekslər məhsuldarlığın azaldılması hesabına başa gəlir. Həqiqətən də, fayllar 11-ci kilobaytıni oxumaq üçün iki blok oxumaq lazımdır – blokun nömrəsini öyrənmək üçün birinci *dolayılıq* blokunu və blokun özünü. Birinci meqabaytdan başlayaraq, hər bir blok oxumaq üçün üç blok – ikinci *dolayılıq* blokunu, birinci *dolayılıq* blokunu və blokun özünü oxumaq tələb olunur. Nəhayət, yüzüncü meqabaytdan başlayaraq blok oxumaq üçün dörd blok – üçüncü *dolayılıq* blokunu, ikinci *dolayılıq* blokunu, birinci *dolayılıq* blokunu və blokun özünü oxumaq tələb olunur.

Müasir disklərin həcmi onlarla gigabaytdan ibarətdir; əgər hər 10 kbyat bir indeks ayrılarsa, bizə 1 milyon indeks gerekəcək, müvafiq olaraq, indeks məssivinin ölçüsü 84 Mbayt, yaxud diskin həcmnin 1%-dən az olacaq ki, bu da o qədər də çox deyildir.



Bu alqoritmə diqqətlə baxsaq, görmək olar ki, fayl sistemində istənilən fayl üçün diskdən eyni məlumatları oxumaq lazımdır. Həqiqətən, hər bir fayl üçün alqoritmin birinci addımını yerinə yetirmək lazım gələcək. İstifadəçinin faylları, bir qayda olaraq, yalnız ona məxsus olan kataloqda yerləşir, misalımızda bu “Mənim Sənədlərim” kataloqudur, ona görə də tez-tez 2-ci addımı yerinə yetirmək lazım gələcək. Diskdən oxuma olduqca ləng əməliyyatdır, buna görə də haqlı olaraq tez-tez istifadə edilən faylların axtarılması və oxunmasının sürətləndirilməsinə tələbat yaranır.

Verilənlərin keşləşdirilməsi ideyasından istifadə etmək və onları fayllara tətbiq etmək olar. Yaddaşda faylların tez-tez istifadə olunan blokları üçün yer – *bufer* keşi ayrılır. Bufer keşilə iş alqoritm (blokların sıxışdırılması alqoritm) yaddaşın bölünməsi alqoritmilə çox oxşardır. Əgər ən “köhnə” yaddaşdan sahifəni loğv edən alqoritm bufer keşinə tətbiq edilsə, onda ən “köhnə” blok sıxışdırılıb çıxarılacaq. Lakin daha effektiv həll keşdən ən az istifadə olunan blok çıxarmaqdır. Bu alqoritmin, əlbəttə, çatışmayan cəhətləri də var, lakin bütün alqoritmlərin əsas problemi elə budur, onlar zaman-zaman təkmilləşməkdədir və bununla da barışmaq lazım gəlir. Blokları diske yazılarkən də buferləşdirmək olar. Blokların diske yazılması əməliyyatı oxunma əməliyyatına nisbətən daha ləngdir. Bu, avadanlığın xüsusiyyətləri ilə bağlıdır. Birincisi, müasir diskler blokları özləri keşləyir və oxunma diskin keşindən yerinə yetirilə bilər. İkincisi, diskdən oxuyarkən verilənlər yaddaşa yazılır, diske yazarkən isə yaddaşdan oxunur. Necə qoribə görünsə də, yaddaşdan oxunma əməliyyatı yaddaşa yazma əməliyyatından daha ləngdir. Diske yazılmanı da keşləmək mümkündür. Amma burada diqqətli olmaq lazımdır: diske yazılan bloklar keşlənmərkən



EHM-də hər hansı nasazlıq yaranarsa, onları itirmək riski çox yüksəkdir. Ola bilər ki, onlar keşdə qalsınlar və diske yazılmasınlar. Problem ondan ibarətdir ki, istifadəçi məntiqi hesab edə bilər ki, onun verilənləri artıq diskə yadda saxlanılıb və onları orada tapmayanda çox təəccüblənəcək. Ona görə də bir sıra əməliyyat sistemləri, ümumiyyətlə, yazma əməliyyatını keşləyir. Əməliyyatın yavaş, lakin etibarlı olmasına üstünlük verilir. UNIX əməliyyat sistemi ənənəvi olaraq yazı zamanı blokları keşləyir, ancaq müəyyən bərabər vaxt intervallarında (adətən, 30 saniyədən bir) bütün blokları məcburi qaydada diske yazır. Bu alqoritmədən 30 ildən çox istifadə edilən təcrübə onun istifadəçilərin əksəriyyəti üçün məqbul olmasını göstərdi.



Magnit disk.

ƏGƏR ONLARIN SAYI ÇOX OLARSA?

Müasir əməliyyat sistemlərində eyni vaxtda bir neçə fayl sistemilə işləmək tələb olunur. Məsələn, diskdə UNIX və ya Windows əməliyyat sistemilə işləyərkən NTFS fayl sistemi yerləşdirilir, çünki həmin sistemlər xüsusi olaraq diskdəki fayllarla səmərəli şəkildə işləmək üçün yaradılmışdır, yaxud, necə deyirlər, sürətə görə optimallaşdırılmışdır. CD-ROM diskilərlə işləmək üçün faylları daha səmərəli şəkildə saxlamağa imkan verən, yəni saxlanma sahəsinə görə optimallaşdırılmış ISO9660 fayl sistemindən istifadə edilir. Disketlər, məlum olduğu kimi, xüsusilə MS DOS əməliyyat sistemində istifadə edilən FAT fayl sistemina malikdir. Həmi, sadəcə, adətən ki, disket FAT-la işləyir. Bundan başqa, lokal şəbəkələrə qoşulan və ya Internet vasitəsilə qoşulmaq mümkün olan digər EHM-lərin diskilərlə işləməyə imkan verən NFS fayl sistemi də mövcuddur.

Fayl sistemləri arasında faylların necə adlandırılmasına və yaxud necə deyirlər, ayrı-ayrı ad sahələrinə dair müxtəlif razılaşmalar mövcuddur. İstifadəçi, təbii ki, vahid ad sahəsilə işləmək, yəni istidada etdiyi fayl sisteminin tipi haqqında düşünmədən faylları adət etdiyi qaydada adlandırmaq istəyirdi. Əlbəttə, əməliyyat sistemləri adların dəyişdirilməsi və onların vahid formaya salınması işini öz üzərinə götürür. Adların dəyişdirilməsi işinə görə əməliyyat sisteminin xüsusi hissəsi – virtual fayl sistemi cavabdehdir. Öz mahiyyətinə görə, virtual fayl sistemi əməliyyat sistemləri və konkret fayl sistemi strukturunda işləyən alqoritmlər arasındakı qatı təşkil edir. Yəni virtual fayl sistemi əməliyyat sistemindən fayllarla işləmək üçün sorğuları (məsələn, verilənləri fayldan oxumaq və ya faylı uzaqlaşdırmaq) qəbul edərək, müvafiq faylların hansı fayl sisteminə yerləşdiyini müəyyən edir və sorğunu həmin fayl sisteminin əməliyyatlarına çevirir.



GİRİŞ-ÇIXIŞ ƏMƏLIYYATLARININ İDARƏEDİLMƏSİ ALTSİSTEMİ VƏ QURĞULARIN DRAYVERLƏRİ



Əməliyyat sisteminin bir hissəsi kimi, *giriş-çixış əməliyyatlarının idarəedilməsi altsisteminin* əsas vəzifəsi disk, klaviatura, videokart, şəbəkə kartı kimi periferiya qurğularından istifadəni təmin etməkdir. "Periferiya qurğuları" adı EHM-in əsas qurğular toplusu – prosessor, operativ yaddaş və informasiyanın daxil edilməsini və çıxışı verilməsini yerinə yetirən yardımcı qurğular yığını kimi təsvir edilməsilə əlaqədar meydana gəlmişdir. Bu qurğuların adlandırıldığı "periferiya" ifadəsi ingilis dilindəki "peripheral" ("ikinci dərəcəli" deməkdir) sözündən götürülmüşdür. Periferiya qurğularının digər ümumişlək adları bunlardır: "xarici qurğular" və "giriş-çixış qurğuları".

Giriş-çixış qurğuları çoxdur və əməliyyat sistemindən, onlarla səmərəli işləməsilə yanaşı, hər bir konkret qurğunun

özünəməxsus cəhətləri haqqında xüsusi bilgiler olmadan da onlara müraciət üçün vahid qaydalara malik olması tələb edilir. Həqiqətən də, istifadəçi nöqtəyi-nəzərindən, klaviaturanın bütün tipləri bir-birlərindən heç nə ilə fərqlənmir. Daha doğrusu, o, deyər bilər ki, bu klaviaturaların korpuslarının dizayn və düymələrinin sayı müxtəlifdir, lakin deməyəcək ki, onların EHM-ə qoşulma tipləri və onlarla işləmə qaydaları müxtəlifdir. Məsələn, klaviatura EHM-ə ardıcıl port, yaxud PS/2 portu, ya da USB şini vasitəsilə qoşula bilər. Göstərilən qoşulma tiplərindən hər biri onlar üçün spesifik olan əlaqə qaydalarına, yaxud, necə deyirlər, *qurğu ilə interfeysə* malikdir.

Qurğularla eyni cür əlaqə yaratmaq üçün əməliyyat sistemlərində vahid əlaqə qaydaları müəyyən edilir və qurğunun hər bir tipi üçün vahid qaydaları bu tip qurğularla spesifik əlaqə qaydalarına keçirən, yəni müvafiq qurğuları idarə edən alqoritmlər toplusu yaradılır. Bu cür alqoritmlər toplusu *qurğu drayveri*, bu alqoritmlərlə işləmə qaydası isə *drayverlə interfeys* adlanır.

Aydın məsələdir ki, bütün drayverlərlə hər tip qurğu üçün vahid və eyni zamanda, səmərəli interfeys yaratmaq mümkün deyildir. Ona görə də drayverlər və əməliyyat sistemlərinin digər hissələri (drayverlə bir neçə interfeys tipi) müvafiq olaraq, bir neçə drayver tipi (müxtəlif interfeyslər – müxtəlif alqoritmlər) arasında əlaqə yaratmaq üçün bir neçə əlaqə qaydası mövcuddur. Adətən, aşağıdakı tiplər göstərilir:

- simvol qurğusunun drayveri, məsələn, klaviaturanın drayveri. Bu cür qurğularla işləmək üçün əsas əməliyyatlar baytlar ardıcılığının oxunması və yazılmasıdır;

- bloklu qurğuların drayveri, məsələn, disk drayveri. Bu cür qurğularla işləmək üçün əsas əməliyyatlar blokların, yəni müəyyən uzunluqlu bayt massivlərinin oxunması və yazılmasıdır;

- şəbəkə qurğusu drayveri, məsələn, internetə girmək üçün adapter. Bu cür qurğularla işləmək üçün əsas əməliyyatlar paketlərin, yəni müəyyən strukturlu bayt massivlərinin qəbulu və göndərilməsidir.

Drayverlə, məsələn, simvol qurğusunun drayverlə interfeys necə görünür? Hər şeydən əvvəl, əməliyyat sistemi qurğunun EHM-də olub-olmadığını müəyyən etməlidir. Deməli, drayverdə EHM-in konfigurasiyasını yoxlayaraq "hə" və ya "yox" cavabını verən altproqram olmalıdır:

```
mənim_drayverim_soruşmaq() hə/yox qaytarır
```

Əgər qurğu tapılıbmısa, onu yenidən *inisiallaşdırmaq* lazımdır, yəni onu elə proqramlaşdırmaq lazımdır ki, "söndürülmüşdür" vəziyyətində olsun. İnisiallaşdırma funksiyası çağırılan anda əməliyyat sistemi hələ qurğularla işləməyə hazır deyil. Məsələn, klaviatura üçün bu o deməkdir ki, o, basılmış klavişin kodunu EHM-ə göndərə bilməz.

```
mənim_drayverim_inisiallaşdırmaq()
```

Əməliyyat sistemi tərəfindən çağırılan növbəti altproqram qurğu ilə işin başlanmasını altproqramıdır. Əməliyyat sistemi bu altproqramı çağıraraq, məlumat verir ki, o, qurğu ilə işləməyə, məsələn, klaviaturadan simvolları qəbul etməyə hazırdır.

Müvafiq olaraq, işin başlanması altproqramı qurğunun işə salmalıdır.

```
mənim_drayverim_açmaq(qurğunu)
```

İndi oxuma, yazma və idarəetmə altproqramlarını çağırmaq olar.

Oxuma altproqramı çağırıldığı anda qurğu tərəfindən verilən baytları qayta-



Universal USB bağlayıcı vasitəsilə kompüterə birləşdirilmiş CD-ROM.

rır. Əgər qurğu hələ heç nə verməyibsə, 0 qaytarılacaq.

```
mənim_drayverim_oxumaq(buferi)  
oxunan baytların sayını qaytarır
```

Yazma altproqramı göstərilən sayda baytı qurğuya yazır, klaviatura variantında bu altproqram olmayacaq.

```
mənim_drayverim_yazmaq(baytları)  
ugurlu/ugursuz qaytarır
```

Qurğuların idarə olunması altproqramı bütün digər əməliyyatları yerinə yetirir. Məsələn, klaviaturalar yandırılma və söndürülmə bilən işıq indikatorlarına malikdir.

```
mənim_drayverim_idarəetmə(komanda,  
komanda_parametrləri)
```

Nəhayət, qurğu ilə iş başa çatdığı anda bu qurğunun söndürən altproqramı çağırılır.

```
mənim_drayverim_söndürmək(qurğunu)
```

Drayverdə həmçinin kəsilməni emal edən altproqram mövcuddur; o, adətən, qurğuda kəsilmə halları baş verdikdə əsas işi yerinə yetirir. Əgər klaviatura klaviş basılarda kəsilmə yarasırsa, klaviatura drayverini emal edən altproqram klavişin kodunu drayverin daxili simvol buferinə köçürür. Bu buferin tərkibi oxuma altproqramı tərəfindən köçürüləcək.

```
mənim_drayverim_kəsilmə()
```

Flaş-yaddaşlı adi saatların USB vasitəsilə kompüterə birləşdirilməsi.





TƏTBİQİ PROQRAM İNTERFEYSİ

Təbiiqi proqram interfeysinin köməyi ilə proqramçının əməliyyat sistemilə iş qaydası müəyyən edilir. Bu qaydaya proqramçıya işləmək üçün təqdim olunan altproqramların – *sistem çağırışlarının* siyahısı, bu altproqramların çağırılması qaydalarının təsviri, o cümlədən altproqramların adları, onların giriş parametrlərinin və onların qaytardığı qiymətlərin sayı, həmçinin müvafiq altproqramın gördüyü işin təsviri daxildir.

Proqramların əməliyyat sistemilə qeyd edilmiş, dəyişməz iş qaydaları toplusu şəklində olan təbiiqi proqram interfeysi rezident monitorlarda giriş–çıxış və idarəetmə köməkçi altproqramlarının yığını kimi yaranmışdır. Həqiqətən də, nə qədər ki monitorlar proqramların daxilində idi, proqramı hazırlayarkən bir giriş–çıxış altproqramını digəri, məsələn, başqa interfeyslə olan daha səmərəli altproqramlarla əvəz etməyə həmişə imkan var idi. Rezident monitoru halında köməkçi altproqramlar istifadəçi proqramından kənarda yerləşir və altproqramı dəyişmək mümkün deyil.

Həmin andan başlayaraq, təbiiqi proqramlar köməkçi alqoritmlər üçün təbiiqi proqram interfeysi vasitəsilə əməliyyat sistemində müdaxilə etməklə, yalnız əsas alqoritmə reallaşdırır. Bu, əməliyyat sistemlərinin inkişafında çox mühüm mərhələdir. Bir əməliyyat sisteminin müəyyən proqram interfeysini müxtəlif əməliyyat sistemlərində müxtəlif EHM–

lər üçün yenidən hazırlamaq olar. Bu, o deməkdir ki, təbiiqi proqramlar dəyişiklik edilmədən müxtəlif EHM–lərdə yerinə yetirilə bilər, yəni təbiiqi proqramların bir EHM–dən digərinə *keçirilə bilirliliyi* haqqında danışmaq mümkündür. Başqa sözlə, aparatıradan və əməliyyat sistemlərindən asılı olmayan proqramların hazırlanması imkanı yarandı.

Təbiiqi proqramların keçiriləbilmə imkanı (və ya *mobilliyi*) *açıq sistem* konsepsiyasının əsasını təşkil edir. “Sistem” adı altında tək cə əməliyyat sistemini deyil, həm də hər hansı təbiiqi məsələnin avtomatlaşdırılması üçün təbiiqi edilən aparatıradə və proqramlar başa düşülür. Əməliyyat sistemi həmin *informasiya* sisteminin əsas komponentlərindən biridir. Bu sistemin digər komponentləri kimi verilənlər bazasını idarə edilməsi sistemini – VBİS–i, qrafik örtüyü, şəbəkə vasitələrini – təbiiqi proqramlar üçün zəruri olan mexanizmləri göstərmək olar, ümumiyyətlə desək, belə mexanizmlər əməliyyat sistemi tərəfindən təmin olunmaya bilər.

Açıq sistem – komponentləri bir–birilə standart interfeys vasitəsilə qarşılıqlı əlaqədə olan informasiya sisteminin qurulması üsuludur. İstifadəçi nöqtəyindən, açıq sistem bir sistemdən digərinə keçmək imkanını təmin edən interfeysləri təyin edən, verilənlərin formatını və s. dəstəkləyən, açıq standartlar yığımına uyğun olmalıdır.

Açıq standart – texnologiyalardan, xüsusi aparat və proqram təminatından, və yaxud konkret istehsalçının məhsullarından asılı olmayan standartdır. Açıq standart istər sistem istifadəçiləri, istər sistemi hazırlayan proqramçılar, istərsə də aparatıradə istehsalçıları üçün eyni dərəcədə irişiləndir. Açıq standart ictimaiyyətin nəzarəti altındadır və ona görə də bu məsələdə maraqlı olan hər

bir kəs onun işlənilib hazırlanmasında iştirak edə bilər.

Açıq sistem aşağıdakı xüsusiyyətlərə malikdir:

- *keçiriləbilmə imkanı (mobillik)* – avadanlığı dəyişərkən proqram və verilənlərin köçürülməsi, sistemdə dəyişiklik edilərkən hər hansı hazırlıq işləri görmədən istifadəçilərin onlarla işləyə bilmək imkanı;

- *genişlənmə imkanı (miqyaslanma)* – sistemə yeni funksiyaların əlavə edilməsi, yaxud mövcud funksiyaların, sistemin hissələrini dəyişmədən dəyişdirilmək imkanı;

- *uyuşqanlıq (interoperabellik)* – bu geniş terminin digər sistemlərlə qarşılıqlı əlaqə imkanını nəzərdə tutur;
- *“istifadəçiyə səmimiyyət”*.

Əlbəttə, bu cür xüsusiyyətlərə malik olan sistem istər istifadəçilər, istərsə də proqramçılar üçün olduqca cəlbədicidir. Sözsüz ki, açıq sistem konsepsiyası meydana gələnə qədər istifadə edilən proqramlar bu qəbildən olan ayrı–ayrı xüsusiyyətləri özündə əks etdirirdi. Lakin açıq sistemdə, birincisi, bu xüsusiyyətlər qarşılıqlı əlaqəli xüsusiyyətlər kimi baxılır, ikincisi, onların reallaşdırılmasına açıq standartların seçilmiş yığını vasitəsilə zəmanət verilir.

Informasiya sisteminin komponenti olan əməliyyat sistemi üçün tanınmış beynəlxalq standart POSIX–dir. Bu standartın tam adı ISO/IEC 9945 *Information Technology – Portable Operating System Interface*–dir, amma ədəbiyyatda daha çox ixtisar olunmuş POSIX adı işlədilir. Standartın hazırlanmasına 1985–ci ildə ABŞ–ın Elektrotexnika və Elektronika Mühəndisləri İnstitutunda (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) başlandı və bu standart IEEE Std 1003 kimi tanındı. Bir müddət sonra, 90–cı illərin əvvəllərində həmin standart Ümumdünya Standartlaşdırma Təşkilatı (International Organization for Stan-

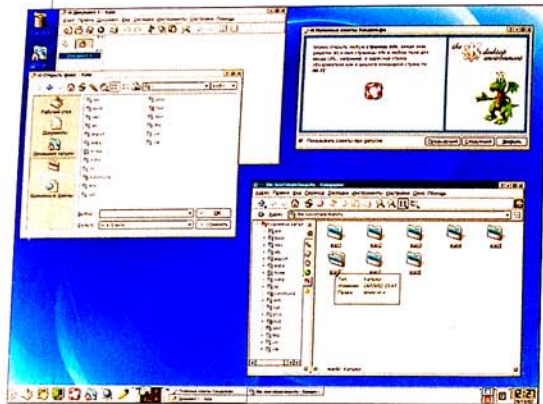


dardization – ISO) tərəfindən dərc edildi və bununla da, beynəlxalq status aldı.

Standartın əməliyyat sisteminin təbiiqi proqram interfeysini müəyyən edən birinci hissəsi daha çox maraq doğurur. 1996–cı ildə standartın birinci hissəsinin növbəti redaksiyası eyni vaxtda həm Amerika Milli Standartlar İnstitutu (American National Standards Institute, ANSI) və IEEE tərəfindən birlikdə, həm də ISO Beynəlxalq Elektrotexnika Komissiyası (International Electrotechnical Commission, IEC) ilə birlikdə müvafiq olaraq ANSI/IEEE Std 1003.1–1996 və ISO/IEC 9945–1:1996 adları altında buraxıldı. Bu standartın “ən yeni” redaksiyalarından biri 2001–ci ildə IEEE tərəfindən IEEE Std 1003.1–2001 adı ilə dərc edildi.

POSIX standartı UNIX əməliyyat sistemi üçün xarakterik olan təbiiqi interfeysi müəyyən edir. Hətta POSIX adının ixtisarı da bu faktı əks etdirir: bir vaxtlar UNIX əməliyyat sisteminin hazırlayanlar tələb edirdilər ki, UNIX əməliyyat sisteminin ilkin kodları əsasında yaradılan əməliyyat sistemlərinin adlarında “IX” sonluğu olsun. Buna görə də UNIX–i tez–tez “açıq sistem” terminin sinonimi kimi işlədirlər. Həqiqətdə isə, birincisi, UNIX əməliyyat sisteminin heç də bütün versiyaları həmin standartın tələblərinə uyğun gəlmir. İkincisi, UNIX əməliyyat sistemilə heç bir bağlılığı olmayan bir sıra əməliyyat sistemləri POSIX təbiiqi interfeysini dəstəkləyir. Məsələn, Windows NT və onun sonrakı modifikasiyaları olan Windows 2000 və Windows XP, Open VMS, real vaxt əməliyyat sistemi VxWorks öz xüsusi təbiiqi inter-





Linux əməliyyat sisteminin standart pəncərə sistemi.

UNIX ƏMƏLIYYAT SİSTEMİ

Bu gün UNIX haqlı olaraq əməliyyat sistemləri dünyasında etalon hesab edilir. Son 30 il ərzində əməliyyat sistemləri, hesablama texnikası və informasiya texnologiyaları sahəsində əldə edilən istənilən nailiyyət bu və ya digər şəkildə UNIX əməliyyat sisteminin adı ilə bağlıdır. Bu müvəffəqiyyətin səbəbi nədir? UNIX-ə həmişə nəinki öz populyarlığını saxlamağa, həm də bir sıra universal əməliyyat sistemləri arasında lider olmağa imkan verən nədir?

UNIX əməliyyat sisteminin yaradılmasına qədər Massachusetts Texnologiya İnstitutunun, General Electric şirkətinin və AT&T şirkətinin elmi-tədqiqat mərkəzinin Bell Telephone Laboratories korporasiyasının tədqiqatçılarını birləşdirən "Multics" hesablama sistemi (1964-cü il) layihəsi var idi. Bu layihənin məqsədi – təkcə həftədə 7 gün, sutkada 24 saat fasiləsiz və dayanmadan işləməklə maksimal spektr imkanlar vermək deyil, həm də tədqiqatçıların sözlərilə desək, bu gün və yaxın gələcəkdə vaxt

feysindən başqa, POSIX interfeysinə də malikdirlər.

Standartlaşdırmaya cavabdeh olan nüfuzlu təşkilatlar tərəfindən buraxılan POSIX beynəlxalq standart hesab olunsa da, mükəmməl açıq informasiya sisteminin qurulması üçün bu yetərli deyildir. Ona görə də POSIX-lə bərabər digər standartlar da geniş yayılmışlar. Bir qayda olaraq, bu cür standartlara POSIX daxil edilir və üstelik bir sıra özünəməxsus xüsusiyyətlər əlavə olunur. Məsələn, informasiya texnologiyaları bazarının aparıcı şirkətlərini birləşdirən çox məşhur The Open Group konsorsiumu UNIX98 spesifikasiyasını yaratdı. Bu spesifikasiyaya POSIX-lə yanaşı, qrafik interfeys, şəbəkə vasitələri, Java dili və Internet xidmətləri standartları daxildir.

bölgüsü rejimində fəaliyyət göstərən əməliyyat sisteminin yaradılması olmuşdur. Qarşıya qoyulan vəzifənin, demək olar ki, yalnız yarısını yerinə yetirmək mümkün oldu: Multics əməliyyat sistemi, doğrudan da, etibarlı və dayanıqlı sistem idi, Ford şirkətində 1974-cü ildən 1997-ci ilə qədər istifadə olunmuşdur.

1969-cu ilin aprelində, Multics əməliyyat sisteminin 1-ci versiyasının meydana gəlməsinə bir neçə ay qalmış, AT&T şirkətinin rəhbərliyi layihədən çıxmaq qərarına gəldi və üstelik əməliyyat sisteminin yaradılması sahəsində apardığı bütün tədqiqatları dayandırdı. Bu xəbər Bell Laboratories-də mayusluq yaratdı, çünki tədqiqatçılar yalnız bir çox məsələləri səmərəli şəkildə həll etməyə deyil, həm də ətrafında geniş istifadəçi qrupu yaratmağa qadیر olan əməliyyat sistemində ehtiyac duyurdular. Vaxt bölgüsü rejimində işləyən əməliyyat sistemlərindən istifadə təcrübəsi göstərdi ki, bir neçə istifadəçinin birlikdə işləməsi təkcə interaktiv iş deyil, hər

şeydən əvvəl ideyaların mübadiləsi üçün qidalandırıcı mühit – insanın elmi fəaliyyətinin əsasıdır.

Bell Telephone Laboratories-in Ken Tompson, Dennis Ritçi, Co Ossanna, Rud Kenedey və Duq Mak-İlroydan ibarət mütəxəssislər qrupu eksperimental əməliyyat sisteminin ayrı-ayrı hissələrini, o cümlədən əməliyyat sisteminin fayl sisteminin işləyib hazırlamaqda davam etdirildilər.

1969-cu il ərzində Ken Tompson öz mahiyyətinə görə Günəş sisteminə kosmik cisimlərin hərəkəti fizikasının proqram modelini əks etdirən "Kosmik səyahət" oyununu hazırladı. Laboratoriya EHM-inde bu oyunu oynamaq böyük irəfəçilik idi: oyun üçün tələb edilən hesablayıcı resursların bir saat ərzində istifadəsinə çəkilən xərc 75 dollar təşkil edirdi. Xoşbəxtlikdən, Tompson münasib hesablama aparatı – qrafik terminala malik olan PDP-7 EHM-ini tapdı. Serverlə müqayisədə, PDP-7 cib kompüteri kimi görünürdü. Oyunu PDP-7-yə keçirərək *kross-texnologiya* adlanan texnologiya yaradıldı ki, onun vasitəsilə bir EHM üçün nəzərdə tutulan proqramların digər EHM-dən istifadə etməklə yazmaq mümkün idi.

Əməliyyat sistemləri üçün kross-texnologiya vacib addım idi. Tədqiqatın əvvəlində hələ mövcud olmayan əməliyyat sisteminin *icra olunan faylları* (əməliyyatlar sisteminin obrazını) yaratmaq tələb olunurdu. Bu, məşhur bir sualı xatırladır: "Hansı daha əvvəl yaranmışdır: toyuq, yoxsa yumurta?" Bu məsələnin həlli digər EHM-də əməliyyat sisteminin icra oluna bilən faylları yaratmağa qadır olan instrumental vasitələri işləyib hazırlamaqdan ibarət idi.

"Kosmik səyahət" üçün xüsusi *icra mühiti* lazım idi. Burada Bell Laboratories şirkətinin fayl sistemi kara gəldi. Proseslərin idarə edilməsi üçün əlavə olunmuş altsistemlə birlikdə bu sadə vaxt bölgüsü

əməliyyat sisteminə əmələ gətirirdi. Bu əməliyyat sistemi cəxistifadəçi əməliyyat sistemi idi (PDP-7-yə iki terminal qoşulurdu!), lakin eyni vaxtda hər bir istifadəçi yalnız bir proqram başlada bilirdi. Sistem üçün elə də böyük olmayan, fayllarla işləməkdən ötrü (mətn redaktoru, faylların surətini çıxaran, uzaqlaşdırıran və çap edən utilitlər) nəzərdə tutulan istifadəçi utilitləri yığımı və komanda interpretoru – proqramı yaradıldı (bu proqramın köməyli istifadəçilər bütün qalan proqramları başlada bilirdi). PDP-7 EHM-də əməliyyat sisteminin ilk versiyası məhz belə bir formada meydana çıxdı. Bir qədər sonra, 1970-ci ildə Brayan Kemiqan bu əməliyyat sistemi üçün ad təklif etdi – UNICS (*ing.* "Uniplexed Information and Computing Service" – "Sadə informasiya-hesablama xidməti"), bu, Multics-in antonimi idi. Tezliklə bu ad UNIX-ə qədər qısaldıldı.

UNIX-in tarixində ən mühüm an 1973-cü ildə Duq Mak-İlroy və Rad Kenedey tərəfindən *proqram kanalları*nın (*komandalar konveyerini* əldə etmək üçün bir proqramın çıxış axını ilə digər proqramın giriş axınının əlaqələndirilməsi) kəşf olunması oldu.

Bundan sonra həmin əməliyyat sistemi müasir anlamdakı UNIX əməliyyat sistemi oldu.

Proqram kanalının işini təsvir etmək üçün növbəti nümunəyə baxmaq olar. Tutaq ki, hər bir fəaliyyət faylda yerləşən kitab vardır. Bu kitabın səhifələrini səhifə nömrələrilə çap etmək lazımdır. UNIX-də bu əməliyyat aşağıdakı kimi olacaqdır:

cat fəsil1 fəsil2 fəsil3 fəsil4
fəsil5 | mpage -H | lpr

Burada cat – fəsil1-dən fəsil5-dək olan faylları oxuyan və onları öz çıxış axınına yazan proqramdır; mpage – mətni formatlaşdırıran, səhifələrə bölmə və



Ken Tompson.



Dennis Ritçi.



Duq Mak-İlroy.



Bill Coy.

onun səhifələrini nömrələməklə öz çıxış axınına yazan proqramdır; lpr – giriş axınının çapa verilməsidir. “|” işarəsi proqram kanalı vasitəsilə çıxış axınının giriş axını ilə əlaqələndirir.

Proqram kanallarının meydana gəlməsilə UNIX əməliyyat sistemi yeni keyfiyyət mərhələsinə qədəm qoydu: əməliyyat sistemindən o proqramçının tətbiqi məsələlərin proqramlaşdırılmasını əhəmiyyətli dərəcədə asanlaşdıran *instrumental vasitələr yığının*ə çevrildi. UNIX hesablama texnikasından istifadə üçün yeni yanaşma – yalnız özünü təmin edən xüsusi təyinatlı vahid sistemi yaratmaq əvəzinə universal proqramların kombinasiyasını yaratmağı təklif etdi.

Proqram kanallarının ixtira edilməsi ilk rabitə peykinin, düyməli telefon aparatının, mobil rabitəni və optik tel rabitəsinin ixtira edilməsi kimi mühüm hadisədir.

1973-cü ildə UNIX əməliyyat sistemi Kerniqan və Ritçi tərəfindən xüsusi olaraq bu sistem üçün yaradılan C proqramlaşdırma dilinə keçirildi. Bu, daha bir inqilabi addım idi: buna qədər əməliyyat sistemləri yaradılarkən belə yüksək səviyyəli dillərdən istifadə edilməmişdi.

1973-cü ilin oktyabr ayında Tompson və Ritçi simpoziumda əməliyyat sistemlərinin qurulması prinsiplərinə dair hesabat təqdim etdilər. Bu hesabat 1974-cü ilin iyul ayında “Communications of the ACM” jurnalında dərc edildi. Həmin vaxt AT&T şirkətinin proqram təminatlarının satışına icazə verilmirdi. Çünki bu şirkət telefon xidmətləri bazarında inhisarçı idi və ABŞ-ın müvafiq federal hökumət qanununa görə, bu halda şirkət digər kommersiya fəaliyyətlə məşğul ola bilməzdi. Ona görə də UNIX-i ilkin kodları ilə birlikdə hər bir kəs ala bilərdi. Məhz bu UNIX-in sonrakı uğurunu müəyyən etdi: ilkin kodların köməyi ilə (zəruri hallarda lazımi komponentləri

əlavə etməklə, yaxud mövcud səhvləri düzəltməklə) proqram təminatının asanlıqla bu və ya digər tələblər üçün köklənmək olardı. Universitetlər UNIX əməliyyat sistemi ilə maraqlanmağa və onun ilkin kodlarından proqramlaşdırmanın tədrisi prosesində istifadə etməyə başladılar. Həmçinin tədqiqatçıların arzularına kimi, istifadəçilər cəmiyyəti formalaşdı.

1978-ci ildə UNIX mobil əməliyyat sisteminə çevrildi. Elə həmin vaxt Avstraliyanın Vollonqonqa Universitetində proqramçılar Cüris Reynfelds və Riçard Müller UNIX-i İnterdata 7/32 EHM-nə keçirdilər. Bundan bir qədər sonra Princeton Universitetində Tom Layon UNIX-in IBM 360 EHM-nə keçirilməsini başa çatdırdı, Dennis Ritçilə Stiv Conson UNIX-in İnterdata 8/32 EHM-nə keçirilməsinə nail oldular. Bunun üçün onlar C dilini tamamladılar.

1979-cu ilin yanvar ayında UNIX-in ilkin kodlarının dərs vəsaiti kimi istifadəsinə qadağan edən növbəti lisenziyalı redaksiyası buraxıldı. Kompüter aləmi iş stansiyaları arasına qədəm qoydu, 2 metr hündürlüyündə olan şkafların əvəzinə kristal şəklində prosessorları olan ucuz EHM-lər istifadə edilməyə başladı. Müvafiq olaraq, istehsalçılar üçün yeni avadanlığın proqram təminatına istehsal xərclərini azaltmaqdan ötrü mobil əməliyyat sisteminə tələbat yarandı. AT&T artıq UNIX-in yeni kommersiya versiyalarını buraxmağa başladı (bunların arasında daha populyar olanlar 1981-ci ildə buraxılmış UNIX System III və 1983-cü ildə buraxılmış UNIX System III-dür), lakin artıq UNIX adının Bell Telephone Laboratories-lə bağlanması son qoyuldu, onların yerini universitetlər tutmağa başladı.

Berkli şəhərinin Kaliforniya Universitetindən olan tədqiqatçılar qrupu UNIX-in BSD (Berkeley Software Distribution) adı ilə tanınan variantını burax-

maqla daha geniş şöhrət qazandılar. 1976-cı ildə Berklinin məzununu Ken Tompson öz akademik məzuniyyətini universitetdə müəllimlik etməklə keçirdi. O, orada tədqiqat üçün nəzərdə tutulan UNIX-i quraşdırdı və Pascal dili üçün kompilyator yazdı. 1977-ci ildə tələbə Bill Coy proqram təminatından ibarət kolleksiya toplayaraq, BSD-nin birinci versiyasını buraxdı.

BSD UNIX-in populyarlığı, əslində, aşağıdakı üç amillə əlaqədər idi:

- demokratik lisenziya: BSD UNIX-i ilkin kodlarla birlikdə hər kəs əldə edə bilərdi;

- şəbəkədə işləmək imkanı (“standart İnternet sistemi” – heç də az əhəmiyyətli xüsusiyyət deyil);

- uğurlu platforma seçimi: VAX – “80-ci illərin ilk yarısının EHM-i”. Bütün sadalananlarla yanaşı, BSD UNIX – yaxşı sistemdir, onun fayl sistemi və yaddaşın idarəedilməsi altsistemi uzun müddət UNIX aləmində ən sürətli idi.

1982-ci ildə Bill Coy Berklini tərk etdi və SUN Microsystems şirkətinin əsasını qoydu. Bu şirkət indiyə qədər ilkin olaraq UNIX-in idarəsi altında işləmək üçün nəzərdə tutulan (SUN UNIX-in versiyasında Sun əməliyyat sistemi adlanırdı, sonra isə Solaris-ə dəyişdirildi) işçi stansiyaları və serverlər buraxır. SUN-un UNIX-ə meylliliyi onun 80-ci illərin ikinci yarısında liderlik etməsinə gətirib çıxardı. 90-cı illərdə birincilik Intel prosessorlarına malik olan fərdi EHM-lərə keçdi. SUN-un UNIX sahəsində əsas nailiyyəti şəbəkə vasitəsilə əlaqələndirilən uzaqda yerləşən EHM-lərin fayl sistemləri ilə işləməyə imkan verən NFS şəbəkə fayl sistemini yaratmasıdır.

UNIX-in inkişafındakı növbəti mərhələ Helsink Universitetinin Təbiət Elmləri fakültəsinin Hesablama Texnikası bölməsinin ikinci kurs tələbəsi Linus Torvaldesin düşüncə yaratdığı Linux-la bağlıdır. Təhsil aldığı müddətdə o, əsasən əməliyyat sistemləri sahəsində tanınmış mütəxəssis Endryu Tanenbaum tərəfindən xüsusi olaraq tədris məqsədləri üçün yaradılan UNIX əməliyyat sistemində oxşar Minix əməliyyat sisteminin dayandığı əməliyyat sistemləri nəzəriyyəsini öyrənirdi. Torvaldes əvvəlcə istəyirdi ki, sistem Minix-dən bir qədər yaxşı olsun. O, ciddi bir şey iddiasında deyildi – bu, sadəcə, onun üçün hobbı idi. 1991-ci ilin sentyabrında Linux-in 0.01 versiyası sərbəst şəkildə köçürülmək üçün İnternetdə yerləşdirildi.

Linux layihəsinin sürətli inkişafı iki amillə bağlı idi. Birincisi, artıq 90-cı illərin əvvəllərində ilkin inkişaf mərhələsində olan və sərbəst yayılan əməliyyat sistemləri daha mövcud deyildi. Buna görə də, tədqiqatçılar qrupuna daxil olmaq və bu cür layihələrdə iştirak etmək olduqca çətin idi: bu və ya digər əməliyyat sisteminin konkret detalları haqqında bilik ehtiyatına malik olmaq tələb edilirdi. Linux isə elə də böyük olmayan əməliyyat sistemi və yeni ideyaların sınaqdan keçirilməsi üçün ideal poliqon idi. İkincisi, Linux əməliyyat sisteminin yeni versiyaları çox sürətlə buraxılırdı, versiyalar arasında dəyişikliklər çox deyildi, bu da koddakı səhvləri asanlıqla tapmağa və aradan qaldırmağa imkan verirdi. Linux 2.1 nüvələri seriyasını rekord saymaq olar, belə ki, onun əsasında 150-yə yaxın versiya buraxılmışdır.

Hazırda Linux milyonlarla istifadəçisi olan bir sistemdir.



Linus Torvaldes.



Endryu Tanenbaum.



MULTIMEDIA

INFORMASIYANIN RƏQƏMSAL FORMADA TƏSVİRİNƏ KEÇİD

XX əsrdəki informasiya böhranı göstərdi ki, informasiyanın saxlanması önəmi, analog üsulları köhnəlmişdir. Artıq informasiyanın saxlanması və işlənməsi üçün kompüterdən istifadə etməklə verilənlərin rəqəmsal formada təsvirinə keçmək zərurəti yarandı. Minilliklərin sərhədində tamamilə məlum oldu ki, gələcək rəqəmsal texnologiyalarıdır.

Informasiyanın rəqəmsal formaya çevrilməsi heç də həmişə asan məsələ deyil. İnformasiya formaca müxtəlif ola

bilər: audio, video, mətn və hətta incəsənət əsəri formasında. İki problem meydana çıxır: birincisi müxtəlif tip informasiyanın təsvir edilməsi, ikincisi isə informasiyanın kompüterə daxil edilməsinin təşkililə bağlıdır.

Ən sadə məsələ, məlum olduğu kimi, mətnlərin təsvir edilməsidir. Burada fikirlər, obrazlar, anlayışlar artıq hərfərdən ibarət sözlər vasitəsilə kodlaşdırılmışdır, onlar da öz növbəsində hərfərdən ibarətdir, hərfələri isə çox asanlıqla rəqəmsal formaya çevirmək olar.

Fıqrlu işarələrin bütöv anlayışları və sözləri, yaxud ayrı-ayrı hecalar və danışq səslərini əks etdirdiyi heroqlif yazısı ilə bağlı məsələ isə xeyli mürəkkəbdir. Yapon dilində bir neçə min heroqlifdən istifadə olunur. Bu heroqliflər sözlərin köklərini, müxtəlif hecaları və

yazıda işlədilən grammatik sonluqları yazmaq üçün istifadə olunan onlarla "kan" işarəsindən ibarətdir. Hər heroqlifə xüsusi bir kod vermək mümkün olardı. Lakin sərəməsi olmazdı. Heroqlif mətnlərinin rəqəmsal formada təqdimatı daha çox fonetik prinsipə əsaslanır.

Mətnin klaviaturanın köməyi ilə kompüterə daxil edilməsi sürətinə və rahatlığına görə (mətn dərhal rəqəmsal formada təsvir edilir) adi yazıdan çox üstündür.

Lakin əgər mətn artıq çap və ya əl yazması şəkildə mövcuddursa, mətnin daxil edilməsinin müasir forması qəbul edilməzdir. Birincisi, səhvlərin olması qaçılmazdır, ikincisi, insan əməyindən bu cür sərəməsiz istifadə etmək məqsəduyğun deyil. Belə mətnlər mətni qrafik informasiya, şəkil kimi oxuyan skanerin köməyi ilə daxil edilə bilər. Xüsusi tanıma proqramı isə qrafik faylı mətn sənədinə çevirir. Obrazların tanınması məsələsi hələ mükəmməllikdən çox uzaqdır və pis xott hələ də kompüter üçün tapmaca olaraq qalır.

Müasir mətnlərin işlənməsi sistemləri daxiletmə və redaktə ilə yanaşı elə imkanlara malikdir ki, ilk mətn redaktorlarını yaranan bunları yalnız arzu edə bilərdilər. Bunlardan bəzilərini göstərək: mətnin yığılması prosesində orfoqrafiyanın avtomatik yoxlanması; mətnin intellektual səhifələnməsi; tamamilə yeni, kağız "analoqları" olmayan, təkə mətdən deyil, həm də səsə müşayiət olunan və animasiyaya malik olan hiper-mətn və multimedia sənədlərinin yadılması. Bütün bunlar mətn informasiyasının rəqəmsal formaya çevrilməsi noticəsində mümkün oldu.

AUDIOİNFORMASIYA

Kompakt-disk və ya DVD-disk səs, görüntü, yazı formasında olan informasiyanı milyardlarla ikilik sıfırlar və va-

Bəzən rəqəmsal səs mexaniki, cansız olması barədə fikirlər söyülənir. Müasir audioqurğularda sırf analog xarakteristikalarına malik olan lampalı signal gücləndiriciləri daha ucuz və qənaətcil, həmçinin daha "diskret" tranzistorlarla əvəz olunmuşdur. Yəqin ki, bu "düzgünlük" rəqəmsal formaya salınmış səsə uyğun şəkildə qavranılmasını şərtləndirir. Keyfiyyətli, natural (high-end) səs həvəskarları isə bahalı lampalı gücləndiricilərdən və vinil vallardan istifadə etməkdə davam edirlər.

hidlər şəkildə saxlaya bilər. Lazer diskinin uzunmüddətliyi (yüz illərlə) daha çox rəqəmsal texnologiyaların prinsipləri ilə izah olunur. Vinil vallarından fərqli olaraq, tozun lazer diskə təsiri yoxdur, xırda cızıqlar isə səs, görüntü və yazının göstərilməsinin keyfiyyətini aşağı salmır.

Səslər böyük sayda müxtəlif tezlikli sinusoidal rəqslərdən ibarətdir. İnsan orta hesabla 50 Hz-dən 18 kHz-dək səsləri qəbul edə bilər. AudioCD-lər 44,1 kHz 16 bit stereo diskretləşdirmə tezliyi ilə yazılır. Bu, o deməkdir ki, iki streokanalın hər biri üçün signal amplitudu saniyədə 44,1 dəfə ölçülür, onların hər birinin rəqəmsal formada saxlanması üçün isə 16 bitdən istifadə edilir. Belə bir diskretləşmə ilə yazılma zamanı 22,05 kHz-dən böyük tezlikdə olan harmonik rəqslər yazılma zamanı kəsilib atılır. Bu isə, ümumiyyətlə, qorxulu deyildir, çünki bu hədd praktiki olaraq insanın qavrama həddinə bərabərdir. Səsin qavranılmasının psixoaakustik xüsusiyyətlərindən istifadə etməklə kodlaşdırma bu itkiləri insanın hiss edə bilməyəcəyi həddə endirməklə, səsə kompakt-diskə daha sıx şəkildə (təxminən 5-7 dəfə) yerləşdirilməsinə imkan verir.

Mətn kimi, səsə rəqəmsal formada işlənməsi də, praktiki olaraq, hər addımda tətbiq edilir. Musiqi mərkəzlərinin əksəriyyəti səs signalının rəqəmsal formada işlənməsi üçün xüsusi mikrosxemi olan rəqəmsal prosessorlara malikdir. Müasir DVD-səsləndiricilər

1992-ci ildə Sony firması yeni səs yazma daşıyıcısı olan mini-diskləri (MD) təqdim etdi.



Tomoqraf.



Əgər siz öz xəttinizi oxuya bilmirsinizsə, lakin mətni daşıqada 70 sözədən çox olmaqla, kompüterdə yığırınsızsa, hər şeydən əvvəl siz dahi deyilsiniz, sadəcə, müasir bir insansınız...

Həcmli fotoqrafiyanın yaradılması üçün avadanlıqlar artıq 2002-ci ilin sonunda satışa daxil olmuşdur.



GÖRÜNTÜ

Fotoqrafiyadan və ya qravüradan ibarət olan görüntünü daxil etmək üçün eyni skanerlərdən istifadə etmək olar, çünki bu skanerlər onların keyfiyyətli şəkildə daxil edilməsinə imkan verir. Artıq əvvəlcə adi fotoaparətlə şəkl çəkmək, sonra da çıxarılan görüntünü və ya slaydı skanerə keçirmək mənasızdır. Müasir rəqəmsal fotoaparətlər çəkilişlərin keyfiyyətinə görə analoq fotoaparətlərdən geri qalmır. Bunu rəqəmsal video haqqında da demək olar.

Həcmli (fəza) obyektlərin təsviri hələ mürəkkəb problem olaraq qalır (lakin artıq həcmli fotoşəkillərin yaradılması mümkündür). Bu cür təsvirin iki əsas üsulu mövcuddur: baxılan obyektin səthində nöqtələr şəbəkəsinin verilməsi və obyektə dəqiq riyazi təsviri olan müxtəlif həndəsi fiqurlar vasitəsilə yaxınlaşma. Birinci üsul heykəl və insanın özü kimi mürəkkəb obyektləri təsvir edərkən tətbiq edilir. İkinci üsul avtomatik layihələndirmə sistemlərində (ALS), lazımı detalların istehsalı üçün rəqəmli proqramla idarə edilən (RPI) dəzgahlarda geniş istifadə edilir.

Xüsusi cihazda – tomoqrafda paralel şəkillər seriyası əsasında həkimlər insanın müayinə edilən orqanlarının və bədənin hissələrinin üçölçülü görüntüsünü alırlar. Bu cür görüntüləri kompüterlə işləmədən lazer vasitəsilə müasir əməliyyatları yerinə yetirmək, məsələn, ətrafdakı toxumaları yarmadan və ya zədələmədən daxili şişləri kəşib atmaq mümkün deyildir. Kompüter təkcə artıq mövcud olan informasiyanı dəyişməyə deyil, həm də yenisini yaratmağa qadirdir.

Qrafikanın və videonun işlənməsi rəqəmsal informasiyadan istifadə etməklə əhəmiyyətli dərəcədə asanlaşır. Adobe Photoshop və ya Corel Draw kimi peşəkar qrafik redaktorlar ev şəraitində müxtəlif effektlərin, rəqəmsal filtrlərin,

kökləmələrin geniş çeşidini təqdim edir. Halbuki əvvəllər bunun üçün mürəkkəb və bahalı avadanlıqlardan ibarət bütöv bir fotolaboratoriya tələb olunurdu.

Rəqəmsal texnologiya kinoda da az rol oynamır. Burada söhbət hətta qeyri-xətti rəqəmsal montajın rahatlığından getmir. "Ulduz müharibələri. Epizod 1" filminin bir hissəsi rəqəmsal fotokamera ilə çəkilmişdir.

Filmin rejissoru Core Lukas haqlı olaraq qeyd etmişdir ki, bu rəqəmsal hissəni heç kəs müəyyən edə bilməz. Növbəti film – "Ulduz müharibələri. Klon-



ların hücumu" isə yalnız rəqəmsal texnologiyalardan istifadə etməklə çəkilən ilk filmlərdən biri oldu. Xüsusi effektvermə prosesləri də sadələşdi və kompüterin köməyiylə yaradılan görüntü real görüntüdən heç nə ilə fərqlənmir.

VEKTOR VƏ RASTR QRAFİKİ

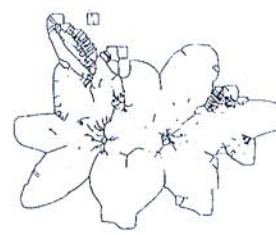
Kompüterdən ilk dəfə görüntülərin yaradılması üçün istifadə edən Ayven Sazerlend bir dəfə belə demişdi: "EHM-ə qoşulan displey məənə Alisanın möcüzələr ölkəsinə açılan pəncərəsini xatırladır... Displeyin köməyiylə mən təyyarəni aviadaşıyıcının göyrtəsinə endirdim, elementar zərrəciyin potensial çaladakı hərəkətini izlədim, işıq sürətinə yaxın sürətlə raketlə uçdum və hesablama maşınlarının sirli daxili həyatını müşahidə etdim".

80-ci illərdə fərdi kompüter bazarı faktiki olaraq IBM PC kompüterlərinin klonları tərəfindən zəbt edilmişdi. 1987-ci ildə yaradılmış VGA standartı (ing. Video Graphics Array – hərfi tərcüməsi "videoqrafik matris" və ya "mas-siv") IBM PC-lərin inkişafında dönüş

nöqtəsi oldu. Informasiyanı ekranda təsvirə çevirən videoadapterlər və videokartlar kompüterin monitorunda daha böyük çözümlülükdən (640 x 480 nöqtə) və daha dərin rəng çalarından (16 əvəzinə 256 rəng) istifadə etməyə başladılar.

Ekranda təkcə aşağı multiplikasiya keyfiyyətində olan üslublaşdırılmış şəkilləri yox, həm də fotoşəkilləri görmək imkanı yarandı. Rəngli ekranda ağ siçan canlı kimi görünürdü.

Fərdi kompüterin ekranı nöqtələrin rastrından və ya piksellərdən (ing. "picture element") ibarət idi. VGA standartı 256 kbayt-lıq yaddaşa ekmplektləşdirildi. Bu yaddaşda displeydəki (kineskopun ekranındakı) üfüqi açılmış sətirlərdən yaranmış şəkillər element-element olmaqla saxlanılırdı.



Rastr və vektor qrafiklə çəkilmiş gül.



70-ci illərdə Xerox firmasının tədqiqat mərkəzində hazırlanmış çoxpəncərəli interfeys həm bu firmanın kompüterlərində, həm də Apple Computer, Inc. firmasının Lisa EHM-lərində istifadə olunurdu. Interfeys qrafikanın və mətnin monitorun ekranında eyni vaxtda yerləşdirilməsini tələb edirdi. Yeni sistemlər WYSIWYG (ing. What You See Is What You Get – "Nə görürsənsə onu da alırsan") prinsipilə qurulurdu. Bu prinsipə görə, ekranda görüntü çap variantına mümkün qədər daha çox bənzəməli idi.

Elektron-şüa borusundakı şüa lüminoforla örtülmüş ekrana düşür. O, şüa enerjisini ayırır (ışığın intensivliyi elektronların kinetik enerjisindən asılıdır). Işıq lüminoforla yalnız bir neçə millisaniyə ərzində şüalandığına görə bütün görüntünü saniyədə 30 dəfəyə yaxın tezliklə, bəzən isə daha tez-tez *regenerasiya etmək* (təzələmək) lazımdır.

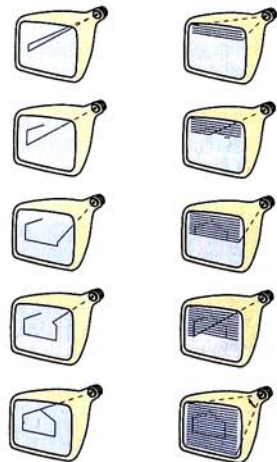
Məsələn, *rəng dərinliyini* nöqtədə 8 bit (256 rəng) saxlamaqla, rastrın 800×600 nöqtəyə qədər (üfiqi xətt üzrə 800 nöqtə və şaquli xətt üzrə 600 nöqtə) böyüdülməsi üçün yaddaşın həcmi iki dəfə ($800 \times 600 = 480000$ nöqtə, yəni 480 kbaytə yaxın) artırmaq tələb olunur. Rastrın ölçüsü 1024×768 , 1280×1024 , 1600×1200 olarsa, daha böyük həcmdə yaddaş lazım olacaq. 256 rəng şəklın mükəmməl alınması üçün kifayət deyil, ona görə də rəng dərinliyi artırıldı: nöqtədə 16 bit – high color (ing. "on yaxşı rəng"), nöqtədə 24 bit – true color (ing. "əsl, həqiqi rəng"). İkinci ona görə belə adlandırıldı ki, oxşar rəng çalarından (16,7 milyon rəng) istifadə etməklə alınan görüntü göz üçün demək olar ki, idealdır.

Asanlıqla hesablamaq olar ki, əgər hər bir nöqtəyə 24 bit (yəni 3 bayt) sərf olunursa, onda 800×600 nöqtədən ibarət şəklın saxlanması üçün təxminən 1,4 Mbayt ($800 \times 600 = 1440000$ bayt) lazımdır. Əgər fiqur çox da böyük deyilsə, məsələn, üçbucaqlıdırsa, onda bu sərfəli deyil. Lakin qrafik informasiyanın saxlanması üçün digər üsullar da mövcuddur. Tutaq ki, rəssam karandaşla kağızda

şəkil çəkir və onun biləyində bütün əl hərəkətlərini kompüterə ötürən xüsusi qurğu var. Onda çəkilmiş şəklı təkcə nöqtə (rastr) toplusu kimi deyil, həm də rəssamın əl hərəkətlərinin ardıcılığı kimi yaddaşda saxlamaq (və sonra çəkmək) olar. Qrafik informasiyanın bu cür əks etdirilməsi *vektor metodu* adlanır. Şəkil, parçanın başlanğıc koordinatlarını və nisbi sürüşməsini göstərən vektorlarla verilir. Əgər hesab etsək ki, parçaların koordinatları iki bayt yer tutur, onda üçbucaqlının yaddaşda saxlanması üçün cəmi $2 \times 2 + 2 \times 3 \times 2 = 16$ bayt (başlanğıc nöqtənin koordinatları və üç vektor) tələb olunacaq.

VEKTOR VƏ RASTR DİSPLEYİ. SXEMLƏR

Vektor displeyində elektron şüa istənilən iki nöqtə arasında fasiləsiz hərəkət edərək, dəqiq düz xətlər əmələ gətirir. Bu cür displeylərdə hərfli qısa vektorlardan ibarətdir. Display ikiöclü koordinatlarla verilən müxtəlif sadə fiqurları, məsələn, qövs və xətləri də çəke bilir.



Sonrakı çəkilmə üçün mövqelərin yadda saxlanması displeyin işidir.

Vektor qrafikası displeylərdə əvvəllər olduğu qədər geniş şəkildə tətbiq olunurdu, çünki bunun üçün kiçik həcmdə yaddaş tələb edilirdi. Onun əsas çatışmayan cəhəti bütün (kəsilməyən) səhələri göstərə bilməməsi idi, belə ki, obyektlər (həm 2-ölçülü, həm də 3-ölçülü) "məftil" karkaslar şəklində təsvir edilirdi. Əgər ekranda çoxlu sayda elementar fiqurlardan ibarət olduqca mürəkkəb vektor təsviri olarsa, onda, o, təzələnməyi çətdirməyəcək və görüntü titrəməyə başlayacaq.

Vektor displeylərdən fərqli olaraq, rastr displeylərində şüa bütün kadr boyunca (televizorda olduğu kimi) hərəkət edir və bu zaman şüalar rəngli displeyde kənarlaşmanı deyil, yalnız şüaların intensivliyini idarə edirlər. Rastr displeylərinin üstün cəhətlərindən biri ondan ibarətdir ki, şəkilin təsviri onun mürəkkəblik dərəcəsindən (yəni, onu təşkil edən obyektlərin sayından) asılı deyil, ona görə də titrətmə problemi yaranmır.

Vektor displeyində şüa xətkəş və reyşinə kimi çəkildiyi halda, rastr displeyinin işi *puantilizmin* (bədiî təsvirdə nöqtələr şəklində çəkmə manerası) elektron analoquna əsaslanır.

Bu metod tətbiq edilərkən nəinki ayrı-ayrı piksellər gözü çarpacaq, həm də üfüqi və şaquli olmayan bütün xətlərin sonluqları pilləvari şəkildə olacaq. Lakin çözümlülük artırıldıqda, yəni ekranın ölçüsü dəyişir, lakin rastr elementlərinin sayı artırılır, belə "pilləvari" effekt minimuma enəcək. Vektor təsvirləri asanlıqla miqyaslaşdırılır, buna xüsusi proqram təminatından istifadə etməklə, rastr displeyində də nail olmaq çətin deyil.

XX əsrin 90-cı illərinə qədər rastr displeyləri (və fərdi EHM-lər) öz rəqiblərini – vektorlu hesablama texnikalarını praktiki olaraq bazardan sıxışdırıb çıxartmağa nail oldu.



QRAFİK FAYL FORMATLARI

Görüntünü ötürmək və ya fayl şəklində diskdə saxlamaq üçün müəyyən formatlar yaradılmışdır (görüntünün kodlaşdırılmasını əks etdirən metodlar). Onların arasında daha populyar olanlar bunlardır: BMP, PCX, GIF, PNG, TIFF və hamının yaxşı tanıdığı JPEG.

BMP (ing. "Bit Map" – "bit xəritəsi") – Microsoft şirkətinin Windows əməliyyat sisteminin qrafik faylları üçün "doğma" formatdır, çünki bu sistemin daxili formatına daha çox uyğun gəlir.

Rastr massivi adlanan görüntünün formatı hər bir pikselin rənginin kodlaşdırılması üçün istifadə edilən bitlərin sayından asılıdır (pikseldə 1, 4, 8, 16 və ya 24 bit). Məsələn, 256 rəngli görüntü halında hər bir pikselə faylın *rənglər cədvəlindəki* rəngin nömrəsini saxlayan 1 bayt (8 bit) ayrılır. Beləliklə, əgər BMP faylının rəng cədvəlindəki RGB rəng modelində $R/G/B = 255/0/0$ saxlansa, onda pikselin 0 qiymətinə (rastr massivində) parlaq-qırmızı rəng qarşı qoyulacaq. Rənglər cədvəli və ya *palitra* massivdir. Burada massivin indeksi – palitranın rənginin nömrəsi, onun məzmununu isə – rəngi onun üç əsas komponentinin parlaqlıq dərəcəsinə görə təsvir edən üç ədəddir: R/G/B (qırmızı, yaşıl, göy).

Jorj Sora. Qrand-latt adasında bazar günü gunortadan sonra, 1884-cü il, Incosanat Institutu. Çıxaq.

Puantilizm (frans. pointiller – "nöqtələrlə yazmaq") XIX əsrdə fransız impressionist rəssamı Jorj Sora tərəfindən irəli sürülmüşdür.

Windows 95 və Windows 98-in meydana gəlməsi PCX formatında bəzi dəyişikliklərin edilməsinə səbəb oldu: artıq nöqtədəki bitlərin sayını 32-yə çatdırmaq, görüntünün ölçüsünü isə 16 bitdən 31 bitə qədər (ya da 2 Gbitadək) böyütmək olur. Öləünü görüntünün çəkilməsi "istiqamətini" göstərən məni adadla da vermək mümkündür (sol aşağı küncdən vox, sol yuxarı küncdən).



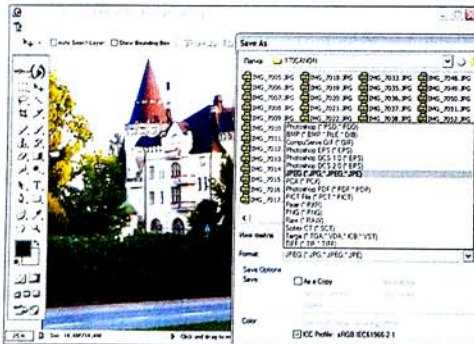
Qrafik faylı anbara (videokarta) çalləkləri (baytları) daşıyan yük məşinlərinin axını kimi təsəvvür etmək olar. Anbara çatarkən çalləklərin içindəkiləri hissələrə bölərək, müəyyən rəflərə düzülür. Hər bir çalləyi açib lazımi hissələri çıxarmaq və onları rəflərə düzmək az vaxt aparmır. Lakin əgər hər bir rəfə yığılmalı olan hissələr əvvəlcədən ayrıca bir çallaya doldurulsa, ümumi iş vaxtına qənaət edilmiş olardı. Bu, elə əvədlənə qədər asılıdır deməkdir.

ÇÖZÜMLÜLÜK

Çözümlük çap edərkən, originalın həqiqi ölçüsünü saxlamaq tələb olduqda vacibdir. Fotoşəkil skanerlə oxunarkən görüntünün diskret (raqəmli) formaya çevrilməsi prosesi baş verir. Görüntü piksellərdə müəyyən ölçünü alır və bu zaman fotoşəkilin ilkin həqiqi başlanğıc ölçüsünə dair informasiyanın itirilməməsi üçün 1 sm-də və ya 1 düymdə görüntünün neçə nöqtəsinin yerləşdiyini göstərən çözümlülüğü yadda saxlamaq tələb olunur. Çözümlülük (istər üfüqi, istərsə də şəquli) piksellərdə alınan ölçülərin ilkin görüntünün müvafiq ölçüsünə bölməklə hesablanır.

Əgər görüntü üfüqi xətt üzrə 800 nöqtədən ibarətdirsə, fotoşəkilin ilkin vəziyyətindəki uzunluğu isə 12 sm olarsa, onda skanerlə oxunma zamanı çözümlülük 1 sm-də 800/12 = 67 nöqtə olacaq. Çözümlülük nə qədər yüksək olarsa, çap zamanı görüntü daha keyfiyyətli alınacaq, lakin rastr massivi də bir o qədər böyük olacaq, buna uyğun olaraq, fayl bir o qədər çox yer tutacaq.

Piksellə 16 və 24 bitlik rəng dərinliyi olan BMP fayllarının rəng cədvəli yoxdur. Belə fayllarda rastr massivi piksellərinin qiymətləri bilavasitə RGB rənglərinin qiymətlərini verir. Görün-



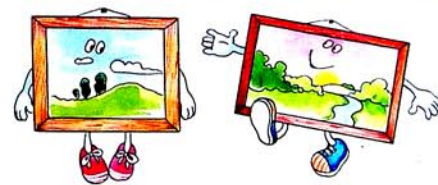
tünün formatındakı piksellər görüntünün aşağıdakı sətirdən başlayaraq soldan sağa yerləşmə qaydasında saxlanılır. Əgər açılma sətirindəki baytların sayı cüt deyilsə, onda rastr massivin verilənlərini "təbiişləşdirmək" üçün belə sətərə daha bir bayt əlavə olunur.

PCX – ZSoft şirkəti tərəfindən hazırlanan və Microsoft şirkətinin MS DOS əməliyyat sistemindəki PC Paintbrush proqramı üçün istifadə edilən standartdır. Lakin PSX formatı BMP qədər populyar ola bilmədi. Buna baxmayaraq PSX, PC texnikasında yayıldı. Xüsusi qrafik redaktorlar – Corel Draw, Ulead PhotoExpress, Adobe PhotoShop – bu formatı dəstəkləyir. PSX aparatdan asılı formatdır. Bu format informasiyanın faylda videokartda olduğu kimi saxlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Əvvəllər IBM PC-də yaddaş fasiləsiz ikiöclü parçalar (*planlara*) bölünən 16-rəngli EGA adapterləri mövcud idi. Pikselin rənginin tərkib hissələri (adətən, 1 bitdir) planın müvafiq yerlərində yerləşirdi. Müəyyən rəngdə nöqtəni qoymaq üçün dörd yerin hər birində 1 bitdə düzəliş etmək tələb olunurdu. Elə alınır ki, sanki rəngli təsvir dörd monoxrom ("ağ-qara" ilə qarışdırmaq) planından ibarətdir. Köhnə proqramlarla uyğunluq saxlamaq üçün müasir videocardlar oxşar EGA rejimlərdə işləyə bilər. True color halında PCX-də həmişə üç plan olur, bir plan isə yalnız 8-bitlik görüntüdə (məhz bu halda palitra faylın sonunda olacaq) olur. PCX formatı ekranda görünən şəkildə nisbətən görüntünün rastr massivində çox şeyin saxlanmasına daha çox imkan verir. Sol yuxarı sərhəd görüntünün yuxarı küncündən işə görünen hissənin ölçüsünü göstərir. Bu, verilən formatın faksimil aparatlarda istifadəsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Bundan başqa, görüntünün ekrana daha düzgün bağlamaq üçün faylda 1 düymdə

144 nöqtəli çözümlülüğü təsvir edən iki sahə mövcuddur.

GIF (ing. "Graphics Interchange Format" – "qrafik mübadilə formatı") ilkin olaraq CompuServe şəbəkəsi üçün nəzərdə tutulmuşdu. Bu format PCX və BMP-dən fərqli şəkildə qurulub. GIF-də qrafik informasiya bir-birinin ardınca gələn bloklardan ibarətdir (hələ 16-cı blok oxunmamış demək olmaz ki, 17-ci blok haradan başlayır). Ona görə də, deyirlər ki, informasiya verilənlər axını şəklində saxlanılır (fayl oxunarkən informasiya su kimi fasiləsiz olaraq axır). GIF formatı 256-dan artıq rənglə işləyir. Əvəzində hər fayl özündə bir yox, bir neçə görüntü saxlaya bilər. GIF formatının bir-birindən öz kodlarına görə fərqlənən iki versiyası mövcuddur: GIF87a və GIF89a. GIF87a 1987-ci ilin mayında buraxılmışdır. Hər bir fayl başlıqdan, vacib olmayan palitradan və əslində şəkil haqqında informasiyadan ibarətdir. *Global palitradan* faylda yerləşən və xüsusi palitrası olmayan bütün görüntülər üçün istifadə edilir. Şəkillərin palitrası və global palitra tamamilə eyni cür qurulmuşdur (BMP-də olduğu kimi): üç bayt nöqtənin rənginin qırmızı, yaşıl və göy kimi tərkib hissələrini verir.

GIF formatlı fayllar şəbəkədən yüklənərkən özünəməxsus şəkildə görünür: əvvəlcə anlaşılmaz olur, sonra getdikcə aydınlaşır. Əgər Internetə qoşulma sürəti yüksək deyilsə, onda faylın yüklənməsini "canlı şəkildə" müşahidə etmək olar. Əvvəlcə şəkilin 0-cı, 8-ci və 16-cı sətirləri ötürülür (yəni hər səkkizinci sətir), ikinci sətirdən başlayaraq növbələşmə 4 sətirdən bir baş verir: 2-ci, 6-cı, 10-cu... Nəhayət, axırda birinci sətirdən başlayaraq bütün tək sətirlər ötürülür: 1-ci, 3-cü, 5-ci... Bu cür görüntü bütün şəkli görməyə imkan verir, hətta görüntünün yalnız yarısını alınmışa belə.



GIF89a versiyası 1989-cu ilin iyul ayında yaradılmışdır. Ona *idarəedici genişlənmə* adlanan yeni informasiya blokları əlavə edilmişdir.

Informasiya blokları dörd tipə bölünür: • Qrafikanın idarə edilməsindən həərəkət edən görüntülərin yaradılması üçün istifadə edilir (ing. "animated GIF").

• Mətn bloku, mətni görüntünün üzərində yerləşdirməyə imkan verir. Bu, xüsusən, fonu olduğu kimi saxlamaqla, mətni dəyişdirmək istədikdə əlverişlidir.

• Şərhlər görüntü çıxışa verildikdən buraxılır, lakin onlar, ətraflı informasiyanı (yaradılma tarixi, variantlar, eskizlər) göstərmək üçün müəlliflərə faydalıdır.

• Əlavələrdə xüsusi proqramlar vasitəsilə qəbul edilən xüsusi verilənlər saxlanılır. Digər proqramlar sadəcə olaraq bu bloku buraxırlar.

GIF fayllarının çatışmayan cəhətləri kimi rəng dərinliyinin çox olmamasını (cəmi 256 rəng) və rastr massivin verilənlərinin LZW qapalı alqoritminin köməyiylə sıxılmasını göstərmək olar. Belə ki, əgər yaradılan proqramda GIF



BMP və PCX kimi, GIF də diskdə saxlanarkən az vaxtda tutması üçün verilənləri sıxan xüsusi alqoritmlərdən istifadə edir. Görüntü ölçüsü 255 baytdan çox olmayan bloklar axını şəklində saxlanılır. Hər bir blok baytdan (blok uzunluğu) və verilənlərin özlərindən ibarətdir. Şəkil qurtarıqdan sonra sıfır uzunluqlu blok gəlir.



JPEG algoritmi vasitəsilə işlənmiş fotosökildən bir fragment.



formatından istifadə edilirsə, onda CompuServe şirkətilə ödənişli lisenziya müqaviləsi bağlamaq lazımdır.

PNG (ing. "Portable Network Graphic Format" – "qrafiklərin şəbəkə ilə ötürülməsi formatı", amma "pinq" kimi tələffüz olunur) Tomas Buttelin başçılıq etdiyi amerikalı proqramçılar qrupunun (23 nəfərin) təşəbbüsü ilə yaradılmışdır.

Qrafik faylların əksəriyyətinin formatı bir-iki proqramçı tərəfindən hazırlanırdı və bunun nəticəsi kimi yaradılan formatı yeni tələblərə uyğun modifikasiya etmək çətin olurdu.

PNG formatı xüsusi olaraq yaradılan komitə tərəfindən hazırlanmışdır və PNG-nin sənədləşdirilməsinə xüsusi diqqət yetirilmişdir. Ona görə də onun bütün sonrakı modifikasiyaları artıq onlarla işləyən qrafik redaktorların modifikasiya olunmasını tələb etmir.

Ümumiyyətlə, PNG formatı GIF-ə alternativ kimi hazırlanmışdı, həm də PNG ilə GIF89a bir çox ümumi xüsusiyyətlərə malikdir. Məsələn, onların hər ikisi verilənlər axını kimi təşkil olunmuşdur, görüntünü mərhələli şəkildə çıxarır, əsas rəngi şəffaflaşdırma bilir və s. Lakin PNG təkcə true color görüntüləri (24 bit) yox, həm də pikselə 48 bit

saxlamağa imkan verir. PNG itkisiz sıxma təmin edən LZ77 açığı sıxma algoritmindən istifadə edir (LZW-dən fərqli olaraq LZ77 ödənişli lisenziyalasdırma tələb etmir).

TIFF (ing. "Tagged Image File Format" – hərfi tərcüməsi: "yarıqlıqlarla" – teqlərlə təchiz edilmiş görüntülərin formatı") skaner vasitəsilə daxil edilən ağ-qara təsvirlərin saxlanması standartı kimi 1986-cı ildə Aldus Corporation tərəfindən hazırlanmışdır. Bu, masaüstü nəşriyyat sistemlərində tətbiq edilən rastr qrafiki kimi ən çox dəstəklənən formatdır. TIFF 4.0 versiyası sıxılmamış rəngli görüntüləri saxlamağa imkan verir. 1988-ci ilin avqustunda meydana çıxan növbəti modifikasiya artıq rəng palitrasından və LZW sıxma algoritmindən istifadə edirdi. 1992-ci ilin iyununda TIFF 6.0 versiyası təkcə RGB-görüntünü deyil, həm də CMYK və YUV kodlaşdırmalarını, həmçinin JPEG sıxma algoritmini dəstəkləyirdi.

TIFF qrafik faylların ən mürəkkəb formatlarından biri hesab edilir. Fayl teqlər və yaxud sahələrin siyahısından və rastr massivlərindən ibarətdir. Siyahıların və massivlərin mövqeyi müəyyən edilməmişdir, yəqin ki, elə buna görə



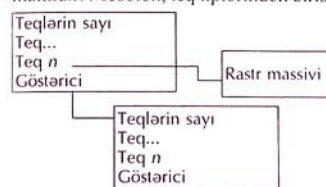
Sıxılmamış fotosökil.



də bu mürəkkəb format sayılır. TIFF-in quruluşu fayl sisteminin quruluşuna bənzəyir: siyahı – kataloqdur, siyahının hər bir elementi (teq) – faylın adıdır, rastr massivi – faylın verilənləridir.

Fayl sisteminə olduğu kimi, teq rastr verilənlərinə, kataloq isə növbəti kataloqa istinadı özündə saxlaya bilər.

TIFF 70-dən çox müxtəlif teq tipinə malikdir. Məsələn, teq tiplərindən birisi



görüntünün eni haqqında informasiyanı (piksəllərlə), digəri görüntünün hündürlüyü haqqında informasiyanı, növbəti isə rənglər cədvəlini saxlayır... Həmçinin teqlərin xüsusi tiplərini təyin etmək və ya aydın olmayanları nəzərə almaq olar.

JPEG adı Joint Photographic Experts Group (Fotoqrafiya üzrə birləşmiş ekspertlər qrupu; 1987-ci ildə yaradılmışdır. Ümumdünya Standartlaşdırma Təşkilatına – ISO-ya daxildir) komitəsinin adının baş hərflərindən ibarətdir. Əvvəllər hazırlanmış sıxma metodlarının əksəriyyəti praktiki olaraq yüz minlərlə rəngdən ibarət olan görüntülərin sıxılması üçün əlverişli deyil. JPEG formatı

Qrafik formatların müqayisəli cədvəli

Format	BMP	PCX	TIFF	GIF	PNG	JPEG
Bitlərin/piksəllərin sayı	24	24	24	8	48	24
Rənglərin sayı	16,7 mln	16,7 mln	16,7 mln	256	281,475 mlrd	16,7 mln
Görüntünün ölçüsü	65535x 65535	65535x 65535	4,3 mlrd	65535x 65535	2 mlrd x 2 mlrd	65535x 65535
Sıxma metodları	RLE	RLE	LZW, RLE və s.	LZW	LZ77	JPEG (informasiyanın itirilməsi)
Görüntülərin sayı	1	1	1 və daha çox	1 və daha çox	1	1 və daha çox



3D-SÜRƏTLƏNDİRİCİSİ NƏYƏ QADİRDİR

Sürətləndiricilərin istifadə etdikləri minimal element üçbucaqlıdır. Təsvir olunan bütün şəkillər əvvəlcədən üçbucaqlılara bölünür. Bırrəngli üçbucaqlılar həcmli şəkil effekti yarada bilmir, ona görə də şəkilin aydınlaşdırılması prosesində onların bir çoxunun üzərində teksturalar (bütün səthin üzərinə dərhal yerləşdirilən və materialın zahiri görünüşünü verən görüntülər, məsələn, xalça üzərində şəkil, çimərlikdə qum) yerləşdirilir. Binaın kərpic divarlarını təsvir etməkdən ötrü kərpicləri modelləşdirmək üçün bir çox ayrıncı xətlərin çəkilməsi tələb olunacaqdır, lakin tekstura daha az hesablama resursları işlədir və reallığı daha çox əks etdirir. Teksturani səthdə yerləşdirərkən perspektivi nəzərə almaq lazımdır. Teksturalı obyektlərin müşahidəçilərə nə dərəcədə yaxın olmalarından asılı olaraq, onların müxtəlif görünüşə malik olmaları üçün bu korreksiya vacibdir. Prosesin sürətləndirilməsi üçün bir neçə eynitipli tekstura seriyasını saxlamaq və teksturani seçərkən artıq ekranda əks etdirilən detallara əsaslanmaq olar. Müvafiq olaraq, ağır obyekt kiçildirsə, onda onun tekstura örtüyünün ölçüsü də azalacaqdır.

Teksturani yerləşdirərkən iki yaxın obyekt arasında sərhəd xətti tez-tez hiss edilir. Bu effektlərin aradan qaldırılması üçün xüsusi filtrasiya metodları tətbiq edilir. Düz xətlərdəki pillələri sonluqlar rastır displeyinin çoxdankı problemidir. Görüntülərin dəqiq qırıqlarının alınması üçün qırıqların rəngindən fonun rənginə rəvan keçid yaradılır. Obyektlərin sərhədində yerləşən nöqtənin rəngi iki sərhəd nöqtəsinin rəngləri arasında orta bir rəng kimi təyin edilir. Bu zaman, bəzən qırıqların "malalanması" kimi kənar effekt yaranır.



isə informasiyanın itirilməsilə nəticələnən sıxma metodudur. Bu format qrafik faylın standart formatı kimi təyin edilməyə də, onun əsasında çoxlu sayda yeni formatlar yaradılmış və bir sıra köhnə formatlar yaxşılaşdırılmışdır.

ÜÇÖLÇÜLÜ QRAFIKA

Adi zolaqlı rəsmlər parçalar, çevrələr və çoxbucaqlılar əsasında modelləşdirilir. Üçölçülü qrafikdə iki koordinata z koordinatı və yeni obyektlər: çoxüzlülər, piramidalar, kürelər, silindrlər və üçölçülü səthlər əlavə edilir. Bütöv (kəsilməz) obyektləri də sadə elementlərdən formalaşdırmaq olar. Üçölçülü səhnənin obyektlərinin verilməsindən sonra onların vizuallaşdırılması problemi yaranır. Əgər görüntü statik deyilsə (məsələn, oyunda və ya trinajorda), onda üçölçülü səhnənin bütün vəziyyətlərini nəinki saniyədə 30 dəfə saymaq, həm də bir-birlərini ardıcıl şəkildə əvəz edən şəkilləri ekranda ardıcıl olaraq əks etdirmək lazımdır.

Hətta XXI əsrin texnikası üçün, bu, olduqca bahalı prosesdir, ona görə də üçölçülü səhnə daha sadə obyektlərin məcmusu kimi təqdim edilir. Xüsusi qrafik prosessor isə (videokarta birləşdirilmiş 3D-sürətləndiricisi) şəkil ekranda qurur və göstərir. Fərdi kompüterin müasir videokartı (monitorla birlikdə) xalis rastır displeyindən 3D-sürətləndiricisi olan intellektual qrafik displeyə çevrilmişdir.

Gələcəkdə nə gözlənilir? XX əsrin kompüter qrafikasına dair bütün ideyalar XXI əsrdə fərdi ev kompüterlərində həyata keçirilmişdir. Belə təəssüvür yaranır ki, son həddə çatılmışdır.

Üçölçülü səhnəni yaradarkən əsas problem hansı obyektlərin göründüyünü və onların necə işıqlandırıldığını müəyyən etməkdir. Obyektlərin qarşılıqlı şəkildə yerləşməsi haqqında informa-

siyaya malik olmaq da vacibdir. Adətən, bu məsələnin həlli üçün Z-bufer tətbiq edilir. Z-buferdə rastırın hər bir pikselinə bir qiymət olmaqla, bütün görünən piksellərin (z koordinatlarının) uzaqlıq qiyməti saxlanılır. Təsvir olunan obyektin növbəti pikseli hesablanarkən (x, y koordinatları ilə), alınan z koordinatı Z-buferdə saxlanılan z koordinatının qiymətilə müqayisə edilir.

Əgər yeni piksel Z-buferdə yazılandan daha çox dərinliyə malikdirsə, deməli, obyektin bu nöqtəsi hansısa başqa bir obyekt tərəfindən örtülmüşdür və ona görə də ekranda görünür. Əksinə, əgər piksel ön planda peyda olarsa, onda onun z koordinatının qiyməti Z-buferə yazılacaq. Bu piksel başqa obyekt tərəfindən örtülənə qədər ekranda da görünəcək. Üçölçülü şəkil hesablanandan sonra Z-buferdə qalan bütün piksellər görüntüdə istifadə ediləcək.

Baxmayaraq ki, Z-bufer böyük yaddaş tutur, 3D-sürətləndiricisində qurulmuş Z-buferləşdirmə şəklil hesablanma sürətini son dərəcə artırır (24-mərtəbəli Z-bufer 640 × 480 həlmlülüyündə 900-ə yaxın kbayt tələb edir). Bu yaddaş 3D-sürətləndiricisinin daxili yaddaş olmalıdır. Z-buferin mərtəbəliliyi (z koordinatında bitlərin sayı) ön mühüm göstəricilərdən biridir; mərtəbə nə qədər yüksək olarsa, z koordinatının diskretliyi də bir o qədər yüksək olar və uzaqda yerləşən obyektlərin çəkilməsi dəqiq yerinə yetirilir.

Sürətləndiricilər, adətən, bəzi effektlərin, məsələn, yarıq avtomobili yolda süüyərkən yaranan toz dumanının əks etdirilməsi imkanına malik olur. Təsvir olunan piksellər dumanın rəng dərinliyindən asılı olaraq onun rəngilə qarışır. Həmin alqoritmin köməyiylə obyektlər zəif dumanla bürünür ki, bu da məsafə illüziyasını yaratmağa imkan verir.

3D-sürətləndiricisinin təmin etdiyi daha bir effekt səffaflıqdır. Ətraf mühitə



qeyri-səffaf obyektlərlə yanaşı, səffaf və yarımsəffaf obyektlər də mövcuddur. Yarımsəffaf effekti nöqtələrin rənginin ön (yarımsəffaf) və arxa plandakı rənglərin kombinasiyası yolu ilə yaradılır. Adətən, səffaflıq əmsali (alpha) 0-dan 1-ə qədər qiymətləndirilir. Bu zaman, rəng aşağıdakı düstur üzrə hesablanır: pikselin rəngi = (alpha) (ön plandakı pikselin rəngi) + (1 - alpha) (arxa plandakı pikselin rəngi).

(arxa plan pikseli, Z - buferdə yerləşən pikselidir).

Hər bir növbəti kadr formalaşdırılarkən 3D-sürətləndiricisi bütün qurulma yolunu yenidən keçir, ona görə də, o yüksək sürətə malik olmalıdır. Hərəkətə rəvanlıq vermək üçün ikiqat buferləşdirmə tətbiq edilir: buferin biri şəkil göstərilməsi üçün, digəri isə yeni şəkilin yaradılması üçün nəzərdə tutulur. Bir buferin tərkibi ekranda əks etdirilərkən digərində hazırılıq işləri görülür. Növbəti kadr hazır olduqda buferlər yerlərini dəyişir. Beləliklə, ekranda həmişə əla şəkil müşahidə edilir.



RƏQƏMSAL FOTOQRAFIYA

Həç kimə sirr deyil ki, görüntülərin kompüterdə işlənməsi bu gün adi hala çevrilib. Saytlar üçün qrafika, fotomontaj, jurnal və qəzetlərin səhifələnməsi – bütün bunlar və bir sıra digər işlər EHM-də yerinə yetirilir.

Rəqəmsal fotonun imkanlarına nümunə.



Hazırda görüntülərin kompüterdə saxlanması üçün bir sıra formatlar mövcuddur. Onların arasında ən geniş yayılanı və istifadə ediləni çox güman ki, JPEG-dir.

Əgər bu cür faylda yerləşən şəkil böyük həcmdirsə, məsələn, üfqi və şaquli xətt üzrə minə yaxın nöqtədən ibarətdirsə, onda belə bir şəkli əks etdirən informasiya verilənlərin daşıyıcısında olduqca çox yer tutacaq. Faylların ölçülərini kiçiltmək üçün sıxma metodu tətbiq edilir, özü də bu zaman informasiya itə də bilər, itməyə də bilər.

Sıxma proqramları ilkin görüntünün təhlil edir və "lazımsız" nöqtələri atır. Bu analiz nə qədər kobud olsa, görüntü bir o qədər tez və güclü şəkildə sıxılır. Güclü sıxma zamanı görüntü hiss ediləcək dərəcədə təhrif oluna bilər. Görüntülərin sıxılmasının müasir metodları minimal itkilərlə çox yaxşı nəticələr əldə etməyə imkan verir.

Görüntünün rəqəmsal formata çevrilməsi xüsusi qurğuların – *skanerlərin* köməyi ilə həyata keçirilir. Skanerin əsas hissəsi işığa həssas elementdir. O, kağızdakı ilkin görüntüdə əks olunan işıq axını tutur və elektrik siqnalı generasiya edir ki, həmin siqnal ilkin şəkli təsvir edən verilənlər səlinə çevrilir. Bu cür axın artıq kompüterdə işləyə bilər.

Adi gün işığı, məlum olduğu kimi, işığa həssas element üçün yetərli deyil, ona görə də dərəcəli sahəni işıqlandırmaq üçün skaner əlavə olaraq güclü lampa ilə təchiz edilir.

İşığa həssas element kifayət qədər bahalıdır, bu səbəbdən də o, kiçik ölçüdə hazırlanır və görüntü boyu addım-addım hərəkət edən şassi üzərində quraşdırılır, verilənlər isə kompüterə hissə-hissə ötürülür. Kompüterdəki idarəetmə proqramı şəklın ayrı-ayrı hissələrini bir-

birinə "yapışdırır" və son nəticəni ekranda müşahidə etməyə imkan verir.

Rəqəmsal görüntüləri yaratmaq üçün istifadə olunan digər bir qurğu rəqəmsal fotokameradır. Onun iş prinsipi adi plyonkalı kameranın iş prinsipinə çox oxşayır, fərq yalnız ondadır ki, plyonkanın əvəzinə işığa həssas matrisdən istifadə edilir. Matris nə qədər çox nöqtə əməl edə bilirsə, şəkil bir o qədər keyfiyyətli alınır.

Rəqəmsal kameralar xüsusi məlumat daşıyıcıları ilə təchiz edilir. Həmin daşıyıcılara geniş yayılmış formatda olan fayllar yazılır. Daşıyıcılar disket, kompakt-disk, sort disk və flaşyaddaş ola bilər. 1280 × 1024 nöqtə ölçüsündə olan (təxminən 9 × 12 standart formatına uyğun gəlir) 35 fotoşəkil 8 Mbayt yer tutur. Daha doğrusu bu ölçüdə olan təxminən 3 min fotoşəkil bir kompakt diskdə yerləşdirmək olar.

Rəqəmsal kameradan istifadə edərkən nəinki fotoşəkilin aşkarlanması aradan qaldırılır, həm də şəkil çəkmə daha ucuz başa gəlir. Əvvəla ona görə ki, plyonkalara pul xərcləmək lazım gəlmir; ikinci isə, rəqəmsal kamera ilə çəkərkən, şəklın pis alınacağından çəkinmək lazım deyil, çünki onu dərhal görüb pozmaq (rəqəmsal yaddaşı yeniləri üçün boşaltmaq məqsədilə) olar. Bu səbəbdən də valideynlərin əksəriyyəti öz uşaqlarına rəqəmsal fotoaparatlar hədiyyə edirlər ki, yeni texnikanı öyrənənə kimi onları müflis eləməsinlər.

Rəqəmsal görüntünün emalı üçün bir çox proqramlar mövcuddur. Bu proq-



Rəqəmsal makroçəkiliş.

ramlar yaradıcılıq üçün – təsvirin ölçüsündə sadə dəyişiklik etməkdən tutmuş ona fantastik effekt verməyə qədər – geniş imkanlar yaradır.

Rəqəmsal fotoqrafiyanın digər üstün cəhətləri ondan ibarətdir ki, şəkil kəllənmir, köhnəlmir, onda cızıqlar qalır. Fotoşəkili cəmi bir neçə dəqiqə ərzində elektron poçt vasitəsilə dünyanın istənilən nöqtəsinə göndərmək və əlbəttə ki, Internetdə cv səhifəsində yerləşdirmək mümkündür.

RƏQƏMSAL VIDEO

Kompüterdə təkcə oynamaq, müəyyən məsələləri həll etmək, yazı yazmaq yox, həm də bəzən görüntülərinin keyfiyyətinə görə adi videomaqnitofon və ya

televizordan əhəmiyyətli dərəcədə üstün olan filmlərə baxmaq olar.

Məlum olduğu kimi, videogörüntü kadrlar ardıcılığından başqa bir şey



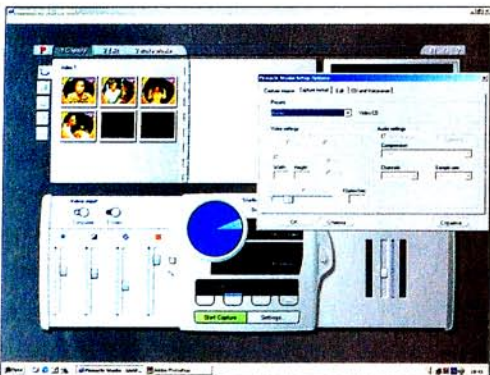
deyil. Filmin hər saniyəsi 24 müxtəlif kadr toplusudur. Beləliklə, bir saniyəlik videonu yadda saxlamaq üçün bizə bütün 24 kadrı saxlamaq lazım gəlir.

Tutaq ki, kadrın ölçüsü 512×384 nöqtədən ibarətdir. İstənilən nöqtə 16 milyon rəngdən birinə boyana bilər, yəni onun əks etdirilməsi üçün 3 bayt yaddaş lazım gələcək:

$$512 \times 384 \times 3 = 589824 \text{ bayt.}$$

Deməli, bir kadrın saxlanması üçün 600 kbyta yaxın yaddaş lazımdır. Əgər həm də səsi yadda saxlamaq tələb olunarsa, onda kadrın ölçüsü böyüyəcək. Bu zaman, məsələn, çox da böyük olmayan sıxlıq ilə iki saatlıq videoyazının saxlanması üçün 10 Gbaytdan artıq yaddaş lazım gələcək ki, bu da həttə müasir

Videomontaj proqramı üçün ekranın fotosu. Montajın parametrlərinin seçilməsi.



informasiya daşıyıcıları üçün o qədər də kiçik deyil.

Videonu rəqəmsal daşıyıcılarda saxlamaq üçün videogörüntülərin sıxılması texnologiyasından istifadə edilir. Ən geniş yayılmış sıxma formatı MPEG-dir. Bu format ötən əsrin sonunda Motion Picture Engineering Group-un alimləri tərəfindən hazırlanmışdır (MPEG-in təkmilləşdirilməsilə bağlı işlər indi də davam etdirilir). Hazırda MPEG formatı təsvirin mürəkkəblik dərəcəsindən asılı olaraq, onu 10 dəfədən 100 dəfəyədək və daha çox sıxmağa imkan verir.

MPEG üç hissədən ibarətdir: Audio, Video və System (sonuncu digər ikisinin birləşməsinə və sinxronlaşmasına yerinə yetirir). MPEG-in bir neçə müxtəlif standartı mövcuddur. Onların arasında daha geniş istifadə olunanı bunlardır: MPEG-1, MPEG-2 və MPEG-4. Bu standartlar bir-birindən sıxma dərəcəsinə, habelə çıxışdakı görüntünün keyfiyyətinə görə fərqlənirlər.

MPEG-də bir neçə kadrдан vahid tam kadr düzəldilir. Digərləri isə alqoritmlərin köməyiylə süni yaradılan kadrlardır. Faktiki olaraq yüksək sıxma dərəcəsinin hesabına informasiyanın yalnız bir hissəsi saxlanılır. Əsas kadr nə qədər seyrək şəkildə yerləşdirilərsə, görüntünün keyfiyyəti bir o qədər aşağı olar. Ona görə də filmin faylının ölçüsü ilə onun keyfiyyəti arasında kompromisin tapılması vacibdir.

MPEG faylında səs bu qaydada kodlaşdırılır: insan qulağının ayırd edə bilmədiyi bütün səslər atılır. Səs axınının bu cür emalının hesabına filmdəki səs çıxırının ölçüsü azalır. Bundan başqa, MPEG-in bəzi növləri bir neçə səs çıxırını dəstəkləyir, məsələn, filmə baxarkən onun ingilis versiyasından azərbaycan versiyasına, yaxud əksinə keçmək olar. Bu, müasir DVD (Digital Versatile Disk – “müxtəlif təyinatlı rəqəmsal disk”) qurğularında olduqca geniş istifadə edilir.

ÖZÜ ÜÇÜN REJİSSOR

Əlbəttə, filmə baxmaq üçün kompüterdən istifadə etmək yaxşıdır, amma daha maraqlısı onun köməyiylə şəxsi film yaratmaqdır. Bu məsələnin həlli üçün bəzi əlavə avadanlıqlar və səbir tələb olunur. Əvvəlcə videokamera ilə çəkilmiş materialı rəqəmsal formaya çevirmək və informasiya daşıyıcısında saxlamaq lazımdır. Çevirmə prosesi videogörüntünü dəstəkləyən xüsusi platandan istifadə etməklə həyata keçirilir. Əgər kompüter artıq TV-tünər platasına (monitorun ekranından teleproqramlara baxmaq mümkündürsə) malikdirsə, artıq kompüterdən heç nə tələb olunmayacaq. Videomaqnitofon və ya kamera kompüterə qoşulduqdan sonra videoaxının disko yazılması üçün proqramlar işə düşür.

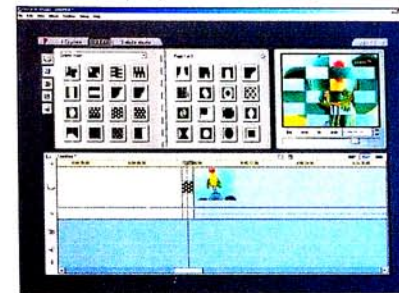
Ümumiyyətlə, adi televizorun ekranında görüntünün ölçüsü 576 sətir təşkil edir. Lakin televizorda təsvir hərası 288 sətirdən ibarət olan iki hissədən tərtib edilir. Birinci hissədə bütün tək sətirlər, ikincisində isə cüt sətirlər yerləşir. Televiziya ekranında bunu, adətən, sezmək olmur, amma video EHM-də işlənilərkən, xüsusilə, görüntülərin tez-tez dəyişdiyi səhnələrdə şəbəkə effektini müşahidə etmək olar. Şəbəkənin aradan qaldırılması üçün təsvirin bütün şəkildə olmasını təmin edən xüsusi proqram-filtrlər tətbiq edilir. Bu proses Deinterlacing adlanır.

Kompüterin sürəti eyni vaxtda həm videonu, həm də səsi emal etməyə imkan verərsə, onda səsi görüntü ilə birlikdə (əksər hallarda, bu, məhz belə olur) yazmaq olar. Amma bunları ayrı-ayrılıqda da yazmaq mümkündür.

Filmin kompüterdə redaktə edilməsi üçün xüsusi bahalı studiya avadanlıqları tələb olunmur, bütün proses olduqca aydın şəkildə baş verir və WYSIWYG prinsipinə uyğun gəlir. Diskdə neçə filmin yerləşməsi isə hansı kodlaşdırma proqramının seçilməsindən asılıdır. Bu-



Videomontaj proqramı üçün ekranın fotosu. Yuxarıda – montaj; aşağıda – xüsusi effektin seçilməsi.



nun üçün keyfiyyətli ölçü arasında kompromis axtarmaq lazım gəlir (keyfiyyət nə qədər yüksək olarsa, fayllar bir o qədər çox yer tutur). Videonun saxlanması üçün keyfiyyəti artırmaq və faylın ölçüsünü azaldan bir çox müxtəlif formatlar mövcuddur. Yaxın gələcəkdə, heç şübhəsiz, İnternet vasitəsilə ideal keyfiyyətli videoya baxmaq imkanı yaranacaq.

Frame (ing.) – videoaxının ayrılmaz hissəsi – kadrdir.
Frameskip (ing.) – kadrın atılması, düşməsidir. Bu, o vaxt baş verir ki, kompüter kadrı işləyib çatdırı bilmir, məsələn, sürət çatmır, yaxud kadr çox mürəkkəb olur (səhnələrin tez-tez dəyişməsi).
Codec (ing.) – görüntünün kodlaşdırılması və əksinə, kodun açılması proqramıdır. Digər proqramların videonu müəyyən edilmiş formata “oxuması və yazması” üçün kompüterdə yazılan kiçik proqramdır.



AUDIOMONTAJ

XIX əsrin sonunda radionun kəşf edilməsi nəticəsində kütləvi informasiyanın yeni sahəsi – radio verilişləri meydana gəldi. Radioproqramın hazırlanması üçün maqnit yazısı texnologiyasından istifadə edilməsi inqilabi addım idi. Birbaşa efir veriliş zamanı qonaqların hökmən studiyada olmasını tələb edirdi. Lakin studiyada əvvəlcədən veriliş iştirakçılarının səslərini maqnitofona yazmaq, sonra isə bu yazını səsləndirmək daha ölverişli idi. Veriliş “radio dinləyicilərinin xahışla” dəfələrlə efirə təkrar vermək olardı. Ən başlıcası isə, onu montaj etməklə efirə

Moskva Radio Evinə XX əsrin axırlarına aid ananavi montaj pultu.

Radiostansiyanın müasir montaj pultu.



xüsusi olaraq “hazırlayırdılar”. Bütöv yazıdan bir hissəsini senzura mülahizəsinə görə, bir hissəsini pauzalara, cəmi sözlərin təkrarlanmasına görə kəsirdilər.

“Cut and paste” (ing. “kəs və yapışdır”) texnologiyası audiomontaj zamanı görülən işin vəziyyətini dəqiq əks etdirirdi. Analoq lentli maqnitofon, yapışqan və qayçı montaj studiyasının əsas alətləri idi. Montaj prosesi, həqiqətən, “yaraıcı” iş sayılırdı.

Səsdəki səhvləri tuturdular, qayçı ilə dəqiq işləyərək, parçanın əvvəlində və sonunda lenti kəsirdilər, görəksiz hissələri atırdılar, sonra kəsilmiş parçaları səliqə ilə yapışdırırdılar. Əsas şərt maqnit lentini kormamamaq, özməmək, darıxtırmamaq idi. 20 dəqiqəlik verilişin montaj edilməsinə bir neçə saat vaxt sərf edilirdi.

Montaj başa çatdırdıqdan sonra ayrıca fon musiqisi seçilib götürülürdü və veriliş iki maqnitofondan üçüncüyə yazılırdı (nitq və musiqi). Bundan sonra veriliş efirə vermək üçün hazır hesab olunurdu.

Maqnit materialı bahalı idi, ona görə də lentdən köhnə yazıları pozur, yenidən maqnitləşdirir və təkrar iş prosesinə buraxırdılar. Bəzən lent mütəmadi düzəlişlərə davam gətirmirdi və birbaşa efir vaxtı qırılır, yaxud növbəti yazma zamanı zəif hiss edilən cıqıltı verirdi.

Bir neçə dəfə istifadə etmək üçün planlaşdırılan hazır material başqa lentə köçürülərək, arxivə yığılırdı. Arxivdə xüsusi saxlama şəraiti yaradılırdı: lentlərin çox qurumaması və korlanmaması üçün lazımi temperatur və rütubətlik təmin olunurdu. Lentlərə müntəzəm qulluq göstərilirdi, gərginliyi götürmək və yapışmaması üçün onları mütəmadi olaraq oks istiqamətə sarıyırdılar. Lent köhnəldikdə yazılar yoxlanılır və hətta üzü köçürülürdü. Yazıların uzun müddət qalması üçün hər cür imkandan istifadə

edirdilər. Arxivdə saxlanılan lentlərə hərbçilərin öz silahlarına yanaşdıqları kimi yanaşırdılar.

Amma analoq yazı üsulunun çox böyük çatışmazlığı mövcuddur. Hətta studiya aparatında təkrar yazarkən maqnitofondan kənar səslər qarışır, analoq signalın keçdiyi gücləndiricidə korlanma baş verirdi, həmçinin maqnit lenti səskiyə yaradırdı. Hər dəfə yazının üzünü köçürərkən keyfiyyət hiss ediləcək dərəcədə aşağı düşürdü.

XX əsrin sonunda kompüterin köməyiylə səsi peşəkar studiyaya maqnitofonlarında olduğundan heç də pis olmayan şəkildə saxlamağı, yazmağı və səsləndirməyi öyrəndilər. Vinil plastinkaları və maqnitofon kasetləri yerlərini rəqəmsal kompakt və mini diskrlərlə işləyən studiyalara verməli oldular.

Ən böyük inqilabi dəyişiklik montaj prosesində baş verdi. Analoq maqnitofonu, uzun lentləri, yapışqan və qayçıyı fərdi kompüter əvəz etməyə başladı. “Cut and paste” texnologiyası saxlanılma da, rəqəmsal formaya keçirildi. Monitorun ekranında səs sırası səs amplitudasının zamana görə qrafiki kimi təsvir edilirdi. Artıq səhvləri sezmək olurdu. Vaxt şkalası asanlıqla miqyaslaşdırılmağa başladı, fraqmenti saniyənin mində bir hissəsi dəqiqliklə qeyd etmək mümkün oldu (lent üçün bu millimetr hissəsi qədər ola bilərdi). Əvvəlcə səsə ayrıca parça kimi qulaq asır və yalnız bundan sonra qərar qəbul edilirdi ki, bu hissəni kəsib atmaq və ya sərhədləri sürüşdürmək lazımdır. Nəinki bir neçə dəfə ölçüb, sonra kəsmək, hətta parça səhvən kəsilib atılmışsa belə, hər şeyi geri qaytarmaq mümkün oldu. Lazımı parça fonoproqramın istənilən yerinə asanlıqla keçirilirdi. Montaj proqramları fon musiqisini verilişə qoşmağa imkan verirdi. Ümumiyyətlə, əvvəllər fiziki işlərə sərf edilən saatları artıq indi dəqiqələr əvəz edir.

Mini-disk (MD) Sony firması (Yaponiya) tərəfindən hazırlanıb. Bu rəqəmsal maqnitoptik daşıyıcı adı CD-də olduğu qədər (74 dəq.) informasiya tutumuna malikdir. Lakin CD-dən fərqli olaraq, istənilən yazı parçalarını dəfələrlə MD-yə yazmaq və pozmaq olar. Səsi 5 dəfə sıxmaq lazım gəldikdə MD-dən istifadə olunur.

Verilişin emalı zamanı tətbiq edilən ən sadə effektlər arasında səs tonunu azaldan və artıran effekti, müxtəlif salonların və stadionların əks-səda effektini göstərmək olar.

Audiomontaj proqramlarının imkanlarının, həqiqətən, həddi-hüddud yoxdur. Montaj edilən veriliş səs rejissorunun kompüterinə daxil olur və oradan birbaşa efirə verilir. Yazıların saxlanması üçün daha ölverişli imkan yaranıb. Mini-disklərdəki və kompüterlərdəki verilənlər vaxt keçdikcə heç də keyfiyyətini itimr. Belə ki, 30 dəq.-lik veriliş cəmi 50 Mbayt-lıq disk tutumu tələb edir, yəni onun daimi saxlanması cüzi xərc tələb edir.

Köhnə texnologiyadan daha nə qaldı? Montaj zamanı insanın aydın olmayan yazını tamamilə orijinal, maraqlı, yaddaqalan verilişə çevirdiyi yaradıcılıq prosesi bədii redaktorun quru elmi mətni uşaq ensiklopediyası dilinə çevirməsi kimidir. Radioda bu zərəfatı əbəz yerə səsləndirmirlər: “Siz bizə yalnız əlifba danışın, biz isə özümüz veriliş montaj edirik”.



Yapışqan sonradan skotça çox oxşayan yapışqanlı lentlə əvəz edildi.

Radio verilişlərində səs MPEG-1 Layer-3 standartında 256 kbit/s axını ilə sıxılmaqla yazılır.

Studiya maqnitofonları.





HESABLAMALAR

KOMPÜTERDƏ HESABLAMALAR

Havanın hərəti, təzyiqi, rütubəti, buludluğu, düşən yağıntının miqdarı, küləyin istiqaməti və gücü haqqında informasiyalar hava haqqında kifayət qədər dəqiq proqnoz tərtib etməyə imkan verir. Təəssüf ki, bu proqnoz onun tərtib edildiyi mövsüm artıq ötüb keçdikdən sonra hazır olacaqdır, yəni yay üçün havanın

necə olacağını gələn payız xəbər verəcəklər.

Bu problemin həllində mühüm məqam məsələlərin həllində dəqiqliyin və sürətin artırılmasına, eləcə də yeni sinif məsələlərin həllinə imkan verən kompüterlərin məhsuldarlığının yüksəldilməsidir.

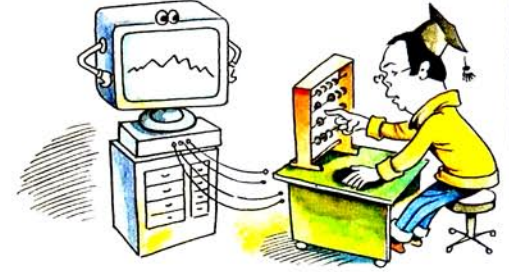
Kompüterdə hesablamalar hesab qurğusunda (HQ) həyata keçirilir. HQ informasiyanı başqa şəkllə çevirir; kompüterin digər qurğularında (yaddaş, idarəetmə, giriş, çıxış) isə informasiyanın yalnız zaman və məkan üzrə yerdəyişməsi baş verir. HQ iki cür olur: universal və ixtisaslaşdırılmış. Universal HQ kompüterin ömrlər sistemində nəzərdə tutulmuş bütün hesablamə əməliyyatlarını yerinə yetirir. Kompüterin ömrlər sistemində adətən toplama, çıxma, müqayisə, vurma, bölmə və bəzən kvadrat kökün hesablanması əməliyyatları daxildir.

HMQ (hesab-məntiq qurğusu) – universal hesab qurğusunun ən sadə növüdür. O, tam ədədləri emal edir, toplama, çıxma, sürüşmə və məntiq əməliyyatlarını yerinə yetirir.

İxtisaslaşdırılmış HQ alqoritmik cəhətdən yaxın olan əməliyyatlar qrupunu yerinə yetirir. Beləliklə, toplama qurğusu – toplama, çıxma, müqayisə əməliyyatlarını; vurma qurğusu – vurma əməliyyatını; bölmə qurğusu – bölmə və kvadrat kökün hesablanması əməliyyatlarını yerinə yetirir.

Universal HQ kompüterdə olan bir neçə ixtisaslaşdırılmış HQ-dan fərqli olaraq kiçik həcmə malikdir (yəni, müasir prosessorların hazırlandığı yarımkəçirici kristallarda az yer tutur). İxtisaslaşdırılmış HQ maşında bir neçə hesablamə əməliyyatını eyni vaxtda yerinə yetirməyə imkan verir ki, bu da kompüterin sürətini və məhsuldarlığını artırmış olur.

Avadanlıqlar kristalda nə qədər çox olarsa, HQ bir o qədər mürəkkəb olur və onların işi sürətləndikcə mikroprosessorun məhsuldarlığı yüksəlir. Bundan başqa kompüterdə HQ-nın sayını artırmaqla hesablamə prosesini paralelləşdirmək mümkündür. Əvvəllər bəzi əməliyyatlar (məsələn, bölmə və kvadrat kökün hesablanması) xüsusi proqramların kö-



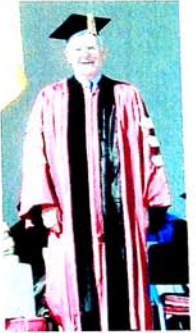
Hələ 1965-ci ildə Qordon Mur (Intel şirkətinin yaradıcılarından biri) görmüşdü ki, hər bir neçə ildən bir buraxılan yarımkəçirici yaddaşın yeni kristalının tutumu özündən əvvəlki yaddaş kristalının tutumundan təxminən 2 dəfə çoxdur. Bu qiymətləndirmə mikroprosessorun kristalındakı tranzistorların sayı və mikroprosessorun məhsuldarlığı üçün də doğrudur.

məyilə yerinə yetirilirdisə, artıq bu işlər aparat yolu ilə görülür ki, bu da proqram realizasiyasından daha sürətlidir.

90-cı illərdə multimedia hesab qurğuları meydana çıxdı. Onlardan istifadə qrafiki informasiyaların emalı mümkün-lüyünü xeyli genişləndirdi, kompüter tomoqrafiyası və virtual realıq meydana gəldi.

SABİT VERGÜLLÜ ƏDƏDLƏRİN TƏSVİRİ

Kompüterdə emal edilən ədədlər *sabit* və *sürüşkən vergüllü* ədədlərə bölünür. Sabit vergüllü ədədlər ikili şəkildə göstərilmiş adi tam ədədlərdir. Tam hissəni kəsr hissədən ayıran vergül qeyd olunmuş, yəni sabit yerdə durur. Vergülün qoyulduğu yer ədədin kiçik mərtəbəsindən sağda olur. Proqramlaşdırma dillərində belə kəmiyyatlar tam ədədlər kimi qeyd olunurlar. Çox zaman tam ədəd 32 və ya 64 ikilik mərtəbəli (bit) yer tutur. Bu zaman bir mərtəbə ədədin



Qordon Mur.

◀ Tomoqraf.



işarəsinə, digərləri isə ədədin özünə ayrılır. 64 mərtəbəli tam ədədin köməyiylə göstərilə bilən ən kiçik ədəd -2^{63} , ən böyük ədəd isə $(2^{63} - 1)$ -dir.

Tam ədədlərlə aparılan toplama, çıxma və vurma əməliyyatları dəqiqdirlər. Bölmə və kvadrat kökün hesablanması zamanı nəticənin yuvarlaqlaşdırılması təqribi (dəqiq olmayan) qiymət alınmasına gətirib çıxara bilər.

Tutaq ki, iki eyni dərəcəli A və B ədədlərini toplamaq lazımdır. Əgər $1+1$ toplasaq, ikilik mərtəbədə saxlanılan cəm 0 -a bərabər olacaqdır (baxmayaraq ki, gözlənilən nəticə 2 idi). Yekun qiymətin itməməsi üçün yalnız nəticədən deyil, ikilik ədəddə *dolub-daşma əlamətindən* – keçiddən də istifadə edilir. Keçidin özü də ikilik mərtəbədir. Belə ki, dolub-daşma olmadıqda keçid 0 -a, dolub-daşma olduqda isə 1 -ə bərabərdir. Əgər cəmi S , keçidi C ilə işarə etsək, onda doğruluq cədvəlini aşağıdakı kimi tərtib etmək olar:

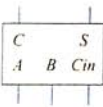
A	B	C	S
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Göründüyü kimi, toplananlardan yalnız biri 1 -ə bərabərdirsə, S cəmi 1 -ə bərabərdir. Cədvəli reallaşdıran məntiqi element *birmərtəbəli cəmləyici* adlanır. Bu elementin köməyiylə iki birmərtəbəli ədədi toplayaraq cəmi və keçidi almaq olar, lakin çox sayda mərtəbələrə malik ədədləri toplamaq olmaz. Bunun üçün

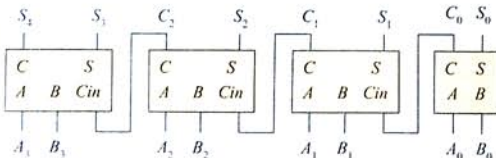
Birmərtəbəli cəmləyici.



Tam birmərtəbəli cəmləyici.



Ardıcıl cəmləyici.



qonşu kiçik mərtəbədən keçidi nəzərə almalı olan *Cin* keçid girişi vacibdir.

Tam *birmərtəbəli cəmləyici* üçün aşağıda göstərilmiş doğruluq cədvəlini yazmaq mümkündür:

A	B	Cin	C	S
0	0	0	0	0
0	1	0	0	1
1	0	0	0	1
1	1	0	1	0
0	0	1	0	1
0	1	1	1	0
1	0	1	1	0
1	1	1	1	1

Bu cədvəlin ilk dörd sətri ($Cin = 0$) əvvəlki doğruluq cədvəli ilə üst-üstə düşür. İki və ya üç vahid toplanırsa, keçid C var, tək sayda vahid toplanırsa (bir və ya üç), cəm $S = 1$ olacaqdır.

Tutaq ki, A və B – iki 4 mərtəbəli ikilik ədədlərdir, 0 – kiçik mərtəbənin, 3 isə yuxarı mərtəbənin nömrəsidir. Burada kiçik mərtəbədə yaranmış C_0 keçidi birinci mərtəbənin keçid girişinə verilir; C_1 keçidi ikinci mərtəbəyə daxil olur; C_2 yuxarı mərtəbəyə verilir, yəni keçidlərin girişi və çıxışları ardıcıl birləşiblər.

Keçidlər zəncirini təşkil edən bu cür cəmləyicini *ardıcıl* adlandırırlar. Bu cəmləyicinin ən sadə, lakin ən asta növüdür. Göstərilən sxem üzrə qurulmuş 64 mərtəbəli cəmləyicidə cəmin yuxarı mərtəbəsi bir mərtəbəli cəmləyicinin 64 dövründən sonra əldə edilir.

Cəmləyici, kompüterin sürətli işləməsində böyük rol oynayan vacib qovşaqlardan biridir. Odur ki, cəmləyicilərin işləmə sürətinin yüksək olması həmişə aktual məsələ olmuşdur. Hal-hazırda ardıcıl cəmləyicidən onlarla dəfə sürətli cəmləyicilər yaradılmışdır. Cəmləyicilər təkə ədədlərin toplanmasında deyil, vurma, bölmə və hətta kvadrat kökün hesablanmasında da istifadə olunurlar.

Sabit vergüllü ədədləri çıxmaq üçün çıxılan əvvəlcə əlavə koda (əlavə kod dedikdə ilkin qiymətilə cəmi 0 verən ədəd başa düşülür) çevrilir, daha sonra azalanla cəmlənir.

Vurma əməliyyatını adı sütunlu vurma kimi yerinə yetirmək olar. Tutaq ki, E və T – vuruqlar, P isə hasilidir. İlk əvvəl birinci E vuruğu T_0 vuruğunun kiçik mərtəbəsinə vurulur. Əgər $T_0 = 0$ olarsa, onda $E \cdot T_0 = 0$, əks halda $E \cdot T_0 = E$, yəni birinci vuruqla ikinci vuruğun mərtəbələrinin hasili ya sıfıra ya da birinci vuruğa bərabərdir. Bu cür hasili hissə-hissə hasil adlandırılır. Sonra, birinci vuruq bir mərtəbə sola sürüşdürülür və ikinci vuruğun mərtəbəsinə (T_1) vurulur – növbəti hissə-hissə hasil yaranır. Bu cür proses ikinci vuruğun yuxarı mərtəbəsinə (T_{63}) qədər davam edir. Ümumi hasil əldə etmək üçün hissə-hissə hasiləri toplamaq lazımdır ki, bunu da artıq tanıdığımız cəmləyicilər vasitəsilə etmək olar.

Hasilin bu algoritmi – ən sadə və kifayət qədər yavaşdır. Vurma prosesini sürətləndirməyə imkan verən çoxlu sayda alqoritmlər mövcuddur.

Bölmə – ən mürəkkəb və ən yavaş hesablama əməliyyatıdır. Bir addımda qismətin bir-neçə rəqəmini təyin etməyə imkan verən bölmə alqoritmləri mövcuddur.

Hal-hazırda bölmə əməliyyatı onu vurma ilə əvəz edən alqoritmlərin köməyiylə həyata keçirilir. Bu halda bölünən bölünən tərs qiymətinə vurulur. Çox zaman tərs qiymət cədvəlin köməyiylə təyin olunur. Bəzi processorlarda ümumiyyətlə, bölmə qurğusu yoxdur və bu əməliyyat xüsusi proqramlar vasitəsilə yerinə yetirilir.

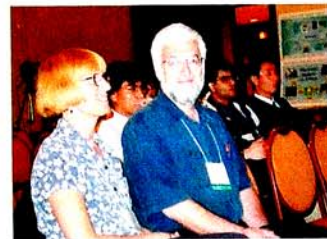
Elmi hesablamalar üçün çox böyük və çox kiçik ədədlərdən istifadə xarakterikdir. Məsələn, kosmik obyektlərin kütlələri və aralarındakı məsafə çox böyükdür. Atomun daxilində elementar



hissəciklərin kütlələri və aralarındakı məsafə çox kiçikdir. Bu halda istifadə olunan ədədlərin geniş diapazonundan danışılır. Sabit vergüllü ədədlər isə dar diapazona malikdirlər.

İlk kompüterlər sabit vergüllü ədədlərlə işləyirdi. O zamanlar dar diapazon problemini həll etmək üçün proqramçılar miqyaslaşdırma tətbiq edirdilər. Əgər ədədlər çox kiçik idisə, proqramçılar onları eyni bir ədədə vururdu, əksinə, çox böyük idisə, onları eyni bir ədədə bölürdülər.

Miqyaslaşdırma məqsədilə proqramçı verilənləri, aralıq və son nəticələri analiz edirdi ki, bütün mərhələlərdə hesablama diapazonu kifayət etsin. Diapazonun sərhədindən kənara çıxma hesablamalarda kobud səhvlərə gətirib çıxarırdı. Məsələn, kompüter 10 mərtəbəli ədədlərlə işləyirsə, onda iki 6 mərtəbəli ədədin hasili 12 mərtəbəli olur, yəni hasilin 2 mərtəbəsi kompüterin mərtəbə cədvəlindən kənarda qalır. Bu zaman nəticə mənasız alınır. Miqyaslaşdırma prosesi proqramçılardan çoxlu güc və vaxt tələb edirdi.



“Vurma və bölməni öyrənməyin heç olmasa bir həqiqi səbəbi vardı – bu əməliyyatların yerinə yetirilməsinin sonsuz sayda üsulları mövcuddur və deməli, yeni vurma qurğusu kəşf edilərsə, sonsuz sayda dissertasiyalar müdafiə oluna bilər”.

Alan Klements
(hesablama texnikası sahəsində amerika alimi).
“Kompüter qurğularının prinsipləri”.
1986-cı il.

Alan Klements
səhifə ilə.



SÜRÜŞKƏN VERGÜLLÜ ƏDƏDLƏRİN TƏSVİRİ

Sürüşkən vergüllü ədədlər kompüterdə belə təsvir olunurlar:

$$Q = (-1)^S \cdot M \cdot 2^S,$$

burada, Q – ədədin qiyməti, S – ədədin işarəsi, M – ədədin mantissası, S – ədədin tərtibidir. Programlaşdırma dillərində sürüşkən vergüllü ədədlər adətən həqiqi ədədlər kimi qeyd edirlər. Ədədin işarəsi bir bit tutur. Əgər, $S = 0$ olarsa, o zaman $(-1)^0 = (-1)^0 = +1$ və Q müsbət işarəlidir. Əgər, $S = 1$ olarsa, o zaman

YUVARLAQLAŞDIRMANIN SƏHVLƏRİ

Qeyd etmək lazımdır ki, sürüşkən vergüllü ədədlərlə aparılan hesab əməliyyatları sabit vergüllü ədədlərlə aparılan hesablara nisbətən xeyli mürəkkəbdir. Məsələn, sürüşkən vergüllü ədədlər üçün nəticə əməliyyatın yerinə yetirilmə ardıcılığından asılıdır, yəni:

$$A + (B + C) \neq (A + B) + C.$$

Bu onunla əlaqədardır ki, sürüşkən vergüllü ədədlərlə aparılan hesablamlar dəqiq deyil, təqribidirlər. Sürüşkən vergüllü ədədlərlə aparılan əməliyyatlar zamanı mətbə cədvəlində yer çatmadığından kiçik mətbələr atılır və yuvarlaqlaşdırma aparılır. Məsələn həlli zamanı yuvarlaqlaşdırma səhvləri toplanaraq tamamilə yanlış nəticənin alınmasına gətirib çıxara bilər.

Yüksək dəqiqlikdən istifadə hesablama alqoritmlərinin yoxlanılması üçün ən sadə metoddur. Belə ki, 32 mətbəli dəqiqlik əvəzinə 80 mətbəli tətbiq edilərsə, bu hər zaman lazımi nəticəni verir. Məsələn, iki dəyişənli funksiyani hesablayaq:

$$f(x, y) = 333,75y^6 + x^2(11x^2y^2 - y^6 - 121y^4 - 2) + 5,5y^6 + x(72y),$$

Burada, $x = 77\ 617$ və $y = 33\ 096$. Aşağıdakı nəticələri 32, 64 və 80 mətbəli dəqiqliklə alırıq:

32 m	$f = 1,172\ 603...$
64 m	$f = 1,172\ 603\ 940\ 053\ 1...$
80 m	$f = 1,172\ 603\ 940\ 053\ 178...$

Hər üç nəticədə yuxarı mətbəli ilk yeddi ədəd üst-üstə düşür. Görünə bilər ki, mətbənin artması həqiqətən hesablamaların dəqiqliyini artırır. Əslində isə düzgün cavab tamamı başqadır!

Interval hesabı, hesabın sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində əməliyyatlar zamanı meydana çıxan bu cür problemləri öyrənən bölməsidir. Interval metodu cavabda ədəd əvəzinə, nəticənin yerləşdiyi intervalı verir. Intervalın çox böyük olması onu göstərir ki, seçilmiş alqoritm lazımi dəqiqliyi vermir.

$(-1)^S = -1$ və Q mənfi işarəyə malik olur.

M qiymətinə məhdudiyyət qoyulur:

$$1 \leq M \leq 2.$$

Bu bərabərsizliyi ödəyən mantissa *normallaşdırılmış* adlanır. S – tam ədəddir (mənfi və ya müsbət).

Ədədlərin bu cür təsviri mühəndis və alimlər tərəfindən istifadə olunan yazılara bənzəyir. Məsələn, mühəndis $a = 350\ 000\ 000\ 000$ əvəzinə $a = 3,5 \cdot 10^{11}$ yazacaq.

Sürüşkən vergüllü ədədlərdən istifadə kompüterdə ədədlərin dəqiqliyini və diapazonunu əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa imkan verdi və programçını miqyaslaşdırma kimi yorucu prosedərdən azad etdi.

Beləliklə, 64 formatlı sürüşkən vergüllü ədədlər 11 mətbəli tərtibə malikdirlər ki, bu da -2^{2047} -dən $+2^{2047}$ -yə qədər olan ədədləri təqdim etməyə imkan verir. Sabit vergüllü iki qonşu ədədlər arasında məsafə 1-dir (axı, iki qonşu ədəd vahid qədər fərqlənirlər), lakin, 0-ın yaxınlığında yerləşən sürüşkən vergüllü iki qonşu ədəd arasında məsafə 2^{-2100} -ə bərabərdir.

Sürüşkən vergüllü iki ədədi toplayaq:

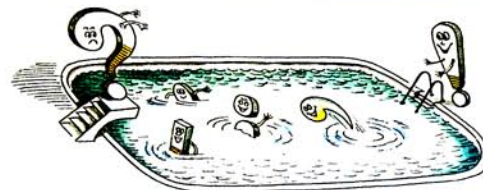
$$Q_1 = (-1)^{S_1} \cdot M_1 \cdot 2^{S_1},$$

$$Q_2 = (-1)^{S_2} \cdot M_2 \cdot 2^{S_2}.$$

Qüvvət şəklində verilmiş ədədləri toplamaq üçün onların qüvvət üstlərini (dərəcələrini) bərabərləşdirmək lazımdır. Tutaq ki, $S_1 > S_2$ və $S_1 - S_2 = SF$ (tərtiblər fərqi), o zaman aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 &= (-1)^{S_1} \cdot M_1 \cdot 2^{S_1} + \\ &+ (-1)^{S_2} \cdot M_2 \cdot 2^{S_2} = \\ &= (-1)^{S_1} \cdot M_1 \cdot 2^{S_1} + \\ &+ (-1)^{S_2} \cdot (M_2 \cdot 2^{-SF}) \cdot (2^{S_2} \cdot 2^{SF}). \end{aligned}$$

Q_2 ədədini 2^{SF} ədədinə vurduq və böldük. Q_2 dəyişmədi, yalnız onun tərtibi – mantissası və tərtibi dəyişdi.



Mantissanı 2^{SF} -ə vurmaq üçün vergüllü SF mətbəyə sola keçirmək və ya mantissanı sağa sürüşdürmək lazımdır. Bu halda mantissanın SF qədər kiçik mətbələri mətbə cədvəlinin sərhəddən kənara çıxacaq və nəticədə hesablamlarda iştirak etməyəcəkdir. SF tərtiblər fərqi hesablanması üçün böyük olmayan cəmləyicidən istifadə etmək olar. Mantissanın sağa sürüşdürülməsi prosessorun qovşağı tərəfindən yerinə yetirilir və yerdəyişdirici adlanır.

Digər tərəfdən $2^{S_2} \cdot 2^{SF} = 2^{S_2 + SF} = 2^{S_1}$, yəni ikinci ədədin tərtibi birinci ədədin tərtibinə bərabərdir və ədədləri toplamaq olar. Çevirməni davam etdirək:

$$\begin{aligned} Q_1 + Q_2 &= [(-1)^{S_1} \cdot M_1 + \\ &+ (-1)^{S_2} \cdot (M_2 \cdot 2^{-SF})] \cdot 2^{S_1}. \end{aligned}$$

M_1 ilə (işarəni nəzərə almaqla) mətbələri SF qədər sağa sürüşdürülmüş M_2 mantissasını toplayaq. Mantissalar cəmləyici vasitəsilə toplanırlar. Nəticənin tərtibi iki tərtibdən ən böyüyünə, yəni S_1 -ə bərabər olacaq.

Sürüşkən vergüllü iki ədədin hasilinə baxaq:

$$Q_1 = (-1)^{S_1} \cdot M_1 \cdot 2^{S_1},$$

$$Q_2 = (-1)^{S_2} \cdot M_2 \cdot 2^{S_2},$$

$$\begin{aligned} Q_1 \cdot Q_2 &= (-1)^{S_1} \cdot M_1 \cdot 2^{S_1} \cdot (-1)^{S_2} \times \\ &\times M_2 \cdot 2^{S_2} = (-1)^{S_1} \cdot (-1)^{S_2} \cdot M_1 \cdot M_2 \times \\ &\times 2^{S_1} \cdot 2^{S_2} = (-1)^{S_1 + S_2} \cdot M_1 \cdot M_2 \cdot 2^{S_1 + S_2}. \end{aligned}$$

Göründüyü kimi, sürüşkən vergüllü iki ədədin hasilini hesablamaq üçün mantissaları bir-birinə vurmaq lazımdır, hasilin tərtibi isə vuruqların tərtiblərinin

cəminə bərabərdir. Hasilin işarəsi vuruqların işarələri ilə təyin olunur: əgər işarələr eynidirsə, hasil müsbətdir, işarələr fərqlidirsə, hasil mənfidir.

Tutaq ki, Q_1 qiymətini Q_2 -yə bölmək lazımdır:

$$\begin{aligned} Q_1 / Q_2 &= [(-1)^{S_1} \cdot M_1 \cdot 2^{S_1}] / [(-1)^{S_2} \times \\ &\times M_2 \cdot 2^{S_2}] = (-1)^{S_1 - S_2} \cdot (M_1 / M_2) \cdot 2^{S_1 - S_2}. \end{aligned}$$

Sürüşkən vergüllü ədədləri bölmək üçün mantissaları bölmək, bölünənin tərtibindən isə bölünən tərtibini çıxmaq lazımdır. Əgər bölünənə bölünən işarələri üst-üstə düşərsə, qismətin işarəsi müsbət, bölünənə bölünən işarələri müxtəlifdirsə, işarə mənfidir.

ANSI/IEEE 754 STANDARTI

Program təminatının qiyməti aparatın və ya mütəxəssislərin dediyi kimi "dəmirin" qiymətindən xeyli böyükdür. Bundan başqa, program təminatının yazılması xeyli vaxt aparır. Odur ki, yeni aparatı artıq mövcud olan proqrama uyğun layihələndirməyə çalışırlar. Proqram təminatı yüksək səviyyəli proqram



IEEE ekspert qrupu.

HESABLAMALARDA XƏTANIN QIYMƏTLƏNDİRİLMƏSİ

1991-ci ildə Fars körfəzində, ABŞ-in İraqa qarşı müharibəsi zamanı Amerikanın "Patriot" zenit raketləri batereyası iraqilərin buraxdığı, sovet istehsalı olan "Skad" raketini zərərəldirə bilmədi. Raket amerikalı əsgərlərin olduğu kazamaya düşərək 28 nəfərin həyatına son qoydu.



Amerikanın "Patriot" zenit raketini.

Facianın səbəbi vaxtın hesablanmasıdır. Yəni verilmiş xəta idi. Hesablamada kompüterin taktik generatorunun göstərdiyi vaxtı (o saniyənin onda biri qədər ölçülür) 1/10 ədədinə vurmaq lazımdır, lakin bu onluq ədədi ikilik ədəd kimi dəqiq göstərmək mümkün deyildi. Verilən sabit ədədin saxlanması 24 mərtəbəli registrdən istifadə edildi. 1/10-in dəqiq qiymətinin onun ikilik koddakı qeyri dəqiq qiyməti arasındakı fərq ikilik kodda 0, 0 000 000 000 000 000 000 000 011 001 100... və ya onluq kodda 0, 000 000 095-ə bərabərdir. Kompüter 100 saata qədər işləmişdir, bu zaman ərzində vaxtın hesablanması 0,34 san qədər xəta yaranmışdır. "Skad" raketinin sürəti təqribən 1700 m/san idi, yəni həmin vaxtda o 500 m-dən çox yol qət etmişdi. Bu vaxt onun zenit raketləri tərəfindən tutula bilməməsi üçün kifayət idi.

Digər xətanın nəticəsi, faciəli olmasa da, çox bəla başa gəldi. 1996-cı ildə Avropa kosmik agentliyinin "Arian-5" raketinin ilk buraxılışı oldu. Uçuş vaxtından 40 san sonra o verilmiş trayektoriyadan kənara çıxaraq partladı. Raket 10 il müddətinə yaradılmış və onun hazırlanmasına 7,5 mlrd dollar sərf edilmişdi.

Buna səbəb ətalət hesablama sisteminin proqram təminatında dəqiqliyin pozulması idi. Uçuş meydanına nəzərən raketin üfqi sürəti 64 mərtəbəli sürüşkən vergüllü ədədlə ifadə olunurdu. Proqramda o 16 mərtəbəli sabit vergüllü ədədə çevrilirdi. Məlum oldu ki, bu ədəd 32768-dən (16 mərtəbədə göstərilməsi mümkün olan maksimal ədəddən) böyük olur. Çevirmə səhv cavabın alınmasına səbəb oldu və nəticədə raket partladı.



1991-ci ildə Fars körfəzində müharibə. Qaçqınlar. 1991.

laşdırma dillərində yaradılır ki, onu eyni nəticə ilə müxtəlif növ kompüterlər üçün istifadə etmək mümkün olsun.

Sürüşkən vergüllü ədədlərlə aparılan əməliyyatlar proqram təminatının bir platformadan digər platformaya keçirilməsinə mane olurdu. Belə ki, onların reallaşdırılması bir kompüterlər ailəsindən digərinə keçdikdə kəskin dəyişirdi. Reallaşdırılmalı mantissa və tərtibin mərtəbələrinin sayına, onların kodlaşdırılma metodlarına, hesablama sistemlərinin əsaslarına, yuvarlaqlaşdırma metodlarına, dayanmalara və s. görə fərqlənirdilər.

Sürüşkən vergüllü hesablamlar sahəsində bu cür vəziyyət ona gətirib çıxardı ki, 1977-ci ildə ABŞ-in elektrotexnika və radioelektronika üzrə mühəndislər institutunun (IEEE Computer Society) Kompüter cəmiyyətinə sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində ikilik hesablamlar aparmaq üçün standartın işlənməsi üzrə qrup yaradıldı. Bu qrupun üzvləri – mikroprosessor istehsalçıları və universitet alimləri idilər. Qrupun iclasları çox qızgın keçirdi. Bir vaxtlar deyirdilər ki, ABŞ-da baxılması maraqlı olan üç diqqətəlayiq yer var: Las-Veqas, Böyük kanyon və sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində ikilik hesablamlar aparmaq üçün standartın işlənməsi üzrə yaradılmış qrupun iclasları.

Baxmayaraq ki, standart 1985-ci ildə qəbul olundu, artıq 1984-cü ildə onun layihəsi qabaqcıl firmalar (Intel, AMD, IBM və s.) tərəfindən reallaşdırılmışdır.

Mövcud olduğu tarix boyu bu faktiki olaraq beynəlxalq standart oldu və indi bütün aparat və proqram təminatı tədqiqatçıları onun tələblərinə əməl edirlər. Buna baxmayaraq 2001-ci ildə standarta yenidən baxmaq zərurəti meydana gəldi və bu istiqamətdə işlərə başlanıldı. Buna səbəb kompüter hesabında son 20 ildə əldə edilmiş nailiyyətlərin bu standarta öz əksini tapmaması idi.

HESABLAMA ÜSULLARI

Bir çox sahələrdə hesablamlar aparmaq tələb olunur və burada əsas rollardan birini hesablama riyaziyyatı oynayır. Təbiət elmləri adətən, bu və ya digər elmləri öyrənərək onun təsvirini verir, qanunları formalaşdırır. Təsvir ya keyfiyyət, ya da kəmiyyət xüsusiyyəti daşıyır. Hər hansı hadisəni və ya prosesi ədəd şəklində proqnozlaşdırmaq tələb olunursa (məsələn, havanın hərərətini, atmosfer təzyiqini və s. qabaqcadan demək), o halda kəmiyyət təsviri və ya riyazi model lazımdır.

DƏQİQ VƏ YA TƏQRİBİ...

Leopold Kroneker bir dəfə demişdir: "Tam ədədləri Allah yaradıb, qalanları isə insanların işidir". Tam ədədlərlə işləmək asan və xoşdur. Bu ədədlərlə hesablamları nəzəri cəhətdən mütləq dəqiqliklə yerinə yetirmək mümkündür. Başqa məsələ – onluq kəsr kimi bizə daha yaxşı tanış olan *haqiqi* ədədlərdir. Sonuncular həm sonlu, həm də sonsuz – dövrü və qeyri-dövrü olur. Məsələn, orta məktəbin riyaziyyat kursundan məlumdur ki, π ədədi sonlu və ya sonsuz dövrü onluq kəsr kimi ifadə olunmur, yəni *irrasionaldır*.

Fizika məsələlərinin həlli zamanı məhz haqiqi ədədlərə rast gəlinir. Cismnin kütləsi, yükün miqdarı, sürət, təcil, ağırlıq qüvvəsi – bütün bunlar *fiziki kəmiyyətlərin* nümunələridir. Onlardan bəziləri, məsələn, kütlə və ya yük, *skalar* olub, bir haqiqi ədədlə xarakterizə olunurlar. Digərləri isə, *vektorlar*, üç haqiqi ədədlərlə – vektorun koordinatları ilə verilir.

Hətta nəzəri olaraq, haqiqi ədədləri nə dəqiq yazmaq, nə də onlar üzərində dəqiq hesablamlar aparmaq mümkün olmur. Lakin bu hələ hamısı deyil. Praktiki

Xoşbəxtlikdən, bizdən heç vaxt mütləq dəqiq həll tələb olunmur. Buraxılan xəta, yəni axtarılan kəmiyyətin hesablanan qiymətinin onun haqiqi qiymətindən kənara çıxması, praktiki ehtiyaclarla təyin olunur. Məsələn, bizə otağın ölçüləri santimetr dəqiqliklə məlum ola bilər, lakin adi həyatda onun kub santimetr dəqiqliklə həcmi çətin ki, bizə lazım olsun.

tikada fiziki məsələlərin həlli hər hansı ilkin verilənlərin və ya ən azı fundamental fiziki sabitlərin qiymətlərinin verilməsini nəzərdə tutur. Həm bu, həm də digər qiymətləri ölçmələrin köməyiylə, yəni *təqribi* əldə edirlər.

ƏDƏDLƏRİN MAŞINDA TƏSVİRİ

Fiziki kəmiyyətlər həm çox böyük, həm də çox kiçik qiymətlər alırlar. Bununla belə həm böyük, həm də kiçik qiymətlərə bir misaldə rast gəlinə bilər. Məs., vakuumda işığın sürəti 300 000 000 m/s qiymətinə yaxın, qravitasiya sabiti isə təqribən 0,000 000 000 066 7 Nm²/kg² olur. Bu cür ədədlər üzərində işin rahatlığı üçün fiziklər çoxdan eksponensial yazı metodundan istifadə edirlər. 300 000 000 əvəzinə $3 \cdot 10^8$, 0,000 000 000 066 7 əvəzinə isə $6,67 \cdot 10^{-11}$ yazırlar. 10 rəqəminin qarşısında duran tam və ya kəsr ədədlər mantissa, 10-dan sonra yazılmış tam ədəd isə tərtib və ya eksponent adlanır. Ümumiyyətlə, yazılış o deməkdir ki, ədəd mantissa ilə əsasın müvafiq tərtibi hasilinə bərabərdir.

Həmin prinsip müasir kompüterlərdə haqiqi ədədlərin təsvirində istifadə edilir. Lakin burada onluq say sistemi əvəzinə ikilik say sistemindən istifadə olunur. Mantissa və tərtibin saxlanması üçün prosessorda müəyyən sayda mərtəbələr ayrılmışdır. Mantissanın tam hissəsini kəsr hissəsindən ayıran vergülün



Leopold Kroneker.



mövqeyi birdəfəlik müəyyən edilir (adətən, mantissanın ilk ikilik rəqəminin qarşısında). Onluq say sisteminə olduğu kimi, bu yazılış o deməkdir ki, mantissanı tərtibə yüksəldilmiş əsasla vurmaq lazımdır. Amma indi əsas 2-yə bərabərdir.

Həqiqi ədədlərin eksponensial formada yazılışını bu cür də anlamaq olar: tərtib mərtəbələrin sayını təyin edir. Axtarılan ədədi əldə etmək üçün, mantissanın yazılışındakı vergülü mərtəbələrin sayı qədər sürüşdürmək lazımdır (tərtibin işarəsindən asılı olaraq sağa və ya sola). Ədədlərin təsvirinin bu cür formasını *sürüşkən vergüllü format*, həqiqi ədədlərin özlərini isə *sürüşkən vergüllü ədədlər* adlandırırlar.

Mantissada mərtəbələrin sayı ədədin dəqiqliyini, eksponentin mərtəbələrinin sayı isə ədədlərin diapazonunu təyin edir. Bir çox kompüterlər sürüşkən vergüllü ədədlərin iki formatını dəstəkləyir: qısa və uzun. Məsələn, qısa format 32 mərtəbə yer tutur. Onlardan 8 mərtəbə tərtibə, 23-ü mantissaya, 1-i isə işarəyə ayrılır. Hesab etmək olar ki, mantissanın yuxarı mərtəbəsi həmişə 1-ə bərabərdir. Bu halda onu yadda saxlamaq lazım deyil, ədədin dəqiqliyi 24 ikilik mərtəbə və ya təqribən 7 onluq mərtəbə təşkil edir. 8 mərtəbəli tərtib, ədədi 2^{-128} - 2^{128} diapazonunda və ya təqribən 10^{-39} -dan 10^{39} -dək təsvir etməyə imkan verir.

Tutaq ki, uzun formatlı (64 mərtəbə) ədədlərdə mantissa üçün 52 mərtəbə, tərtib üçün isə 11 mərtəbə ayrılmışdır. Onda bu format 10^{-308} -dən 10^{308} -dək diapazonda olan ədədləri təsvir etməyə imkan verərdi.

Aydındır ki, məşində təsvir edilə bilən həqiqi ədədlər ədəd oxunu özünəməxsus tor ilə örtürlər, belə ki, sıfıra yaxınlaşdıqca onun oyduğu kiçilir. Bu o deməkdir ki, hər bir həqiqi məşin ədədi üçün onun iki qonşusu a_0 və a_1 ($a_0 < a < a_1$), var, a və onun qonşuları arasında isə heç bir ədəd yoxdur.

Ümumiyyətlə, həqiqi ədədlərin məşində təsvirini iki sabit kəmiyyət ilə xarakterizə etmək rahatdır. Birinci ϵ məşin – ən böyük ədəddir və vahidə əlavə edilərkən onu dəyişdirmir. Belə ədəd $1/2$ bərabərdir, l – mantissadakı mərtəbələrin sayıdır, qısa format üçün $1/2^{24} \approx 10^{-7}$ -yə, uzun formatlar üçün isə $1/2^{53} \approx 10^{-16}$ -yə bərabərdir. İkinci sabit θ məşin – məşində təsvir edilə bilən və sıfıra bərabər olmayan ən kiçik ədəddir. Onun qiyməti qısa və uzun formatlar üçün müvafiq olaraq $1/2^{128} \approx 10^{-39}$ -a və $1/2^{1024} \approx 10^{-308}$ -ə bərabərdir. Bu sabitləri bilməklə, hesablama zamanı xətalara nəzəri cəhətdən qiymətləndirmək olar.

YUVARLAQLAŞDIRMA XƏTALARININ ROLU

Düsturlarla hesablama zamanı dəqiqlik kəskin surətdə azala bilər. Odu ki, düzgün hesablama sxemini əldə etmək üçün çox zaman dolaylı yol axtarmaq lazım gəlir. Bir çox sadə hallarda fiziki məsələnin həlli düstur ilə hesablannmaya gətirilir. Tutaq ki, məsələnin həlli zamanı e^x funksiyasının $x = 0$ nöqtəsi ətrafında Teylor sırasına ayrılışından istifadə etməklə lazımdır:

$$e^x = \sum_{k=0}^{\infty} x^k / k!$$

Etiraf etmək lazımdır ki, əvvəllər 8-lik və hətta 16-lik say sistemilə işləyən kompüterlər var idi.



Bu sıra x -in böyük olmayan qiymətlərində olduqca sürətlə yığılır. Praktikiada növbəti toplananın əlavə olunması cəmi dəyişdirmir, hesablama prosesini dayandırır.

x -in mütləq qiymətcə böyük mənfi qiymətlərində problem meydana çıxır: toplananların qiyməti əvvəlcə böyük sürətlə artır, sonra isə azalmağa başlayır. Sıranın bəzi hədləri gözlənilən nəticədən kifayət qədər böyük ola bilər.

Hər bir toplananın hesablanmasında meydana gələn xəta onun tərtibinin ϵ məşin qiymətinə hasilinə bərabər olduğu üçün, nəticədə yekun xəta çox böyük olur. Bu problemi həll etmək üçün e^x funksiyasının xassələrindən istifadə etmək daha məqsəduyğun olardı. Məsələn,

$$e^{-x} = 1 / e^x$$

$$e^{N+x} = e^N \cdot e^x$$

yaxud

$$e^{N \cdot x} = (e^x)^N,$$

eyniliyindən istifadə etməklə x -in böyük müsbət qiymətləri üçün sıranın yığılmasını yaxşılaşdırmaq (həm də hesablamanı sürətləndirmək) olar, N – tam ədəddir.

TƏNLIYIN KÖKÜNÜN TAPILMASI

Bir çox məsələlər

$$f(x) = 0$$

tənliyinin həllinə gətirilir. Burada $f(x)$ – qiyməti hesablanan funksiyadır. Məsələn,

$$x^2 - a = 0$$

tənliyinin həlli $\sqrt{a}$ -ya bərabərdir. Burada $f(x) = x^2 - a$, a – həqiqi ədəddir.

Tutaq elə bir parça məlumdur ki, onun uclarında $f(x)$ funksiyası müxtəlif

INTERVAL HESABI

Hesablama zamanı xətalara qiymətləndirilməsinə yanaşmalardan biri interval hesabından istifadəyə əsaslanmışdır. Burada əsas fikir ondan ibarətdir ki, həqiqi ədədin təqribi qiyməti ədədlər cütü ilə əvəz olunur. Bu ədədlər cütünün əmələ gətirdiyi interval daxilində ədədin dəqiq qiyməti yerləşir. Ədədlər üzərində hesab əməliyyatları intervallar üzərində əməliyyatlarla əvəz edilir. Bu, konkret verilənlər üzərində xətanın necə böyüdüyünü görməyə və hesablamanın dəqiqliyinin vacibliyinə əmin olmağa imkan verir.

Kompüterdə interval hesabının komandaları olmadığından, metodun realizə olunmasından ötrü xüsusi alt proqramlardan istifadə etmək lazım gəlir. Bu isə hesablama vaxtını xeyli artırır. Odu ki, göstərilən yanaşma seriyalı hesablamların aparılmasında tətbiq edilmir. Lakin o, ayrı-ayrı hesablamalarda xətalara rolunun analizində, eləcə də, teoremin isbatında xətanı dəqiq qiymətləndirmək lazımdırsa, o zaman riyazi sabitlərin qiymətlərinin hesablanmasında əhəmiyyətli olur.



işarəli qiymətlər alır. Əgər bizi hər hansı ixtiyari bir kökü tapmaq maraqlandırarsa, onda parçanı yarıya bölmə üsulundan istifadə edə bilərik. Bizim halda, əgər $a > 1$ olarsa, onda bu parça $[0, a]$ olacaqdır. Tənliyin kökü bu parçada yerləşir. $f(x)$ funksiyasının qiymətini parçanın orta nöqtəsində hesablayırıq. Yeni parça kimi ilk parçanın o yarısı götürülür ki, onun uclarında funksiya müxtəlif işarəli qiymətlər alır. Beləliklə, yeni parçanın uzunluğu iki dəfə qısılır. Proses o vaxta kimi davam etdirilir ki, parçanın uzunluğu verilmiş xətdən kiçik olsun.



alq Köküm hesablanması
bas həq A, B, e, C

e = 0.01

capet ys. "Daxil et A="; **daxilet** A

capet ys. "Daxil et B="; **daxilet** B

db nə qədər ki B-A>2*e

C := (A + B) / 2

agər f (A) * f (C) <= 0

onda B := C

aks halda A := C

tamam

ds

C := (A + B) / 2

capet ys. "Kök="; C,

"dəqiqlik=", e

son

alq həq f (həq X)

bas

qiyim := X**2-2

son

Tutaq ki, prosesin başlanğıcında parçanın uzunluğu L -ə bərabərdir. Onda ε dəqiqliklə cavabı almaq üçün prosesi $\log_2(L/\varepsilon)$ dəfə təkrarlamaq lazım gələcəkdir.

Parçanı yarıya bölmə metodu bir tənliyin kökünü tapmağa imkan verir, ancaq onu tənliklər sisteminin həllinə tətbiq etmək o qədər də asan məsələ deyil. *İterativ metodlar* bu çatışmazlıqdan xalidir. Əvvəlcə məsələ

$$G(x) = x$$

tənliyinə gətirilir.

Sonra hər-hansı üsulla kökə ilk yaxınlaşmanı x_0 təyin edirlər. Nəhayət, $x_{i+1} = G(x_i)$ sxemi üzrə yaxınlaşmanı dəqiqləşdirirlər. Əgər $G(x)$ funksiyası və başlanğıc yaxınlaşma x_0 düzgün seçilmişsə, onda bu proses yığılır və sonda lazım olan dəqiqliklə həlli alınır. Yığılma

şərti belə ifadə olunur: axtarılan həll və başlanğıc yaxınlaşma elə bir parçada yerləşməlidirlər ki, bu parça üzərində ixtiyari iki x_1, x_2 nöqtələri üçün

$$|G(x_2) - G(x_1)| < q |x_2 - x_1|$$

bərabərsizliyi doğru olsun. Burada q - vahiddən kiçik müsbət ədəd, $|x|$ isə x vektorunun moduludur.

Əgər ilkin yaxınlaşmadan kökə qədər olan parçada G funksiyasının törəməsinin modulu vahiddən kiçikdirsə, onda bu şərt doğrudur. Burada ümumi halda, x artıq bir ədəd deyil, ədədlər yığımı, məsələn, vektordur. Müvafiq olaraq $G(x)$ vektoru vektora çevirən funksiyadır.

Xətti tənliklər sisteminin həllində geniş istifadə olunmuş Zeydel metodu da iterativ metoddur. Dəqiq metodlardan fərqli olaraq (məsələn, Gauss metodu), Zeydel metodu təqribidir. Məsələnin həlli lazımı dəqiqlik əldə edilənə qədər addımların təkrarlanması yolu ilə həyata keçirilir. Tutaq ki

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j = b_i, \quad i = 1, 2, \dots, n.$$

sistemi verilib. İlkin yaxınlaşma $x_i^0 (i = 1, 2, \dots, n)$ verilir. Sonra həllin dəqiqləşdirilməsi üçün k sayda addımlar həyata keçirilir. Hər addımda yeni yaxınlaşmanın komponentləri x_i^k hesablanır. Bu hesablamalar üçün düsturlar belə alınır. Sistemin i -ci tənliyi:

$$\sum_{j=1}^i a_{ij} x_j^k + a_{ii} x_i^k + \sum_{j=i+1}^n a_{ij} x_j^{k-1} = b_i.$$

şəklində yazırıq. Onda x_i -nin yeni qiymətinin (yəni, k -cı addımda alınan) hesablanması üçün belə düstur alırıq:

$$x_i^k = (b_i - \sum_{j=1}^{i-1} a_{ij} x_j^k + \sum_{j=i+1}^n a_{ij} x_j^{k-1}) / a_{ii}.$$

Zeydel metodu heç də həmişə yığılmır. Sual oluna bilər ki, məsələnin həlli üçün dəqiq metodlar olduğu halda, nə

üçün iterativ metodlardan istifadə olunur. Məsələlərin həllində tez-tez xüsusi matrislərə, məsələn, seyrək matrislərə yaxud sıfır olmayan elementlərini asanlıqla hesablamaq mümkün olan matrislərə rast gəlinir.

Gauss metodu ilə matrisin çevrilməsi zamanı sıfıra bərabər olmayan elementlərin sayı sürətlə artır və matrisi bütünlüklə yadda saxlamaq lazım gəlir.

Zeydel metodunda yalnız cəmlər hesablanır, odur ki, seyrək matris halında yaddaşa xeyli qənaət etmək olar. Bu zaman matris bütünlüklə deyil, yalnız onun sıfıra bərabər olmayan elementləri və onların indeksləri yadda saxlanılır.

DİFERENSIAL TƏNLİKLƏRİN HƏLLİ

Elementar funksiyaların yaxınlaşması və tənlik həlli hər addımda rast gəlinən tipik riyazi məsələlərdir. Fiziki məsələlərə bilavasitə baxış bir qayda olaraq bu və ya digər dərəcədə mürəkkəb diferensial tənliyə və ya bu növ tənliklər sistemə gətirib çıxarır.

İki yaydan asılmış cismi gözəndən keçirək. X oxunu yayların dartılma xətti boyunca yerləşdirək. Əgər cismi X oxuna nəzərən dartsaq, cismə onu ilkin vəziyyətə qaytarmağa yönələn qüvvə təsir edəcək. Huk qanununa görə bu qüvvə aşağıdakı ifadəyə bərabər olacaq:

$$F = -kx.$$

Nyutonun ikinci qanunundan istifadə etməklə, $ma = -kx$ alırıq.

Yada salsaq ki, təcil sürətin törəməsi ($a = v'$), sürət isə koordinatın törəməsidir ($v = x'$), onda diferensial tənliklər sistemini alırıq:

$$v' = -kx / m,$$

$$x' = v.$$

İndi təklif olunan sistemin həlli üçün sadə metod qurmaq olar. Əgər zaman

intervalı Δt kiçik olarsa, onda $x'(t)$ və $v'(t)$ törəmələrini aşağıdakı düsturlarla təqribi hesablamaq olar:

$$x'(t) = (x(t + \Delta t) - x(t)) / \Delta t,$$

$$v'(t) = (v(t + \Delta t) - v(t)) / \Delta t.$$

$t = 0$ -dan $t = T$ -yə qədər olan zaman intervalını Δt uzunluqlu kiçik parçalara bölək: $t_0 = 0, t_1 = \Delta t, \dots, t_i = t_{i-1} + \Delta t, \dots, t_N = T$. İndi başlanğıc t_0 zamanında cismə x_0 koordinatına v_0 sürətini verməklə, $t_1, \dots, t_N$ zaman anlarında onların qiymətini ardıcıl şəkildə bu düsturlardan istifadə edərək hesablamaq olar:

$$x_{i+1} = x_i + v_i \Delta t,$$

$$v_{i+1} = v_i - (kx_i/m) \Delta t.$$

Beləliklə, parçada funksiyaların, yəni sonsuz sayda ədədlər təşkil edən obyektin axtarılması məsələsi bu parçanın ayrı-ayrı nöqtələrində x və v funksiyalarının qiymətlər cədvəlinin tapılmasına gətirib çıxardı. "Sonsuz" məsələnin "sonlu" məsələyə bu cür gətirilməsi prosesi *diskretləşmə* adlanır. Alınmış həllin dəqiqliyi və onun N -dən asılılıq problemilə yaxınlaşmalar nəzəriyyəsi məşğul olur.

İstənilən ədədi üsul üçün aktual olan daha bir problem - effektivlik probleimidir. Kompüter meydana gəlməmişdən əvvəl programın mürəkkəbliyini qiymətləndirmək üçün vurmaların sayını hesablayırdılar. Əslində isə hesablamalarda vurmaların payına düşən hissə heç də ən böyük deyil. Birincisi, müasir kompüterlərdə həqiqi ədədlərin vurulması və toplanması eyni və ya təxminən eyni vaxt tələb edir. Lakin, operativ yaddaşa müraciət vaxtı istənilən hesab əməliyyatına sərf olunan vaxtdan xeyli böyükdür. Bundan başqa, məsələnin kompüterlərdə həlli zamanı bu və ya digər üsulun seçilməsində alqoritmın aparatların xüsusiyyətlərinə uyğunlaşdırılması mühüm rol oynayır.



Karl Fridrix Gauss.



Elementlərinin çoxu sıfıra bərabər olan matrislər seyrək matrislərdir.



NYUTON METODU

Ümumi hal	Nyutonun misalı
Tutaq ki, $y = f(x)$ funksiyası verilib	Nyuton $y = x^3 - 2x - 5$ funksiyasını seçir
$f(x) = 0$ tənliyinin təqribi həlli tələb olunur	Nyuton $x^3 - 2x - 5 = 0$ tənliyini təqribi həll etməyə hazırlaşır
Fərz edək, bizə kökdən az fərqlənən x_0 qiyməti məlumdur	Nyutona məlumdur ki, $x = 2$ qiyməti kökdən az fərqlənir
$x = x_0 + p$ əvəzləməsi edək	Nyuton $x = 2 + p$ əvəzləməsi edir
$f(x) = 0$ tənliyində x -in yerinə $x_0 + p$ ifadəsini yazırıq və yeni $g(p) = 0$ tənliyini alırıq	Nyuton yeni tənlik alır: $p^3 + 6p^2 + 10p - 1 = 0$
Tənlikdə sərbəst həddi və p -yə görə birinci tərtibli həddi saxlayıb, tərtibi vahiddən böyük olan həddləri ataq: $Bp + A = 0$	Nyuton tənlikdən $p^3 + 6p^2$ hədlərini atır və $10p - 1 = 0$ tənliyini saxlayır
$Bp + A = 0$ tənliyindən kökün təqribi qiymətini p^0 tapırıq	Nyuton $10p - 1 = 0$ tənliyindən $p = 0,1$ tapır
İlk tənliyin təqribi kökü kimi $x_1 = x_0 + p_0$ götürürük	Nyuton bu addımı hesablamaların sonuna qədər kənara qoyur

NYUTON METODUNUN DƏQİQLİYİ

Nyuton metodunun bir addımı heç bir nəticə vermirsə, o zaman daha bir addım etmək olar:

$$x_2 = x_1 - f(x_1)/f'(x_1)$$

və s. Nyuton metodunun üstünlüyü ondadır ki, kökün başlanğıc təqribi qiyməti kökə kifayət qədər yaxındırsa, hər addımda cavabın doğru onluq işarələrinin sayı minimum iki dəfə artmış olacaq. Nyuton metodu ilə dəqiq kökü əvvəlcədən məlum olan $x^2 - 1 = 0$ tənliyini həll etmək istəsək, o zaman kökün təqribi qiyməti kimi $x_0 = 1,1$ götürülür. Bu təqribilik bir doğru işarəyə malikdir. Cüman etmək olar ki, Nyutonun bir addımından sonra ən azı iki doğru işarə alınacaq, iki addımdan sonra isə – doğru işarələr dördədən az olmayacaq. $(x^2 - 1)' = 2x$ olduğu üçün, onda

$$\begin{aligned} x_1 &= x_0 - f(x_0)/f'(x_0) = 1,1 - 0,21/2,2 = 1,1 - 0,095 = 1,005, \\ x_2 &= x_1 - f(x_1)/f'(x_1) = 1,005 - (1,005^2 - 1)/2,010 = 1,005 - 0,004985 = 1,00001. \end{aligned}$$

Nəticə gözlənildiyindən yaxşı oldu: bir addımdan sonra üç, iki addımdan sonra isə beş doğru işarə.

A və B əmsallarını p -yə nəzərən olan tənlikdə $x = x_0 + p$ əvəzləməsi aparandan və p üçün tənlik yazmadan hesablamaq olar. Bir halda ki, $f(x_0 + p) = g(p) = \dots + Bp + A$, onda $p = 0$ olarsa, $A = f(x_0)$ alınar. Analoji olaraq, $f(x_0 + p) =$

$\dots + Bp + A$ bərabərliyinin hər iki hissəsinə p dəyişəninə görə differensiallasaq $p = 0$ qiymətini qoysaq, $B = f'(x_0)$ alırıq. Beləliklə, $f(x_0 + p) = 0$ tənliyi əvəzinə biz $f'(x_0)p + f(x_0) = 0$ tənliyini həll etmiş oluruq. Bu tənliyin kökü $p_0 = -f(x_0)/f'(x_0)$ düsturu ilə verilir. Deməli, $f(x) = 0$ tənliyinin kökünün yeni təqribi qiyməti kimi $x_1 = x_0 - f(x_0)/f'(x_0)$ götürmək olar.

Kökün təqribi x_0 qiymətindən daha dəqiq x_1 qiymətinə keçid Nyuton metodunun addımı adlanır.

$f'(x_0)p + f(x_0) = 0$ tənliyində $f'(x_0)$ əmsalı sıfıra bərabər və ya ona yaxındırsa, Nyuton metodu işləmir. Eyni hal tənliyin iki kökü təqribi x_0 qiymətinə yaxın olduqda da baş verir.

Bu halda, Nyuton p -yə nəzərən tənlikdə yalnız sərbəst və xətti hədlərin deyil, həm də kvadrat hədlərin qalmasını təklif edir:

$$f(x_0 + p) = g(p) = \dots + Cp^2 + Bp + A$$

(isbat etmək olar ki, $C = f''(x_0)/2$).

Sıranın 3 və daha yuxarı tərtibli hədlərini atsaq kvadrat tənlik alırıq. Bu tənlikdən x_0 -a iki düzəliş və kökün iki yeni təqribi qiyməti tapılır. Bunların hər birinə adi Nyuton metodunu tətbiq etmək olar.

Nyuton differensial hesabının yaradılardan biri idi. Differensial hesabın əsas ideyası ondan ibarətdir ki, düsturla və ya sonsuz sıra ilə verilən istənilən funksiyanın qrafikinə mikroskop altında baxsaq o, müəyyən düz xətdən fərqlənməyəcək. Bu düz xətt funksiyanın qrafikinə toxunan adlanır, onun bucaq əmsalı isə funksiyanın törəməsinə bərabərdir. Nyuton metodunun həndəsi mənası: $f(x) = 0$ tənliyini təqribi x_0 kökü ətrafında həll etmək üçün funksiyanın qrafikini bu qrafikə x_0 nöqtəsində toxunan düz xətlə əvəz etmək və toxunanın X oxu ilə kəsişməsinə tapmaq lazımdır. Ona görə də, Nyuton metodunu bəzən *toxunanlar metodu* adlandırırlar. Nyuton metodu yalnız bir tənliyə deyil, tənliklər sistemində də müvəffəqiyyətlə tətbiq oluna bilər.

Metodun mahiyyəti əvvəlki kimi qalır. Məsələn, iki məchullu iki tənlikli sistem üçün

$$\begin{aligned} f(x, y) &= 0, \\ g(x, y) &= 0 \end{aligned}$$

x_0 və y_0 -in təqribi qiymətlərini bilirsə, daha dəqiq həlli

$$\begin{aligned} x &= x_0 + p, \\ y &= y_0 + q \end{aligned}$$

əvəzləməsi etdikdən və

$$\begin{aligned} f(x_0 + p, y_0 + q) &= \dots + Ap + Bq + C = 0, \\ g(x_0 + p, y_0 + q) &= \dots + Dp + Eq + F = 0. \end{aligned}$$

yazdıqdan sonra tapmaq olar.

Son sistemdə, yazılmış hədlərdən başqa, bütün hədləri atsaq, o zaman alınmış iki məchullu iki xətti tənliklər sistemini həll etməklə, p və q təşhirlərini tapmaq mümkün olacaq.

Bu metod həndəsi olaraq f və g funksiyalarının qrafiklərini onların toxunma müstəvilərilə əvəzlənməsi deməkdir.

Yüksək tərtibli tənliklər tamamilə bu cür həll olunur ... metodun qanəddici olması əməlin düzgün seçilməsindən xəbər verir. Buna əsasən, lazım olduqda əməli yada salmaq asandır.

İsaak Nyuton.

NYUTON NƏ YAZIR

Nyuton "Sonsuz həddli tənliklərin köməyi ilə analiz" (1664-1671-ci il) əsərində tənliklərin ədədi (təqribi) həll üsullarını belə izah edir.

"Tutaq ki, $x^3 - 2x - 5 = 0$ tənliyini həll etmək tələb olunur və axtarılan kökdən özünün onda birindən də az ədəd qədər fərqlənən 2 ədədi məlumdur. Onda fərz edirik ki, $2 + p = x$ və bu ifadəni tənlikdə yerinə qoymaqla yeni tənlik alırıq:

$$p^3 + 6p^2 + 10p - 1 = 0,$$

Bu tənliyin kökünü tapmaq lazım gəlir (ilk tənliyin x kökü $(2+p)$ -yə bərabər olacaqdır, burada p – yeni tənliyin köküdür). Buradan $(p^3 + 6p^2)$ kiçik olduğu üçün onu nəzərə alaraq təqribən alırıq:

$$10p - 1 = 0; \text{ yaxud } p = 0,1.$$

Nəticədə mən 0,1 yazıram və fərz edirik ki, $0,1 + q = p$; bu ifadəni də əvvəlki kimi tənlikdə yerinə qoysam

$$q^3 + 6,3q^2 + 11,23q + 0,061 = 0.$$

tənliyi alınar.

$$11,23q + 0,061 = 0$$

tənliyi demək olar ki, həqiqətə daha uyğundur. Beləliklə, q təqribən $-0,0054$ -ə bərabər olacaqdır.

$-0,0054 + r = q$ fərz edərək, əvvəlki kimi tənlikdə yerinə yazıram və bu əməliyyatı lazım olan qədər davam etdirirəm...

Təqribən $r = -0,000\,048\,53$ alıram və axtarılan nəticəni əldə edirəm:

$$\begin{aligned} &+ 2,000\,000\,00 \\ &+ 0,100\,000\,00 \\ &- 0,005\,400\,00 \\ &- 0,000\,048\,53 \\ &\dots \\ &+ 2,09455147 = x''. \end{aligned}$$

İsaak Nyuton.





KOMPÜTER CƏBRİ

Kompüter cəbri – riyaziyyatın cəbr və hesablama metodlarının qovuşuğunda olan bölməsidir. Buna görə də onun üçün dəqiq sərhədi təyin etmək çox çətindir. Kompüter cəbrinə ya həddən artıq cəbri problemləri, ya da həddən artıq hesablama problemlərini aid edirlər. Konkret məsələnin kompüter cəbrinə aid olub-olmaması çox zaman müəssisin arzusundan asılı olur.

“Kompüter cəbri” termini “işarəli hesablama”, “analitik hesablama”, “analitik çevirmə” və s. terminlərin sinonimi kimi meydana gəlmişdir. Fransız dilində bu termin “formal hesablama” kimi ifadə edilir.

Hesablama metodlarından danışarkən nəzərə alınmalıdır ki, bütün hesablamlar həqiqi və ya kompleks ədədlərlə yerinə yetirilir. Həqiqətdə isə EHM-də hər növ proqram ancaq sonlu sayda rəşional ədədlərlə işləyir, daha doğrusu, kompüterdə yalnız bu cür ədədlər təsvir olunurlar. Tam ədədlərin yazılışı üçün adətən 16 və ya 32 bit, həqiqi ədədlər üçün isə 32 və ya 64 bit ayrılır. Bu çoxluq hesab əməliyyatlarına nisbətən qapalı deyil və bu da müxtəlif dolub-daşmalarda, məsələn, kifayət qədər böyük

ədədlərin vurulmasında və ya kiçik ədədlərə bölünməsində ifadə oluna bilər. Hesablama riyaziyyatının daha mühüm xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, tam və həqiqi ədədlər üzərində kompüter vasitəsilə yerinə yetirilən əməliyyatlar rəşional ədədlər üzərində yerinə yetirilən əməliyyatlardan fərqlənir. Bundan başqa, kompüter əməliyyatları üçün hesab əməliyyatlarının əsas qanunları (qruplaşdırma, paylama) işləmir.

İşarə hesablamlarında obyektlər yığılı müxtəlifdir. Xüsusilə, onlarda ədəd anlayışı hesablama riyaziyyatına nisbətən kifayət qədər genişdir. Ona tam ədədlər, rəşional ədədlər, cəbri ədədlər, çıxıq halqaları, sonlu meydanlar və s. daxildir. Tam ədədlərin mümkün olan qiymətlərinə praktiki olaraq məhdudiyyət qoyulmur: kompüter cəbrinin istənilən sistemi belə ədədlərlə işləyə bilər, məsələn 1000! (faktorial). Kompüter cəbrində həqiqi ədədlər daha az istifadə olunur, onlar ixtiyari dəqiqliklə, məsələn, minlərlə qiymətli onluq rəqəmlərlə, verilir. İstənilən halda sonlu olan (çünki, EHM-in əməli yaddaşı sonludur) rəşional ədədlər çoxluğu daha tez-tez istifadə olunur, lakin istifadəçi heç vaxt bu məhdudiyyəti hiss etmir. Əgər vaxt məqbuldursa o, əməliyyatları praktiki olaraq istənilən rəşional ədədlərlə yerinə yetirə bilər. Rəşional ədədlər üzərində kompüter əməliyyatları uyğun riyazi əməliyyatlarla üst-üstə düşür. Beləliklə, hesablama metodlarının əsas problemlərdən biri – hesablama xətasının qiymətləndirilməsi – aradan qaldırılır.

Hal-hazırda çıxıq halqalarında hesablamlar geniş tətbiq olunur. Natural n ədədinin modulu üzrə çıxıq halqasını toplama, çıxma və vurma əməliyyatları ilə 0-dan $n-1$ qədər tam ədədlər çoxluğu kimi təsvir etmək olar. Belə əməliyyatın nəticəsi tam ədədlər üzərində apa-

rılan (əgər çıxmanın nəticəsi mənfidirsə, onda n əlavə edilir) uyğun əməliyyatın nəticəsinin n -ə bölünməsindən alınan qalıqdan ibarətdir. Rəş kriptografik sistemlərdə n modulu üzrə çıxıqlar istifadə olunur, burada n – onluq yazısı bir neçə yüz rəqəm təşkil edən natural ədəddir. n sadə olduqda çıxıq halqaları xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu halqalarda istənilən sıfır olmayan natural ədədə bölmə birqiymətli təyin olunur (onlar sonlu meydanlar adlanır).

Qeyri-xətti cəbri (əsasən kvadrat) tənliklərin həllində cəbri ədədlərə rast gəlinir. Cəbri ədədlər sadə radikal ifadələr, məsələn,

$$2 + 2\sqrt{3} - 4\sqrt[3]{11}$$

yaxud bir-birinə daxil edilmiş radikalalar,

$$\sqrt[3]{2 + 34\sqrt{2}}$$

ola bilər.

5 və ondan yuxarı dərəcəli tənliklər ümumi halda “radikalalarla həll olunmur”. Buna görə də kökü belə tənliyin kökü olan minimal çoxhədlini vermək lazım gəlir. Bəzən isə bu çoxhədlinin yeganə kökünün yerləşdiyi intervalı (düz xətt üzərində) yaxud oblastı (kompleks müstəvidə) göstərmək tələb olunur.

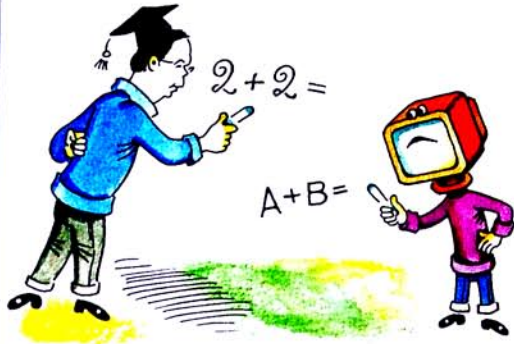
Riyaziyyat, fizika və digər elmlərin bir çox sahələrində tətbiq olunan analitik mexanikanın nəzəri metodları polinomial hesaba əsaslanmışdır. Bundan başqa, kompüter cəbrində matris halqaları (matrisin elementləri kifayət qədər ümumi şəkildə olan halqalara aiddir), üstlü, loqarifmik, triqonometrik funksiyaları və s. təyin etməyə imkan verən diferensial meydanlara (funksional meydanlara) baxılır. Informasiyanın miqdarı hədsiz dərəcədə artdığından hesablamların aralıq nəticələrini yazmaq üçün kifayət qədər böyük EHM yaddaşı tələb olunur.



KOMPÜTER CƏBRİNİN ALQORITMLƏRİ

Kompüter cəbri hesablama riyaziyyatının alqoritmlərindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqlənən alqoritmlərlə işləyir. Hesablama riyaziyyatının alqoritmlərinə aşağıdakı tələblər irəli sürülür: onlar məsələni verilmiş hesablama resurslarının köməyiylə tələb olunan dəqiqliklə həll etməlidirlər. Kompüter cəbrində hesablama adətən yuvarlaqlaşdırılma-dan aparılır. Yığılma analizinə az, lakin riyazi və ilk növbədə cəbri yığılmaya, mürəkkəb strukturların obyektinə isə kifayət qədər ətraflı diqqət yetirilir. Odur ki, kompüter cəbrində hesablama metodlarına nisbətən vaxt və simvol hesablamlarına nəzərən isə yaddaşdan istifadəyə məhdudiyyət daha çox əmək tələb edir.

Cəbri tədqiqatlarda kompüterdən istifadə müəssisələr qarşısında nəinki yeni məsələlər qoydu, həm də əvvəlki, xüsusilə, “sonlu sayda addımda” həll olunan məsələlərə yenidən baxmağa məcbur etdi. Nəticədə həll metodları bir-birlərindən müxtəlifliklərinə görə kəskin fərqləndirilər və konkret hesab-



Elmi tədqiqatlarda və texniki hesablamalarda mütəxəssislərin düsturların dəyişdirilməsinə məşğul olması əslində ədədi hesaba nisbətən daha çox lazımdır. Lakin EHM-in meydana gəlməsi ilə axırıncıların avtomatlaşdırılmasına xüsusi diqqət yetirildi, baxmayaraq ki, 40 il öncə EHM-dən simvol diferensiallaşması kimi simvol hesablamaları məsələlərinin həllində istifadə edilirdi. Kompüter cəbri sistemlərinin aktiv işlənməsi 60-cı illərin axırlarından başlanmışdır. O vaxtdan etibarən müxtəlif dərəcədə yayılmış xeyli sayda sistemlər yaradılmışdır. Bəzi sistemlər inkişafını davam etdirir, digərləri sıradan çıxır, daima yeniləri yaranır.

lamalarda universal metodlar praktiki olaraq istifadə olunmurdu. Məsələlərin həcmi böyüdükcə hesablama vaxtı və kompüterin yaddaşına tələbat kəskin artırıldı.

Nümunə kimi hər hansı mövqei say sistemində iki ikirəqəmli ədədin hasilinə baxaq. Məsələn, onluq say sistemində:

$$(10a + b)(10c + d) = 100ac + 10(ad + bc) + bd$$

Dörd birrəqəmli ədədin vurulması, üç toplama, iki 10-un dərəcəsinə vurma əməliyyatlarını alır. Fərz edək ki, 10-un dərəcəsinə vurma çox tez, toplama yavaş, iki ədədin vurulması isə əhəmiyyətli dərəcədə yavaş (son dərəcə təbii mülahizədir) yerinə yetirilir.

Toplamaların sayını artırmaqla hasil-lərin sayını azaltmaq mümkündürmü?



Məlum oldu ki, mümkündür. Yalnız üç hasildən istifadə olunan belə alqoritm ilk dəfə 1956-cı ildə A.A.Karasuba tərəfindən təklif olunub. $a - b$ və $d - c$ fərqlərini bir-birinə vursaq, $ad + bc - bd - ac$ alırıq; digər iki vurma ac və bd hasilərini hesablamamaq üçün istifadə olunur. Yalnız toplama və sürüşmə (2-nin dərəcəsinə vurma) əməliyyatlarından istifadə etməklə, bu üç qiyməti kombinasiyaladırsaq, axtarılan düsturu almaq asandır. Beləliklə,

$$ad + bc = (a - b)(d - c) + ac + bd.$$

Məsələ müxtəlif ümumiləşdirmələrə yol verir, məsələn: yalnız üç həqiqi hasildən istifadə etməklə iki kompleks ədədin vurulması; yalnız yeddi skalyar hasildən istifadə etməklə iki tərtibli iki matrisin vurulması.

Kompüter cəbrinin istənilən sistemi-nin əsasını çoxhədlilərlə hesablamalar təşkil edir. Son onillikdə aktiv şəkildə tədqiq olunan iki məsələyə baxaq. Onlardan birincisi – faktorizasiya məsələsi, yəni çoxhədlinin sadə vuruqlara ayrılmasıdır. Tutaq ki, tam əmsalli bir dəyişənli $f(x)$ çoxhədli verilib, onun vuruqlara ayrılması tələb olunur. “Təmiz” riyaziyyat nöqtəyi-nəzərindən bu məsələ tamamilə və qəti surətdə çoxdan həll olunmuşdur və tələb olunan ayrılışı “sonlu sayda addımda” tapmağa imkan verən alqoritmlər var. Bu alqoritmlərdən biri 1882-ci ildə Leopold Kroneker tərəfindən alınmışdır. Hal-hazırda həmin alqoritm onun adını daşıyır (baxmayaraq ki, Avstriya astronomu Şubert Kronekerdən 100 il əvvəl bu alqoritmı bilirdi).

Kroneker alqoritmı aşağıdakı faktlara əsaslanır:

- əgər n dərəcəli çoxhədlini trivial olmayan şəkildə vuruqlara ayırmaq olarsa, onda vuruqlardan heç olmasa birinin dərəcəsi $n/2$ -dən çox olmamalıdır;

- m dərəcəli çoxhədlinin əmsalları birmənalı olaraq, onun $m + 1$ nöqtəsin-dəki qiymətlərlə təyin olunurlar;

- əgər $g(x)/f(x)$ -a bölünərsə, onda istənilən f tam ədədi üçün $g(f)$ də $f(f)$ -yə bölünər;

- istənilən sıfır olmayan tam ədəd üçün yalnız sonlu sayda bölen var.

Təəssüflər olsun ki, bu metod çox böyük sayda variantların olmasını tələb edir və real məsələlərin həllində tətbiq oluna bilmir.

Yalnız XX yüzilliyin 60-cı illərində faktorizasiya alqoritmlərinin tədqiqində növbəti addım atıldı. Əmsalları sonlu meydanlardan olan çoxhədlilərin vuruqlara ayrılması üçün effektiv alqoritm tapıldı. Bəzi klassik və yeni nəticələrlə uyğunlaşdırılmış bu metod yüzüncü dərəcəli (daha da yüksək) çoxhədliləri vuruqlara ayırmağa imkan verdi.

Digər məsələ sistemin bəzi standart formaya gətirilməsi yolu ilə cəbri tənliklər sisteminin (yəni çoxhədlilər) sadələşməsi ilə bağlıdır. Əgər sistem çoxlu sayda məchullardan asılıdırsa, lakin xəttidir, onda onu diaqonal şəkə gətirmək olar. Çoxlu sayda məchullardan asılı olan qeyri-xətti sistemlərin standart forması daha mürəkkəb şəkə (Qrebner bazisi adlanan) malikdir. O, elmin bir çox sahələrində tətbiq edilir, buna görə də, onun effektiv qurulma metodlarına xeyli iş həsr olunub.

Adətən, kompüter cəbri funksiyaların ədədi qiymətlərlə deyil, onların kifayət qədər ümumi şəkə gətirilmiş düsturlarla təsvirilə işləyir. Çox zaman elementar funksiyalar sinfi hesab əməliyyatları ilə yanaşı kökün tapılması, triqonometrik,

loqarifmik, üstlü funksiyalar və digərlərindən istifadə etməyə icazə verir. Diferensial və integral hesabının əsasını diferensiallama və integrallama əməliyyatları təşkil edir. Diferensiallama əməliyyatı cəbri yolla asanlıqla təsvir edilir, onun reallaşması çətinlik yaratmır. Əks əməliyyatla – integrallama isə daha mürəkkəbdir. Hesablama riyaziyyatı adətən müəyyən integrallarla bağlıdır; bu zaman hesablamaların nəticəsini müəyyən ədəd təşkil edir. Kompüter cəbri qeyri-müəyyən integralları hesablayır. Son zamanlara qədər belə hesab edilirdi ki, kifayət qədər geniş sinif funksiyalar üçün qeyri-müəyyən integralların tapılması üçün alqoritmlər mövcud deyil. Aktiv olaraq belə alqoritmlər yalnız XX əsrin sonlarında işlənməmişdir.

Hesablama riyaziyyatına və kompüter cəbrinə yanaşmada analogi müxtəliflik diferensial tənliklərin həllində müşahidə edilir. Hesablama riyaziyyatı həlli, qiyməti bəzi nöqtələrdə hesablanan funksiya kimi anlayır. Kompüter cəbri isə həlli düstur (çox zaman həmişə mümkün olmur) şəklində tapmağa çalışır. Bu sahəyə mühüm töhfə kimi iki tərtibli xətti diferensial tənliklərin 70-ci illərdə alınmış həll alqoritmlərini göstərmək olar.

Kompüter cəbrindən eyni zamanda diferensial tənliklərin həllərinin qüvvət sıraları şəklində tapılmasında, həllərin dayanıqlığının analizində, periodik həllərin axtarışında və diferensial tənliklərin digər nəzəri məsələlərində istifadə olunur. Kompüter cəbri diferensial tənliklərin ədədi həlli üçün sonlu fərqlər sxemlərinin qurulmasında geniş yayılmışdır.



Leopold Kroneker.



İNTELLEKTUAL FƏALİYYƏTİN AVTOMATLAŞDIRILMASI

KOMPÜTER MODELƏSDİRİLMƏSİ

CAD

EHM-in köməylə düzbucaqlıları, ellipsləri, paralel xətləri və müxtəlif müəkkəb fiqurları asanlıqla çəkmək olar və bunun üçün çertyoj çəkənin sərrast əlinə ehtiyac yoxdur. Kompüterin ekranında çertyojun özünü də hazırlamaq asan olur. Belə ki, çertyoj çəkənin ixtiyarına tez-tez rast gəlinən elementlər, müxtəlif ölçülü şriflər və stillər verilir. Hətta hazır çertyojların fraqmentlərini də götürmək olar (onları skanerdən də daxil etmək mümkündür). Çəkilmiş fiquru ixtiyari bucaq altında çevirmək və ya onu simmetrik əks etdirmək, böyütmək yaxud ölçüsünü kiçiltmək olar. EHM imkan verir ki, eyni tipli komandalar vahid makrokomanda kimi yazıl-

sın, yeni komandalar xüsusi dildə böyük olmayan proqramlar kimi yazılıb sistemin funksiyalarını genişləndirsin. Əvvəllər modeli əzca dəyişdikdə çertyoju bütünlüklə yenidən işləmək lazım gəlirdi, indi isə bu cür dəyişikliklər kompüterə çox tez daxil edilir və dəyişilmiş çertyoj tez çap edilə bilər. Bu tipli məsələlərin həlli üçün CAD (Computer Aided Design) və ya ALS – avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemləri işlənmişdir.

Kompüterləri ilk dəfə avtomatlaşdırılmış layihələndirmədə və istehsalda Patrik Henri tətbiq etmişdir. 1957-ci ildə o, proqramla idarə olunan PRONTO kommersiya sistemini işləmişdir.

Sonra 1960-cı ildə Ayren Sazerlend Massaçusets Texnologiya İnstitutunun Linkoln laboratoriyasında TX-2 kompü-

terində CAD sistemləri sənayesində ilk hesab edilən SKETCHPAD paketini yaratdı.

Elə həmin ildə McAuto (McDonnell Douglas Automation Company) şirkəti təsis olundu. Bu şirkət avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sahəsinin tədqiq edilməsində önəmli rol oynadı. Müstəvi üzərində, sonra isə 3 ölçülü fəzada düz xətt və parçalardan ibarət olan şablonları çəkmək üçün ilk CAD proqramları ən sadə alqoritmlərdən istifadə edirdi. Sonrakı illər ərzində CAD sistemləri durmadan inkişaf etdi. Artıq 70-ci illərin sonunda 512 Kbayt operativ və 300 Mbayt disk yaddaşına malik 16 bitlik minikompüterin bazasında tipik CAD sistemi yaradıldı. Bu sistemin qiyməti təqribən 125 min dollar idi.

Mühəndislər həndəsi elementlərin (avtomatik ştrixləmə, ölçülərin göstərilməsi, çertyojun dəqiqliyi) avtomatlaşdırılmasının üstünlüyünü dərhal qiymətləndirdilər. Layihələndirilən obyektin adı çertyoju müstəvi üzərində həndəsi modeləşdirmənin ənənəvi üsulundan başqa bir şey deyildir. İnsan onu xəttəş, pərgar və transportirin köməylə kağız və ya kalka üzərində yerinə yetirir. Bu kağız üzərinə addımabaaddım olmaqla bütün verilmiş və ya yeni meydana çıxan informasiyanı köçürürlər. Bu zaman müəyyən dəqiqliyə riayət edib, qurmaları maksimum mümkün olan miqyasda icra etmək lazımdır. Lakin kulman arxasında icra edilmiş çertyojda qurma dəqiqliyi nadir hallarda millimetrimin onda bir hissəsindən az olur. CAD sistemlər isə nəinki qurmaları daha dəqiq icra etməyə imkan verir və lazımi hesablamaları avtomatik icra edir, həm də layihələndirilən obyektin parametrlərini hesablaya bilər (məsələn, ağırlıq mərkəzi, ətalət momenti, çəki, müxtəlif gərginliklər), tam sənədlər dəstini, modelin hesablamalarını və çertyojları almağa imkan verir. Əgər məmulat sifa-



rişlə hazırlanmayıbsa və onu müstəqil şəkildə satmaq istəyirlərsə, onda onun EHM-in ekranında qurulmuş 3 ölçülü modelindən istifadə edərək, mümkün ola bələk tələbi öyrənmək olar (məsələn, avtomobil istehsal etmək istəyirlərsə). Adətən, ekranda olan prototip istənilən materialdan hazırlanmış modeldən daha təbii görünür.

CAD sistemlərində adətən, müstəvi modeləşdirmənin iki tipi geniş yayılmışdır. Birinci halda əsas elementlər parçalar, qövsələr, xətlər, ayrılar olur, modeləşdirmənin baza əməliyyatları kimi isə uzatma, kəsmə və elementlərin birləşməsi istifadə olunur. Bu tipə ən geniş yayılmış AutoCAD sistemi aiddir. Digər sistemlərdə isə qapalı konturlar əsas elementlər, birləşmə, tamamlama və kəşimə əsas əməliyyatlardır.

3-ölçülü modeləşdirmədə də oxşar bölgü mövcuddur. Burada əsas obyektlər kimi müxtəlif səthlərlə məhdudlaşmış cisimlər götürülür, məmulatın təsviri

Kompüter modeləşdirməsi bir çox sahələrdə tətbiq olunur. Bu zaman müxtəlif layihələndirmə üsullarından istifadə olunur: həndəsi, texnoloji, ergonomik və s. Və bu üsullar sistemlərin daha dərin ixtisaslaşmasına gətirib çıxarmışdır, məsələn, CAD/CAM/CAE (Computer Aided Engineering). Tətbiq sahələrindən əsli olaraq layihələndirmə alətləri də fərqli ola bilər. Məsələn, 1991-ci ildə ArhiCAD sistemi yaradılmışdır ki, bu da arxitektə və dizaynerlərin alətidir.



Amerikanın "Boinq" korporasiyası 1978-ci ildə yeni (o zaman üçün) 757 və 767 təyyarələrinin modellərinin eyni zamanda layihələnməsinə başladı. Bu təyyarələrin çox fərqli olmasına baxmayaraq onların çoxlu oxşar hissələri vardı. Hazırlanma zamanı CAD-sistemlərdən geniş istifadə olundu. Bu da vaxta və vəsaitə qənaət etməyə imkan verdi.



Bu ALS paketi ilk dəfə 1982-ci ilin noyabrında Las-Veqasda COMDEX sargısında nümayiş etdirildi. 2002-ci ildə artıq AutoCAD paketinin on yeddinci versiyası buraxıldı. Döyüş təyyarələrinin hazırlanması üzrə dünya lideri Suxoy konstruktor bürosu AutoCAD-dan istifadə edir.

İsə birləşmə, kəşisimə və s. vasitəsilə alınır. Bu üsulan maşınqayırma da tez-tez istifadə olunur. Həcmli modelləşdirmə, adətən, çertyojlardan daha rahat olur: məsələn, yığma çertyojda bəzi bir neçə görüntü ilə, həcmli modelləşdirmədə isə bir görüntü ilə, yəni bəzən model ilə təsvir oluna bilər.

Lakin həndəsi qurma yolu ilə hər şeyə nail olmaq mümkün olmur. Əgər obyektin, məsələn, təyyarənin tam modelini mütləq dəqiqliklə almaq lazımdırsa, onda nə etməli? Bu halda obyektin çoxpilləli dekompozisiyasından istifadə olunur. Məmulat – aqreqlər sistemi, hər bir aqreqlat – qovşaqlar sistemi və nəhayət hər bir qovşaq – detallar sistemi kimi təsvir olunur. Eyni prinsip həcmli modelləşdirmədə də istifadə edilir. Bu zaman elektrik motorunun layihələndirilməsində rotorlu diyircəkli yastığın döqiq modelinə malik olmağa ehtiyac yoxdur. Onun diyircəklərinin oturma yerlərini göstərmək şərtiylə, qabarit modelinin olması kifayət edir.

Tez-tez riyazi modelləşdirmə metodlarının köməyiylə məmulatların ümumiləşdirilmiş modellərini, məsələn, daxili yanma mühərrikində porşenin modelini



qurmaq lazım gəlir (bu növ motorların hamısı eyni prinsiplərə əsaslanır və eyni tipli detallardan ibarətdir: silindrlər, porşenlər, sürgü üzləri və s.). İndi mühərrikin gücü və dövrələrinin sayı kimi ilkin verilənlərə görə detalların hesablanması metodikaları mövcuddur. Lakin konstruktör mühərriki yaradarkən davamlı, texnoloji (ən sadə və qənaətli üsul ilə hazırlanma), təmirə yarama və s. kimi çoxlu kriteriyaları nəzərə almalıdır. Bu cür xarakteristikaların formalizə edilməsinin müəkkəb olması ümumiləşdirilmiş modellərin qurulmasını məhdudlaşdırır (axı bir qayda olaraq konstruksiyaların tam varisliyi olmur).

CAM

Bir çox müəssisələr avtomatlaşdırma mərhələsində müşahidə edirlər ki, kompüter arxasında tez cizgi hazırlamaq məmulatların ümumi buraxılış müddətinin itxisar olunmasına gətirib çıxarmır və çertyojların artan keyfiyyəti isə məmulatın özünün keyfiyyətinə o qədər də güclü təsir etmir. Bəzən hətta deyirlər ki, istehsal məsələlərini həll edərkən avtomatlaşdırılmış layihələndirmə sistemlərinin tətbiqi o qədər də effektiv vermir.

Lakin ilkin həndəsi modelləşdirmə olmadan proqramla idarə olunan müəkkəb dəzgahlardan istifadə etmək praktiki cəhətdən real deyildir. Belə ki, avtomobilin cinahının iki eyni modelini nəinki əl ilə frezərləmək haddən artıq müəkkəb, hətta onun emalını proqramla idarə olunan dəzgahda proqramlaşdırmaq olduqca çətin işdir. Belə proqram on minlərlə komandadan ibarət olacaqdır.

Həndəsi modelləşdirmə ən çox o zaman effektiv olur ki, sistem özündə həm konstruktör, həm də texnoloji modelləşdirməni saxlasın. Beləliklə, indi həm modellər qurmağa, həm də proqramla idarə olunan dəzgahlar üçün proqram hazırlamağa imkan verən integrasiya

olunmuş CAD/CAM sistemləri haqqında danışmaq olar.

CAM sistemi (Computer Aided Manufacture – Kompüter Vasitəsilə İstehsal) texnologiyada həndəsi məsələlərin həllini avtomatlaşdırmağa imkan verir. Tez-tez o, kəsicilərin hərəkət trayektoriyasının hesablanması icra edir. Həndəsi modelləşdirmənin nəticəsi həm çertyojlar yığımı, həm də proqramla idarə olunan dəzgahlar üçün xüsusi formatda olan proqram olacaqdır.

Bu mərhələdə alınmış proqramı redaktə etmək və sonra daxil edilmiş dəyişiklikləri yoxlamaq üçün proqramı yenidən CAD sistemində qaytarmaq olar.

İlk proqramla idarə olunan dəzgahlar elə qurulmuşdu ki, iş prosesində dəzgahların mühərriklərini və alətləri idarə etmək üçün kontrollerləri var idi. Belə sistemlərə proqramlar perfolentlərdən daxil edilirdi, proqramlaşdırma isə komandalardan ibarət idi və ya silinməsindən, ya da onların parametrlərini dəyişdirmədən ibarət olurdu. Bu cür sistemin hər birinin unikal idarəedici dili var idi. Hərflər rəqəm ardıcılığından ibarət olan komandalarda dəzgahın iş rejimini təyin edir, alətin yerdəyişməsinə, kəsmənin dərinliyinə, hərəkət sürətinə və s. təsbit edirdi. Sonralar kontrollerləri kompüterlə əvəz edildikdən ki, bunun da display, klaviatürası və dəzgahı idarə edən xüsusi proqram təminatı var idi.

CAD/CAM sistemlərinin tətbiqi nəinki məmulatın yaradılması 3D modelinə görə proqramı generasiya etməyə, həm də istehsal prosesinə qədər işin nəticəsini ekranda görməyə, səhvləri aşkarlamağa imkan verdi. CAD/CAM sistemləri modul prinsipi əsasında qurulmuşlar. Buna görə də qoyulmuş məsələyə uyğun olaraq istehsal prosesinin ayrı-ayrı həlqələrini layihələndirmək mümkün oldu. Beləliklə, istehsal prosesinin tam bir dövrünü qurmaq üçün müvafiq proqramla idarə olunan dəzgahları



RPI dəzgahı.

seçmək kifayət idi. Bu ideyanın sonrakı inkişafı CIM texnologiyasına (Computer Integrated Manufacturing – Çəvik Avtomatlaşdırılmış İstehsalat) gətirib çıxardı. CAD sistemlərindən proqramla idarə olunan dəzgahlar üçün proqramların hazırlanmasında və istehsal prosesinin qurulmasında istifadə edilir. Bu cür sistemlər CIM-in sadələşməsinə təmin edən verilənlər bazasını, həmçinin bütün dəzgahlar üçün texnoloji proseslərin hamısını özündə ehtiva edir. İstehsal kiçik seriyalarla təşkil edildikdə, CIM o zaman daha faydalı olur. Integral sxemlər istehsal edən mini fabriklər CIM-lərdən ona görə istifadə edilir ki, onları tez və rahat saxlamaq, həmçinin keyfiyyətə nəzarəti birbaşa təmin etmək mümkün olur.

Artıq lap yaxın zamanlarda sənaye texnologiyaları o qədər inkişaf edə bilər ki, kütləvi istehsal zərurəti aradan qalxar. Belə ki, tok-tok istehsal edilən məhsullar seriya ilə istehsal edilənlərdən bəhs olmağa bilər və hər yerdə avtomatik mini zavodlar işləyə bilər. Məsələn, alıcı mobil telefonun bir çox parametrlərini sifariş edə bilər: rəngini, korpusunu, funksiyalarını və s. Bu doğrudan da elmi-texniki inqilab olacaqdır!



Əgər müəssisə böyük deyilsə, müasir müəssisənin idarə edilməsi rəhbərlikdən nəinki müəyyən vəzifələrə vəzifələrinə, həm də işlərin vəzifəyə görə həyata keçirilməsinə və adekvat informasiyanın alınmasına tələb edir. Mühəssibat qədimdən maliyyənin dövrüvəsi haqda informasiyanı toplayır və təqdim edir. Bəzən səhv olaraq ədəd gümən edirlər ki, mühəssibat üçün fəqət orqanlar üçün, yəni vərgilərin düzgün hesablanması üçün lazımdır. Əslində səh müəssibədən gələn informasiya əsasında fəqət rəhbərliyi idarəetməci qaydada

Buna görə də kompüter əsərində informasiya sistemləri olmadan keçinmək olmaz, çünki, onlar rəhbərə qərarları analiz və qəbul etməyi imkan verən informasiyanı çatdırır və müəyyən mənada avtomatlaşdırılmış idarəetmə sistemləri rolunu oynayır. Rəhbərə görə belə sistem tam olmaldır, yəni firmanın direktoru sadəcə olaraq, bir düymə basaraq lazım olan bütün informasiyanı və mümkün olma bilən bütün inkişaf istiqamətlərini ala bilsin. Amma deməliyə ki, bu cür ideal sistemlər hələ ki, yoxdur. Buna görə də informasiya sistemlərini müəssisənin işfərləri müasir bir verilənlər bazası əsasında "sifirdən" başlayaraq hazırlayılır. Lakin verilənlər bazası, mühasibat kimi hələ bütün bir sistem deyil və program təminatının fərdi hazırlanması məsrəfi və keyfiyyət baxımından daha çox ucot və idarəetmənin spesifik məsələləri üçün özündə doğrulduq, məsələn, müəyyən unikal təbii resursların reystrinin ucotu. Parakəndə satış müəssisələrində, məsələn, minlərlə dükanların, və ya texnikanın təminatlı təmir məntəqələrinin işi və orada cərəyan edən proseslər yaxşı öyrənilmiş və təsvir edilmişdir. Belə ki, ora kommersiya firmalarının maliyyə bloklarının fiskal hissəsi praktik olaraq eyindir: onların hamısı vergi müfəttişliyinə eyni cür hesabatlar verir, onların hesab planları üst-üstə düşür və s. Və yaxud firmanın anbarı varsa, onda praktiki olaraq bütün anbarlar üçün məhsulların

6 Параметры сущности - Товар Карточка

Общие	Счет	Заказ	Производство	Внешняя Торговля	Отчетность	Трансформация	Сопоставление
Метод Учета Себест...	...					Общая Товарная Гру...	ТОВАРЫ
Средняя Себест. (РУБ)	309,00					МАС Товарная Групп...	МАС20
Стандартная Себест.	309,00					Склад Учетная Групп...	СХТ
Себест. Единицы	309,00					Коды в Учт. Счета...	154
Посл. Принятая Себест.	309,00					Разрешить Ссылку...	☒
Расчет Цена/Прибыль	Прибыль=Це...					Код Итого, Скидки...	61
Прибыль %	26,742					Код Скидки Клиент...	
Цена Единицы	531,00					Продажа Единицы И...	МЕШОК
						Код Малогой Групп...	

Создать Продать Распечатать Вывести Справка

Amma bu zaman yeni bir modul olaraq – mal göndərən alınmış malların həcmi ni yoxlayın və firmanın maliyyəsi və anbarı ilə bağlı olan bir modul da malik olmaq vacibdir. Müəssisənin apardığı bütün işləri, ələlxüsus da onlar uzunmüddətli müqavilələri əsaslanırsa, hesabla almaq lazımdır. Burada hər qrup işin gəlirlə işləməsinə gözləmək, məsrəf olunmuş və ya olunacaq hər bir resursu ucota almaq və planlaşdırmaq zəruridir. Resurs həmmaterializasiya (misal üçün insaat firması baxılırsa) həm də

1С:Бухгалтерия 8 / Стегларм - Клиент Карточка

Общие Контакты Счет Онлайн Отгрузка Внешнее Торговое Commerce Portal

Имя Поиска: СТЕГЛАРМ

Баланс (РУБ) 0,00

Кредитный Лимит (РУБ) 1 000,00

Адрес: Малые поляны, 5

Код Продавца: АБСТРАЛОН

ИНН: 101000

Москва

Код Страны: RU

Телефон: 6678999

Дата Пос. Изменения: 26.08.02

Клиент Продавец Справка

Bu cür sistemlərin layihələndirilməsi və tətbiqi asan məsələ olmayıb, bir qayda olaraq bir neçə mərhələdə icra edilir. Adətən, istənilən tətbiqdə analitiklər, sifarişçi firmanın işini yaxşı təəvvür edən mütəxəssislər, habelə sistem sazlanmasını yekunlaşdıran proqramçılar iştirak edir. İş prosedində analitiklər tez-tez müəssisədə baş verən proseslərin modellərini qurmaq üçün xüsusi metodlardan istifadə edirlər. Bu texnologiyalar kifayət qədər yaxşı işləmişdir və ideal vəziyyətdə belə layihələndirmənin nəticəsi kimi firmaya sistemin avtomatik köklənməsi variantı olacaqdır. Amma qeyd etməlik ki, mücəzələr baş vermir və hər bir

Əgər siz cəmdə kommunal xərcləri üçün 0 manat 0 qəpik almışsınızsa, onda müvafiq idarəyə zəng etməyə tələsin. Çünki, ola bilsin ki, bu hesabın ödənilməməsi nəticəsində avtomatlaşdırılmış informasiya sistemi sizin isti suyunuza kəssin.

Sistemin tətbiq effektivliyi an vacib mərhələ olan yekunlaşdırma və personalın öyrədilməsi, habelə, sınaq istisnalandırma sənayeye keçid mərhələlərindən asılıdır. Qeyd etməliyik ki, 100 tətbiqdən haradasa yalnız 60-ü uğurlu alınır. Ənəmi oduq ki, informasiya sistemlərinin layihələndirilməsi prosesi əvvəldən düşünülmüş texnologiya ilə müşayiət olunsun, yəni tətbiq bir istehsalat prosesi oldu, proqramlaşdırma samənliindən vən kəskin.

[illegible]



EKSPERT SİSTEMLƏRİ

Müəyyən bir işi yerinə yetirən adama, tez-tez bu işdə böyük uğurlar qazanmış başqa birisi ilə məsləhət etmək ehtiyacı yaranır. Atalar sözündə deyildiyi kim "Ağıl ağıldan üstündür". Çətin hallarda bir neçə bilicinin məsləhəti pis olmazdı. Lakin bir çoxları belə vəziyyətə də düşə bilər: mühərrikli sönmüş avtomobil yolun kənarında qalıb, yoldan keçənlər "yeganə doğru" məsləhətlərini verir və bu məsləhətlər bir-birilə ziddiyyət təşkil edir. Lakin bu hələ ən pis hal deyil... Digər bir oxşar vəziyyət belə ola bilər: ucqar kənd xəstəxanasında və yaxud açıq dənizdə gəmidə həkim ona məlum olmayan bir xəstəliyin simptomları ilə qarşılaşıb. Bu halda təcili tədbirlər görmək lazımdır, belə ki, söhbət xəstənin həyatını xilas etməkdən gedir və nə etmək lazım gəldiyi də məlum deyil.

Bu və onlarla buna bənzər hallarda ekspert sistemləri (ES) kömək edə bilər. Ekspert sistemləri intellektual proqram sistemləri sinfinə daxildir. Bu sistemlər elə məsələləri həll etməyə qadirdir ki, onların həlli üçün ya alqoritmlər yoxdur, ya da ki, hazır metod və alqoritmləri təbii etmək üçün zəruri olan informasiya əlçatan deyildir. İxtiyari ekspert sistemi konkret professional fəaliyyət sahəsində meydana gələn məsələlərin həlli üçün nəzərdə tutulub (xəstələrin müalicəsi, birja bazarında vəziyyətin qiymətləndirilməsi, geoloji kəşfiyyatın nəticələrinə görə faydalı qazıntıların yerinin müəy-

yən edilməsi, şahmat oynamaq və s.). Aydındır ki, universal ES çox mürəkkəb olar və onun qurulması şübhəli görünərdi.

Uğur qazanmaq üçün istənilən professionala xüsusi biliklər toplusu vacibdir. Məsələn, şahmatda bu yalnız fiqurları götürüb-qoymaq deyil, həm də debütləri bilmək, mövqeləri adekvat qiymətləndirmək, böyük şahmat ustalarının oynadıqları yüzlərlə şahmat partiyasını yadda saxlamaqdan ibarətdir. Avtomobil təmirində bu qurğuların və əsas nasazlıqların öyrənilməsi, onların vaxtlı-vaxtında aşkara çıxarılması və aradan qaldırılması deməkdir. Həkim insanın anatomiyasını və fiziologiyasını mükəmməl mənimsəməli, ən çox yayılmış xəstəlikləri və onların simptomlarını, habelə müalicə üsullarını bilməlidir. Hər hansı bir sinif məsələnin həlli zamanı ES-nin işləməsi üçün zəruri və kafi olan biliklər toplusu predmet obla- stı adlanır (qeyd edək ki, bilikləri və verilənləri fərqləndirmək lazımdır). Bir predmet sahəsindən olan biliklər bir-birilə bağlıdır. Bu biliklər müxtəlif obyektlərin, proses və hadisələrin təsviri, həmçinin onlar arasındakı münasibətlər ola bilər. Bütün bu məlumatlar verilənlər bazasında (VB) saxlanılır. Verilənlərin strukturu adətən sadə olur (bir qayda olaraq cədvəl şəklində). Verilənlərdən fərqli olaraq biliklər daha mürəkkəb struktura malikdirlər və xüsusi qaydada saxlanılırlar.

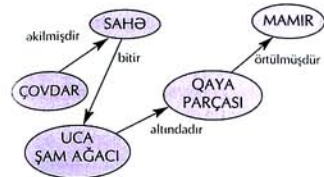
Bilikləri prosedur və deklarativ olaraq iki tipə ayırmaq olar. Prosedur biliklər fəaliyyət ardıcılığını təsvir edir və buna alqoritmlər, fəvqəladə hallar zamanı xidməti təlimatlar və s. daxildir. Bütün yerdə qalan biliklər deklarativ biliklərdir. Onlara misal olaraq bu məqalənin mətnini, Evklid aksiomalarının formulirovkasını, futbol üzrə dünya

çempionatının yekun cədvəlini və s. göstərmək olar.

Müəyyən bir predmet obla- stında işləyən ES qurmaq üçün üç əsas problemi həll etmək lazımdır.

Hər şeydən öncə predmet obla- stının biliklərini formalizə etmək, yəni *biliklərin təsviri modelini* seçmək lazımdır. Bir neçə belə model mövcuddur.

Şəbəkə modelində fərz edilir ki, bi- likləri obyektlər (anlayışlar) toplusu və onlar arasındakı əlaqələr (münasibətlər) kimi təsvir etmək olar. O, *semantik şəbəkə* formasında əyani qrafik kimi şərh oluna bilər (anlayış və obyektlər şəbə- kənin təpələri, onlar arasındakı əlaqələr isə onları birləşdirən xətlərdir). Məsə- lən, "Çovdar səpilmiş sahədə uca şam ağacı bitir. Onun altında isə mamır- ətörtmüş qaya parçası var" mətni aşağı- daki kimi təsvir edilə bilər.



Şəbəkə modelinin qüsuru ondan ibarətdir ki, burada biliklər müxtəlif üsul- larla təsvir oluna bilər, amma əlaqələr çox zaman qeyri bircins olur. Bu da biliklərin analizini çətinləşdirir və qəlizləşdirir.

Şəbəkənin quruluşunun sadələşdiril- məsi arzusu freym anlayışının yaranma- sına gətirib çıxardı. Bunu 1975-ci ildə suni intellekt sahəsində görkəmli alim olan Marvin Minski təklif etdi. Freym obyekti, anlayışı, hadisəni, prosesi və s. təsvir edən minimal strukturdur, ada ma- likdir və ardıcıl slotlardan təşkil olun- muşdur. Məsələn, "Görüş" adlı freymi bu cür təyin etmək olar:

Görüş = <Oyun> <Komanda 1>
<Komanda 2> <Hesab>

Bu cür freym prototip adlanır və onun slotları dəyişən qiymətlər ala bilər. Slot- lar müəyyən qiymətlər aldıqda freymın nüsxəsi alınır:

Görüş = <Futbol> <Real>
<Barselona> <2:2>.

Aydındır ki, istənilən slotun itməsi freymın təamlığını pozur, bəzən də mə- nasının itməsinə gətirib çıxarır.

Freymlərdən həmçinin şəbəkənin təpələri arasında olan əlaqələri təsvir etmək üçün də istifadə olunur. Çox mü- hümdür ki, slotun qiyməti öz növbə- sində digər bir freym ola bilər. Bu, bilik- lərin mürəkkəb iyerarxiq quruluşa malik olan strukturlarını qurmağa imkan verir.

Şəbəkə modelindən fərqli olaraq produksion modeldə biliklərin təsvir olunması produksiya sistemlərinə əsas- lanır (onun ideyası 1943-cü ildə amerika riyaziyyatçısı Emil Post tərəfindən verilmişdir). Ən sadə produksiya ad və nüvədən ibarətdir.

<Produksiyanın adı> : <Nüvə>.

"Əgər A, onda B" şəklində olan nüvə A və B faktları, fəaliyyəti, hadisələri arasında olan əlaqəni təsvir edir (burada A səbəb, B isə nəticədir). Məsələn, "Əgər meşəni doğrayırlarsa, onda yon- qar tökülür" və ya "Əgər duman çö- kübsə, onda faranın işıqları yandırılma- lıdır". Bəzən nüvədən əvvəl bir şərt də gəlir; onda produksiyanın sağ tərəfi aşağıdakı kimi olacaq: "C şərtinin ödən- məsi daxilində: əgər A, onda B". Başqa sözlə şərt produksiyanın təbii oluna bilməsi üçün situasiya yaradır. Mənzildə olub faraları yandırmaq mümkün deyil, ona görə də son misali belə yaz- maq məqsədə uyğundur: "Avtomobilə sürəndə, əgər duman çökübsə, onda faraları yandırın". Produksiya başqa elementlərdən ibarət ola bilər, amma ad və nüvə onun məcburi hissələri kimi qalmalıdır.

Özünün üstünlüklərinə görə produk- siya modeli geniş yayılmışdır.



Slot – freym bir his- səsəsidir. Onun tarki- binde ad və kamiiyyət olur (bu başqa freym da ola bilər). Tarkibin- dan slotu çıxarılmış freym öz təamlığını və mənasını itirmiş olur.



Onun universallığı bundan ibarətdir ki, o, həm prosedur, həm də deklarativ bilikləri təsvir etməyə, yeni bilikləri əlavə etməyə, habelə produksiya sistemlərini paralel emal etməyə imkan verir. Əsas qüsuru ondan ibarətdir ki, yeni bilikləri əlavə etdikdə, onların uzlaşmasını yoxlamaq çətin olur.

Biliklərin müxtəlif təsvir formaları əsasında proqramlaşdırma dilləri yaradılıb. Bu dillər ES-də geniş tətbiq olunur. Məsələn, məlum PROLOG dili produksiya modelinə, FRL isə freym modelinə əsaslanır (FRL – Frame Representation Language).

ES-nin işlənilməsilə bağlı digər mühüm problem biliklər bazasının (BB) yaradılmasıdır. Daha doğrusu ES-nin fəaliyyəti üçün zəruri və kafi olan biliklərin alınması və seçilməsi ES-nin yaradılmasında ən mühüm problemdir. ES-də biliklər sistemi dolğun və ziddiyyətli olmamalıdır. BB-ni formalizə olunmuş və formalizə olunmamış kimi iki hissəyə bölmək olar. Birincilər ya sorğu kitablarına daxil edilir, ya da təlimatlar, cədvəl, düstur, alqoritm kimi yazılır və asanlıqla BB-na daxil edilir. Lakin bütün bunlar professional fəaliyyət üçün kifayət deyil. Məsələn, yaxşı şahmat oynamaq üçün yalnız oyun qaydalarını bilmək qətiyyətli kifayət deyil.

İkinci növ bilikləri hazır şəkildə almaq mümkün deyil. Onların toplusu kitablarda yoxdur, müvafiq düstur və alqoritm mövcud deyil, amma buna rəğmən bu bilikləri müvafiq mütəxəssislərin təcrübəsinə, bacarığı və intuisiyasına əsaslanaraq müəyyən qaydalar kimi formula



etmək mümkün olur. ES məhz formalizə olunmamış biliklərin köməyiylə məsələləri həll etmək üçün nəzərdə tutulmuşdur.

ES qurarkən əsas məsələlərdən biri də ekspertlərdən zəruri olan biliklərin alınmasıdır. Burada ekspert dedikdə müəyyən predmet oblasında dərin biliklərə malik olan mütəxəssis başa düşülür. Məhz onlar ES-nin malik olacağı əsas bilikləri təyin edirlər.

Ekspertlə ünsiyyət məsələsi özü özlüyündə sadə məsələ deyil. Psixoloji xarakterli məsələdən başqa (kontakta necə yaratmalı, nəyin görək olduğunu necə aşkarlamalı, verilən məlumatların yaqinliyini necə müəyyən etməli) daha bir məsələ meydana çıxır. Çox zaman elə olur ki, mütəxəssis bu və ya digər qərarı nə üçün verdiyini özü belə izah edə bilmir. Məsələn, qrosmeyster uduşla nəticələnmiş şahmat partiyasını araşdırarkən özü uzun müddət qalıbiyyətə aparın gedişi götür-qoy edir. Və analiz göstərir ki, doğrudan da seçilmiş gediş ən yaxşı gediş imiş. Hər bir saniyə qiymətli olduğundan, aydındır ki, partiya oynanılarkən belə analiz mümkün deyildir. Deməli, qrosmeyster bu zaman intuitiv hərəkət edirdi və özünün böyük təcrübəsinə, erudisiyasına, mövqedən aldığı ümumi təəssüratə əsaslanıbmış. Eləcə də sərkərdə döyüş meydanında özünün son ehtiyatını sol cinaha atırsa, o, çətin ki, bunu nə üçün məhz o zaman etdiyini, bundan bir saat tez etmədiyini izah edə bilsin. Bu cür biliklərin BB-na daxil edilməsi üçün qərarın verilməsini əsaslandırmaq lazımdır.

VB-nin köməyiylə konkret predmet, proses və ya situasiya haqqında əvvəldən oraya daxil edilmiş informasiyanı almaq olar. Kompüter proqramları işlədikdə verilənlər emal obyektini kimi çıxış edirlər və onlar passiv olurlar. Proqram onları tapır, dəyişir və yenidən yaddaşda müəyyən yerdə yazır. Biliklər bazası VB-dən onunla fərqlənir ki, daxili məntiqi nəticə mexanizminə malikdir.

Buna görə də ES işlədikdə biliklər özlərini fəal aparırlar: bu və ya digər biliklərin dəyişməsi onları emal edən proqramlara müraciəti aktivləşdirə bilər. Daxili prosedurlar nəinki mövcud olan bilikləri dəyişdirir, hətta onlardan yeni biliklər də əldə etməyə imkan verir. Beləliklə, BB həm ekspertlərdən alınan biliklərlə, həm də iş prosesində ES-nin özünün qurduğu biliklərlə zənginləşir.

Əsas odur ki, ES-də yalnız klassik məntiqə əsaslanan məntiqi nəticə mexanizmi reallaşmışdır. Onlarda həm də doğru-yabonzor (qeyri-səlis məntiqə əsaslanan qeyri-səlis nəticə) və oxşarlığa və assosiasiyalara əsaslanan mühakimələrə yer verilir ki, bunlar da insan tərəfindən, adətən, qeyri-müəyyənlik şəraitində məsələlərin həlli zamanı tətbiq olunur.

Bu və ya bəzi köməkçi məsələləri həll edən vasitələr külliyyatı ES-lərini təşkil edir. Onun adı sxemi aşağıdakı şəkildə göstərilmişdir.

Məntiqi nəticə bloku bir və ya bir neçə həll hazırlayır. Özü də ES bu həlləri istifadəçiyə məcburi qaydada diqtə etmir, yalnız mümkün həll variantlarını



OBRAZLARIN TANINMASI

"Obrazların tanınması" termini altında elmi-tədqiqat işlərinin tətbiqi riyaziyyat bölməsinə aid istiqaməti başa düşülür. Sürətlərin tanınması sahəsinin mütəxəssisləri hesablama texnikasının köməyiylə



müəyyən üstünlüklə və ya ehtimal əsasında təklif edir. İş dialoq formasında aparılır və buna görə də arzuolunandır ki, ES özünün fəaliyyət və nəticələrini "izah etmək" qabiliyyətinə malik olsun. Axı bəzən, alınmış variantı istifadəçi uyğun görməyən və ya heç də ən yaxşı olmayan variant kimi dəyərləndirə bilər. Bunun da səbəbi hələ də yox, onun kifayət qədər əsaslandırılmamasındadır.

Hal-hazırda insanlara müxtəlif sahələrdə kömək edən bir çox ES vardır – havanın proqnozunu verən sistemlərdən tutmuş, verilmiş keyfiyyətlərə malik olan yeni üzvi maddələr sintez edən sistemlərə kimi.

Şübhə yoxdur ki, bu sistemlərin tətbiq sahələri getdikcə genişlənəcək, imkanları isə artacaqdır.

elə məsələlər həll edirlər ki, onlar insanın intellektual fəaliyyətilə birbaşa əlaqədirlər. Burada əsas üsul hipotez və fərziyyələrin yolu ilə obrazların tanınması prosesinin riyazi modellərinin



"DÜŞÜNCƏ MAŞINI"

Şəxsi mülahizə və qərarları sınaq və onların doğruluğunu yoxlamaq ehtiyacı həmişə insanlara xas olmuşdur. Fransız filosofu Rene Dekart (1596-1650) zənn edirdi ki, insanın qazandığı bilikləri riyaziyyatda teoremlər kimi ciddi qaydada çıxarmaq olar. Mülahizələrə hesab formasında təsvir etmək mümkündürmü? Bu problem barəsində Qotfrid Vilhelm Leybnis də düşünmüşdür. Doğrudur, bundan 150 il sonra, XIX əsrin ortalarında Çarlz Bebbic özünün analitik maşın ideyasını təklif edəndə onun köməkçisi xanım Lavleys buna şübhə ilə yanaşmışdı. O yazırdı ki, analitik maşın nə işə yeni bir şey yaratmağa və ya analitik asılılıqları və həqiqəti tapmağa iddia etmir. Amma qeyd etməliyik ki, bu xanımın təsəvvürləri analitik maşınların çox məhdud xarakteristikalarına əsaslanırdı.



Rene Dekart.



Uilyam Stenli Cevons.



P.D.Xruxyov.



A.N.Şukaryov.

Buna baxmayaraq hələ Bebicin yaşadığı dövrdə, 1870-ci ildə ingilis məntiqçisi Uilyam Stenli Cevons (1835-1882) ilk dəfə olaraq sadə məntiqi çıxarışları mexanikləşdirən bilən ilk maşını yaratdı (əslində bu maşın məntiq cəbrinin funksiyalarını hesablaya bilərdi). Sonralar bunu rus alimi, professor P.D.Xruxyov da (1849-1909) etdi, professor A.N.Şukaryov (1864-1936) isə bu qurğunu təkmilləşdirdi. 1914-cü ildə "Vokruq sveta" jurnalında A.N.Sokov yazırdı: "Əgər biz bir rıçaqın köməyiylə milyonlarla rəqəmləri toplayıb, çıxıb, vura biliriksə, onda aşkardır ki, elə bir zaman gələcəkdir ki, biz məntiqi maşına da sahib olacağıq bu da müvafiq düşüncəni basmaqla, səhvsiz nəticə və hökmlər çıxarsın. Bu insanın külli miqdarda vaxtına qənaət edər və həyatın ruhunu təşkil edən yaradıcılıq, fərziyyə, fantaziya və ilham üçün geniş imkanlar açardı".

Lakin qeyd etməliyik ki, əsl "düşünən maşının" yaranmasından yalnız kompüter ixtira olunandan sonra danışmaq mümkündür.

qurulmasında ibarətdir. Məsələn olaraq insanın onun foto şəklinə görə tanınması, melodiyaların tanınması, xəstəliklərin diaqnostikası və s. kimi identifikasiya məsələlərini göstərmək olar.

Adətən, tanınma obyektləri (foto şəkil, melodiya, xəstəlik) ümumi termin olan "obraz" sözü ilə ifadə olunur. İnsan tərəfindən obyektin tanınması prosesi obrazların tanınması nəzəriyyəsinə (yaxud sadəcə olaraq tanınma nəzəriyyəsinə) obyektin bu və ya digər oxşar obyektlər külliyyatına aid edilməsi kimi izah olunur.

Bələ ki, insanın foto şəklə görə tanınması prosesi obyektin (konkret insanın foto şəklinin) bu insanın bütün mümkün ola bilən fotoşəkilləri çoxluğuna aid edilməsi kimi başa düşülür. Melodiyaların tanınması isə obyektin (melodiyaların) bu melodiyaların bütün mümkün ola bilən ifaları çoxluğuna aid olması kimi başa düşülür. Xəstəliyin diaqnozunun qoyulması xəstədə müşahidə olunan simptomların konkret xəstəliyin bütün mümkün ola bilən simptomları çoxluğuna aid edilməsi kimi başa düşülür.

Ümumi əlamətlərlə xarakterizə olunan obyektlər qrupu sinif adlanır. Yeni surətlərin tanınması nəzəriyyəsi hər hansı bir obyektin müəyyən bir sinfə aid olması mülahizəsinin doğru və ya yalan olması ilə məşğul olur. Ümumilikdə götdürdükdə, obrazların tanınması nəzəriyyəsi pis formalizə olunan məsələləri öyrənir. Məsələn, tanınma məsələlərini tez və effektiv həll etməyə imkan verən birqiyəmli qaydalar formalizə etmək mümkün olmadığına meydana çıxan məsələləri pis formalizə olunan məsələlərə aid etmək olar.

Obrazların tanınması nəzəriyyəsinə fərz olunur ki, istənilən obyekt sonlu xarakteristikalar yığımına malikdir. Bu xarakteristikaların qiyməti həmin obyektə təyin edilir. Başqa sözlə desək, bu xarakteristikalar obyektə təsvir edir.

Buna görə də xarakteristikalar – əlamətlər, əlamətlər yığımı – əlamətlər fəzası, əlamətlərin sayı isə – əlamətlər fəzasının ölçüsüdür. Məsələn, fotoşəkillərin əlamətlər fəzası onun rəqəmsal açılışının (ifadəsinin) sətirlər külliyyatı hesab edilir. Burada hər sətir bir əlamətdir. Akustik rəqslərin Furiy sırasına ayrılışındakı əmsallar toplusu melodiyaların əlamətlər fəzasını təşkil edir. Hər bir Furiy əmsalı əlamətdir. Aydındır ki, yuxarıda göstərilmiş misallar üçün əlamətlər fəzasının ölçüsü çox böyük ola bilər. Məsələn, əksər məsələlərdə az sayda əlamətlər seçmək mümkündür ki, onlar obyektin bu və ya digər sinfə aid etməyə imkan versin.

Obrazların tanınması nəzəriyyəsinə istifadə olunan modellərin hamısının əsasını kompaktlıq fərziyyəsi təşkil edir. Bu fərziyyəyə görə əlamətlər fəzası elə təşkil olunmalıdır ki, oxşar obyektlər bir-birinə yaxın, oxşar olmayan obyektlər isə bir-birindən uzaq yerləşsinlər. Obrazların tanınmasının bütün riyazi modelləri aşkar və ya qeyri-aşkar şəkildə bu fərziyyəyə əsaslanır. Konkret identifikasiya məsələsinin müvəffəqiyyətli həlli əlamətlər fəzasının uğurlu seçilməsindən asılıdır. Kompaktlıq fərziyyəsinə görə siniflər əlamətlər fəzasında elə yerləşməlidir ki, eyni sinfə aid olan obyektlər bir-birinə yaxın, müxtəlif siniflərə aid olan obyektlər isə bir-birindən uzaqda olsunlar.

İnsan hər hansı tanınma məsələsini həll etməzdən öncə mütləq qaydada öyrənmə mərhələsini keçir. Misallar üzərində ona göstərilər ki, hansı obyekt hansı sinfə aiddir, bütün sinifləri sadalayırırlar və yoxlayırırlar ki, o, bu məlumatları yaxşı qavrayıb. Modellərdə də eyni yanaşma tətbiq olunur.

Başqa sözlə desək, tanınma prosesinə başlamazdan əvvəl modelin elə öyrətmək lazımdır ki, o, əlamətlər fəzasının bölgüsünü aparmış olsun. Obraz-

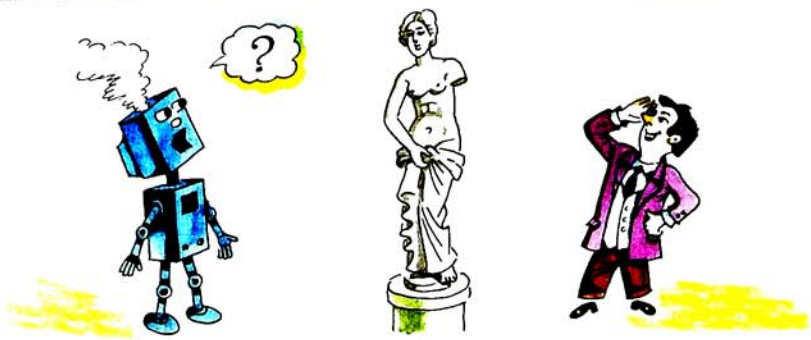
ların tanınması nəzəriyyəsinə iki öyrətmə üsulu mövcuddur: müəllim ilə və müəllimsiz öyrətmə.

Müəllim ilə öyrətmə prosesində bu və ya digər sinfə mənsub olan obyektlər çoxluğu apriori olaraq (öncədən) verilir. Bu informasiyadan əlamətlər fəzasının bölgüsü üçün istifadə olunur ki, onlar da müvafiq siniflərlə bağlansın. Öyrətmənin, yəni tanınmanın keyfiyyəti konkret sinfə mənsubiyyəti əvvəlcədən məlum olan obyektlər üzərində tanıma modelinin işlə qiyətləndirilir. Bu informasiya öyrətmə modeli tərəfindən istifadə olunur.

İkinci üsulda da yenə obyektlər çoxluğu verilir, amma bu halda onların hər hansı bir sinfə mənsubluğu təyin olunmamışdır. Hətta, ümumi halda, siniflərin sayı da məlum olmaya bilər. Bu halda əlamətlər fəzası kompaktlıq fərziyyəsinə və məsələnin özəlliyini özündə əks etdirən kriteriya əsasında siniflərə bölünür.

Obrazların tanınması nəzəriyyəsinə istifadə olunan üsullar əsaslı şəkildə ilkin məlumatın özəlliyinə söykənir. Buna görə də indi elə elmi istiqamətlər formalaşıb ki, onlar vizual, musiqili obyektlərin, tibbi diaqnostikanın və s.





tanınması məsələlərini uğurla həll edir. Eyni zamanda tanınmanın optimal keyfiyyətinə nail olmağa imkan verən ümumi nəzəriyyə də inkişaf etdirilir. Bu nəzəriyyə obyektlərin özəlliyinə əsaslanmış və universal sistemlər qurmağa imkan verir.

Əyanilik üçün EHM-ə mətnlərin avtomatik daxil edilməsi məsələsinə müəllimlə öyrətmə üsulunun köməyi ilə tanınma məsələsi kimi baxaq.

Tutaq ki, EHM-ə makina mətni daxil edilir. Avtomatik daxil etmə dedikdə, EHM-in mətni emal etmək bacarığını başa düşəcəyik. Belə ki, onun yaddaşında hər biri bir hərfə uyğun gələn kodlar ardıcılıqlı yerləşir və hərfələri oradakı düzümlü onun mətndəki düzümlə uyğun gəlir.

Hər şeydən əvvəl müəyyən etmək lazımdır ki, obyekt və əlamətlər fəzası olaraq nələr təyin olunmalıdır. Bunun üçün ilk öncə müəyyən olunmalıdır ki, simvollar EHM-ə hansı şəkildə daxil ediləcəkdir və sonrakı emal üçün hansı xarakteristikalar gərəkdir. Mətnlərin adı daxil edilməsi qaydası onların hər səhifəsinin daranmasıdır. Nəticədə mətn əvəzinə EHM-də ədədi matris meydana gəlir ki, onun da ölçüsü daranmış materialın sahəsinə bərabərdir. Matrisin

elementləri daranmanın müvafiq nöqtəsində parlaqlığın dərəcəsinə mütənəşif ədədlərdir. Başqa sözlə, səhifə darananda EHM-də orijinalı təkrarlayan müxtəlif parlaqlıq nöqtələrdən təşkil olunmuş şəkil alınır.

Makina mətnində hərfələri bir-birindən boşluqla ayrılması xüsusi əhəmiyyətə malikdir. Bu EHM-ə xüsusi proqramın köməyi ilə daranmış səhifənin bütün görüntüsünü (təsvirini) hər biri bir hərfə uyğun gələn, böyük olmayan hissələrə bölməyə imkan verir.

Proqram ilkin matrisin hissələrini mətnədə hərfələri yerləşmə ardıcılığı kimi, yəni soldan sağa və yuxarıdan aşağıya düzür.

Aydındır ki, obyekt kimi ilkin matrisin kiçik fraqmentləri seçilə bilər. Müxtəlif kəmiyyətlər (məsələn, statistik momentlərin qiymətləri, ortoqonal ayrılıqların momentləri və s. bu kimi hesablanı bilən kəmiyyətlər) bu cür matris-obyektlərin xarakteristikaları ola bilər. Obyektlərin bu sonlu xarakteristikaları toplusu məhz əlamətlər fəzasını təşkil edir. Beləliklə, hər bir obyektə əlamətlər fəzasında bir nöqtə uyğun gəlir, fəzanın ölçüsü isə obyektin xarakteristikalarının sayı ilə müəyyən olunur. Qeyd etmək zəruridir ki, çap və daranma xət-

lərinə görə eyni bir hərfə əlamətlər fəzasında müxtəlif nöqtələr uyğun gələcəkdir.

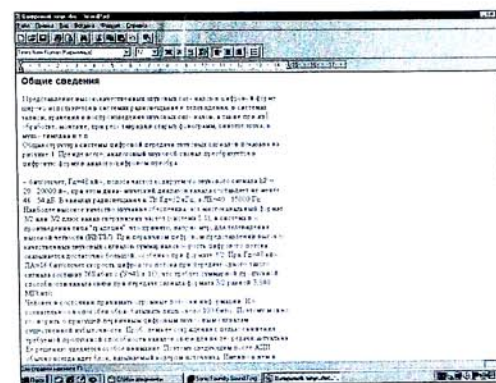
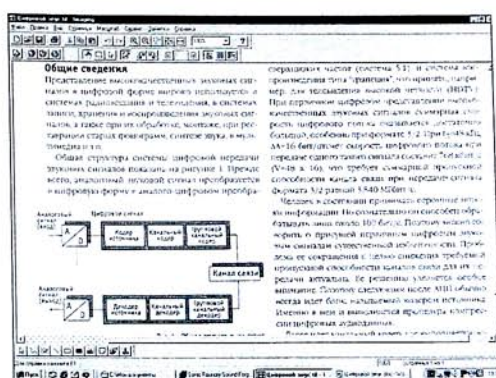
Güman etmək olar ki, əlifbanın hər bir hərfinə əlamətlər fəzasında özünəməxsus sahə uyğun gəlir və bu sahələr o qədər də üst-üstə düşmür. Deməli, əlamətlər fəzasında 32 müxtəlif sinif (azərbaycan əlifbasına uyğun olaraq) var. Onda azərbaycan makina yazısının avtomatik EHM-ə daxil edilməsi məsələsi hər bir hərfin 32 sinifdən birinə aid edilməsi məsələsi kimi formula edilə bilər. Daxil edilən mətnin hərfələrinin avtomatik tanınmasına qədər (yəni 32 sinifdən birinə aid edilməsi) EHM-ə bütün hərfələrin etalon nümunələri daxil edilməli və onların hansı sinfə aid olduğu da göstərməlidir. Belə hazırlıq EHM-ə əlamətlər fəzasında hər biri bir hərfə uyğun gələn sinif qurmağa imkan verir.

Siniflərin qurulması proseduru elə EHM-in müəllim ilə öyrədilməsinə uyğun gəlir. Bu cür öyrətməni müxtəlif üsullarla aparmaq olar. Məsələn, yuxarıda göstərilmiş məsələni minimal sayda hipermüstəvidən istifadə etməklə, əlamətlər fəzasını 32 kəsişməyən sahəyə bölməklə həll etmək olar. Seçilmiş metodun keyfiyyətini standart yolla, hərfələrin test ardıcılığının tanınmasında səhvlərin hesablanması yolu ilə qiymətləndirmək olar.

Beləliklə, obrazların tanınması kimi formalaşan məsələlərin həlli müəyyən xassələrə malik əlamətlər fəzasının olması haqqında aprior (evristik) fərziyələrə əsaslanır. Bu xassələr əlamətlər

EV OFISI

80-ci illərdə müxtəlif təşkilatlar, müəssisələr, tədris, ev üçün yaradılmış kompüterlərdə, axırıncılar (ev üçün nəzərdə tutulmuş kompüterlər) çox zəif imkan-



fəzasını elə bölməyə imkan verir ki, test misalında EHM minimal səhvə yol verməmiş olur.

Mətnin tanınması yuxarıda daranmış mətn; aşağıda mətnin tanınmasının nəticəsi.

lara və minimal proqram dəstəinə malik idilər. Lakin kiçik biznesdə məhz belə maşınlardan istifadə edirdilər. Məsələ orasıdır ki, fərdi kompüterlərə sis-



temli xidmət onların yalnız quraşdırılması və təmirini deyil, həm də proqram təminatı ilə işi asanlaşdırmaq üçün məsləhəti də nəzərdə tuturdu. Bu işə çox baha olub, yalnız böyük firmalar üçün mümkün idi. Əgər ayrı-ayrı şəxslərin və kiçik sahibkarların EHM və onun proqram təminatını almağa vəsaitləri çatırdısa (çətinliklə olsa da), professional baxımdan onu müşayiət etmək onların maliyyə imkanları xaricində idi. Buna görə də əvvəllər belə müştərilər kompüterlərdən yüksək etibarlılıq, proqramlardan işə quraşdırılma və istifadə sadəliyi tələb edirdilər. Ev ofisində istismar olunan proqram təminatının dəyəri kompüterin çox da ucuz olmayan dəyəridən dəfələrlə çox idi. Ona görə də kompüterləşmiş ofisin avadanlığına sorf olunan məbləğ həm ev, həm də kiçik firmalar üçün çox baha idi.

90-cı illərdə vəziyyət dəyişdi. Bir çox ev kompüterləri artıq öz imkanlarına görə mötəbər firmalarda olan kompüterlərdən heç də geri qalmırdı. Bu fərdi kompüterlərin kütləvi istehsalı və nəticədə onun qiymətinin aşağı düşməsi sayəsində mümkün oldu.

Bununla bir vaxtda satışa noutbuklar ("notebook" – ing. "bloknot" deməkdir)

çıxarıldı. Bunlar bir yerdən başqa bir yerdə asanlıqla aparıla bilən, müstəvi səthə malik maye kristallı ekranı olan kompüterlər idi. Belə maşınlar kiçik biznes üçün çox rahat idi. Belə ki, onun sahibi bütün sənədləri özü ilə daşıya bilər və hətta işi digər ofisdə, mehmanxana, ev və başqa yerlərdə davam etdirə bilərdi. Doğrudur noutbuk masaüstü kompüterlərə nisbətən baha idi, lakin o, tez-tez lazım gələn səfərlər üçün əvəzolunmaz idi.

Yeni güclü maşınlar üçün müvafiq proqram təminatı da lazım idi. Nə xüsusi istifadəçiləri, nə də iş adamlarını çox məhdud imkanlara malik proqramlar dəsti qane etmirdi. Buna baxmayaraq, lazımi proqramların satın alınması yenə də onlar üçün çətin idi. Bunu nəzərə alan bəzi firmalar onlara "limited edition" (ing. "limited edition" – "məhdud seriyalar" deməkdir) təklif etməyə başladılar ki, bunlar da evdə və kiçik müəssisədə işləmək üçün tam yararlı idilər.

XX əsrin sonunda SOHO termini meydana gəldi (ing. "Small Office/Home Office" – "Kiçik Ofis/Ev Ofisi"). Bu müvafiq komponentlər, proqram və avadanlıqları olan, ev və kiçik biznes üçün nəzərdə tutulmuş kompüter idi.

Müasir SOHO Microsoft Windows tipli pəncərə sistemində əsaslanır. Onun ofis dəsti mükəmməl mətn redaktorundan, elektron cədvəllərdən, verilənlər bazası və poçt proqramından ibarətdir. Poçt proqramı sadə planlaşdırıcı, qeyd kitabçası və təqvim funksiyalarını özündə saxlayır (təbii ki, Microsoft firmasının müvafiq dəstinin adı Office adlanır və onun belə komponentləri var: Word mətn redaktoru, Excel elektron cədvəli, Access verilənlər bazası və Outlook dəsti).

Microsoft Outlook tipli sistemlər faktiki olaraq orqanayzer (təşkilatçı) rolunu oynayır. Onların köməyi ilə Internet vasitəsilə poçtu alıb və göndərmək, təqvim və qarşıda duran işləri tərtib etmək, tərəfdaşların koordinatını qeyd etməklə, fərdi qeyd kitabçasını yaratmaq, cari işlərin siyahısını tərtib etmək və onların icrasına nəzarət etmək, müxtəlif qeydlər aparmaq və s. mümkündür.

Təqdimatlar hazırlayan dəst (Power Point) mətni, şəkli və fotoları kombinə etmək və sonra onları lazımi ardıcılıqla düzməklə, təqdimatı ya kompüterin ekranına, ya da noutbuka qoşulmuş proyektorun köməyi ilə adi ekrana verə bilər.

Ev və ofis üçün proqramlar dəsti bir qayda olaraq şəxsi veb sahifələr hazırlamaq üçün proqramları da özündə sax-



layır. Veb sahifə ona biznesi və özü haqqında şəxsi informasiyanı geniş kütləyə təqdim etmək imkanı verir.

Əgər firmada ikidən artıq əməkdaş varsa, o halda standart ofis dəstinin imkanlarından daha artıq imkanlara malik idarəetmə sistemində ehtiyac yarana bilər. Bu cür sistemlər evlərdə o qədər də tez-tez istifadə olunmur. Bundan başqa bəzən sahibkarın maraqları və biznes xüsusiyyətləri əlavə, o cümlədən çox bahalı, proqram təminatına və ya avadanlıqlara zərurət yarada bilər.





OYUNLAR

KOMPÜTER OYUNLARI

Kompüter oyunlarının meydana gəlməsi kompüterlərin eksperimental və demək olar ki, məxfi sferadan (axı hər bəşər nələrinə raket və mərmilərin trayektoriyası kompüterlərdə hesablanırdı) elmi və praktiki sahəyə keçid dövrünə təsadüf edir. Bu keçid XX əsrin 60-cı illərinin sonunda baş verdi.

Kompüter bu və ya digər formada istifadəçinin "dostu" olan interfeysə çevrildi. Lampa və sirləndiktorların əvəzinə əlifba-rəqəmli displeylər meydana gəldi. Əlbəttə, heç bir grafikadan söhbət belə gedə bilməzdi... Lakin kompüterdə insanlar işləyir və insana xas olan heç bir xüsusiyyət onlara yad deyil. Və beləliklə, bir gözəl axşam, ağır iş günündən sonra, bir gənc proqramçı qərara gəldi ki, kiçik bir proqram yazsın və o, çox da mürəkkəb olmayan oyunu, məsələn, "Öküzlər və inəklər"

oyununu proqramlaşdırdı... Təbii ki, belə fikir yalnız tək onun ağlına gəlməmişdi... Beləliklə, əyləncə üçün proqramlar tez-tez meydana gəldi və onlar hətta kompüterlə birgə təqdim olunan proqramlar dəstinə daxil edilməyə başladı.

Kompüter grafikasının yaranması və əsl ev kompüterlərinin meydana gəlməsi oyun sənayesi üçün yüksəlməyə başladı. Oyunlar, pirat surətlərini saymamaq şərtilə, minlərlə nüsxə buraxılmağa başladı. Təxminən on il müddətinə Sinclair Research firmasının ZX-Spectrum ev kompüterləri üçün 6 mindən artıq (!) müxtəlif növ oyun yazılmışdı.

İndi oyun sənayesi fərdi kompüter sənayesinin dayaq nöqtələrindən birinə çevrilmişdir və doğrudan da, evdə kompüter oyundan başqa daha nə üçün görüklü ola bilər?



Hər bir zərəfatda həqiqət var, kompüter oyunları olmasaydı, dünya "kompüter inqilabının" şahidi olmazdı.

Oyun sənayesində aşağıdakıları fərqləndirirlər:

- *Mətn oyunları.* Bunlara "Star Trek", "Adventure", "Rogue" kimi oyunlar aiddir. Oyunçu məqsədə çatmaq üçün müəyyən işlər görməlidir: qalaktikanı təhlil etmək, xəzinəni tapmalı, əjdahanı öldürməli və s. Bu cür oyunlar üçün əlifba-rəqəmli displey kifayətdir. Burada ədədlər, məsələn, "on addım irəliləməli" tipli sadə əməllərin daxil edilməsi icra edilir. Bu əməllərə kompüterin cavab reaksiyası belə ola bilər: "Qaranlıq mağaradasınız və sizin yanınızda pis əyləntilər olan nəhəng əjdaha var. Hərəkətiniz nədən ibarət olacaqdır?" Oyunu davam etdirmək üçün oyunçu yeni əməllər daxil etməlidir.

- *Oyunlar üçün əlavə qurğular.* 1980-ci ildə ATARI firmasının menecerlərindən biri anladı ki, artıq adi oyuncaqlarla heç kimi təəccübləndirmək mümkün deyil və yeni istiqamətləri əməl etməyə gərəkdir. Elektronika o dövrdə artıq geniş imkanlara malik idi. Beləliklə, oyunlar üçün əlavə qurğular meydana gəldi – bu kiçik ölçülü qutulardan ibarət olub, adi televizorlara qoşulan və müasir baxımdan sadə oyunları oynamağa imkan verirdi. Kompüter

grafikasının yenilik olduğu o dövrdə personajların televizor ekranlarında sxematik təsviri alıcıları heyran qoyurdu. Sonralar əlavə qurğuların gücü artmağa başladı və oyunlar, yəni proqramlar əvvəlcə karticilərə, sonra isə kompakt disklərə köçürüldü. Artıq bu gün oyunlar üçün əlavə qurğular öz imkanlarına görə ən yaxşı ev kompüterlərini üstələyir. Bu qurğularda ən müasir grafik prosessorlar istifadə olunur. Onlar grafikləri tez emal etmək üçün xüsusi olaraq yaradılmışdır. Digər tərəfdən, analoji imkanlarına görə, oyunlar üçün əlavə qurğular fərdi kompüterlərlə müqayisədə kifayət qədər ucuzdur və alıcı dəbdəbdən düşmüş köhnə aparatın əvəzinə yenisini almaq imkanına malikdir.

- *Ev kompüterləri.* Əlavə qurğularda oynanılan oyunlar nə qədər populyar olsa da, istifadəçi təkcə oyunlarla kifayətlənmək istəmirdi, o, həm də hansısa sadə məsələləri də həll etmək istəyirdi (məsələn, proqramlar yazmaq, ev kitabxanasının kataloquunu aparmaq və s.). Ev kompüterləri adi televizorlara qoşulurdu, böyük olmayan daxili yaddaşla malik idi və informasiyanın yazılması üçün kasetli maqnitofona qoşulurdu. Onlardan ən məşhurları – ZX-Spectrum (Böyük Britaniya), Commodore 64 (ABŞ və Qərbi Avropa), MSX (Yaponiya) idi.

İndi isə oyunlar, adətən, PC və yaxud Macintosh platformaları üçün buraxılır. Hər il satışda müxtəlif zövqlərə uyğun gələn yeni-yeni oyunlar meydana gəlir. Bu yeni oyunlarda üç ölçülü grafikamız, səs və süni intellektin ən son nailiyyətlərindən istifadə olunur.





Kompüter oyunlarını aşağıdakı janrlara bölmək olar.

• **Arkad oyunları.** Bu oyunların məqsədi gəlmələri möhv etmək, bütün xəzinələri yığmaq və ya hansısa divlərdən qurtulub qaçmaqdan ibarətdir. Onlar qrafikanın və səs effektlərinin böyük çeşidliliyiylə fərqlənirlər. Üstəlik bu zaman oyunçu bir o qədər də təmkinli deyilsə, onda noticədə parça-parça olmuş klaviatura və sınımış coystiklərsiz (hərəkəti idarə edən xüsusi qurğu) keçinmək mümkün olmayacaqdır.

• **Strategiya.** Bu janr özündən övvəlkindən heç də az ehtiraslı deyildir. Adətən, oyunçu hərbi sərkərdə olur və onun da komandanlığına hansısa qoşunlar verilir. Burada düşmən ordusunu darmadağın etmək üçün, adətən, sürətli reaksiyadan əlavə, həm də müəyyən əqli qabiliyyət tələb olunur.

• **Simulyatorlar.** Bu janrın oyunlarında istifadəçi özünü pilot və ya kosmik gəminin kapitanı qismində sınağa bilər. Müasir aviasimulyatorlar o qədər mürəkkəbdir ki, adətən, uçuş aparatının bütün idarəetmə detallarını əks etdirmək üçün klaviaturadakı düymələr kifayət etmir.

• **Məntiqi oyunlar.** Bu oyunlara – tapmacalar, kart oyunları, şahmat və dama oyunları aiddir. Bu oyunlarda oyunçu üçün "baş sındırması" məqamlar çoxdur.

• **Rol oyunları.** Bu oyunlar "Zirzəmi və divlər" tipli oyunların meydana gəlməsinə intişar tapıb ki, bunun da önəmli cəhəti hər bir oyunçunun hansısa bir



fərqli xüsusiyyətə malik olmasındadır (zərbənin gücü, seyrin gücü, həyat gücü və s.). Oyunçunun qrupda rolu bu göstəricilərin balansından asılıdır. Məsələn, seyrkar ən böyük intellektə malikdir, döyüşçü güclü, oğru isə diribaşdır və s. Qrup müəyyən tapşırığı yerinə yetirməlidir: divə qalib gəlməli, xəzinəni tapmalı, şahzadə xanımı xilas etməlidir. Hər bir hərəkət uduşla başa çatır. Oyunu oyunçuların hər bir hərəkətini izləyən və yeni hadisələri elan edən "mağaralar ustası" idarə edir.

Oyunun elektron versiyasında "usta" rolunda bir qayda olaraq kompüter çıxış edir. Zamana görə oyun dövrlərinə bölünür. Bir dövr ərzində qrup yalnız müəyyən sayda hərəkətləri icra edə bilər. Bu hal stolüstü oyunlardakı vəziyyəti xatırladır. Belə ki, oyun lövhəsi üzərində hər bir hərəkət atılan zərin rəqəmlərinə



uyğun gəlir. İnternetin inkişafı ilə rol oyunları daha da populyarlaşdı. Artıq oyunçunun tərəf müqabilinin harada olması önəmli deyil – istər Çində olsun, istərsə də Norveçdə.

Oyunların uşaqlar və yeniyetmələrin kövrək şüurlarına təsiri birmənalı qiymətləndirilmir. Kimsə bu oyunlar vasitəsilə məntiqi düşünmə qabiliyyətini inkişaf etdirir, kimsə də əksinə, divlərə atəş açmağa aludə olur və onun ətrafında olan real dünyanı unudur. Bu zaman mübahisəsiz odur ki, kompüterə maraqlı olanlar.

Oyunlar çox önəmli öyrətmə vasitəsidir. Qavrama üçün vacib olan informasiyanı oyun formasında həm beşyaşlı uşaqlara (hesabı və ya yazını öyrətmək

"TETRİS" FENOMENİ

Rus proqramçısı Aleksandr Pojtitnov demək olar ki, əjdaha yaratmışdır. Və bu əjdahanın adı "tetrisdir". Bu məşhur oyun bütün kompüter platformalarını, cib qurğularını və mobil telefonları fəth etmişdir. Bütün dahiyanəliklərdə olduğu kimi, onun da qaydaları çox sadədir. Yuxarıdan həndəsi fiqurlar düşür, onları da elə fırlatmaq və yerləşdirmək lazımdır ki, bu fiqurlar arasında boş yer qalmasın. Bu oyunun nəticəsində bütün dünya üzrə kompüterlər meqavətlərlə enerji işləmiş, göz həkimləri yeni xəstələrin axını sahəsində daha artıq mənfəət əldə etmişdir və hələ də "tetris" bizim monitorların ekranlarını fəth etməkdə davam edir. Belə görünür ki, tetris proqramı bu vaxta qədər yaradılmış bütün kompüter oyunlarından ən yaxşısıdır.

üçün), həm də kifayət qədər yaşlı adamlara ötürmək olar (məsələn, işgüzar oyunlar və ya oyun formasında olan testlər vasitəsilə).

Əgər kompüter sənayesindən söhbət gədirsə, onda qeyd etməliyəm ki, oyunlar yeni kompüterlərin istehsalını, üç ölçülü qrafika və səs sahəsində təkmilləşdirmələri stimullaşdıran ən güclü amillərdən biridir.

Oyunlar kompüter tarixinin bir hissəsidir. Və məlumdur ki, tarix spiralvari inkişaf edir. Bizi qarşıda oyunlar üçün yeni əlavə qurğuların meydana gəlməsi, kompüterlərin "ev üçün" və "o qədər də ev üçün olmayan" bölgüləri, çoxlu sayda yeni oyunlar və bunlarla bağlı texnologiyalar və avadanlıqlar gözləyir.

TRENAJORLAR

Kompüter texnologiyaları təkidlə gündəlik həyatımıza daxil olmaqdadır. Kompüterlər hətta ilk baxışdan elektronika və informatika ilə heç bir əlaqəsi olmayan sahələrdə də tətbiq olunur.

Məsələn, ilk baxışda müasir kompüterlər ilə hər bir şeyi idmançının reaksiyası, dözümlülüyü və gücünün həll etdiyi idman arasında nə əlaqə ola bilər? Son demə, burada birbaşa əlaqə varmı?

Belə ki, kompüterdə nəinki idmançı üçün ən yaxşı pəhrizi hesablamaq və ya futbol meydançasında rəqibi keçmək üçün əlverişli kombinasiyanı qurmaq olar, həm də yolda "Formula-1" yarışları üçün hərəkəti modeləşdirmək olar.

Son on ildə kompüterlərdən idmançıların məşqlərində istifadə edilməsi adı hələ çevrilməmişdir. Məsələn, Xuan Pablo Montoya "Formula-1" yarış-



ların debütünə hazırlaşarkən "Grand Prix" oyunu vasitəsilə yarışın yolu ilə tanış olmuşdu.

Kompüterlərin trenajorlar kimi geniş istifadə edilməsi üçölçülü qrafika texnologiyasının inkişafı, kompüterlərin məhsuldarlığının artması və güclü proqram təminatı vasitələrinin yaradılması hesabına yeni yazılan proqramların maya dəyərinin aşağı düşməsilə əlaqədardır.

Trenajorun əsas vəzifəsi – simulyasiya, yəni real həyat vəziyyətinin imitasiya edilməsidir. Bu, məsələn, avtomobil yarışında hərəkət, xizəksürmədə dik yüksəklikdən eniş, yaxud dənizdə yaxta ilə hərəkətin imitasiyası ola bilər.

Landşaftın yaxud yolun konturlarını çəkən proqram bu və ya digər coğrafi



nöqtənin reallığını maksimal dərəcədə dəqiq əks etdirməlidir. Bu zaman külləyin sürəti, işıqlanma, səs təsiri kimi amillər nəzərə alınmalıdır. Yaxşı olardı ki, məşq edənə yarışlarda rast gəlinən iki-üç ekstremal vəziyyət göstərsin. Belə hallar onun reaksiyasına qiymətləndirmək və nəticədə ona lazımı tövsiyələr vermək üçün görəkli olur.

Əlbəttə, nə qədər mürəkkəb və universal olsa da, yalnız proqram ilə kifayətlənmək olmaz. Deməli, ətraf mühitin daha tam və dolğun simulyasiyası üçün təkcə proqram təminatına yox, həm də texniki vasitələrə ehtiyac vardır.

Gəlin baxaq: avtoyürüşü simulyasiya edən proqramdan əlavə avtotrenajoru yaratmaq üçün daha nələr lazımdır. Axı real həyatda yalnız düymələri basmaqla uzağa getmək olmaz.

ƏKS ƏLAQƏLİ SÜKAN

XX əsrin 90-cı illərində oyun avtomatlarında yürüş yolu ilə hərəkət edən maşını idarə etmək mümkün idi. "Daxil etmə qurğusu" olaraq sükandan istifadə edilirdi. O əsl sükana oxşayırdı, amma heç bir güc tətbiq edilmədən o tərəf bu tərəfə fırlanırdı və ona görə də bu cür "maşın sürmədən" xüsusi bir effekt hasil olmurdu. İllər keçdi. Oyun manipulyatorları ilə məşğul olan konstruktörlər qəribə şey hazırladılar – bu əks əlaqəli manipulyator idi. Sükan, coystik, GamePad (videooyunlar üçün iki əllə tutulan cihaz: bir əlin barmaqları altında "atış" düymələri, digərlərində isə hərəkəti idarə etmək üçün tutacaq) oyunun şərtlərindən asılı olaraq özlərini müvafiq qayda aparırdılar.

Məsələn, oyunçu dik virajdan çıxanda sükan nəzərə çarpacaq müqavimətlə dönürdü. Daha doğrusu, əsl real vəziyyət yəşanırdı.

Əks əlaqəli qurğunun daxilində kifayət qədər mürəkkəb komponentlər var

idi: servomotorlar, vibrasiya ötürücüsü, elektromaqnitlər. Bütün bunları əsas proqramın işlədiyi EHM-dən siqnalı qəbul edən bir və ya bir neçə mikrosxem – kontrollerlər idarə edir. Kontroller müəyyən komponentləri ya qoşur, ya da ayırır və beləliklə, sükanın ağırlığını hiss etdirir və ya maşının döngələrdə özünü necə aparmasını sınaqdan keçirməyə imkan verir.

Bundan başqa əsl maşında çoxlu sayda qurğular, məsələn, qaz və əyləc pedalı, sürət ötürücüsü var. Onları da trenajorda simulyasiya etmək mümkündür.

Prinsipcə bu cür avadanlıq tamamilə kifayətdir ki, istifadəçi özünü meteorun əsl pilotu kimi hiss etsin (ola bilsin ki, bura bir qədər də böyük monitor əlavə etmək lazım gəlsin). Çoxkanalı səs və əyləcərin ciyiltisi, habelə mühərrikin səsi təsviri tamamlayır.

Bu cür trenajoru evdə də qurmaq olar, amma professional trenajorlarda, adətən, irəlini, arxanı və yanları müşahidə etmək üçün bir neçə monitordan istifadə olunur. Bundan əlavə "pilotun" kreslosu bütün incəlikləri və nüansları ilə real pilotun kreslosunu təkrar edir.

Mümkündür ki, "Formula-1" yarışlarını keçirmək üçün gələcəkdə bahalı



Mətbuatın xəbərlərinə görə 13 yaşlı oğlan uşağında kömürsürən çəkilə işləyən fəhləyə xas olan professional xəstəliyin əlamətlərini müşahidə etmişlər. Və bunu belə izah etmişlər ki, bu yeniyetmə uzun müddət (gündə altı saat olmaqla) əks əlaqəyə malik olan coystiklə müvafiq video oyunla məşğul olmuşdur.

yollara ehtiyac qalmasın. Bu fikir fantastika deyil. Fərz edək ki, zəldə avarcəkəmə yarışlarında idmançılar öz yerlərində oturaraq, avarlarla suyu bir hovuzdan başqa bir hovuzda axıdır və bu zaman tamaşaçı və hakimlər monitorların ekranlarında bu "yarışın" nəticələrini müşahidə edirlər. İnanın ki, bununla həmin yarışların baxımlılığı və görinliyi azalmır.

SÜNI GERÇƏKLİKLƏR

"...Dünən, yalnız dünən evdən milyonlarla işıq ili məsafəsində olan lənətə gəlmiş planeti kəşf etdim. Son təqətim məni tərk edirdi, özümü söyürdüm ki, bu planeti tədqiq etməyə gedərkən özümə robotu götürməmişəm. Yerin ulduz donanmasında qəbul edilmiş qaydaya görə yeni planetdə robotsuz mənim heç bir cəddim da atmağa ixtiyarım yox idi... Möhkəm isti idi, tənəgənfəs halda mən tozlu, isti günəşin yandırıcı tökdüyü səhra ilə qaçırdım. Yapışqan kimi tor az qala gözüme düşəcəkdi, mən qarışmış saçlarımı alınımdan

yana etdim. Əllərim və ayaqlarım qançır olmuşdu. Qulaqbatırıcı bağırıq damarlarda qanıma dondurmuş və bədənim iyləyən qorxu fikrimi cəm etməyə imkan vermirdi. Yalnız iradəmi qeyri-adi toplamaqla ayaqlarımı zorla sürüyürdüm.

Mənim gəməmə iki yüz metrə qədər məsafə qalmışdı ki, orada da təhlükəsiz sığınacaq və istənilən ojdahamı möhv edə bilən silah var idi. Amma yerin ayağımın altında titrəməsindən bildim ki, daha mənim xilas olmaq şansım qalmayıb... Və mən qaçdım.



Bütün vücudumu vəhşi, hər şeyi dəlib keçən ağrı бүürdü, elə bil kürəyime qaynar qazan bağlamışdılar və o, qıc olmuşdu, ayaqlarım titrəyirdi və huşumu itirərkən mən anladım ki, bu dəfə də əjdahaya məğlub oldum...

Bu yuxu deyildi. Ağrı səngiyəndə, tövşüməkdə davam edərək gözlərim qarşısında belə bir yazı gördüm: "Oyun qurtardı". Dərindən nəfəs alıb, dəbilqəni çıxardım və təəssüflə kombinezonu soyunmağa başladım. Bədənim gizildəyir və ağrıyırdı, nəfəsim hələ də qeyri-sabit idi və mən qapımı açıb Virtual reallığı tərk etdim..."

"Virtualıq" termini müxtəlif elmlərdə və bilik sahələrində əvvəllər də istifadə olunmuşdu, məsələn fizikada bəzi obyektlərin xəyali olduğunu göstərirdi. O, həmçinin kompüterin köməyi ilə reallaşdırılan üçölçülü makro modelərdə də tətbiq olunur.

Qəbul olunmuş stereotipə görə virtual realıq nə isə kompüter oyunları və fantastik filmlərlə bağlı olan bir şeydir. Bu qismən belə olsa da, alimlər belə hesab edirlər ki, virtual reallığa real

həyatda da yer tapıla bilər. Belə ki, bu çox böyük ölçülü verilənləri emal etməyə və elmi araşdırmaların nəticələrini "görünən" etməyə imkan verir.

Modeləşdirilmiş obyekti müxtəlif mühitlərə yerləşdirmək olar, onun hərəkətini nəinki xəyali fəzədə imitasiya edib, izləmək, həm də onun işləməsini nümayiş etdirmək də olar. Kompüter modeləşdirməsi mürəkkəb məmulatı real müəssisədə deyil, virtual mühitdə yaratmağa və qiymətləndirməyə imkan verir. Bu ələlxüsə da bahalı, mürəkkəb və universal komplekslər üçün aktualdır.

İndiki zamanda virtual modeləşdirmə texnologiyaları daha geniş miqyasda tətbiq edilir. Obyektin virtual modelinin yaradılması onun sonrakı istehsalı, virtual prototip (təhlükəsizlik, funksionallıq və s. xassələri) mərhələsində qiymətləndirilməsi və onun hazırlanmasının optimallaşdırılması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Yalnız qəncəedici nəticələr alındıqdan sonra fiziki obyektin hazırlanması haqda qərar qəbul edilir. Bu ona görə zəruridir ki, elmi və mühəndis işləmələrinə daha az vaxt və vəsait sərf edilsin. Onda laboratoriyadan istehsal sexinə qədər olan yol qısalar və məmulatın xarici görünüşünün aspektləri hazır məhsul üzərində deyil, kompüter modelləri üzərində təyin edilir.

Virtual reallığın iki əsas tipi mövcuddur: səhnə və ekran (*ing. scenic və screen*). Səhnə tipində – insan sanki virtual mühitin içərisində yerləşir və onun obyektlərindən biri olur. Ekran tipində isə insan virtual aləmdən təcrid edilmişdir və onu konardan müşahidə edir (məsələn, kompüterin arxasında oturan insan kimi).

Ekran sistemləri virtual mühitə qismən daxil olmağı təmin edir, yəni onun bir hissəsi kompüterdə modeləşdirilir, digər bir hissəsi isə fiziki olaraq, müxtəlif pullar, işçi yerləri, kabinələr və s. şəkildə imitasiya edilir.

Səhnə tipli virtual realıq praktiki olaraq virtual mühitə tam daxil olmağa imkan verir. İnsanın ətraf mühit ilə təması beş əsas hissə orqanının köməyi ilə baş verir: görmə, eşitmə, ləmişə (toxunma hissi), iybilmə və dad. Bəzi və yaxud bütün hissə orqanları üçün informasiya mənbəyini dəyişdirdikdə, başqa bir dünyada olma təəssüratı yaranır. Bu tipli reallığın formalaşdırılması üçün xüsusi texniki vasitələr görək olar: müxtəlif növ təsvir sistemləri, dəbilqələr və eynəklər (onlar qeyri-məhdud və dəyişən görmə sahəsini təmin edirlər), müxtəlif növ ötürücülər (onlar bədənin vəziyyətini və mövcud olmayan obyektlərə toxunulmaqla duyulan əlaqələri yoxlayır). Bu zaman önəmli elementlər kimi fəza səsələrinin səsləndirilməsi sistemləri çıxış edir. Beləliklə, virtual kosmik aparatın səthində insan maşınların səsini, öz nəfəsini, habelə həmkarlarının canlı danışığını eşidəcək və s.

Belə bir fikir yaranıb ki, dəbilqə üstəgəl əlcəklər virtual reallığın elə zəruri və kafi atributlarıdır ki, onların köməyi ilə kompüterdə yaradılmış süni aləmə daxil olmaq olar. Əslində isə virtual aləmi reallaşdırmaq həddindən artıq çətindir. Ondan da çətinə bizim hissə orqanlarımız, məsələn, görmə üçün informasiyanı dəyişdirməkdən ibarətdir. Biz dünyanı gözün torlu qışası vasitəsilə görürük. Alimlərin hesablamalarına görə tor qışasının ayırdetmə qabiliyyəti 8000×8000 nöqtədən ibarətdir. Bu cür şəkli kompüterdə almaq üçün rənglərin dərinliyi 24 bit olduqda, ən azı 394 Mbayt video yaddaş, şinin buraxma qabiliyyəti isə bir saniyədə 30 kadr olmalıdır. Və bu yalnız təsvir üçündür, bundan əlavə eşitməni, ləmişəni "aldatmaq" üçün bundan da az olmayan resurslar tələb olunur. Bundan başqa virtual görüntünü yaratmaq üçün çoxlu sayda problemlər mövcuddur:

- Şəkli birbaşa tor qışasına vermək lazımdır. Bunun üçün nəinki kəllənin, həm də göz bəbəyinin (ola bilsin ki, göz bülürünün fokus nöqtəsində) yerdəyişməsini izləmək lazımdır. Belə mexanizm sadəcə stereoskopik yox, əsl fəza təsviri yaratmağa imkan verir.

- Qurulmalı olan təsvir yarımsferik, özü də dəyişən ayırdetmə qabiliyyətinə malik olmalıdır.

- 24 bitlik rəng ilə ulduzların ölçünü və günəşin parlaq rəngini modeləşdirmək olmaz.

- 3 ölçülü model yadda saxlayıb emal etmək üçün böyük operativ yaddaş və böyük hesablama gücünə malik prosessor tələb olunur.

Virtual dünyanın təsvirlərinin ən sadə ötürülmə qaydası növbə ilə sağ və sol göz üçün təsvirləri formalaşdırmaqdan ibarətdir. Bunun üçün ekranda lazımi şəkli meydana gələndə onu elə bir qurğu ilə sənxtərləndirmək lazımdır ki, o, növbə ilə gah bir, gah da digər gözü örtmüş olsun. Tezliklə gözlərin yorulmaması üçün 85-100 Hs, streotəsvirlər üçün isə bundan iki dəfə çox olmalıdır (150-300 Hs).



İngiliscə "virtual reality" söz birləşməsi "faktiki gerçəklik" kimi tərcümə olunur. Lakin bu gün istifadə etdiyimiz "virtual realıq" termini süni yaradılan və həqiqətə oxşayan reallığa aid edilir.



Digər üsul əvvəlkindən də bahadır. Bu üsulun əsas məqsədi rəngli matrislərdə yaxud kiçik monitorlarda, döbilərdə yaxud virtual reallığın eynəklərində hər bir göz üçün görüntülərin qurulmasıdır. Hal-hazırda lamisenin imitasiyası kifayət qədər uğurla inkişaf etdirilir. Xüsusi şıcan, kursoru düymənin üzərində sürüşdürməklə onun qabarıqlığını, pəncərənin ölçüsü dəyişdikdə onun müqavimətini və qrafiki redaktorda təsvirin relyefini hiss etməyə imkan verir. Force Feedback (güc vasitəli əks əlaqə) texnologiyasını dəstəkləyən coystiklər yürüş simulyatorunda oyun zamanı yolda olan çala-çuxura müvafiq olaraq "silkələnməyə" və böyük sürətlə döngələri keçdikdə "çətinlik çəkməyə" vadar edir. "Ataş" oyunlarında isə atəş açıqda "geritəpmə" və ya güllə sizə dəydikdə isə müvafiq "silkələnmə" effekti alacaqsınız. Əgər görməni, səsi, lamiseni heç də pis imitasiya etmirlərsə (halbuki, burada da mükəmməlliyə çatmağa xeyli var), başqa hissələrlə vəziyyət daha qələizdir. Hələ ki, nə "iy", nə də "dad" kartları yoxdur. İdeal virtual reallığa o zaman çatacağıq ki, birbaşa onurğa və baş beyində olan görmə, iy, lamisə, eşitmə sonluqlarına "qoşulmaq" mümkün olsun.

Buna baxmayaraq, artıq indi virtual reallığın bir çox nailiyyətlərindən geniş istifadə olunur: yeni qurğuların layihələrinin işlənməsi, insan orqanizminin tibbi tədqiqi, mənzillərin interyerinin modeləşdirilməsi və bir-birilə bağlı olan obyektlərin vizual təsvirinin qurulması və s. Bu çox uzaqda deyil: cərrah kabinetin ortasında duraraq, insan üzərində deyil, onun virtual modeli üzərində çox mürəkkəb bir əməliyyatı icra edir. Həkim bədən və toxumaları ələ hiss edir. Və bütün işi robot icra edir. Onu isə öz növbəsində əks əlaqə qurğusu vasitəsilə kompüter idarə edir. Kompüter isə öz növbəsində həkim



idarə edir. Təbii ki, təbabətdə bu cür qurğular çox dəqiq və real hissləri təmin etməlidirlər.

Cərrah bədənin istənilən hissəsinin təsvirini böyüdə bilər, ona lazımı rəqəsdən baxa bilər və bıçaq tutan əlinin təsadüfən titrəməsindən qorxmayaaraq onunla işləyə bilər. Mikro-robotların iştirakı ilə o, əməliyyatı bilavasitə insanın daxilində, məsələn, ürəyində apara bilər. Bundan əlavə, belə bir əməliyyat həkim ilə xəstə bir-birindən uzaq məsafədə olduqda keçirilə bilər, məsələn, İnternet vasitəsilə. Tutaq ki, həkim Azərbaycanca, xəstə isə harada isə Şimal qütbündə ekspedisiyadadır. Təbii ki, belə bir fəaliyyət üçün mütləq etibarlı əlaqə gərəkdir. Virtual reallığın nailiyyətlərindən yalnız təbabətdə deyil, insana təsir edən ziyanlı şüalanmanın mövcud olduğu yerlərdə, aqressiv mühitdə, kosmosda və s. istifadə edilə bilər. Bu nailiyyətlərdən trenajor-imitatorlarda (məsələn, avtomobillərdə, təyyarələrdə, kosmik aparatlarda) və əlbəttə ki, sənaye sahəsində müvəffəqiyyətlə istifadə edilir.

Virtual reallıq öz qanunları və obyektləri olan süni yaradılmış bir dünyadır. Uydurulmuş aləmlər insan təxəyyülünün nəticəsi olub, kompüterin köməyi ilə yaradılırlar. Buna nümunə olaraq, kitabları və kino filmləri göstərə bilərik. Virtual reallıq çoxsaylı fantast yazıçılar və alimlər tərəfindən təsvir edilmişdir. Onların qəhrəmanlarından bəziləri virtual dünyalar yaradan yaradıcılar, digərləri virtual reallıqlar vasitəsilə paranormal qabiliyyətlər qazanırlar, başqaları isə virtual fəzada yaşayırlar. "Çəmənbəçən" filmində baş qəhrəman inkişafda öz həmyaşıdlarından geri qalır, lakin virtual reallığın köməyi ilə o, dahiyyənin intellektinə və eyni zamanda man-yakın qəddarlığına sahib olur. "Matris" filmində kompüter virtual reallığı ələ modeləşdirir ki, seyrçi real və virtual



dünyanın arasında çaşıb qalır. "Qəribo Toma" filmində baş qəhrəman sadəcə olaraq virtual dünyada yaşayır. Öz xəstəliyinin müəyyən xüsusiyyətlərinə görə o, heç vaxt evdən çıxmır və ətraf aləmlə ünsiyyətini yalnız İnternet vasitəsilə qurur. Və görəsən bu gələcəyin modeli deyilmi?

"...Mən təəssüf hissilə sıralanmış kabinetlərə baxdım və onlardan birinə hansısa oyunçu daxil olurdu... Mən





yaxında olan bir avtomata yaxınlaşdım ki, kredit kartımı yoxlayım. Avtomat mənim kredit kartımı uddu, işıqları ilə göz vurdu, səs çıxardı, displey hesabımdakı pul qalığının miqdarını çıxardı və kartı geri itələdi. Mən düşündüm ki, bu pul haqca qədər mənə çatır və mən nə vaxt yenidən öz hesabımı artırma bilərəm...

Ayaqlarım titrəyə qədər oynamaq istəyirdim... Hesablamaları qurtarıb, şübhələrlə məni özünə çəkən kabinələrə bir də baxdım. Dərindən nəfəs alıb, bədbin fikirləri başımdan ataraq, Virtual reallığın kabinələrinə tərəf inamla addımladım... Sifətimdə bəxtiyar bir təbəssüm var idi..."

OYUNLARDAN BİLİKLƏRƏ DOĞRU

Daha çox insanı özünə cəlb etməklə, kompüter oyunları get-gedə özünə-məxsus düşkünlüyə çevrilir. Oyunları nəinki uşaqlar, kədərli də olsa, böyüklər də oynayır. Kompüter oyunlarının meydana gəlməsilə alimlər onlara çox vaxt sərf etməyə başladılar. Elmi tədqiqat institutunun elmi əməkdaşlarından biri, iki uşaq atası, işdən sonra evə getməyib, bütün istirahət günlərini fasiləsiz olaraq, gecələr yatmadan, kompüterdə oynamaqla keçirmişdi. Şahidlər danışır ki, bazar ertəsi günü qapını açıqda onların həmkarının üzündə üç günlük saqqal var idi, amma onun gözləri xoşbəxtlikdən parlayırdı.

Əlbəttə, oyunları qadağan etmək olmaz. İndi fərdi kompüterlər geniş yayılmışdır və yaqin, elə bir uşaq tapıl-

maz ki, kompüter oyunları oynamaq istəməsin.

"Mikroprosessor vasitələri və sistemləri" jurnalının XX əsrin 90-cı illərində keçirdiyi kompüter axşamlarından birində belə bir şüar səsləndi: "Oynaya oynaya öyrən!". Alimlər bu qənaətə gəldilər ki, trenajorlar, kompüter dərsləri, müxtəlif fənlər üzrə praktikumlara oyun elementləri əlavə edilə, onda uşaqlar materialı daha yaxşı qavrayar və yadda saxlayarlar.

Amma o dövrün kompüterləri bu arzuları həyata keçirmək üçün kifayət qədər təchiz olunmamışdır. Bunun üçün xeyli təkmilləşmələr tələb olunurdu. Kompüterlərdə ən azı iki inqilabi dəyişiklik baş verməli idi.

Birinci inqilabi addım multimedyanın (Multimedia) meydana gəlməsi oldu. Bununla bizə səs, musiqi və televiziya təsvirindən pis olmayan təsvir gəldi.

İkinci inqilabi dəyişiklik CD-lərin (Compact Disk) meydana gəlməsilə baş verdi. Bunlar böyük tutuma malik olub, bəla olmayan yaddaş qurğuları idi. Bir belə diske 300 min səhifə mətn (qeyd edək ki, on ədəd belə CD-yə dünyanın bütün riyaziyyatçıların bir il ərzində aldıkları noticələri yazmaq olar), 80 min rəqəmsal səs yazısı, minlərlə yüksək keyfiyyətli şəkillər, televiziya filmləri və s. yazıla bilər.

Adi CD mahiyyətə, yeni bir şey deyildi, axı ovvəllər də məktəb dərslə-

rində televiziyaadan istifadə olunurdu, dərslilər isə rəngli fotosəkillərlə zənginləşdirilirdi.

Amma hipermətnli ensiklopediyaların kvest – oyunlara (macəralarla müşayiət olunan oyunlar) bənzərliyi var. Onlar nəinki öyrənilən material haqda orafı sorğu kitabına malikdirlər, həm də oradakı informasiyalar rəngli fotosəkillərlə və filmlərin fraqmentlərilə tamamlanır və istifadəçiyə imkan verir ki, xüsusi 3 ölçülü eynəklər vasitəsilə həcmli təsvirləri seyr edə bilsinlər. Bunun vasitəsilə şagird oyuna cəlb olunur və bu zaman zoopark və ya muzeydə gəzir, qozəblənmiş tiranozavrdan xilas olur, zamandan-zamana səyahət edir.

Yoxlama sualları da həmçinin oyun formasında təklif edilir: bu konkret əşyaların axtarışı və ya səslərinə görə heyvanların tapılması ola bilər.

Buna baxmayaraq ensiklopediya elə ensiklopediya olaraq qalır. Kataloqlu kitabxana zalının analoqu predmeti adına görə, məsələn, öküzlər haqqında bütün informasiyanı tapmağa imkan verir. Maraqlı olan materialın fotosəkillərə, məqalələrə və ya filmlərin fraqmentlərinə görə tapılması da axtarış prosesini asanlaşdırır. Əgər mövzunun öyrənilməsi üçün hər hansı bir əlavə material lazım olsa, şagird dəfələrlə belə ensiklopediyaya müraciət edə bilər.

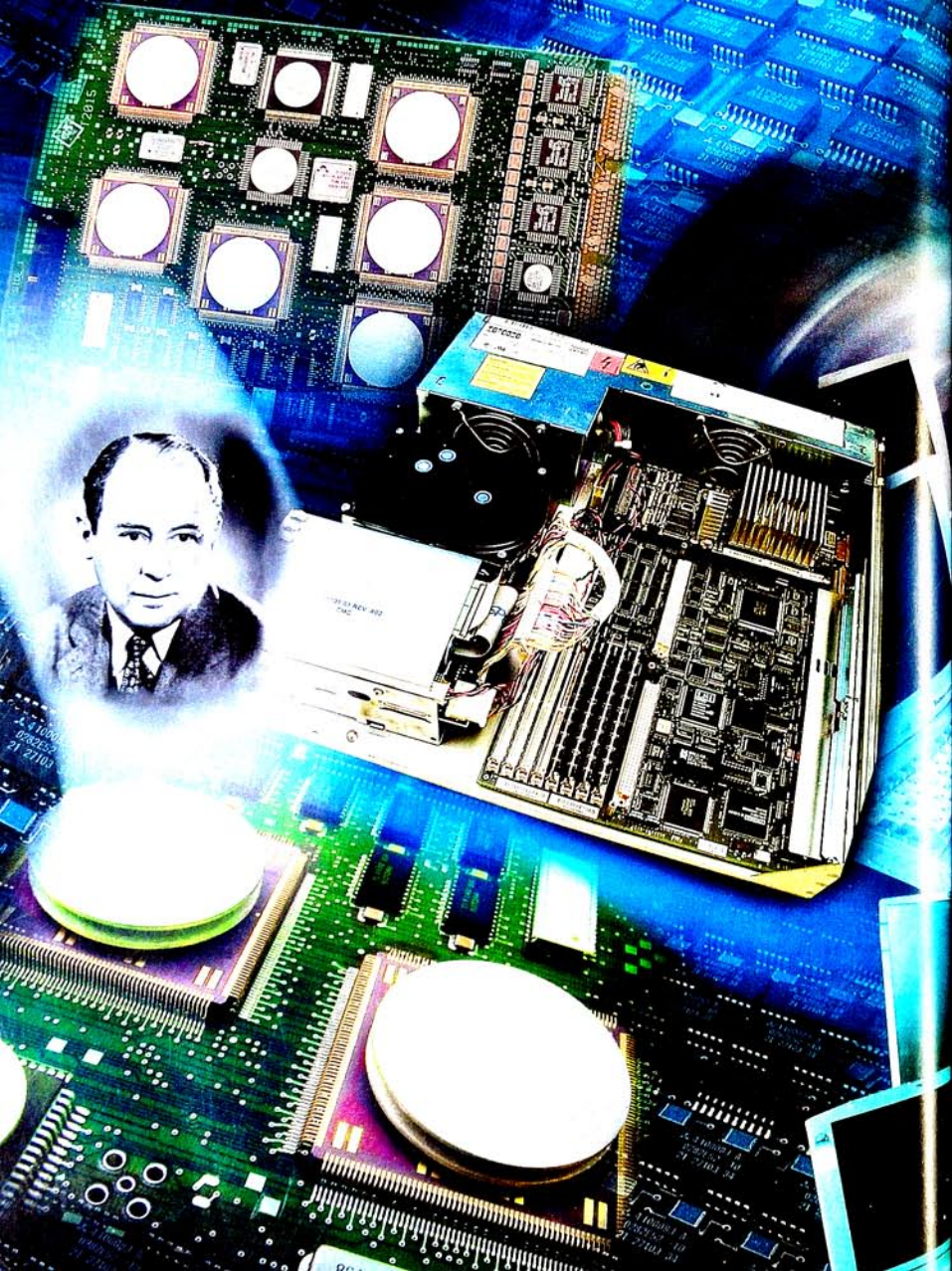
Lap körpələr üçün canlı kitablar yaradılır ki, onlar da uşaqları maraqlı oyun aləminə aparır. Uşaq hər şeyə siçan vasitəsilə toxunmaqla, maraqlı ölkəyə müəmmali səyahət etmək imkanı qazanır. Bu zaman predmetlər canlanır, dovşan danışır, televizor yandırılıb-söndürülür və ya diyməni basmaqla bir



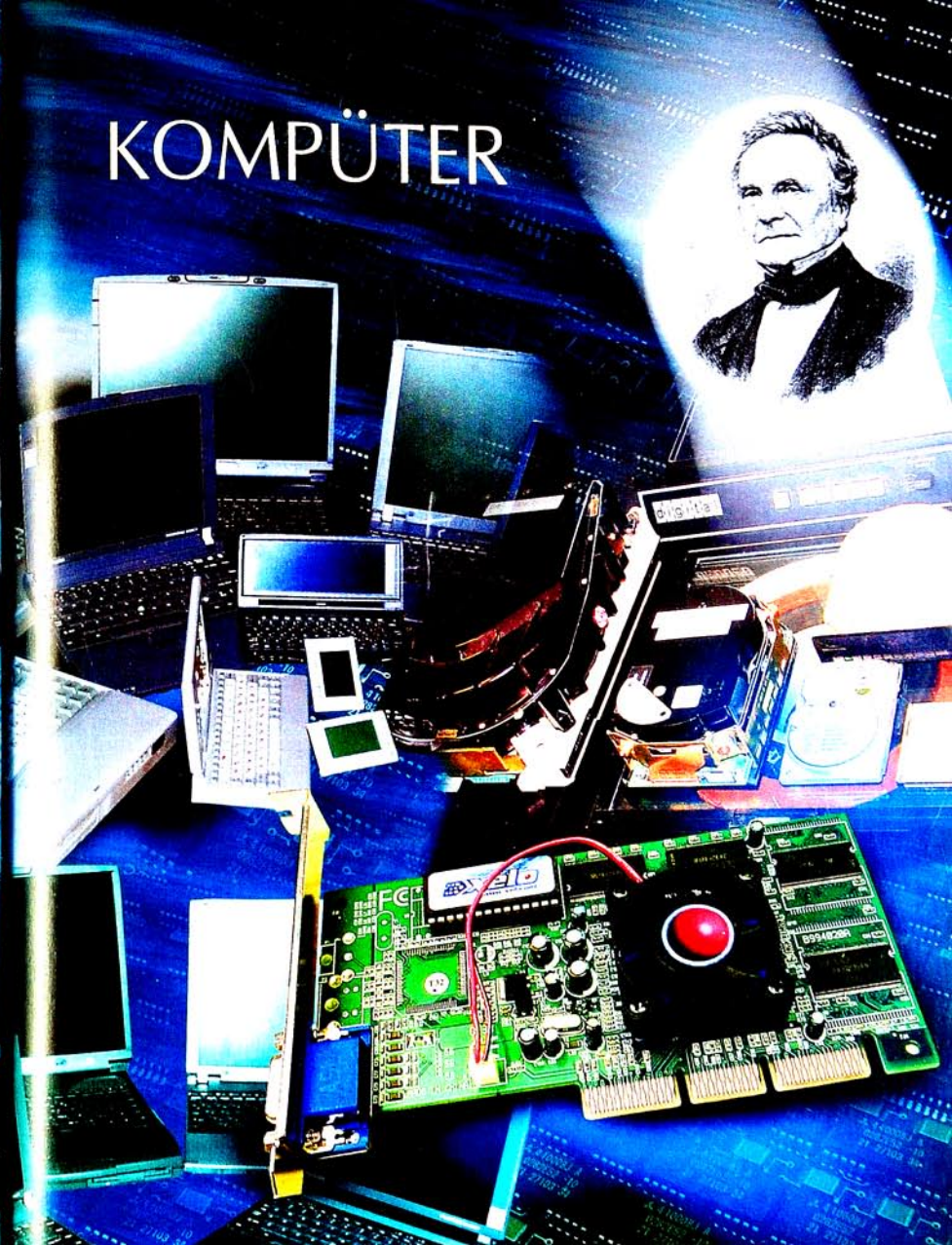
proqramdan digərinə keçir, telefonla zəng etmək mümkün olur, rəsm lövhəsi təklif edilir ki, üroyin istəyən qədər çox və ya heyvanları rənglə, saat isə dil açıb deyə bilər ki, vaxt nəçədir... Beləliklə, zəhlə tökmədən öyrənmə prosesi baş verir. Siz saata görə vaxtı təyin edə, hansı musiqi alətinin necə səsləndiyini öyrənə, dovşanla nəzakətlə danışa bilərsiniz və s. Məsələn, "Vinni Pux və hər şey" kimi klassik əsərlər üçün canlı kitablar mövcuddur. Və əlbəttə, bu hekayəyə ən məzəli ayı balası ilə, Dovşan ilə və Puxun bütün dostları ilə bağlı oyunlar daxil edilib.

Kompüter təhsildə böyük irəliləyiş etmək imkanı yaratdı. Materialın unikal təqdim edilmə imkanı və müstəqil oyun məşğələlərinin bolluğu uşaqlara predmeti hərtərəfli qavramağa imkan verir. Lakin əsas odur ki, (daha bəzi teleseriallarda olduğu kimi yox), oyunda Hərəkət İkinci Dünya müharibəsində iştirak etməsin.





KOMPÜTER





KOMPÜTERƏ QƏDƏRKİ DÖVRÜN TARIXI

HESABLAMA MAŞININA GEDƏN YOL

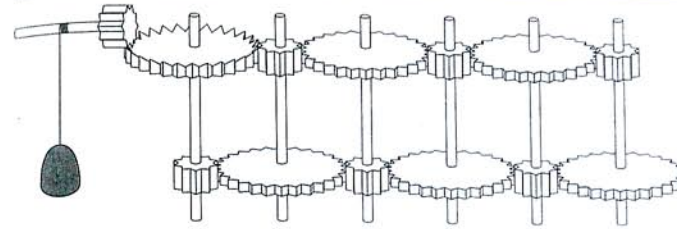
Sadə bir sual – ilk kompüter hansı olmuşdur? Bu suala kifayət qədər qəribə cavab almaq olar: "IBM PC XT". Amma kompüterlərin tarixi xeyli zəngindir. İnsan düşəsi ilə yaradılmış ilk kompüter əlbəttə ki, IBM PC XT deyildir. Bu yalnız IBM firmasının istehsal etdiyi ilk fərdi kompüterdir.

İlk öncə kompüter (ing. computer – "hesabləyici", "hesaba alan") eynitipli mürəkkəb hesablamları aparmaq üçün nəzərdə tutulmuşdu. Müasir hesablama texnikasının tarixi yarım əsrdən bir qədər çox olsa da, ilk mexaniki kompüter kimi abak (o, bözən, adı çubuqlar ilə assosiasiya olunur) çubuqları qəbul edilir. Onun haqqında ilk məlumatlar hələ yeni eradan əvvəllə gedib çıxır. Bu "kompüter" yaddaş əvəzinə daşlara malik idi. Bu daşları hərəkət etdirməklə, insan hesablamları – toplama və çıxmanı həyata

keçirirdi. Mərtəbəli toplama, məsələn, sütunlu toplama kimi, sayğacda hesablamaq daha rahat olduğu üçün onlar öz hesablama "güclərini" indiyə qədər qoruyub saxlaya biliblər.

XX əsrdə böyük alim, parlaq ixtiraçı və rəngkar olan Leonardo da Vinçinin əlyazmaları tapıldı. Orada mexaniki hesablama maşınının söhbət gedir. Onun iş prinsipi odometrin (avtomobildə gedilmiş yolun uzunluğunu ölçən cihaz) iş prinsipini xatırladır. Əgər kilometrərin təkərciyini artım istiqamətində fırlatsaq, onda 9-dan sonra 0 gələcək, amma onluqların təkərciyi 1 vahid artacaq, yəni sayğac 10 göstərəcək.

Belə "mürəkkəb" cihazın ilk arifmetrərlə ümumi cəhətləri çoxdur. Arifmetrərdə ədəd 10 dişə malik olan diskin vəziyyətlə (fırlanması) kodlaşdırılırdı.



Leonardo da Vinçinin kalkulyator mexanizmi

Bu cür əlaqəli disklərin köməyiylə cəmləyici qurğu düzəltmək olar.

1642-43-cü illərdə fransız filosofu və riyaziyyatçı Blez Paskal (1623-1662) ilk mexaniki hesabləyici qurğunu ixtira etdi. Bu qurğu onluq say sistemində ədədləri toplamağa imkan verirdi.

Mexaniki cəmləyici xüsusi təkərcikli disklərdə ədədləri toplayırdı. Paskalın maşınında beşrəqəmli ədədin onluq rəqəmləri disklərin dönməsi vasitəsilə verilir və onlarda ədədi bölgülər var idi. Nəticələr pəncərəciklərdə oxunurdu. Toplama zamanı vahidin növbəti mərtəbəyə keçməsinə nəzər almaq üçün disklərdə uzun diş var idi. Disklər mexaniki qaydada aralıq çarxlar vasitəsilə bir-birilə bağlı idilər: yüzlik, onluq və təkliklərin diskləri bir tərəfə, artım tərəfinə fırlanırdı. Dilçək mexanizmi vasitəsilə xüsusi rıçağın müəyyən bucaq qədər kənara çəkilməsi birrəqəmli ədədi "daxil etməyə" və onu kalkulyatorda saxlanılan ədədlə toplamağa imkan verirdi. Belə ötürücü hər bir diskdə var idi və bu çoxrəqəmli ədədləri toplamağa imkan verirdi. Paskalın birinci kalkulyatorunda 5 rəqəm var idi, sonra isə o, bunun sayını 8-ə çatdırdı.

Əgər sayğaclar yalnız informasiyanı yadda saxlayan qurğular idisə, Paskalın cəmləyici maşını mexaniki hesabləyici idi və o, vahidləri avtomatik olaraq digər onluq mövqeyə keçirə bilirdi.

Mexaniki cəmləyici yalnız toplaya bilirdi və çıxma üçün isə "tamamlayıcının köməyiylə çıxma" üsulundan

istifadə edilirdi. Məsələn, beşrəqəmli Paskal maşınında 4125 ədədindən 737 ədədini çıxmaq üçün 4125 ədədinə 737 ədədini 100000-ə tamamlayan ədədi əlavə etmək lazım idi (ən kiçik mərtəbəli rəqəmdən başqa bütün rəqəmlər 9-a tamamlama ilə alınır). Bu ədəd 99263 olur.

$$4125 - 737 = 3388, \\ 4125 + 99263 = 103388.$$

5 mövqeli maşında 6 mövqe olmadığı üçün biz nəticədə 103388 deyil, 3388 alırıq.

Daha bir maşın alman filosofu, riyaziyyatçısı və fiziki Qotfrid Vilhelm Leybnis (1646-1716) tərəfindən ixtira edilmişdir.

1673-cü ildə Leybnis yalnız ədədləri toplayan deyil, həm də vuran "kompüter" ixtira etdi. Leybnisin



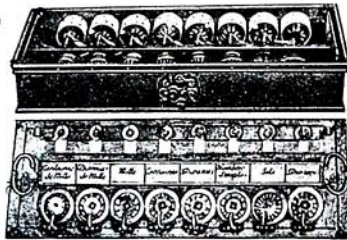
"Volkswagen" avtomobilinin odometri.



Leonardo da Vinçi.



Paskalın hesablayıcı maşını.



Leybnis hesablayıcı maşını.



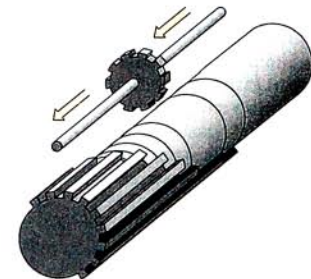
Leybnis hesablayıcı maşının addım barabanı.

hesablayıcı maşını toplamanı eynilə Paskalın maşınında olduğu kimi icra edirdi, lakin onun konstruksiyasına hərəkət edən hissə (mütəhərrik kiçik kare) və dəstək daxil edilmişdi. Dəstəyin köməyilə xüsusi təkər və ya aparatın daxilində yerləşdirilmiş baraban (sonrakı təkmilləşdirilmiş variantlarda) fırlanırdı.

Maşında hər bir mərtəbə özünəməxsus mexanizmə malik idi. Bu da digər qonşu mərtəbələrin mexanizmlərilə bağlı idi. Leybnis addımlı barabanlardan – doqquz müxtəlif uzunluqlu diş-

ciklərdən istifadə edirdi (mərtəbəyə mütənasib olaraq dişciyin uzunluğu artırıldı). Baraban döndəndə, onunla bağlı olan 10 dişli ötürücü təkərlik barabana nəzərən mərtəbəsinə asılı olaraq 0-dan 9-a qədər fırlanıb döndürdü. Beləliklə, Leybnis ədədlərin mövqeli vurulması üçün "sürüşmə" əməlinə istifadə etmişdi. Bu üsul sonrakı əsrlərdə bütün mexaniki kalkulyatorların təməlinə dayandı.

Əlbəttə, bu günün tələblərilə yanaşsaq bu maşınları əsl kompüter (və hətta kalkulyator belə) adlandırmaq olmaz. Mexaniki kompüterlərin tarixi – ədədi çarxlar və ötürücülərin tarixidir.



ABAK VƏ SAYÇAQLAR

Abak insanın tətbiq etdiyi birinci hesablama alətidir. Abakda hesablama aparmaq üçün xüsusi sahə vardı. Bu sahədə mərtəbələr üzrə qruplaşdırılmış *hesablama elementlərini* hərəkət etdirirdilər. Məhz bu ideya ilk baxışdan fərqli görünən müxtəlif alətləri – yunan və roma abaklarını, çin və rus sayğaclarını, habelə xətlərdə icra olunan hesablamalara birləşdirir. Çox güman ki, əvvəllər abak rolunu (fərz edirik ki, yunanca bu sözün kökü "toz" deməkdir) üstü toz və ya qumla örtülmüş lövhə yerinə yetirirdi. Tozla örtülmüş lövhə üzərində cizgilər çəkmək və daşların yerini dəyişmək

olurdu. Abak hələ Qədim Misirdə və ehtimal ki, Babilədə də məlum idi, onu finikiyalı tacirlər Yunanıstana aparıb çıxarmışdılar.

Qədim yunan tarixçisi Herodot (e.ə. 484-425-ci illər) göstərir ki, "ellinlər öz hərflərini soldan sağa, misirlilər isə sağdan sola yazır və sayırlar". Bu abak haqqında ilk yazılı xatırlatmadır (şübhə yoxdur ki, burada söhbət məhz abakdan gedirdi, çünki başqa hesablama üsulları o zaman mövcud deyildi). Amma abakın ilk qədim təsvirini yunan ustalarının e.ə. III əsrdə hazırladığını güldəndə görmək olar. Onun üzərində

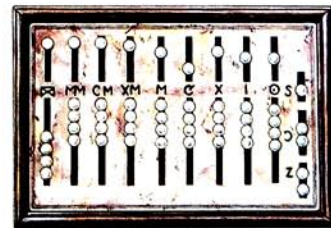
fars şahı I Dara və abakda hesablama aparən xəzinədə təsvir olunmuşdur. Bu qurğunun məhz lap əvvəllərdən də pul hesablarının aparılması üçün istifadə olunmasını təsdiqləyən daha bir sübut bizim günlərə qədər gəlib çatan qədim yunan abakı – 846-cı ildə qazıntılar zamanı tapılmış salamin tava daşındır. Bu, üzərində bir neçə sütun təşkil edən paralel xətlər çəkilmiş mermər lövhədir. Sol sütunda böyük pul vahidləri – drahmlar və talantlar (yunanlar hesablamaları adlı ədədlər üzərində aparırdı) hesablanırdı. Burada ikilik-beşlik hesablama sisteminə istifadə olunurdu: mərtəbələrin qiyməti 1, 5, 10, 50, 100, 500, 1000, 5000 dirhəm, 1 və 5 talant olurdu. Sağ tərəfdə isə xırda pul vahidləri – xalk və obollar hesablanırdı. Hər sonrakı mərtəbənin qiyməti iki dəfə artıq olurdu: 1, 2, 4 və 8 xalk (bu 1 obola bərabər idi). Mərtəbələrin dəyəri onlarla yanaşı duran yunan hərflərilə işarə edilirdi. Təsəffüf deyil ki, "Tarix" kitabının müəllifi Polibiy (e.ə. II əsr) saray oyunlarını hesab lövhəsindəki daşlara bənzədir. Bu daşların dəyərini (bir xalk yaxud tam talant) hesabdar müəyyənləşdirirdi. Belə lövhə üzərində daşları əlavə etmək, götürmək və mərtəbədən mərtəbəyə sürüşdürməklə, toplama və çıxmanı asanlıqla yerinə yetirmək mümkün idi.

Qədim Romada abakı "calculi" – "daşlar" adlandırsalar da, əslində daşlardan istifadə etmədilər (buradan da latın sözü olan calculare – "hesablamaq" sözü, bu sözdən isə "kalkulyator" sözü əmələ gəlmişdir). Abak dəyişilərkən əsl hesablama alətinə çevrilmişdir. Romalılar onu bürüncdən, rəngli şüşədən və ya fil sümüyündən iki sıra yarığı olan lövhə formasında düzəldirdilər. Bu yarıqlar üzərində daşlar hərəkət etdirilirdi (aşağı sırada dörd, yuxarı sırada isə bir daş var idi). Yuxarı sıranın daşının dəyəri aşağı sıranınkindən 5 dəfə

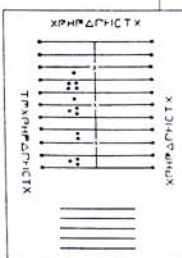
çox idi (məsələn, 80 ədədi yuxarı sıranın bir və aşağı sıranın onluqları göstərən üç daşı ilə təsvir olunurdu: $50+3 \cdot 10$ kimi). Yarıqların bir neçə sırası $1/12$, $1/24$, $1/48$ və $1/72$ kəsrlərinin misillərini təsvir etmək üçün istifadə olunurdu. Roma abakında işləmək yunan abakında işləməkdən daha rahat idi.

Roma imperiyasının süqutundan sonra, yalnız X əsrdə, elm və mədəniyyətin bir neçə əsrlik tənəzzülündən sonra abak yenidən Avropada yayılmağa başladı. Onun dirçəlməsi erkən orta əsrlərin ən parlaq və savadlı adamlarından biri olan Oriaklı Herbertin (940-1003) adı ilə bağlıdır. O, 999-cu ildə Roma papası oldu və II Silvestr adını götürdü. Yada salaqq ki, M.A.Bulqakov "Usta və Marqarita" əsərində Patriarx göllərindəki səhnədə Volandin dilindən bunları söyləyir: "Burada, dövlət kitabxanasında onuncu əsrin cadugəri Avriklalı Herbertin orijinal əlyazmaları tapılıb. Və tələb olunur ki, mən onları araşdırım. Mən dünyada bu sahədə yeganə mütəxəssisəm". Çox güman ki, o, riyazi məzmunlu əlyazmaları nəzərdə tuturdu, çünki Herbertin ən məşhur əsəri "Abakın qaydaları haqda" adlanır.

Herbertin abakı üç-üç qruplaşdırılmış 27 sütundan və kəsrləri təsvir etmək üçün 3 əlavə sütundan ibarət idi. Daş əvəzinə üstünə 1-dən 9-a qədər rəqəm yazılmış jetonlardan istifadə olunurdu (əvvəllər bunlar ərəb rəqəmləri deyildi). Herbert nöinki abakı təkmilləş-



Roma abakı.



Yunan abakı.



Herbertin abakı.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	-----

dirdi, həm də mürəkkəb hesablamalar aparmağa imkan verən tam qaydalar sistemi yaratdı.

Abakdan hamı, o cümlədən tacirlər, soraflar və sonatkarlar da istifadə edirdi. Bir sıra görkəmli alimlər abakçılar (abasistlər) adlanırdılar. Abasistləri Oriaklı Herbertin şərafinə herbekistlər də adlandırdılar. Herbertin ixtirası hətta altı əsr keçməsinə baxmayaraq, praktiki hesablamalar aparmaq üçün əsas alət olaraq qalırdı. Bləz Paskal təsadüfi olaraq yazmırdı: onun hesab maşını "qələm və jetonların köməyiylə" yorucu hesablamalar aparmaqdan imtina etməyə gətirib çıxaracaq. Digər hesablama maşınının yaradıcısı Leybnis kağız üzərində hesablamada, jetonlar vasitəsilə hesablamaları üstün tuturdu. Qərbi Avropada hesab müəllimlərinə, hətta məşhur riyaziyyatçı Nikkolo Tartalyunu (1499–1557) da, abak magistrləri adlandırdılar.

XII–XIII əsrlərdə abak xətlər üzərində hesab formasını aldı. Onda xüsusi cızılmış cədvəllər və jetonlardan istifadə

edilirdi. Jetonları həm cizgilər üzərində, həm də onların arasında yerləşdirmək olardı. XVIII əsrə qədər bəzi Avropa ölkələrində xətlər üzərində hesablamalar öz mövqeyini qoruyub saxlayırdı və yalnız sonralar öz yerini kağız üzərində hesablamalara verdi. Abak e.ə. IV əsrə qədər Çində də məlum idi. O zamanlar xüsusi lövhə üzərində yerləşdirilən hesablama çubuqlarından istifadə edilirdi. Tədrisən onları rəngbərgəng fişkalar əvəz etdi, lövhə isə başqa forma aldı və beləliklə, X əsrdə çin sayğacı olan suan-pan meydana gəldi. Onlarda lövhənin yerini çubuğa düzülmiş daşlar (hər çubuqda yeddi daş olmaqla) və çubuqlara bərkidilmiş çərçivə tutdu. O, bərabər olmayan iki hissəyə bölünmüşdü: birində beş daş (vahidlər), digərində isə iki daş (bəşliklər) var idi. XVI əsrdə suan-pan Çindən Yaponiyaya keçdi. Burada onu "soroban" adlandırdılar. Sorobanın da çərçivəsi iki hissədən ibarət idi, amma onlar bir və dörd daşlardan təşkil olunmuşdu.

Sayğaclər Yaponiya və Rusiyada təxminən eyni vaxtda meydana gəlirdi üçün belə fikir var ki, guya onlar Rusiyaya Çindən gətirilmişdi. Ancaq bu belə deyil. Rus sayğacları Çin sayğaclarındən çox fərqlənirdi. İndi tədqiqatçıların əksəriyyəti güman edir ki, onlar Rusiyada müstəqil şəkildə ixtira olunmuşdu.

Ələlxüsus da ona görə ki, bu ideya boş yerdə meydana gəlməmişdi. Çünki Rusiyada ta qədim zamanlardan "daşlarla hesab" geniş yayılmışdı. Bu isə avropalıların xətlər üzərində hesablamalarına yaxın idi. Jetonlar əvəzinə adətən meyvə çəyirdəklərdən istifadə edilirdi (1634–1636-cı illərdə Rusiyaya səyahət etmiş alman alimi və səyyahı Adam Oleariy qeyd edirdi ki, mirzələr bu məqsədlə öz yanlarında gavalı çəyirdəklərlə dolu olan torbalar gəzdirdilərdi).

XVI əsrdə rus sayğaclarıнын ilkin variantı olan ağacdan düzəldilmiş say-

ğac meydana gəldi (100 ildən sonra isə "sayğac" sözü meydana çıxdı). Onların quruluşu kifayət qədər mürəkkəb idi – hər sırada on çəyirdək olmaqla, dörd hesablama sahəsi vardır. Moskvada, Tarix muzeyində saxlanan, bizə qədər gəlib çatmış ən qədim sayğac XVII əsrin ortalarına aid edilir.

O, bir-birilə bərkidilmiş iki çərçivədən, daha doğrusu, hər biri üç hesablama sahəsinə bölünmüş iki yeşikdən ibarətdir. Hər yeşikdə on çəyirdəkli sıralardan ibarət olan bir sahə və birdən dördə qədər çəyirdəyi olan sıralardan təşkil olunmuş iki sahə var.

KİM İDİ BİRİNCİ?

Hesablama maşınının ilk dəfə Paskal tərəfindən ixtira edilməsi üç yüz ildən artıq zaman ərzində mübahisəz qəbul edilmişdi. Lakin tarixçilərə Tübingen universitetinin (hal-hazırda bu torpaqlar Almaniyaya məxsusdur) professoru Vilhelm Şikkardın məşhur riyaziyyatçı və astronom İohan Keplərə ünvanladığı məktub məlum idi. Bu məktubda Vilhelm Şikkard hesablamaları avtomatik yerinə yetirən maşın ixtira etməsi haqqında məlumat verirdi. Bunu təsdiq edən başqa dəlillər olmadığı üçün bu məlumat uzun müddət şübhə ilə yanaşmışlar.

O vaxtlar Keplərin bütün əlyazmaları imperator II Yekaterina tərəfindən alınmış və Rusiya Elmlər Akademiyasının arxivində saxlanılırdı. İkinci Dünya müharibəsindən sonra, 1957-ci ildə bu sənədlərin fotonüsxəsini öyrənən tədqiqatçı Frans Hammer (Ştutqardda yerləşən Kepler elmi mərkəzinin direktoru) hansısa mexanizmin çertyojunun eskizini aşkar etdi. Bu mexanizm hesablama maşınına çox oxşayırdı. Məşəqqətli və məqsədyönlü axtarışlardan sonra tədqiqatçı Şikkardın Keplərə ünvanladığı 25 fevral 1624-cü il tarixli məktubunda onun tərəfindən yaradılmış hesablama maşınının xarici görünüşünün ətraflı təsvirini tapdı.

Təsvirdən bu nəticəyə gəlmək olar. Altımərtəbəli onluq hesablayıcı on dişli və bir dişli təkərciklərdən ibarət olub, toplama, çıxma, həmçinin cədvəl vurmaşını və bölməsinə yerinə yetirmək üçün nəzərdə tutulmuşdur. Şikkarda mərtəbələr arasında keçid problemini həll etmək müəssər oldu. Maşın onluq və yüzlülkləri toplayıb sola keçirə bildi. Çıxma zamanı təkərciklər geriye fırlanırdı üçün, onqların ötürülməsi mexanizmi reversiv idi.

Elə həmin məktubunda Şikkard məktubdaşına xəbər verirdi ki, o, mexanik Vilhelm Pfister ilə birgə iki ədəd



Artıq XVIII əsrin əvvəli üçün rus sayğacları indiki – müasir şəklinə düşdü. Onun sonrakı təkmilləşmələri – ölçülərinin dəyişdirilməsi, məftilin ayrılması, çərçivənin forması ondan istifadənin rahatlığını təmin etmək üçün aparılmışdı. Sayğacları daha güclü hesablama aləti etmək üçün çox cəhdlər olmuşdu (məsələn, onları müxtəlif ədədi cədvəllərlə birləşdirmək yolu ilə). Sonuncu dəfə belə cəhd 1921-ci ildə olmuşdu. Demək olar ki, 300 il ərzində Rusiyada sayğaclər çox geniş yayılmışdı. Onlara ölümcül zərərən yalnız ucuz elektron cib kalkulyatorları vurdu.

Maşın (bunları o, hesab saatları adlandırdı) quraşdırmışdı, lakin onlar böyük yağıın nəticəsində yanıbmışdılar. Professor yazırdı ki, bu itkidən çox müəssir olub və yeni maşını qurmaq üçün isə vaxtının olmamasından şikayətlənirdi (yeri gəlmişkən yanmış maşınlardan biri Keplərə hədiyyə üçün nəzərdə tutulmuşdu). Görünür ki, Şikkard hesablama maşını üzərində işə bir də qayıtmamışdı. O, 1665-ci ildə vəba epidemiyası zamanı vəfat etmişdir.

Elmi ictimaiyyətlə Şikkardın hesablama maşınıнын görmək müəssər olmasa da, onun mövcudluğu hər halda şübhə altına alınmamalıdır. Birincisi, ona görə ki, Kepləri aldatmaq Şikkardın nəyinə gerek idi (o vaxtlar elmi etikətin tələblərinə çox ciddi riayət olunurdu), ikincisi isə, hesablama maşınının sonralar tapılmış digər çertyojları və mexanik üçün yazılmış təlimatlar onun xeyrinə olan argumentlərdir. Bundan başqa, XX əsrin 60-cı illərində Tübingen universitetinin alimlərinə bu çertyojlara görə öz böyük həmyerlilərinin maşınının modelini qurmaq müəssər oldu.

Bundan sonra elə güman edilirdi ki, tarixçilər cəsarətlə hesablama maşınının yeni banisinin adını təqdim edə bilərlər. Lakin 1967-ci ildə Leonardo da Vinçinin əvvəllər məlum olmayan əlyazmaları tapıldı. Bu əsərlərdə on dişli təkərciklər əsasında qurulmuş 13 mərtəbəli cəmləyici qurğunun eskizi var idi. Beləliklə, məlum olur ki, dahi Leonardo hesablama maşınının ideyasını Şikkarddan ən azı 100 il əvvəl düşünmüşdü. Əlyazmanın tarixini dəqiq təyin etmək mümkün olmasa da, məlumdur ki, gündəlik hələ 1492-ci ildə, Amerikanın kəşfindən əvvəl yazılmağa başlanmışdı.

Hesablama texnikasının inkişafının ilk dövrü hələ axırda yazılmamışdır. Hec kim bilmir ki, tarixçilər və arxivçilər daha hansı maraqlı faktlar aşkar edəcəkdir.

Qədim çin sayğacı.





BLEZ PASKAL

Dördüncü tərtib qəribə ayrıldən olan "Paskal ilbizi" riyaziyyatda çoxdan məlumdur. Bu ayrının adında Etyen Paskalın (1588-1651) adı əbədiləşmişdir. Onun ailəsində 19 iyun 1623-cü ildə Blez adlı oğlan dünyaya gəlmişdi. Etyen Paskal hakimlər zümərəsinə mənsub varlı, savadlı adam idi, pis riyaziyyatçı deyildi və hətta məşhur fransız alimi Pyer Ferma ilə məktublaşırdı. Arvadının ölümündən sonra o, bütün ömrünü uşaqların tərbiyəsinə həsr etmişdi. Blez hələ lap erkən yaşlarından dahilik əlamətlərini biruzə verirdi. O, nadir yaddaşa malik idi, dörd yaşında artıq oxumağı və yazmağı bacarırdı. On yaşında isə anlamaq istəmişdi ki, nə üçün zərbə zamanı saxsı boşqab səs verir və nəticədə özünün ilk elmi işini, "Səs haqda traktat"ı yazmışdı. İki ildən sonra bu oğlan uşağı müstəqil olaraq üçbucağın daxili bucaqlarının cəmi haqda teoremi isbat etdi, daha bir il sonra isə onu Parisin ən böyük riyaziyyatçıları cərgəsinə bərabər hüquqlu üzv kimi qəbul etdilər.

1640-cı ildə Etyen Paskal Ruan şəhərində "polis, ədliyyə və maliyyə inten-



Blez Paskal.

dantı" kimi bir vəzifəyə təyin olundu. Bu vəzifə o cümlədən bütün əyalət üzrə vergilərin yığılmasına nəzarət də nəzərdə tuturdu. Hesab olunur ki, gənc Blez də hesablama maşını haqqında ideya onun atasına kömək etmək arzusundan doğmuşdu. Onun atası kağız üzərində və "qələm və jetonların köməyiylə" hesablama lövhəsində mürəkkəb hesablamalar aparırdı. Çox güman ki, onu dərin düşüncələrə dahi filosof Rene Dekartın belə bir fikri sövq etmişdi: "bəzi əqli proseslər öz mahiyyətlərinə görə mexaniki proseslərdən fərqlənir". Sonralar Paskal yazırdı: "Hesab maşınlarının fəaliyyəti onları düşüncə varlıqların fəaliyyətinə daha çox oxşayır, nəinki canlıların. Ancaq maşınların iradəsi yoxdur, canlıların isə var". Belə mühakimə yürütmək olar ki, ilk dəfə o süni və insan intellekti problemini qoymuşdu.

1640-cı ilin sonlarında Blez gələcək maşının əsas ideyasını, mərtəbələrin avtomatik sürüşdürülməsi ideyasını formalaşdırırdı: "Hər bir təkərcik on hesabı rəqəm qədər hərəkət edərək, özündən sonrakı təkərciyi bir rəqəm sürüşməyə vadar edir". 22 may 1649-cu ildə hesab maşınına görə öldürüldüyü şah imtiyazı (müasir patentin probrası idi) məhz belə səslənirdi. Bu imtiyaz Blez Paskalın maşın kəşf etdiyini təsdiq edirdi və ona bu cür maşınları istehsal etmək və satmaq hüququ verirdi.

İlk model artıq bir neçə aydan sonra hazır oldu, lakin o işləmədi. Onda Paskal ikinci modelin hazırlanması ilə məşğul oldu. Onun üzərində fasilələrlə 1642-ci ilə qədər işləmişdi. Maşının ilk nümunəsinin bundan üç il sonra hazırlanmasına baxmayaraq, məhz həmin il hesablama maşınının ixtira tarixi hesab edilir.

Paskal sonralar yazırdı ki, o, "nə vaxtını, nə əməyini, nə də vəsaitlərini əsir-

gəməirdi". Ustalara rəhbərlik edir, tez-tez özü tokar dəzgahında detalları yonur, maşın üçün uyğun gələn materialları – abnos ağacını, misi, fil sümüyünü seçirdi. Paskal müxtəlif konstruksiyaları sınaqdan keçirirdi. Onun maşınları yalnız ölçülərinə görə deyil, həm də mərtəbələrinin sayına görə fərqli idi.

Müəllif öz əsərinin kommersiya uğuruna ümid edirdi. O, əsl reklam kampaniyası açdı. Elan çap etdirdi ki, bütün arzu edənlər onun hesablama maşınından istifadə etsin (faktiki olaraq, dostu, riyaziyyatçı Robervalın evində müəyyən saatlarda açdığı qəbul tarixdə ilk hesablama mərkəzi oldu). Maraqlıdır ki, Paskal elanda məmurların davamlılığını xüsusi qeyd edirdi. O, maşını sətir sınaqdan keçirdi, onu 1100 km-dən artıq məsafəyə kəret ilə apardı (başqa sözlə, kompüterlərin testləşdirilməsi ideyası çox böyük tarixə malikdir!).

Paskal öz maşınına krallığın ən tanınmış adamlarının salonlarında nümayiş etdirdi, ümumi baxış üçünə onu Lüksemburq sarayına qoydu. Hətta maşının bir nüsxəsini o, 1652-ci ildə İsveç kraliçası Kristinaya hədiyyə göndərdi. Amma o, əsl istehsalı təşkil edə bilmədi. 1645-ci ildən 1653-cü ilə qədər cəmi 50 hesablama maşını hazırlamışdı (onlardan səkkizini bizim günlərə qədər gəlib çatmışdır). Onlardan bir neçəsini o hətta sata da bildi. Məsələn, şahzadə Kondeye o, maşını 100 livrə satdı. Amma maşın ona bu məbləğdən dörd dəfə baha başa gəlmişdi (qeyd edək ki, o biri maşınların maya dəyəri 600 livrə çatırdı). Bu maşınları hesablama məqsədilə deyil, daha çox maraqlı oyuncaq kimi satın alırdılar. Paskal hələ bir müddət də maşını təkmilləşdirməyə davam etdi, hətta kvadrat kök hesablayan maşın da yaratmaq istədi, amma 1653-cü ildən sonra o, bir də bu işə qayıtmadı.

Ola bilər ki, o, ya qarşısına qoyduğu məsələni həll etmiş sayırdı, ya da ki,



Səkkizməvqeli Paskal maşını.

onun sonrakı perspektivini görmürdü. Cəmiyyət hələ onun ixtirasını qəbul etməyə hazır deyildi. Digər tərəfdən, 1654-cü ilin 15 noyabr tarixində alimin bütün sonrakı həyatını dəyişən hadisə baş verdi. Həmin gün Paskal yalnız möcüzə sayəsində sağ qaldı: onun kareti az qala Sena çayı üzərindəki körpüdən düşəcəkdə. Paskal çox güclü mənəvi böhran keçirdi və tanrının iradəsini hiss edib, yaranan qarşısındakı borcunu xatırladı. 1655-ci ildən o artıq kübar həyatdan uzaqlaşdı. Por-Royaldakı monastıra çəkilərək, yarımmonax həyatı keçirməyə başladı. O, hərdən bir riyazi məşğuliyyətinə qayıtsa da, onun günləri əsasən fəlsəfi və ilahiyyat əsərləri yazmaqla, ehtiyacı olanlara yardımlar etməklə keçirdi. Blez Paskal 19 avqust 1662-ci ildə Parisdə vəfat etdi. Bu zaman onun cəmi 39 yaşı var idi.

Bəşəriyyət tarixinə Blez Paskal ən böyük dahilərdən biri kimi daxil olmuşdur. O, riyazi analiz və ehtimal nəzəriyyəsinin yarananlardan biri olmuşdur. O, görkəmli fizik, klassik hidrostatikanın yaradıcısı olmaqla bərabər, həm də, öz ixtiralarını həyata keçirməyə cəhd atan gözəl mexanik və ixtiraçı idi. Hidravlik pres ideyası ona məxsus idi. Tarixdə ilk olaraq şəhər nəqliyyatının işini təşkil etməyi o təklif etmişdir. Böyük karetlər (omnibuslar) müəşinləri müəyyən edilmiş marşrutlar üzrə daşımalı və özü də bu çox ucuz olmalı idi. Hamıya məlum



olan əl arabasını da o kəşf etmişdir! Onun ilk hesablama maşınının yaradıcısı olmasını isə həttə "kibernetikanın atası" Norbert Viner də qeyd etmişdi.

Paskalın yazıçı kimi nəsi də nümunəvi səviyyədə qəbul olunurdu (həmvətənilərindən biri demişdi: "onun qələmindən süzülən hər bir sətir qiymətli bir daş-qaşdır"). Paskalın "İdeyalar" əsəri özünün dərinliyi ilə Stendal və Lev

Tolstoyu, Bodler və Turgenevi heyran etmişdi...

Tərsimi həndəsədə "Paskal təoremi", riyaziyyatda "Paskal üçbucağı", hidrostatikada "Paskal qanunu" əsrləri adlayıb gəlmiş terminlərdir. Bizim günlərimizdə isə alimin adını təzyiq vahidi kimi qəbul etmişlər və onun adı ən populyar proqramlaşdırma dillərindən birinə verilmişdir.

QOTFRİD VİLHELM LEYBNİS

*Leybnis, sən dahi və uzaqqörən kitabların yaradıcısısan!
Sən qədim peyğəmbərlər kimi dünyadan ucada dayanırdın.
Sənin əsrin sənə mat qalsa da, sənin peyğəmbərliyi ni anlaya bilmirdi
Və yaltaqcasına tərifi ilə ağılsız danlaqları biri-birinə qatışırdırdı.*

V.Bryusov

Qotfrid Vilhelm Leybnis 1646-cı il iyunun 1-də Leypsiq şəhərində anadan olmuşdur. Onun atası etika professoru, babası isə Leypsiq universitetinin hüquq professoru idi. Uşağın yeddi yaşı tamam olmamış, o, atasını itirir. Qotfrid uşaq yaşlarından çox məşğul olurdu: artıq səkkiz yaşında yunan və latın dillərini

müstəqil öyrənmişdi, on beş yaşında isə gimnaziyanı bitirirdi.

1661-ci ildə Leybnis Leypsiq universitetinin hüquq fakültəsinin tələbəsi oldu. O, hüquq elmlərindən başqa həm də Leypsiq, Yena və Altdorf universitetlərində fəlsəfə və riyaziyyatı da öyrənirdi. 1666-cı ildə 20 yaşlı tələbə eyni zamanda iki dissertasiya müdafiə etdi: "Kombinatorika sənəti haqda" (Leypsiq universitetində) və "Dolaşqı işlər haqda" (Altdorf universitetində).

1668-ci ildə o, Mayns şəhərinin kurfürstünün yanında işə başladı. 1672-ci ildən 1676-cı ilədək o, Parisdə diplomatik xidmətdə olmuş və bu ona riyaziyyat və təbiətşünaslıqla məşğul olmağa mane olmamışdı. Burada Leybnis bir sıra alimlərlə tanış oldu. Bunlardan biri də məşhur holland ixtiraçısı və fiziki Xristian Hyüygens (1629-1695) idi. Görəndə ki, Hyüygensə nə qədər çoxlu və mürəkkəb hesablamalar aparmaq lazım gəlir, cavan oğlan onun əməyini mexaniki maşının köməyi ilə yüngülləşdirməyi qərara aldı. Əvvəl o, böyük Paskalın maşınını təkmilləşdirmək istədi. Buna oxşar hesab alətinin ilk təs-



Qotfrid Vilhelm
Leybnis.



virini o, hələ 1670-ci ildə vermişdi. İki il sonra o, hesab maşınının yeni təsvirini təklif etdi. Onun əsasında bir nümunə hazırlanıb, 1673-cü ildə Londonun kral cəmiyyətinin iclasında nümayiş etdirildi. Alimin sözlərinə görə o, bütün hesab əməllərini, xüsusilə vurmanı mexaniki yolla tez və etibarlı yerinə yetirmək üçün arifmometr icad etmişdi. Amma etiraf etdi ki, o, mükəmməl deyil və onu yaxşılaşdırmağa söz verdi. 1676-cı ildə Leybnis Londona hesablama maşınının yeni variantını gətirdi, amma bu model praktiki hesablamalar üçün az yararlı oldu. Leybnis dəfələrlə öz arifmometrini qayıtdı. Təkmilləşdirilmiş maşın yalnız 1694-cü ildə Hannoverdə göründü.

Leybnis öz ixtirası ilə fəxr edirdi. O yazırdı: "Mənə elə bir hesab maşını qurmaq nəşib olub ki, o Paskal maşınından müqayisəolunmaz dərəcədə fərqlənir. Mənim maşınım toplama və çıxmanı ardıcıl icra etmədən, böyük ədədlər üzərində vurma və bölmə əməliyyatını tez yerinə yetirməyə imkan verir". Maşın üzərində iş ona 24 min talərə başa gəldi. Müqayisə üçün qeyd edək ki, nazirin illik əmək haqqısı 2 min talərə bərabər idi. İxtiranın mütləq-qiliyinə baxmayaraq, hesablama maşını geniş yayılmadı. Buna səbəb XVII əsrin sonu və XVIII əsrin əvvəllərində bu cür bahalı və mürəkkəb texnikaya tələbin olmaması idi.

1694-cü ildə Leybnis konstruksiyanın nümunələrindən birini I Pyotra hədiyyə etmək qərarına gəldi. Amma maşın xarab çıxdığından və mexanik onu qısa müddətdə təmir edə bilmədiyindən bu istək baş tutmadı. Başqa bir əfsanəyə görə maşın hansı yollarsa I Pyotrun əlinə düşübmiş. O, Çin imperatorunu Avropanın texniki nailiyyətləri ilə heyrləndirmək üçün maşını ona hədiyyə etmişdi.

1676-cı ildə Leybnis Almaniya qayıtdı və Hannover hersoqlarının yanında qulluğa girdi. Onların müxtəlif

tapşırıqlarını yerinə yetirərək, o, əvvəlcə sarayın kitabxanaçısı, sonra isə hersoqun istiorioqrafı və gizli hüquq müşaviri vəzifəsində işlədi.

Lakin Leybnisin fəaliyyəti onun rəsmi vəzifə borclarından xeyli kənara çıxırdı. O, tibbi tədqiqatlar üçün kimyəvi təcrübələr aparmağa da vaxt tapırdı, müxtəlif qurğular da icad edirdi (məsələn, şaxtalardan suyu çəkən nasoslar üçün o, külək mühərriki icad etmişdi). Geologiya, psixologiya, lingvistikaya, xüsusən də fəlsəfə, fizika, mexanika və riyaziyyata önəmli tövhələr vermişdi.

Diqqətəlayiq faktırdı ki, I Pyotrun xahişilə o, Rusiyada təhsilin və dövlət idarəçiliyinin inkişafı layihələrini işləyib hazırlamışdı. Leybnis rus çarına yazırdı: "Mən o kəslərə aid deyiləm ki, onlar yalnız öz vətənlərini və ya millətlərini sevirlər, mənim düşüncələrim bütün bəşəriyyətin səadətində yönəlmişdir... Və mənim üçün ruslara çox yaxşılıq etmək, almanlara az yaxşılıq etməkdən daha xoşdur..."

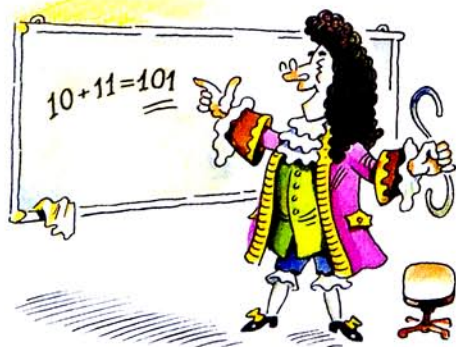
Bütün həyatı boyu Leybnis aktiv yazışma aparmışdı. Özündən sonra o, minlərlə ünvanlara fransız, alman və



I Pyotr.



latın dillərində yazdığı 15 mindən çox məktub miras qoymuşdu. Leybnis Nyuton ilə də yazışma aparmışdı. Lakin yazışma yalnız bir il davam etmiş və bu böyük alimlərin əməkdaşlığına gətirib çıxarmamışdı ("Diferensial və integral hesabın yaradılması. Nyuton və Leybnis" məqaləsinə, "Uşaqlar üçün ensiklopediya" seriyasının "Riyaziyyat" cildində bax).



Leybnisin müasirlərini onun fantastik erudisiyası, fəvqəladə yaddaşı, hey-rətamiz iş qabiliyyəti, geniş dünya-görüşü və fəaliyyət diapazonu, istənilən problemdə mahiyyəti qavramaq qabiliyyəti heyretləndirirdi. Leybnis müasirlərindən heç kimə xas olmayan son dərəcə lakonikliyə və stil dəqiqliyinə, yaradıcılıq enerjisinə və ümumiləşdirmə qabiliyyətinə malik idi.

Ümumiləşdirməyə olan ehtiyac onu universal idrak metodunu axtarmağa sövq edirdi. Leybnisə görə dünya Yaradanın Ağılı ilə yaradılmış və "mümkün olan dünyalardan ən yaxşısıdır" və o, onu Yaradanın dəyişə bilməyəcəyi qanunlarla idarə olunur. Leybnis hesab edirdi ki, dünya insanın dərrakəsi ilə öyrənilə bilər və nəticədə ümumi "əvvəlcədən müəyyən edilmiş harmoniya" bərqərar olar. Bunun üçün dünyanın vahid idrak metodu lazımdır.

Leybnis məntiqi qeyri-müəyyənliklərlə dolu olan söz aləmindən obyektlər və mühakimələr arasındakı münasibətlərin tamamilə dəqiq təyin olunduğu riyaziyyat aləminə keçidin yolunu göstərdi. O, məntiqdə riyazi simvolikanın tətbiq olunmasını təklif etdi və ilk dəfə məntiqdə ikili say sisteminin tətbiqinin mümkünlüyü ideyasını söylədi. Bu sonralar avtomatik hesablama maşınlarında istifadə olunmağa başladı.

Qotfrid Leybnisin xidməti həm də ondadır ki, o, elmi praktikada öz təsdiqini tapmış çoxlu riyazi terminlər daxil etmişdir: "funksiya", "diferensial", "diferensial hesabı", "diferensial tənlik", "alqoritm", "absis", "ordinat", "koordinat". Bunlardan başqa o, diferensial və integralın işarələrini, məntiqi simvolikanı daxil etmişdir.

Leybnis 14 noyabr 1716-cı ildə yoxsulluq içərisində ölmüşdür. Elm aləmində tez-tez olduğu kimi bu böyük alimin xidmətləri də ona sərvət gətirməmişdi.

ÇARLZ BEBBİC

"Mən özümə hesabat verirəm ki, mənim mülahizələrim nə isə həddən ziyadə utopik görünə bilər və onlar hafizələrdə Laput filosoflarını yada salarlar..." – deyən böyük ingilis alimi Çarlz Bebbic kədərli etiraf edirdi.

(Laputa Conatan Svifin uydurduğu uçan ada idi. Orada saxta elmi mülahizələr irəli sürən və real həyatdan tamamilə ayrılmış müdriklər yaşayırdılar).

Çarlz Bebbic 26 dekabr 1791-ci il tarixdə İngiltərənin cənub qərbində, Totnes qraflığının kiçik Devonşir şəhərində "Pred, Makvord və Bebbic" bank firmasının sahiblərindən biri olan Bençamin Bebbicin ailəsində anadan olmuşdu. Atası ona ölümündən sonra böyük miras qoymuşdu. Uşaqlıqdan Bebbic müxtəlif mexanizmlərlə maraqlanırdı. Yeni bir oynunağı hədiyyə alanda o, mütləq soruşardı: "Onun içində nə var?". Əgər cavab onu qane etmirdisə, o, hökmən oynunağı söküb, hissələrə parçalayardı. Zəif səhhətinə görə o, 11 yaşına kimi evdə anası Yelizaveta Tipin himayəsində oxumuşdu. Sonra isə onu İngiltərənin ən yaxşı özəl məktəblərindən birinə qoymuşdular. Buranın zəngin kitabxanası onu heyran etmişdi. Başqa kitablarla yanaşı orada riyaziyyata da aid gözəl kitablar var idi...

Çarlz Bebbic 1810-cu ildə Kembridc universitetinin Trinitı kollecinə daxil oldu və ciddi riyazi istedad nümayiş etdirdi. Burada aydın oldu ki, Bebbic riyaziyyatı həmyaşıdlarından daha yaxşı bilir. Az sonra Çarlz biliyinə görə öz müəllimlərini də ötür keçdi. O belə nəticəyə gəldi ki, Britaniya kontinental ölkələrdən öz riyazi hazırlıq səviyyəsinə görə xeyli geri qalır. Bu geriliyi aradan qaldırmaq üçün o, öz dostları aradan qaldırmaq üçün o, öz dostları Con Herşel, Corc Pikkok və digər gənc riyaziyyatçılarla birgə Analitik cəmiyyət təsis etdilər. Bu cəmiyyət aktiv fəaliyyətə

tilə əvvəl Kembridcə, sonra isə digər universitetlərdə faktiki olaraq riyazi təhsilin yenidən qurulmasına səbəb oldu. Bu başlanğıc yaxşı nəticələrə gətirdi. Ona görə Bebbicin ölümündən sonra da İngiltərədə yeni riyazi məktəbin formalaşması onun adı ilə bağlıdır.

1813-cü ildə "Analitik cəmiyyətin əsərlərində" Bebbic özünün ilk elmi "Sonsuz həssaslıq haqqında" məqaləsini çap etdirdi. Elə həmin ildə o, Trinitı kollecindən Müqəddəs Pyotr kollecinə keçdi və 1814-cü ildə universiteti bitirib, bakalavr dərəcəsinə aldı. Onun ikinci – "Funksional hesabın xülasəsi" əsəri ümumi şəkilli funksional tənliklərin öyrənilməsinə həsr edilmişdi.

O, bu əsərini London kral cəmiyyətinin iki iclasında (15 iyun 1815-ci il və 14 mart 1816-cı il) mürəzzəf etdi və 1816-cı ildə Bebbici həmin cəmiyyətə üzv seçdilər.

1814-cü ildə universiteti bitirdikdən sonra Çarlz Bebbic asudə centlmen-filosof həyatı sürməyə başladı. Böyük Britaniyanın kübar cəmiyyəti onu qəbul edirdi, o Çarlz Dikkenslə yaxından dostluq edirdi. 1815-ci ildə o, Şropşir nəslindən olan Corciya Vitmur ilə evləndi. Bu nığahdan onların səkkiz uşağı doğuldu, təəssüf ki, bunlardan beşi uşaq ikən vəfat etdi.



Çarlz Bebbic.

Ç.Bebbinin yaxın dostları arasında tanınmış yazıçı Çarlz Dikkens (1812-1870) də var idi.



1817-1820-ci illərdə o, riyaziyyat sahəsində daha bir neçə məqalə çap etdirdi ki, onların da əksəriyyəti funksional analiz sahəsində idi. XX əsrin 60-cı illərində Britaniya muzeyində Bebbicin çap olunmamış daha bir əsəri – “Analizin fəlsəfəsi” tapıldı. Bu əsər 1821-ci ildə yazılmışdı.

Sonralar Bebbici riyaziyyatla az məşğul olmuşdu və onun işləri, bir qayda olaraq, təbii xarakterli məsələlərlə bağlı idi.

1818-ci ildə Bebbici Plimutda “hava zəngində” su altına dalmada iştirak etdi. Sonralar, 1826-cı ildə özünün “Sualtı zəng” məqaləsində böyük olmayan sualtı qayığın çertyojunu vermişdi.

Bir dəfə “Don Juan” operasını dinləyərkən darıxdı və bir neçə dəqiqədən sonra zaldan çıxıb, səhnənin idarə edilməsi sistemində baxmağa getdi.

Başqa bir əhvalat da maraqlı idi. Alfred Tennisonun “Günahın görünməsi” poemasının bir fraqmenti:

*Hər dəqiqə insan ölüür,
Ancaq hər dəqiqə
yeni insan da doğulur*

Bebbici müəllifə belə bir məzmununda məktub yazmağa vadar etmişdi: “Sizə bildirməliyəm ki, bu hesablamalarınızda dünya əhalisinin sayının daim tarazlıq halında olması fikri əsas götürülmüşdür. Amma bir fakt yaxşı məlumdur ki, dünya əhalisi daim artır. Buna görə də mən Sizə məsləhət görməyə məcburam ki, Sizin gözəl poemanızın növbəti



nəşrində hesablama səhvi aşağıdakı kimi düzəldilsin:

*Hər dəqiqə insan ölüür,
Lakin hər dəqiqə
bir tam yüzə on altı insan doğulur.*

Əlavə edim ki, dəqiq ədəd 1,167-dir, amma qafiyə qaydalarına görə bir tam yüzə on altı kimi yazmaq məqbul hesab edilə bilər.”

Bebbic dəfələrlə Fransada olmuşdu. Orada məşhur astronom və fizik Pyer Laplas, fizik və riyaziyyatçı Jan Batist Furiye ilə tanış olmuşdu. Lakin Bebbici daha çox təsirələndirən az tanınmış fransız alimi – riyaziyyatçı Q.Proni olmuşdu. Onun qəmli tarixçəsi XIX əsrin sonlarından başlamışdı. O vaxt imperator Napoleon radikal ictimai islahatlar aparmaq məqsədilə Proniyə (o zaman o, siyahıya alma bürosuna başçılıq edirdi) metrik ölçü sisteminə keçmək məqsədilə yeni loqarifmik və triqonometrik cədvəllərin yaradılmasını tapşırırmışdı.

Proni icraçıları üç ixtisas qrupuna bölərək, əməyin bölgüsü ideyasını hesablama prosesinə keçirdi. Proninin xidməti ondan ibarət oldu ki, mürəkkəb hesablamaları sadə hesablamalara gətirən alqoritmik yanaşmanı kəşf etdi. Bu sadə hesablamalar icraçılarından yararlıcılıq yanaşmanı tələb etmirdi. Lakin işlər yekunlaşandan sonra, 17 cildən ibarət olan bu əlyazmaları çap etmək üçün Fransada vəsait tapılmadı. Böyük zəhmət hesabına başa gəlmiş iş lazımsız bir şey oldu.

Bebbic Proninin işlərinin acınacaqlı vəziyyətini görmüşdü, lakin bu ona əsas ideyanı duymağa mane olmadı. Bu ideyanın əsas qayəsi mürəkkəb hesablamaların mexaniki yolla yerinə yetirilməsi mümkünlüyü idi. Alimin bu ideyası onu əzsavadlı icraçıları mexaniki qurğularla əvəz etmək fikrinə gətirib çıxardı. Bu ideya həm də onu ilk diffrensial maşın yaratmağa sövq etdi.

1822-ci ildə Bebbic fərq maşınının təsvirini yazıb qurtardı. Bu maşın 18 rə-

qəmə qədər dəqiqliklə hesablama aparmağa imkan verirdi. Maşının çertyojunu baş nazirin masasının üstünə qoyuldu. 1823-cü ildə onun qurulması üçün ilk maliyyə yardımı ayrıldı. Qurma işi on il davam etdi. Bu illər ərzində maşının konstruksiyası daha mürəkkəbləşdi, yaradıcılıq uğurları Bebbic və Cozef Klement (işlərə rəhbərlik etmək üçün təyin olunmuş istedadlı mühəndis və dövlət məmuru idi) arasında baş verən qizğın toqquşmalarla növbələşirdi. Fərq maşınının birinci versiyasının hansı səbəbdən sona çatdırılmamasını indi söyləmək çətindir. Görkəmli ingilis alimləri Bebbicə qarşı çıxış edərək, belə bir maşının qurulmasının mümkünlüyü ideyasını rədd edirdilər. 1833-cü ildə işin maliyyələşdirilməsi dayandırıldı, tamamlanmamış maşın isə dövlət mülkiyyətinə keçdi və sonradan lazımsız şey kimi kənarə atıldı. Ola bilər ki, uğursuzluğa səbəb Bebbicin hərtərəfli və dağınıq fikrə malik olması idi. O gah, dəmir yolları ilə maraqlanırdı (o, bir neçə mühüm, o cümlədən paravoz üçün spidometr ixtira etmişdi), gah da öz maşınının komponentlərinin kütləvi istehsalı texnologiyası ilə maraqlanırdı.

Bu və ya başqa səbəbdən ilk fərq maşını ilə iş yarımçıq qaldı. Lakin bu maşın müəllifi yeni ixtirlərə sövq etdi.

Sonralar Bebbic ikinci fərq maşını qurmaq cəhdində bulunsada, təşkilati problemlər onun arzusunun bu dəfə də gerçəkləşməsinə mane oldu.

1834-cü ildə alim universal hesablama maşını yaratmaq qərarına gəldi və bunu analitik maşın adlandırdı. Bu layihədə o, ilk dəfə hesablama prosesini proqramın köməyi ilə idarə etmək fikrinə gəldi. O, elə bir mexaniki qurğu düzəltmək istəyirdi ki, bu qurğu yalnız hesablamaları kifayətlənməsin, həm də tutulmuş proqramdan və hesablamaların aralıq nəticələrindən asılı olaraq öz işini idarə edə bilsin. Bu kəşf öz dövrünü 100 il

qabaqlamışdı! Bu cür maşının imkanları alimin özüni də heyrləndirirdi. 1835-ci ilin mayında alim yazırdı: “Altı ay ərzində mən birinci maşından fərqlənən maşının layihəsini tərtib etdim. Onun malik olacağı hesablama gücünün qarşısında mən özüm də heyvət edədim və hələ bir il əvvəl mən buna inanı bilməzdim”. 1840-cı ildə Bebbic öz maşını haqqında mühazirələr oxumaq üçün Türinə (İtaliya) dövlət olunur. Mühazirələr böyük uğur qazanır və dinləyicilərdən biri, gənc mühəndis Luici Menabrea onların konspektini Fransada nəşr etdirir.

Bebbicin 80-dən artıq elmi əsər yazmasına baxmayaraq, fərq və analitik maşınların iş prinsiplərinin ətraflı təsviri onun qələminin məhsulu deyildir. O, maşınların yaradılması ilə o qədər məşğul idi ki, onların təsvirinə vaxtı qalmırdı. Fərq maşını Lardner, analitik maşın isə Luici Menabrea tərəfindən təsvir olunmuşdur.

Əfsus ki, analitik maşın qurulmadı. 1851-ci ildə Bebbic yazırdı: “Analitik maşınla bağlı olan bütün işləmələr öz hesabıma icra olunmuşdu. Mən bir sıra təcrübələr apardım və elə bir həddə çatdım ki, bundan o yana imkanların tükəndi. Buna görə də məcburam ki, sonrakı işdən imtina edim”.

O, analitik maşının qurulması naminə vəsait əldə etmək üçün istənilən məcrəyə hazır idi.

Bebbic ilk layihəni xanım Ada Lavleys ilə birgə hazırladı. Bu xanımı hesablama maşını ideyası ilə “xəstələndirmişdi”. Bebbic pul qazanmaq məqsədilə üç cildlik roman yazmaq fikrinə düşsə də, bu fikirdən yan keçdi. Daha sonra yeni bir layihəyə uydu – xə və sifir oyununu üçün avtomatın qurulması. Lakin bu ideya da həyata keçmədi. Bebbic öz analitik maşını üzərində həyatının son günlərinə qədər işləmişdi. Alim 1871-ci ildə 80 illiyinə iki ay qalmış vəfat etdi.

Çarlz Bebbic yalnız riyaziyyatçı deyil, həm də filosof, iqtisadçı və hətta siyasi



Baron de Proni.



Ada Augusta Lovleys.



Henri Provost Babbage.

iqtişadçı idi. Hələ 1832-ci ildə o, "Maşınların və istehsalın iqtisadiyyatı" kitabını yazmışdı (o, öz elmi və texniki məqsədləri üçün bütün Avropanı gəzib dolaşmışdı).

1872-ci ildə Britaniyanın elmə yardım assosiasiyasının xüsusi komitəsi qeyd edirdi: "Biz hesab edirik ki, bu cür cihazların olması adi hesabi əməlləri yerinə yetirərkən əməyə qənaət etməyə imkan verməklə yanaşı, həm də insanın imkanlarının son həddinə yaxın, gələcəkdə praktik cəhətdən mümkün olan, çox şeyləri etməyə imkan verəcəkdir".

İxtiraçının oğlu general Henri Babbage (1824-1918) 1874-cü ildə istefaya çıxan

raq bir neçə il atasının mirasının öyrənilməsinə sərf etdi və 1880-ci ildə atasının çetroylarına əsasən analitik maşının mərkəzi qovşağını qurmağa başladı. 1888-ci ildə o, π ədədinin 1-dən 32-yə qədər natural ədədlərə hasilini 29 rəqəm dəqiqliyi ilə hesabladı!

Henri Babbage 1896-cı ilə qədər atasının maşını üzərində işi uğurla davam etdirmişdi. Onillik fasilədən sonra iş davam etdirilmiş və hesablamaların nəticələrini çap etməyə imkan verən analitik maşının nümunəsi araya gəlmişdi.

Babbage maşını işlək maşın oldusa da, ixtiraçı bunu görə bilmədi.

BEBBİCİN MAŞINLARI

FƏRQ MAŞINI

XIX əsrin əvvəlində fransız alimləri maraqlı hesablama üsulu təklif etdilər. Məsələ kiçik hissələrə bölünürdü. Hər bir kiçik hissə yalnız sadə əməllərdən ibarət idi və bunlar da riyaziyyatda yalnız hesabi əməllərini bilən və onları demək olar ki, mexaniki icra edən çoxsaylı adamlara həvalə edilirdi. Kembrid universitetinin dekani Çarlz Babbage (ona bir vaxtlar İsaak Nyuton başçılıq etmişdi) anladı ki, bu monoton riyazi hesablamalar təkrar olunan əməliyyatlar yığımından ibarətdir. Bu əməliyyatlar əsasən müxtəlif riyazi cədvəllərin tərtib edilməsində istifadə olunur. Babbage cədvəllərdə baş verən hesablama və çap səhvlərini aradan qaldırmaq üçün bu cür əməliyyatları maşında aparmaq qərarına gəldi. O, avtomatik mexaniki hesablama maşını layihələndirməyə başladı. Bu maşının iş prinsipi $n-1$ dərəcəli çoxhədlilərin belə bir xassəsinə əsaslanırdı: n tərtibli sonlu fərqlər sıfıra bərabərdir. Sonlu fərqlərin bu xassəsinə aşağıdakı misal üzərində göstərmək olar. Fərz edək ki, ikinci tərtibli çoxhədlini hesablamaq lazımdır:

$$y = x^2 + 3x - 4.$$

Bunun üçün beş sütunlu cədvəl qurulur. Birinci sütunda argumentin, ikincidə çoxhədlinin, qalanlarda isə sonlu fərqlərin qiymətləri yerləşir:

$$\Delta_1^1 = Y_x - Y_{x-1} \text{ (birinci fərq),}$$

$$\Delta_2^2 = \Delta_1^1 - \Delta_1^{1-1} \text{ (ikinci fərq),}$$

$$\Delta_3^3 = \Delta_2^2 - \Delta_2^{2-1} \text{ (üçüncü fərq).}$$

X	Y	Δ^1	Δ^2	Δ^3
0	-4	4	2	0
1	0	6	2	0
2	6	8	2	0
3	14	10	2	0
4	24	12	2	
5	34	14		
6	50			
7	66			

Birinci fərqi almaq üçün funksiyanın qiymətindən onun əvvəlki qiyməti çıxılır. Belə ki, birinci sətirdə

$$\Delta_1^1 = Y_1 - Y_0 = 0 - (-4) = 4.$$

İkinci sətir üçün

$$\Delta_2^2 = Y_2 - Y_1 = 6 - 0 = 6.$$

İkinci fərqi almaq üçün birinci fərqdən əvvəlki fərğin qiyməti çıxılır. Onda birinci sətir üçün alırıq ki,

$$\Delta_2^2 = \Delta_1^1 - \Delta_0^0 = 6 - 4 = 2$$

Eyni prinsip ilə də üçüncü fərqi qururuq. Cədvəldən göründüyü kimi, üçüncü fərqlər sıfıra bərabərdir, ikinci fərqlər isə sabitdir. Əgər fərqlərin qiymətlərini və funksiyanın əvvəlki qiymətini toplasaq, onda çoxhədlinin növbəti qiymətini almaq olar. $x = 7$ olduqda

$$Y_7 = Y_6 + \Delta_5^1 + \Delta_4^2 + \Delta_3^3.$$

Beləliklə, bütün üçüncü tərtib fərqlər sıfıra bərabər olduğu üçün ($\Delta^3 = 0$):

$$Y_7 = Y_6 + \Delta_5^1 + \Delta_4^2 = 50 + 14 + 2 = 66.$$

Yeni funksiyanın yeni qiymətini onun əvvəlki hesablanmış qiymətlərini toplamaqla almaq olar.

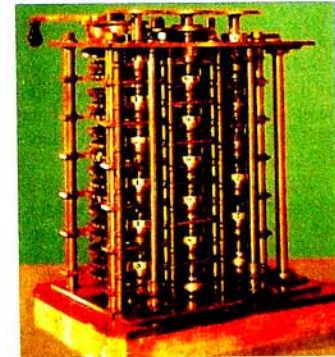
Cədvəllərin tərtib edilmə prosesi avtomatlaşdırmaq üçün qurulan maşını Babbage fərq maşını adlandırdı. O, yumor hisslə qurduğu maşının iş prinsipi haqda suala altı işarənin köməyiylə cavab verirdi: $\Delta^n U_x = 0$. Amma bu cavabı nadir adamlar başa düşürdü (bu ifadə onu göstərir ki, $n-1$ dərəcəli U_x çoxhədlisi üçün n tərtibli fərqlər sıfıra bərabərdir). Fərq maşınının əsas təyinatını Babbage cədvəllərin tərtib edilməsində görürdü, amma o, həm də artıq mövcud olan cədvəlləri də yoxlaya bilirdi. Bu məqsədlə əməliyyatlar əks ardıcılıqla – çoxhədlinin qiymətlərindən sonlu fərqlərə doğru icra edilməli idi. Əgər çoxhədlinin qiymətini hesablayarkən səhv buraxılırdısa, onda yüksək tərtibli fərqlərin sabit qiymətləri əvəzinə müxtəlif ədədlər alınır. Lakin Babbage öz şərhlərində göstərirdi ki, bütün səhifənin təzədən hesablanması və nəticələrin yoxlanılması bözən əks hesablamalar aparmaqdan daha sadədir.

Babbage maşınının ən vacib elementi onluq ədədləri yadda saxlayan qurğu –

registr idi. 18 mərtəbəli ədədləri emal etmək nəzərdə tutulduğundan, bir ədədin registri 18 dişli çarxdan ibarət idi. Dərəcəsi n olan çoxhədlini hesablamaq üçün $n + 1$ registr lazım idi (bir registr funksiyanın əvvəlki qiymətini və n registr isə sonlu fərqləri yadda saxlamaq üçün). Maşın altı dərəcəli çoxhədlini hesablamaq üçün nəzərdə tutulduğundan, onda yeddi 18 mərtəbəli registr var idi.

Maşında əsas əməl toplama olduğu üçün, təbii ki, cəmləyici, daha dəqiq desək, hər bir registr ilə birləşdirilmiş qurğular da var idi. Konstruktiv olaraq maşın üç sıra dişli çarxlardan ibarət idi: birinci sıra – registrlərin dişli çarxları, ikinci sıra – cəmləməni yerinə yetirmək üçün oxlara bərkidilmiş dişli hesablama təkərləri və üçüncü sıra – növbəti toplama əməlini yerinə yetirmək üçün *istiqamətverici dişli* olan oxlar idi. Babbage onluqların sürüşdürülməsi əməliyyatını iki hissəyə ayırırdı. Sonralar bu bütün mexaniki kalkulyatorlarda istifadə olundu. Maşının mexaniki blokunun ölçüləri belə idi: uzunluğu – 3 m. eni – 1.5 m; dişli hesablama təkərinin diametri isə təxminən 13 sm idi.

Maşında hesablamalara paralel olaraq nəticələri çap edən qurğudan istifadə etmək nəzərdə tutulmuşdu.



Çarlz Babbagein fərq maşını.



Bebbicin fərq maşını, əvvəlki bütün layihələrdən fərqli olaraq, əvvəlcədən verilmiş əməli icra etməklə yanaşı (məsələn, çoxhədliləri sonlu fərq üsulu ilə hesablamak), həm də xüsusi seçilmiş düsturlar əsasında müəyyən funksiyaların qiymətini hesablaya bilirdi.

Fərq maşını qurmaq böyük problem idi: yalnız yeni konstruksiya və qovşaqlar qurulmamalı, həm də onların hazırlanması üçün alətlər də lazım idi. Metalın emal dəqiqliyi təxmini idi və həm də lazımı səviyyədə ixtisaslı ustalar çatışmırdı.

1822-ci ildə Bebbic "Astronomik və riyazi cədvəllərin hesablanması maşınlarının tətbiqi haqda qeydlər" məqaləsini çap etdirdi. Burada o, riyazi funksiyaların hesablanması və alınmış nəticələrin çap edilməsi üçün maşının təsvirini verdi və elə həmin il də onun işləyən modelini nümayiş etdirdi. Bu maşının üç ədəd beş mərtəbəli registri var idi. O, iki dərəcəli çoxhədliləri hesablamaq üçün nəzərdə tutulmuşdu. Bu maşında Bebbic kvadratlar cədvəlini hesabladı. London kral cəmiyyəti onun ixtirasını yüksək qiymətləndirdi. Müəllif bundan çox ruhlanmışdı.

1823-cü ildə Bebbic Britaniya hökumətinin maliyyə dəstəyini alıb, əsl fərq maşını qurmağa başladı. O, hesab edirdi ki, maşının qurulmasına üç il vaxt sərf olunacaq. Lakin bu işi heç on ilə də başa çatdırmaq mümkün olmadı. Maşın nəzərdə tutulduğundan beş dəfə artıq vəsait apardı.

1833-cü ildə maşının qurulmuş hissələrinin sınağı göstərdi ki, hesablamalar düzgün aparılmışdı. Maşın əməlləri planlaşdırılmış dəqiqlik və sürətlə yerinə yetirirdi. Lakin hökumət bu sahədə pioner olan alimə maliyyə yardımından imtina etdi. Başa çatdırılmamış fərq maşını və onun bütün çertyojlarını 1843-cü ildə Londonda Kral kollecinin muzeyinə qoydular. İndi Kembriçdə saxlanılan model məhz bu maşının hissələrindən düzəldilmişdir.

ANALİTİK MAŞIN

1833-cü il sınaqlarından sonra Bebbic prinsipə yeni maşın yaratmağı planlaşdırdı. Bu maşın proqramın köməyiylə, yəni əvvəlcədən qurulmuş plan əsasında müxtəlif əməlləri yerinə yetirməli idi. İlk çertyojlar 1834-cü ildə meydana gəldi və onu analitik maşın adlandırdılar.

Bebbic fərq maşınının quruluşunu bir qədər dəyişdirmək qərarına gəldi: çevrə üzrə oxları elə yerləşdirməli ki, nəticə sütunu axırıncı fərq sütununun yanında yerləşsin və onunla asanlıqla bağlansın. Bu təkmilləşmə hesablanma ardıcılığına təsir etməklə, hesablama prosesini idarə etməyə imkan verirdi. Tezliklə alim bütün hesab əməllərini aparmağa imkan verən və bu hesablamaları idarə edən müstəqil qurğunun ideyasını formalaşdırdı.

Analitik maşın xalis mexaniki qurğu kimi düşünülmüşdü. Lakin alim hesablamaları əl ilə deyil, kənar enerji mənbəyinin köməyiylə, xüsusi halda, buxar mühərrikinə tətbiq etməklə icra etmək istəyirdi.

1842-ci ildən 1848-ci ilə qədər olan dövr yeni maşının yaradılmasına həsr edildi. Müəllif hökumət tərəfindən heç bir maliyyə dəstəyi olmadan öz işini davam etdirirdi. 1849-cu ildə Bebbic analitik maşının sxemini təqdim etdi. Maşın üç əsas blokdan ibarət idi:

- Anbar (Store) – registrlərdə ədədləri yadda saxlamaq üçün mexaniki təkərlərdən ibarət yaddaş. O, 50 rəqəmli min dəne onluq ədədi yadda saxlamaq üçün nəzərdə tutulurdu. Əgər sonrakı hesablamalarda registrdə yadda saxlanan ədəd lazım deyildisə, ədədi çap etmək və azad olan registri başqa hesablamalar üçün istifadə etmək olardı. Əgər hesablamalarda lazım olan bütün ədədləri yadda saxlamaq üçün yaddaş kifayət etmirdisə, onda onları perfokartlara yazırdılar (jakkard kartlarının analoqu) və bu zaman bu kartların miqdarı heç nə ilə məhdudlaşmırdı ("Avtomatlaşdırma və perfokartlar" məqaləsinə bax).

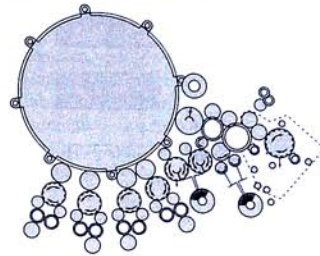
- Fabrik (Mill) – hesab əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün blok. Bebbic öz maşınının məhsuldarlığını belə qiymətləndirirdi: 2 dəne 50 rəqəmli ədədin vurulması və 100 rəqəmli ədədin 50 rəqəmli ədədə bölünməsi dəqiqədə 1 əməliyyat olmaqla, 50 rəqəmli ədədlərin toplanması (və çıxılması) isə saniyədə 1 əməliyyat olmaqla yerinə yetirilirdi.

- Hesablama prosesini idarə etmək, yaddaşdan ədədləri seçmək, hesablamaları yerinə yetirmək və nəticələri çap etmək üçün qurğu (müəllif bu qurğuya ad qoymamışdı).

Maşında istifadə olunan perfokartlar iki qrupa bölünürdü: əməliyyat perfokartları – hesab əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi üçün; idarəedicilə perfokartlar – ədədlərin registrlərdən hesab qurğusuna yüklənməsi və geriye yaddaşda atılması, həmçinin giriş-çıxış əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi üçün.

Bebbicin əməkdaşı olan Ada Avqusta Lavleys maşında ədədlərin ötürülməsini idarə etmək üçün istifadə olunan perfokartları dəyişənlər adlandıрмаğı təklif etdi:

- "sıfırıncı kart" ədədləri registrdən hesab qurğusuna yükləyir və bu zaman registrin məzmunu pozulur, yəni sıfırıncı mövqeyə qoyulur;



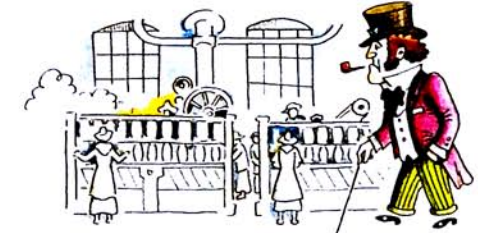
Analitik maşının mexanizminin təxmini sxemi.

- "mühafizə edən kart" da "sıfırıncı kartın" işini görür, amma bu zaman registrin məzmunu saxlanılır;

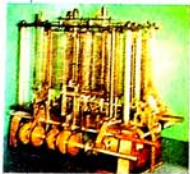
- "çatdıran kart" nəticəni hesab qurğusundan geriye – yaddaşə ötürür.

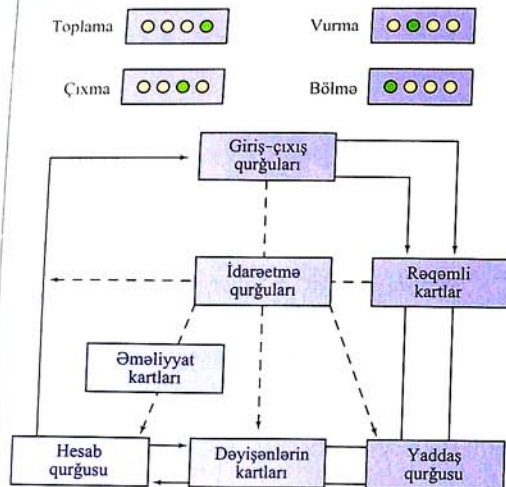
Ədədləri yaddaşə daxil etmək üçün tətbiq olunan kartlar *ədədi* kartlar adlanır. Bebbic perfokartlardan oxuma mexanizmini belə təsvir edirdi: "Biri boş, digəri isə perfokartlarla dolu olan iki qutu çoxüzüzlü prizmanın qarşısında və arxasında yerləşib. Bu prizma fasilələrlə fırlanır və hər dəfə kiçik məsafədə irəliləyir, sonra dərhal geri döndür. Kart prizmanın üzərindən yalnız mexanizmin hər gedişindən sonra məkik kimi keçir (Jakkardın dəzgahında olduğu kimi). Keçən kartlar, kartların yığılması üçün olan boş qutuya çatana qədər aşağı düşür və orada bir-birinin üzərinə yığılır".

İxtiraçının oğlu Henri Bebbic analitik maşında belə bir misalın hesablanmasını nümunə göstərdi: "Əgər $(ab + c)d$ düsturunu nümunə kimi götürsək, onda



Çarlz Bebbicin analitik maşını.





Periodiklarda hesab əməliyyatlarının kodlaşdırılması.

bütün növ kartlardan istifadə edilməlidir. Onların aşağıdakı yüklənmə ardıcılığından istifadə ediləcək: a , b , c və d kimi ilkin ədədlər üçün dörd kart bir yerə yığılacaq və çıxarın (və ya prizmanın) üzünə qoyulacaq. Bu ədədlər maşının anbar adlanan hissəsində sütunlarda (dişli mexanizmə) yerləşdiriləcək. Hər bir alınmış ədəd yadda saxlanılır və istifadə üçün hazır vəziyyətdədir... Üç əməliyyat kartı və on dörd idarəedic kart tərtib olunur və birgə yığılmış hər bir kart yığını öz çıxarın (və ya prizmanın) üzərində yerləşdirilir...”

Cədvəldə analitik maşında

$$y = (ab + c)d$$

düsturunu hesablamak üçün əməliyyatlar ardıcılığı göstərilmişdir.

Ədəd yaddaşın bir registrini tutur (onluq rəqəmli təkərlərdən ibarət sütun). Təkərlərin çevrələri boyunca 0-dan 9-a qədər rəqəmlər yazılıb. Hər bir təkər başqasından asılı olmayaraq fırlanır. İdarəedic kartlar seçilmiş sütunların

təkərlərini elə qaldırır ki, onları dişli reykarlar ilə ilişdirsin. Bu zaman hər bir təkər ədədin mərtəbəsi qədərində dişlərin sayına bərabər miqdarda fırlanır. Nəticədə perfokartın üzərində göstərilmiş ədəd yaddaşa yazılır. İşarənin yadda saxlanması üçün sütunda olan ən üstəki təkərdən istifadə olunur. Əsas valın bir dövrəsində ədədi sütunda saxlamaq və ya onu yaddaşdan Anbara ötürmək olar.

Hesab qurğusunda ədədləri toplayan bir sütunda ədəd sıfır kimi azalır və bu kəmiyyət qədər digər sütunu da fırladır. 4 ədədini 8 ədədinin üzərinə gəldikdə nəticə 2 olur və təkərin fırlanması zamanı ardıcıl olaraq 9, 0 və 1 rəqəmləri gəlib keçir. 9 ədədi 0 ədədinə keçdikdə sonra yerinə yetiriləcək sürüşmə rıçağı yerindən tərpənir.

Bebbicin danılmaz xidməti ondan ibarətdir ki, o, hesabmanın gedişinin proqramla idarə olunmasını daxil etmişdir. Əgər iki ədədi müqayisə edib böyüyünü seçmək lazımdırsa (müqayisə əməliyyatı), onda bir ədəddən digərini çıxmaq lazımdır.

Nəticədə, əgər azalan çıxılandan kiçikdirsə, onda sürüşmə baş verməlidir. Bu zaman rıçaq ən son vəziyyətə gəlir və bu fərqi mənfəi olması deməkdir. Rıçaqın bu vəziyyəti iş prosesinə əvvəlcədən hazırlanmış perfokartlar dəstinə daxil etməyə imkan verir.

Xanım Lavleys bir və ya bir neçə “işlənmiş” kartların qəbuledici qutudan geriye – ilkin qutuya qaytarılma üsulunu təklif etmişdir ki, bu da onların sonradan təzədən oxunması və əməliyyatların yerinə yetirilməsinə imkan verir. Beləliklə, proqramın ayrı-ayrı hissələrini təkrarlamaq, yəni proqram dövrləri təşkil etmək mümkün oldu.

Təəssüf ki, nə fərq maşınları, nə də analitik maşınlar müəllifin yaşadığı dövrdə qurulmadı. Bunun səbəblərindən biri kimi, mütəfəkkir Bebbicin öz dövrünü qabaqlaması göstərilir: texni-

İdarəedic kartlar	Əməliyyat kartları	Əməliyyat
1	–	a -ni Anbarın 1-ci sütununda yerləşdirmək
2	–	b -ni Anbarın 2-ci sütununda yerləşdirmək
3	–	c -ni Anbarın 3-cü sütununda yerləşdirmək
4	–	d -ni Anbarın 4-cü sütununda yerləşdirmək
5	–	a -ni Anbardan Fabriyə (hesab qurğusuna) göndərmək
6	–	b -ni Anbardan Fabriyə göndərmək
–	1	a -ni b -yə vurmaq, $ab = p$
7	–	p -ni Anbarın 5-ci sütununa qoymaq və sonrakı istifadə üçün yadda saxlamaq
8	–	p -ni Fabriyə göndərmək
9	–	c -ni Fabriyə göndərmək
–	2	p və c -ni toplamaq, $p + c = q$
10	–	q -ni Anbarın 6-cı sütununa qoymaq
11	–	d -ni Fabriyə göndərmək
12	–	q -ni Fabriyə göndərmək
–	3	d -ni q -yə vurmaq, $dq = p_2$
13	–	p_2 -ni Anbarın 7-ci sütununa qoymaq
14	–	p_2 -ni çap etmək.

kanın və istehsalın o zamankı səviyyəsilə çertyojları dəqiqliklə və təfərrüatı ilə icra etmək mümkün deyildi.

Analitik maşında müasir kompüterlərə xas olan bütün əsas elementlər nəzərdə tutulmuşdu: Anbar – yaddaş, Fabriyə – prosessorun hesab qurğusu, idarəedic qurğu – prosessorun idarəetmə qurğusu. Maşının arxitekturu prak-

tik baxımdan müasir EHM-in arxitekturasına uyğun gəlir, analitik maşının yerinə yetirdiyi əməllər isə, əsasən, müasir prosessorların bütün əməllərini, o cümlədən də proqramın yerinə yetirilmə ardıcılığının dəyişdirilməsi, şərti keçid və dövr əməllərini özündə saxlayır. Ona görə də Bebbicin maşını ilk əsl kompüter adlandırılmalıdır.

HERMAN HOLLERİT

1860-cı il fevralın 29-da Amerikanın Buffalo şəhərində alman immiqrantları Holleritlərin ailəsində Herman adlı oğlan uşağı doğuldu. Oğlan məktəbə gedəndə məlum oldu ki, o, disqrafiya adlı xəstəlikdən əziyyət çəkir və çox çətinliklə yazır (bununla belə, o, heç də pis rəsm çəkmirdi). Baxmayaraq ki, riyaziyyat və təbiət elmlərini mənimsəmək Herman üçün elə də çətin deyildi, qrammatika dərslərində çəkdiyi əziyyətlər onu 14 yaşında məktəbi atmağa vadar etdi. Evdə gərgin çalışması sayəsində o, bir il sonra Kolumbiya universitetinin Dağ-mədən

məktəbinə qəbul olundu. Müəllimlərdən biri – professor U.Traubric, istedadlı gəncə diqqət yetirdi və məktəbi qurtardıqdan sonra onu 1879-cu ildə özünün başçılıq etdiyi əhalinin siyahıya alınması üzrə Milli büroya işə dəvət etdi. Bu hadisə Herman Holleritin həyatında həlledici məqam oldu.

Büro əhalinin siyahıya alınmasında statistik informasiyanın yığılması və emalı ilə məşğul olurdu. Əhalinin siyahıya alınması ABŞ-da qədim ənənəyə malik idi. Onlardan birincisi hələ Corc Vaşinqtonun zamanında baş tutmuşdu.



Herman Hollerit.



RUSİYADA ƏHALİNİN İLK SİYAHİYA ALINMASI

1895-ci il iyunun 5-də imperator II Nikolay əhalinin birinci ümumi siyahıya alınması haqqında əsasnamə təsdiq etdi, orada yazılmışdır ki, "bu Rusiya üçün tamamilə yeni, bu vaxta qədər görünməmiş bir işdir. Siyahıyaalma ondan ibarət olacaqdır ki, hökumətin bütün ölkə ərazisində, həmçinin ayrıca götürülmüş hər bir qəzadə, nahiyyədə, kənddə və malikanədə yaşayan əhalinin dəqiq sayını bilməsi üçün, ölkənin bütün sakinləri təktəkt sayılacaq".

Siyahıyaalma 1897-ci ilin 9 fevralına təyin olundu. Ölkənin hər bir sakini haqqında aşağıdakı məlumatları toplamaq nəzərdə tutuldu: adı, ailə vəziyyəti, təsərrüfat başçısına münasibəti, cinsi, yaşı, zümərəsi, dini, doğulduğu yer, ana dili, savadı, məşğuliyyəti, fiziki qüsurları.

1895-ci ilin avqustunda Berndə (İsviçrə) Beynəlxalq Statistika institutunun sessiyasında Mərkəzi statistika komitəsinin (MSK) direktoru N.A.Troynitskiy amerikalı mühəndis Herman Holleritlə tanış oldu. Amerikalı mühəndis bu sessiyada əhalinin siyahıya alınmasında hesablama maşınlarından istifadə olunmasına dair məruzə ilə çıxış edirdi. Əməkdaşlığa maraq qarşılıqlı oldu. Hollerit öz maşınlarının satış bazasının genişlənməsində maraqlı idi, Troynitskiy isə gözəl başa düşürdü ki, əhalinin siyahıya alınması haqqında məlumatları əl üsulu ilə emal etmək mümkün olmayacaq.

1896-cı il noyabrın əvvəlində Hollerit rus hökumətindən siyahıyaalmada iştirak etmək üçün dəvət aldı və artıq dekabrın 15-də Sankt-Peterburqa gəldi. Müqavilənin şərtləri haqqda çox tez razılığa gəldi. Müqaviləyə əsasən, Holleritin firması Rusiyaya əvvəllər başqa ölkələrdə istifadə edilmiş 35 köhnə maşın icarəyə verdi. Bu maşınları 1900-cü ilin aprelində, ABŞ-da növbəti siyahıyaalma başlanana qədər qaytarmaq lazım idi. Bundan əlavə, Rusiya 70 yeni tabulyator və çeşidləyici maşınlar dostu, həmçinin 500 perforator da aldı.

Texnikanın quraşdırılmasını Holleritin özünün rəhbərliyi altında Peterburqda hazırlamaq qərarına gəldilər. Elə buradaca vəsaitə qənaət etmək məqsədilə onun çertyojları əsasında ayrıca bəndləri və detalları da hazırladılar. Herman Holleritin qonarı 67571 dollar

təşkil edirdi ki, bunun da 59500 dolları yeni maşınların pulu idi.

Siyahıyaalma təyin olunmuş vaxtda başlandı. Onu yüz minlərlə hesablayıcı aparırdı: yerli çinovniklər, qulluqçu və ziyalılar siyahıyaalma vəzifələrini doldururdular. Məsələn, Melixovda siyahıyaalma məntəqəsinə A.P.Çexov başçılıq edirdi. O zarafatla özünü yerli hesablayıcıların "böyük komandiri" "bosmanı" adlandırdı.

Yanvarın 11-də Anton Pavloviç yazırdı: "Hesablayıcılara çox pis mürəkkəb qabları, pivə zavodunun yarlığına bənzəyən yöndəmsiz ayırma nişanları və siyahıyaalma vəzifələri yerləşməyən portfeller vermişdilər və elə təəvvür yaranırdı ki, qılınç qınnına yerləşmir. Rüsvayçıdır. Səhər təzədən daxmaları dolaşır və öyrəşmədiyinə görə başım qarının üst dırayına dayır və tars kimi ağrıdan çatlayır...". Yanvarın 30-da isə o yazırdı: "Siyahıyaalma bitdi. Bu iş mani olduqca tənəyə gətirdi. Belə ki, barmaqların ağrıyana qədər saymaq, yazmaq və 15 hesablayıcıya mühazirə oxumaq lazım idi. Hesablayıcılar çox mükəmməl, gül-məli dərəcəyə çatacaq qədər dəqiqliklə işləyirdilər. Amma qəzalarda siyahıyaalmaya məsul yerli idarə rəisləri özlərini çox pis aparırdılar. Onlar heç bir şey etmirdilər, bu işləri anlamırdılar və ən gərgin dəqiqələrdə özlərini xəstəliyə vururdular".

Lakin MSK üçün ağır vaxtlar hələ irəlidi idi. Doldurulmuş siyahıyaalma vəzifələri emal edilmək üçün paytaxta gətirilirdi. Göndərilən vəzifələr çox pis vəziyyətdə idi, bir çox əməkdaşlar sadəcə olaraq nə və necə edəcəklərini bilmirdilər... İş o qədər ləng gedirdi ki, 1897-ci ildə Holleriti yenidən Rusiyaya çağırırdılar. Onun məsləhətləri vəziyyəti bir qədər düzəltməyə, 1902-ci ilin yanvarında yenə də emal planını xeyli ixtisar etmək lazım gəldi. Hesablamalar təxminən səkkiz il davam etdi – imperiya üzrə siyahıyaalmanın ümumi yekun nəticələri yalnız 1905-ci ilin sonunda nəşr edildi.

Rusiyada əhalinin ilk siyahıyaalınması tarixdə işlərin təşkil olunmaması nümunəsi kimi qaldı. O hadisələrin son şahidi olan Herman Holleritin tabulyatoru isə 1952-ci ildən Moskvadakı Politeknik muzeyinin kolleksiyasında saxlanılır.



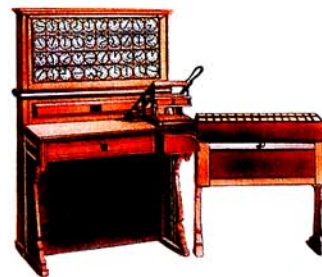
XIX əsrdə siyahıyaalma hər on ildən bir keçirilirdi. Əhali durmadan artırdı və inkişaf edən Amerika iqtisadiyyatı əhalinin tərkibi haqqda müxtəlif məlumatlara böyük ehtiyac duyurdu. Məsələn, 1880-ci ildə əhalinin sayı 50 milyon idi və hər nəfərə 210 qrafadan ibarət olan kart açılmalı və doldurulmalı idi! Hesablamalar və nəticələrin emalı yeddi il yarım qədər uzandı və demək olar ki, təxminən növbəti siyahıyaalmaya qədər davam etdi. Bu, işlərin dalana dirənməsi demək idi. Təcili olaraq işin yeni təşkili üsulları tələb olunurdu.

Yekun məlumatları tərtib edən departament bürosuna rəhbərlik edən doktor Con Billinqs Holleritin hesablayıcılarının işini mexanikləşdirmək fikrini irəli sürdü. O, informasiyanın yazılması üçün perforatorlardan istifadə edilməsini təklif etdi. Doğrudur, əvvəlcə Hollerit barabana dolanmış və metal stol üzərində sürüşən kağız lentdən istifadə etmək istəyirdi. Onu yuxarıdan zəif bərkidilmiş misnar sırasından ibarət metal zolaq sıxırdı, misnar lentin deşiyinə düşəndə elektrik dövrəsi hesablama mexanizmini hərəkətə gətirərək qapanırdı. Tezliklə aşkar oldu ki, kağız tez-tez cınlır, informasiya axıra qədər oxunmur və lazımı informasiyanı axtaranda lenti təkrar yenidən sarımaq çox vaxt aparır. Buna görə də lentdən perfokartın xeyrinə imtina edildi. Sonralar Hollerit yazırdı ki, son qərar o, qatarda konduktorun işini müşahidə edən zaman gəlmişdi. Konduktor biletdə müəyyən olunmuş yerlərdə deşiklər açmaqla sərnisinin cinsini, saçının və gözünün rəngini qeyd edirdi. Nəticədə biletdə sahibinin xarici görünüşünü təsvir edən perfokarta oxşayan bir şey alınır.

İlk tabulyator 1887-ci ildə Baltimorun statistik bürosunda sınaqdan çıxarıldı. Nəticələr xeyli ümidverici oldu və iki ildən sonra daha bir sınaq baş tutdu – Sent-Luisdə əhalinin qismən siyahıya-

alınması keçirildi. Əl ilə hesablamalara nisbətən vaxta qənaət iki dəfə artıq, bəzi iş sahələrində isə on dəfə artıq oldu! Hökumət Holleritlə avadanlıq göndərməsi haqqda müqavilə bağladı və artıq 1890-cı ilin iyulunda dünyada ilk dəfə maşınların təbiiqilə əhalinin siyahıya alınması keçirildi. 62 milyon karta qeyd olunmuş məlumatların emalı iki ilə yaxın vaxt apardı, qənaət isə 5 milyon dollar təşkil etdi – bu çox böyük bir məbləğ idi, çünki ABŞ-ın dövlət büdcəsi o zamanlar cəmi 100 milyon dollar təşkil edirdi. Holleritin sistemi nəinki yüksək sürət təmin edirdi, həm də müxtəlif parametrlərə görə statistik məlumatları müqayisə etməyə imkan verirdi. Hollerit öz maşınını təkmilləşdirdi. O, rahat klavişli perforator işləyib hazırladı, perfokartların qəbul edilməsi və çeşidlənməsi prosedurlarını avtomatlaşdırdı. Ümumilikdə, ixtiraçı 30-dan artıq patent aldı.

Holleritin xidmətləri bütün dünyada qəbul edildi. Filadelfiyadakı Franklin İnstitutu onu medalla təltif etdi, ona 1893-cü ildə Paris sərgisində qızıl medal təqdim etdilər. İxtiraçının Alma-materi olan Dağ-mədən məktəbi, ali təhsilinin olmamasına baxmayaraq ona fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi verdi, Avropa və Amerikanın elmi cəmiyyətləri isə onu özlərinin fəxri üzvü seçdilər. Holleritin tabulyatoru Avstro-Macarstanda, Kanadada, Norveçdə, İngiltərədə və başqa ölkələrdə istifadə olundu.



Holleritin maşını.



Con Billinqs.



IBM-in ofisi,
1948-ci il.



1896-cı ildə Hollerit Tabulating Machine Company (TMC) kompaniyasını təsis etdi. Onun maşınları hər yerdə tətbiq olunurdu: dəmir yolu və sənaye müəssisələrində, böyük ticarət firmalarında və sığorta kompaniyalarında. Onların köməyiylə əmək haqqını hesablayır, anbar uçotunu aparır və bir çox başqa məsələləri həll edirdilər. 1900-cü ildə ABŞ Dövlət Departamenti siyahıyaalma üçün yenidən Holleritin sistemini seçdi. Lakin dövlət çinovnikləri tezliklə



Tomas Uotson.

AVTOMATLAŞDIRMA VƏ PERFOKARTLAR

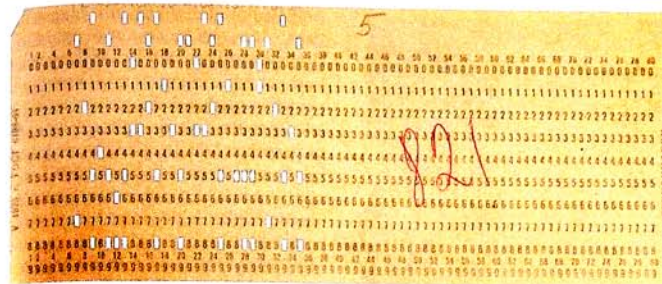
Proqramla idarə olunan ən sadə maşınlardan biri – adi elektrik lampasıdır. Elektrik açarının köməyiylə onu həm yandırmaq, həm də söndürmək olar. Əgər elektrik açarını söksək, onda görürük ki, orada kontaktlar var ki, onların qapanması lampanı yandırır, açılması isə lampanı söndürür. Həmin aktu qapalı kontaktların arasına karton parçası qoymaqla da müşahidə etmək olar. O, dövrəni açacaq və nəticədə lampa sönməyəcək. Əgər kartonda deşik açılırsa (məsələn, deşikaçan vasitəsilə), onda lampa yanacaq. Lampa üçün proqram tərtib edib, onu karton parçasının üzərində yazmaq olar: deşik varsa, lampa yanacaq, yoxdursa – yanmayacaq. Oxşar ideya perfokartlarda (deşiyi olan karton kartlar) istifadə olunmuşdur.



Holleritin sistemindən imtina etmək qərarına gəldilər. Əhalinin siyahıya alınması üzrə Milli bürounun əməkdaşı, mühəndis Ceyms Pauer yeni maşınlar yaratdı. Onlar tam mexaniki olub, kəfiyyət qədər mürəkkəb konstruksiyaya malik idilər. Hollerit elə həmin il dövlət sifarişlərini itirərək sahibkarlıq fəaliyyətinə uzaqlaşdı. O, firmasını sataraq, onu alan Computer Tabulating Recording Company (CTRC)-də məsləhətçi kimi qaldı. Artıq 1921-ci ildə CTRC-in məsləhətçisi Herman Hollerit istefaya çıxanda firma gələcəyə ümidlə baxırdı. Daha üç il sonra isə firmanın direktoru Tomas Uotson firmanın adını dəyişdirərək IBM (International Business Machines) qoydu.

Herman Hollerit 1929-cu il noyabrın 17-də Vaşinqtonda vəfat etdi. IBM kimi möhtəşəm imperiyanın yaradıcısı Tomas Uotson olsa da, Holleritin çoxsaylı mükafat və patentləri kompaniyanın muzeyində ən layiqli yerləri tutur.

► "Jakkard dəzgahı" üçün perfokartların hazırlanması.



1970-ci illərin perfokartı (ol ilə yazılmış nömrə dostlu kartı digərlərlə səhv salmaq üçün yazılmış).

XVIII əsrdə Fransada toxucu dəzgahlarının konstruktörləri perfokartlardan istifadə edərkən elə etməyə cəhd göstərdilər ki, masura (dəzgahın əsas detallı) proqrama uyğun olaraq avtomatik işləsin. Bu işdə Lion toxucusunun oğlu Jozef Mari Jakkar uğur qazandı. O, 1801-ci ildə perfokartlarla idarə olunan avtomatik toxucu dəzgahı yaratdı.

Kartda dəyişin olması və ya olmaması masuranın hər gedişində sapı yuxarı qalxmaya və ya aşağı düşməyə məcbur edirdi. Beləliklə, köndələn sap perfokartın üzərindəki proqramdan asılı olaraq hər bir uzununa sapın bu və ya digər tərəfinə keçə bilirdi. Yüzlərlə belə saplar qoribə naxışlar yaratmaq üçün istifadə olunurdu. Nəinki dəzgaha, həm də toxucu dəzgahlarında toxunan və haqlı olaraq daha mürəkkəb və dolaşq toxumalara aid edilən "jakkard" toxumasına Jozef Mari Jakkarın adı verildi.

Bu dəzgah verilmiş proqramla avtomatik işləyən ilk kütləvi sənaye qurğusu idi. Onu insanın yaratdığı ən mükəmməl maşınlardan biri hesab edirlər. 1801-ci ildə bu dəzgahın iri naxışlı parçalar üçün nəzərdə tutulmuş modeli Paris sərgisində medal ilə mükafatlandırıldı, Jakkarın özü isə Paris muzeyinə (İncəsənət və Peşələr Konservatoriyasına) işə dəvət olundu. Artıq yalnız Fransada 10 mindən artıq belə dəzgah işləyirdi. O, 1808-ci ildə bu gün də məşhur olan

naxışlı toxuculuq üçün daha mükəmməl dəzgah yaradı. Lakin bu ixtiranın həm də qəmgin bir tarixi vardır. Bu dəzgahların Lion şəhərində Jakkarın emalatxanasında qurulması 1803-cü ildə Lion toxucularının üsyanına səbəb olmuşdur. Parça istehsalının həcminin artması və bunun nəticəsində onların ucuzlaşması və asanlıqla alına bilməsi sosial partlayışa gətirib çıxardı.

Perfokartlar nəinki toxuculuq işində, həm də statistikada dönüş yaradı. Statistika daim böyük həcmli informasiyaların emalı problemləri qarşılaşır. Əhalinin siyahıya alınması üzrə Amerika Milli bürosunun əməkdaşı Herman Hollerit ilk dəfə praktiki məsələləri həll etmək üçün "kompüter" tətbiq etdi. Holleritin maşınına aşağıdakılar daxil idi:

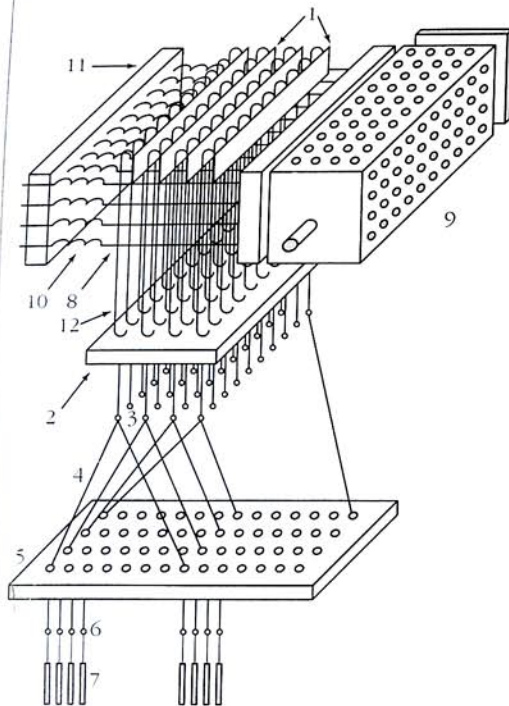
- Klavişli perforator, eyni zamanda bir neçə kartda dəqiqədə, təxminən 100 deşik açardı (perforasiya edirdi).



Holleritin maşını.



Jozef Mari Jakkar.



"ELMİ" KALKULYATORLAR

1820-ci ildə Fransada Karl Ksavye Tomas de Kolmer (1785-1970) Leybnis maşınının ideyalarından istifadə edərək ilk mexaniki kompüter-kalkulyatoru – *arifmetri* yaratdı. Maşın toplama və çıxma əməliyyatları ilə yanaşı, vurma və bölmə əməliyyatlarını da yerinə yetirə bilirdi. Tomas de Kolmer 1820-ci ilin 18 noyabrında öz ixtirasına görə Fransada 1420 sayılı patent aldı.

Arifmetr əsl kommersiya uğuru qazandı. Sonrakı 90 il ərzində min beş



Karl de Polmer.

• **Çeşidləyici maşın.** Bu maşın üst qapağı olan qutular dəstindən ibarət idi, (burada kartlar müəyyən konveyer ilə hərəkət edirdi; kartların bir tərəfində yaylar üzərində hesablayıcı oxlar, digər tərəfində isə civə ilə dolu qab var idi; ox perfokartdakı deşiyə düşəndə yayın hesabına o biri tərəfdə olan civəyə toxunurdu və müvafiq qutunun üst qapağını açaraq elektrik dövrəsini qapayırdı perfokart da ora düşürdü);

• **Tabulyator.** O da müvafiq qaydada işləyirdi, lakin elektrik dövrəsinin qapanması müvafiq sayğacın bir vahid artmasına gətirib çıxarırdı.

Perfokartlar ölçülərinə görə dollar kağızı boyda idi və perforasiya üçün (12 sırada 20 mövqe olmaqla) 240 mövqeyi vardı. İndi belə deyə bilərik ki, Holleritin maşınında perfokartların köməyi ilə informasiyanın kodlaşdırılmasından istifadə edilmişdir.

Jakkar dəzgahının sxemi.

- 1 – ayaqçılar
- 2 – çərçivə lövhəsi
- 3 – çərçivə qaytanları
- 4 – arkat qaytanları
- 5 – ayırıcı lövhə
- 6 – üzükler
- 7 – yükçüklər
- 8 – iynələr
- 9 – perforasiya olunmuş prizma
- 10 – yay
- 11 – lövhə
- 12 – qarmaqlar

yüzdən artıq maşın istehsal olundu. 1878-ci ildə Almaniyada Artur Burqhard bu cür maşınların istehsalını təşkil etdi.

Rusiyada 1874-cü ildən icveçli Vilqod Odner arifmetrinin yaradılması üzərində işləmişdir, 1890-cı ildə isə artıq zavodda stolüstü hesablama maşınları istehsal etməyə başladılar (onların modifikasiyası olan "Felixs" maşınları Rusiyada XX əsrin 80-ci illərinə qədər istehsal olunurdu). Cihazın əsas detalları – dişli təkər Odnerin adını daşıyır).

XX əsrin əvvəlində Odnerin arifmetri bütün dünyada istehsal edirdi, yalnız Rusiyada 1914-cü ilə qədər 20 mindən çox arifmetr işləyirdi.

İsveçdə 1913-cü ildən MADAS (ing. "multiplication", "automatic" "division", "addition" and "Subtraction" – "vurma", "bölmə", "toplama" və "çıxma") istehsal edilir. Vurma və bölməni tam avtomatik icra edən arifmetrlər 1927-ci ildən istehsal edilməyə başlandı.

"Arifmetr" termini ilə dörd hesab əməliyyatını yerinə yetirə bilən mexaniki qurğu deməkdir. Mexaniki kalkulyator təkmilləşdirilərək ona bir sıra funksiyalar əlavə olundu: aralıq nəticələrin yadda saxlanması, onlar üzərində növbəti əməliyyatlar, nəticələrin çapı və s. Bu, elmi tədqiqatlar nəticəsində deyil, stolüstü hesablama maşınlarına kommersiya tələbatının artması nəticəsində meydana çıxdı. Elmi nəticə ondan ibarətdir ki, müasir kompüterlərdə də sadə (bəzi maşınlarda isə mürəkkəb) hesab əməliyyatlarını yerinə yetirən hesab qurğusu (və ya qurğuları) var. Hesab qurğusunun əməliyyat apara bildiyi ədədin mərtəbələrinin maksimal sayı *maşın sözünün ölçüsü* adlanır.

XIX əsrin sonlarındakı tərəqqi riyazi fizikanın inkişafını tələb edirdi. Dəmir yollarının layihələndirilməsində və paroxodların, parça fabriklərinin və körpülərin tikintisində elə maşınlar lazım idi ki, onlar çoxlu sayda təkrarlanan hesablamaları yerinə yetirə bilsinlər. Lakin belə maşınların istehsalına hələ çox var idi.

1880-ci ildə amerikalı ixtiraçı Tomas Alva Edison (1847-1931) təhlükəsiz elektrik lampalarının istehsalına başladı. 1883-cü ildə o, vakuum balonuna platin elektrod daxil etdi, ona cərəyan buraxdı və müşahidə etdi ki, elektrod ilə kömür sapı arasından cərəyan keçir. Termo-elektron emissiyası adı ilə məlum olan bu hadisə "Edison effekti" adlandırıldı.



Kolmerin arifmetri.

1896-cı ildə General Electric kompaniyası (Almaniya) elektrikli yeni standart işləyib hazırladı: elektrik cihazlarının qidalanması üçün dəyişən cərəyandan istifadə edilməsi. Hesablamaları aparmaq və nəticələri kağızda çap etmək üçün kalkulyatorlar elektrik motorları ilə təchiz edildi. Kompüterlərdə elektrik cərəyanı ilə işləyən komponentlərdən daha çox istifadə edilməyə başlandı.

1904-cü ildə ingilis fiziki Con Ambroz Fleminq (1849-1945) Edisonun ixtirası əsasında diod-cərəyanı yalnız bir istiqamətdə buraxan elektron cihaz yaratdı. İki ildən sonra amerikalı mühəndis Li de Forest (1873-1961) triodu kəşf etdi.

XIX əsr və bütün ondan əvvəlki tarix göstərdi ki, insanın iştirakı olmadan, avtonom rejimdə, əvvəlcədən hazırlanmış program əsasında işləyən avtomatik hesablama qurğusu yaradılmalıdır. Lakin ilk kompüterləri mexaniki hesab etmək olar, çünki onlarda yaddaş qurğusu kimi mexaniki qurğulardan istifadə edilirdi.

Hələ 1848-ci ildə ingilis riyaziyyatçısı Corc Bul məntiqin postulatlarını (qaydalarını) təsvir etdi ki, burada da yalnız iki qiymət ala bilən (0 və ya 1, "hə" və ya "yox") cəbri elementlər üzərində əməliyyatlar aparılırdı. Sonralar bu cəbr Bul cəbri adlandırıldı. Faktiki olaraq



Vilqod Odner.



"Felix" aritmometri.

onun cəbrinin sayəsində kompüterin məntiqi sxemini qurmaq mümkün oldu.

Beləliklə, XX əsrdə kompüterlərdə informasiyanın ikilik kodlaşdırılması tətbiq olunmağa başladı. Burada minimal

KONRAD SUZE

Konrad Suze 1910-cu ilin 22 iyununda Berlində anadan olmuşdu. O, 1935-ci ildə Berlinin Texniki Universitetində inşaatçı-mühəndis diplomu aldı və davamlılıq nəzəriyyəsi üzrə mütəxəssis oldu. Suze 1934-cü ildə, hələ tələbə ikən hesablama qurğularının yaradılması üzərində işləməyə başlamışdı. Buna görə də onu müəlisiz olaraq Avropa qitəsinə müasir hesablama texnikasının pioneri adlandırmaq olar.

Suze analitik, elmi təfəkkür tərzilə fərqlənirdi. O, müəkkəb mühəndis hesablamları üçün mövcud olan hesablayıcı qurğulardan daha güclüsünü yaratmaq istəyirdi. Hesablama problemlərini düşünərək o, bir sıra nəticələrə gəldi. Birincisi, hesablayıcı program vasitəsilə idarə olunmalıdır, həm də yaxşı olardı ki, ikilik say sistemindən və sürüşkən vergüllü hesabdan istifadə olunsun. İkincisi, tam avtomatlaşmış hesab qurğusunun, böyük yaddaş həcminin və iki dayanıqlı vəziyyətə malik elementlərin olması vacibdir.

Beləliklə Suze faktiki olaraq Çarlz Bebbicin analitik maşınının əsas ideyalarını təkrar etdi (lakin o, bunu bir neçə

yaddaş həcmi (1 bit) iki vəziyyəti – 0 və 1-i özündə əks etdirən çevirici idi ki, bu da mühəndislər tərəfindən asanlıqla "reallaşdırıldı". Lakin çeviricinin elektron "versiyası" ilə bağlı məsələ qalxdı.

1918-ci ildə rus alimi Mixail Aleksandroviç Bonç-Bruyeviç və bundan bir az sonra, 1919-cu ildə ingilis alimləri V.İkklz və F.Cordan bir-birindən asılı olmadan elektron rele yaradılar. Bu, iki vəziyyətdən (0 və ya 1) yalnız birində ola bilən qurğu idi. Hal-hazırda trigger kimi tanınan rele EHM-in yaddaşının əsasını təşkil etdi.

XX əsrə yaxın EHM yaradılması üçün zəruri olan hər bir şey hazır idi.

İldən sonra bildi). Yalnız bir məsələdə Suzenin ideyaları onun dahi sələfinin ideyalarından geri qalırdı: o, şərti keçid əmrini nəzərə almamışdı.

Suze həm də başa düşdü ki, hesablama universal anlayışdır və bu sadəcə olaraq verilənlərin emalıdır ki, onları ikili mərtəbələrin kombinasiyası şəklində təsvir etmək mümkündür (indi biz onları bit adlandırırıq, Suze isə "hə / yox vəziyyəti" deyirdi). Nəzəriyyə praktika ilə yoxlanmalı idi və Suze yaddaş qurğusunun yaradılmasından başladı. Paskal dövründən hesablayıcılarda ədədlər çevrəsinə on rəqəm yazılmış disklər dəsti vasitəsilə təsvir olunurdu. İkilik sistemin seçilməsi yalnız iki: "açıqdır" və "bağlıdır" vəziyyəti olan elementlərdən, məsələn, releləndən istifadə etməyə imkan verdi. Lakin Suze əvvəlcə mexaniki həllər üzərində dayandı. Onun yaratdığı yaddaş müəyyən istiqamətdə yerini dəyişə bilən metal lövhələr dəstindən ibarət idi. Emal olunan kəmiyyətlərin qiymətləri və yerinə yerləşən əməliyyat lövhələrinin yerləşməsi ilə verilir. Bu, alınan nəticələrə uyğun olaraq digər lövhələrin yerləşməsinə

gətirib çıxarırdı. Nəticə yaddaşın bitlər dəstində yaddaş saxlanırdı və öz növbəsində, sonrakı hesablamalarda istifadə oluna bilirdi. 1936-cı ildə yaddaş qurğusuna patent alındı. Bu qurğuda ədədlər yanaşı istənilən informasiyanı, o cümlədən, ikilik şəklində yazılmış proqramları da saxlamaq olardı.

Yaddaş kifayət qədər yığcam idi və min sözlə kimi genişləndirilə bilirdi (belle həcmli rele yaddaşı 40 min rele tələb edərdi və bütöv bir otağı tutardı).

1936–1938-ci illərdə ilk dəfə tamamilə mexaniki maşın olan Z1 maşını quruldu. O, üzərində proqramın 3 ünvanlı əməlləri yazılmış perfolentlər vasitəsilə idarə olunurdu. Yaddaş 24 bitlik 16 ədəd həcmində idi. Maşın etibarlı deyildi və buna görə də Suze yeni element bazasına keçməyi qərara aldı. Bütün mexaniki elementləri elektromexaniki relelər ilə əvəz etdi. Amma əvvəlcə o, qeyd olunmuş nöqtəli 16 mərtəbəli ikilik ədədlərlə işləyən, böyük olmayan Z2 maşını yaratdı. Onun üzərində iş 1939-cu ildə başa çatdı. 200 köhnə telefon relsindən hazırlanan hesab qurğusu maşında mexaniki yaddaşa birləşdirildi.

Bu təcrübə Suzeyə öz gücünə inam hissi yaradı. O hiss etdi ki, mexaniki elementlərdən istifadə etmədən hesablayıcı maşın yarada bilər.

1939-cu ildə Z3 maşını üzərində iş dayansa da (Suzeni hərbi xidmətə çağırıldı), o, axşamlar və istirahət günlərində gərgin çalışaraq 1941-ci ildə bu işi bitirdi. Bu, proqram vasitəsilə idarə olunan elektromexaniki universal maşın idi və tarixdə ilk dəfə olaraq Çarlz Bebbicin analitik maşın ideyasınının gerçəkləşməsi demək idi!

Əvvəlki modellərdə olduğu kimi burada da ikilik say sistemindən istifadə olunmuşdu. Əməllər bir ünvanlı idi (bu bir çox hallarda hesablamanın sürətini artırır, çünki yaddaşa artıq yazılar



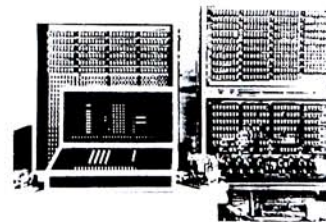
Konrad Suze.



yazılmışdı) və onlar perfolentdən (perfolent rolunu kinolent oynayırdı) daxil edilirdi. İlk verilənlər klaviatüradan daxil edilirdi, hesablamanın nəticələri isə xüsusi tabloda işıqlanırdı. Sürüşkən nöqtəli ədədlər üzərində əməliyyatlar aparat vasitəsilə yerinə yerləşirdi (cəmi doqquz hesab əməliyyatı var idi: toplama, çıxma, bölmə, kvadrat kökün hesablanması, həmçinin $1/2$, 2 , $1/10$, 10 və -1 ədədlərinə vurma). Toplama 0,3 saniyə, vurma isə 4 saniyədən 5 saniyəyə qədər vaxt aparırdı. Hesab qurğusu 600 relədən ibarət idi. Hərəsi 22 bit olan (1 bit işarəyə, 14 bit mantısa, 7 bit də tərtibə) 64 ədəd həcmində yaddaş üçün daha 1800 rele tələb olunurdu.

Z3 maşından təyyarələrin kons-truksiyalarının davamlılığı ilə bağlı çox

Z3 maşını.



Edisonun lampası.



Suzenin Plankalkül dilində şəhmat oyununu üçün yazdığı proqramın altproqramlarından biri.

$$P 148 \quad \begin{array}{c|c} V & R(V) \Rightarrow R 148 \\ A & \begin{array}{cc} 0 & 0 \\ 5 & 0 \end{array} \end{array} \quad (1)$$

$$\begin{array}{c|c} V & x \left[(x \in V) \wedge (x = 1.0) \right] \Rightarrow Z \\ K & \begin{array}{cc} 0 & 1 \\ 4 & 5 \end{array} \\ A & \begin{array}{cc} 5 & 3 \end{array} \end{array} \quad (2)$$

$$\begin{array}{c|c} V & (Ex) \left[(x \in V) \wedge R 17 (Z, x) \wedge (x = 0) \vee x \right] \\ K & \begin{array}{cccc} 0 & 0 & 0 & 1.3 \end{array} \\ A & \begin{array}{cccc} 4 & 4 & 5 & 2 \end{array} \end{array} \quad (3)$$

$$\begin{array}{c|c} V & \wedge \bar{E}y \left[(y \in V) \wedge y \wedge R 128 (v, y, x) \right] \\ K & \begin{array}{ccc} 0 & 0 & 0 \end{array} \\ A & \begin{array}{ccc} 4 & 5 & 0 \end{array} \end{array} \quad (4)$$

mürəkkəb hesablamaları aparmaq üçün istifadə olundu.

Bu maşın Berlinin bombalanması zamanı məhv oldu, lakin onun 20 il sonra düzəldilmiş surəti indi Münhen muzeylərindən birində nümayiş etdirilir.

1942-ci ildə Suze daha güclü Z4 maşınını qurmağa girişdi. Doğrudur, onun 1024 sözlük yaddaşı mexaniki idi, amma ədədlərin uzunluğu 32 bitə qədər artmışdı. Hələlə giriş-çığış sistemini təkmilləşdirmək və proqramçıya çevik proqramlar yazmaq üçün daha böyük imkanlar vermək nəzərdə tutulurdu. Təəssüf ki, bu ideyaları reallaşdırmaq ona müəssər olmadı.

Z4 maşınının taleyi onun sələflərinin taleyindən daha uğurlu oldu. Mühəribənin axırında maşını bombardmanlardan xilas etmək üçün Suze Berlini tərk etdi. Bir yerdən başqa yərə gedərkən o, imkan tapıb işini davam etdirirdi. Almaniyanın təslim olmasına bir neçə həftə qalmış Konrad Suze qədim universitet şəhərciyi olan Gettingendə sığınacaq tapdı. Orada 1945-ci ilin 28 aprelində ilk dəfə,

işləyən maşın yerli alimlərə nümayiş etdirildi. Bundan bir neçə gün sonra Suze maşını Qarts dağındakı yeraltı zavodlara (burada faşistlər "cəza silahı" üzərində işləri tamamlamaq üçün qızgın iş aparırdılar) göndərməkdən imtina edərək, Fau-1 və Fau-2 reaktiv mərmilərinin ixtirəçisi Verner fon Braunun əməkdaşlarının köməyi ilə onu naməlum bir yərə aparır. Yanmış, dağıdılmış ölkə ərazisinin "səyahət" onu ölkənin cənubuna, dağ kəndi olan Xinterşteynə aparıb çıxardı. Məhz burada, köhnə tövlədə Z4 maşınının qurulması başa çatdı. Elə buradaca Suze tarixdə ilk proqramlaşdırma dili olan Plankalkül dilini yaratdı.

1950-ci ilə qədər Z4 maşını praktiki olaraq Avropada işləyən yeganə kompüter idi. O, 1950-ci ildən 1954-cü ilə qədər Sürix şəhərindəki (İsveçrə) Texniki Universitetdə uğurla istismar olundu. Daha sonralar tarixi əhəmiyyətini nəzərə alaraq Z4 maşınını Münhendə muzeyə qoydular.

Suze kompüterlərin inkişafı və təbiiqinin bir çox istiqamətlərində pioner

idi. Çox güman ki, dünyada ilk dəfə məhz o, texnoloji proseslərin idarə edilməsi və onlara nəzarət üçün hesablama qurğusu yaratmışdır. Mühəribə vaxtı Suze (mühəndis və konstruksiyaların davamlılığı sahəsində mütəxəssis kimi) idarə olunan reaktiv mərmilərin istehsalı işlərinə cəlb edilmişdi. Hazırlanan mərmilərin kifayət qədər dəqiq olmaması onların aerodinamik xüsusiyyətlərini pisləşdirirdi və buna görə də istehsal xəttinin sonunda hər bir məmulat 80 ötürücünün köməyi ilə diqqətlə yoxlanırdı. Bundan sonra məmulatın layihə normalarından kənaraşmasını və zəruri olan düzəlişləri hesablama üçün kifayət qədər mürəkkəb hesablamalar aparılırdı. Əvvəlcə Suze əməliyyatları qeyd olunmuş ardıcılıqla yerinə yetirən, 500 reledən ibarət ixtisaslaşmış hesablayıcı yaratdı. Maşın 12 adamı əvəz edirdi və arası kəsilmədən iki il ərzində – 1942-ci ildən 1944-cü ilə qədər hər gün iki növbə işlədi. Lakin bu zaman texnikin iştirakı tələb olunurdu. O, ötürücülərin göstəricilərini oxuyur, yazır və onları hesablayıcılara daxil edən operatora ötürürdü. Suze bu prosesdə insanın iştirakının tamamilə aradan qaldırılmasına nail oldu. Verilənlər ötürücülərdən avtomatik olaraq oxunurdu və indi bizim analoq-rəqəm çeviricisi adlandırılan biləcəyimiz qurğu vasitəsilə hesablayıcıya ötürülürdü. Beləliklə, Suze hesablayıcıyı qapalı texnoloji prosesə daxil edə bildi.

Deməli, tam avtomatlaşdırılmış nəhəng müasir istehsal qurğularının, həmçinin məişət qurğularının içində yerləşdirilən miniatür mikroprosessorların kökü Konrad Suzenin rele qurğusuna gedib çıxır.

Hələ mühəribə başlanana qədər Suze dostu Helmut Şreyer ilə birgə 2 min elektron lampadan ibarət olan tamamilə elektron maşının layihəsini hazırlamışdı. O dövrdə elə hesab olunurdu ki, onların ideyası reallaşdırıla bilməz və rəsmi



Z4 maşını.

instansiyalar da bunu dəstəkləməirdi. Amma 1945-ci ilə yaxın onlar on mərtəbəli ədədlərlə işləyən 100 lampadan ibarət olan hesab qurğusunun maketini hazırladılar (Mühəribədən sonra 18 min lampadan ibarət ENIAC kompüterinin meydana çıxması məlum olduqda Suze sarsıldı – bu cür mürəkkəb elektron qurğunun yaradılmasının mümkünlüyü onu heyrətə salmışdı). Suzenin bu işi inkişaf etdirilə bilmədi, çünki məğlub Almaniya elektronika sahəsində tədqiqatlar qadağan edilmişdi.

Hesablama texnikası tarixində Konrad Suzenin xüsusi yeri var. Bir neçə kö-





mərkəsilə işləyən bir adam nəinki digər ölkələrdə böyük elmi kollektivlərin gör-düyü işləri gördü, hətta bir çox hal-larda onları qabaqlayırdı. Mexaniki və rele maşınlarından başlayaraq o, elek-tron qurğuların rolunu dərk etməyə qədər gəlib çatdı. Suze proqramlaşdırma nəzəriyyəsi və praktikasi sahəsində, süni intellekt sistemləri və idarə olunan hesablama maşınlarının yaradılması sahələrində ilk cığır açan alim oldu... Elm tarixində tez-tez elə hallara rast

ANALOQ MAŞINLARI

Bebbicin maşınlarından fərqli olaraq analoq maşınlarında ədədlər hər-hansı fiziki kəmiyyətlərlə verilir. Deyirlər ki, analoq maşınları fasiləsiz (analoq) formada təsvir olunmuş informasiyanı emal edir.

Analoq maşınlarının inkişafı, təbii axarla, sadə həlledici qurğulardan mü-rəkkəbə doğru getmişdir. Hələ e.ə. IV minillikdə sonralar Babilistan dövlətinin meydana gəldiyi yerlərdə, torpaqölçmə işləri aparılarkən və kartlar tərtib edilərkən analoq hesablamalarının prinsiplərindən istifadə olunurdu.

E.ə. 80-ci ildə yunanlar Günəş sisteminin geosentrik modelindən istifadə edərək planetarı yaratdılar. Beləliklə də, Günəşin və planetlərin vəziyyətini təyin etmək mümkün oldu. Məntiqi məsələ-ləri həll etmək üçün nəzərdə tutulmuş mexaniki qurğu haqqında əfsanə möv-

gəlmək olur ki, alimlərin zamanı qabaq-layan ideyaları müasirləri tərəfindən tətbiq olunmur. Lakin Suzenin ideyaları aktual idi və istifadə oluna bilərdi. Amma mövcud şərait buna mane oldu. Baxma-yaraq ki, Suze hələ sağlığında ideyala-rına görə nüfuz qazanmışdı (çoxlu beynəlxalq mükafatlara layiq görülən Suze 1995-ci ildə vəfat etmişdir). Hesablama texnikası öz yolu ilə inkişaf etdi. Bəlkə də Suzenin işləri o dövrdə yaxşı məlum olsaydı, bu yol başqa cür olardı.

cuddur və guya müəllifi də filosof Platon olmuşdur.

Buna baxmayaraq loqarifmik xətkəş ilk analoq hesablama qurğusu kimi qəbul olunur. Loqarifmik şkalanı ingilis riyaziyyatçısı Edmund Günter kəşf etmişdir. O, bunlardan parçaları toplanması və çıxılması üsulu ilə ədədləri vurma və bölmək üçün istifadə edirdi. 1654-cü ildə Robert Bissaker (Fransa) ilk loqarifmik xətkəşi icad etdi.

Xətkəşdə parçalar ədədlərin loqarifmlərini özündə əks etdirir. Buna görə vurma zamanı parçalar toplanır ($\ln ab = \ln a + \ln b$), bölmə zamanı çıxılır ($\ln a/b = \ln a - \ln b$), kvadrat kökünü hesablanması zamanı isə yarıya bölünürdü ($\ln \sqrt{a} = 1/2 \ln a$). Əgər xətkəşin şkalaları eyni ölçülü olsaydı, onda onun vasitəsilə yalnız toplama və çıxma yerinə yetirilirdi.

Qrafik və nomogramları analoq hesablama qurğularının başqa növü hesab etmək olar. Qrafiklər ilk dəfə 1791-ci ildə bir neçə dəyişənli funksiyanın qiymətlərini hesablamaq üçün nəvişasiyə təlimatı kimi istifadə olunmuşdur.

O zamandan bəri müxtəlif məsələlərin həlli üçün çoxsaylı analoq cihazları ixtira edilmişdir. XIX əsrdə adi tənliklərin həlli üçün su ilə dolu olan birləşmiş qablardan istifadə olunurdu. 1814-cü

ildə ingilis mühəndisi C.German analoq qurğusu – qapalı öyrilə məhdudlaşmış müstəvi fiqurların sahəsini hesablayan planimetr icad etdi. Diyirlənən təkrəli birləşdirici qurğu yaradan İsveçrə alimi Yakob Amsler 1854-cü ildə planimetri təkmilləşdirdi. İngilis fiziki Ceymstomson isə friksion integrator adlanan cihaz icad etdi.

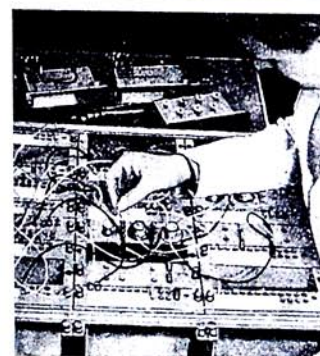
1876-cı ildə onun doğma qardaşı, fizik Uilyam Tomson baron Kelvin friksion integratoru tətbiq etməklə müxtəlif limanlarda dəniz suyunun qabarma vəxtini və hündürlüyünü təyin edən cihaz ixtira etdi. Hesablamalar Günəş və Ayın vəziyyətinə əsaslanırdı, onları təsvir edən mexanizmlər isə elektromotor vasitəsilə hərəkətə gətirilirdi. Kelvin həmçinin xətti tənliklər sistemini həll edən maşının müəllifidir. Bununla bərabər, o, bir neçə integratorun birləşdirilməsi yolu ilə diferensial tənliklərin həllinin mümkünlüyünü göstərmişdi, lakin texnikanın aşağı səviyyəli olması bu ideyanı reallaşdırmağa imkan vermədi.

Diferensial tənliklərin həlli üçün ilk mexaniki hesablama maşını 1904-cü ildə rus mexaniki və riyaziyyatçısı A.H.Krilov yaratdı.

O, 1879-cu ildə mexaniki analoq integrallayıcı qurğunu – integratı (qrafik üsulla verilmiş ixtiyari funksiyanın integrallanması üçün qurğu) icad etmiş polyak riyaziyyatçısı Bruno Abdank-Abakanoviçin ideyalarına əsaslanırdı.

1909-cu ildə Artur Rayt toplama və çıxma əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün, elektrik dövrəsində müqavimətlərin ardıcıl və paralel birləşdirilməsi qanunu əsasında işləyən cihaz düzəltdi ($R = R_1 + R_2$ – ardıcıl birləşmə və $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$ – paralel birləşmə üçün).

İkinci dünya müharibəsi dövründə analoq maşınlarının işlənilməsi hazırlanması xüsusi intensivliklə aparılırdı. Həmin illərdə artilleriya atəşinin idarə edilməsi və bombaların tuşlanması üçün qurğular



"Eliot" firmasının maşınının kom-münikasiya panelində yeni məsələnin qurulması.

yaradıldı. Analoq qurğuları ordunun tələblərinə tamamilə cavab verirdi, belə ki, verilənləri daxil etdikdən sonra dərhal cavabın alınması mümkün idi.

Analoq maşınlarının dəqiqliyinin son həddi 0,1%-ə çatırdı ki, bu bir tərəfdən qarşıya qoyulmuş məsələlərin çoxunu müvəffəqiyyətlə həll etməyə imkan verirdi, digər tərəfdən isə aradan qaldırılma bilməyən maneə yaradırdı. Belə ki, maşının özünün hissələrinin böyük dəqiqliklə hazırlanmasını tələb edirdi.

Analoq maşınlarında çox vaxt ədədlər gərginliyin qiymətilə kodlaşdırılır. Adı potensiometrin (dəyişən müqavimətin) köməyiylə, cihazın dəstəyini ya saat əqrəbinin hərəkəti və ya onun əksi istiqamətində uyğun kəmiyyət qədər çevirməklə toplama və çıxma əməlləri yerinə yetirilir. Potensiometrin çıxışındakı gərginlik kəmiyyəti onun girişindəki gərginlik kəmiyyəti və dəstəyin dönmə bucağı ilə düz mütənəsibdir ($U_{\text{çixış}} = U_{\text{giriş}} \cdot f(\varphi)$, burada φ – dəstəyin dönmə bucağı, f – potensiometrin dəyişən müqavimətinin onun tam müqavimətinə olan nisbətinin dəyişmə funksiyasıdır). başqa sözlə potensiometrdən vurma (və ya bölmə) cihazı kimi istifadə etmək olar: $z = x/f(y)$. İxtisaslaşmış sinus-kosinus potensiometrleri eyni

Nomogramlar – xüsusi çertyoqlar olub müəyyən tip məsələlərin, məsələn, kvadrat tənliklərin həlli üçün nəzərdə tutulur.



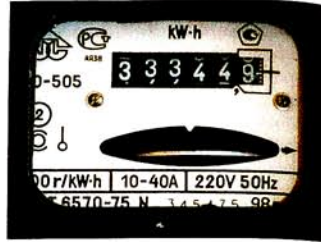


zamanda iki funksiyayı $z = x \cos y$ və $z = x \sin y$ funksiyalarını reallaşdırmağa imkan verir.

Digər vurma üsulunda iki çarxdan istifadə edilir ki, burada da vuruqlara çarxlarda olan cərəyan, hasilə isə çarxlar arasındakı cərəyan uyğun gəlir. Gücün ölçülməsi cihazı – vatmetr iki deyil, üç kəmiyyətin vurulmasını tələb edir: $p = UI \cos \varphi$, burada φ bucağı U və I arasındakı faza bucağıdır. Vatmetrin bir çarxından I cərəyanı, digərindən isə U gərginliyinə mütənəşib olan cərəyan buraxılır.

Ev üçün elektrik sayğacı isə daha mürəkkəb iş görür. O, $UI \cos \varphi$ ifadəsini zamana görə inteqrallayır, yəni hər bir zaman anında bu kəmiyyəti onun davam etdiyi kiçik müddətə vurur və alınmış bütün cəmləri toplayır. Bu zaman diskin sürəti istifadə olunan gücə, dövrlərin miqdarı isə – zamana görə inteqralla bərabər olur. Ev sayğacı elektromexaniki cihazdır. Bundan fərqli olaraq elektron analoq maşınlarında inteqrallama adətən kondensatorda elektrik yükünün yığılması yolu ilə baş verir. Diferensial tənliklərin həlli üçün nəzərdə tutulmuş *diferensial analizatorlarda* əsas proses zamana görə inteqrallama əməliyyatıdır.

"Şot Brazers" firmasının universal analoq maşını.



Analoq maşını məsələn ümumi halda həll etməyə qadir deyil ki, sonra yeni ilkin verilənlər daxil etməklə ümumi həldən xüsusi həllər almaq mümkündür.

İşləmə prinsipinə görə analoq maşınları yalnız konkret ədədlərlə işləyə bilən və ancaq xüsusi həllər verə bilər.

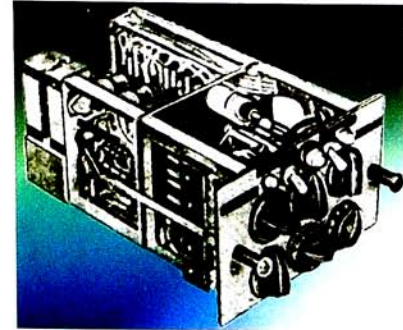
Sabit cərəyan gücləndiriciləri elektron analoq maşınlarının vacib elementləridir. Toplama, çıxma, inteqrallama, diferensiallama, zaman şkalasının dəyişməsi və s. əməliyyatlar bu gücləndiricilərə əsaslanır. Böyük maşınlarda bəzən 500-dən artıq gücləndiricidən istifadə edilirdi. Bu cür cihazlar maşında asanlıqla yerləşdirilə bilən xüsusi oyuqlarda quraşdırılır. Bu, gücləndiricilərin əsas oyuqlarını, kondensatorları və müqavimətləri tətbiq edərək istənilən sxemləri yığmağa imkan verir. Birləşmə elementlər sxemində olan bütün naqillərin çıxarıldığı kommutasiya panelində (bu, telefon stansiyasının panelinə oxşayır) baş verir. Oyuqlararası birləşmə tez çıxarılıb taxıla bilən şteqerli naqillər vasitəsilə icra edilir. Məsələnin həllini sxem qida mənbəyini qoşmaqla dəqiq əqrəbli cihazda, qeyd edən özüyazanda və yaxud elektron şüa borusunda almaq olar.

XX əsrin ortalarında artıq diferensial analizatorlardan başqa modeləşdirmə istifadə olunan digər geniş sinif analoq maşınları da mövcud idi. Maşının ayrı-ayrı elementləri bilərəkdən sxemdə ehtiva birləşdirilir ki, sistemin modelini təsvir



etmiş olsun. Maşının sistemdə analoqun fiziki davranışını təsvir edən ayrı-ayrı hər bir hesablayıcı elementi bir riyazi tənliyi həll edir. Analoq maşınlarının bu xüsusiyyəti alimlərə riyazi düsturların arxasında həqiqi fiziki sistemi görməyə imkan verir. Analoq maşınları aviasiyada aerodinamik sistemlərin və təyyarənin idarə edilməsi sistemlərinin modeləşdirilməsində aktiv istifadə edilirdi.

Analoq maşınları bu gün də istifadə olunur. Bir çox avtomobillərdə iki tip – rəqəmli və analoq qurğularını özündə birləşdirən cihaz vardır. Bu, əqrəb vasitəsilə avtomobilin hərəkət sürətini göstərən analoq qurğusu, hamıya məlum



olan spidometrdir. Spidometrin tabelusunda, mərkəzdən bir qədər aşağıda odometrin pəncərəsi yerləşir ki, bu da keçilmiş yolun rəqəmli sayğacıdır.

XX əsrin sonunda bəzi avtomobil istehsalçıları cihazlar panelini tamamilə rəqəmli panellə əvəz etməyə cəhd göstərdilər. Amma insanlar analoq şkalalarını görməyə adət ediblər, hətta rəqəmli saatlar da əqrəbli siferblatı olan saatları sıradan çıxara bilmədi və çox güman ki, heç vaxt da çıxara bilməyəcək.

Çox güman ki, analoq maşınlarının ikinci dirçəlişi hələ qabaqdadır, axı kvant kompüterləri də elə bu sinif maşınlarına aiddir.

Analoq maşınlarına qoyulan sabit cərəyan gücləndiricisinin standart bloku.



XX ƏSRDƏ KOMPÜTERİN TƏKAMÜLÜ

BİRİNCİ NƏSİL KOMPÜTERLƏR

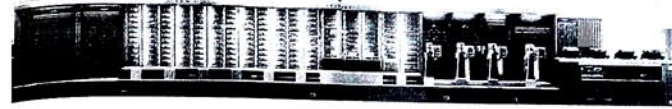
MARK I

XX əsrin 30-cu illərinin sonunda perfokartları kodlaşdırılmış informasiya daşıyıcısı kimi istifadə edən çoxsaylı qurğular kifayət qədər etibarlı idi və o zamanın parametrlərinə görə yüksək oxuma sürətinə malik idi (dəqiqədə bir neçə perfokart). Alimlər rəqəmli maşınların – kompüterlərin yaradılmasına başlayanda onlardan informasiyanın saxlanması üçün və giriş-çıxış qurğuları qismində istifadə etməyə başladılar. Belə maşınlardan biri IBM firmasının laboratoriyasında Howard Aykenin rəhbərliyi ilə bir qrup alim tərəfindən hazırlandı və onu Mark I adlandırdılar. Onu kalkulyatorlarda istifadə edilən standart elektromexaniki hissələrdən yığıldı. Mark I növbəti 23 mərtəbəli onluq ədədlər ilə dörd əsas hesab əməliyyatını yerinə yetirirdi, həm də xüsusi daxili alqoritmərin köməyi ilə triqonometrik və loqarifmik funksiyaları

hesablama bilirdi. Maşın yalnız irəliyə tərəf hərəkət edən perforantdan "proqramlaşdırılırdı" (perforantda da informasiya perfokartda olduğu kimi müəyyən yerlərdə deşiklərin açılması ilə kodlaşdırılırdı). Buna görə də dövrlərin yerinə yetirilməsi və idarənin geriə otürülməsi mümkün deyildi.

Nəticə ya perforatora, ya da adi elektrik yazı maşınına verilir. Mark I hesab əməliyyatlarını yerinə yetirmək üçün fırlanan disk-sayğacardan (arifmetrə olduğu kimi), bəzi funksiyalar üçün isə *elektromaqnit relelərdən* istifadə edirdi. Beləliklə bu maşını "releli" kompüter kimi təsnif etmək olardı. Lakin onun ölçüləri çox böyük idi.

Mark I uzunluğu 20 m olan divar boyunca yerləşirdi və təxminən 5 ton ağırlığı var idi. Müasir parametrlərə görə maşın ləng (vurma üçün ona 3 saniyədən 5 saniyəyədək vaxt tələb olunurdu), amma tam avtomatik işləyirdi



Mark I elektromexaniki hesablama maşını.

və dövrlərin qurulmadığı (onları əl ilə əməliyyatlar ardıcılığına bölmək lazım gəlirdi) uzun hesablamalar üçün istifadə oluna bilirdi. Belə ki, $n! = n(n-1) \dots 1$ hesablanması $n-1$ sayda vurma sətrindən ibarət olurdu və bu $n!$ -in dövr vasitəsilə bir neçə sətrdə hesablanmasından fərqlənirdi:

```
m := 1
faktorial := 1
dövr nə qədər ki m < n + 1
  faktorial := faktorial * m
  m := m + 1
dövr
```

ENIAC

İkinci dünya müharibəsi alimləri avtomatik hesablama maşınları üzərində tədqiqatları fasiləsiz davam etdirməyə vadar edirdi. Hərbi texnika sürətli riyazi hesablamalar tələb edirdi. Məsələn, zenit atəşinin idarə edilməsi zamanı uçuş sistemi üçün buna ehtiyac duyulurdu. Mexaniki kalkulyatorlar lazımı hesablama sürətini təmin edə bilmirdi və buna görə də hərbiçilər müvafiq tədqiqatların aparılmasını və tezliklə elektron hesablama maşınlarının yaradılmasını təkid edirdilər. 1942-ci ildə Presper Ekkert və Con Mouçli öz məsləhətləri ilə birgə Pensilvaniya (ABŞ) ştatındakı universitetin Elektrik Tədqiqatları Məktəbində sürətli EHM yaratmağı qərara aldılar və onu ENIAC (bu söz ingilis dilindən "elektron ədədi inteqrator və hesablayıcı" kimi tərcümə olunur) adlandırdılar.

Maşın sözünün ölçüsünün cəmi 10 dəne onluq rəqəmdən ibarət olmasına baxmayaraq (Mark I-də 23), ENIAC bir saniyədə 300 vurma əməliyyatı və

təxminən 5000 toplama və çıxma əməliyyatı yerinə yetirirdi! Bu cür məhsuldarlığa, vurma cədvəllərinin nəticələrinin hazır cədvəllər şəklində yaddaşda saxlanması nəticəsində nail olundu. ENIAC "ləng" relelərin əvəzinə 18 min elektron vakuum lampalarından, kodlaşdırılmış informasiyanın daxil edilməsi və çapı üçün isə perfokartlardan istifadə edirdi.

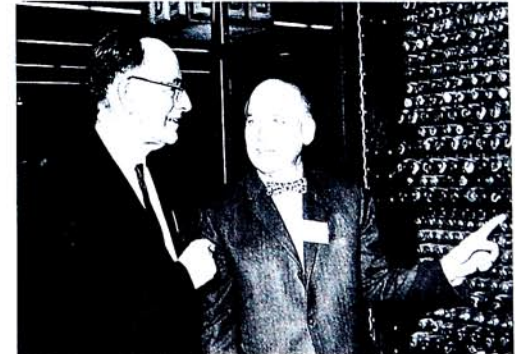
Bir çox müasir hesablama maşınlarında olduğu kimi, ENIAC da bir neçə blok qurğudan ibarət idi: bir blok toplayıb çıxır, digəri vurur, üçüncüsü bölür və hətta kvadrat kökü də hesablaya bilirdi və s. Bundan əlavə 20 dəne onluq registr-sayğac var idi ki, onlar da toplamada və nəticələrin yadda saxlanmasında istifadə olunurdu. Ədədlərin registrə oxunması və ora yazılması 0,2 milli saniyəyə yerinə yetirilirdi.

Onu nəzərə alsaq ki, yaddaşda yerləşən ədədlərin oxunması üçün sorf olunan vaxt registrlərdə yerləşən ədədlərin oxunmasına sorf olunan vaxtdan bir neçə dəfə çox idi, aralıq nəticələri



ENIAC indiki məktəbliləri öz imkanları ilə olmasa da, ölçülərlə heyrətə sala bilirdi. O, 150 m² sahədə yerləşirdi və 180 kVt-dan artıq enerji işlədirdi.

Con Mouçli və Presper Ekkert.

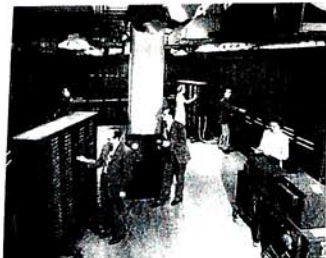


Howard Ayken və Greys Hopper.





ENIAC kompüteri.



registrlərdə saxlamaq olurdı və bu, hesablamə vaxtını azaldırdı. Məsələn, əgər $123+102+45$ cəmini hesablaməq lazımdırsa, onda 123 və 102 yaddaşdan oxunur, birinci iki toplananın nəticəsi registrdə yadda saxlanırdı. $225+45$ cəmi hesablanarkən yalnız 45 ədədini yaddaşdan götürmək lazım gəlirdi.

ENIAC maşınında hesablamə proqramları mexaniki çeviricilərin və ştekerli elastik kabellərin köməyiylə əllə daxil edilirdi. Həmin ştekerlər lazımı oyuqlara (şteker birləşmələrinə) yerləşdirilirdi ki, bu da XX əsrin əvvəllərindəki telefon stansiyalarını xatırladırdı. Faktiki olaraq bu maşında proqramlar yazılırdı, "sancılırdı".

Hesablamə proqramının dəyişdirilməsi heç də az söylər tələb etmirdi. ENIAC maşınının yaradılması hələ başa çatmamış, vaxtilə Mouçli-Ekert koman-



Elektron lampalar.

dasının işində iştirak edən görkəmli amerika riyaziyyatçısı Con fon Neyman onunla maraqlanmağa başladı. O, bütün hesablamə komandalarının və bütün funksiyaların daxil olduğu standart dəstli kabel birləşmələri bloku yaratmağı təklif edərək maşında əhəmiyyətli təkmilləşmələr apardı. Yaddaşın seçilmiş sahəsində saxlanan proqram hesablamə prosesini idarə etməyə başladı. İkilik ədədlər dəstindən ibarət olan həmin proqram mütəxəssis olmayanlar üçün anlaşılqı deyildi və buna görə də *maşın proqramı* adlandırıldı. Onun komandalarının hər biri müəyyən funksiyaya, yəni birləşmə blokunun müəyyən kabel birləşməsinə uyğun idi. Artıq proqramın yüklənməsi üçün yeni kabel birləşmələri qurmaq və ya köhnələri sökmək lazım gəlmirdi. Yalnız yeni proqramı yaddaşda yerləşdirmək lazım idi. Beləliklə, fon Neyman müasir hesablamə maşınlarının fəaliyyətinin əsasını təşkil edən prinsipi ifadə etdi: EHM-in yaddaşında yalnız emal olunan ədədlər deyil, həm də proqramın özü saxlanacaq; onların hər ikisi də çox qiymətli ikilik ədədlər kimi saxlanılır. Həll olunmuş problemlərin geniş miqyası və ENIAC maşınının hər tərəfli tətbiq imkanları birinci nəsil kompüterlərin əsasını qoydu.

Sonralar, 1971-ci ildə ENIAC-in ilk rəqəmsli hesablamə maşını olması barədə mübahisələr yarandı. 30-cu illərdə Con Atanasovun rəhbərliyiylə qurulan daha sadə hesablayıcı eynilə vakuum lampalarında elektron çeviricilərin yaradılması prinsipinə əsaslanırdı. 1973-cü ildə bu məsələ ilə əlaqədar məhkəmə dinlənməsi keçirildi və qərara alındı ki, rəqəmsli elektron maşınlarının əsas ideyalarına patent hüquqları Con Atanasova məxsusdur. Buna baxmayaraq ENIAC maşını ilk yüksək sürətli elektron rəqəmsli kompüter adlandırmaq olar. Bu maşınlar 1946-cı ildən 1955-ci ilə kimi müvəffəqiyyətlə işləmişdir.

IAS

İkinci dünya müharibəsindən sonra Con fon Neyman xüsusi kompüterin yaradılmasına başladı və bu kompüter IAS adlandırıldı (ing. "Institute for Advanced Studies" – "Qabaqcıl Tədqiqatlar İnstitutu"). Bu maşın ilk dəfə 1952-ci ildə Prinstdonda (ABŞ) nümayiş etdirildi.

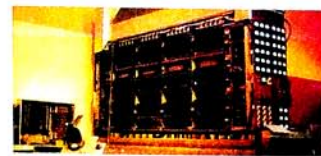
ENIAC maşınında maşın sözlərinin onluq mərtəbələrə təsvir olunmasından fərqli olaraq bu maşında onlar ikilik mərtəbəli olaraq ölçülməyə başladılar. Bunun "günahkarları" mühəndislər idi, çünki onlara hesablamə maşınının yaddaşını elektrik lampasında olduğu kimi ("yanır" və ya "yanmır"), cəmi iki vəziyyətə malik olan elementlərdən layihələndirmək rahat idi. IAS-da maşın sözü 40 bit təşkil edirdi. Məhz bu miqdarda informasiya yaddaş və prosessor arasında bir gedişə ötürülə bilərdi.

Yaddaş 4096 belə sözəndən ibarət idi. Fon Neymanın ideyasına görə yaddaşa yazılmış söz ya prosessoru ünvanlanan komanda (*göstəriş*), ya da verilənlər (məsələn, hesablaməq üçün) ola bilərdi. Göstəriş, bir qayda olaraq, komandanın ədədi kodundan (8 bit) və yaddaş xanasının ünvanından (12 bit) ibarət idi. Bütöv komanda IAS-ın maşın sözündən (20 bit) iki dəfə qısa idi.

Komanda	Ünvan
8 bit	12 bit

Beləliklə, IAS maşınının komandalarının sayı $2^8=256$ -dan çox deyil, ünvanlanan yaddaşın həcmi (onu riyazi ünvan fəzası da adlandırırırlar) isə $2^{12}=4096$ -dır və bu, yaddaşın real fiziki ölçüsünə uyğun gəlir, yəni IAS maşınının komandasında məzmunu əməliyyatda istifadə olunacaq yaddaş xanalarından birini göstərmək olar.

Toplama zamanı toplanarlardan biri toplama əməliyyatı üçün ayrılmış xüsusi registrdə – akkumulyatorda, digəri isə hardasa yaddaşda yerləşdirilir. Fərz edək



IAS kompüterləri.

ki, akkumulyatorda yerləşən 28 ədədini və yaddaşın 342-ci xanasında yerləşən 33 ədədini toplamaq lazımdır. Onda 20 bitlik əmrə "toplama" əməliyyatının ikilik kodu və ikinci toplananın 342-ci xanada yerləşən və ikilik təsviri 000101010110 olan ünvanı yazılacaq. Yaddaşda yerləşən iki ədədi toplamaq üçün əvvəlcə birinci ədədi registrdə "yükləmək" (elə bil ki sıfır ilə toplama əməliyyatı aparılır), sonra isə artıq toplama komandasını yerinə yetirmək lazımdır, yəni iki komanda tələb olunur.

Komanda	Ünvan
Toplama	342

Yaddaş	Ünvan
	341
33	342
	343
	...

Processorun registrləri verilənləri və komandaların nəticələrini yadda saxlamaq üçün istifadə olunurdu. Komandanın argument kimi icrası zamanı prosessor avtomatik olaraq tələb olunan registri alırdı. Başqa sözlə, registrin "ünvanı" komandanın özü tərəfindən təyin olunurdu.

IAS maşınının prosessoru *verilənləri emal edən blokdan* (hesab əməliyyatları və s.) və həmçinin proqramın yerinə yetirilməsini həyata keçirən *idarəedici qurğudan* ibarət idi. Processorun həm də *AC, MQ, DR, IBR, PC, IR* kimi "qəribə" adları olan tez işləyən registrləri var idi. Onlar göstərişlərin, ünvan və verilənlərin müvəqqəti saxlanması üçün nəzərdə tutulmuşdu. Maşının bütün qurğularının işini sinxronlaşdırmaq üçün elektron saatlardan istifadə edilirdi. Onlar *maşın taktları* adlanan bərabər zaman fasiləsindən sonra elektrik siqnalları verirdilər. Bir takt ərzində, məsələn, 40-bitlik sözü yaddaşdan 40 bitlik *DR* registrinə oxumaq (və ya yaddaşa yaz-



di
 | *qar* növbəti göstəriş göstəriş buferində (IBR) deyilsə
 | *onda* yaddaşın (PC) ünvanından (DR) ünvanına oxu
 | | göstəriş (IR) göstəriş buferinə daxil et
 | | növbəti göstəriş (IBR) göstəriş registrinə daxil et
 | | (PC) komandalar saygacını 1 vahid artır
 | *son*
 | komandanı icra et
 ds



DR registrini həm də MBR (memory buffer register – “yaddaşın bufer registri”) adlandırılır, AR registri isə MAR (memory address register – “yaddaş ünvanının registri”) adlanır.



Con Von Neyman.

maq) olardı, bu zaman AR registri maşın sözünün 12 bitlik ünvanına malik olurdu. AC (akkumulyator) və MQ (vuruq) registrləri verilənləri və əməliyyatların nəticələrini müvəqqəti saxlamaq üçün istifadə olunurdu. Bu registrlər toplama, vurma və bölmə əməliyyatlarında istifadə edilirdi.

Bir maşın sözündə iki göstəriş yerləşdiyi üçün, yerinə yetirilmə zamanı onlar yaddaşdan eyni vaxtda yüklənirdi. Birinci göstəriş IR göstəriş registrinə yerləşməklə yerinə yetirilirdi. İkincisi isə “göstərişlər buferinə” – IBR registrinə yerləşdirilirdi və çox güman ki, növbəti addımda yerinə yetirilirdi. PC komandalar saygacı (ing. “program counter” – “proqram saygacı”) proqramın növbəti göstərişinin ünvanını yaddaşda saxlayırdı.

IAS maşınında proqramın yerinə yetirilməsi kompüterin dövrü olaraq iki addımı – hazırlıq addımını və əsas addımı yerinə yetirməsindən ibarət idi. Hazırlıq addımında göstərişin yüklənməsi, əsas addımında isə onun yerinə yetirilməsi baş verirdi.

IBR göstəriş buferində növbəti göstəriş olmadıqda IAS maşını PC komandalar saygacını hər dəfə artırır. Hazırlıq

mərhələsi bitdikdən sonra əsas addım gəlirdi və maşının bütün növbəti fəaliyyəti sonuncu göstərişin nəticələrindən asılı olurdu. Proqramda “başqa yere” keçid göstərişinə rast gəlmək olardı ki, bu da komandalar saygacının qiymətinin dəyişməsi demək idi.

Proqramın göstərişləri yaddaşda hansı ardıcılıqla saxlanırdısa, sonradan həmin ardıcılıqla da yerinə yetirilirdi. Beləliklə, IAS maşınında bütün növbəti rəqəmli maşınlarla təsir edəcək aşağıdakı əsas prinsiplər istifadə olunurdu:

- hesab əməliyyatlarının yerinə yetirilməsi üçün hesab qurğusunun olması;
- proqramın və verilənlərin ümumi yaddaşda yerləşdirilməsi;
- proqramın icra edilməsinin standartı dövrü;
- proqramın elementlərinin yaddaşda ardıcıl yerləşdirilməsi;
- registrlər (kiçik həcmli, sürətli yaddaş).

IAS maşını effektiv işləyirdi – vurma əməliyyatını 100 mik.s-ye, yaddaş müraciəti (yaddaşdan oxuma və yaddaş yazma) isə 50 mik.s-ye yerinə yetirirdi.

Con fon Neyman 1954-cü ildə alqoritmik dilin əsaslarını təklif etdi ki, o da çox sonralar populyar proqramlaşdırma dillərində öz tətbiqini tapdı. Dahi alim IBM firmasının məsləhətçisi kimi hesablama maşınlarının yaradılması işlərini davam etdirirdi. Onun IAS kompüterini birinci nəsil kompüterlərin əsas nümayəndəsi adlandırmaq olar.

Con Vinsent Atanasov 1903-cü ilin 4 oktyabrında ABŞ-ın şimalında, Nyu-York ətrafında bolqar emigrantlarının ailəsində anadan olmuşdur (Atanasov soyadı imiqrasiya orqanları tərəfindən Atanasoff kimi dəyişdirilmişdi).

Riyaziyyatı olan məhəbbəti ona məktəbdə riyaziyyatı tədris edən anası

Ayva Lyusena Pardonin keçmişdi. Atası isə oğluna elektrik işlərini öyrətmişdi; doqquz yaşlı oğlan uşağı evdə zədələnməmiş elektrik məftillərini asanlıqla tapıb düzəltdirdi.

1921-ci ildə Atanasov Florida ştatındakı universitetə daxil oldu və 1925-ci ildə oranı bitirib bakalavr dərəcəsi aldı. Onu bir sıra təhsil müəssisələrinə, hətta Harvard müəllimlik etməyə dəvət edildilər, amma o, Ayova ştatının universitetini seçdi.

1929-cu ildə Atanasov Medisona doktoranturaya daxil oldu və 1930-cu ildə helium atomlarının elektron quruluşuna həsr etdiyi doktorluq dissertasiyasını müdafiə etdi. Bu iş böyük həcmli hesablamalarla bağlı idi və bu onu hesablamaları avtomatlaşdırmaq üçün elektron qurğu yaratmağa sövq etdi. Tezliklə o, Ayova ştatının universitetində fizika və riyaziyyat üzrə professor-asistent vəzifəsini aldı. Con Atanasov buraya kompüter yaratmaq arzusu ilə qayıtmışdı. Orada o, elektron vakuum lampaları ilə sınaqlar keçirdi və riyazi hesablamalar aparmaq üçün o dövrdə məlum olan cihazları öyrəndi. Atanasov onları şorti olaraq analog və “məxsusi hesablama maşınlarına”, yeni rəqəmli maşınlara böldü (“rəqəmli” termini sonralar meydana gəldi). 1936-cı ildə Atanasov fizik Qlen Merfile birgə həndəsi səthlərin analizi üçün kiçik analog kalkulyatorunun modelini qurdu.

1939-cu ilin dekabrında Atanasov və onun asistenti Klifford Bərri xətti tənliklərin həlli üçün maşın nümunəsi



Rəqəmli maşın yaratmaq haqqında fikirlər Atanasovu heç bir dəqiqə də rahat buraxmırdı. Bir dəfə o, növbəti uğursuzluqdan sonra avtomobilə atılıb qəzəbli halda 300 km yol qət etmiş, sonra birdən adi yolüstü kafelərdən birinin qarşısında maşını saxlamışdı. Orada sakitləşəndən sonra çoxdan axtardığı hallı tapmışdı. Bu, rəqəmli maşının konsepsiyasının son variantı idi.

qurdular. Onlar bu maşını ABC (Atanasoff Berry Computer) adlandırdılar. Maşın 300 kq-dan ağır idi və o aşağıdakı tərkib hissələrindən ibarət idi:

- 30 ədəd 50 rəqəmli ikilik yaddaş sözündən ibarət olan, hər birinə müstəqil müraciət edilə bilən iki baraban. Yaddaş qurğusu enerjini avtomatik bərpa edən kondensatorlardan istifadə edirdi (indi buna DRAM – “dinamik yaddaş” deyilir);

- 300 elektron lampadan yığılmış və 60 'ers takt tezliylə ədədlərin mərtəbələr üzrə toplanması və çıxılmasını təmin edən (təxminən bir saniyədə bir toplama əməli) idarəetmə bloku;

- ikinci yaddaş kimi istifadə olunan, əl ilə qoyulan perfokartlar (perfokartlardakı dəşiklər adi qaydada deşilmirdi, amma saniyədə 1500 bitə yaxın sürətlə, avtomobil şamlarında olduğu kimi, yandırılırdı. Bu texnologiya o qədər uğurlu idi ki, daxiletmə zamanı 100 min ədəddən yalnız birində səhv olurdu);

İxtiranın patentləşdirilməsi cəhdləri nəticəsiz qaldı. ABC kompüterini nümayiş etdirəndən sonra Atanasov Ayova ştatı universitetindən yaratdığı kompüterə görə 650 dollar aldı. 1941-ci ilin yanvarında “Des Moines Tribune” qəzetində kiçik bir yazı çıxdı ki, “Ayova ştatı universitetində fizika professoru, doktor Con Atanasov iş prinsipinə görə insan beyninə bütün digər maşınlardan daha yaxın olan EHM yaradır”. Amma o zaman buna yalnız mütəxəssislər diqqət yetirildilər (ENIAC maşını qurarkən onun yaradıcıları Atanasovun ideyalarından istifadə etmişdilər). Lakin



Con Vinsent Atanasov.



Klifford Bərri.

ABC kompüterinin bir hissəsi.



1996-cı ilin avqustunda Harri Slic və Con Erikson Atanasovun ideyalarından istifadə edərək ABC-2 kompüterini qurdular ki, bu da 5 məchullu 5 xətti tənklikdən ibarət tənkliklər sisteminin həlli üçün nəzərdə tutulmuşdu. Onu yığmaq üçün onlar 500 vakuum lampasından, onlarla metr elektrik kabelindən və IBM firmasının köhnə perforatorundan istifadə etdilər.

İkinci dünya müharibəsinə görə bu maşın üzərində iş dayandırıldı.

Müharibə vaxtı Atanasov ABŞ Hərbi-dəniz qüvvələrinin Vaşinqton ştatındakı laboratoriyasının akustika bölməsinə rəhbərlik edirdi. Eyni zamanda o, Sakit okeanda atom bombasının sınaqdan çıxarılması layihəsinin də iştirakçısı olmuşdur. Atanasov 1948-ci ildə Ayova ştatının universitetinə döndükdə gördü ki, onun kompüterini söküblər, onun bütün çertyojları və diaqramları isə itib.

İKİNCİ NƏSİL KOMPÜTERLƏR

Kompüterlərin ikinci nəslə təxminən 1955-ci ildən 1964-cü ilə qədər istehsal edilib. 1948-ci ildə AT&T Bell Laboratories (Bell Labs) amerika kompaniyasının mütəxəssisləri tranzistoru ixtira etdilər, onun müəllifləri Con Bardin, Uolter Brattein və Uilyam Şokli isə bu ixtira üçün patent aldılar. Bu ixtira dünyanı növbəti dəfə dəyişirdi. Tranzistor EHM-in konstruksiyasından vakuum lampalarını tamamilə sıxışdırıb çıxartdı. O, on dəfələrlə az yer tuturdu, az miqdarda istilik ayırırdı, daha az enerji sərf edirdi və daha etibarlı işləyirdi. Vakuum lampa texnologiyasından tranzistorlara keçid ikinci nəsil maşınların xüsusiyyəti hesab olunur.

Maşınların yaddaşı da təkmilləşdi. Elektron-şüa boruları və ultrasəs yubatma xətləri tədricən ferrit nüvəcikləri və maqnit barabanları ilə əvəz edildi.

Prosesorda (hesablama maşınının üroyində) da dəyişikliklər edildi. Ko-



Tranzistor.

Yalnız maşının bəzi hissələrini xilas etmək mümkün oldu.

Con Vinsent Atanasov 1995-ci ilin 15 iyununda ABC maşınının patent almadan vəfat etmişdir.

Atanasovun orijinal ideyaları universal EHM-in əsasını təşkil edən mühəndis hollərini qabaqlamışdı. XX əsrin 40-cı illərinin elektro-mexaniki maşınlarından fərqli olaraq Atanasovun kompüterləri tamamilə elektron elementlərdən yığılmışdı.

mandaların da sayı artdı. Nəinki komandada göstərilən yaddaş ünvanlarını oxuyub yazmaq, həm də onları hesablamaq mümkün oldu, məsələn, xüsusi indeks registrinin qiymətini ödəmə toplamaq imkanı yarandı.

Giriş və çıxış əməliyyatlarını idarə etmək və informasiyanı ötürmək üçün xüsusi IO prosessorları (ing. "input-output" – "giriş-çıxış") işlənib hazırlandı. Onları mərkəzi prosessor heç nə ötürmədən idarə edirdi.

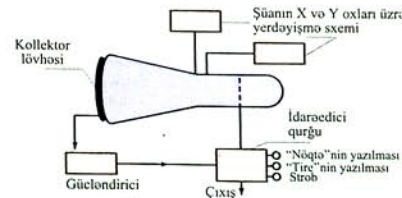
Məlum oldu ki, riyazi hesablama üçün dörd əsas hesab əməliyyatı (toplama, çıxma, vurma və bölmə) çatışmır, hansı ki, adətən yalnız tam ədədlərlə aparılırdı. Ona görə də həqiqi ədədlər üzərində effektiv hesablama əməliyyatlarının aparılması üçün əlavə olaraq xüsusi prosessorlar işlənib hazırlandı.

Prosesorun maşın dilində proqramlaşdırılması çox zəhmət tələb edən məsələdir. Bir EHM-də işləyən proqramları digər maşınlarda icra etmək üçün uyğunlaşdırmaq çətin idi, çünki EHM-lərin dilləri bir-birindən fərqlənirdi. Maşından asılı olmayan proqramlaşdırma dilləri yaratmaq lazım idi.

Yüksək səviyyəli proqramlaşdırma dilləri meydana gəldi: 1954-1957-ci illərdə IBM firmasında Con Bokus tərə-

YADDA SAXLAYAN ELEKTRON-ŞÜA BORULARI VƏ ULTRASƏSLİ YUBATMA XƏTLƏRİ

Birinci nəsil kompüterlərdə yadda saxlama mühiti kimi elektron-şüa borusunun ekranının lüminoforu çıxış edirdi. Yaddaşı ayrı-ayrı bitlərinə yazmaq və oxumaq elektron topun köməyiylə yerinə yetirilirdi. Yazı zamanı 1 yazmaq üçün top ekranın böyük olmayan sahəsinə tire şəklində, 0 yazmaq üçün isə nöqtə şəklində "yandırıldı". Saxlanacaq informasiyanı oxumaq üçün nazik ötürücü təbəqə kimi borunun ekranının üz hissəsində yerləşən köməkçi elektrodun istifadə olunurdu. Elektrodun xüsusi oxunacaq sahəyə (bitə) toxulurdu. Əgər həmin yerdə tire "işqlənirdisə", onda köməkçi elektrodla müsbət impuls meydana gəlirdi, nöqtə işqlənirdisə, onda elektrodun potensialı dəyişmirdi, yəni 1 və ya 0. Borunun yaddaşının həcmi çox az – 1024 və ya 2048 bit idi. Amma XX əsrin



50-60-cı illərində bu həcmdə yaddaş EHM üçün xarakterik olan yaddaş həcmi idi.

Elektron-şüa borularındakı yaddaşa alternativ – yubatalı ultrasəs xətlərindəki yaddaş idi. Bu yaddaş növündə yadda saxlama mühiti elektrik ultrasəs impulsları idi. Onlar fasiləsiz olaraq cıvə ilə dolu olan borunun bir tərəfindən o biri tərəfinə doğru "səyahət" edirdilər. Bu proses bir sahildən digər sahilə qaçan dalğalara bənzəyirdi. Onu elektrik siqnalı hərəkətə gətirirdi. Dalğa borunun o biri tərəfinə çatanda buna oxşar bir siqnal əmələ gəlirdi. Beləliklə, siqnal ultrasəs yubatma xəttindən keçən zaman yadda saxlanırdı. Belə bir elementdə 400 mövqeli ikilik ədəd saxlana bilirdi.

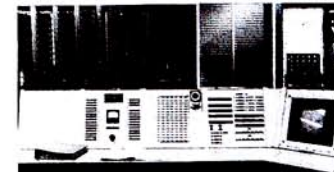
findən yaradılan FORTRAN və Alqol dilləri (ing. Algorithmic Language). Qeyd edək ki, Alqol-58 dilinin birinci versiyası FORTRAN dilinin sintaksisinin ideyalarına əsaslanırdı.

Hesablama maşınlarının proqram təminatının işlənib hazırlanmasına başlandı. Bu, ilk növbədə *paket emalı* sistemlərinə (onda maşın məsələləri: məsələlərin daxil edilməsi, emalı, alınan nəticə pakete yığılırdı) aid edilirdi, onlar müasir əməliyyat sistemlərinin rüseymləri idi. Tranzistoru element bazası kimi istifadə edən ilk kompüter eksperimental TX-O maşını (ing. Transistorized Experimental Computer – "tranzistorlu eksperimental kompüter") idi. 1953-cü ildə TX-O maşınının istehsalı haqqında elan verildi. Bu maşın Massaçusets Texnologiya İnstitutunda yaradıldı.

Elektron vakuum lampalı IBM 704 kompüterini indeks registrləri olan pro-

sessora malik idi və sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində əməliyyatları icra edirdi. Bu sıranın daha sonrakı modeli olan IBM 709-da giriş-çıxış prosessorları var idi ki, sonralar bunları *kanallar* və ya *kanal prosessorları* adlandırdılar. Onlar informasiya mübadiləsinə həyata keçirildilər, özlərini isə mərkəzi prosessor idarə edirdi və bu da giriş-çıxışın proqramlaşdırılması adlandırıldı.

İkinci nəslin ilk kompüterləri faktiki olaraq hibrid idilər, yəni həm yeni, həm də köhnə texnologiyalardan istifadə etməklə yaradılırdılar.

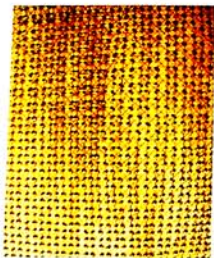


TX-O kompüter.

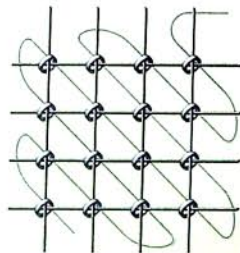


FERRİT NÜVƏCİKLƏRİ VƏ MAQNİT BARABANLARI

Maqnitli (ferrit) nüvəcik kiçik diametrlı halqadan ibarət idi. O asanlıqla maqnitləşirdi və bu vəziyyətini uzun müddət saxlayırdı. Nüvəciklər naqıl muncuq kimi düzülürdü. Əgər naqıldan bir istiqamətdə sabit cərəyan (təxminən 0,5 A) buraxılırdısa, onda bu cərəyan nüvəciyin maqnitləşməsinə dəyişə bilirdi, əgər əks istiqamətdə buraxılırdısa onda nüvəciyin maqnitləşməsi (bir istiqamətdə maqnitləşmə – 0, digər istiqamətdə isə – 1) müşahidə olunmurdu. Əgər hər bir şaquli və üfüqi sıradan



Maqnit nüvəciklərində yığıcı matris.



Ferrit nüvəcikləri matrisinin böyüdülmüş fragmenti.

naqıl keçirməklə nüvəciklər matrisini qursaq və ondan normanın yarısı qədər (0,25 A) cərəyan buraxsaq, onda şaquli və üfüqi xətlərin kəsişməsində yerləşən yalnız bir nüvəciyin maqnitləşməsinə $(0,25 + 0,25 = 0,5)$ dəyişmələr olar. Digər nüvəciklər isə, cərəyan 0,5 A-dan kiçik olduğu üçün heç bir reaksiya verməyəcək. Nüvəciyin qiymətini müəyyən etmək üçün onu 0 (sıfır) vəziyyətinə (bir istiqamətli maqnitləşmə) keçirirlər. Əgər o, artıq bu vəziyyətdədirsə, onda heç nə baş verməyəcək. Digər vəziyyətə keçid, matrisin bütün nüvəciklərindən keçən əlavə naqılda (oxuma naqili) cərəyan əmələ gəlməsinə səbəb olacaq.

Maqnit barabanları maqnetsiz barabanların səthinə nazik təbəqəli (0,025 mm) maqnit materialının çəkilməsi ilə alınır. İkili ədədlər daimi bucaq sürətilə fırlanan barabana kiçik sahələrin maqnitləşməsi yolu ilə yazılır və bu, həmin sahələr oxuma-yazma başlığının yanından keçərkən baş verir. Yazılmış ədəd barabanın bir dövrəsindən sonra oxuna bilər. Diametri 15 sm, uzunluğu 30 sm olan və dəqiqədə 6000 dövrə sürətilə fırlanan maqnit barabanı üzərində 1 sm^2 -də 60 rəqəm yerləşməklə 4 Kbayt qədər informasiya yazmaq olar.

IBM 7094

IBM-in ikinci nəslinə aid olan – IBM 7094 elmi kompüterini tamamilə tranzistorlar əsasında qurulmuşdu. XX əsrin 60-cı illərində o, bazarda olan ən sürətli kompüterlərdən idi – sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində saniyədə 350 min əməliyyat yerinə yetirirdi. Maşının qiyməti təxminən 3,5 mln. ABŞ dolları idi. Standart IBM 7094 maşını ferrit nüvəciklərində yerləşən $32 \times 1024 = 32768$ döngə



IBM 7094 kompüter.

36-bitlik yaddaş sözünə malik idi və hər bir nüvəcik bir bit informasiya yaddaş saxlayırdı.

Xarici yaddaş kimi IBM 2302 modelinin bərk maqnit diskləri üzərindəki yığıcılardan istifadə edilirdi. 24 düym diametri olan diskin bərk maqnit lövhəcikləri vakuumda fırlanırdı. Maqnit başlıqları informasiyanı diskin maqnit səthinə yazır və oradan oxuyurdular (eyni qayda ilə səsi maqnit kasetinə yazıb və oxuyurlar). (Bu sıranın son modellərindən olan IBM 2302, 200 Mbayt-dan çox informasiya yaddaş saxlaya bilirdi). IBM 7094-ün prosessoru IAS maşınının prosessorundan indeks registrlərinə və həqiqi ədədlər üzərində (sürüşkən və qeyd olunmuş vergüllü) bütün əməliyyatları yerinə yetirən hesab qurğusuna malik olması ilə fərqlənirdi. Kanal prosessorları yaddaşda birbaşa müraciəti həyata



keçirirdilər. Mərkəzi prosessor və kanallar eyni zamanda yaddaşda müraciət edə bilmədikləri üçün prosessorlar arasında yaddaş müraciəti paylayan xüsusi idarəedici qurğu nəzərdə tutulmuşdu.

IBM 7094-ün prosessorunun registrlərinin əksəriyyəti IAS maşınının prosessorunda olduğu kimi idi, məsələn:

- *IC* (ing. instruction counter) – göstərişlər sayğacı, *PC* komandasının analoqu idi;
- *AR* (ing. address register) – ünvan registridir və göstərişdə olan yaddaşın ünvanını saxlayır;
- *SR* (ing. storage register) – bufer registri, *DR* və *IBR* registrlərinin analoqudur;
- *RI* (ing. register instruction) – göstəriş registridir və cari əməliyyat kodunu saxlayır.

Bir takt ərzində prosessor yaddaşdan iki komanda-göstəriş yükləyirdi – ikinci göstəriş *SR* registrində yaddaş saxlanırdı, o proqramlardan gizli idi və xidməti təyinatla malik idi.

İNDEKS REGİSTRƏLƏRİ

Adətən komandada yaddaş xanasının ünvanı göstərilir (verilənləri hara qoymaq və haradan götürmək lazımdır). Lakin, əgər 10 elementdən ibarət olan bir neçə cədvəl (massivi) sıfırlarla doldurmaq lazımdırsa, cədvəlin hər bir xanasının ünvanı aydın şəkildə göstərilməklə 10 əyni əməliyyat yerinə yetirilir:

- 0 ədədini 101 sayılı xanaya qoymalı
- 0 ədədini 102 sayılı xanaya qoymalı
- ...
- 0 ədədini 110 sayılı xanaya qoymalı

Əgər prosessorunda indeks registrləri yoxdursa, onda bunun başqa yolu qalmır. Lakin indeks registri, ədədi və indeks registrində yerləşən qiyməti toplamaq xanasının ünvanını hesablamğa imkan verir. Gəlin belə bir dövr quraq:

dl 1 indeks registri üçün 1 dan 10 dak

0-1 ünvan üzrə xanaya qoymalı indeks registri + 100

ds

IBM 7094 maşınında yeddi indeks registri (*XR*) var idi ki, onların da hər biri 15 bitlik ünvanı yaddaş saxlaya bilirdi.

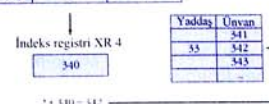
Komanda	Əlamət	Ünvan
18 bit	3 bit	15 bit

Ünvanı hesablayarkən hansı indeks registrindən istifadə olunduğunu prosessor bilməsi üçün komandada 3 bit ($2^3=8$) yer ayrılmışdı. Bu da *ünvanlama əlamətlərini* – 0-dan 7-yə qədər olan ədədləri kodlaşdırmağa imkan verirdi. 1 ədədi birinci, 2 ədədi ikinci, ..., 7 ədədi isə 7-ci registrə uyğun gəlirdi. Əgər ünvanlama əlamətində 0 durursa, onda bu adi ünvanlamadır, yəni indeksli registrlə cəmləmə tələb olunmur.

Məsələn, komandada 4-cü indeks registri istifadə olunur (bu zaman 3 bitlik əlamət ikilik sistemdə yazılmış 100_2 -ə və ya onluqda yazılmış 4_{10} -a bərabər olur). Bu zaman 4-cü indeks registrinin qiyməti göstərişdə yerləşən ünvan ilə (15 bit) toplanır. Bu da yaddaşdakı ünvanıdır.

Aşağıda akkumulyatorda yerləşən 28 ədədlə 342-ci yaddaş sözündə yerləşən 33 ədədin toplanması nümunəsi göstərilmişdir.

Komanda	XR	Ünvan
Toplamaq	4	2

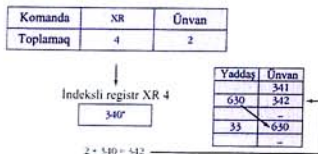


Maqnit disk qurğusu.



DOLAYI ÜNVANLAMA

Bundan əvvəlki misal komandalar üçün lazım olan verilənlərin göstərilən ünvanda yerləşdiyi *birbaşa ünvanlamaya* aid idi. Bizim *dolayı ünvanlama* misalında (bunu "*" simvolu göstərir) isə 342-ci sözdə *argumentin ünvanı* yerləşir. Bu ona bənzəyir ki, siz dostunuz Kamranın evinə gedib onun özünü deyil, Nicatın yanında olmasını bildiren məktubu tapırsız. Əgər o, doğrudan da Nicatın evindədirsə, onda bu birinci səviyyəli dolayı ünvanlamadır. Əgər Nicatgildə də onların Kamranla birlikdə Kənan-gildə olmaları barədə belə bir məktub varsa, onda bu ikinci səviyyəli dolayı ünvanlamadır və s. Real olaraq prosessorlarda üç səviyyəli dolayı ünvanlama istifadə olunur.



İndeksli və dolayı ünvanlama massiv və cədvəllərlə iş zamanı əvəzəldilməzdir.

Bütövlükdə IBM 7094 maşınında 200-dən artıq komanda var ki, onları da bir neçə sinfə bölmək olar:

- Prosessorla yaddaş və ya prosessorun iki registri arasında informasiya mübadiləsini təmin edən verilənlərin göndərilməsi (ötürülməsi) göstərişləri;
- hesab göstərişləri: toplama, çıxma və s. (o cümlədən, sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində);
- VƏ YA, DEYİL və s. tipli məntiqi (ədədi olmayan) göstərişlər;
- indeks registrlərinin qiymətlərinin dəyişdirilməsi, məsələn, 1 vahid artırılmalı və ya azaltılmalı və s. göstərişləri;

• şərti və şərtsiz keçid göstərişi (idarəetmənin ötürülməsi): proqramın və ya dövrlərin yerinə yetirilmə ardıcılığının dəyişdirilməsi;

• giriş-çıxış qurğuları və kompüterin yaddaşı arasında verilənlərin ötürülməsi üçün giriş-çıxış əməliyyatları.

ALTPROQRAMLAR

İkinci nəsil maşınların mühüm xüsusiyyətlərindən biri, onlarda altproqramlara (köməkçi alqoritmlərə) keçid və onlardan qayıtma üçün xüsusi göstərişlərin olmasıdır. IBM 7094 maşınında altproqramın çağırışı üçün xüsusi TSX göstərişi və bunun əksi (altproqramdan qayıtma) üçün isə TRA göstərişindən istifadə olunurdu.

TSX komandasının yerinə yetirilməsi zamanı argument qismində qəbul olunan indeks registrində cari göstərişin ünvanı (qayıtma ünvanı) yadda saxlanılırdı. Sonra altproqramın icrasına başlanılırdı, yəni idarəetmənin ötürülməsi baş verirdi. Altproqramın icrası qurtardıqdan sonra orada, argument qismində TSX komandasında olduğu kimi ehtəmin indeks registrinin yerləşdiyi TRA göstərişi yerləşməli idi. Bu zaman proqram qayıtma baş verirdi.



GİRİŞ-ÇIXIŞ

Kanal prosessorları (kanallar) xüsusi proqramları icra edirlər – bu giriş-çıxış proqramlarıdır. Mərkəzi prosessor kanalı işə salır və giriş-çıxış prosesinə "nəzarət" edir, yəni onun monitorinqini aparır. Mərkəzi prosessor giriş-çıxış prose-

sində özü iştirak etməsə də, o, kəsilmə üçün sorğu verə bilər, yəni cari işi dayandırma bilər. Adətən, bu giriş-çıxış əməliyyatları bitəndən sonra baş verir. İkinci nəsil kompüterlərin bəzilərində kəsilmə aparatının olması prosessorların məhsuldarlığını xeyli artırırdı.

Hər bir kanal prosessoru eyni zamanda onlarla maqnit lentini, çap qurğusunu, perfokartdan giriş qurğusunu və hətta şərt maqnit diskli disk qurğusunu da idarə edə bilər. Mərkəzi prosessor kimi kanal da oxşar gizli registrlər dəstəsinə malikdir. Təbii ki, onun hesab əməlləri yerinə yetirmək üçün (akkumulyator və s.) adi registrləri və indeks registrləri yoxdur. Kanal prosessorları giriş-çıxışın unifikasiyasına xidmət edir.

IBM 7094 maşınında kanal prosessoru ilə əsas yaddaş arasında verilənlər 36-bitlik sözlərlə ötürülürdü, kanallar ilə giriş-çıxış qurğuları, məsələn, maqnit lenti arasında 6 bit ilə ötürülürdü. Buna görə də kanallar daxil olan verilənləri (6 bit olmaqla) 36-bitlik sözlərə yığmağı həyata keçirirdilər. Verilənləri yığmaq-paylamaq üçün bufer rolunu 36-bitlik *verilənlər registri* yerinə yetirirdi. Yaddaş ilə kanal arasında giriş-çıxış prosesi zamanı ötürülən sözlərin sayı saygac-registrdə yadda saxlanılırdı. Giriş-çıxış vəziyyəti status registrində saxlanılırdı. Əgər giriş-çıxış zamanı səhvlər baş verərdisə, onda mərkəzi



KƏSİLMƏ APARATI

Sınıfdə 20 şagird yoxlama yazı işini yerinə yetirir (şagirdlər – kanallardır, müəllim – mərkəzi prosessor, yoxlama yazı işləri – kanalların proqramları və yaxud göstərişləridir). Müəllim yoxlama yazı işinin qurtarmasını gözləyir və eyni zamanda jurnalı doldurur. Kəsilmə aparatının olmadığı halda müəllim bərabər zaman intervalından sonra jurnalın doldurulmasını dayandırır və hər bir şagirddən yoxlama işini bitirib-bitirməsinə soruşur. Suala müsbət cavab verən şagirdlər (öz proqramlarını icra edib qurtarıblar) dəftərlərini (giriş-çıxış verilənləri yaddaşda yerləşdirilib) müəllimə verirlər. Yerdə qalanlar yoxlama yazı işlərinin icrasını davam etdirirlər. Aydındır ki, bu halda müəllim şagirdlərin sorğusuna çox vaxt sərf edir.

Əksinə, kəsilmə mexanizminin mövcud olduğu şəraitdə müəllim şagirdlərə yoxlama yazı işləri verir və onlardan xahiş edir ki, işini bitirənlər əlini qaldırmaqla onu çağırınsınlar. Bu halda o, jurnalı doldurur və heç kimdən də heç nə soruşmur. Hər hansı bir şagird işini bitirdikdə əlini qaldırmaqla signal verir (hənsisə giriş-çıxış prosesi yekunlaşıb). Müəllim jurnalın doldurulmasını dayandırır və şagirdin yoxlama yazı işi ilə məşğul olur.



prosessor bu haqda status registrində saxlanan koda görə məlumat ala bilər.

Giriş-çıxış prosesi aşağıdakı kimi baş verir:

1. Mərkəzi prosessor giriş-çıxış göstərişini qəbul edir. Ona əsasən giriş-çıxış proqramının harada olduğunu təyin edir.



BÖYÜK SİSTEMLƏR

İlkin mərhələlərdə bütün proqramlar avtonom işləyirdi və yeni bir proqramı əl üsulu ilə kökləmək üçün hər dəfə kompüterə saxlamaq lazım gəlirdi. İkinci nəsil maşınlarında tapşırıqlar paketini – proqramlar dəstinə hazırlayıb, bir yerdə saxlayıb, məsələn, maqnit lentinə yazıb, sonradan kompüterdə emal etmək mümkün idi. Bu zaman nəticə başqa maqnit lentinə yazılırdı. Bütün emal üsulu *emalin paket metodu* adlandırıldı. Tapşırıqlar yazılmış lenti hazırlamaq üçün əlavə “böyük olmayan” köməkçi kompüterdən istifadə etməyə başladılar.

Emalin paket metodu daim kompüterin yaddaşında saxlanılan xüsusi monitor-proqramın olması

tələb edirdi ki, o da tapşırıqlar axınına idarə edirdi. İdarəetmə multiproqramlaşma rejimində aparılırdı: prosessor müvəqqəti olaraq cari proqramın icrasını dayandırır, növbəti proqramın icrasına başlayırdı və sonra işə icrası kəsilmiş proqramın işini bərpa edirdi. Bu, kompüterin işinin effektivliyini artırır, xüsusilə də cari məsələ giriş-çıxışın bitməsinə gözəldikdə və onun işi müvəqqəti olaraq kəsildikdə, mərkəzi prosessor boş dayandığı üçün, digər proqramın yerinə yetirilməsi mümkün olurdu. Multiproqramlaşdırma növbəti nəsil kompüterlərdə özünün sonrakı inkişafını tapdı.

2. Mərkəzi prosessor parametrlər kimi giriş-çıxış qurğusunun adını ötürür və proqramın icrasına başlayır.

3. Kanal prosessoru proqramı icra edir və fəaliyyət qurtarıqda (doğru və ya səhv ilə) status registrində başa çatma kodunu yadda saxlayır. Sonra giriş-çıxışın yerinə yetirilməsini bildirərək mərkəzi prosessoru kəsilmə haqqında xəbər göndərir.

Giriş-çıxış komandaları 3 qrupa bölünür:

- giriş-çıxış qurğularını idarə edən göstəricilər.

Onlara aid olan göstəricilər bunlardır: maqnit lentinin geri fırlanması komandaları və ya oxuma/yazmadan öncə maqnit başlığının lazımı mövqeyə keçirilməsi və s.

- verilənlərin ötürülməsi göstəriciləri.

Onlar “giriş-çıxış qurğusu ilə əsas yaddaş arasında n sözü ötürün” şəklindədir. Hər bir belə göstərici saygacda (saygac-registrdə) saxlanılacaq n sayda sözdən və əsas yaddaşın ünvanından (verilənlər haradan və ya haraya daxil olur) ibarətdir.

Bundan sonra verilənlərin ötürülməsi baş verir:

db nə qədər ki saygac > 0
 | sözü kanal ilə yaddaş arasında
 | ötürməli (ünvan registri)
 | saygac := saygac – 1
 | ünvan registri := ünvan registri + 1
 ds

- idarəetmə göstəriciləri və ya şərti və şərtsiz keçid göstəriciləri.

Kanallar və mərkəzi prosessor öz aralarında kompüterin əsas yaddaşını paylaşır. İdarəetmə xüsusi qurğu və rabitə xətləri dəsti (naqillər) ilə icra olunur və bu naqillər eyni zamanda prosessoru və kanalları birləşir. Əlaqə xətləri dəsti *sistem şini* adlanır. Giriş-çıxış əməliyyatlarının sürəti mərkəzi prosessorun yerinə yetirdiyi verilənlərin emalı sürətindən geri qalır. Buna görə də, yaddaş əsasən kanallara deyil, prosessoru ad olur.

1965-ci il üçün, kifayət qədər bəha olmasına baxmayaraq, 300-ə yaxın IBM 7090 və IBM 7094 kompüterləri müxtəlif kampaniyalarda qurulmuşdu.

ABŞ Silahlı qüvvələri ötən əsrin 80-ci illərinin ortalarında 30 il fasiləsiz işlədikdən sonra IBM 7094 maşınlarından birini “növbətçilikdən azad etmişdi”.

KOMPÜTERLƏRİN ÜÇÜNCÜ NƏSLİ

1965-ci il üçün üçüncü nəsil kompüterlərin meydana gəlməsi ilə hesab olunur. İkinci və üçüncü nəsil kompüterləri arasındakı fərq birinci və ikinci nəsil arasındakı fərqlə müqayisədə o qədər də böyük görünmür. Hesablama maşınlarının istehsalı çox zəhmət tələb edən və bahalı iş idi. EHM-in əsas elementi olan çoxlu sayda tranzistorları bir yerdə yığmaq lazım idi, saysız-hesabsız naqillər çoxluğu kompüterin blok və hissələrini əhatə edirdi. EHM-in müəkkəbliyi günbəgün artırdı və bu da tranzistorların sayının artmasına, montaj və layihələndirmə işlərində çətinliklərə gətirib çıxarırdı.

İntegral sxemlərin meydana gəlməsi üçüncü nəsil EHM-lərin yaradılması texnologiyasında inqilab oldu. Bunun əsasında ilk dəfə 1958–1961-ci illərdə amerikalı mütəxəssislər tərəfindən irəliləmiş və yoxlanmış ideyalar dururdu.

Cek Kilbi elektron sxemin komponentlərini (tranzistorlar, kondensatorlar və rezistorlar) yarımkeçiricinin tam bir parçasına yığdı. Və beləliklə də, Texas Instruments şirkətinin istehsal etdiyi birinci integral sxem meydana gəldi. Kontaktlar sxemin konstruksiyasına müvafiq şəkildə birləşdirilirdi. Bu, xüsusilə də istehsalda, o qədər də rahat və etibarlı deyildi və buna görə texnologiya öz sonrakı inkişafını tapmadı.

Cin Herni və Kurt Lehovets integral sxemlərin hazırlanması texnologiyasını təkmilləşdirdilər və elementlərin bir-birindən izole edilməsi sahəsində xüsusi olaraq böyük uğur qazandılar (izolyator kimi silisium oksidinin nazik təbəqəsinin istifadə olunurdu).

Robert Noys integral sxemin bütün elementlərinin çıxışlarını metalın tozlandırılmasının köməyiylə bir üst səthdə yerləşdirməyə imkan verən üsul icad etdi. Bu isə gələcək sxemin laylarını – “şekli” addımaddım çəkilməklə inteq-

ral sxemlərin yüzlərlə kristallarından qurulan silisiumlu lövhəni tam şəkildə emal etməyə imkan verdi. Bundan sonra bu lövhəni kristallara “bölmək”, plastik kütləyə bölmək və ona “ayaqciqlər” lehimləmək lazım idi və nəticədə integral sxem hazır olurdu. Buna görə də bu texnologiyayı *planar*, yəni “müstəvi” texnologiyası adlandırırlar.

1954-cü ildə Qordon Til tranzistorları bəha olmayan materialdan – adi silisiumdan hazırlamağı təklif etdi ki, bu da integral sxemlərin istehsalını ucuzlaşdırmağa imkan verdi.

Daha bir aparıcı ideya ondan ibarət oldu ki, integral sxemin bütün komponentləri – diodlar, rezistorlar və ya kondensatorlar ön müəkkəb element olan tranzistorun hissələri kimi layihələndirilməyə başladı. Elə o vaxtdan integral sxemdə elementlərin sayından danışıldıqda, tranzistorların sayı nəzərdə tutulur.

İntegral sxemin böyük olmayan həcmində yüzlərlə, minlərlə tranzistor yerləşdirmək mümkün oldu və bunun nəticəsində EHM-in ölçüləri kiçildi, montaj işləri sadələşdi. Buna görə də, integral sxemin yarımkeçirici yaddaşı ferrit nüvəlikli böyük ölçülü yaddaşı əvəz etdi.

Lakin bütün nailiyyətlər yalnız integral sxemlər ilə bağlı deyildi. Eyni zamanda daha bir yaddaş növü – DYQ (daimi yaddaş qurğusu – *ing.* Read Only Memory) meydana gəldi. DYQ yalnız verilənləri oxumaq imkanını verirdi. Bununla kompüter yaddaşını ucuzlaşdırmaqla yanaşı, həm də istehsal zamanı EHM-in bir çox vacib proqramlarını DYQ-yə yerləşdirməklə onların mühafizəsi problemini həll etmək mümkün oldu. Həm yazı üçün, həm də oxumaq üçün yararlı olan adi yaddaş OYQ (operativ yaddaş qurğusu – *ing.* RAM – Random Access Memory) adlandırıldı.



Cek Kilbi.

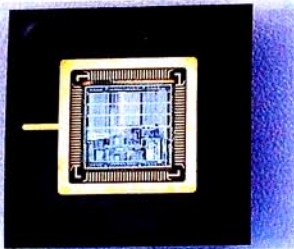


Robert Noys.



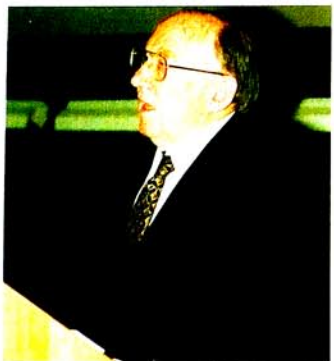


Integral sxemlor:
mikroprosessor
(solda), DİYQ (sağda).



MİKROPROQRAMLAŞDIRMA

Mikroproqramlaşdırma texnikası (sədə komandalardan – mikrokomandalardan prosessorun mürəkkəb komandalarının qurulması) prosessorların layihələndirilməsində istifadə olunmağa başladı. Prosessorun öz komandaları mikroproqramlar (mikrokomandalardan ibarət olan proqramlar) kimi realizə olunurdu. Beləliklə, proqramlaşdırma prosessorun daxilinə "endi". İndi artıq alqoritmin bəzi göstəricilərinin dəyişilməsilə bütün proqramı yenidən yazmaq lazım gəlmirdi. Bu məqam, yəni proqramın "çevik" olması prosessorun da "çevik" olmasını şərtləndirirdi. Lakin mikrokomandalar bir qayda olaraq, kənar proqramlar üçün (prosessoru nəzərən)



Morris Vilkes.



əlcətməz idi, onlar yalnız layihələndirmə zamanı "görünürdülər".

1951-ci ildə Kembric universitetinin kompüter laboratoriyasının rəhbəri Moris Vilkes mikroproqramlaşdırmanın əsas konsepsiyalarını xülasə etdi:

- Prosessorun hər bir göstərişi (mikroproqram) mikrogöstərişlər ardıcılığından ibarətdir və idarəedici yaddaş adlanan xüsusi yaddaşda saxlanılır.

- Mikrogöstəriş prosessorun göstərişlərinin yerinə yetirilməsi üçün zəruri olan bir sıra *mikroəmaliyyatları* (məsələn, registrlər arası verilənlərin "ötürülməsi") icra edir.

- Prosessorun əsas yaddaşında yerləşən hər bir prosessor göstərişinin icrası idarəedici yaddaşdan mikrogöstərişlərin ardıcıl icrasını təmin edir.

Mikroproqramlaşdırma prosessorun layihələndirilməsinin daha sadə üsulunu təmin edir. "Mikroproqramlaşdırılmış" prosessorun göstərişlər dəstəsinə yalnız idarəedici yaddaşda yerləşən *mikrokomandalar* əvəz edilməsilə dəyişmək olar. Bu məqam belə prosessoru digər maşının komandalar sistemində köklənmiş olur və proqramı "yad" maşınla yerinə yetirməyə imkan verir.

Birinci və ikinci nəsil kompüterlərin layihələndirilməsində mikroproqramlaşdırmadan istifadə cəhdləri olsa da, o, yalnız XX əsrin 60-cı illərində IBM system/360 modelinin meydana çıxması ilə geniş tətbiq olunmağa başladı.

IBM SYSTEM/360

Üçüncü nəsil kompüterlər, modellərinin çoxluğu və istehsal fəimlərinin sayı ilə fərqlənirlər. Üçüncü nəsil kompüterlər arasında ən məşhurları IBM istehsalı olan kompüterlər sırasından 360 modelidir (ing. System/360). Bu ailə hesablama texnikasının tətbiqlərinin geniş spektrini əhatə etməyə cəhd edirdi. Müxtəlif modellər əhəmiyyətli dərəcədə uyğun idi və buna görə də artıq proqram təminatının mobilliyindən danışmaq olardı. Yəni 360 sırasının bir modeli üçün yazılmış proqram (praktik olaraq dəyişikliksiz) bu sıranın digər modellərində də işləməli idi. Əlbəttə, yerinə yetirilmə müddəti fərqli idi və yaddaşda yerin çatışmaması ilə bağlı müəyyən çətinliklər yarana bilərdi.

Bütün IBM 360 sırası istehsal edilən kompüterlərin standartlarına kifayət qədər güclü təsir göstərdi.

IBM 360 prosessorunun ən sadə göstərişləri bir yarımşözdən, yəni 16 bitdən ibarət idi.

Komanda	Ünvan 1	Ünvan 2
8 bit	4 bit	4 bit

Burada ünvan 1 və ünvan 2 prosessorun registrlərinin adıdır. IBM 360 göstərişi IBM 7094 göstərişindən fərqli olaraq ikiünvanlıdır. Yaddaşda olan ünvanlar bir qədər mürəkkəb verilir. 16,7 mln baytdan istənilən birini ünvanlamaq mümkün olsa da, ünvan 24-bitlikdir ($2^{24}=16\,777\,216$), qiymətinin bəhə olmasına baxmayaraq, IBM 360-ın yaddaşı adətən, 32 kbaytı aşmırdı. Beləliklə, ünvanlama üçün yalnız 16 bit ($2^{16}=65536$) tələb olunurdu. Yaddaş qənaət məqsədilə baza registri adlanan registrdən istifadə olunurdu.

Komanda	Ünvan 1	İndeks	Baza	Sürüşmə
8 bit	4 bit	4 bit	4 bit	12 bit



IBM 360.

Ən sadə halda icraedici ünvan – göstərişin icrasında iştirak edən ünvan baza registrlə komandada göstərilən 12-bitlik ünvanın (sürüşmənin) cəminə bərabərdir, yəni göstərişin uzunluğu 32 bitdir.

IBM 360 maşınında 16 ədəd 32-bitlik registr (ümumi təyinatlı) var idi ki, bunlar da indeks və baza registrlərinin cəmləyicisi kimi istifadə olunurdu. Bundan əlavə IBM 360-da hər biri ikiqat sözdən ibarət olan 4 ədəd sürüşkən vergüllü registr də var idi.

IBM 360 kompüterini üçüncü nəsil kompüterlərə aid olsa da, onlarda bir qayda olaraq köhnə ferrit nüvəcikli yaddaşdan istifadə olunurdu. Nüvəciklər kiçik ölçüdə idilər: daxili diametri – 0,48 mm, xarici diametri – 0,76 mm. IBM kompaniyası 8 192 və 284 912 ölçülü nüvəciklər matrisi istehsal edirdi.

1960-cı ildən IBM firması istifadəçilərə minlərlə tranzistorlu kompüterlər təklif etsə də, yalnız 360 sırasının meydana gəlməsilə firma öz böyük uğurunu bayram edə bildi. İndi artıq yaddaşın 32-bitlik sözünü istənilən baytdan başlayaraq ünvanlamaq olardı.

IBM yeni maşınlarında öz prosessorlarını quraşdırmaq üçün ilk dəfə mikroproqramlaşdırmadan istifadə etdi. Beləliklə, 360 sırasının hər biri eyni periferiyadan (xarici qurğulardan) və eyni proqram təminatından istifadə edə bilən 6 modelini yaratmaq mümkün oldu. 360 sırasının kompüterlərinə kənardan daxilolma həyata keçirildi (məsələn, telefon xətlərilə). Bundan sonra hesablama məsələlərini icra etmək və nəticə



ləri almaq üçün kompüter zalına getmək məcburiyyəti qalmadı.

IBM 360 kompüterlər sırasını istehsal etmək üçün 60 min fəhlənin cəlb olunduğu 5 zavodun tikintisinə 5 milyard dollar vəsait qoymaq lazım gəldi. Məqsəd özünü doğrultdu. XX əsrin 70-ci illərində IBM 360 maşınlarına hər yerdə: xəstəxana və universitetlərdə, bank və korporasiyalarda, kitabxana və laboratoriyalarda rast gəlmək olardı.

ƏMƏLİYYAT SİSTEMLƏRİ

Kompüterdə eyni zamanda bir neçə prosesin paralel icra edilməsi kifayət qədər müəkkəb proqramın olmasını tələb edir. Bu proqram onları idarə edir və kompüterin resurslarını əməliyyatlar arasında paylaşır, onları növbəyə qoyur, müxtəlif proqram-proseslər ilə qarşılıqlı əlaqədə olur və s. Burroughs (ABS) firmasının əməkdaşları onu idarəedici usta proqram adlandırdılar (adətən, onu *əməliyyat sistemi* adlandırırlar). Böyük kompüterin əməliyyat sistemi proqramlar kompleksidir, lakin bəzi funksiyalar



Atlas kompüter.

MİNİ KOMPÜTERLƏR

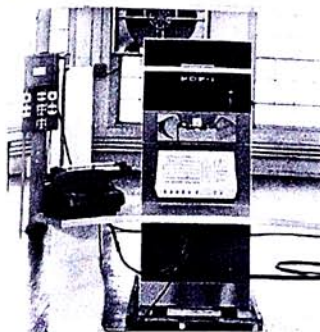
Böyük EHM-lərin fonunda mini kompüterlər adlanan kiçik ucuz kompüterlərin istehsalının başlanması bir təzad təşkil edirdi. Onlar 8 bitdən 32 bitədə "kiçik" maşın sözü, məhdud aparat və proqram vasitələri ilə, həmçinin böyük olmayan ölçüləri ilə xarakterizə olunurdu. Mini kompüterlərin ucuz olması onların geniş

aparat vasitəsilə də icra oluna bilər. Bu cür sistemlərin geniş yayılması üçüncü nəsil EHM-lərin vacib xüsusiyyəti idi. Əməliyyat sistemlərinin inkişafı 50-ci illərdə paket əməliyyat sistemlərinin (monitor proqramların) meydana gəlməsindən sonra başladı.

Atlas kompüter (Mançester universiteti, 1961-ci il) bu tip sistemlərdən birinə malik idi. Bir neçə istifadəçinin eyni zamanda, praktiki olaraq bir-birini görmədən, bir kompüterdə işləməsinə təmin edən vaxtın bölünməsi sistemlərinin layihələndirilməsinə 60-cı illərdə başladılar. *Multiprogramlaşdırma* və *multiemal* adətən, kompüterin əsas yaddaşını paylaşan proqramların paralel icrasından ibarətdir (dəyərinin bəha olması səbəbindən əsas yaddaşın həcmi məhduddur).

Onun həcmi, adətən bütün yerinə yetirilən proqramların verilənləri ilə birlikdə saxlanması üçün kifayət etmir. Buna görə də proqramlar üçün yaddaş dinamik olaraq, "iş prosesində" ayrımaq lazımdır. Yaddaş ayrılmamış proqramlar müvəqqəti olaraq xarici yaddaşda yerləşməlidir (məsələn, diskdə). Avtomatik olaraq (əməliyyat sisteminin idarəsilə) proqramlar xarici yaddaşdan yüklənir və işini sona çatdırmış proqramlar operativ yaddaşdan diskə çıxarılır. Bu məqam üçüncü nəsil EHM-lərin əməliyyat sistemlərinin əsas funksiyalarından biri idi.

yayılmasını şərtləndirdi. Məsələn, onlardan sonayə kontrollerləri kimi istifadə olunurdu, yəni bu maşınlarla elə dəzgahları və yaxud sadə istehsal prosesləri üçün ayrıca sexləri idarə edirdilər ki, bunlar üçün də çoxməqsədli "ağır" kompüterlərin istifadə edilməsi mənasız idi. Mini-kompüterlər sürətinə görə



ikinci nəsil böyük kompüterləri ilə müqayisə oluna bilərdi və birinci nəsil kompüterlərin də ən yaxşı göstəricilərini üstələyirdi. Mini kompüterlərin nümayəndələrindən biri də DEC firmasının PDP-11 maşını idi (*ing. Programmed Data Processor*). PDP-11 bir çox xarici qurğuları idarə edə bilirdi. Maşının qurulması nə elektrik təchizatının yenidən layihələndirilməsini (ABS-də bu, 110 volt idi), nə başqa kondisionerləşmə sistemini, nə də döşəmənin gücləndirilməsini tələb etmədi: kompüter cəmi 2 m² yer tuturdu və bir neçə on kiloqramlıq çəkiyə malik 4 blokdan ibarət idi.

Mərkəzi prosessor hesab əməllərini yerinə yetirirdi, ünvanlaşmanı icra edirdi, idarəetməni və yaddaş müraciəti həyata keçirirdi. Maşın sözünün uzunluğu 18 bit idi.

Toplama və çıxma komandaları 10 mikrosaniyəyə, vurma komandası – təxminən 20 mikrosaniyəyə yerinə yetirilirdi. İcra müddəti toplanma üçün saniyədə təxminən 100 min əməliyyat təşkil edirdi. Prosessorun göstəriciləri sadə – birünvanlı idilər.

Maşının əsas yaddaşı maqnit nüvəciklər əsasında olub standart olaraq 4096 ədəd 18 bitlik sözədən ibarət idi. Yaddaşı 4096 sözədən ibarət bloklarla artırmaq olardı və onun maksimal həcmi

65536 söz idi. Yaddaşdan oxuma və yaddaşa yazma 5 mikrosaniyəyə baş verirdi.

PDP-11 maşını məhz giriş-çıxış qurğularını idarə etmək üçün yaradılmışdır. Bütün giriş-çıxış əməliyyatları yüksək sürətli kanallar vasitəsilə icra edilir. Mini-kompüter ikinci və üçüncü nəsil maşınlarında özünü yaxşı göstərmiş kəsilmə aparatından da istifadə edirdi.

PDP-11

70-ci illərdə buraxılmış EHM seriyasından olan PDP-11 çox böyük populyarlıq qazandı. Bu kompüterlərin maşın sözünün uzunluğu 16 bit idi.

Prosessor 16-bitlik 8 ədəd eyni, ümumi təyinatlı registrə malik idi. Son iki registrə əlavə funksiyalar da həvalə olunurdu: R7 registri komandalar sayacağı, R6 isə stekin göstəricisi idi. Stek – kompüterin yaddaş hissəsi olub, registrin məzmununu müvəqqəti olaraq yaddaş saxlamaq və altproqramdan qayıdan ünvanı saxlamaq üçün istifadə olunur (hara qayıtmağı da yaddaş saxlamaq lazımdır). Altproqrama müraciət adətən JSR R7 göstərilə (*ing. Jump to SubRoutine* – "altproqrama keçid"), qayıdış isə – RTS R7 ilə (*ing. Return from Subroutine* – "altproqramdan qayıdış") baş verir. PDP-11 standartlarına uyğun olaraq proqramda ünvanlar səkkizlikdir.

Burada ox işarəsi cari anda yerinə yetirilən göstərişi bildirir (altproqrama keçidə qədərki).



PDP-11-in 2.5 Mbayt tutumlu dəyişdirilə bilən maqnit diskinin disk sürünü.

PDP-1 kompüter.



100000 Program	YADDAŞ	ünvan
101000 JSR R7, #110000	000000	776
101004	000000	1000
110000 Altprogram	170000	1002
110100 RTS R7	...	...

R6=001002 R7=101000

Növbəti addım – qayıtma ünvanının stəka yazılması (R7-də yerləşdirilir) və altprogram ünvanının R7-ə yazılmasıdır.

100000 Program	YADDAŞ	ünvan
101000 JSR R7, #110000	000000	776
101004	101004	1000
110000 Altprogram	170000	1002
110100 RTS R7	...	...

R6=001000 R7=110000

Altprogramın icrasından sonra RTS əmrinə görə stekdən qayıtma ünvanının "yada salınması" və onun R7 registrinə ötürülməsi baş verir.

100000 Program	YADDAŞ	ünvan
101000 JSR R7, #110000	000000	776
101004	101004	1000
110000 Altprogram	170000	1002
110100 RTS R7	...	...

R6=001002 R7=101004

PARALEL HESABLAMALAR

Hesablamaları paralel aparmaq bacarığı üçüncü nəsil kompüterlərin daha bir xarakterik xüsusiyyətidir.

IBM-in məşhurlaşmış 360-cı modelindən başqa bir çox firmalar da hesablama texnikasının istehsalına başladılar və maşınların məhsuldarlığını artırmağa

Processorun göstərişləri ikiünvanlı idi. Bəzi modellərdə sürüşkən vergüllü hesab əməllərini yerinə yetirmək üçün hesablama sürətini xeyli artıran qurğu əlavə edildi.

Maşının əsas yaddaşı 16-bitlik 32768 sözəndən ibarət idi. Onu həm də genişləndirmək olardı. 64 kbaytdan artıq olan yaddaşa müraciət MM qurğusu (*ing. Memory Management* – "yaddaşı idarə edilməsi") vasitəsilə icra edilirdi. MM, programı operativ yaddaşı müxtəlif sahələrində yerləşdirməklə 8 yerə "böldü". Program bu "bölünü" görmürdü, çünki tam olaraq 64 kbayt kimi icra olunurdu. Əlavə olaraq programın kodunu verilənlərin kodundan ayırmaq mümkün idi. Beləliklə, həm programın maksimal ölçüsü, həm də verilənlər sahəsinin maksimal ölçüsü 64 kbayt ola bilərdi. Əsas yaddaş (maqnit nüvəlikli yaddaş) kifayət qədər ləng olduğundan, sürəti yarımkəçirici *keş*-yaddaş (həcmi 2048 söz) təmin edirdi.

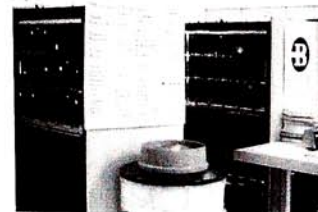


birləşdirdilər, lakin bu xüsusi programlaşdırma üsullarının işlənilməsinə tələb edirdi. Bundan başqa, xarici qurğuların təkrarlanması və məsələnin ümumi verilənlərinin iki müxtəlif kompüterdə saxlanması tələb olunan səmərəni vermədi.

Hesablama məsələlərinin həlli üçün yeni, verilənlərin paralel emalının çoxprocessorlu texnikası da geniş yayılmışdı. 1963-cü ildə Burroughs (ABŞ) bu prinsiplər əsasında qurulmuş yüksək məhsuldarlığa malik maşınlar istehsal etməyə başladı. Bu maşınların özəlliyi təkcə kompüterlərin işlənilməsinin qeyri-adi konsepsiyası deyildi ("kompüterə vahid təmlik kimi yalnız bir adam layihələndirməlidir"), həm də sistemin məhsuldarlığını artırmaq üçün bir neçə eyni tipli processorların tətbiq edilməsi idi.

Birinci olaraq B5000 maşını, sonra isə daha bir neçə model meydana gəldi və 1973-cü ildə daha mükəmməl olan B 7700 modeli buraxıldı. Bəzi B 7700 maşınlarında yaddaş vasitəsilə verilənlərin mübadiləsinə həyata keçirən yeddi təzisləyən processor quraşdırılmışdı. Operativ yaddaş səkkiz müstəqil modula bölünürdü. Modullu konstruksiya yaddaşa eyni zamanda səkkiz müstəqil girişdən müraciəti təmin edirdi. IBM maşınlarında olduğu kimi Burroughs maşınlarında da giriş-çıxış əməliyyatlarını təmin edən kanal processorları texnikasından istifadə olunurdu. Onlar verilənləri 32 xarici qurğudan da ala bilərdilər.

Çoxprocessorlu komplekslərin proqramlaşdırılmasında ixtisaslaşmış program təminatı tətbiq olunurdu ki, bu zaman hesablamlar *paralelləşdirilirdi*



B 7700 kompüter.

(yəni eyni zamanda müxtəlif processorlarda icra edilirdilər). Bunu dörd tam ədədin cəminin tapılması misalında aydınlaşdırmaq olar.

Adi cəm algoritmi dörd ədədin cəmini hesablayır. *Sum* dəyişənini almaq üçün toplamanı üç dəfə icra etmək lazımdır. Köməkçi *s1* və *s2* (Paralel cəm algoritmində) dəyişənlərindən istifadə etdikdə hesablamaları paralel aparmaq olar (bu misalda *s1* və *s2* dəyişənləri bir sətirdə ":", ayırıcısı ilə verilməklə göstərilir). Bunun üçün toplama əməlini cəmi iki dəfə icra etmək lazım gələcək, belə ki, ikinci algoritim birincidən tez icra olunacaq. Çoxprocessorlu komplekslərin səmərəli tətbiqi üçün xüsusi proqramlaşdırma dilləri yaradıldı. Hesablama kompleksi hesablamaları sanki özü "paralelləşdirirdi". Buna görə də hətta *Adi cəm* algoritmi çoxprocessorlu komplekslərdə adi EHM-lərə nisbətən daha sürətlə yerinə yetirilirdi.

Çoxprocessorlu komplekslərin təkmilləşdirilməsi *konveyer sistemlərinin* meydana çıxmasına gətirib çıxardı. Bu komplekslərdə hesablamaların paralelliyi ideyası öz əksini tapmışdır. Xüsusi proqramlaşdırma üsullarının hesabına

nail oldular. Hesablama sürətinin artırılması üsullarından biri *çoxmaşınlı komplekslər* texnologiyası idi. Bu zaman ümumi hesablama məsələsinin həlli üçün bir neçə eyni tipli maşını birləşdirdilər. Beləliklə, hesablamları sürətləndirmək üçün iki IBM 7094 maşını bir-birilə

alg *Adi cəm* (*tam* a, b, c, d)
verilib a, b, c, d
gərəkdir
baş *tam* sum
 1 sum:=a+b
 1 sum:=sum+c
 1 sum:=sum+d
son

alg *Paralel cəm* (*tam* a, b, c, d)
verilib a, b, c, d
gərəkdir
baş *tam* sum, s1, s2
 1 s1:=a+b : s2:=c+d
 1 sum:=s1+s2
son



alq **Adi hesablama** (**tam** *a, b, c, d, f*)
verilib *a, b, c, d, f*
gərakdır
baş tam *sum1, sum2, s*
 $s := a + b$
 $sum1 := s * c$
 $s := d + e$
 $sum2 := s * f$
 $qivm := sum2$
son

alq **Konveyer hesablama** (**tam** *a, b, c, d, f*)
verilib *a, b, c, d, f*
gərakdır
baş tam *sum1, sum2, s*
 $s := a + b$
 $sum1 := s * c : s := d + e$
 $sum2 := s * f$
 $qivm := sum2$
son

Bu sistemlər avtomobil quraşdırma konveyerinin analoqu kimi konveyer sistemləri adlandırılmışdır. Eyni tipli əməlləri yerinə yetirən xüsusi prosessorlar (toplama və çıxma üçün prosessor, vurma və bölmə üçün prosessor və s.) ixtisaslaşdırılmış yığma əməliyyatlarını yerinə yetirən fəhlələr ilə müqayisə olunurdu. Hesablama üçün zəruri olan verilənlər elə bil ki, konveyer boyunca irəliləyirdilər. Eyni zamanda müxtəlif verilənlər axını ilə müvafiq əməliyyatlar yerinə yetirilirdi.

xeqli sürət artımına nail olmaq mümkün oldu.

Adi hesablama algoritmi iki toplama və iki vurma əməlini yerinə yetirir, ikinci algoritim isə (konveyer kompüterdə) dörd əməliyyat yox ($2+2=4$), üç əməliyyat yerinə yetirir, belə ki, *sum1* hasilı və *s* cəmi eyni zamanda müxtəlif ixtisaslaşmış prosessorlar kompleksində icra edilir (və bu məqam misalda *sum1* və *s* dəyişənlərinin bir sətirdə ":" ayrıcısı ilə göstərilmişdir). Konveyer sistemində icra olunan real hesablamalarda hər iki algoritim eyni cür işləyəcək, belə ki (çoqprosessorlu hesablama kompleksinə analoji olaraq) sistemin özü müəyyən edəcək

XX əsrin əvvəli.
 "Ford motor"
 kompaniyasının
 konveyerində iş.



ki, hesablamalarda necə qənaət etmək olar.

Bundan əlavə paralelliği prosessor səviyyəsində təmin etmək olar. Verilənlərin paralel emalının iki metodu prosessorların layihələndirilməsində öz yerini tutdu:

- Müəyyən əməllərin (məsələn, toplanmanın) yerinə yetirilməsi üçün bir neçə qurğu (məsələn, hesab) nəzərdə tutula bilər; *n* sayda müstəqil cəmləyici eyni zamanda *n* sayda cəmi hesablaya bilər. Bu üsul massivləri tez emal etməyə imkan verir (yəni vektor əməliyyatlarını yerinə yetirir).

- Prosessoru müxtəlif *mikroəməliyyatları* eyni zamanda icra etməyə imkan verən konveyer üsulu ilə layihələndirmək olar.

SUPERKOMPÜTERLƏR

Konveyer sistemlərin istehsalçısı olan ABŞ-ın CDC korporasiyası (*ing.* Control Data Corporation) 1960-cı ildən kompüterləri layihələndirməyə başladı. 1964-cü ildə o, CDC 6600 modelini, 5 il sonra isə daha güclü CDC 7600 modelini istehsal etdi. Sonralar bu maşınlar sırasını CYBER modeli davam etdirdi. CDC firmasının EHM-ləri üçün bir neçə giriş-çıkış prosessorunun olması xarakterik idi (onlar periferik prosessorlar adlandırıldı) və bunların da hər biri mərkəzi prosessorla nəzərən müstəqil idi. Əgər kanal adətən bir neçə sözdən ibarət olan yaddaşa və azsaylı spesifik göstərişlər toplusuna malik idisə, geniş həcmli yad-



daşa və inkişaf etmiş ömrlər sisteminə malik olan periferik prosessor isə faktiki olaraq universal EHM idi. Kanal mərkəzi prosessor tərəfindən işə salınır və nəzarətdə saxlanılırdı, periferik prosessor isə təsir göstərə bilmirdi. On ədəd CDC 6600 periferik prosessoru 4096 ədəd 12 mərtəbəli sözdən ibarət olan yaddaşa malik idi.

CDC kompüterinin mərkəzi prosessoru öz növbəsində, bir-birindən asılı olmadan paralel işləyə bilən bir çox elementlərdən-prosessorlardan ibarət idi. CDC 6600 prosessoruna on funksional qurğu daxil idi: sabit vergüllü ədədlərin toplanması üçün qurğu, sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində toplama əməli aparmaq üçün qurğu, vurma üçün iki qurğu, bölmə qurğusu, məntiq əməllərini icra etmək üçün qurğu və s. CDC 6600 kompüterinin orta məhsuldarlığı saniyədə 4 milyon, CDC 7600 kompüterinin orta məhsuldarlığı isə saniyədə 15 milyon əməliyyat idi (SuperEHM üçün məhsuldarlıq sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində bir saniyədə aparıla bilən əməllərin sayı ilə ölçülür).

Superkompüterlərin istehsalında dünya liderlərindən biri Cray Research Amerika firması idi. Onu 1972-ci ildə CDC 6600 və 7600 maşınlarının baş konstrukturu olmuş Seymour Krey təsis etmişdi. 1976-cı ildə firma Kaliforniya universitetinin nəzdində olan Los Alamos elmi labora-



CDC 7600
 kompüter (solda).
 CRAY1 kompüter
 (sağda).

toriyasında özünün CRAY I maşınının birinci nümunəsini yaratdı. Onun orta məhsuldarlığı saniyədə 80 milyon əməliyyat təşkil edirdi. Bütün hesablama ehtiyatlarının cəlb edilməsi şəraitində – sürüşkən vergüllü ədədlər üzərində saniyədə 138 milyon əməliyyat, bəzən isə qısa zaman fasilələrində hətta 250 milyon əməliyyat yerinə yetirilirdi.

Belə yüksək məhsuldarlıq bir neçə konveyerin istifadə edilməsi ilə təmin olunurdu. Sistem vektorlar üzərində əməlləri yerinə yetirə bildirdi (prosessor vektor registrlərə malik idi) və prosessorun funksional qurğuları eyni zamanda vektor və adi (skalyar) əməlləri icra edə bildirdi. Prosessor hesab əməlləri yerinə yetirmək üçün 64-bitlik 8 ədəd registrlər, aralıq nəticələri yadda saxlamaq üçün 64 ədəd 64-bitlik registr və 8 ədəd 64 elementli vektor registrlər (vektorun hər elementi – 64 mərtəbəli söz idi) malik idi.

Yaddaş 1 milyona qədər 64-bitlik sözdən ibarət idi. Əslində yaddaşın sözü 72 bitdən ibarət idi və səkkiz "xidməti" bit yaddaşa baş verən sirdənçıxımları

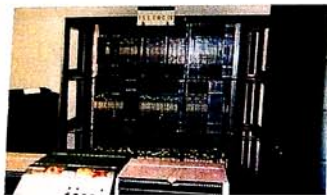


Seymour Krey.

CRAY I maşınının sürətli olması onun ölçülərinin böyük olmaması hesabına başa gəlmişdi (hündürlüyü 2 m, diametri 2,5 m). Belə ölçülər, superEHM-in elementlərini "qısa" xətlərlə (naqillərlə) əlaqələndirməyə imkan verdi və bu da kompüter blokları arasında informasiya mübadiləsi zamanı yubanmaları xeyli ixtisar edirdi. Lakin EHM-in yığcamlığı avtomobilin mühərrikinin soyutma sistemə oxşar maye soyutma sisteminin qurulmasını tələb etdi.



ILLIAC IV kompüterü.



tapıb islah etmək üçün istifadə edilirdi. 1967–1974-cü illərdə İllinoys universitetində (ABŞ) Burroughs firması tərəfindən çəməsi bir nüsxə olmaqla hazırlanmış digər superkompüter ILLIAC IV nöinki vektorlar üzərində, hətta matrislər üzərində də əməllər yerinə yetirirdi. Bu layihənin məqsədi saniyədə 1 mlrd. əməli yerinə yetirə bilən məhsuldarlığa malik olan sistemin qurulması idi. Bunun üçün maşın hər birində 64 prosessor elementi olan 4 matrisdə qruplaşdırılmış və ümumi idarəetmə altında olan 256 prosessor elementindən (faktiki olaraq universal prosessorlar) ibarət olmalı idi. Buna görə də ILLIAC IV maşını *matrisli EHM*-lər sinfinə aid edirlər.

Matris sistemləri iki ölçülü cədvəllər – prosessor modullarının matrisləridir.

ALEKSEY ANDREYEVİÇ LYAPUNOV

Riyaziyyatçı Aleksey Andreyevič Lyapunov 1911-ci ilin 8 oktyabrında Moskvada anadan olmuşdur. Ailədə olan məlumata görə Lyapunovların nəslə öz kökləri Aleksandr Nevskinin qardaşı, knyaz Konstantin Qalitskiyə gedib çıxır. Aleksey Andreyevičin ulu babası olan Mixail Vasilyevič N.İ. Lobaçevskinin tələbəsi, Kazan universitetində astronomiya professoru və observatoriyanın

prosessor modulu yaddaşa malik idi və bir çox hesab əməlləri yerinə yetirə bilirdi: toplama və vurma, çıxma və bölmə, sürüşmə, müqayisə və s. Əgər konveyer sistemlərində bütün prosessorlar (CDC 6600 və 7600 olan funksional qurğular) müxtəlif əməlləri yerinə yetirirdisə, matris sistemi eyni zamanda bütün cədvəl – sözlər matrisilə eyni əməlləri icra edirdi. Böyük həcmli əməllər (məsələn, “matrisin bütün elementlərini hər hansı bir ədədə vurmaq”, “matrisin elementlərini sıfıra çevirmək”, bəzən isə “matrisin birinci və ikinci sətirlərini toplamaq” kimi daha mürəkkəb əməliyyatlar) bir iş kimi icra edilirdi və bu, ədədi ədədə vurmağı xatırladırdı.

Matris sistemləri universal olduqları üçün çox mürəkkəbdirlər. Buna görə də cəmi 64 prosessor elementindən ibarət olan yalnız bir matris quruldu və nəticədə məhsuldarlığı saniyədə 200 milyon əməliyyata qədər aşağı düşdü. Buna baxmayaraq 80-ci illərə qədər ILLIAC IV maşını dünyada ən yüksək məhsuldarlıqlı kompüter olaraq qaldı. Bu layihənin dəyəri təxminən 100 milyon dollar idi.

direktoru olmuşdur. Daha sonralar isə o, Yaroslavda ilk ali məktəb olan Demidov litseyinin direktoru olmuşdur. Onun çox yaxşı tanınmış üç oğlu var idi: riyaziyyatçı, mexanik və gəmiqayırma mütəxəssisi Aleksandr Mixaylovich, bəstəkar Sergey Mixaylovich, slavyan filologiyası mütəxəssisi, akademik Boris Mixaylovich.

Aleksey Lyapunovun elmi maraqları əsasən onun boya-başa çatdığı mühitlə təyin olunur. Onun ilk astronomiya, fizika, riyaziyyat və mineralogiya müəllimi Moskva universitetinin fizika-riyaziyyat fakültəsini bitirmiş, daha sonra isə Heydelberqdə oxumuş atası Andrey

Nikolayevič olmuşdu. Məhz o, oğluna riyaziyyatı sevdirmişdi.

Onun ilk müstəqil tədqiqatları – məktəb illərində apardığı astronomiya üzrə müşahidələri dəfələrlə “Moskva astronomiyası sevnələr cəmiyyətinin bülleteni”ndə çap edilmişdi. 1928-ci ildə məktəbi bitirmiş Lyapunov MDU-nun fizika-riyaziyyat fakültəsinə daxil olur, lakin il yarımından sonra o “zadəgan mənşəli şəxs” kimi universitetdən gedir.

1930-cu ilin payızında o, Dövlət geofizika institutunda məşhur fizik alim, akademik P.P. Lazarevin (1878–1942) yanında laborant vəzifəsində işləməyə başlayır. O, ali təhsilini ekstern yolu ilə, MDU-da universitet kursları üzrə imtahan verməklə alır. Məşhur riyaziyyatçı akademik N.N. Luzinin dəstəyi ilə o, riyaziyyatı dərindən öyrənir və çoxluqlar nəzəriyyəsinin öyrənilməsinə dair tədqiqatlara qoşulur ki, onun 60 elmi işi məhz bu sahəyə həsr olunmuşdur. Aleksey Lyapunov çoxluqlar nəzəriyyəsinə dair əsərlərini çap etdirir və Böyük Vətən müharibəsindən bir qədər əvvəl namizədlik dissertasiyasını müdafiə edir.

Müharibə müəyyən müddətə onun elmi fəaliyyətini dayandırır. 1942-ci ildə Aleksey Andreyevič könüllü olaraq cəbhəyə gedir və artilleriyada topoqrafiya alayının komandiri olur.

Müharibədən sonra Aleksey Andreyevič F.E. Dzerjinski adına Artilleriya Akademiyasında riyaziyyat müəllimi işləyir.

Lyapunov elmi atmır, V.A. Steklov adına Riyaziyyat institutunda doktorluq dissertasiyasını müdafiə edir, SSRİ EA geofizika institutunda işləyir, professor elmi adı alır. Akademik M.V. Keldiş onu EA-nın Riyaziyyat institutunun təbii riyaziyyat bölməsinin kibernetika şöbəsinə dəvət edir.

Lyapunov ölkəsinin ilk alimlərindən biri idi ki, kibernetikanın əhəmiyyətini qiymətləndirmiş, onun təşəkkül tapması



A.A. Lyapunov.

və inkişafına böyük töhfələr vermişdir. O zaman kibernetika sahəsində işləmək onun varlığı üçün mübarizə aparmaq demək idi.

MDU-nun riyazi məntiq və hesablama riyaziyyatı kafedrasının professoru olmaqla yanaşı o, 1953-cü ildə proqramlaşdırma üzrə seminar, 1954-cü ildən isə kibernetika üzrə seminarlar təşkil edir. Bu seminarlar alimlərin və mütəxəssislərin bir araya gəldikləri mərkəzə çevrilir. Lyapunov isə kibernetika sahəsində işləri koordinasiya edirdi. Onun təşəbbüsü ilə 1959-cu ildə SSRİ EA nəzdində kompleks problemlər üzrə Elmi Şura – “Kibernetika” yaradıldı ki, ona da akademik A.İ. Berq (1898–1979) rəhbərlik edirdi.

1961-ci ilə Aleksey Andreyevič Lyapunov SSRİ EA Sibir şöbəsinin və Akademiyaya Şəhərciyinin yaradıcısı akademik M.A. Lavrentyevin dəvətilə Novosibirskə köçür. Orada o, Riyaziyyat institutunun kibernetika şöbəsinə və Novosibirsk universitetində nəzəri kibernetika kafedrasını yaradır. Orada yaşadığı illərdə Aleksey Andreyevič özünün bir sıra ideyalarını həyata keçirir. O, 1962-ci ildə ölkədə ilk dəfə Novosibirsk

“Computer pioneer” medalı. Üz tərəfində – Çarlz Bebbic, ilk (mexaniki) hesablama maşınının yaradıcısı. Arxa tərəfdə belə bir yazı vardı: “Kompüter cəmiyyəti Aleksey Andreyeviči sovet kibernetikası və proqramlaşdırmasının banisi kimi tanıdı”.

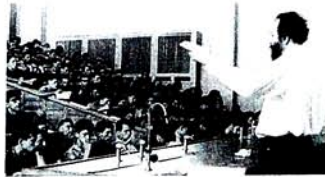


A.A. Lyapunov “Kibernetikanın problemləri” elmi məcmuələrinin nəşrini təsis etdi, “Kibernetika monoqrafiyalarında” silsilə kitabları yaratdı və redaktə etdi, “Kibernetik məcmua” seriyasında xarici müəlliflərin ən yaxşı əsərlərinin tərcüməsini təşkil etdi.



"Qısa müddət ərzində kibernetikaya münasibət aşağıdakı faza-
lardan keçmişdir: qatı inkar – varlığının etiraf edilməsi – fayda-
lılığının etirafı və riyaziyyatçılar üçün məsələlərin olmaması –
məyyan riyazi problematikanın olması – kibernetikanın riyazi
problematikasının tam etirafı".

A.A.Lyapunov.
Riyaziyyat üzrə IV Ümumittifaq qurultaydakı çıxışından.
1966-cı il



Lyapunov mühazirə
oxuyur.

universiteti nəzdində fizika-riyaziyyat
internat məktəbinin yaradılmasının
təşəbbüskarı, onun elmi şurasının ilk
sədri və fəal mühazirəçisi olmuşdur.
O, Ümumsibir riyazi olimpiadalarının
və Akademiya şəhərciyində yay fizika-
riyaziyyat məktəblərinin təşkil edilmə-
sini dəstəkləyirdi.

1964-cü ildə Lyapunov riyaziyyat
bölməsi üzrə SSRİ EA müxbir üzvi olur.

Lyapunovun elmi maraq sahəsi çox
genişdir. Onun işləri kibernetikanın
ümumi məsələlərinə, proqramlaşdırma-
nın riyazi əsasları və alqoritmlər nəzə-
riyyəsinə, riyazi linqvistika və maşın
tərcüməsinə, biologiyanın kibernetik
aspektlərinə, habelə elmi fikrin inkişaf-
ının fəlsəfi və metodoloji problemlə-
rinə həsr olunmuşdur. Onun tərəfindən
maşın dilindən fərqli, Alqol tipli alqo-
ritmik dillərin meydana çıxmasına qədər

işlənmiş ilk proqramlaşdırma dili –
operator metodu yaradılmışdır.

Öz elmi, pedaqoji və təşkilati fəaliy-
yotinə görə o, dövlət mükafatları: Lenin
ordeni, iki dəfə Qırmızı Əmək Bayrağı
ordeni və "Şərəf nişanı" ordenilə təltif
olunmuşdur. Amma alim ən çox Böyük
Vətən müharibəsində Krımın azad edil-
məsi uğrunda gedən döyüşlərdə iştirak-
ına görə aldığı Qırmızı Ulduz ordenilə
fəxr edirdi.

Aleksey Andreyeviç nəinki görkəmli
riyaziyyatçı idi, o, həm də ədəbiyyatı
gözəl bildirdi, arxitektura və rəngkarlıqla
maraqlanırdı, özünün minereoloji kol-
leksiyasını nümayiş etdirməyi sevirdi,
fransız dilini mükəmməl bildirdi, Fransa
tarixini, incəsənətini və mədəniyyətini
dərindən bildirdi, baxmayaraq ki, heç vaxt
öz vətəninədən kənara çıxmamışdı.

A.A.Lyapunov 1973-cü ilin 23 iyu-
nunda vəfat edib və Vvedenskoye qəbi-
ristanlığında basdırılıb (onun qəbrinə
gedən xiyaban məlumi N.N.Luzinin
uyuduğu yerin yanından keçir).

Aleksey Andreyeviçin informatika
sahəsindəki xidmətlərinin beynəlxalq
miqyasda tanınmasında ilk addım onun
1996-cı ildə "Computer Pioneer" medalı
ilə təltif olunması oldu. Bu yüksək tex-
nologiyalar sahəsində ən nüfuzlu beynəlxalq
təşkilat olan – IEEE Computer
Society tərəfindən edildi. Medalın üz
tərəfində Çarlz Bebiç təsvir olunmuş-
dur. Arxa tərəfini isə ingilis dilində belə
bir yazı bəzəyirdi: "Kompüter cəmiyyəti
A.A.Lyapunovu sovet kibernetikası və
proqramlaşdırmasının banisi kimi tanıdı".

ÜÇLÜK HESABLAMA SİSTEMİ VƏ ÜÇLÜK EHM

1840-cı ildə mexaniki hesablayıcıların
ixtiraçısı, fransız riyaziyyatçısı Leon
Lalan tərəfindən tarazlaşdırılmış üçlük
sistem təklif olunmuşdur. Bu sistemin
əsasını 3 ədədi təşkil edir, amma 0, 1

və 2 ədədləri əvəzinə burada 0, 1 və -1
istifadə olunur (ədətən "mənfi bir" əvə-
zinə 1 istifadə olunur). İkilik sistemin
bitləri kimi bu cür işarələmələr *trit* adla-
nır.

Məlumdur ki, ədədin işarəsi onun
üçlük təsvirindəki birinci sifirə bərabər
olmayan simvol ilə təyin olunur. Əgər
bu 1 isə, onda ədəd müsbətdir, əgər -1
isə, onda mənfidir. Tarazlaşdırılmış
üçlük sistemdə toplama və çıxma mə-
rtəbələr üzrə çox sadə icra olunur
($1+0=1$, $1+1=0$, $1+1=11$, $1+1=11$).
Tarazlaşdırılmış üçlük sistemində 247
və 122 ədədlərini toplayaq:

$$\begin{array}{r} 100011 \\ + \\ 111111 \\ \hline 1111100 \end{array}$$

Asanlıqla yoxlamaq olar ki,
 $1111100_3=369$. Çıxma da belə sadə-
liklə icra edilir: bunun üçün çıxılmanın
işarəsini əksinə dəyişmək və onu azalan
ilə toplamaq lazımdır. Vurma da beləcə
işarənin dəyişməsilə toplama əməlinə
gətirilir.

Lalandan sonra 100 ildən artıq bir
müddətdə tarazlaşdırılmış üçlük sistemi
alimlərin böyük diqqətinə səbəb olmadı.
Amma onluq sistemə əsaslanan mexa-
niki və elektromexaniki hesablama qur-
ğuları elektron kompüterlər ilə əvəz
olunduqda üçlük sistemə ikilik sistemin
alternativi kimi baxıldı.

Bu sistemdə yazılmış ədədlər üzə-
rində hesab əməlləri çox sadə icra olu-
nur. Bu sistemin digər üstünlükləri də
var: bu sistemdə ədəd ikilik sistemə
nəzərən daha qısa yazılır; xüsusi işarə
mərtəbəsi daxil etməyə ehtiyac yoxdur.

Hesablama üsulları sahəsində məş-
hur amerikalı mütəxəssis Donald Knut
1969-cu ildə yazırdı ki, əgər triggerə
əvəz tapılsa (iki vəziyyəti olan və 1 bit
informasiyanı saxlamağa imkan verən
məntiqi sxem) kompüterlərdə üçlük
sistemin zamanı yetişəcəkdir. Lakin
Knutun kitabının işıq üzü görməsindən
xeyli əvvəl üçlük hesablama sistemi çox
maraqlı və orijinal bir sovet layihəsində

ÇƏKİLƏR HAQDA BAŞE MƏSƏLƏSİ

Maraqlıdır ki, ədədlərin üçlük sistemdə təsvir edilməsi artıq məşhur
olan "çəkirlər haqda Başə məsələsi"ndə qeyri-əşkar şəkildə var idi,
amma onu da qeyd edərkən, onu Başədən 400 il əvvəl XIII əsrdə
Leonardo Pizanski (Fibonaççi) ifadə etmişdi. Məsələdə elə 4 çəki daşı
tapmaq tələb olunurdu ki, onların köməyiylə 1 kq-dan 40 kq-a kimi
istənilən çəkini ölçmək mümkün olsun (və yaxud 3 daşdan ibarət
olan və 1-dən 13 kq-a qədər çəkini ölçməyə imkan verən məsələ
kimi də iki variantda məlum idi).

Məsələni həll etmək üçün yükün çəkisinə bərabər olan ədədi
tarazlaşdırılmış üçlük sistemdə təsvir etmək lazımdır. Fərz edək ki,
33 kq ağırlığı olan yükü ölçmək lazımdır. 33 ədədini tarazlaşdırılmış
üçlük sistemdə aşağıdakı kimi təsvir etmək olar: $33=27+9-3+0=1110_3$.
Deməli, 27 kq və 9 kq olan çəki daşları tarazının bir gözünə, çəkiliş
yük və 3 kq daş isə o biri gözünə qoyulmalıdır. Əgər bu üç çəki daşına
ağırlığı 1 kq olan dördüncü daşı da əlavə etsək, onda 40 kq çəkini
aşmayan istənilən yükü tarazla çəka bilərik.

$$8_{10}=3^2+0-3^0=10\bar{1}_3,$$

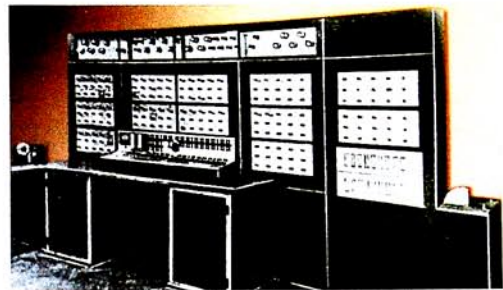
$$1\bar{1}\bar{1}\bar{1}\bar{1}_3=3^5-3^4-3^3-3^2-3^1-3^0=243-81-27-9-3-1=122_{10},$$

$$-17_{10}=3^3+3^2+0+3^0=\bar{1}101_3,$$

$$1000\bar{1}_3=-3^4+0+0-3^1-3^0=-243-3-1=-247_{10}$$

uğurla tətbiq olunmuşdu. Söhbət
1959-cu ildə akademik S.L.Sobolevin
və N.P.Brusetsovun rəhbərliyiylə
MDU-nun Hesablama Mərkəzində
yaradılmış "Setun" EHM-dən gedir.
1962-ci ildən başlayaraq maşın seri-
yalarla istehsal edildirdi və üç il ərzində
onun 50 nüsxəsi istehsal olundu. Üçlük
hesab əsasında qurulan qurğular nəinki
nisbətən daha sadə və tez işləyirdilər,

"Setun" EHM-1.





S.L.Sobolev.



həm də çox etibarlı idilər. Onlar eyni elementlərdən düzəldilmiş ikilik qurğularından daha az enerji sərf edirdi.

Bu maşın sabit vergüllü ədədlərlə əməlləri icra edirdi, sürüşkən vergüllü əməllər isə program vasitəsilə realizə olunurdu. Komandalar sistemində 3 şoriti keçid komandaları və tritlərin vurulması komandası daxil olmaqla, cəmi 24 komanda var idi, lakin onlardan istifadə edərək müxtəlif məsələləri effektiv

proqramlaşdırmaq olurdu. Yaddaş iki səviyyəli idi: həcmi 162 qısa sözdən (9 trit) ibarət olan ferrit nüvəcikli operator yaddaş və həcmi 3888 qısa sözdən ibarət olan maqnit barabanlı əsas yaddaş. Toplama və çıxma əməllərinin icrası 180 mikrosaniyə təşkil edirdi, vurma isə 320 mikrosaniyə idi. Əlbəttə, indi bu ədədlər çox kiçik görünür, amma o zamanlar "Setun" məhsuldarlığına görə digər kiçik maşınları üstələyirdi. Bununla belə, o öz sinfinin maşınlarından daha ucuz idi.

Bir neçə il sonra 1970-ci ildə təkmilləşdirilmiş "Setun 70" maşınının eksperimental nümunəsi yaradıldı. Bu maşın bir sıra maraqlı arxitektura xüsusiyyətlərlə malik idi və üçqüymətli məntiqin təbii idcəyaları onda öz əksini tapdı. "Setun" layihəsi indiyə qədər də üçlük sistemin kompüterlərdə istifadəsinin yeganə nümunəsi olaraq qalır və ola bilər ki, üçlük maşınların zamanı gəlsin.

SOVETLƏR ÖLKƏSİNDƏ İSTEHSAL OLUNAN EHM-lər

İlk baxışda elə görünü bilər ki, hesablama texnikası yalnız ABŞ-da istehsal olunurdu. Amma bu belə deyildi. Doğrudan da, yeni elm sahəsi böyük maliyyə qoyuluşu tələb edirdi ki, bu da İkinci dünya müharibəsinin əsas savaşa meydanı olan müharibədən sonrakı Avropa üçün ağır yük idi. Hər şeyə rəğmən, kompüter quruculuğu yarışına girən azsaylı ölkələrdən biri də keçmiş SSRİ oldu.

1948-ci ildə kompüterlərin istehsalı sahəsində ölkənin pioneri olmuş aka-

demik Sergey Alekseyeviç Lebedev (1902-1974) ilk sovet və Avropa kompüterinin – kiçik elektron hesablama maşınının (Малая Электронная Счетная Машина – МЭСМ) quraşdırılması prosesinə başladı. Onun yaradılması işləri tədqiqat, eksperiment xarakteri daşıyırdı. 1950-ci ildə Ukrayna EA elektromexanika institutunda bu МЭСМ-i istismara buraxdılar. 1952-1953-cü illərdə o, praktiki olaraq Avropada müntəzəm istismar olunan yeganə EHM idi.

Maşının əsas parametrləri belə idi: sürəti – saniyədə 50 əməliyyat; yaddaşda 31 ədəd 16 mərtəbəli ədəd və uzunluğu 20 bit olan 63 komanda saxlamaq olardı; maşının tutduğu sahə – 60 m²; istehlak etdiyi cərəyan – 25 kVt idi. Yalnız OYQ-da 2,5 min triod və 1,5 min diod istifadə olunurdu. Kiçik yaddaşın geniş-

ləndirilməsi üçün əlavə olaraq 5 min söz (hərəsi 16 bit) həcmə malik olan maqnit barabanından istifadə etmək olardı. Maşın dəyişdirilə bilən uzunmüddətli yaddaş qurğusuna da malik idi ki, ondan da ədədi sabitləri və tez-tez istifadə olunan əməlləri yadda saxlamaq üçün istifadə olunurdu (sonralar bu DYQ – daimi yaddaş qurğusu adlandırıldı).

Əlbəttə, maşın müasir ölçülərlə götürüldükdə ləng işləyirdi, amma onun əsas işləmə prinsipləri (Lebedev bu prinsipləri ABŞ-da aparılan işlərdən asılı olmayaraq təklif etmişdi) başqa kompüterlərin də qurulmasında istifadə edilmişdi. МЭСМ faktiki olaraq БЭСМ – böyük elektron hesablama maşınının (Большая Электронная Счетная Машина) modeli oldu. Hər iki maşın (МЭСМ və БЭСМ) bir nüsxədə hazırlanmışdı.

Praktiki olaraq МЭСМ yaratmış bütün kollektiv S.A.Lebedevin laboratoriyasının bazıları əsasında yaranan Ukrayna EA Hesablama mərkəzinin nüvəsini təşkil etdi.

1952-ci ildə Hesablama mərkəzində БЭСМ üzərində iş yekunlaşdı və bir ildən sonra o, SSRİ EA-da artıq işə düşdü. БЭСМ haqlı olaraq XX əsrin 50-ci illər Avropasının ən yaxşı kompüterini kimi tanınmışdı. Maşın 39 mərtəbəli sözləri saniyədə 10 min əməliyyat olmaqla orta sürətlə emal edirdi. БЭСМ xarici yaddaş qurğusu olaraq hər birində 5120 söz olan iki maqnit barabanından istifadə edirdi. Barabandan oxunma sürəti saniyədə 800 söz idi. Maşına həmçinin ümumi həcmi 120 min söz olan maqnit lentlər də qoşulurdu.

БЭСМ rəqəmli hesablama maşınlarının tam bir seriyasının başlanğıcını qoydu. Operator yaddaşın elementləri kimi istifadə olunan civəli ləngitmə xətləri 1954-cü ildə yadda saxlama qabiliyyətli elektron-şüa borusu ilə əvəz olundu. İki il sonra onları ferrit nüvəcikli 1024 ədəd 39 mərtəbəyə malik sözdən ibarət



БЭСМ-4.



olan yaddaş əvəz etdi. Bu şəkildə maşın БЭСМ-1 kimi tanınmağa başladı. Bu maşında müxtəlif məsələlər, o cümlədən Günəş sisteminin 700 kiçik planetinin hərəkət orbitləri hesablanırdı.

Sənaye üsulu ilə istehsalı üçün maşının konstruksiyasını dəyişdirdilər və 1958-ci ildə lampalı БЭСМ-2 maşınının seriyalı istehsalına başlandı. Onun elektrik məsrəfi 75 kVt idi.

1964 və 1966-cı illərdə bu tipli yeni БЭСМ-3M və БЭСМ-4 maşınları meydana gəldi. Bu maşınlar özlərinin sələflərindən fərqli olaraq yarımkəçirici elementlərdən yığıldı. БЭСМ-4 maşınının yaddaşı 2x4096 45-mərtəbəli sözdən, hər birinin həcmi 16384 min söz olan dörd maqnit barabanından ibarət idi və o cəmi 8 kVt elektrik gücü istehlak edirdi.

1967-ci ildə çoxsaylı mürəkkəb hesablama aparılmasını tələb edən məsələlər üçün orta sürəti saniyədə 1 milyon əməliyyat olan yarımkəçirici əsaslı БЭСМ-6 maşını yaradıldı. БЭСМ-4 ilə müqayisədə yaddaş 8 dəfə (mərtəbələrin sayı 45 yox, 48 idi) artmışdı, maqnit barabanlarının sayı isə hər birinin həcmi 32 min söz olmaqla 16-yə çatdı.

БЭСМ-6 maşınında hesablama texnikasının inkişafının o zamankı bütün



S.A.Lebedev və V.A.Melnikov БЭСМ-6 maşınının quruluşunda.



mütərəqqi meylləri əks olunmuşdu: multiprogram rejimi, kəşimlərin aparar sistemi, "yaddaşın qorunması" sxemi və ünvanların avtomatik mənimsədilməsi (yəni faktiki olaraq yaddaş dispetçeri). Yaddaşın istənilən hissəsi stek kimi istifadə oluna bilərdi. Mərkəzi prosessor bir ünvanlı komandalar sisteminin və 16 ədəd sürətli registrlərdən istifadə edirdi.

Programlaşma üçün FORTRAN və ALGOL dillərindən istifadə olunurdu.

MÜHƏNDİS HESABLAMALARI ÜÇÜN MAŞIN

1965-ci ildə Ukrayna EA Kibernetika institutunda akademik V.M.Qluşkovun rəhbərliyi altında yaradılmış Mir EHM-i (mühəndis hesablamaları üçün maşın – машина для инженерных расчетов) faktiki olaraq dünyada birinci fərdi kompüter idi (kiçik otaqda yerləşirdi). İlk maşınlar riyazi dillə yaxın olan MIR alqoritmik dilindən istifadə edilirdilər. Hesablama apararkən 90-cı illərdə fərdi kompüterlərdə BASIC dilinin istifadəsi zamanı olduğu kimi burada da asanlıqla alqritmi, düsturları, əmsalları dəyişmək olurdu. Programçı informasiyanın daxil və xaric edildiyi elektrik yazı makinası arxasında işləyirdi.

Maşında mikroprogramlaşdırma nəzərdə tutulmuşdu (maşının komandalarının məntiqini təsvir edən və ümumi həcmi 700 kbit olan xüsusi mikroprogram matrisi var idi). Həcmi 4096 bayt olan əsas yaddaş maqnit nüvəciklərdə yerləşirdi. Hesabi qurğu matrisli idi, bu işə emal olunan ədədlərin mərtəbələrini ixtiyari edə bildirdi və bu zaman məhsuldarlıq saniyədə 8 min əməliyyat idi.

1968-ci ildə maşının Mir-1 modifikasiyası çıxdı ki, bu da informasiyanı perforlentdən daxil və xaric edə bildirdi. Mir EHM-in bir nüsxəsinə Londonda sərgidə IBM firması satın aldı.

1969-cu ildə Mir-2 maşını buraxıldı ki, o maşında ilk dəfə olaraq işıq qələmlili displey tətbiq edildi və bu yenilik EHM ilə dialoqu sadələşdirdi və onu daha operativ etdi. Yeni maşında Analitik programlaşdırma dili istifadə edildi ki, bu da Mir alqoritmik dilinin sonrakı inkişafı idi. Bu dildə xətti cəbrin məsələlərini nəinki ədədi şəkildə, həm də analitik şəkildə həll etmək mümkün idi. Maşının sürəti saniyədə 12 min əməliyyata qədər artıdı. Mir maşınları sırasının davamı da oldu.



MIR-1 maşını.



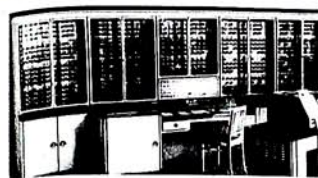
Akademik V.M.Qluşkov.

Maşın o qədər uğurlu və etibarlı oldu ki, o 90-cı illərə qədər istismarda qaldı. Tək-tük müasir kompüter tapılar ki, belə uzunömürlüyü ilə öyünə bilsin!

1958-ci ildə S.A.Lebedevin rəhbərliyi ilə SSRİ EA dəqiq mexanika və hesablama texnikası İnstitutunda M20 EHM-i yaradıldı. Bu maşın M220 və M222 maşınları ailəsinin əcdadı oldu. Onun orta məhsuldarlığı saniyədə 20 min əməliyyat idi. Həcmi 4096 ədəd 45 mərtəbəli söz-dən ibarət olan yaddaş ferrit nüvəciklərdə idi. Üç maqnit barabanı 12 mindən çox söz yaddaş saxlaya bildirdi. Daxiletmə perfokartlar vasitəsilə, çıxış isə çap qurğusu vasitəsilə yerinə yetirilirdi. Maşın blok prinsipilə qurulmuşdu ki, bu da onun təmirini sadələşdirirdi. Yanda 4,5 min elektron lampə və 3,5 min yaxınkeçirici dioddan istifadə olunurdu.

1957-ci ildə Penza şəhərində birünvanlı lampalı "Ural-1" EHM-i yaradıldı. Maşının ölçüləri böyük olsa da, məhsuldarlığına görə onu kiçik maşınlarla aid edirdilər. Hesab etmək olar ki, kiçik EHM-lərin tarixçəsi "Ural-1" maşınının başlayır. Sürətinin az olması üzündən (saniyədə 100 əməliyyat) maşının sürətli yaddaş qurğusuna ehtiyacı yox idi və buna görə də əsas yaddaş kimi həcmi 1024 dəfə 36-bitlik söz-dən ibarət olan maqnit barabanından istifadə olunurdu ki, sonralar da onlar ferrit yaddaş qurğuları ilə əvəz olundu. 1964-1971-ci illərdə aralarından program və aparat uyğunluğu olan "Ural-11", "Ural-14", "Ural-16" modelləri istehsal olundu.

"Minsk" seriyalı maşınlar XX əsrin 70 və 80-ci illərində əsasən mühəndis və elmi hesablamalar aparmaq üçün istifadə olunurdu. Onlardan biri, "Minsk-22" uzun müddət SSRİ-nin baş universmağı olan QUM-un hesablama mərkəzinin kompüteriyi idi ki, onun da xarakteristikaları belə idi: saniyədə 5 min əməliyyat, yaddaş – 37 mərtəbəli 8 min söz. Onda (maqnit lentli 1,6 mln.



söz tuturdu) universmağın bütün anbarlarında olan məhsulların hərəkəti haqqında məlumat saxlanılırdı və əmək haqqı hesablanırdı. Lakin hesablama texnikasına müəyyən inamsızlıq üzündən universmağın rəhbərliyi paralel olaraq maşının hesablamalarını yoxlayan mühəsiblərin böyük statını da saxlayırdı. EHM-in Assembleri kiritil əsaslı mne-monikaya malik idi və SKD (simvolik kodlaşdırma dili) adlanırdı.

Bu sıranın digər kompüteriyi "Minsk-32" saniyədə 25 min əməliyyat aparırdı və onun yaddaş 65 min 37 mərtəbəli söz-dən ibarət idi. Maşın "Minsk-22" maşını ilə program uyğunluğuna malik idi. Long və sürətli kanallar ona maqnit barabanları qoşmağa imkan verirdi və bu da məhsuldarlığı xeyli artırırtdı. "Minsk-32" kompüteriyi yüksək səviyyəli Algams (Algol dilinin modifikasiyası) və Cobol dillərindən kompilyatorlara malik idilər.

Sovet dövlətinin superEHM-lərinə (yüksək sürətli hesablamalar üçün nəzərdə tutulmuş maşınlar) 1970-1980-ci illərdə işlənilib hazırlanmış çoxprosessorlu hesablama kompleksləri (ÇHK) olan "Elbrus" maşınları aid edilir. "Elbrus-1" saniyədə 10 milyon əməliyyat icra edirdi. Maşının konfigurasiyasına 10-a qədər mərkəzi prosessor daxil idi ki, bunlar da ümumi yaddaşla müraciət edirdilər. Xarici qurğularla mübadiləni giriş-çapı proses-sorları yerinə yetirtdi və onlar da faktiki olaraq ixtisaslaşmış prosessorlar idi. Maşın maksimum dörd belə prosessoru idarə edə bildirdi. Digər xüsusi EHM-lər verilənlərin ötürülməsi prosessorları – istifadəçilər ilə əlaqəni təmin edirdilər.



Ural-1 maşını (solda). Minsk-22 maşını (sağda).

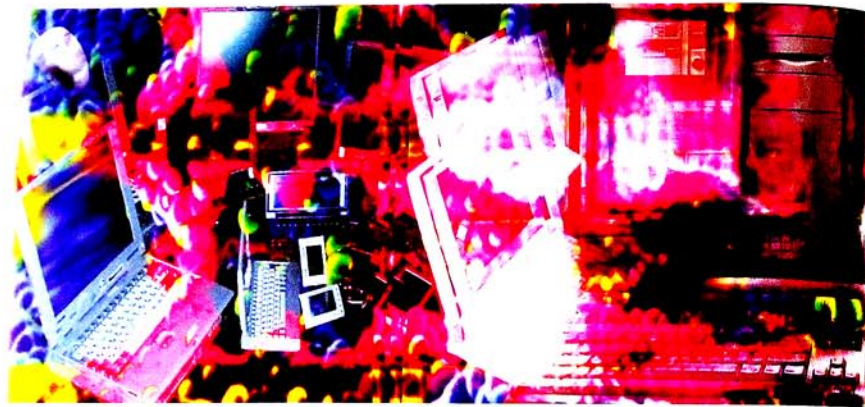
ÇHK-da çox sayda adi olmayan hollərdən istifadə edilmişdi, məsələn, yaddaşda olan hər bir kəmiyyət əlavə ələmətlə – *teq* (idarəedici mərtəbə) ilə təchiz olunmuşdu. Orada yaddaş saxlanan kəmiyyətin tipi haqda informasiya, eləcə də, oxuma və ya yazmadan mühafizə əlaməti saxlanılır. Mərkəzi prosessorun arxitekturası Burroughs amerika firmasının müvafiq kompleksləri bir çox oxşar xüsusiyyətlərə malik idi.

70-ci illərin sonunda Sovet İttifaqında universal çoxprosessorlu komplekslərin dördüncü nəsil nümayəndəsi olan "Elbrus-2" maşınının istehsalına başlanıldı. Hər bir prosessorun məhsuldarlığı saniyədə 10 min söz-dən çox idi. Yekun məhsuldarlıq saniyədə 100 milyon əməliyyat təşkil edə bildirdi.

Ölkənin kompüter quruculuğu keyfiyyətli elektron komponentlərin hazırlanması üzündən ciddi çətinliklərə qarşı-qarşıya gəlirdi. Çox güman ki, möhz buna görə IBM firmasının System/360 seriyasının təcrübəsinə əsaslanan çox da uğurlu olmayan EC (Единая Серия – vahid seriya) EHM təcrübəsi təkrar edildi. Bir çox uğurlu (və o qədər də uğurlu olmayan) hollər qərb analoqlarından təkrarlanmışdı. Kiyev mini-maşını CM-4 və Zelenograd mini maşını "Elektronika-79"-un örnəyi isə amerikanın DEC firmasının PDP-11 maşını oldu. Lakin ölkə kompüterləri istifadəçinin əsas meyarı olan – etibarlılığa görə qərb analoqlarına uduzurdurdu. IBM PC fərdi kompüterlərinin meydana gəlməsi və hər yerdə nüfuz etməsi nə qərb rəqibləri, nə də rusiyalı həmkarları bacara bilmədilər.

1961-ci ildə akademik V.M.Qluşkovun rəhbərliyi altında yaxınkeçirici bazasında "Dnepr" EHM-i yaradıldı. Bu zaman dünya rekordu müəyyən olundu: maşının ideyasından istehsalına qədər cəmi üç ilə yaxın bir vaxt keçdi.

Akademik V.M.Qluşkovun nəzəri və tətbiqi kibernetika, rəqəmli avtomatlar nəzəriyyəsi ("Rəqəmli avtomatların sintezi" monoqrafiyalrı, "Успехи математических наук" jurnalı)nda "Автоматların mücərrəd nəzəriyyəsi" məqaləsi) EHM-lərin nəzəriyyəsinin əsasını qoydu. Sovet kibemetiki Qluşkov dünyada amerikalı N.Vinerdən heç də az məşhur olmadı.



MÜASİR KOMPÜTER

KOMPÜTERLƏRİN DÖRDÜNCÜ NƏSLİ

BÖYÜK VƏ ÇOX BÖYÜK İNTEQRAL SXEMLƏR

Hələ 1982-ci ildə Xu Min Tuq və Amar Qupta "Scientific American" jurnalında dərc olunmuş məqalələrində yazırdılar: "Əgər son 25 ildə hava nəqliyyatı sənayesi hesablama texnikası kimi sürətlə inkişaf etmiş olsaydı, onda "Boing-767" təyyarəsini bu gün cəmi 500 dollara əldə etmək və bu təyyarə ilə cəmi 19 litr yanacaq işlətməklə 20 dəqiqəyə yer kürəsinin başına fırlanmaq mümkün olardı. Bu analogiyaya görə (hətta tam dəqiq olmasa belə) enerji istehlakı döyərini düşmə tempi və hesablama maşınlarının sürətinin artımı haqqında mühakimə yürütmək olar. Kompüterlərin məntiqi elementlərinin qiymətləri hər il 25% azalır. Yaddaş qurğuları üçün isə bu göstərici daha yüksəkdir – 40%. Axırncı 25 il ərzində hesablama sürəti

200 dəfə artıb; bununla yanaşı müasir EHM-lərin ölçüləri və elektrik enerjisinə tələbatı 25 il əvvəlki maşınlarla nisbətən 10 min dəfə azalıb".

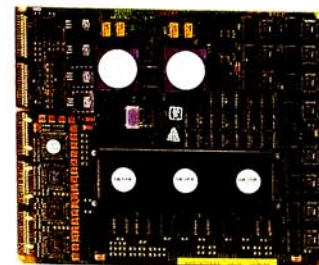
Hər şey isə XX əsrin 60-cı illərində başlamışdı, o dövrdə kompüter hissələrinin istehsalında əsas texnologiya, silisiumdan hazırlanan və izoleedici materiala "qablaşdırılmış" kiçik düzbucalı yarımkəçiricilər – *çiplər* oldular. Onlar "integral sxemlər" adlandırıldılar. Sxemin əsas elementi tranzistor olduğundan, onun "tutumu" tranzistorlarla ölçülürdü. Integral sxemlərin istehsal texnologiyası, bir neçə tranzistordan ibarət olan *kiçik integral sxemlərdən* (KİS) başlayaraq, özündə minlərlə, yüz minlərlə və daha çox tranzistoru birləşdirən *böyük integral sxemlərə* (BİS), eləcə də *çox böyük integral sxemlərə* (ÇBİS) qədər bir inkişaf yolu keçmişdir. 1986-cı ildə yaranmış "çox böyük integral

sxem" anlayışı yaddaş tutumu 1 Mbayt olan sxemlərə aiddir.

Hər bir belə çip milyondan çox tranzistordan ibarət idi. Integral sxemləri yalnız avtomatlaşdırılmış istehsal şəraitində hazırlamaq mümkündür, buna görə də çiplərin qiyməti böyük deyildi. Böyük integral sxemlərin kütləvi istehsalına 70-ci illərdə, EHM yaddaşlarının və çib kalkulyatorları üçün mikrosxemlərin istehsal edilməsi ilə başlandı.

Müasir kompüter, birləşmələr üçün metal kontaktları olan integral sxemlər çoxluğunun, qidalandırma mənbəyinin və digər kiçik elementlərin (rezistorlar, kondensatorlar və s.) toplusudur. Integral sxemlər bir-birindən formalarına görə fərqlənən korpuslarda yerləşdirilir. Ən "köhnə" və bu gün də geniş yayılmış integral sxemlər (mikrosxemlər) – DIP-lərdir (*ing.* dual in-line package). Onlarda çıxışlar ("ayaqlar") ən yaxın kontaktlar arasında 2,54 mm aralıq buraxılmaqla iki paralel sıra şəklində təşkil edilib. Bəzən çıxışlar mikrosxemin yalnız bir tərəfində yerləşdirilir, belə çip SIP (*ing.* single in-line package) adlanır. Daha mürəkkəb, yüz və daha artıq kontaktı olan çip başqa konfigurasiyaya malikdir, burada çıxışlar mikrosxemin bütün kənarları boyunca yerləşdirilib. Bu çip PGA (*ing.* pin-grid array) adlanır.

Integral sxemləri naqillər dəstəsi ilə, yaxud da daha sadə qaydada əlaqələndirmək olar. Bunun üçün nazik izolyator təbəqəsində (məsələn, şüşə lifli təbəqədə) integral sxemlər və digər elementlər elə yerləşdirilir ki, onların kontaktları təbəqədə hazırlanmış (deşilmiş) deşiklərdən təbəqənin digər tərəfinə çıxırlar. Bu təbəqə həm də mexaniki bərkidici rolunu oynayır. Sonra çıxış "ayaqları", əvvəlcədən hazırlanmış elektrik sxem üzrə öz aralarında birləşdirmək tələb olunur. Birləşməni sadəcə olaraq hər hansı bir cərəyankeçirici

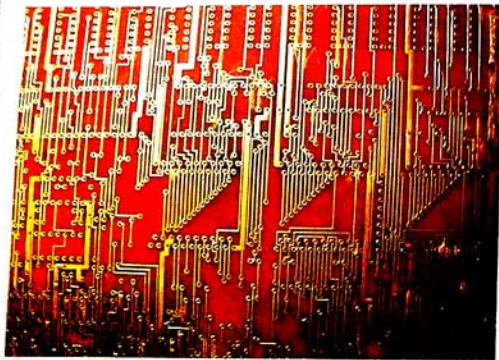


VAX EHM-in lövhəsi.

materialla, məsələn, mislə "çəkmək" olar. Belə bir "şəkil", birləşdirici naqilləri əvəz edəcəkdir. Sənaye istehsalı zamanı bu cür *çap lövhəsi* (*ing.* printed-circuit board – PCB) naqillərlə sadə birləşdirməyə nisbətən daha ucuz və texnolojidir. Belə ki, bütün lövhənin birləşdirmə şəklini bütöv kosəçək trafaret qoymaqla "çəkmə"ni bir mərhələdə yerinə yetirmək olar. Bəzən lövhədə kəsişmələr olmadan bütün lazımı birləşmələri yerinə yetirmək mümkün olmur. Bu halda çoxlaylıq quraşdırmadan istifadə edilir. Mini-kompüterlərdə yeddi və hətta on laylı quraşdırmadan istifadə edilmişdi. Adətən, bir cüt lay lövhədəki mikrosxemlərə cərəyanın çatdırılması üçün ayrılır, qalanları isə birləşdirici rolunu oynayır. Bu cür lövhələrin hazırlanması çox əmək tələb edir. Lövhədə integral sxemlər və digər elementlər nə qədər çox olarsa, onun quruluşu da bir o qədər mürəkkəb olar.

Bundan əlavə başqa problem də mövcuddur. Çiplər iş zamanı tranzistorlar kimi istilik yayırlar. Buna görə də bərk qızmanın, mikrosxemlərin və hətta bütün lövhənin sıradan çıxmasının qarşısını almaq üçün istehsalçıları mikrosxemləri bir-birindən təhlükəsiz msafədə yerləşdirmək məcburiyyətində qalırlar. Bəzən temperatur rejimini gözləmək üçün integral sxemə metal radiator və ya hətta ventilyator yerləşdirirlər.

Integral sxemin "atası" sayılan Cek Kilbi, özünün bu dəhiyanə icadına görə Nobel mükafatına yalnız 2000-ci ildə layiq görülmüşdür.



Çap lövhəsi.

MİKROPROSESSORLAR

İntegral sxemlərin yaranması ilə ilk dəfə olaraq bütöv bir prosessoru (və ya hətta bütöv bir kompüter) yeganə bir çipdə hazırlamaq, yəni mikroprosessor yaratmaq imkanı yarandı.

Birinci əsl mikroprosessor 1971-ci ildə Intel (ABŞ) firmasının istehsal etdiyi Intel 4004 mikroprosessoru oldu. İlk olaraq ondan MSC-4 kalkulyatorlarında (böyük inteqral MOY-sxemləri) dörd çipin tərkibində istifadə edildi. Intel 4004-də maşın sözünün uzunluğu cəmi 4 bitdir. Bütün komandaları bu cür bir sözə "yerləşdirmək" sadəcə olaraq mümkün deyil, çünki 4-bitlik sözün bitlərinin müxtəlif kombinasiyalarının sayı

$2^4=16$ olur, yəni bu "körpədə" bütün mümkün ünvanlaşdırma üsulları ilə birlikdə 16 komanda qəbul etmək imkanı vardı. Buna görə də göstərişlər 8 bit uzunluqlu idi: $2^8=256$. Verilənlər və proqramlar müxtəlif yaddaşlarda saxlanılırdı. Verilənlər üçün cəmi 1 Kbayt yaddaş və proqramlar üçün 4 Kbayt yaddaş ayrılırdı. Intel 4004 mikroprosessorunda 12-bitlik komandalar saygacı (PC) və alt proqramların (CALL) yerinə yetirilməsini və alt proqramlardan qayıdışı (RET) təmin edən, dərinliyi cəmi 4 çağırışa bərabər olan kiçiklik stek nəzərdə tutulmuşdu. Bundan əlavə o, 8-bitlik 8 registrdə qruplaşa bilən 4-bitlik 16 registrə malik idi. Intel 4004-cəmi 46 göstərişə malik idi.

MSC-4-dən sonra müxtəlif istehsalçıların çoxlu sayda mikroprosessorları meydana gəldi. İnteqral sxemlərin sıxlığının artması ilə maşın sözünün ölçüsü də 32 bitə qədər artdı. Bundan əlavə mikroprosessorların komandalar çoxluğu da genişləndi, baxmayaraq ki, "böyük" prosessorlarla müqayisədə bu çoxluq çox da böyük deyildi (məsələn, sürüş-kon vergüllə hesablamalar aparmaq üçün komandalar yox idi), mikroprosessorların məhsuldarlığı, yəni bir saniyədə yerinə yetirilən komandaların sayı da artdı.

Mikroprosessorlar artıq, məsələn, yanacaqın verilmə komponentlərini (avtomobil mühərriklərindəki "kompüterlər") və müəssisələrdəki "kompüterlər"ə və müəssisələrdəki "kompüterlər"ə idarə edə bildirdi. Onlar tədricən "böyük" EHM prosessorlarının cəhətlərini özündə əks etdirməyə başladılar. Mikroprosessor istehsalının artması ilə onların sənaye standartları yaranmağa başladı.

Z-80

1974-cü ilin aprel ayında Intel firması 8-bitlik Intel 8080 mikroprosessorunu istehsal etdi. Bu prosessor bütün göstəricilərinə görə əvvəlki bütün proses-

sorları üstələyirdi. Lakin Intel firmasına nəzərən daha kiçik olan Zilog firmasının hazırladığı və istehsal etdiyi Z-80 mikroprosessoru özünə əbədi şöhrət qazandı. O, Intel 8080 ilə tam uyğunlaşdırılmışdı, yəni Z-80 nəinki Intel 8080-in edə biləcəklərini bacarırdı, üstəlik daha artıq imkanlara malik idi. O vaxtdan etibarən Intel firması 16-bitlik, daha sonra isə 32 və 64-bitlik prosessorların istehsalına keçdi. Bu prosessorlar müasir fərdi kompüterlərin əsasını təşkil edir.

Z-80 indiyə qədər istifadə edilir, 80-ci illərdə isə o, əsl böyük müvəffəqiyyət qazanmışdı. 8-bitlik mikroprosessor 16-bitlik ünvanlaşmadan istifadə edirdi, yəni birbaşa olaraq 64 kбайtlıq yaddaş müərraciət edə bilirdi. Ona Intel 8080-ə nəzərən 80-dən artıq yeni göstərişlər əlavə olunmuşdu: 1, 4, 8 və 16-bitlik verilənlərlə əməliyyatlar, eləcə də bloklu komandalar (bir komanda 64 kбайt qədər verilənləri göndərilməsi) və ya yaddaşda lazımı baytın axtarılması üçün xüsusi əmrlər. Prosessor iki registrlər toplusuna və onlar arasında qoşulma əməliyyatlarına malik idi ki, bu da qırılmanın təşkilini sadələşdirirdi (proqramda registrlərin vəziyyətini yadda saxlamaq tələb olunmurdu). Z-80-ə iki 8-bitlik indeks registri də (IX və IV) əlavə olunmuşdu.

Mikroprosessorlarda əməliyyatların yerinə yetirilmə sürəti inteqral sxemin xüsusiyyətləri ilə təyin edilirdi və iş zamanı kvart generatorla – saatlarla müəyyən edilirdi. Bu prosessorun takt tezliyi adlanırdı.

Birinci Z-80 2,5 MHer, sonrakı Z-80 C isə artıq 8 MHer takt tezliyinə malik idi. Bir registrdən digərinə "ən qısa" göndəriş komandası prosessorun 4 taktı hesabına yerinə yetirilirdi. Birinci Z-80 saniyədə 600 mindən çox komanda yerinə yetirə bildirdi, bu isə "körpə" haqqında kifayət qədər yaxşı təəssürat yaradırdı.

"CISC"-LƏR VƏ "RISC"-LƏR

Mikroprosessorların əksəriyyəti komandalar toplusu ilə verilən CISC (ing. Complex Instruction Set Computer) arxitekturalı standarta aiddir. Onun əcdadı IBM firması hesab edilir.

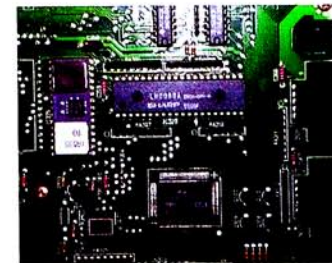
CISC mikroprosessorlarının işlənməsi sahəsində lider olan Intel firması özünün x86 və Pentium seriyalıları ilə məşhurdur.

CISC prosessorları üçün registrlər sayının çox da böyük olmaması səciyyəvidir, lakin komandaların sayı, ünvanlaşdırma üsullarının dolayısıqlı səviyyəsi, komandaların formatları yüksək olaraq qalır.

Bu cür arxitektura mikrokompüterlər üçün standart hesab edilir.

RISC (ing. Reduced Instruction Set Computer) – azaldılmış komandalar toplusuna malik prosessorlardır. Onlar çox sadələşdirilmiş məntiq – sxemə, çox sadə göstərişlərə və çoxsəviyyəli dolayısı olmayan ünvanlaşdırma üsullarına malikdirlər. Buna görə prosessor kiçik və sadə olub sürətlə işləyir.

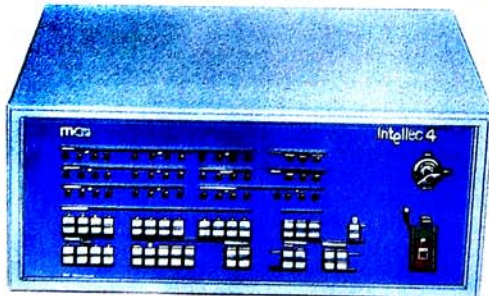
RISC-in tarixi CDC 6600 kompüterlərindən başlayır. Bu zaman Seymour Krey hesablamaların sürətləndirilməsi üçün komandaların yığılmasını sadələşdirməsinə təklif edir və bu arxitektura Cray seriyalı superkompüterlərin yaradılması zamanı müvəffəqiyyətlə tətbiq olundu. Lakin tamamilə RISC arxitekturası aşağı-



Z-80 prosessoru əsasında MSX kompüterinin lövhəsinin fragmenti.

Intel 4004 mikroprosessorunun məhdud imkanları, inteqral sxemlərin sıxlığı üçünə qoyulan məhdudiyyətlərlə izah olunur (1971-ci ilin çipinin ölçüləri – 1 sm²).

Intel 4004 mikroprosessoru əsasında Intelc-4 maşını.





İNTEQRAL SXEMLƏRİN NÖVLƏRİ

Tranzistor və diodların hazırlandığı yarımkeçiricilər, elektron – n (ing. “negative” – “mənfi”) və deşik – p (ing. “positive” – “müsbət”) keçiricili yarımkeçiricilərə bölünürlər. Yarımkeçirici diodların iş prinsipi, p - n keçidinin xassələrinə əsaslanır, bu zaman p və n tipli iki yarımkeçirici təmasda olurlar. Təmas yerində müsbət yüklərin (deşiklərin) p oblastından n oblastına, elektronların isə əksinə n oblastından p oblastına diffuziyası baş verir. Lakin xarici təsir (elektrik cərəyanı) olmadıqda proses sabitləşir, çünki bağlayıcı adlanan bir lay əmələ gəlir.

n	p
----	++
----	--
----	+++++
----	+++++

P oblastına elektrik cərəyanı mənbəyinin “plyusunu” n oblastına isə uyğun olaraq “minusunu” birləşdirdikdə bağlayıcı lay dağılır və bu cür diod cərəyan keçirməyə başlayır. Əgər cərəyan mənbəyini əksinə qoşsaq, yəni p -yə “minus”, n -ə isə “plyus” qoşsaq, onda cərəyan faktiki olaraq sıfıra bərabər olacaqdır və bağlayıcı lay genişlənəcəkdir. Yarımkeçirici diodların bu əsas xassəsi onlardan cərəyan düzləndiricisi kimi istifadə etməyə imkan verir. Yarımkeçiricilərin çoxu bəzi metalların oksidləri və məxsusi olaraq bu metalların özlərinin müxtəlif əlavələrilə silisiumdan və germaniumdan hazırlanırlar. Bu əlavələrdən əslilə onlar n və ya p tipli olurlar.

Tranzistor belə yarımkeçirici materiallardan ibarət üç laylı struktura malikdir, lakin onun işinin əsasında bir deyil, iki p - n keçidi durur. Kənar laylar *emitter* və *kollektor*, orta (adətən, çox nazik bir neçə mikron qalınlıqlı) lay isə *baza* adlanır. Tranzistora cərəyan mənbəyi qoşduqda bazadan kollektora axan cərəyanın kiçik dəyişmələri, emitterdən kollektora doğru daha böyük cərəyan dəyişmələri yaradır. Tranzistorun bu xassəsi, ondan cərəyan gücləndiricisi kimi istifadə etməyə imkan verir.

Sadə üçlaylı tranzistor bipolyar tranzistor adlanır. Əgər baza p -tipli yarımkeçiricilərə, emitter və kollektor isə n -tipə aiddirsə, onda tranzistor n - p - n tipli sayılır, əgər əksinə, daxildə n -tipli, kənarlarda p -tiplidirsə, tranzistorun tipli p - n - p olur. Bipolyar tranzistorun əsas nöqsanı onun çoxlu enerji sərf etməsi və istilik ayrılmasıdır.



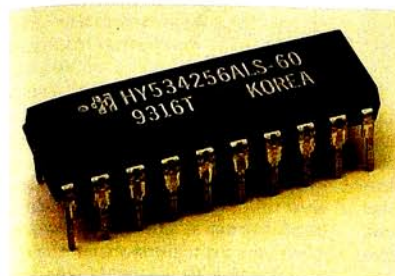
Tranzistor kəsiyi.

Sayyar tranzistor.

Alternativ olaraq sayyar tranzistor işlənilib hazırlanıbmışdır. O, birpolyarlı yarımkeçirici qurğu olub, başlanğıc, axar və bağlayıcı adlanan çıxışlara malikdir. Bağlayıcı və axara (və ya uyğun olaraq başlanğıca) gərginlik verildikdə yük dəyişiciləri – elektronlar n -tipli keçiricilik olan sahələrdə (və ya p -tipli keçiricilik olan sahələrdə deşiklər) bağlayıcının altında yaranan nazik keçirici kanaldan keçirlər. Adətən kanalda cərəyan (bağlayıcı və axar arasındakı) keçidə əlavə olunan gərginliyin yaratdığı elektrik sahəsinin köməyiylə dəyişdirilir. Əgər axar və başlanğıc n -tipli yarımkeçiricidən hazırlanıbmışsa, tranzistoru n -kanallı, p -tipli yarımkeçiricidən hazırlanıbmışsa p -kanallı adlandırılır.

Bağlayıcı kanaldan dielektrik layı ilə ayrılış sayyar tranzistorlar da mövcuddur. Belə tranzistorlar böyük xüsusi müqaviməti olan yarımkeçirici təbəqədən ibarət olurlar. Bu təbəqə başlanğıc və axar elektrodların yerləşdirildiyi bir-birinə əks tipli elektrik keçiriciliyi olan iki sahədən ibarətdir. Onlar arasındakı yarımkeçiricinin səthi nazik dielektrik üzərinə metal elektrod-bağlayıcı yerləşdirilmiş qat ilə (adətən silisium oksidi SiO_2) örtülüb. Buna görə də izolə olunmuş bağlayıcı – MDX (metal-dielektrik-yarımkeçirici) sayyar tranzistorları çox vaxt MOY- tranzistorlar (metal-oksit-yarımkeçirici) adlandırılır. Bundan əlavə laylı dielektriklərdən də məsələn SiO_2 - Al_2O_3 istifadə olunur. Onlar uyğun olaraq MAOY (metal-alüminium-oksit-yarımkeçirici) tranzistorlar adlanırlar. Bipolyar tranzistorlardan fərqli olaraq MOY-tranzistorlar daha qənaətcildirlər.

1948-ci ildə icad olunmuş tranzistor bütün müasir mikrosxem və mikroprosessorların əsasını təşkil edir. Əbəs yerə deyil ki, onun müəllifləri Uilyam Şokli (1910-1989), Uolter Brattein (1902-1987) və Con Bardin (1908-1991) 1956-cı ildə fizika üzrə Nobel



Mikrosxem.

mükafatını almışdılar. Hesablama texnikasında kollektordan böyük cərəyan axdığı halda tranzistorun vəziyyətini şərti olaraq, məsələn, 1, kiçik cərəyan axan halda isə 0 qəbul etmək olar. Lakin tranzistordan istifadə sortləri informasiyanın saxlanması zamanı (0 və ya 1) onun enerjiyə olan tələbatı ilə məhdudlaşmış, burada onun bir vəziyyətdən digərinə: 0-dan 1-ə və ya 1-dən 0-ə keçidi üçün lazım olan vaxt da əhəmiyyət kəsb edir.

Əvvəllər tranzistorlar ayrı-ayrı elementlər şəklində hazırlanırdılar və bir neçə naqıl çıxışları olan onlarla millimetr diametrlili silindirlərdə idilər.

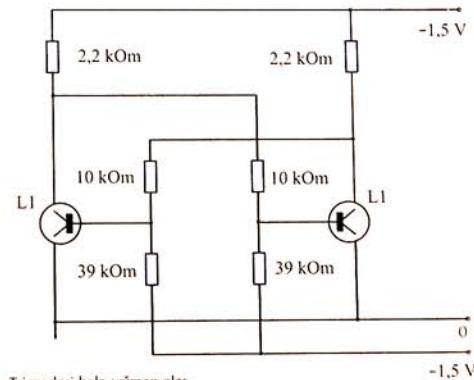
Lakin hesablama texnikasında ayrı-ayrı tranzistorlardan deyil, onların kombinasiyalarından istifadə edilir. Adətən iki MOY-tranzistor: p -kanallı və n -kanallı tranzistoru birləşdirirlər. Bu cür düzülmüş MOY-cüt (komplimentar MOY) adlandırılır. MOY-cütün yaxşı cəhəti odur ki, keçid iki mümkün dayanıqlı vəziyyətdən birində olduqda (bu vəziyyətlərə isə 0 və ya 1 uyğun gəlir) praktiki olaraq enerji işlətmir. MOY-texnologiyalarının tətbiqi, səmərəliliyi əhəmiyyətli dərəcədə artırmağa, sxemlərin enerji sərf etməsini və uyğun olaraq istilik ayrılışını azaltmağa imkan verir. Bu texnologiya TTL-sxemlərin (tranzistor – tranzistor mantiqi) əsasını təşkil edir. MOY-qurğularının ölçüləri nə qədər kiçik olarsa, vahid sahədə

onlardan bir o qədər çox yerləşdirmək olar və ya başqa sözlə desək, yerləşdirmə sıxlığını artırmaq olar. KMOY-cütləri çox az istilik ayrıldıqlarından mikrosxemin bir kristalında milyonlarla element yerləşdirmək mümkündür. Bu zaman sxemlərin sıradan çıxmasına səbəb olacaq həddindən artıq qızmanın qarşısını almaq olur.

Tranzistorlardan iki və daha artıq çıxış signalını bir çıxış signalına (məsələn, mantiqi “və”, “və ya” və s.) çevirən elektrik sxemi-ventil və ya bir bit informasiyanı yadda saxlama sxemi – trigger (yəni iki mümkün dayanıqlı vəziyyətdən: 0 və ya 1-dən birində olan) hazırlayırlar. Triggeri bir cüt tranzistordan da qurmaq olar, orta çətinlikli mantiqi ventilin hazırlanmasına isə adətən dörd tranzistor gedir.

İnteqral sxemlər (çiplər) onlara daxil edilmiş tranzistorların sayı və ya mantiqi ventillərin sayı ilə, yəni bu qurğuların sıxlığı ilə təsnif edilir. Kristalda 100 min tranzistor var deyilsə, bu o deməkdir ki, sxem 50 min KMOY-cütün və ya 12500 mantiqi ventillə malikdir.

İnteqral sxemlərin çoxunun ənənəvi olaraq silisiumdan hazırlanmasına baxmayaraq, digər materialdan – qallium arsenidindən hazırlanan yarımkeçiricilərdən də istifadə olunur. Belə inteqral sxemlərin istehsalı çox mürəkkəbdir, lakin daha yüksək iş sürətinə malikdirlər (silisium sxemlərə nəzərən təqribən beş dəfə çox).



Triggerləri belə yağmaq olar.





ğidaki üç tədqiqat layihəsinin nəticəsi kimi formalaşdırılmışdır: IBM firmasının 801 prosessoru, Kaliforniya universitetinin (Berkli) RISC prosessoru və Stanford universitetinin MIPS prosessoru.

1970-ci ildə IBM tərəfindən ilk dəfə təklif olunmuş RISC texnologiyası heç vaxt dərc olunmamışdı – onun əsasında seriyalı kompüterlər hazırlanmamışdı.

1980-ci ildə Deyvid Patterson Kaliforniya universitetinin (Berkli) kollektivlə birlikdə RISC-I və RISC-II adlanan iki maşın yaratdı. Bu EHM-in əsas ideyası yavaş sürətli yaddaşın yüksək sürətli registrlərdən ayrılması, verilənlərin emalı üçün (hesablamalar üçün) ayrı-ayrı "sürətli" komandaların yaradılması və registrlərdən verilənlərin yaddaşa yüklənməsi və əksinə yaddaşdan registrlərə verilməsi üçün ayrı-ayrı "yavaş" komandaların yaradılması idi.

1981-ci ildə Con Hennessi öz həmkarları ilə birlikdə "Stanford MIPS maşınının" təsvirini təqdim etdi. Bu maşının işlənməsi verilənlərin konveyer emalına əsaslanırdı və burada prosessorun "yüklənməsi" qabaqcadan diqqətli planlaşdırma əsasında yerinə yetirilirdi.

Bu maşınlar çoxlu ümumi xassələrə malik idi. Prosessorların komandalar sistemi ilə təşkil edilmişdi ki, komandanın yerinə yetirilməsi minimal takt hesabına (ideal olaraq bir takt) başa gəlsin. Həm də məhsuldarlığın artırılması üçün komandanın mikroproqramlaşdırma texnikası tətbiq olunmadan həyata keçirilirdi. Reallaşmanın maksimal sadələşdirilməsi və sürətinin artırılması üçün yalnız

qeyd olunmuş uzunluqlu komandalardan istifadə olunurdu.

RISC-prosessorlarının digər xüsusiyyətləri arasında verilənlərin daha böyük həcmi saxlamağa imkan verən 32 və daha çox registrlərin (CISC-prosessorlarındakı sayı 8-dən 16-ya qədər olan registrlərlə müqayisədə) olmasıdır. İnformasiyanın emalı üçün adətən üç ünvanlı komandalardan istifadə edilir. Bu isə registrlərdə yenidən yüklənmə aparmadan çoxlu sayda dəyişənlərin saxlanmasına imkan verir.

RISC prosessorlarının universitet layihələri ilə təsdiq olunmuş sadəliyi və böyük iş sürəti hesablama texnikası istehsalçıların böyük marağına səbəb oldu və 1986-cı ildən başlayaraq RISC-prosessorlarının istehsalına başlandı.

Bu cür prosessorlardan biri Motorola və IBM firmasının birgə hazırladıqları Motorola Power PC 601 idi. Bu 80 MHerstə takt tezlikli 32-bitlik RISC-prosessorudur. Növbəti prosessor Power PC 603 (KMOY-çip) 601-ə nisbətən iki-üç dəfə səmərəli olub cəmi 1,6 milyon tranzistordan ibarət idi və 80 MHerstə takt tezliyinə malik idi.

Motorola və IBM firmalarının sonrakı prosessorları bir-birinin ardınca istehsal olunurdu: PowerPC 604 (100 MHerstə) bir neçə aydan sonra meydana gəldi. PowerPC 615, Intel firmasının məşhur 8086 prosessoru ilə aparat uyğunluğuna malik olmaqla bu prosessorla güclü rəqabət yaratmışdı. PowerPC 620 isə artıq 64-bitlik prosessor idi. RISC-prosessorlarının inkişafı xüsusi optimallaşdırıcı

kompilyatorların təkmilləşdirilməsi hesabına mümkün olmuşdu. "Ağıllı" kompilyator effektiv proqram kodunu təmin edərək, verilənlər çoxluğunu RISC-prosessorunun çoxlu sayda registrləri üzrə yerləşdirirdi və bununla da kompüterin "yavaş sürətli" yaddaşından verilənlərin yüklənməsi və boşaldılması komandalardan imkan daxilində az istifadə edilməsini təmin edirdi. Konveyer sistemləri kimi, kompilyator proqramı elə dəyişməli idi ki, prosessorun konveyerində müxtəlif hesablamaların eyni zamanda yerinə yetirilməsi kodunu verə bilsin.

Geniş yayılmış CISC-prosessorları ilə uyğunlaşdırılması üçün RISC-prosessorları CISC-prosessorlarının xüsusi emuliyasiyası rejiminə malik idilər və bu zaman kompilyasiya olunmuş proqram başqa prosessorla yerinə yetirilməsini hiss etmirdi.

Maraqlıdır ki, Intel firmasının (Pentium və Pentium Pro) prosessorlarında, eləcə də onun ardıcılıarı və rəqiblərində (AMD R5, Cyrix M 1, NexGen NX 586 və s.) RISC-mikroprosessorlarında realizə olunmuş, konveyer emal ideyası istifadə olunurdu. Buna görə də CISC və RISC prosessorları arasındakı bir çox fərqlər tədricən aradan qaldırılır.

MİKROKOMPÜTERLƏR

Tipik mikrokompüter, kifayət qədər yaddaşa malik, geniş periferiyası (giriş-çıxış qurğuları üçün çoxlu sayda portlar) olan, 50-yə yaxın inteqral sxemdən ibarət və yeganə çap lövhəsində realizə oluna biləcək bir qurğudur. Bu cür maşınları bir lövhəli mikroEHM-lər adlandırırlar.

Kiçik yaddaşlı və az sayda giriş-çıxış portları olan mikrokompüter yeganə bir ÇBIS-çipdə istehsal etmək olar. Bir çipli mikroEHM-lər kompakt ölçülərinə, ucuz qiymətinə və sadə təmirinə (sıradan çıxarı atıb, yenisi ilə əvəz etmək)



Sinclair ZX Spectrum kompüter.

görə geniş yayılmışdılar. Onların istehsalı birinci mikroprosessorların yarandığı dövrdən, 70-ci illərin ortalarından başlanmışdı. Bu mikroEHM-lər əsasən müxtəlif maşın və mexanizmlərin proqramlaşdırılan kontrollerləri kimi (məsələn, ədədi proqramla idarə olunan dəzgahlar, mikrodağlıq sobalar və s.) istifadə olunurdu.

Geniş tətbiqli EHM-in yeni sinfi – fərdi kompüterlər meydana gəldi. Bunlar ofisdə, alimin kabinetində, məktəblərin partasında quraşdırmaq üçün nəzərdə tutulan, kiçik və ucuz mikrokompüterlər idi. Onlardan bəziləri akkumulyatorlardan enerji alırlar və o qədər yığcamdırılar ki, onları özünüzlə soyahətə də götürmək olar.

Tipik fərdi kompüter klaviatüradan, videomonitoradan və sistem blokundan (mikroprosessorlu lövhə burada yerləşdirilir) ibarət olur. Kompüter xarici aləmlə rabitə yaratmaq üçün telefon xətlərindən, verilənlərin saxlanması üçün müxtəlif maqnit disklərdən, qrafik informasiyanın daxil edilməsi üçün skaner və manipulyatorlardan, "məhkəm üz"lərin alınması üçün printer və plotterlərdən istifadə edir.

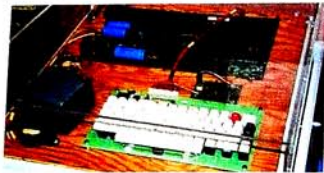
80-ci illərdə Böyük Britaniyada Klavy Sinkler tərəfindən işlənmiş Sinclair ZX



Ən birinci mikroEHM-lərdən olan Intel 8080 prosessoru əsasında qurulmuşdu, təqribən 2,5 min dollar dəyərində idi.



Apple I kompüterü.



Spectrum modeli çox populyar idi. Maşın klaviatura ilə bir korpusda yerləşirdi, monitor kimi adı televizordan istifadə olunurdu. Bu maşın cəmi bir neçə yüz dollar dəyərində idi və buna görə də qiymət baxımından hər bir kəs üçün əlçatan idi. Bu ev kompüterü 48 Kbayt yaddaşa malik idi və Z-80 mikroprosessoru əsasında qurulmuşdu.

1982-ci ildə Yaponiyada bu mikroprosessor əsasında digər məşhur maşın – MSX kompüterü meydana gəldi. Bu EHM Yaponiya, Koreya, Cənubi Amerika, Niderland və Fransada geniş yayıldı. SSRİ-yə gətirilmiş dörd min MSX, 1986-cı ildən məktəb informatikası üçün baza təşkil etmişdi. MSX kompüterlərində 3,58 MHz takt tezliyi olan Z-80 prosessorundan istifadə olunurdu. Texas Instruments (TI 9918 və ya TI 9928 çip-ləri) firmasının yaratdığı videoprosessor (ekranda təsviri formalaşdırıcı prosessor) IBM PC XT və AT (1983-1988-ci illər) videoprosessorunu təsvir etdiyi rənglərin sayına görə çox üstələyirdi. Bu maşın EHM-lərdə nadir rast gəlinən audiosistemlə – üç kanallı musiqi sintezatoru ilə təchiz olunmuşdu. MSX – 1,64 Kbayt yaddaşa, MSX-2 isə 128 Kbayt (MSX-2-nin maksimal yaddaş həcmi – 4 Mbayt idi) yaddaşa malik idi. Yəqin ki, MSX maşınları 8-bitlik prosessor əsasında qurulan ən yaxşı kompüterlərdir.

İlk dəfə 1981-ci ildə təqdim olunmuş IBM PC seriyalı maşın hal-hazırda fərdi kompüterlər üçün faktiki olaraq standart olmuşdur. Lakin IBM PC XT (Intel 8086 prosessoru əsasında olan) və IBM PC AT

(Intel 80286 prosessoru əsasında olan) kompüterlərinin birinci modelləri videoprosessorlar baxımından digər maşın-lardan geri qalırdılar. Düzdür, IBM PC tipli maşınlar AMD (ing. American Micro Device) firmasının mikroprosessorları əsasında hazırlanmağa başlanandan sonra öz xarakteristikalarını xeyli yaxşılaşdırma bilmişdilər.

Digər məşhur fərdi kompüter – Macintosh maşınıdır. ABŞ-da fərdi kompüterlərin yaradıcıları Stiven Cobs və Stefan (Stiv) Voznyak hesab edilirlik. 1976-cı il aprel ayının 1-də onlar Palo-Alto (Kaliforniya ştatı) şəhərində Apple firmasını yaratdılar. Onların məşhur qarajlarında yığdıqları ilk kompüter Apple I adlanırdı və cəmi 8 Kbayt yaddaşa malik idi. 1977-ci ildə onlar özlərinin birinci Apple II kompüterini işleyib hazırlamış və satmışdılar. Bu kompüter birbaşa televizora birləşdirilirdi və onda istifadə olunan 6502 markalı prosessor cəmi 25 dollara idi. Bu kompüterlərin seçilməsində qiymət əsas faktor idi. Prosessorun imkanları xeyli zəif idi, burada beş registr var idi ki, onlardan ikisi (PC və SP) xitməci registr, yerdə qalanları isə 8-bitlik idilər.

1983-cü ildə firma tərəfindən qrafik informasiyanın daxil edilməsi üçün nəzərdə tutulmuş çox qərribə manipulyator qurğusu olan Lisa kompüterü yaradıldı. Alim və mühəndislərin bir çoxu bu yeni-niliyə şübhə ilə yanaşdılar. Bu qurğunun adı – “siçan” idi. Lisanın qiyməti çox baha idi – təqribən 10 min dollar. 1984-ci ildə nisbətən ucuz olan Macintosh kompüterü meydana gəldi. Bu maşın



► Xircorn elektron yazı kitabçası da Z-80 prosessorundan istifadə edir.



Lisa kompüterü.



ağ-qara monitora, audiosistemə və qrafik interfeysli əməliyyat sisteminə malik idi. 1994-cü ildə Motorola Power PC RISC-prosessoru bazasında ilk Macintosh kompüterü təqdim edildi.

Fərdi kompüterlər cəmiyyəti bir neçə on il ərzində bütün dünyaya yayıldı, indi onlar ofislərdə yazı makinaları kimi adı bir qurğuya çevrilmişlər. Son illərdə fərdi kompüterlərin imkanları mətn emalından başqa multimedia proqramları və dünya kommunikasiya vasitələri hesabına genişlənməmişdir. Fərdi kompüterlər praktik olaraq böyük maşınlar kimi güclü maşınlarla çevrilə bilər. Onların həll etdikləri məsələlərin dairəsi də genişləniş.

ÇBİS-texnologiyaları, mərkəzi prosessoru, yaddaşı və digər qurğuları ayrı-ayrı ÇBİS şəklində hazırlamağa imkan

verdi. Bu işə praktik olaraq hər kəs üçün qiymət baxımından əlçatan olan kompüterlərin kütləvi istehsalını mümkün etdi. ÇBİS-texnologiyalarının inkişafı nəticəsində EHM-in yeni sinfi kimi ucuz fərdi kompüterlər, eləcə də minlərlə prosessoru olan çox yüksək sürətli paralel hesablama sistemləri yarandı. “Dördüncü nəsil” termini çox vaxt ÇBİS-texnologiyalara əsaslanan maşınların sinonimi hesab olunur.

MİKROPROSESSORLARIN İSTEHSALI

İntegral sxemlərin hazırlanması çox mürəkkəb və baha başa gələn prosesdir. Mikroprosessorlar mərhələlərlə istehsal olunurlar. İstehsalın hər bir mərhələsində eyni zamanda yüzlərlə integral sxem – çoxlu sayda eyni cür detallardan – kristallardan ibarət olan bütöv bir silisium təbəqəsi emal olunur. İxtiyari kristal milyonlarla elementdən – tranzistorlardan təşkil olunmuşdur, yəni bir texnoloji əməliyyat zamanı milyardlarla element emal olunur.

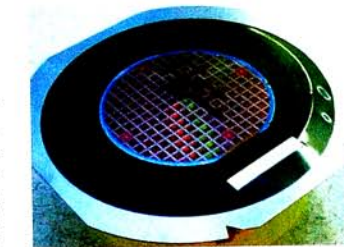
İstehsaldan qabaq integral sxem istehsalçısı tranzistorlardan, onların birləşmələrindən və digər elementlərdən ibarət yastı çoxlaylı konstruksiya şəklində elektron sxem təqdim edir. Konstruksiyanın hər bir layı – müəyyən bir materialdan (yarımkeçirici, metal, izolyator və s.) hazırlanmış mürəkkəb şəkildir.

İntegral texnologiyası növbəti yeni kütləvi istehsal, mikroprosessor və standart çiplərdən kompüterlərin yığılmasına şərait yaradı, eləcə də, kompüterlər üçün standart olmayanlar da (sifarişlə, xüsusi

qaydada qurulanlar) daxil olmaqla çiplərin tez və baha olmayan layihələndirilməsi və istehsalına imkan yaradırdı.

Hər bir yeni mikroprosessorun işləməsi çoxlu sayda hesablamaların aparılmasını və ən müasir texnikanın tətbiqini tələb edir. Yeni nəsil mikrosxemlərin istehsalı yalnız əvvəlki nəsil mikrosxemlərin köməyi ilə mümkündür və öz növbəsində bu nəsil də sonrakı nəsil mikrosxemlərin yaradılması üçün yol açırdı.

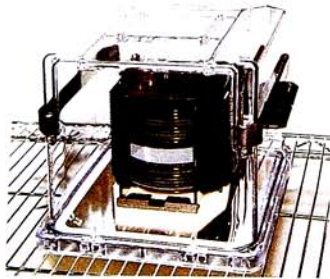
İntegral sxem xüsusi istehsalda mürəkkəb yolla laybalay işlənmiş sxemi təkrarlamaqla hazırlanır. Başlanğıc mərhələ



Hal-hazırda poliqrafiya istehsalı texnologiyaları informasiya texnologiyaları aləminə gətirilir. Poçt markaları tək-tək deyil, bloklarla, hər sırada müəyyən sayda marka olmaqla, bir neçə sıra ilə çap olunur. Eləcə də, mikroprosessorlar (integral sxemlər) da adətən tək-tək deyil, silisiumdan hazırlanan yarımkeçirici təbəqə üzərində qruplarla yerləşdirilərək istehsal olunurlar.

İntegral mikrosxemlərin plastini.

Silisiüm təbəqələri
emaldan əvvəl.



Fotoşablonlar mikro-
prosessorun sxemi
çəkilmiş nazik şüşə
təbəqələrdən ibarət
olur. Onlar yüksək
dəqiqliklə optik ava-
danlıqda hazırlanır,
şəkil elektron şüa ilə
çəkilir.

hələ hazırlıqdan başlanır. Silisiüm təbə-
qəyə yüksək tələblər qoyulur. Kristal
şəbəkənin təyinatından asılı olaraq ya-
rımkeçiricilərin xassələrini güclü şəkildə

İNTEQRAL SXEMLƏRİN LAYİHƏLƏNDİRİLMƏSİ

Aydındır ki, bir neçə milyon elementdən ibarət mürəkkəb kristali əl ilə hazırlamaq mümkün deyil. Bunun üçün güclü kompüterlər və inteqral sxemlərin avtomatik layihələndirilməsi üçün xüsusi proqram sistemləri – CAD (ing. Computer-Aided Design) tələb olunur.

Layihələndirmə prosesi üç mərhələdən ibarətdir.

İnteqral sxemin verilməsi. Sxem CAD-kompüterdə layihələndirilir. İstehsalçı onu ekranda çəkir. Həm sadə sxem, həm də mürəkkəb mikroprosessor elementlərinin hər biri ayrıca verilir. Sxem elementləri ya insan tərəfindən müstəqil layihələndirilir, ya da bunun üçün verilənlər bazasından müəyyən standart elementlər seçilir. Yaxud, məsələn, inteqral sxem sadəcə olaraq fayldan öz proqramı ilə götürülür və korrektə olunur. Layihələndirmə zamanı mikroprosessor sxeminin təsviri üçün xüsusi dildən istifadə olunur.

İnteqral sxemin verifikasiyası. Bu inteqral sxemin yoxlanma prosedürsidir. Yaradılmış sxemin layihəyə uyğun olub-olmaması xüsusi proqram təminatının köməyiylə testlə yoxlanılır. Həm də təkcə layihəyə uyğunluq yoxlanılmaz, eləcə də gələcək mikroprosessorun komponentlərinin əməliyyatlarının öz aralarında uyğunlaşdırılması üçün zaman göstəriciləri də yoxlanılır. Bu mərhələdə insan layihəyə düzəlişlər edə bilər, sonra yenə inteqral sxemi yoxlayıb, onu yaxşılaşdırmaqla və ya onun hissələrini tamamilə dəyişdirə bilər. CAD-kompüterlərin təbiiyi olmadan əl ilə bu prosesi yerinə yetirmək praktik olaraq mümkün deyil. İkinci mərhələ inteqral sxemin hər bir elementinin ayrıca təsvir olunduğu faylın yaradılması ilə başa çatır.

İnteqral sxemin istehsalına hazırlıq. Bir qayda olaraq CAD-kompüterin verilənlər bazası istehsal olunmuş inteqral sxemlərin təsvirlərinə malikdir. Layihə olunan sxemin olduğu fayl, inteqral sxemin avtomatlaşdırılmış istehsal prosesinin xüsusi formatına çevrilir. Bu fayldan istifadə edərək, layihələndirilən inteqral sxemin fotoşablonlarının zavodda istehsal olunmasını sifariş etmək kifayətdir.

fərqlənirlər. Diametri 200 və ya 300 mm olan süni surətdə hazırlanmış silisiüm monokristaldan almaz mişarla kəsməklə alınan nazik kəşik təbəqənin hazırlanması zamanı onu düzgün istiqamətləndirmək vacib şərtədir. Təbəqənin ölçüləri nə qədər böyük olarsa, onun üzərində bir o qədər də çox sayda kristal (mikrosxem) yerləşdirmək olar. Lakin bu yüksək texnoloji avadanlığın tətbiq edilməsini tələb edir, belə ki, təbəqənin emalı mərhələlərində onun bütün səthi boyu bərabər təsir etmək (məsələn, temperaturun sabitliyini təmin etmək) tələb olunur.

Birinci texnoloji əməliyyatdan qabaq hazırlıq işləri görülür: təbəqə yuyulur, qurudulur, cilalanır və s. Təbəqə ideal təmiz olmalıdır – bu bütün istehsal prosesində ən vacib şərtlərdən biridir. Kristal düşən kiçik toz belə zədələnməyə səbəb ola bilər, çünki elementlər arasındakı məsafə çox kiçikdir.

Birinci mərhələdə təmiz silisiümdən ibarət təbəqəni, silisiüm dioksidindən (SiO_2) olan nazik dielektrik örtüyü ilə örtürlər. Bunun üçün təbəqəni kameralarda 25 atmosfer təzyiqdə və 1000°C yaxın temperaturda oksidləşdirirlər və ya digər bir üsuldən istifadə edirlər – su buxarları ilə oksidləşmə aparılır. Bu zaman oksigen, təzyiq altında təbəqə səthinə su buxarları ilə üfürülür, alınan nazik izolyator örtüyünün bərabər paylanması üçün (zədəsiz) kameranın bütün həcmi üzrə eyni bir temperatur ciddi gözlənilməlidir.

FOTOLİTOQRAFIYA

Bu planar texnologiyanın əsas əməliyyatlarından biri olub, texnoloji əməliyyatlarda təbəqəyə seçimli təsir göstərilməsinə təminat yaradır.

Təbəqədə müəyyən tip tranzistorların hazırlanması üçün silisiüma müəyyən

qarışıqlar əlavə etmək lazımdır ki, p və n -tipi keçiriciliyi olan yarımkeçirici qurğular almaq mümkün olsun. Bu cür əlavələri təbəqəyə daxil edərək qarışıqların vurulmayacağı sahələri, məsələn, izolyator ilə örtmək tələb olunur. Onda bütün təbəqənin səthini izolyatorla örtüb, burada kimyəvi üsulla aşındırma (təbəqənin səthindən lazım olmayan yarımkeçirici, dielektrik, alüminium və ya mis keçirici sahələrinin çıxarılması prosesi) əməliyyatından əvvəl pəncərələr qoymaq olar. Bu **fotolitoqrafiya** – etalon fotoşablon üzərindəki şəkil təbəqə üzərinə köçürülməsi zamanı baş verir.

Emaldan sonra təbəqədə ultrabənövşəyi şüaların təsirinə həssas, xüsusi işıq həssas materialdan olan örtükdən ibarət şəkil qalacaqdır. Deməli, təbəqənin bu hissələrini ultrabənövşəyi lampa ilə şüalandırsaq (ekspozisiya etsək), bu hissələri örtən material aşındırmaya davamlı olacaqdır.

Fotolitoqrafiya bir neçə mərhələdən ibarət olan mürəkkəb prosedürdür. Təbəqənin səthi sentrifuganın köməyiylə bütünlüklə xüsusi material ilə örtülür: təbəqə fırlanan üfüqi disko yerləşdirilir, yuxarıdan forsunkalardan üfürülən maye məhlul işə mərkəzdənqaçma qüvvəsinin təsiriylə təbəqənin mərkəzindən kənarlarına doğru axıb paylanır.

Bu qatın qurudulması sobada ultracırıq şüalanmanın dəqiq hesablanmış dozasının təsiriylə yerinə yetirilir. Sonra təbəqəni fotoşablonla müqayisə edirlər. Əvvəllər bu əməliyyatı mikroskopun köməyiylə əllə yerinə yetirirdilər və bu zaman təbəqədəki və fotoşablondakı uyğun nişanlar üzrə müqayisə aparılırdı. Lakin indi bu işi artıq insana etibar etmirlər.

Şablon təbəqə ilə ciddi şəkildə uyğunlaşdırıldıqdan sonra, təbəqə səthi ultrabənövşəyi şüa ilə şüalandırılır və gələcək layın şəklində həkk olunmuş formada qalır. Ultrabənövşəyi işıq düşmüş

Silisiüm – silisiüm dioksidi ($\text{Si} - \text{SiO}_2$) cütünün iki əsas kimyəvi xassəsi, silisiüm texnologiyasının əsasını təşkil edir. Birincisi: bu materiallardan hər hansı birinə seçikli qaydada təsir göstərmək imkandır (belə ki, flüorit turşusu silisiüm dioksidini həl edir, silisiümün özünə təsir etmir); ikincisi silisiüm dioksidindən aşqar vurma (aşqarlar daxil edilməsi) zamanı istifadə etmək olar.

hissələr aşılınmaya qarşı davamlı olur və növbəti mərhələdə silisiüm dioksidi qatını qoruyacaqlar.

Təbəqənin aşılınmaya hazırlamaq üçün fotolitoqrafiya üsulundan başqa üsullar da var, məsələn, **elektron-şüa litografiyası** və **lazer litografiyası**. Bu zaman optik litografiyadan fərqli olaraq inteqral sxemin bütün şəklinin ekspozisiyası eyni zamanda aparılır. Kompüterin idarəsi altında elektron (və ya lazer) şüa bütün şəklə ardıcıl olaraq keçir, yəni həç bir fotoşablondan istifadə edilməsi tələb olunmur. Emal sürəti kiçik olduğundan (bir qurğuda il ərzində 60-a yaxın təbəqə emal etmək olur, fotolitoqrafiyada isə bir qurğuda il ərzində on minlərlə təbəqə emal etmək olur) bu texnika əsasən fotoşablonların istehsalı üçün istifadə olunur.

Müasir texnologiyalar fotolitoqrafiya zamanı əl bir qoruyucu materialdan istifadə etməyə imkan verir ki, bu material şüalanma nəticəsində aşılınmaya davamlı olur və ya özünün qoruyucu xassələrini itirir.

İstehsal yerlərində
mütləq təmizlik
olmalıdır.





Interaktiv sxemaların istehsal mərhələlərindən biri.

AŞILAMA

Maye aşılama, məsələn, azot turşusu ilə aşılama istifadə etmək olar. Təbəqəni, radio həvaskarlarının öz çap lövhələrini aşıladiqları qaydada emal edirlər. Cəryankeçirici layla (folqadan hazırlanmış) örtülmüş izolyatorda (tekstolit) gələcək lövhənin birləşdirici yollarının şəklini çəkilir, sonra lövhəni, məsələn, azot turşusuna salırlar. Folqanın lazım olmayan hissələrini aşılalırlar, nəticədə tekstolit üzəri açılmış olur.

Bu zaman aşılamanın nəticələrinə turşunun qatılığı, temperatur kimi bir çox faktorlar təsir göstərir. Parametrlər düzgün seçilmədikdə turşu tədricən qoruyucu layın kənarlarından sızaraq lazımlı birləşmələri sıradan çıxara bilər.

İonlaşdırılmış qazın təbii quru (plazmalı) aşılama prosesi bir istiqamətdə qəti olaraq yuxarıdan aşağıya doğru aparmağa imkan verir. Qaz, emal olunan səthlə reaksiyaya girir, nəticədə alınan əlavə uçuş məhsulları aşılamanın aparıldığı kamera tərəfindən udulur.

İstehsal prosesində aşılama qeyd olunmuş ardıcılıq gözlənilmədən dəfələrlə təkrarlanır. Aşqarların daxil edilməsi əməliyyatlarını kombinə etmə yolu ilə, yarımkeçirici laylarının tozlandırılması, lazım olmayan sahələrin aşılama, silisiumlu səthdə mürəkkəb, çoxlaylı

naxış əmələ gətirir. Bu naxış integral sxemin işlənmiş layihəsinin dəqiq təkrarı olub, yarımkeçiricilərin, izolyatorların və keçiricilərin bir-birinə birləşmələrindən ibarətdir.

Silisium dioksidinin aşılama nəticəsində dielektrikdə silisiumun hissələrini üzə çıxaran dəşiklər əmələ gəlir. Sonra fotoqoruyucu layın qalıqlarını çıxarırlar və silisium aşqarların daxil edilməsi üçün hazırlar.

DIFFUZIYA (AŞQARLARIN DAXİL EDİLMƏSİ)

Aşqarların daxil edilməsində məqsəd, silisiumun elektrik xassələrinin dəyişdirilməsi və təmiz yarımkeçiricinin p -və ya n -tipli yarımkeçiriciyə çevrilməsidir. n -tipli yarımkeçirici almaq üçün fosfordan, p -tipli üçün isə bor atomlarından istifadə etmək olar. Diffuziya iki addımdan ibarətdir: *çökdürmə* və bilavasitə diffuziya.

Birinci mərhələdə silisium səthində az miqdarda *aşqar maddə* daxil edilir. Təbəqənin digər emal mərhələlərində olduğu kimi bu zaman da onun səthi ciddi şəkildə təmizlənməlidir ki, lazım olmayan əlavələr kristalın üzünə düşməsin. 1000°C temperaturda aşqar maddə silisiumun kristal şəbəkəsinə dəli b keçir. İkinci mərhələdə diffuziya prosesi baş verir və aşqarlar silisiuma daha dərin daxil olub, bərabər paylanırlar.

BİRLƏŞMƏLƏRİN YARADILMASI

Planar texnologiya ilə alınan ayrı-ayrı qurğuları (tranzistorlar, KMOY-cütlər) öz aralarında və ola bilsin ki, xarici çıxışlarla birləşdirmək tələb olunur.

Bunun üçün silisiumla kontakda olmalı hissələrdən dioksid silinir, sonra isə təbəqənin səthi çökdürülmə yolu ilə metal layla örtülür. Metal onu buxar-

landırma biləcəkdir yüksək temperatura qədər qızdırılır. Sonra soyuyaraq qaz-şəkilli metal silisiumlu təbəqə üzünə biricins örtük şəklində kondensasiya olunur. Bundan sonra metal (adətən alüminium) fotolitografiyanın və aşılamanın köməyi ilə onun olması məqbul olmayan hissələrdən çıxarılır. Bütün bu əməliyyat *metallaşdırma* adını daşıyır.

Integral sxemlərdə yerləşdirilmiş tranzistorların sıxlığı hər dəfə artdığından, elementlər arasındakı birləşmələrin sayı da artır. Bu birləşmələri heç də həmişə bir metal layda yerləşdirmək mümkün olmur. İkinci, üçüncü və daha artıq sayda lay tələb oluna bilər. Göstərilən texnoloji əməliyyatlar çoxlu sayda təkrarlanır və bu zaman metallaşan laylar bir-birindən dielektriklə izole olunur.

Texnoloji əməliyyatlardan sonra yüzlərlə eyni cür kiçik düzbucaqlıdan (hər bir düzbucaqlı başqa təyinatlı gələcək mikroprosessor və ya integral sxemdir) ibarət olan təbəqə alınır.

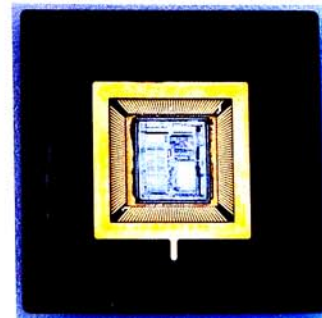
Təbəqə hələ bir neçə əməliyyatdan keçməlidir: ayrı-ayrı çiplərə kəsilmə, integral sxemlərin yığılması, testləşdirmə. Axırncı əməliyyat mikroprosessorlardan neçəsinin yararsız olacağını, neçəsinin isə kompüterlərin, avtomo-

EHM YADDAŞININ TƏKAMÜLÜ

Məlum ifadəni çevirməklə demək olar ki, "kiçik və sürətli yaddaş olan bahalı kompüter almaqdan, böyük və az sürətli yaddaş olan ucuz kompüter almaq daha yaxşıdır". Lakin böyük yaddaş kiçiyə nisbətən, sürətli isə, az sürətliyə nisbətən daha bahadır. Buna görə də istehsalçı və istehlakçı qiymət, yaddaş həcmi və sürət arasında kompromis axtarmağa məcbur olur və kompüterin optimal işləməsi üçün, müxtəlif tip yaddaşların kombinasiyasını qurmağa çalışırlar.

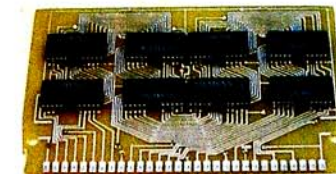
Kompüterin naqillərlə əlaqələndirilən komponentləri öz aralarında infor-

Aşılama zamanı silisiumun səthi üzərində, təbəqə ilə olan kontaktların keyfiyyətinə təsir göstərən pillələr əmələ gəlir. Yeni metod metalların naxışlanmasına bənzədiyinə görə Damaşq texnologiyası adlanan üsulla metallaşmanı yerinə yetirməyə imkan verir. Bu ad, üsul müəyyən mənada metalda naxış açmaya bənzədiyindən verilmişdir. Dioksidin səthində qabaqcıdan aşılama çiqirləri metal layı hopdurulur. Metal bu çiqirləri dolduraraq kontakt birləşmələri yadılır. Sonra səth cilalanır və artıq metal çıxarılır. Bu üsul yararlı mikrosxemlərin istehsalını artırmağa imkan verir. XX əsrin əvvəllərində bu texnologiyanın daha müxtəlif formalarından istifadə edilməyə başlandı.



Mikroprosessor.

billərin, mikrodalğalı sobaların və s. istehsalında istifadə ediləcəyini müəyyən edir.



Yaddaş.



Şin yalnız prosessor və yaddaş deyil, həmçinin EHM-in digər komponentlərinə də xidmət edir. Şinlər verilənlərin ötürülməsi ilə yanaşı, ona qoşulan qurğuların iş sürətlərinin uyğunlaşdırılması üçün də istifadə olunur. Bunun üçün o, şinin informasiya qəbul edib və ya göndərməyə hazır olub-olmadığını təyin etməyə imkan verən məxsusi siqnallar hasil edir. Burada vacibdir ki, şinin və ona qoşulan bütün qurğuların məhsuldarlıqları öz aralarında uyğunlaşdırılmış olsun. Sürətli prosessor və zəif sürətli yaddaş və ya sürətli prosessor və yaddaş zəif sürətli şinlə bir araya gətirmək ağlısızlıq olardı.

Ferromagnitliklər – güclü maqnit nüfuz etmə qabiliyyətli (məsələn, dəmir, nikel, kobalt) maddələrdir. Onlar xarici sahənin təsirində maqnitləşmə qabiliyyətinə malikdirlər. Fransız alimi Andre Mari Amper belə bir fərziyyə irəli sürmüşdü ki, molekul və atomların daxilində elementar cərəyanlar dövr edir. Maddənin maqnitləşdirilmiş vəziyyətində elementar cərəyanlar elə istiqamətləndirilmiş ki, onların təsirləri toplanır.

məxsusi xarakteristikalarından (naqillərin sayı, siqnalın keçmə sürəti və s.) asılı deyil, əslində belə deyil, onda yaddaş aşağıdakı üç əsas meyar üzrə qiymətləndirmək olar: qiymət, həcm və informasiyaya müraciət zamanı.

Yaddaşın prinsipial fərqli formalarının bütün çoxluğu içərisindən əsas iki qrupu: *operativ yaddaş* və *xarici yaddaş* ayırmaq olar. Kompüterin prosessoru *operativ yaddaş*ə tez-tez müraciət edir, burada informasiyanın oxunması və yazılması kifayət qədər yüksək sürətlə baş verir. Xarici, uzunmüddətli yaddaşda

isə kompüter böyük həcmli informasiya saxlayır və ona demək olar ki, az-az hallarda müraciət edir. Qənaətcillik baxımından *operativ yaddaş* xarici yaddaş nəzərən həcmcə həmişə kiçik olur.

Hesablama texnikasının bütün tarixi boyunca həm *operativ*, həm də *xarici yaddaş* durmadan təkmil yol ilə inkişaf edir: məhsuldarlıq və həcm artır, qiymət azalır. Tətbiq olunan texnologiyalar filmdeki kadrlar kimi bir-birini əvəz edir. Elektron-şüa borularındakı və ultrasəs xətlərindəki yaddaş ferrit nüvəciklərdəki yaddaşla əvəz olunur. Yarımkeçiricilər və KMOY-sxemlərdəki yaddaş ferrit yaddaş əvəz edir. Bu proses uzun müddətli yaddaşla da baş verir.

60-70-ci illərdə yarımkeçiricilər əsasında olan yaddaş baha başa gəlirdi və cərəyan kəsilmə kimi onun tərkibi də silinirdi (nə verilənlər, nə də proqramlar saxlanılırdı). Buna görə də problemin yeni həllərini axtarırdılar. Yeni çox saylı araşdırmalar sürətli və etibarlı sayılan yaddaşın yaradılmasına səbəb olurdu, lakin tezliklə o da yeni texnologiyaların köməyiylə sıxışdırılıb aradan çıxarıldı, bəzən isə ümidləri doğrultmayan səhvlər də baş verirdi.

QABARCIQLI YADDAŞ

Bu cür uğursuzluqlardan biri 1966-cı ildə Bell Labsda (ABŞ) işlənib hazırlanmış qabarcıqlı yaddaş (*ing. bubble memory*) adlanan qurğudur. Bu qurğu verilənləri nazik maqnit material üzərində maqnit domenlər şəklində yaddaş saxlayırdı. Maqnit material kimi, məsələn, ferroqranatdan istifadə edilirdi.

Əgər təbəqəni əvvəlcədən maqnitləşdirib, sonra isə onun üzərinə maqnitləşdirmə istiqamətində müəyyən səviyyəli maqnit sahəsi qoysaq, onda domenlər ayrı xətt formasından qabarcıq formasına çevrilir. Buna görə də yaddaş

qabarcıqlı yaddaş adını almışdır. Əslində domen silindri formasına malikdir, onun oxu isə təbəqəyə perpendikulyardır. Materialın müəyyən nöqtəsində domenlərin olması 1 kimi, olmaması isə 0 kimi qəbul olunurdu. 1 sm² layda 16 milyona qədər domen yerləşdirilə bilirdi, başqa sözlə desək qabarcıqlı yaddaşın həcmi 16 Mbayta qədər idi.

Bu cür yaddaş daha bir maraqlı xassəyə malik idi. Zəif xarici maqnit sahəsinin təsiri nəticəsində ferromagnit materiallı təbəqədə domenlər əvvəlcədən verilmiş istiqamətlərdə yüksək sürətlə hərəkət edirdilər. Bu isə mexaniki hərəkət edən hissələri olmayan yaddaş qurğusunu yaratmağa imkan verdi. Belə ki, yaddaşdan informasiya oxunması üçün domenləri oxuyan qurğuya doğru ardıcıl olaraq yönəltmək tələb olunurdu. Qabarcıqlı yaddaşın daha bir vacib xüsusiyyəti, elektrik cərəyanı olmadığı halda özünün maqnitliyini saxlamaq qabiliyyəti idi. Yəni, bu yaddaşın əsasında asanlıqla, enerjiyə asılı olmayan, proqramları dəyişdirilə bilən daimi yaddaş qurğusu DYQ və ya ROM (*ing. read only memory*) alınır.

Bu orijinal elmi ideya artıq 90-cı illərin əvvəlləri üçün daha ucuz və sürətli, proqramları elektron dəyişdirilə bilən daimi yaddaş – EEPROM (*ing. electrically erasable program-mable read-only memory*) tərəfindən tamamilə sıxışdırılıb çıxarılımışdı.

YÜK RABİTƏLİ QURĞU

Digər dahiyanə ixtira CCD (*ing. charge coupled device*) və ya YRQ-yük rabitəli qurğudur. İşığa həssas bu tip yarımkeçirici 1969-cu ilin sonunda Bell Labsda amerikalılar Uilyam Boyl və Core Smit tərəfindən yaradılmışdı. CCD informasiyanın kompüterdə saxlanması üçün də nəzərdə tutulmuşdu, lakin qurğu yaddaş kimi istifadədə çox ləng idi, buna

Domenlər (*frans. "domaine" – "saha"*) – daxilindəki bütün metalları yalnız bir istiqamətdə maqnitləşdirilən kifayət qədər böyük atom qruplarıdır. Maqnitləşdirmə adətən əsas kristallik oxlardan birinin boyunca aparılır. Metalların maqnitləşdirilməsi zamanı, tətbiq olunmuş sahə istiqamətində maqnitləşdirilmiş domenlər qonşu atomların hesabına, "böyüyürlər". Əgər sahə zəifdirsə, onda bu dəyişiklikləri geri qaytarmaq olur və onlar çox da böyük olmur. Əksinə çox güclü maqnit sahəsində bəzi domenlər sahənin istiqamətini alırlar, baxmayaraq ki, bu istiqamət kristalın heç bir oxu ilə üst-üstə düşmür. Domenlər fiziki ölçülərinə görə çox kiçikdirlər, onları yalnız çox güclü mikroskopun köməyiylə görmək olar. Lakin atomlara nəzərən bu elementar maqnitliklər çox böyük yığına bənzəyirlər.

baxmayaraq sensor kimi bu qurğu ideal idi.

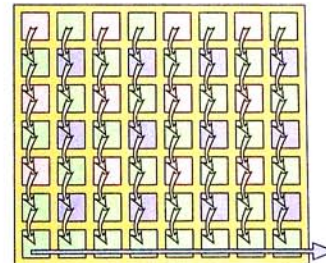
CCD ekspozisiya zamanı işıq axınının yüklər şəklində "yaddaş saxlayan" işığa həssas elementlər matrisindən ibarət idi. Sonra yük rabitəli qurğu şəkil haqqında informasiyanın ötürülməsini təmin edir. Bir addıma yüklər matrisin sıraları üzrə bir sətir aşağı hərəkət edirdilər. Axırncı sətir irəliləmə registri adlanan hissəyə düşürdü. Buranı "törk edən" signal güclənib rəqəm formasına çevrilirdi. Proses o vaxt sona çatdırılırdı ki, CCD matrisi bu qayda ilə tam şəkildə oxunmuş olsun.

CCD 1975-ci ildə videokamera və skanerlərdə, 1980-ci ildə isə ilk rəqəmli fotoaparatlarda öz tətbiqini tapmışdı.

Mikrosxemlərin əsas komponentləri kameralarda işığa həssas material kimi istifadə olunan KMOY-yarımkeçiriciləridir. 90-cı illərin əvvəllərində KMOY-sensorların həssaslığı xeyli

Yük rabitəli qurğu matrisin elementləri arasında yükün verilməsi qaydasına görə belə adlandırılıb.

YRQ (CCD)-nin iş sxemi.



Qabarcıqlı yaddaşın domenləri belə görünür.





► Lent çevirən mexanizm.

artmışdı və onların işlətdiyi gərginlik azalmışdı.

KMOY-sensorun aktiv elementlərindən yüklərin oxunması paralel sxem üzərində yerləşir. Bu isə ixtiyarı müərciəti təmin edir, matrisi bütövlükdə deyil, yalnız onun müəyyən sahələrini oxumaq olur. CCD-yə nəzərən matrisin oxunması sürəti daha yüksəkdir. Belə ki, CCD-ə bütün yüklər yeganə irəliləmə registrlərindən çıxır. KMOY-sensor həmçinin təsvirin ölçülərini kiçiltməyə də qadirdir. İqtisadi baxımdan CCD-sxemlərinin ayrıca istehsalını saxlamaq qeyri-rentabellidir. Belə ki, analoji KMOY-sensorların istehsalını KMOY-mikroprosessorların istehsalı olduğu adı zavodda təşkil etmək olur.

Ehtimal etmək olar ki, XXI əsrin əvvəllərində CCD-matrisini KMOY-matrislər əvəz edəcək və CCD texnologiyası yaddan çıxacaqdır. Təsəffüf deyildir ki, CCD və qabarcıqlı yaddaş tranzistorundan fərqli olaraq Bell Labsın "dünyanı dəyişmiş" on ən böyük ixtirası siyahısına düşmüşdür.

XARİCİ YADDAŞ QURĞULARI

Kompüterin operativ yaddaşı sürətlə işləməlidir, lakin həttə XXI əsrdə də bu əvvəlki kimi kifayət qədər bəla başa gəlir. Nəzəri olaraq fərz etmək olar ki, operativ yaddaşa qiyəti qədər ucuz-



laşacaq ki, o, EHM-də yeganə yaddaş olacaqdır. Lakin hələ ki, bu yaddaşa çox böyük həcmli informasiya sığmır. Bundan əlavə hələ də operativ yaddaşaşın tərkibi EHM cərəyandan ayrılan kimi silinir. Bu isə sübut edir ki, kompüterin xarici yaddaşı ucuz və böyük həcmli olmalıdır.

Xarici yaddaşaşın bir qrupu *ixtiyari müərciət* qurğuları, digəri isə *ardıcıl müərciət* qurğularıdır. Hal-hazırda çox nadir hallarda istifadə olunan maqnit lentli ardıcıl müərciət qurğularına tipik misal ola bilər. Burada verilənləri yalnız ardıcıl olaraq oxumaq və ya yazmaq olur. Ardıcılıq pozduqda, lentin lazımı yerə qaytarılmasını uzun müddət gözləmək lazım gəlir.

Maqnit lentlər, böyük tutuma malik olsalar da, kifayət qədər ləng sürətlə ardıcıl müərciət qurğularıdır. Maqnit lentlərlə iş üçün müasir qurğular – *strimerlər* artırılmış yazılış sürətinə (dəqidədə bir neçə meqabayt) malikdirlər. Maqnit lentlərin ucuzluğu, strimerlərdən informasiyanın uzunmüddətli dövr üçün saxlanılmasında istifadə edilməsinə şərait yaradır. Strimerin bir kassetinin həcmi yüzlərlə və minlərlə meqabaytla ölçülür.

İxtiyari müərciət qurğuları, verilənlərin ixtiyari hissəsini təxminən eyni bir müərciət zamanında almağa imkan verirlər. İxtiyari müərciət qurğularından ən geniş yayılmış *disketlər*dir. Disketlər

3,5 düym (1 düym = 2,54 sm) ölçülü plastik "zərfə" qablaşdırılmış kiçik maqnit disketlərdir. Disketlər mexaniki zədələrdən qorunurlar və onları asanlıqla pencəyin cibinə yerləşdirib gözdirmək olar. Verilənlər iki tərəfdən diskin səthində yerləşdirilmiş konsentrik maqnit cığırılarda saxlanılır. Disketlərdəki informasiyanı oxuyan və ona informasiya yazan qurğu *yumşaq maqnit disketlər üçün disk sürən* adlanır. Onun daxilində diskin sərhəddindən mərkəzə doğru addımlı mühərriklə radial hərəkət edən iki maqnit başlıq var. Disketin özü kiçik sürətlə fırlanır. Nəticədə, bir dövrün davam etməsindən çox olmayan zaman müddətində, disketin ixtiyari yerində yazılış və ya oxunma aparmaq olur.

Disketin maksimal tutumu 2,88 Mbaytdır. Disketlə iş zamanı verilənlərin ötürülmə sürəti çox da böyük deyildir: təqribən saniyədə bir neçə kilobayt. Orta müərciət zamanı isə 256 mikrosaniyədir.

3,5-düymü disketlərə qədər 5,25- və həttə 8-düymü disketlər mövcud idi. Kiçik disketdən fərqli olaraq onlar yumşaq karton zərflərə yerləşdirilirdilər. 8-düymü disket cəmi 0,3 Mbayt, 5-düymü isə 1,2 Mbayta qədər informasiya tutumuna malik idi. 80-ci illərin sonunda 3,5-düymü disketlərə çox bənzəyən tam 3-düym (plastik qablaşmada) ölçülü disketlər buraxılırdı. Lakin onlarda yerləşdirilə bilən informasiyanın həcmi az olduğundan, bu disketlər tezliklə dəbdən düşdülər.

Çıxarılmalı maqnit disketlər böyük EHM-də çoxdan istifadə edildilər. Çıxarılmalı maqnit daşıyıcısına – vinçestərə (disk konstruktiv olaraq ötürücü ilə bir vahid blokda birləşdirilib) keçid diskin fırlanma sürətini (dəqidədə bir neçə min dövrə qədər) və yazılışın sıxlığını kifayət qədər artırmağa imkan verdi. 2000-ci il kompüterlərində vinçestərlərin tutumu onlarla gıqabaytlarla,

MAQNİT YAZILIŞ

Maqnit yazılış artıq 100 ildən çoxdur ki, mövcuddur, bununla belə o, müasir cəmiyyətin ən qabaqcıl texnologiyalarından biri olaraq qalır. Yazılış üçün ilk qurğu 1898-ci ildə, o zamanlar Danimarka telefon kompaniyasında işləyən danimarkalı mühəndis Volde-mar Poulsen (1869-1942) tərəfindən yaradılmışdı.

Poulsen laboratoriya boyunca çəkilmiş polad royal simindən istifadə etmişdi. Yazılış və oxunma sim boyunca mikrofon və xüsusi maqnitli yumşaq materialdan (praktik olaraq qalıq maqnitləşməsi olmayan) hazırlanmış nazik mil olan valı hərəkət etdirən vintli mexanizmin köməyiylə aparılırdı. Sargılar mili solenoidə (yun. "sollen" – "borucuq" və "eydos" – "forma") – maqnit sahəsinin həyəcandırıcısına çevirirdi. Solenoidə cərəyan verdikdə, milin sonunda maqnit sahəsi formalaşır və bu sahə sargıdakı cərəyanın rəqslərinə tam uyğun olaraq dəyişdirilirdi. Bu maqnit sahəsi solenoidin maqnit sahəsinin gərginliyinə mütləq qalıq maqnetikləri – polad sərt-maqnit naqildə (qalıq maqnitləşməni saxlayan) yazılış elementləri yaradır.

Yazılışın təsviri zamanı maqnit keçiricisi kimi işləyən həmin mil tətbiq olunurdu. O, sim boyunca hərəkət edərkən yazılmış maqnit sahəsinin dəyişmələrini qəbul edirdi. Sargıda elektrik cərəyanı yaranırdı və sonra bu cərəyan səs rəqslərinə çevrilirdi.

Poulsen birinci olaraq mili olan universal maqnit başlığı yaratdı. İndi o, kompüterlərin maqnit yazılış qurğularında istifadə olunur.

Maqnit lent – asetat əsaslı toz halında olan ferromaqnit materiallı (dəmirin qamma-oksidi) lent XX əsrin 30-cu illərində BASF firması tərəfindən yaradılmışdı.

verilənlərin ötürülməsi sürəti isə saniyədə yüzlərlə meqabaytla, müərciətin orta zamanı millisaniyələrlə ölçülür. XXI əsrin əvvəllərində kompüterlərində bu xarici yaddaşaşın əsas formasıdır.



Strimer.

Voldernar Poulsen.



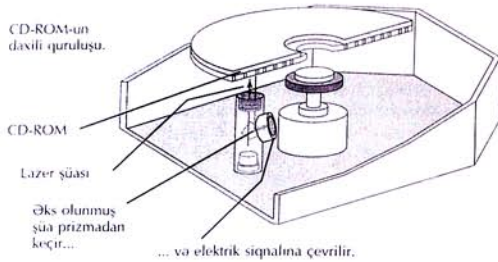
Çıxarılmalı bilməyən maqnit daşıyıcısının birinci qurğusu, hər biri 30 Mbayt tutumlu iki diskdən ibarət idi. Yaddaşaşın ümumi tutumu 30/30 kimi işarə edilirdi. Bu isə "Vinçester" firmasının məşhur tufənginin adı ilə üst-üstə düşürdü. Hesab olunur ki, kompüterin bu vacib detalları öz adını buradan götürüb.



"Mənə yaddaş lazımdır!"



CD diski Philips firması tərəfindən musiqi yazılışı üçün işlənib hazırlanmışdır. Diskin tam tutumu təqribən 650 Mbayt, səsləndirmə müddəti isə 74 dəqiqədir. 44100 Hers tezlikli 16-bitlik kodlaşdırma üçün təqribən 170 kbayt/saniyə sürəti tələb olunurdu.



Məişət optik audiodisk-lər (lazer disklər və ya CD) ardınca optik disklər geniş yayıldılar. CD-ni kompüterdə oxuya bilən qurğu CD ROM adlanır. O, kompakt disklərin səsləndiricilərlə çox oxşardır və mexaniki olaraq yumşaq disklər üçün nəzərdə tutulmuş disksürənlərin quruluşuna analoji. Lakin onlarda informasiya olan yeganə spiral cığır (adi vinil plastinlərdə olduğu kimi) olur, oxunma zamanı dalğa uzunluğu 780 nm olan infraqırmızı lazerdən istifadə olunur. CD-ROM həmçinin kompüterdə audiodisk-lərin səsləndirilməsinə imkan verir. Kompakt-disk



Yaddaş flash-kartları (solda); 8, 5 və 1-düymü disklər (sağda).

diametri 120 mm, qalınlığı isə 1,2 mm olan şəffaf polimerdən (məsələn, polikarbonatdan) hazırlanır.

CD-ROM verilənləri əks etdirən səthdə 1,6 mkm addımlı spiral cığırda yerləşdirilən ikilik sıfır və birləri işarə edən mikroskopik oyular formasında saxlayır. Bu oyuların dərinliyi 0,13 mkm, eni 0,5–0,8 mkm, cığır boyunca minimal uzunluğu isə 0,834 mm-dir. Verilənlərin ötürülmə sürəti saniyədə bir neçə meqabaytdır, müraciətin orta zamanı isə onlarla millisaniyədir.

CD-ROM-un üstünlükləri onun münaib qiyməti (1 ABŞ dollarından da ucuz) və böyük informasiya tutumudur (600–700 Mbayt). Praktiki olaraq bütün müasir program təminatı CD vasitəsilə yayılır. Onlara multimedia böyük tədris ensiklopediyaları, oyunlar, videofilmlər və s. yazılır.

CD-RW (*ing.* ReWritable) disklərində silinmə və yazılış proseslərini dəfələrlə təkrarlamaq mümkündür. Onları 700 Mbayt tutumu və informasiyanın qorunub saxlanması üçün daha yüksək etibarlılığı fərqləndirir.

XXI əsrdə buraxılan fərdi kompüterlərin çoxunda artıq disketlər üçün disksürənlər yoxdur. XXI əsrin əvvəlində kompüterdə istifadə olunan qurğuların tam olmayan siyahısına maqnit-optik diskləri, çıxarılabilən maqnit kartları. DVD-ROM-u, kartlardakı flash-yaddaşı (yüzlərlə meqabayt tutumu olan) daxildir.



STANDARTLARIN MÜHARİBƏSİ

80-ci illərin ortalarında JVC firmasının mütəxəssislərindən biri qeyd etdi ki, əgər VHS-kassetlərinin yeni standartlarının dəyişmə tezliyi indiki sürətlə artsa, onda 2005-ci ildə standartlar hər 5 dəqiqədən bir dəyişəcək. Lakin VHS standartı ən müasir videomaqnitafonda yazılmış kasetlərə yeni funksiyaların heç yarısını da təmin etməyən köhnə videomaqnitofonlarda baxmaq olar. İnsan yalnız VHS-kassetlərin hər hansı bir yeni avadanlıqla, məsələn, DVD-qoxfunksiyalı rəqəmsal disk ilə əvəz olunmasından qorxmalıdır.

Buna bənzər bir şey XX əsrə qədər kompüterlərlə baş verirdi. İstifadəçi informasiyanı vaxtılı-vaxtında köhnə daşıyıcılardan yenilərinə, məs., 5-düymü disklərdən 3-düymülərə, 3-düymü disklərdən CD-ROM-a və s. keçirməli idi.

Lakin DVD informasiya daşıyıcılarının yaranması ilə hər şey dəyişdi: DVD CD-ROM-la eyni ölçülərə malik olsa da, formatdan asılı olaraq həqiqətən də nəhəng tutuma (4,7-dən 17 Gbayt qədər) malikdir. DVD-də yazılışın yüksək sıxlığına nail olmaq üçün dalğa uzunluğu 635–650 nm olan qırmızı lazer tətbiq olunur. Oyunun minimal uzunluğu cəmi 0,4 mkm təşkil edir, cığır isə 0,74 mkm addımlı olur. DVD-lər ikiqat və ikitefəlli ola bilər.

DVD texnologiyasında bir zəif nöqtə var ki, bu da DVD diskləri və səsləndiricilərinin bir-birilə uyğun olmayan müxtəlif standartlarda olmasıdır. 1999-cu ilin əvvəllərindən Hitachi, Toshiba və Panasonic firmaları adi kompüter DVD ROM-səsləndiricilərlə və DVD-disklərinin məişət səsləndiricilərlə pis uyğun yazan DVD-ROM qurğuları buraxırdılar. Bir dəfə və bir neçə dəfə yazıla bilən DVD+RW disklərin formatını Hewlett-Packard, Ricoh, Philips və Yamaha firmaları dəstəkləyirdilər. Yazılmış disklər



Qapağı çıxarılmış vinçester.

o saat DVD-səsləndiricilərdə oxudulurdu. Üçüncü, lakin axırıncı olmayan variant Pioneer firması tərəfindən hazırlanmış DVD-RW texnologiyası idi. Yazan qurğularda bir dəfə yazıla bilən disklərdən istifadə etmək olar. Onları Pioneer firmasının praktiki olaraq ixtiyarı DVD-pleyerində və çox vaxt digər firmaların DVD-səsləndiricilərdə oxutmaq olur.

İstifadəçi bu qədər çox saylı standartlardan necə baş çıxarsın, nə seçsin? Bəlkə bu firmalar arasında hansımsa lider olmasını gözləmək lazımdır? Hələlik isə evə gəlib diski DVD-pleyerə və ya kompüterə daxil edərək, diskin oxunmamasına və ya kinonun göstərilməsinə şahid olmaq olar.

KEŞ BİZƏ KÖMƏK EDƏCƏK

Processor hər şeydən tez verilənləri özünün çox sürətli yaddaşından (registrlərdən) oxuyur və ya yazı bilər. Daha sonra müraciət sürətinin azalma ardıcılığı ilə əsas yaddaş və xarici yaddaş gəlir. Əgər bütün yaddaş çox sürətli olsa idi, kompüterin məhsuldarlığı kifayət qədər yüksələrdi. Lakin bunu yerinə yetirmək çox baha başa gəlir. Bu işdə, operativ yaddaşa nisbətən sürətli, böyük olmayan həcmli yaddaş – keş-yaddaş köməyə gəlir.

Processor əsas yaddaşa bayt yazarkən, bayt və onun əsas yaddaşdakı ünvanı eyni zamanda keş-yaddaşa da daxil edilir. Hər dəfə processor hər hansı bir baytı oxumaq istədikdə, əvvəlcə analiz aparılır: bu ünvanlı bayt sürətli keş-yaddaşa varmı? Əgər varsa, bayt keş-yaddaşdan oxunur. Əgər yoxdursa, bayt əsas yaddaşdan keş-yaddaşa köçürülür və eyni zamanda processora ötürülür.

Nəticədə zamanın hər bir anında əsas yaddaşın ən çox istifadə olunan hissəsinin təkrar keş-yaddaşa köçürülməsi olur və ona tez zamanda müraciət etmək mümkün olur. Keş-yaddaş prinsipindən vinçesterlə, CD-ROM-da və digər qurğularda istifadə olunur.



IBM FİRMASININ "ŞAN-ŞÖHRƏTİ VƏ ACİZLİYİ"

1976-cı ildə JVC (Victor Company of Japan) kompaniyası VHS (Video Home System) videoyazılış formatını və VHS kasetlərini işləyib hazırlamışdı. 1978-ci ildə birinci portativ VHS-videomaqnitofonu buraxılmışdı.

MAVİ NƏHƏNG BAZARA GƏLİR

XX əsrin 80-ci illərinin əvvəllərində kompüter istehsalının yeni sahəsi olan fərdi EHM-lər günü-gündən özü haqqında daha çox səs salırdı. 1981-ci ildə 700 min fərdi EHM satılmışdı, növbəti il üçün satışın minimum iki dəfə artacağı proqnozlaşdırılırdı. Biznesin bu hissəsinin böyük EHM-lərin istehsalında lider olan ABŞ-in ən böyük elektron korporasiyalarından biri olan IBM firması da göz-dən qaçırmamışdı.

1981-ci il avqustun 12-də IBM özünün IBM PC (Personal Computer) adlandırılmış ilk fərdi EHM-ni yaratdı. O, Intel 8088 prosessorundan (Intel 8086 prosessorunun 8-bitlik versiyasından), 64 Kbayt həcmli yaddaşdan, 160 Kbayt tutumlu yumşaq diskler üçün disksürəndən (və ya 2 diskovoddan) istifadə edirdi. Kompüterin DYQ-da (daimi yaddaş qurğusunda) interpretator – BASIC dili yerləşdirilmişdi. Eyni zamanda program

və texniki spesifikasiyalar buraxılmışdı ki, onlar da digər firmaların mütəxəssislərinə kompüterin funksiyalarını genişləndirmək üçün lövhələr hazırlamağa imkan vermişdi.

Həmin il satılmış IBM PC maşınlarının sayı ümumi satış həcminin 4%-ini təşkil etmişdi. Fərdi EHM-lər bazarında liderlər aşağıdakı firmalar idi:

- Radio SHACK – 26%;
- Apple – 25%;
- Commodore – 10%;
- Nippon Electric – 5%.

1983-cü ildə IBM yeni – PC XT (eXtended Technology) modelini istehsal etdi. Maşın artıq 10 Mbayt tutumlu vinçestrerlə, əlavə lövhələr üçün üç qoşma konstruksiyalar ilə təhciz olunmuşdu. Operativ yaddaş 128 Kbayt idi, lakin 640 Kbayt qədər genişləndirilə bilərdi. Disklərə 360 Kbayt informasiya yazılırdı. Əməliyyat sistemi kimi Microsoft firmasının MS DOS dialog sistemindən istifadə edilirdi.

IBM kompüterləri Apple firmasının maşınları ilə müqayisədə bütün göstəricilər üzrə uduzurdular. Lisa kompüterini IBM PC-nin yanında gələcəkdən gəlmiş qonağa bənzəyirdi. Takt tezliyi 8 Mhers olan 32-bitlik Motorola 68000 prosessorundan istifadə edən və pəncərə əməliyyat sistemi ilə təhciz olunmuş Macintosh firmasının maşını isə IBM-i kölgədə qoydu.

IBM firmasının fərdi kompüterlər bazarındakı mübarizəsinə kömək olan əsas səbəblərdən biri, korporasiyanın nəhəng maliyyə cəhətlərini göstərməkdir. Bu cəhətlər hesabına firma uzun müddət özində keyfiyyətdə uduzan kompüter buraxa bilməmişdi. Digər əsas səbəb isə IBM PC maşınlarının arxitekturasının açıq tipli olmasıdır. Bu 1982-ci ildə IBM PC-nin birinci surətinin – IBM PC ilə uyğunlaşdırılmış Compaq



IBM firmasının
Mainframe
kompüterini.
XX əsrin
80-ci illəri.



maşınının yaranmasına gətirib çıxardı. Sonralar bu cür maşınlar IBM PC compatible (uyğunlaşdırılmış) adlandırıldı. IBM isə heç də yaxşı olmayan IBM-compatible kompüterlərin istehsalını davam etdirdi.

Çox vaxt IBM PC-nin həyata davamlılığının səbəbini Intel prosessorunda görürlər.

INTEL. "ÇATDIRARIQ – DÜZƏLDƏRİK"

Adətən yeni arxitekturanı mütəxəssislərin kiçik qrupu yaradarkən, ayrı-ayrı hissələr bir-birinə çox yaxşı uyğunlaşdırılmış olur. Lakin bunu 80x86 prosessorları haqqında demək olmaz. Bu, verilən arxitekturanı on illərlə inkişaf etdirmiş müstəqil mütəxəssislərin bir neçə qrupunun məhsuludur. Bu qruplar başlanğıc komandalar yığınınə hər dəfə yeni-yeni imkanlar əlavə etmişdilər.

1978-ci ildə 8-bitlik 8080 mikroprosessorunun genişlənmiş variantı olan Intel 8086 prosessoru ortaya çıxdı. Prosessor 16-bitlik idi, bir cəmləyicinin bazasında qurulmuşdu, lakin yeni registerlərə zənginləşdirilmişdi. Bu arxitekturanın praktik olaraq hər bir registri dəqiq müəyyən olunmuş təyinatla malik idi. Programlaşdırmanın ölvərişliliyi nöqtəyindən Intel 8086 ümumi məqsədli registerləri olan daha mütərəqqi prosessorlar sinfinə uduzurdur. 8088 versiyası (verilənlərin 8-bitlik xarici şinilə) sonralar bütün dünyanı fəth etmiş IBM PC

seriyalı kompüterlərin əsasını təşkil edirdi. 1980-ci ildə sürüşkən vergüllü 8087 soprosessoru buraxıldı. Bu isə 8086-nın arxitekturasına həqiqi ədədlərlə iş üçün onlarla komanda əlavə etməyə imkan verdi.

1982-ci ildə 80286 mikroprosessorunun yaranması köhnə 8086 arxitekturasının sonrakı genişlənməsini təmin etdi. Ünvan fəzası 24 mərtəbəyə qədər (16 Mbayt) genişlənməmişdi, eləcə də komandalarn sayı da artmışdı. 8086 ilə uyğunlaşdırılması üçün 80286-da real ünvanlar adlandırılan rejim nəzərdə tutulmuşdu.

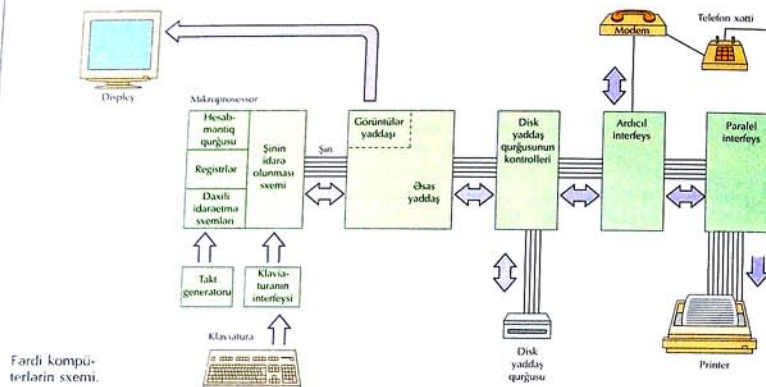
1987-ci ildə 80386 mikroprosessoru yaradıldı. 32-bitlik registrlə və 32-bitlik ünvan fəzalılı 32-bitlik arxitektura əlavə olaraq, 80386 mikroprosessorunda yaddaşın səhifəli təşkili imkanları və bəzi əlavə komandalar meydana gəldi. Nəhayət ki, sonsuz sayda əlavə işlər praktik olaraq 80386 prosessorunu ümumi təyinatlı registerləri olan prosessorla çevirdi. Əvvəlki modellər kimi o, 8086 üçün yazılmış programların yerinə yetirilmə rejiminə malik idi. Yaddaşın səhifəli təşkili və 32-mərtəbəli arxitekturası bu platformada UNIX əməliyyat sisteminin quraşdırılmasına şərait yaratdı. Sonrakı 80486 (1989-cu il) və Pentium (1993-cü il) prosessorları məhsuldarlığın artırılmasına yönəldilmişdilər və çoxprosessorlu işin təminatı üçün yalnız bir neçə yeni komanda əlavə etdilər.

80x86 prosessorlarının əvvəlki versiyaları ilə uyğunlaşdırılması kimi ağır bir miras, təəccüblü olsa da, Intel prosessorlarının geniş yayılmasına təsir etməmişdi. Fərdi kompüterlərin beş prosessorundan dördü möhür bu arxitektura əsasında qurulmuşdur.

1486-dan başlayaraq prosessorlarda RISC-prosessorların bəzi xüsusiyyətləri vardı. Məsələn, on çox istifadə olunan komandalar bir takt ərzində yerinə yetirilirdi. Pentium prosessoru, RISC-



«Vinçester».



i486SX, i486DX, i486DX2 və i486DX4 prosessorları 8 Kbayt tutumlu daxili keş-yaddaş və 32-bitlik verilənlər şini olan 32-bitlik prosessorlardır. i486SX prosessorunda sürüşən nöqtəli soprosessor yoxdur. OverDrive və i486DX2 markalı prosessorlarda takt tezliyi iki dəfə, i486DX4 prosessorunda isə 3 dəfə artırılır. Bu isə prosessorun məhsuldarlığını demək olar ki, iki dəfə artırır.



MMX-göstəriciləri 8x8 ölçülü tam ədədli 8-bitlik matrislə sadə komandalara yerinə yetirməyə imkan verir. Bu MPEG-kinoifilm-ləri göstərilməsində, MP 3 formatlı musiqi dinlənilməsində və JPEG alqoritmlərilə sıxılmış şəkilləri nəzərdən keçirilməsində istifadə olunan diskret konus çevirməsinin yerinə yetirilməsini tezləşdirir.

arxitektura elementlərinin tətbiqilə 80×86 prosessorlarının inkişafında yeni bir mərhələ açdı. 1486 prosessorlarının fərqli olaraq onlarda məhsuldarlığı artıran, 8 Kbayt tutumlu komanda və verilənlərin ayrı-ayrı keç-yaddaşlardan istifadə edildirdi. Prosessorun əsas komandaları iki müstəqil icra qurğulan – konveyerlər üzrə paylanırdı. Birinci konveyer ixtiyari komandaları yerinə yetirirdi, ikinci konveyer isə tam ədədi sadə komandaları və sürüş-kən vergüllü bəzi komandaları yerinə yetirirdi. Komandalar konveyerlərə eyni zamanda göndərilirdi, daha mürəkkəb komanda birinci konveyerə, daha sadəsi isə ikinci konveyerə verilir. Təəssüf ki, belə iş tam ədədi komandalardan möhd çoxluğunda mümkün idi.

Demək olmaz ki, Intel firması XX əsrin 80-ci illərində "yaradarıq – düzəldərik" texnologiyasından əl çəkmişdi.

90-cı illərdə Pentium prosessorlarının multimedialı genişlənməsi olan MMX (*ing.* Multi-Media eXtension) modifikasiyası yaradıldı. Multimedialı genişlənmədə 64-mərtəbəli 8 registr hesabına onlarla yeni komanda əlavə olundu. MMX-registrlərinə yiyələnmək üçün sürüşkən vergüllü əmrləri yerinə yetirərək istifadə olunan registrlərə yiyələnmə mexanizmi tətbiq olunurdu ki, bu da komandanı eyni zamanda yerinə yetirilməsinə imkan verirdi.

Qeyd etmək lazımdır ki, növbəti Pentium II prosessorunda bu nöqsan düzəldildi. Buna baxmayaraq 90-cı illərin ortalarında bu, o qədər səs-küyə səbəb olmuşdu ki, firma yeni buraxılan prosessorların üzərində "Bug free" – "Səhv yoxdur" yazısını verəşdirdirdi.

KLONLARIN HÜCUMU. IBM HARADADIR?

IBM PC kompüterlərinin quruluşunun açıqlığı, satış həcminin artımı ilə yanaşı, həm də dünyanın başqa istehsalçıların çoxsaylı analoq maşınları ilə dolmasına səbəb oldu. 1984-cü ildə belə maşınları 50-dən çox kompaniya istehsal edirdi.

iki ildən sonra isə klonların satış həcmi, IBM firmasının istehsal həcmi üstələmişdi. Bundan sonra IBM firması bir daha liderliyi özünə qaytara bilmədi. O vaxtdan etibarən "IBM PC" adı, "kseroks" adı kimi rəmzi xarakter daşıyır.

Təbii ki, 1984-cü ildə IBM PCjr – ev fərdi kompüterinin istehsalını boyşlaşdırmağa hesab etmək olar. Maşın yaxşılaşdırılmış (IBM PC-yə nəzərən) qrafikaya, səs kartına və simsiz klaviatüraya malik idi. Çox pis işləyən klaviatürə ev maşınının hörmətəndə düşünməyə səbəb oldu. PCjr-in yaxşılaşdırılması (yeni kartların əlavə edilməsi) cəhdləri nəticə vermədi və kompüter 1986-cı ildə istehsaldan çıxarıldı.

1984-cü ildə IBM kompaniyası fərdi kompüterlərin yeni – IBM PC/AT seriyasının buraxılmasını elan etdi. İlk məşinlər 6 Mhers tezliyində (lakin sonralar 12 və hətta 20 Mhers tezlikli processorlar yarandı) işləyirdi. Intel 80286-dan AT-klondarda istifadə ediləməyə başladı. Belə bir əfsanə vardı ki, BIOS (ROM-da qurğuların əsas funksiyaları saxlanılan yer) o illərdə əsasən IBM firması tərəfindən buraxılırdı, onun kodları gizli saxlanılırdı və hər bir kompüterdə dəyişdirilmədən sadəcə yerləşdirilirdi. Klondarda əsl IBM PC/AT-yə nəzərən daha yüksək takt tezlikli processorlardan istifadə edilməsin deyər, startda processorun sürətini yoxlanılırdı: əgər sürət 6 Mhersdən yüksək olardısı kompüteri saxlayırdılar. Deyilənə görə, bu məqsədlə klondarda “Turbo” (tezləşdirici) düyməsi qoyulurdu. Startda 12 meqahersli processor 6 Mhersli kimi işə salınırdı, sonra istifadəçi düyməni basardı və processor iki dəfə tez işləyirdi. Korpuslardan “Turbo” düyməsi Pentium processorlarının yaranması ilə yoxa çıxdı, baxmayaraq ki artıq digər firmalar da həç bir yoxlama aparmadan BIOS buraxırdılar.

1987-ci ildə Compaq Computers kompaniyası tərəfindən 80386 proses-

A vintage Apple II computer system is shown. It consists of a main computer unit with a built-in keyboard and a separate CRT monitor. The monitor is positioned on top of the main unit. The computer unit has a light-colored front panel with a dark keyboard area and a floppy disk drive. The monitor has a light-colored bezel. The entire system is set against a dark background.

IBM PC XT-nin klonu.

soru əsasında ilk kompüter istehsal olundu. Həmin ilin əyləndə IBM firması liderliyi özüə qaytarmaq üçün fərdi kompüterlərin PS/2 (Personal System ailəsi)ni yaradı. Bu kompüterlər şin və birləşmələrin digər standartlarından istifadə etdiəri, buna görə də onun istehsalçılarını uğursuzluq gözləyirdi. Compaq (AST, Epson, Hewlett-Packard, NEC, Olivetti, Tandy, Wyse və Zenith) firması başda olmaqla kifayət həcrlə hazırlayan doqquz kompəniya IBM PC/AT ilə tam uyğunlaşdırılmış öz şin standartlarını buraxdılar. Mikroprosessor istehsalçılarda geri qaldırdılar. Advanced MicroDevices (AMD) və Cyrix firmaları i386 və i486 ilə uyğunlaşdırılmış prosessorları işləyib hazırladılar ki, onların qiyməti daha ucuz, sürəti daha yüksək idi.

IBM firması əməliyyat sistemlərinin istehsalı zamanı da uğursuzluğa məruz qaldı. 1994-cü ildən, Microsoft firmasının Windows 95 sistemindən əvvəl tam 32-mərtəbəli çoxtapşırıqlı OS/2 Warp 3.0 əməliyyat sistemi yaradıldı. Onun təqdimatı çox tonənəli surətdə keçdi. Buna baxmayaraq bu boşluq artıq Windows 3.11 sistemi tərəfindən tutulmuşdu. İstifadəçilər artıq bu sistemə öyrəşmiş və sabirsizliklə Windows 95-in gəlişini gözləyirdilər. IBM çətin vəziyyətə düşmüşdü. Bir tərəfdən öz Power PC prosessorlarının əsasında gələcək



Intel firmasının en büyük uğursuzluğlarından biri 1982-ci ilin sonunda buraxılmış iAPX 432 idi. O, ümumi məhsuldarlığı saniyədə 2 milyon komanda olan dörd mikrosxem yığınının ibarəti idi. Bu, əməliyyat sistemlərinin proseslərin planlaşdırılması və məlumatların mübadiləsi kimi bir çox funksiyalarını təmin edən obyektiv olaraq prosesorda iAPX432. Motorola 68000 və Intel 80286-ya nəzərən 10 dəfə az məhsuldarlığına malik idi.

PS/2 kompüteri.



fərdi EHM-lər üçün OS/2 hazırlırdı, digər tərəfdən IBM, öz IBM PC kompüterlərini əməliyyat sistemləri ilə təmin etmək üçün Microsoft-la əməkdaşlıq edirdi. OS/2, firmanın daxili siyasətinin və biznes-strategiyasının uğursuzluğu

STİV COBS NƏ BARƏDƏ BİLMİRDİ

İlk ixtiraçılar çox vaxt özlərini başladığı işi tamamlamaq üçün ilahi hüquqa malik kimi aparırlar. Məqsəddə çatmaq üçün onların nə özlərinə, nə həmkarlarına, nə əməkdaşlarına, nə də müdirlərinə yazığı gəlir. Onlar nəhəng iradəyə malikdirlər. Bütün bu deyilənləri Apple kompüter firmasının yaradıcılarından biri olan Stiven Cobsa aid etmək olar. Onun şüarı: "Bu mənim yolumdur və bu ən yaxşı yoldur".

Stiven Pol Cobs 1956-cı ilin fevralında Maunteyn – Vyu (Kaliforniya ştatı, ABŞ) şəhərində anadan olmuşdu. Bu rayon sonralar Silikon Vadisinin (mikrokompüter sənayesinin mərkəzi) ürəyi olmuşdu. Bir neçə ildən sonra burada Robert Noys özünün birinci integral mikro-sxemini yaratmışdı.

Apple firması 1 aprel 1976-cı ildə yaradılmışdı. Firmanın prezidenti Mayk Skott əsas işi kompüterlərin istehsalı üçün maliyyə vəsaitlərinin axtarılmasında görürdü. O, biznes-planlar tərtib edir, marketing araşdırmaları aparırdı. Lakin kompaniyanın maliyyə vəziyyəti uzun müddət ağır olaraq qalırdı. 1980-ci ildə artıq Apple-II kompüterlərinin 130 mindən çox nüsxəsi satılmışdı (1980-ci ildə Cobsun aksioner gəliri 256 milyon dollar təşkil etdi).

Stefan Vozyak kompüterlərin hazırlanması ilə məşğul idi, Cobs isə katalizator rolunu oynayaraq, nəinki yeni bazarın yaranmasına töken vermiş, həm

üzündən görkəmli bir ideyanın məhvini klassik misaldır.

IBM indi haradadır? Mavi nəhəng əvvəlki kimi superkorporasiyadır və XXI əsrə də adlayaraq özünü pis hiss etmir.

də bu riskli işi təşkil etmişdi. O, özü üçün qaydalar müəyyənləşdirir və özü də bu qaydaları, insanlara qarşı saymazmazlıq göstərərək pozurdu. Seçilmiş məqsəd uğrunda Stiven hər şeyi qurban verməyə hazır idi və başqalarından da işə bu cür münasibət tələb edirdi.

Lakin Cobsun heç də bütün qərarları gəlir gətirmirdi. O, uyğunlaşdırılmış kompüterlərin yaradılmasına etiraz edirdi. Apple-II, Lisa, Macintosh və Apple-III hətta öz aralarında belə uyğunsuzdurlar. Çox qorubədir ki, bu cür böyük, səhv buraxmaqda kompaniya Apple firmasının məhsullarının istifadəçilərindən ibarət böyük bir fəanlar ordusu qazanmışdı. Bu rahat texnika əvvəldən tədris kompüterləri bazarında qabaqcıl yer tutmuşdu.

1981-ci ildə Stiven Cobsu kompaniyanın rəhbəri təyin edildilər. 1982-ci ilin yekununda ona fərdi kompüterlər üzrə "İlin adamı" mükafatı verildi (o vaxtlar Stivenin gəliri 500 milyon dollar təşkil edirdi).

1983-cü ildə Apple firması yeni məhsın – Lisa məhsını buraxdı. Bu GUI (graphic user interface) pəncərə sistemindən istifadə edən birinci kompüter idi. Digər yenilik, indi çox öyrəşdiyimiz direktoriya və altidirektoriya, açılan menyuları olan iyerarxik fayl sistemi idi. Lakin qiymətinin yüksək (10 min dollar) və məhsuldarlığının aşağı olması bu məhsının Apple firmasının Macintosh kompüterini tərəfdən bazardan sıxışdırılmasına səbəb oldu. Lisa, Apple firmasının ən böyük istehsal səhvlərindən

biri hesab olunur, belə ki, üç il ərzində bu kompüterin istehsalı kompaniyaya heç bir maliyyə xeyri gətirmədi.

1983-cü ildə Apple firmasına Pepsi Cola kompaniyasının keçmiş icraedici direktoru Con Skalli başçılıq etməyə başladı. İki ildən sonra isə Cobsu idarəetmədən kənarlaşdırıldı.

1984-cü il uğurlu il oldu. Kompaniya bazar üçün yeni məhsul – Macintosh kompüterini hazırladı. IBM firmasına qalib gəlmək üçün düzgün marketing hazırlığını aparmaq tələb olunurdu.

Reklam tərtibatçıları yeni addım atdılar. Belə ki, Amerika futbolu üzrə Superkubokun televiziya ilə oyununun yayımının tən ortasında ilk baxışdan basit süjetli bir reklam çarxı göstərdilər. Zal. İnsanlar. Nəzərlər ekrana dikilmişdir. Ekrandan IBM firmasını təcəssüm edərdən "Böyük Qardaş" yayımlanırdı. Hər şey məyus tonlardı. Birdən bir qız qaçaqaraq daxil olur və ekrana çəkilir. Ekran parçalanır və belə bir yazı çıxır: "Bu il Apple firması Macintosh kompüterini buraxır. Buna görə də 1984-cü il "1984" olmağa qalır!" Bu klipdə Corc Onelin məşhur antiutopik "1984" romanının mövzusunda istifadə edilmişdi. Bu cür təqdim olunmuş Macintosh böyük maliyyə müvəffəqiyyəti qazandı.

1988-ci ildə Apple kompaniyası kompüter istehsal edən digər firmalardan xeyli geri qalırdı.

Aşağıda bir il ərzində məhsul satışının nəticələri verilir (milyardlarla ABŞ dolları ilə):

- IBM – 59,681;
- Digital Equipment – 11,475;
- Hewlett-Packard – 9,831;
- Apple Computer – 4,071.

XX əsrin 90-cı illərində kompaniya fərdi kompüterlərin satış həcminə görə artıq IBM firmasını ötüb keçmişdi (həmin dövr üçün IBM praktik olaraq bu bazardan çıxmışdı). 1992-ci ildə Apple firması dünya bazarında fərdi kompüter

ilk modellərin dizaynı all-in-one stilində hazırlanırdı, yəni sistem bloku və 9-düymü monitor ümumi çəkisi 9 kq olan bir korpusda buraxılırdı. Ekranın kiçik ölçülü olması təsvirin çox yüksək dəqiqliklə alınmasına imkan verirdi. Mərkəzi prosessor kimi Motorola 68000-dən, sonra isə daha güclü Motorola 68020 prosessorundan istifadə olunurdu.



Bu, həmin Macintosh-dur. İndi isə Classic adlanır.

terlərin cəmi 10%-ni təşkil etsə də, onun illik gəliri 7 milyard dollara çatmışdı.

90-cı illər Apple üçün itkilər və həyata keçməmiş ümidlər tarixi oldu. 1991-ci ildə kompaniya əməkdaşlarının 10%-ni işdən çıxardı. 1993-cü ildə isə Con Skalli Apple firmasını tərk etdi. Faktiki olaraq kompaniya üçün ən yaxşı dövr qurtardı. İki ildən sonra kompaniya ciddi itkilərə – təqribən 70 milyon dollar itkiyə məruz qaldı. Bir ildən sonra idarəetmədəki rotasiyalara baxmayaraq, bir kvartal ərzində itkilər 700 milyon dollar təşkil etmişdi.

1993-cü ildə Apple ən birinci PDA (ing. "personal digital assistant" – "fərdi rəqəmlə köməkçi") – Apple Newton buraxdı. PDA-nın əsas reklam şüarı: "Newton sizin əlyazma mətnlərinizi oxuya bilir!" ilə onun bu imkanları dilərdə dastan oldu. Newton əlyazma mətnlərini çox pis oxuyurdu. Çoxlu



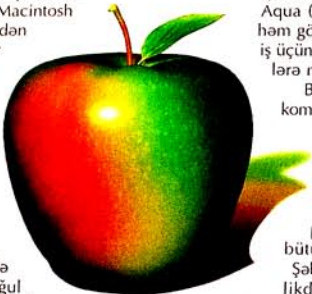
Stiven Cobs və StefanVozyak.

Cobs özünün prinsiplərindən birini KISS ("Keep It Simple, Stupid!") – "Bunu daha sadə et, sənəm!" abreviaturası ilə işarə etmişdi.



MACINTOSH ƏSRLƏRİN SƏRHƏDİNDƏ

Əksər istifadəçilər üçün naməlum olan kompüter, az saylı peşəkarlar üçün güclü köməkçidir. Macintosh özündə bir araya sığmayanları: bir tərəfdən etibarlıq və yüksək səmərəliliyi, digər tərəfdən ünsiyyətə sadəliyi özündə birləşdirir. Dışlanmış alma şəkili loqotiplərin olduğu kompüterləri, Amerikada evlərdə və tədris müəssisələrində tez-tez görmək olur. Bu məşinlər arasında PowerBook – daşıma "çantalar", kub şəkilli orijinal Cube və daha çox öyrəşdiyimiz PowerMac G3 və PowerMac G4 "göydələnlər"i var. Çox böyük məhsuldarlığa malik iki G4 (bir baş yaxşıdır, ikisi daha yaxşıdır) prosesoru modullar da var ki, bunlar kompüter qrafikası ilə məşğul olan rəssam və dizaynerlər arasında xüsusilə populyardır. iMac və eMac kompüterləri də var ki, onlarda monitor və sistem bloku bir korpusda yerləşdirilib. 2002-ci ildə qeyri-adi iMac-2 meydana gəldi. O, stolüstü lampalarda olduğu kimi kronşteyndə maye kristallar əsasında qurulmuş monitoru olan boz rəngli yarımsfera şəklindədir. iMac-in məqsədlə ucuzlaşdırılması bu "günəbaxanların" pərəstişkarlarının sayının artmasına səbəb oldu.



Macintosh (Mac-kompüterlər) əvvəlcədən "oturdu – işlə" prinsipilə işləyən yaradıcı insanlar üçün nəzərdə tutulmuşdu. Apple firması nəinki Mac kompüterlərini, həm də onlar üçün Mac OS (və ya System) əməliyyat sistemini istehsal edirdi. Bu sistem özünü elə aparır ki, bəzən onun olmasını belə hiss etmirsən. Proqramlar istifadəçinin səviyyəsindən asılı olmayaraq çox asanlıqla sazlanır. Proqram və drayverlərin yeni versiyaları tez-tez dəyişdirilmir və buna görə də bazara hər bir xırdalığa kimi düşünülmüş məhsullar çıxarılır. Köməkçi proqramlar çox az-az hallarda kompüterin imkanları uğrunda "ölümdür" mübarizəsinə çıxırlar, buna görə də təsadüfi hallarda kompüterin işçi vəziyyətdən çıxması baş verir. Əlbəttə ki, səriştəli istifadəçilər üçün MacOS sisteminə daha dərin gedib, məsələn, tapşırıqları idarə edən AppleScript dilinin köməyiylə yorucu işləri avtomatlaşdırmaq olar. Bu dil istifadəçinin verdiyi kompüter əməliyyatları ilə idarə edilən skriptləri (interpretasiya proqramlarını) təsvir edir.

MacOS X əməliyyat sistemi, özünü yaxşı göstərmiş Free BSD (azad yayılan UNIX) əməliyyat sisteminin əsasında qurulmuşdur və Macintosh-un çoxprosessorluğundan məharətlə istifadə edir. O, özünün kiçik "bacılarına" nisbətən daha dayanıqlıdır: yaddaş qoruya bilir, hər hansı bir proqram "dayandıqda" bütün kompüterini yenidən yükləməyə ehtiyac yoxdur, həmin proqramı yaddaşdan

çıxarib işi davam etdirmək olar. Yeni Aqua (latincadan "su") qrafik interfeysi həm görünüş baxımından, həm də rahat iş üçün nəzərdə tutulmuş bir çox özəlliklərə malikdir.

Bazıları hesab edirlər ki, Macintosh kompüterləri PC-kompüterlərinin etdiyi geniş sinif məsələlərini həll edə bilmirlər. Bu səhv fikirdir. Hətta kompüter üçün oyun proqramları istehsalçıları belə Macintosh-u işsiz qoymurlar: praktik olaraq bu məşinlər üçün bütün "oyuncaqları" tapmaq olar. Şəbəkədə də "rəqiblər" özlərini birlikdə əla hiss edirlər. Əlbəttə ki, Macintosh, PC ilə uyuşmur, lakin xüsusi PC-Virtual PC emulyator-proqramını daxil etməklə, PC üçün yazılmış bütün tətbiqi proqramlar və oyunlar Macintosh-da da işləyəcəkdir. Axır zamanlar (Power Mac G4 kompüter modelindən başlayaraq) Macintosh-a əvvəlcədən PC üçün yaradılmış bir çox qurğular: operativ yaddaş və s. qoşmaq olur.

Nə vaxtsa Stiven Cobs Apple üçün belə bir şüar irəli sürmüşdü: "Fərqli düşün!". Kompaniyanın kompüter istifadəçilərini həmişə özünün qeyri-standartlığı ilə sevindiran "övladı" Macintosh bu şüarın ən yaxşı gerçəkləşməsidir.



sayda məzəli, gülməli səhvlər alınır. Buna baxmayaraq, Newton mənlərinin tanınmasında daha mükəmməl proqramların yaranmasına yol açdı.

1985-ci ildə Stiven Cobs Apple-dən çıxaraq NeXT Computer kompaniyasını yaratdı. Cobs tamamilə yeni kompüter yaratmaq istəyirdi. O, yeni ideyalarla zəngin idi. Qarşıya qoyulmuş məqsədə çatmaq üçün NeXT digər kompaniyaların ən yaxşı nəticələrini götürmək fikrinə gəldi. Bu UNIX əməliyyat sistemi, obyekt-yönlü Objective-C dili və Adobe PostScript-ə əsaslanan yeni vizuallaşdırma sistemi idi.

Beş il ərzində kompaniya öz hazırladığı kompüterləri buraxırdı, lakin 1993-cü ildə onların istehsalı dayandırıldı. Əməliyyat sistemləri isə əvvəlki kimi həyata keçirilirdi: əvvəlcə Intel prosessorları üçün NextStep yarandı, sonra o, Hewlett-Packard PA-Risc və Sun SPARC işçi stansiyası üçün uyğunlaşdırıldı.

NeXT Computer-də işlədiyi dövrdə Stiv Cobs özünü professional maliyyəçi kimi göstərdi. O, öz kompaniyasına 15 milyon dollar qoymaqla investorları cəlb etmişdi. O, milyarder Ross Pero ilə 20 milyonluq saziş bağlamış. Canon yapon konsertindən 100 milyonluq sərmayə ala bilmişdi. IBM şirkətilə sövdələşmə kompaniyaya on milyonlarla dollar gətirmişdi. Cobs, Businessland Computer mağazaları ilə saziş bağlayaraq, NeXT-in gələcək 100 milyon dollarlıq məhsulunu sata bilmişdi.

1997-ci ilin sentyabrında 12 illik fasilədən sonra Stiven Cobs yenidən Apple şirkətinin başına keçdi. Lakin bu artıq əvvəlki Cobs deyildi. Onun bir çox qərarları Apple kompüterlərinin pərəstişkarlarının etirazına səbəb oldu. Cobsun müvəffəqiyyətə aparan sadəlik və dürüstlük prinsipi kompaniyanın yeni stratejiyasında özünü göstərdi. Buraxılan texikanın çeşidi azaldıldı, proqram tə-



Stiven Cobs.

minatı sahəsindəki əsas söylər müasir əməliyyat sistemlərinə yönəldildi.

Geri qayıtmış prezidentin fəaliyyətinin nəticəsində satış həcmi artı. Apple uzun sürən böhrandan çıxmağa başladı. Düzdür, burada Microsoft firmasının maliyyə dəstəyi olmadan keçinmək mümkün olmamışdır. Çox təəssüf ki, dünya elə qurulub ki, elmi və maliyyə müvəffəqiyyəti nadir hallarda yanaşı gedə bilər. Stiven Cobs hələ də başa düşmürdü ki, onun bütün diqqəti ideyaları və işləri, sanki taleyin hökmü ilə əvvəlcədən uğursuzluğa düşürmüşdü. Əgər belədirsə, onda Apple yenə də öz kompüterləri və əməliyyat sistemləri ilə sos salacaqdır və onun ardınca yenə də maliyyə iflasına uğrayacaqdır.



Əgər sizin sevimli idman köynəyinizdə "Windows must die!" yazılıbsa, deməli, siz, çox güman ki, Microsoft firmasının pərəstişkarı deyilsiniz.

III Uilyam (Bill) Henri Geys

Fərdi kompüterlərin program təminatının aparıcı dünya istehsalçısı Microsoft korporasiyasının direktorları şurasının sədri və yaradıcısı Bill Geys 1955-ci il oktyabrın 28-də Sietldə anadan olmuşdur. O, ailədə üçüncü uşaq idi. Onun tam adı – III Uilyam (Bill) Henri Geys idi (II Uilyam Geys – babası mebel mağazasının sahibi idi, II Uilyam Geys – atası vəkil idi). Onun anası Meri Geys (qızılıq soyadı Maksvell) məktəb müəlliməsi, Vaşinqton ştatının universitetinin idarəetmə şurasının üzvü və United Way International xeyriyyəçilik təşkilatının sədri idi. Onun ana tərəfindən babası National City bankının yaradıcısı idi.

Bill Geys öz təhsilini baladiyyə məktəbində başlayır və Lakeside School elitər özəl məktəbində davam etdirir. Orada o, 13 yaşından programlaşdırma ilə maraqlanır.

1973-cü ildə Bill Geys Harvard universitetinin birinci kursuna daxil olur. Burada o, ilk Altair 8800 kompüteri üçün BASIC programlaşdırma dilini işləyib hazırlayır. Lakin Bill Harvard universitetini bitirmədi. O, bu tədris müəssisəsinin üçüncü tədris ilində yarımcı tərk edərək, özünü fərdi kompüterlərin program təminatının yaradılması üzrə ixtisaslaşan Microsoft kompaniyasına həsr etməyə qərar verir. Bill bu firmayı 1975-ci ildə Pol Allenlə birgə yaratmışdı. O, başa düşürdü ki, fərdi kompüterlər bir iş yerində, hər bir evdə əvəzlənməz qurğu olacaqdır.

Yeniş olaraq DOS əməliyyat sisteminin müəllifliyi Bill Geysin adına yazılır. Əslində isə bu, sadəcə, uğurlu pul yatırması idi. DOS sistemini hələ o vaxtlar Microsoft-da işləməyən Tim Paterson yaratmışdı. 1981-ci ildə Geys və Allen IBM-in sifarişini yerinə yetirirdilər və Seattle Compute Productsda işləyən Patersondan onun Intel-in 16-mərtəbəli prosessorları üçün yaratdığı QDOS (Quick Disk Operating System – “sürətli disk əməliyyat sistemi”) sistemini çox da böyük olmayan qiymətə almışdılar. Əlbəttə ki, bu əməliyyat sistemi üzərində işləmək tələb olunurdu, lakin bu sifardan başlayaraq yeni əməliyyat sisteminin yaradılması demək deyildi. IBM tərəfindən qoyulmuş bütün tələbləri nəzərə alaraq, kompaniyonlar, sistemi IBM PC-in təchiz olunduğu 8-mərtəbəli prosessorlar üçün yenidən işlədirlər. O zamanlar praktiki olaraq heç kəsini tanımadığı Microsoft firması IBM ilə yeni əməliyyat sisteminin hazırlanmış təqdim olunması haqqında müqavilə bağlaya bildi. IBM bu sistemin istehsalı üçün tələb olunan maliyyə vəsaitini ödədi və kompüterləri yalnız PC DOS (MS DOS) versiyası sistemlə satmağa boyun oldu. Microsoft satılan hər bir maşından faiz alırdı. İndi bu satış cavan menecerlər tərəfindən klassik bir sövdələşmə kimi öyrənilir. Belə ki, bu əməliyyat sistemi hər hansı bir böyük məbləğə satılışaydı, Bill Geys hal-hazırda multimilyarder olardı.

1994-cü il yanvarın 1-də Bill Geys Microsoft şirkətində işləyən Melinda Frençlə evlənir. Toy Havayda, Lanai adasında keçirilmişdir. Jurnalistlərin gəlməsinin qarşısını almaq üçün qabaqcadan bütün mehmanxana nömrələri və bütün avtomobillər, təyyarələr kirayələnmişdi. 2000-ci ilin əvvə-

lində Microsoft-un baş direktoru vəzifəsini tutmuş Stiv Ballmer toyda sağdıç idi. 1996-cı il aprelin 26-da Geyslər ailəsində qız – Cennifer Ketrin Geys dünyaya gəldi. 1997-ci il sentyabrında Bill Geys Vaşinqton gölünün sahilində öz ailəsi üçün tam şəkildə kompüterləşdirilmiş ev tikdirdi. 1999-cu il mayın 23-də Geysin oğlu – Rouri Con Geys dünyaya gəldi.

1995-ci ildə Geys, o zamanlar Microsoft-un vitse-prezidenti olan Natan Mirvold və jurnalist Piter Raynarsolla birlikdə “Gələcəyə gedən yol” adlı kitabını yazdı. Kitab ABŞ-da Viking nəşriyyatında çap olunmuş və 18 həftə ərzində bestsellerlər siyahısında olmuşdur. Onun 1999-cu ildə dərc olunmuş ikinci kitabı – “Xəyal sürətli biznes” Kollins Heminqueylə birgə yazılmışdı və sonralar 25 dildə dərc olunmuşdu. Hər iki nəşrdən gələn gəlirləri Bill Geys xeyriyyəçilik fonduna verdi. Bu fond tədris prosesində kompüter texnologiyalarından istifadə edən dünya müəllimlərinə yardımına məşğul olurdu.

Microsoft daima informasiya məhsul və texnologiyalarını yaradır və təkmilləşdirir. Onun uğuru – kompüterlə işi daha sadə və əlverişli etmək niyyətindədir. Kompaniya elmi-tədqiqat işlərinə külli maliyyə vəsaitləri xərcləyir.

Lakin pəncərə sistemlərindən istifadə etmək fikri nə Bill Geysə, nə də Microsoft firmasının hansısa bir əməkdaşına aid deyildir. Bu sistemi Stiv Voznyakla birlikdə ilk fərdi kompüterini yaratmış Stiv Cobs artıq təbiiq etmişdi. Apple şirkətinin kompüterləri Lisa və Mac bazarı IBM-i pəncərə sistemlərlə üstələyirdilər. 80-ci illərin sonunda Atari oyun kompüterini pəncərə əməliyyat sisteminin və 32-bitlik Motorola prosessorunun imkanlarına görə IBM AT-dən öndə idi. Onda 1985-ci ildə Geys Windows sistemini yaratdı. Birinci versiyalar (3.0 versiyasına qədər) bir qədər işə yaramırdılar. Təkcə pəncərə interfeysini deyil, həm də bir kompüterdə eyni zamanda bir neçə program yerinə yetirmək imkanını daxil etmək tələb olunurdu. MS DOS üzərində qurulmuş Windows 3.0 versiyasında bunu etmək mümkün oldu. Eyni zamanda bir neçə pəncərə açılırdı və bir məhsuldan digərinə keçmək qalırdı. Belə bir mexanizm DOS-da, ancaq MS DOS-da deyil, 8-bitlik EHM-lər (CP/M) üçün əməliyyat sistemlərinin müvafiqiyyətli yaradıcısı Digital Reserch şirkətinin DR DOS versiyasında alınmışdı. DR DOS çox yaxşı əməliyyat sistemi idi. Əgər Bill Geysin rəqibləri ilə mübarizə aparmaq bacarığı olmasaydı, bu, MS DOS-un sonu demək idi. Məsələ onda idi ki, Windows yalnız MS DOS-la işləyə bilirdi və digər əməliyyat sistemlərlə uyğunmudu.

1997-ci ildə Bill Geys öz ideyasını – baş rəqibi olan Apple şirkətinə 150 milyon dollar kredit verilməsini həyata keçirdi. Bundan əvvəl o, şirkəti bankrotluq və ləğv olunma təhlükəsi qarşısında qoymuşdu. Bu sövdələşmə Bill Geys və onun şirkətinə antimonopol araşdırmaları və şirkətin məcburi bölünməsindən qan qurtarmaq kimi uğurlu imkanlardan başqa nə gətirdi?



Bill Geys.



Pol Allen.



Tim Paterson.

Microsoft, İnternete işıma programının Apple əməliyyat sistemində daxil ediləcəyini elan etməklə, öz rəqib şirkətləri olan Netscape, Sun, Oracle firmalarına zərbə endirdi. Eyni zamanda Microsoft, NeXT (öz adı ilə IBM PC XT maşını olmadığını göstərən maşın) əsasında Apple əməliyyat sisteminin bir rəqib kimi ləğv edəcəyinə zəmanət verdi. Özündən asılı olmayaraq Apple şirkəti Java (Sun şirkətinin buraxdığı, platformalardan asılı olmayan tətbiqi programların yaradılması üçün əsas olan) dilinin faktiki olaraq ləğv edilməsinə şərait yaratdı.

Microsoft provayderlərə sazı bağlayaraq, Netscape loqotipinin çıxarılmasını əvəzinə onların Microsoft məhsullarının informasiya kanalları siyahısına daxil edilməsinə icazə vermişdi: Bu Explorer-in Netscape üzərindəki qalabəsi deyilmi? Bu, yenilənməyə heç bir əmək və vəsait qoymadan, yalnız aşkar üstünlük hesabına qalib gəlmişdir (1995-ci ildə Netscape bu cür NSCA Mosaic, Cello və digər web-naviqatorlara qalib gəlmişdi), sadəcə olaraq iki məhsulun müqayisə olunmasına imkan verməməkdir.

Windows-un hər bir yeni versiyası bədbəxt istifadəçilərdən onların kompüterlərinin ciddi şəkildə təkmilləşdirilməsini tələb edir. Nəticədə istehlakçıların ciblərinə pullar su kimi axırdı. Bununla əlaqədar yada aşağıdakı məşhur zarafat düşür: “Hər bir yüksək məhsuldarlıqlı kompüter üçün onda zəif sürətlə işləyən Word tapılır”. Lakin bununla Microsoft öz alıcılarını aldatdı: firma heç bir şeyə söz vermir və faktiki olaraq heç bir dəstək göstərmir. İşləməyən əməliyyat sistemi (əlavə ödəmə aparmaqla) yenə də korlanı bilən yeni əməliyyat sistemində dəyişdirilir və bu sonsuzluğa qədər davam etdirilir... Ancaq heç kəs bir şey işləyib sonra xarab olacaq avtomobili almaq istəməzdi.

Microsoft-un program məhsullarını yayıyan və istifadə edən piratlarla mübarizəsi gördüyü qədər da uğurlu deyildir. Belə ki, qanunsuz, ucuz takrarlar narkotik kimi milyonlarla vətəndaş Microsoft firmasının məhsullarından istifadə etməyə sövq edirdi. İnsanların qalan hissəsi isə MS Word-da yazılmış və dünyanın müxtəlif yerlərindən gələn məktub və sənədləri oxuya bilmək üçün həmin məhsullardan istifadə etmək məcburiyyətində qalırdılar. Belə ki, başqa firmalar öz məhsulları ilə Word-ü bütün

parametrlər üzrə vurmağa başlayırlar və istifadəçilərinə MS Word-da yazılmış sənədlərlə rahat işləyə bilmək imkanı yaradırlar, Microsoft özünün yeni versiyasını buraxır. Bu versiya əvvəlkilərdən yalnız bir cəhətlə – sənədlərin başqa formatı ilə fərqlənir. Nəticədə bu qovhaqov davam edir.

Microsoft programlarının yüksək səmərəliliyinin səbəbini firmada işləyən superprogramçıların əməyinin nəticəsi olması fikri bir nəğildir. Əslində onlar Windows sisteminin sənədləşdirilməmiş funksiyalarından və xüsusi kitabxanalarından istifadə edərək programlar yazırlar. Bununla da Windows ilə öz məhsulları arasındakı işlə “vəsitiçi” programlardan istifadə etmədən keçinə bilirlər. Yerdə qalan programlar üçün bu gizli olaraq qalır. Buna görə də Outlook poçt programının xarakteristikaları rəqiblərdən kəndə heç də üstün deyildir, sadəcə olaraq bu program Windows-un daxili funksiyalarından daha səmərəli istifadə edə bilər.

Bill Geys Microsoft şirkətindən başqa bütün dünyadakı şəxsi və dövlət kolleksiyalarından olan incəsənət əsərlərini və fotoşəkillərini rəqəmsal arxivinin hazırlanması ilə məşğul olan Corbis Corporation şirkətini də yaratmışdır. Bundan əlavə o, Icos Corporation açacağı kompəniasının idarə heyətinə daxildir. O, Chiroscience Britaniya açacağı korporasiyasının bir hissəsi olan və gen mühəndisliyi ilə məşğul olan Darwin Molecular kompəniasının bir çox aksiyaların sahibidir. O. Yer kürəsinin ətrafında aşağı orbitə verilənlərin ikitərəfli yüksək sürətlə ötürülməsini təmin edəcək bir neçə yüz peykin buraxılması layihəsi üzərində işləyən Teledesic kompəniasına vəsait qoymuşdur.

Bill Geys təkcə kompüter texnologiyaları ilə məşğul olmur, o həm də biotexnologiyalarla da maraqlanır, çoxlu kitab oxuyur, həmçinin qolf və bryc oynamağı da sevir.

III Geys – marketing üzrə böyük mütəxəssisdirdi. Varidatını (60 milyard dollardan çox vəsait) o, özü yığmış və tarixə ən cavan milyarder kimi daxil olmuşdur. Hələ 1993-cü ilin fevralında Amerika jurnali “US News and World Report” Geysi bizim günlərin Rokkelleri adlandırmışdı.



XXI ƏSRİN KOMPÜTERİ

KOMPÜTER VƏ SAĞLAMLIQ

Kompüterlər evdə, ofisdə qəti olaraq öz yerlərini tutmuşlar. Kompüterlər o qədər adiləşiblər ki, onlardan istifadə ilə əlaqədar təhlükələr istər-istəməz yaddan çıxır. Tərəqqinin nailiyyətləri olan avtomobil, təyyarə, televizor kimi kompüter də insana mənfəət təsirlərinin mənbəyidir, düzgün istifadə edilmədikdə insan sağlığına ziyan vura bilər, professional xəstəliklərə səbəb ola bilər.

Lakin insan kompüterlə ünsiyyətinin bütün tərəflərini nəzərə alsa, texniki təhlükəsizlik qaydalarını gözləyə, əməyin elmi təşkili haqqında fikirləşsə, mütəxəssislər tərəfindən tərtib olunmuş sanitariya normalarını gözləyə, onda kompüter insanın yaxın, ağıllı, yorulmaz köməkçisinə çevrilir.

Bu problemlər insanla maşın arasındakı münasibətləri öyrənən *ergonomika* (yun. "erqon" – "iş" və "nomos" – "qanun") elmi tərəfindən araşdırılır. Ergonomika insanın əmək fəaliyyətinin kompleks öyrənilməsilə məşğuldur və buna görə də bir çox elmi istiqamətləri: fiziologiya, əməyin gigiyenası, psixologiya və s. birləşdirir. Alimlər insanın kompüterdə işlə əlaqədar, onun orqanizminə düşən yükün azaldılması yollarını tapmağa çalışırlar, mükəmməl və təhlükəsiz texnikanın yaradılmasına cəhd edirlər. Onların qarşısında duran məsələlər – iş yerinin təşkili, kompüterin insanı göstərdiyi zərərli təsirin profilaktikasıdır.



KOMPÜTERLƏ İŞ ZAMANI ALINAN ZƏRƏRLİ ŞÜALANMA

Kompüter bir neçə cür şüalanma və sahələrin mənbəyidir. Monitorun elektron-şüa borusu ionlaşdırıcı (rentgen) şüalanma yaradır. Müasir monitorlarda bu şüalanma cüzdür, çünki etibarlı sürətdə ekranlaşır və təbii radiasiya fonu ilə müqayisə olunandır. Buna əlavə məişət radiometri vasitələri asanlıqla ölməz olmaq olar.

İxtiyari elektrik qurğusu kimi kompüter də elektromaqnit şüalanma yaradır. Kompüter işləyərkən ona daxil olan bütün qurğular (monitor, sistem bloku, klaviatura, printer, skaner və s.) və köməkçi elektrik avadanlığı (şəbəkə filtrləri, kəsilməz qidalandırma blokları) mürəkkəb elektromaqnit sahəsi formalaşdırır.

Elektromaqnit şüalanmasının təsiri üzrə aparılan araşdırmaların çoxu onun insan sağlığına ziyanlı olduğunu göstərir.

Bundan əlavə, kompüter elektrostatik sahə də yaradır. Bu sahə monitorun ekranının yüklənmiş hissəciklər axını ilə şüalanması nəticəsində yaranır. Elektrostatik sahəsi toz və aerosol hissəciklərinin insanın üzünə, boynuna, əllərinə hopmasına səbəb olur. Nəticədə bu cür təsirlərə həssas olan insanlarda neqativ dəri reaksiyaları – quruluq, allergiya əmələ gəlir.

Elektrostatik sahə havanın ion tərkibinə də təsir göstərir. Monitorun kineoskopu üzərində müsbət yük yaranır və o, havadakı mənfəi yüklü xeyirli ionları neytrallaşdırır, bu isə kompüterin yerləşdiyi otaqdakı mühiti pisləşdirir.

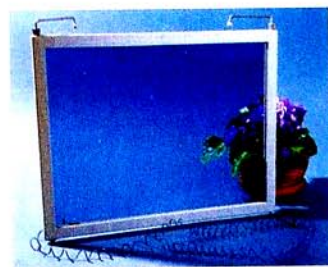
KOMPÜTER VƏ GÖRMƏ QABİLİYYƏTİ

Artıq kompüterləşmənin birinci illərində display istifadəçilərində görmə qabiliyyətinin spesifik zəifləməsi müşahidə olunurdu. Bunun ümumi adı "kompüter

Mərkəzi və ürək-damar sistemləri kompüterin təsirinə ən çox həssas olan insan üzvləridir. Şərti-reflektor fəaliyyətdə pozuntular, beyinin bio-elektrik aktivliyində zəifləmə və neyronlararası əlaqələrdə dəyişikliklər müşahidə olunur. Endokrin sistemin işində də çətinməzliklər mümkündür. Halsızlığın birinci simptomu artıq əsəbilik ola bilər, sonra fiziki və əsəbi-psixoloji zəiflik əmələ gəlir. Elektromaqnit sahəsinin xroniki təsirinə ümumi klinik durumu üçün aşağıdakılar xarakterikdir: baş ağrısı, yorğunluq, halsızlıq, hipotoniya, bradikardiya, ürək əzələlərinin keçiriciliyinin dəyişməsi. Qeyd etdiyimiz hallar zəif, orta və aşkar görünə bilər. Bəzən qanda cüzi və adətən keçici olan dəyişikliklər müşahidə olunur.

görmə qabiliyyəti sindromudur" (ing. Computer Vision Syndrome və ya CVS). Bunun yaranmasının bir neçə səbəbi var. Əsas səbəb ondadır ki, milyon illərlə davam edən təkamül nəticəsində insanın görmə sistemi obyektləri (təbiəti, şəkilləri, çap olunmuş mətnləri və s.) əks olunmuş işıqda qəbul etməyə öyrəşib, display qarşısında oturub işləmək üçün nəzərdə tutulmayıb. Displaydəki təsvirlər göz tərəfindən müşahidə edilməsi adı hal olan təsvirlərdən prinsipial olaraq fərqlənirlər. Displaydəki təsvirlər işıqlanırlar, ayrı-ayrı nöqtələrdən – piksellərdən təşkil olunub, bu nöqtələr sayırırlar (nöqtələr müəyyən tezliklə sönmə-yanırlar) və təbii rənglərə uyğun gəlmirlər.

Kompüter qarşısında fasiləsiz uzunmüddətli iş zamanı gözün dincəlmək üçün imkanı olmur, onlar gərginləşirlər, iş qabiliyyəti aşağı düşür. Göz orqanı on



Qonuyucu ekran



böyük yükü informasiyanın EHM-ə daxil edilməsi zamanı alır. Belə ki, bu zaman istifadəçi gözünü tez-tez müxtəlif məsafələrdə yerləşən ekrandan mətnə, mətnə klaviaturaya və s. gözdirməyə məcbur olur.

CVS-in əlamətləri görmə qabiliyyətinin zəifləməsi, yaxın məsafədəki əşyalardan gözün çətinliklə uzaqdakı əşyalara gözdürülməsi, əşyaların ikiləşməsi, oxu zamanı gözlərin tez yorulması, gözlərin qaşınması, göz qapaqları altında "qum" olması təsəvvürü, gözlərin hərəkəti zamanı göz bəbəyində və altında ağrıların olması ilə müəyyən olunur.

İstifadəçilərin bir hissəsində CVS əlamətləri ekran qarşısında 2 saat, çoxlarında 4 saat və praktik olaraq hamıda 6 saat fasiləsiz işlədikdə əmələ gəlir. Bu zaman informasiyanın ekrandan oxunması, onun daxil edilməsinə nisbətən daha yüngül iş hesab olunur.

ƏZƏLƏ VƏ OYNAQ XƏSTƏLİKLƏRİ

Həkimlər EHM istifadəçilərinə rast gəlinən bir neçə sindromu qeyd edirlər.

Onlardan biri – uzunmüddətli statik yük sindromudur ki, onun da təzahürləri əllərdə, boyunda, beldə olan ağrılardır. Rahat olmayan oturuş vəziyyətində ayaq, çiyin, boyun və əl əzələləri uzun müddət yığılmış halda qalırlar. Əzələ toxumaları uzun müddət gərgin vəziyyətdə qaldığından onlarda qan dövranı, maddələr mübadiləsi pozulur. Nəticədə əzələlər daimi yorğunluq vəziyyətinə düşürlər və zaman keçdikcə zəifləyirlər. Bu onurğa sütununun əyilməsinə, skelletin digər dəyişmələrinə, əzələ toxumalarının tamamilə dəyişib başqalaşmasına gətirib çıxara bilər.

Digər sindrom – bilək tunel sindromu və ya bilək kanalı sindromudur. Onun əmələ gəlməsinin səbəbi klaviatürada istifadəçi üçün rahat olmayan və uzun



müddətli iş nəticəsində barmaqları hərəkət etdirən əzələlərin vətərlərinin əlin orta sinirini sıxması ilə əlaqədardır. Narahat vəziyyətdə əl daraqlarının tez-tez təkrarlanan hərəkətləri nəticəsində əl vətərləri bilək sümüklerine və oynaqlarına sürülür. Nəticədə vətər və sinirlərin sıxılması üzündən ciddi xəstəliklər inkişaf edir. Xəstəliyin başlanğıcı təzahürləri əldəki titrəmə, qaşınma və ağrılardır. Bu təzahürlər kompüterdəki iş qurtarıqdan bir neçə saat sonra özünü göstərir. Adətən insanların çox hissəsi bunu öz işlərlə bağlayırlar, bu isə nəticədə sindromun ağır hallarına gətirir. Tədqiqatçılar əvvəlki təzahürlərə əldəki ağrılar, ağırlıq və keyləşmə də əlavə olunur. Ən ağır formada bilək tunel sindromu insanı iş qabiliyyətindən məhrum edir və cərrahi müdaxilə tələb edir.

SƏHHƏTİ NECƏ QORUMALI

Kompüterdə işlə bağlı peşə xəstəliklərinin profilaktikası avadanlığın qoyulmuş standartlara uyğun gəlməsinə və düzgün əmək rejiminə riayət olunmasına əsaslanır.

Adətən, istifadəçinin səhhətinə ən çox giriş-çixış qurğuları: monitor, klaviatura və siçan ziyan gətirir. Fərdi kompüterin avadanlığının ekoloji təhlükəsizliyi üçün çoxlu sayda müxtəlif standartlar meydana gəlir. Müasir monitor təhlükəsizliyin qəbul olunmuş ümumi normalarına və ərqonomikaya uyğun gəlməlidir.

Qapalı fəzada ətraf mühitin radio xətlərinin təsirindən qorunması üçün kommunikasiyalar üzrə Kanada federal komissiyası FCC Class B standartı işləyib hazırlayıb. FCC Class B standartının tələblərinə uyğun gələn avadanlıq tele və radio qurğularının işinə mane olmamalıdır.

Standartlar üzrə İsveç milli departamentinin buraxdığı MPR-II işə ofisdə istifadə olunan kompüter monitorlarının və sənaye texnikasının verdiyi şüalanmaya məhdudiyyətlər qoyur.

İsveç həmkarlar təşkilatları konfederasiyası və İsveçin sənaye və texniki inkişafının milli şurasının tövsiyə etdikləri TCO-99 ətraf mühitlə qarışıqlıq münasibətləri rəqlamentə gətirir. O, istifadəçinin qorunması məqsədilə elektrik və maqnit sahələrinin mümkün qədər azaldılmasını tələb edir. TCO-99 sertifikatını almaq üçün monitor kiçik şüalanma standartlarına uyğun gəlməlidir. Yəni, o, kiçik səviyyəli elektromaqnit sahəsinə malik olmalı, yanğın və elektrik təhlükəsizliyinin Avropa standartlarına uyğun gəlməlidir.

EPA Energy Star VESA DPMS (ABŞ) standartına uyğun olaraq monitor aşağıdakı üç enerjiyə qənaət rejimlərinə malik olmalıdır: gözləmə (standby), dayandırma (suspend) və "yuxu" (off). Belə monitor, kompüterlər uzun müddət işsiz vəziyyətdə qaldıqda enerjini qənaətlə işlədən rejimlərdən uyğun gəlməsinə keçir.

Monitor təsvir parametrlərini (işıqlıq, kontrast və s.) idarə etmək imkan-



larına malik olmalıdır. Kompüterlə iş zamanı monitorun şaquli açılma tezliyinin 85 Hersdən aşağı olmaması məsləhətdir. Bu zaman istifadəçi gözün tez yorulmasına səbəb olan təsvirin titrəməsinə hiss etmir.

Kompüterin giriş qurğuları (klaviatura və siçan) üçün bu günə kimi ümumi qəbul olunmuş və geniş yayılmış standartlar mövcud deyildir. Bununla yanaşı bu avadanlıq istehsalçıları, öz məhsullarını reklam edərək, onlardan istifadənin ərqonomikliyin artırır müxtəlif konstruktiv həlləri təsvir edirlər: düymələrin yerləşməsinə tənzimləməyə imkan verən klaviatura, uzun müddətli iş zamanı əlin yorulmasını azaltmağa imkan verən formalı siçan.

Rusiyada da sanitariya qayda və normalar kimi "Videodisplayli terminalara, fərdi elektron hesablama maşınlarına və işlərin təşkilinə qoyulan gigiyena tələbləri" – SanPiN 2.2.2.542-96 norması işləyir.



Ərqonomik klaviatura.



TCO-03 loqotipi.

TCO-lu monitor.

ƏL-QOLUN, BƏDƏNİN AÇILIŞMASI ÜÇÜN EDİLƏN HƏRƏKƏTLƏR

Əlinizi ovuc aşağı olmaqla stolun kənarına qoyun. Barmaqları o biri əlinizlə tutub, əlinizi geriyyə çəkin və bu vəziyyətdə 5 saniyə saxlayın. Bu tapşırığı o biri əliniz üçün də təkrar edin. Əlinizi yüngülçə stola söykəyin və 5 saniyə ərzində barmaqları və biləyi gərin. Həmin tapşırığı o biri əliniz üçün də təkrar edin. Barmaqlarınızı yumruq şəklində bərk sıxın, sonra açın. Stulda düz oturub, ayaqlarınızı düzəməyə möhkəm sıxın (əgər stulun diyərcəkləri varsa, onları bərkidin ki, tərpənməsin). Başınızı dizlərinizə çatdırmaq üçün irəliyə əyin. Bu vəziyyətdə 10 saniyə qalın, sonra isə ayaq əzələlərini gərməklə düz oturun. Bu çalışmaları 3 dəfə təkrar edin. Çoxları stolonun üzərində rezin oyuncaq və ya espander saxlayırlar, vaxtaşırı onun köməyi ilə əllərinin gərginliyini boşaldırlar.

Elektrik sahələri üçün onlar beynəlxalq standartlara uyğun gəlir. Bundan əlavə bu sənəd kompüterlə iş zamanı əmək və istirahət rejimlərini və iş yerinin təşkilinə qoyulan tələbləri təyin edir. Xüsusi halda monitordan oxunan informasiyanın həcmi bir növbədə 60000 işarədən çox olmamalıdır, daxil edilən informasiyanın həcmi isə 40000 işarəni aşmamalıdır, monitor qarşısında keçirilən ümumi vaxt 6 saatdan çox olmamalıdır. İş günü boyunca hər 45-60 dəqiqədən bir 10-20 dəqiqə fasilə məsləhət görülür. Bu fasilələr zamanı fiziki məşqlər kompleksini yerinə yetirmək tövsiyyə olunur.

İş yerinin düzgün təşkili çox vacib şərtdir. Kompüterlə iş üçün nəzərdə tutu-



lan otaqda həm təbii, həm də süni işıqlandırma olmalıdır. Buna görə də zirzəmilərdə iş yerlərinin təşkilinə icazə verilmir. Otaqda pəncərələrin şimal və ya şimal-şərqə açılması ən yaxşı haldır. Ofisləri nöinki isidici qurğular ilə, həm də kondisioner sistemi və ya effektiv ventilyasiya ilə təmin etmək lazımdır. Divar və tavanları tutqun rənglərlə rəngləmək lazımdır (parlayan, güzgü səthlər gözləri yorur və fikri işdən yayındırır). Otaqlarda hər gün yaş parçalarla təmizlik işləri aparılmalıdır.

İş yerinin sahəsinin ən azı 6 m², həcmi isə 20 m³ olması arzu olunandır. Stolu pəncərənin yanında elə qoymaq lazımdır ki, işıq soldan düşsün. Kompüterlə iş üçün ən yaxşı işıqlandırma ekranda işıq ləkəsi verməyən, bərabər olmayan paylanmış işıqdır.

İstifadəçinin gözü qarşısında tez-tez dəyişən işıq olmamalıdır, buna görə də pəncərələri pərdə və ya jaluzilərlə örtmək məqsədə uyğundur. Süni işıqlandırma ümumi və müntəzəm olmalıdır, lakin yalnız stolüstü işıqlanma ilə kifayətlənmək olmaz.

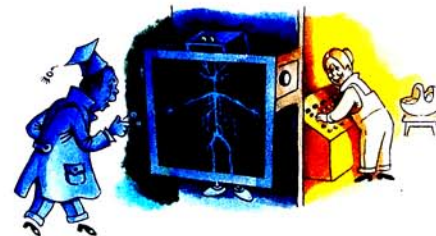
Düzgün təşkil olunmuş iş yeri mümkün xəstəliklərin profilaktikasında birinci addımdır. Kompüterlə iş insanı səhhətinə zərər verərsə, iş prosesində bədən vəziyyətinə daim fikir vermək lazımdır. Düzgün qamət əzələləri maksimal olaraq boşaldır və daha az yorularaq daha çox iş görməyə imkan verir. Hesab olunur ki, düzgün qamətdə qulaqlar döqəq olaraq çiyinlərin müstəvisində, çiyinlər isə budların müstəvisində yerləşməlidir. Baş çiyinlərə nəzərən düz tutmaq tələb olunur. Aşağı baxdıqda, baş irəliyə əyilməməlidir. Bel büküldükdə yeni çiyinlərin xətti döqəq olaraq budların xətti və qulaqların xətti üzərində durmadıqda çiyin vəzirləri və əzələləri üzərinə həddindən artıq yük düşür. Bu vəziyyətdə uzun müddətli iş xəstəliyə gətirib çıxara bilər.

NEYROŞƏBƏKƏLƏR

İnsanın təfəkkür prosesi çox mürəkkəbdir və müasir alimlərə yalnız müəyyən mənada aydındır. Lakin elm insanın əsəb sisteminin quruluşunun öyrənilməsində müəyyən müvəffəqiyyətlər qazanmışdır. İnsanın əsəb sisteminin struktur vahidi əsəb hüceyrəsi – neyrondur. Bu cür hüceyrə gövdədən (nüvəli som) və ağacşəkilli çıxıntılar çoxluğundan – dendritlər və uzun aksondan ibarətdir. Dendritlər digər neyronlardan gələn əsəb impulsı üçün giriş kanalları rolunu oynayır. İmpuls som daxil olaraq onda spesifik həyəcənlanma yadırlar. Sonra buradan çıxış çıxıntısı olan aksion üzrə yayılır. Neyronlar xüsusi kontaktların – sinapsların köməyi ilə birləşdirilir. Onlarda bir neyronun aksion budaqlanması, digər neyronların som və ya dendritlərinə çox yaxın məsafədən (bir neçə on mikron məsafədən) keçir.

Resseptorlarda yerləşən neyronlar xarici qıcıqlanmanı qəbul edirlər. Onlar baş və onurğa beyninin boz maddəsində insanın hərəkətlərini (əzələ və vəzilərinə) idarə edir, beyində hiss və hərəkət neyronlarını əlaqələndirirlər. Axırncılar müxtəlif beyin mərkəzləri əmələ gətirirlər. Burada xarici qıcıqlandırıcılardan gələn informasiyanın hərəkət siqnalına çevrilməsi baş verir.

Bu sistem necə işləyir? Neyronlarda üç əsas proses baş verir: sinaptik həyəcənlanma, sinaptik tormozlanma və əsəb impulslarının yaranması. Sinaptik proseslər xüsusi kimyəvi maddələrin köməyi ilə baş verir. Bu maddələr bir neyronun çıxıntıları ilə ifraz olunur və digər neyronun səthilə əlaqəyə girir. Sinaptik həyəcənlanma neyronun cavab reaksiyasına səbəb olur və müəyyən həddə çatdıqdan sonra əsəb impulsuna keçir, çıxıntılar üzrə sürətlə yayılır. Tormozlanma isə əksinə, neyronların ümumi həyəcənlanma səviyyəsini azaldır.



Yüz milyardlarla neyron mürəkkəb sistem əmələ gətirir və super EHM-lər haqqındakı ən cəsarətli ümidləri hələ ki üstələyir.

Bu cür sistemlərin modeləşdirilməsi, yəni süni neyroşəbəkələrin yadılması sahəsindəki təcrübələr hələ XX əsrin ortalarında aparılırdı. Burada məqsəd yalnız beynin funksiyalarını öyrənmək deyil, həm də süni neyroşəbəkələrdən istifadə edərək onları imkan daxilində təkrarlamaq idi. Neyronların şəbəkədə birləşmə sxemləri müxtəlifdir, lakin bütün şəbəkələr çoxatlı fəza strukturlarından ibarətdir.

1949-cu ildə D.Hebb neyronlar şəbəkəsinin öyrənilməsinə nümayiş etdirdi. Sonralar, 60-cı illərdə Marvin Minskinin də olduğu tədqiqatçılar qrupu süni neyronların bir qatından ibarət şəbəkə yaratdılar. Şəbəkələr müxtəlif məsələlərin

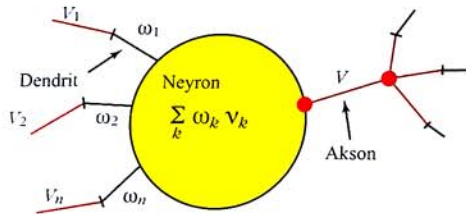
İnsan neyrosisteminin bir hissəsi





SÜNİ NEYRON ŞƏBƏKƏLƏRİ

Neyroşəbəkə düyünlərdən (neyronların analogları) və birləşmələrdən (sinaptik əlaqələr) ibarətdir.



V_i – başqa neyronlar tərəfindən yaradılan və i dendritlərinə daxil olmuş impuls, ω_i – dendritlərin çəkisi. V impulsu başqa neyronların dendritləri arasında budaqlanan aksonun köməyiylə paylanır.

Neyroşəbəkədə sinaptik əlaqələrin çəkisini, şəbəkənin öyrədilməsi (və özünü öyrətmə) hədlərinin qiymətini vermək və dəyişmək olur. Belə sxem, həyəcanlanmanın şəbəkə boyunca keçid yollarını təyin edir və bununla "göndəriş – nəticə" rabitəsini formalaşdırır. Şəbəkədə xarici həyəcanlandırmanı qəbul edən giriş (reseptor) qat və məsələnin həll nəticələrini təyin edən çıxış qat mövcuddur. Şəbəkənin işi, keçən həyəcanlanmanın idarə edilməsi və imitasiyası üçün verilən impulslarla təkləşir. Şəbəkə ya öyrədici rejimdə, ya da təyin etmə rejimində (iş rejimi) işləyir.

“Süni neyroşəbəkə necə işləyir?”

Tutaq ki, mətnin təyin edilməsi üçün şəbəkə qurulub. Giriş qatı təsviri, neyronlar çoxluğunun reseptorların müəyyən konfigurasiyada həyəcanlandırılması ilə qəbul edir. Bir neçə sayda taktından sonra çıxış qatının neyronlarından biri maksimal həyəcanlanır. Əgər girişdə işarənin etalonu, məsələn A hərfi verilirsə, onda çıxış qatının maksimal həyəcanlanmış neyronunu A hərfinin obrazı kimi qəbul etmək olar. Bu zaman sanki cavab alınır: “Bu A hərfidir, mən onu tanıdım!”. Əgər sonra, nə vaxtsa yenidən A hərfi daxil edilsə və bu daxil etmədə təhriflər olarsa, onda məntiqə görə həmin neyron həyəcanlanmalıdır, lakin bu başqa neyron da ola bilər və bu hal sistemin səhv davranışı hesab olunacaq. Sistemi “öyrətmək” üçün, çıxış qatındakı həmin neyronun maksimal həyəcanlanmasına nail olmaq lazımdır. Bunun üçün şəbəkədə həyəcanlanmanın keçid yolunda çəki və ya hədləri müəyyən alqoritmlərlə elə dəyişmək lazımdır ki, lazımi neyronu həyəcanlanmağa məcbur etmək mümkün olsun.

Şəbəkənin öyrədilməsi etalonlar çoxluğunun təqdim edilməsi və şəbəkənin parametrlərinin nizama salınması ilə həyata keçirilir. Öyrədilmə o vaxt dayandırılır ki, verilmiş şərtlərə uyğun olaraq səhv alınma ehtimalı kiçik olsun. “Öyrədilmiş” şəbəkəyə müəyyən mənada təhrif olunmuş müxtəlif hədlər daxil etməklə əmin olmaq olar ki, sistem onları təyin edəcək. Şəbəkə faktiki olaraq assosiativ təfəkkürü imitasiya edir.

həlli üçün, havanın proqnozlaşdırılması, elektrokardiogramların analizi və süni görmənin yaradılması üçün istifadə olunurdu. Sonralar Minski Paypertlə birlikdə “Perseptronlar” işində isbat etdilər ki, birtəqətli şəbəkələr prinsip etibarən ilə bir çox sadə məsələləri, o cümlədən, VƏ YA-nın inkarını modelləşdirməyə imkan verən məsələni həll edə bilmirdi. Bu cür qiymətləndirmələr həddindən artıq pessimist idi. Kitabda sadalanmış məsələlərdən çoxu hal-hazırda çoxqatlı şəbəkələrdə standart prosedurlar yığınının köməyiylə həll edilir.

80-cı illərin sonunda neyron şəbəkələrə maraq yenə də artdı. Artıq neyron şəbəkələrin öyrədilməsinə aid çoxsaylı nümunələr vardı: bir şəbəkəyə mətni fonetik ifadə şəklində, sonra nitqə çevirməyi, başqa birinə isə əlyazma hərflərini tanımağı öyrətmişdilər. Süni neyroşəbəkələrdən istifadə nəticəsində təsvirin sıxılması sistemi qurulmuşdu.

Çoxqatlı şəbəkələrin əsas öyrətmə üsulu əks yayılma adlanır. Lakin bu üsul da şəbəkənin konkret zamanda öyrədilməsinə və təkrar öyrətmə nəticəsində daha yaxşı olacağına heç bir zəmanət vermir.

İnsanlar kompüterlərin səhv buraxmasına öyrəşiblər, lakin kompüterdə modelləşdirilmiş süni neyroşəbəkələr, hətta düzgün işlədiyi halda belə, bəzən səhv buraxaçaqlar. Neyron şəbəkələr məsələni necə həll etdiklərini “izah etmək” iqtidarında deyillər. Öyrətmə nəticəsində qurulan daxili ifadə o qədər mürəkkəb olur ki, onu analiz etmək mümkün olmur. İnsan da çox vaxt izdihanda uzun illər görmədiyi dostunu necə tanıdığını izah edə bilmir. Ekspert sistemi mühəkimələr prosesini tərs qaydada elə izləyir ki, onların məntiqiyyini yoxlaya bilsin.

Hesab olunur ki, süni neyron şəbəkələri süni intellekt əvəz edə bilər. Lakin ehtimal olunur ki, onlar, hər bir yanaşmanın daha yaxşı uyğun gəldiyi məsələnin

həllində istifadə olunan sistemlərlə yanaşı mövcud olacaqlar. Obrazların tanınması çox vaxt sürətli reaksiya tələb edir. Əsəb sistemi yeni obyektin tanınmasında çətinlik çəkəndə, bu sual beynin daha yüksək bölmələrinə ötürülür. Əlavə informasiyaya ehtiyac olarsa, onda həllin tapılması prosesi daha artıq zaman tələb edir. Lakin nəticənin

NANOTEKNOLOGİYALAR

“NANO” NƏDİR?

Müasir elmi dildə “nano” önsəkilçisindən vergüldən başlayaraq vahidin milyardda bir hissəsinə bərabər fiziki kəmiyyətləri adlandırmaq üçün istifadə edilir. Məsələn, nanometr – metrin milyardda bir hissəsidir, yəni 1 nanometr (nm) = $0,000\,000\,001\,m = 10^{-9}\,m$.

Alim və mühəndislər 1960-cı ildə anlayışın dəqiq mahiyyətini ifadə etmək üçün “nanos” (yunancadan tərcümədə “cırıtdan” deməkdir) sözündən istifadə etmək haqqında razılığa gəldilər.

Beləliklə, nanotexnologiyalar dedikdə, nə isə cırıtdan ölçülül, çox kiçik, nəyinə milyardda bir hissəsinə, məsələn metrin milyardda bir hissəsinə təşkil edən şeylərlə məşğul olan texnologiyalar başa düşülür.

0,001 metr və ya millimetr ölçüsünə gündəlik həyatda tez-tez rast gəlinir. İynə başının ölçüsü 1 mm-dən bir qədər böyükdür. Lakin nanometrlə müqayisədə millimetr həndərlir, milyon nanometrə bərabərdir. Mühəndislər, artıq çoxdan millimetrlərin mində bir hissəsi olan mikrometrlə (mkm) və ya mikronla: $1\,mkm = 0,000\,001\,m = 10^{-6}\,m = 1000\,nm$ ilə işləməyə öyrəşiblər.

İnsan tükünün diametri 1/20 mm, yəni 50 mkm-dir. Gül tozu insan gözü ilə görünməyən bir neçə mikron ölçülü tozdan ibarətdir. İnsan qanının analizi zamanı laborantlar mikroskop altında

keyfiyyəti bu halda daha yüksək olar. Neyron şəbəkə çox hallarda xarici mühitə belə reaksiya verərdi. Mürəkkəb hallarda, yəni səhv etmək ehtimalı böyük olan hallarda məsələnin həlli ekspert sistemə tapşırıldı. Bu iki sistemin kombinasiyası daha effektiv olardı və bioloji təkamül nəticəsində alınmış modelə uyğun gələrdi.

nümunələri nəzərdən keçirərək birinci növbədə disk formalı bir neçə mikron diametrlili qırmızı qan hüceyrələrinin sayını təyin edirlər.

Mikrondan kiçik ölçülərə tez-tezmi rast gəlinir? Hamı göydə və ya fəvvarənin su damlalarında göy qurşağını görüb. Göy qurşağında rənglər qırmızıdan bənövşəyiyədək dəyişir. Fizikadan bilir ki, onlar işıq dalğasının uzunluğu ilə fərqlənirlər – 0,44 mkm (qırmızı) – 0,7 mkm (bənövşəyi).

Bəs, bir nanometri necə təsəvvür etmək olar? Bunun üçün 1 mkm uzunluqlu miniatur metal mil hazırlayıb, mikroskop altında yerləşdirib hər hansı bir alətlə yarıya bölmək lazımdır. Sonra bir yarımsı atıb, o birisini bir dəfə də yarıya bölək. Nəzəri olsa belə, bu proseduru on dəfə ardı-



Məşhur “Creatures” (ing. “yaradılma”) oyununda norm adlanan gülmalı məxluqların nəslini yaratmaq, təbii etmək və öyrətmək tələb olunur. Buradakı personajların davranışını, xarici qıcıqlanmalara reaksiyasını və öyrədilməsini modelləşdirmək üçün neyron şəbəkələrdən istifadə edilmişdi.



Mikronun ölçü vahidi μm ilə işarə olunur. Lakin kompüterə mətnləri daxil edərkən yunan hərfini yazmaq çətinlik törətdiyindən qeyri-rəsmi olaraq daha çox *um* işarəsindən istifadə olunur. Əgər μ ("myu") yunan hərfində aşağıdakı quyruğu silsək, latın əlifbasının u hərfi alınacaq.



Işıq dalğasının uzunluğu o qədər də kiçik deyildir. İnsan tükünün diametrinə bərabər məsafədə işıq dalğasının cəmi yüz rəqsi yerləşdirilə bilər.



Skaner tunel mikroskopu.

cıl təkrar etmək mümkündürmü? Başlanğıc mil atomlardan təşkil olunub və bölünmədən sonra onun ölçüləri atomlar arasındakı məsafədən kiçik olmayacaqdır. Metalların çoxu üçün atomlar arasındakı məsafə 0,1–0,7 nm təşkil edir.

Beləliklə, 1 mkm uzunluqlu mil üzərində cəmi bir neçə min atom təbəqəsi yerləşər. Birinci bölmədən sonra təbəqələrin sayı təqribən iki dəfə, ikincidən sonra-təqribən dörd dəfə, onuncudan sonra-təqribən 1000 dəfə azalır, yəni on bölmədən sonra (əgər bunu yerinə yetirmək mümkün olarsa) milin uzunluğu 1 m olardı və mil cəmi bir neçə (ondan az sayda) metal təbəqəsindən



ibarət olardı. Deməli, nanometr – kiçik sayda atomlardan təşkil olunmuş obyektlərin ölçülməsi üçün əlverişli ölçü vahididir.

İndi isə yenə "nanotexnologiyalar" sözlünə qayıdaq. Əslində burada "nano" obyektlərin ölçülərini deyil, onların tipini göstərir. Nanotexnologiyalar ayrı-ayrı atomlarla fərdi işə istiqamətlənib.

Adi texnologiyalar (məsələn, xarraj dəzgahında detallın emalı, şüşənin bişirilməsi və ya beton konstruksiyaların hazırlanması) əşyaları hazırlayır, yəni pis idarə olunan atomların nəhəng qrupları ilə manipulyasiya edərək, atomları lazımı yığınlar şəklində qurur.

Nanotexnologiyalar informatika ilə sıx bağlıdır. Birincisi, qeyd etdik ki, məhz R.Feynmanın informasiyanın kompakt şəkildə saxlanması məsələsinin qoyulmasına həsr olunmuş məruzəsindən sonra nanotexnologiyaların yaradılması zərurəti meydana çıxmışdır. İkincisi, nanotexnologiyalar, informasiya emalı alətləri (kompüterlər) ilə yanaşı onlardan istifadə üsullarını radikal olaraq dəyişəcəyinə ümid verir. Üçüncüsü, nanotexnologiyaların inkişafı informatika üsullarının tətbiqi olmadan mümkün deyil.

İLK LABORATOR UÇURLARI

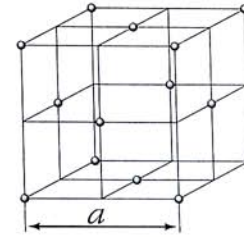
Hələ qədim Yunanıstanın filosofları maddənin atomlardan təşkil olunduğunu anlamışdılar. Sonralar bu nəzəri və eksperimental olaraq isbat olunmuşdu, lakin bir şahid and içə bilməzdi ki, "Mən atomu görmüşəm!". Ayrıılıqda hər hansı bir atomu hər hansı bir optik qurğunun köməyiylə görmək prinsip etibarlı ilə mümkün deyil. Optik qurğular işıq rəqslərilə işləyir. Onların iş qabiliyyəti bir-birindən ayırd edilə bilən iki obyekt arasındakı məsafə ilə ölçülür (bu məsafə işıq rəqslərinin dalğa uzunluğunu aşmır). Görünən işığın dalğa uzunluğu təqribən 500 nm-ə bərabərdir, bu isə atomlar

arasındakı məsafədən min dəfələrlə çoxdur. Atomları "güdmək" üçün daha çox tezlikli rəqslər lazımdır. Müasir fizikanın nöqtəyi-nəzərindən elektron zərrəcik olmaqla yanaşı, həm də rəqs dalğasıdır. Bu dalğanın uzunluğu atomlar arasındakı məsafədən kiçikdir. Elektron dalğalarının köməyiylə "elektron işıqlı" mikroskopda ayrıca atomu görmək olar (onu başqa atomlardan ayırd etmək olar). 80-ci illərdə belə mikroskop yaradıldı və *skaner tunel mikroskopu* (STM) adlandırıldı.

Əsas ideya ondan ibarət idi ki, vakuuma bərk cismin səthində cərəyan buraxılmış iti iynənin ucu hərəkət etdirilir. Əgər nümunə ilə iynə ucu arasındakı məsafə kifayət qədər kiçikdirsə, onda elektronlar iynə ucundan nümunə üzərinə tunelləşirlər (atlanıb keçirlər) və beləliklə, tunelləşmə cərəyanı yaranırlar. İynəni nümunə üzərində gəzdirməklə və cərəyanı ölçməklə tədqiqatçılar nümunənin üzərindəki mikroskopik ölçülü (atom ölçülərində) "təpə" və "vadilərin" yerləşmə vəziyyətlərini "xəritəyə köçürmək" imkanı qazanırlar.

1986-cı ildə STM-i icad edənlər Nobel mükafatına layiq görüldülər. Skaner tunel mikroskopu insan ovcunda (vakuum kamerası olmadan) yerləşə bilər, şaquli istiqamətdə ölçüsü 0,1 Å olur, başqa sözlə desək, hidrogen atomunun diametrinin onda biri ölçüsünə malikdir. Eni cəmi bir neçə atom olan skaner iynəni üfüqi müstəvidə 2 Å ölçüyə qədər böyüdə bilər. Alimlər artıq eni cəmi bir atom olan iynə hazırlaya bilmişlər. İynənin ucu piramida şəklində hazırlanır. Burada axırıncıdan əvvəlki və axırıncı təbəqələr uyğun olaraq üç və bir atomdan ibarət olur.

STM atomları həm görə bilər, həm də onları hərəkət etdirə bilər. Məsələn, 1980-ci ildə IBM firmasının əməkdaşları nikel təbəqə üzərinə 35 ksenon atomu yerləşdirməklə, onlardan öz firmalarının adını düzəltdirdilər.

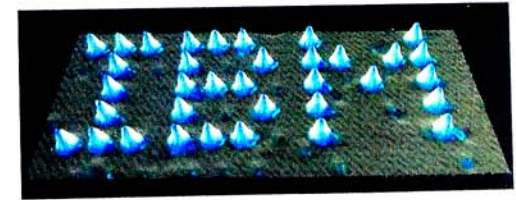


a – atomlar arasındakı məsafədir.

NANOTEXNOLOGİYALARDA "ƏMƏK BÖLCÜSÜNÜN" QAÇILMAZLIĞI

Ayrı-ayrı atom və molekulardan istifadə etməklə, prinsip etibarlı ilə müxtəlif ölçülü yeni qurğular yaratmaq olur: insan gözü ilə görünməyən mikroskopik ölçülərdən tutmuş, Yer kürəsini də üstələyən planetlərin ölçülərinə kimi. Hətta ən xırda qurğular belə çox sayda atomlardan ibarət olur. Qurğunu nanotexnologiyaların köməyiylə qurmaq üçün hər bir atomu onun üçün nəzərdə tutulmuş yerə keçirmək lazımdır. Xəyalımızda eksperiment keçirək. Bunun üçün bir tip atomlardan qurulmuş sadə bir fiqur – kub tələb olunur. Tili 5 mkm olan kubu yığmaq üçün nə qədər atomu hansı məsafədə yerləşdirmək lazım olacaqdır?

1 mkm – 1000 nanometr və ya 10000 anqstrom deməkdir. Əgər kubda qonşu atomlar arasındakı məsafəni 0,5 Å qəbul etsək, onda kubun tilindəki atomların sayı $100\,001 - a$, bütün kubdakı atomların ümumi sayı isə $100\,001 \cdot 100\,001 \cdot 100\,001 \approx 10^{15}$ olacaqdır.

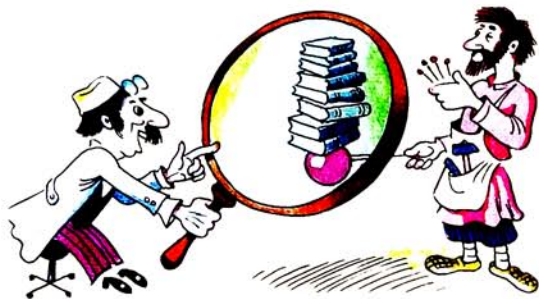


"İxtiyari maddi əşya – atomların fəzadakı yığılmasından başqa bir şey deyildir. Bu atomların strukturda necə yığılacağı əşyanın nə olacağını təyin edir".

Stanislav Lem.



"ORADA - DƏRİNLİKDƏ..."



Riçard Feynman.

1959-cu ildə gələcək Nobel mükafatı laureatı amerikalı fizik Riçard Fillips Feynman Amerika fizika cəmiyyəti qarşısında "Orada - dərinlikdə istənilən qədər boş yer var (Fizikada yeni istiqamət açmağa dəvət)" adlı məruzə ilə çıxış etdi.

Nanotexnologiyalar bir neçə səbəbdən informatika ilə sıx bağlıdır. Tarixi olaraq nanotexnologiyaların müzakirəsi informasiyanın kompakt saxlanması məsələsindən başlamışdı. Nanotexnologiyaların tətbiqi kompüterlər kimi onların tətbiq üsullarının da radikal dəyişdirilməsinə səbəb olur. Nanotexnologiyaların inkişafı informatika üsullarının tətbiqi olmadan mümkün deyil.

Məruzə gözlənilməz bir sualla başlayırdı: Britaniya ensiklopediyasının bütün 24 cildini iynə başlığında yazmaq olarmı?

Feynman bu suala müsbət cavab verdi. Onun düşüncələrini başa düşmək üçün məktəb proqramına daxil olan məlumatlardan əlavə adi metaldan hazırlanmış iynə başlığının atomları arasındakı məsafənin anqstremin (Å - uzunluq ölçü vahidi olub, 0,1 nm-ə bərabərdir) hissələri qədər olduğunu bilmək lazımdır.

"İynə başlığının ölçüsü təqribən 1,5 mm təşkil edir. Əgər iynə başlığının diametrini 25 min dəfə artırıqsa, onun sahəsi təqribən ensiklopediyadakı bütün səhifələrin cəmlənmiş ümumi sahəsinə bərabər olacaqdır. Deməli, görülməsi lazım olan iş, 25 min dəfə xırda yazmağı öyrənməkdir. Bu mümkündürmü? İnsan gözü-nün görmə qabiliyyəti təqribən 0,2 mm-dir ki, bu da təqribən yarımton şəkillərin qurulduğu nöqtələrin diametrinə bərabərdir. Əgər bu cür nöqtəni 25 min dəfə kiçiltəksə, diametri 80 Å olan sahə alınar, yəni ölçücə

adi metalın atomları arasındakı məsafənin 32 mislinə bərabər bir sahə alınar. Başqa sözlə, bizim nöqtə kiçildikdən sonra da minə yaxın atomdan ibarət olacaq. Deməli, bu prosedə ona asanlıqla lazım olan formanı vermək olar və heç bir şübhə yoxdur ki, iynə başlığında onun üzərinə bütün Britaniya ensiklopediyasını yazmaq üçün kifayət qədər yer tapılar".

Sonra Feynman bildirdi ki, insanlar tərəfindən yığılmış bütün informasiyanı kiçik bir kitabçada yerləşdirmək olar. Həm də bunu informasiyanı kodlaşdırmadan, sadəcə olaraq başlanğıc materialı (bütün şəkil, reproduksiya və s. ilə birlikdə) ölçücə kiçiltməklə etmək olar. Sonra alim qeyd etdi ki, əgər informasiyanı maddə (iynə başlığı) səthində proporsional kiçildilmiş nüsxə şəklində deyil, maddə daxilində kodlaşdırılmış şəkildə saxlasaq, nəticələr daha heyranedicə olacaqdır. Təsəvvür edək ki, informasiya nöqtə və tire işarələri ilə kodlaşdırılıb, nöqtə hər hansı bir metal atomu, tire isə başqa bir metal atomu şəklində təsvir olunub. Əgər bu cür hər bir informasiya hissəsini 5x5x5 ölçülü atomlardan ibarət kubun daxilində yerləşdirsək, asanlıqla hesablamaq olar ki, "insanların bütün tarix boyu kitablarda yığdığı informasiyalar gözə güclə seçilən toz parçasına bənzər 0,1 mm-dən bir qədər kiçik kubun içinə yerləşdirilə bilər".

Məruzəsinin sonunda Feynman dedi: "Mənim bildiyimə görə fiziki prinsiplər, əşyalarla atom səviyyəsində manipulyasiyalar etmək üçün heç bir qadağalar yoxdur. Bu cür manipulyasiyalar heç bir qanunları pozmur və prinsip etibarlı ilə mümkündür. Lakin praktikada bu hələ edilməyib, çünki biz həddən artıq böyükük".

Kubu skaner tunel mikroskopundan istifadə edərək quraq. Fərz edək ki, hər bir atomun yerdəyişməsinə bir saniyə vaxt lazımdır, onda bütün yığıma təqribən 30 milyon il lazım olardı. Bu cür texnologiyaları, çətin ki, tətbiq oluna biləcək hesab etmək olar. İki STM bu işi iki dəfə tez yerinə yetirə bilirdi. On dənə STM-i isə, təəssüf ki, eyni zamanda tətbiq etmək mümkün deyildir - onlar yığılan kubun ətrafında yerləşdirilə bilməzdi!

Kubu əgərləyən zaman ərzində (məsələn, bir neçə saata, dəqiqəyə və ya saniyəyə) yığmaq üçün ya atomların yerdəyişmə sürətini artırmaq, ya da eyni zamanda işləyən "yığıcları" (universal nanomaşınlar və ya özü-özünü təkmilləşdirən mikrorobotlar) sayını artırmaq lazımdır. Qeyd edək ki, onlar o qədər miniatür ölçülüdür ki, iş zamanı bir-birinə mane olmur.

Atomların yerdəyişməsinə neçə dəfə tezləşdirmək lazımdır ki, bir "yığıcı" bütün işi 10 saniyəyə yerinə yetirsin? Bu halda o, bir saniyəyə atomların ümumi sayının onda bir hissəsinin yerdəyişməsinə təmin etməlidir. Tutaq ki, hər bir atomu 10 mkm məsafəyə hərəkət etdirmək lazımdır, onda 1 saniyəyə "yığıcı" hər biri 10 mkm olan 10^{14} yerdəyişmə yerinə yetirəcək, yəni ümumi yerdəyişmə 10^{15} mkm $= 10^9$ m $= 10^6$ km > 300 000 km təşkil edəcək.

Beləliklə, 1 saniyə ərzində "yığıcının" hər bir atom üçün yerinə yetirdiyi kiçik yerdəyişmələr ümumilikdə 1 milyon kilometr məsafə təşkil edər. Bunu yerinə yetirmək üçün o, müəyyən anlarda işıq sürətindən bir neçə dəfə artıq sürətlə hərəkət etməlidir, bu isə nisbilik prinsipinə ziddir.

Nanotexnologiyalar prinsipi üzrə ölçüləri millimetr və ya metr olan qurğuları yaradarkən bu çətinliklər bir qədər də dərinləşir. Beləliklə, mikronlardan millimetr və metrə keçid zamanı, atom-

ların yerdəyişməsinə lazım olan məsafə uyğun olaraq min və milyon dəfə, atomların sayı isə 10^9 və 10^{18} dəfə artacaqdır.

Deməli, nanotexnologiyalarda müəyyən məhsulun hazırlanması yalnız o zaman mümkün olar ki, "yığılma məntəqələri" yaradılan qurğunun bütün səthi (həcmi) üzrə paylansın və paralel işləsinlər.

Bu cür paralel işi ifadə etmək üçün qarışqaların dağılmış yuvasını və yuvanı bərpa etməyə çalışan qarışqaları təsəvvür edək. Qarışqalardan ibarət izdiham bir-birinə mane olmadan işləyir. İxtiyari qarışqanın ölçüsü onun yuvasının ölçülərinə nəzərən çox kiçikdir. Bəzi qarışqalar nisbətən azad işləsələr də, onların ümumilikdə işi vahid məqsədə təbə olur.

NANOTEXNOLOGİYALAR HƏYATA KEÇİRİLƏ BİLƏRMI

Kubun yığılmasına aid misal kədərli fikirlərə gətirir. Yəni doğrundandamı nisbilik prinsipi istisna ediləndə ən yaxın ulduzlara uçuşun mümkün olmadığını, enerjinin saxlanması qanunu isə daimi mühərrikin yaradılmasının mümkün olmadığını sübut etdiyi kimi, əsas fiziki prinsiplər və qanunlar da nanotexnologiyaların praktik olaraq həyata keçməyəcəyini sübut edir?

Nanotexnologiyaların nəzəriyyəçilərinə bəzi olan amerikalı alim Erik Dreklsler belə bir misal göstərir. Əgər insanlar nanotexnologiyalara malik



Erik Dreklsler.





olsaydılar, həkimlər bir neçə mikron ölçülü torbası, yapışa bilən pəncələrlə və xortumu olan qurğu yarada bilirdilər. Bu qurğunu insanın qanına daxil edərdilər və qurğu qandaki mikrobları tapıb, onlara yapışardı və xortumu vasitəsilə torbasında saxladığı antibiotikləri mikroba yeridirdi. Bir çox xəstəlikləri bu qayda ilə müalicə etmək asan olardı.

Lakin haradan məlumdur ki, nanotexnologiyalar daimi mühərriklərdən fərqli olaraq mümkün ola bilər? "Cırdan" qurğuların yaradılması realdır, bu hansısa fiziki qanunlara zidd getmirmi? Bu suala insan qanının bir damlasına mikroskop altında baxmaqla cavab verək. Qanda üzən və mikroblara qarşı mübarizə aparan, mahiyyət etibarilə bizim "qurğularla" eyni olan anticisimlər adlanan ünsürlər var. Onlar orqanizmdə genetik kod (dəqiq plan) üzrə addım-addım, molekulyar-molekul əmələ gəlirlər. Yer kürəsindəki bütün canlılar, bakteriya və sadə göbüləkdən tutmuş insana və sekvoyyaya qədər amin turşuları və zülalların kiçik atom qrupları ilə aparılan manipulyasiya proseslərinin nəticəsində yaranmışdır. Yəni müəyyən mənada hesab etmək olar ki, nanotexnologiyalar canlı təbiətdə artıq işləyirlər. Hal-hazırkı zamanda nanotexnologiyalar prinsipində yüzrlərlə və hətta minlərlə atomlardan ibarət konstruksiyalar yaradılıb. Lakin onlar arasında müəkkəbliyinə görə canlı hüceyrə ilə müqayisə oluna biləcək bir dənə də konstruksiyaya yoxdur. Lakin ha-

yatın və bioloji proseslərin mövcudluğu nanotexnologiyaların praktik tətbiqinin mümkünlüyünü isbat edir.

İxtiyari özü-özünü yaradan obyektlər, istər insan bədənindəki bakteriyalar, nohurdakı yosunlar, sumlanmış torpaq sahəsindəki əlaq otları, xəmirdəki maya və ya kompüter şəbəkəsindəki virus tez çoxalaraq ətraf mühiti insan üçün arzuolunmaz, hətta faciəli olan formaya çevirir. Bu cür faciələrdən biri "Sıyıq küpəsi" adlı məşhur alman nağılında təsvir olunub. Bu nağılda küpə o qədər sıyıq bişirir ki, axırda bütün şəhəri sıyıqla doldurur.

Lakin gerçəklik ixtiyari nağıldan daha qorxulu ola bilər. Nanotexnologiyalarla işləyən alimlər artıq indidən özü-özünü yaradan (və ya hətta özü-özünü mükəmməlləşdirən) mikrorobotların nəzarət altından çıxması təhlükəsi haqqında fikirləşirlər. Hipotetik faciə "boz selik" – torpağın, suyun, havanın mikroskopik robotlarla emalının nəzarətdən çıxması prosesi adını almışdır ki, bunun nəticəsində Yer kürəsi həddindən çox "quraşdırıcılar" kütləsilə örtülür.

Bu proses bir neçə gün ərzində həyata keçirilə bilər. Dalğa ilə dənizin qumlu sahilinə atılmış 10 mkm ölçülü özü-özünü yaradan robot təsəvvür edək. Tutaq ki, o, silisium, oksigen, hidrogen, azot və karbondan və duzları dəniz suyunda həll olunmuş bəzi metallardan təşkil olunub. Günəş şüaları altına düşdükdə mikrorobot özüne oxşar robotlar yaratmağa başlayır (yaxınlıqda lazımi atomların ehtiyatları olmaq şərti daxilində). Əgər "klonlaşma" prosesi yarım saat davam edərsə, onda birinci günün sonuna çimərlikdə ümumi sayı təqribən milyon ədəd və ümumi həcmi 1 mm³ olan 20 nəsil robot əmələ gələcək. İkinci günün sonuna onların həcmi – 1 dm³, üçüncü günün sonuna – 1000 m³ və dördüncü günün sonuna, əgər qum kifayət

edərsə – 1 km³ təşkil edəcək. Bütün çimərlik "boz seliyə" çevriləcək.

Nanotexnologiyaların nəzəriyyəçiləri artıq indidən "boz selik" faciəsinin qarşısını almağa imkan verən mikrorobot – "quraşdırıcının" quruluş prinsiplərini hazırlayırlar. Bu prinsiplər yazıçı-fantast A. Azimovun öz əsərində uydurduğu məşhur robototexnika qanunlarına bənzəyir. Lakin bu prinsiplər yazıçılar tərəfindən uydurulmayıb, alimlər tərəfindən praktik məqsədlər üçün verilib.

Prinsip 1. "Quraşdırıcı" yalnız xaricdən verilən komanda əsasında özüne oxşarların istehsalına başlaya bilər.

Prinsip 2. Enerjinin ayrılması ilə müşayiət olunan qurma proseslərini aparmaq qadağan olunur.

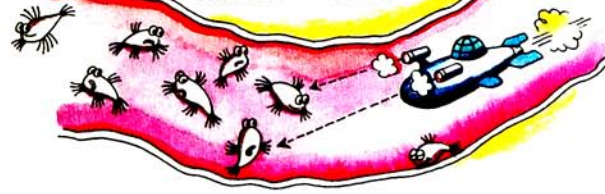
Prinsip 3. Təkrar istehsalda təbiətdə rast gəlinməyən maddələrdən istifadə edilməlidir.

CƏSARƏTLİ PROQNOZLAR

Nanotexnologiyaların tətbiqi üçün artıq çoxlu maraqlı üsullar tapılıb və proqnozların sayı günbəgün artır. Sabahkı günün texniki qurğularının yalnız üç təsvirini verək.

Yüzrlərlə qığahers tezliklərlə işləyə bilən, Bebbicin kompüterinə bənzər mexaniki nanokompüter. Bu kompüter hər biri bir neçə min atomdan yaradılmış kiçik detallardan ibarət olacaq.

Lazımlı yüklərin kosmosa qaldırılmasını təmin edən lifti olan qüllələri tikməyə imkan verən çox möhkəm və özü-özünü təmir edən mate-



riallar. Belə qüllənin divarlarında birləşdirilmiş karbon borularla "təmirçilər" sürünərək hərəkət etməli, zədələri təyin edərək, aradan qaldırmalıdır.

Oksigeni ağ ciyərlərdən orqanlara və karbon qazını əksinə nəql edə bilən, insan qanında üzən mikroskopik "sualtı qayığı". Əgər bu cür süni qan cisimlərindən yarımlı stəkani insanın qanına vurulsa, onda insan havasız bir neçə saat qala bilər.

Nanotexnologiyaların kompüterlərsiz, kommunikasiyalar, proqramlaşdırma və informatikanın digər elementləri olmadan təsəvvür etmək mümkün deyildir. Robot-"quraşdırıcılar" informasiyanı xaricdən alıb emal edərək öz aralarında informasiya mübadiləsi edəcəklər. Mikrorobotların ötürücülərinin gücü və qəbuledicilərinin həssaslığı yalnız qısa məsafələrdə rabitəyə yarayacaq, buna görə də robotlar yaqın ki, kommunikasiya şəbəkələri yaradaraq informasiyanı retranslyasiya edəcəklər. Mikrorobotları və onları üçün proqramları ən müasir texnikada yaratmaq tələb olunacaq. Əvvəlcə bu adi elektron kompüterlər, sonralar isə nanokompüterlər olacaq.

İNDİKİ NƏSİL NANOTEXNOLOGİYALARIN TƏTBİQİNİN NƏTİCƏLƏRİNİ GÖRƏCƏKMİ

Nanotexnologiyaların praktik tətbiqi uzaqda deyil. Artıq bu gün biznesmen və dövlət xadimlərinə nanotexnologiyalara qoyula biləcək



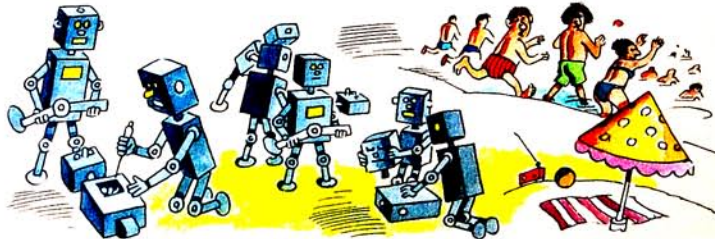
Ayazek Azimov.



NANOROBOTLAR

Nanotexnologiya ideyalarının sistematik təhlili XX əsrin 80-ci illərində E.Drekslerin "Yaradan maşınlar" adlı kitabında dərc olunmuşdu. Əsas ideya verilmiş proqram üzrə yeni konstruksiyalar, həmçinin özlərini yığa bilən xüsusi robot – "quraşdırıcıların" işlənilib, kütləvi istehsalat buraxılması idi. İnsan mürəkkəb alətlər yaratmaq üçün əvvəlcə daha sadələrdən istifadə edir. Sonra isə onları təkmilləşdirərək avtomobillər, təyyarələr, kompüterlər, televizorlar və digər lazımlı şeylər istehsal etməyə imkan verən texnologiyalar yaradır. Nanotexnologiyalarda da hələ ki, bir neçə nəsil universal nanoalətlər yaratmaq lazım gələcək ki, sonradan onların köməyiylə nəşə mükəmməl bir şey istehsal etmək mümkün olsun.

Dreksler hesab edir ki, nanoalətlərin birinci nəslini canlı təbiətin konstruksiyalarından təkrarla aparmaqla alacaqlar: "...çevik, proqramlaşdırıla bilən zülal maşını böyük molekulu (iş obyektini) tutacaq, bu zaman kiçik molekulu həqiqi yerinin qaydasında yerləşdiriləcək. O, molekulları maya kimi bir yerdə bağlayır. Molekulu molekullarınca yığıldığı hissəyə bağlamaqla, maşın böyük və daha



investisiyalar barəsində tövsiyələr olan və 4 min dollara satılan 500 səhifəlik hesabat mövcuddur. Bu hesabata görə nanotexnologiyaların birinci sənaye

HESABLAMA MAŞINLARININ GƏLƏCƏYİ

EHM "abbreviaturası" elektron hesablama maşını kimi açılır, kompüter isə ingilis sözü olub "hesablamaq" anlamını verən "to compute" sözündən yaranıb. Hesablama məsələlərinin həlli üçün ixtisaslaşmış EHM-lər hazırlanırdı. Bunlar arasında uzun illər ön uğurlu Cray Research amerika kom-

böyük struktur yaradır. Bununla yanaşı atomların hansı qaydada düzülməsi ciddi nəzarətdə saxlanılır. Bu kimyaçıların malik olmadığı, ən vacib bacarıqdır. Ribosomlar kimi bu cür nanoaşınlar molekulyar lentlərin idarəsi altında işləyə bilirlər".

Sadə zülal maşınlarının köməyiylə mürəkkəblərini, sonra isə daha mürəkkəblərini qurduqdan sonra birinci universal "quraşdırıcılar" yaratmaq mümkün olacaqdır. "...Bu təkcə zülaldan deyil, daha böyük bir şeydən hazırlanan nanomaşınların ikinci nəslidir. Bəzi yeni nanoaşınlar molekulyar strukturların qurulması üçün mükəmməlləşdirilmiş qurğular kimi istifadə edilə bilər. Türşüya və ya vakuuma, dondurulmaya və ya qızdırılmaya davamlı, istifadə məqsədindən asılı olaraq ikinci nəsil fermenta-oxşar maşınlar alət kimi, demək olar ki, hər bir kimyəvi molekuldən istifadə edəcəklər. Onlar praktiki olaraq ixtiyari dayanıqlı struktur almaq üçün atomları birləşdirə biləcəklər. "Quraşdırıcılar" bizə atomları, demək olar ki, ixtiyari ağılabatın formada yerləşdirməyə imkan veridindən, biz təbiət qanunlarına zidd olmayan, demək olar ki, hər şey qura biləcəyik. Xüsusi halda yeni "quraşdırıcılar" da bu siyahıya aiddir".

təbiiqi artıq XXI əsrin 10-cu illərində baş verəcək. Daha on ildən sonra isə nanotexnologiyalar dünya iqtisadiyyatında böyük bir sektor yaradacaqdır.

paniyasının buraxdığı Cray superkompüterləri idilər.

Birinci Cray-1 superkompüter 1976-cı ildə ABŞ-in Energetika Nazirliyinin Los-Alamos laboratoriyasında (atom silahına cavabdeh olan) quraşdırılmışdı. Bu superkompüter vergi ödəyicilərinə 8,8 milyon dollara baş-

gəlmişdi. O, 64-mərtəbəli sürüşkən vergüllü ədədlərlə saniyədə 160 milyon əməliyyat yerinə yetirə bilirdi, həm də yaddaşında milyon dənə belə ədəd saxlaya bilirdi. Kompüterdə integral sxemlər xüsusi texnologiya üzrə (bahalı qallium arseniddən istifadə edilməklə) hazırlanırdı. Cray özünün məhsuldarlıq zirvəsinə ayrı-ayrı ədədlərlə deyil, ədədlər yığını – vektorlarla əməliyyatlar aparmaqla çatmışdı. Bu kompüterdə bütün proqram təminatı, hətta proqramlaşdırma dili də hesablama məsələlərində rekord göstəricilərdə olmaq üçün modifikasiyaya uğramışdı.

1976-cı ildə 160 Mflops (sürüşkən vergüllü milyon əməliyyat) məhsuldarlıq fenomenal texniki göstərici hesab olunurdu. Lakin qiymətin məhsuldarlığa nisbəti baxımından Cray-1 o qədər də sərfəli deyildi. Saniyədə 1 milyon əməliyyat məhsuldarlığı Cray-1 alıcılarına 55 min dollara başa gəlirdi. Cray maşınları dövründə 1 milyon əməliyyat yerinə yetirən minikompüterlər də təxminən həmin qiymətə idi. Məhz bu iqtisadi şərait kompüter təkamülünün dinovavrı olan – ixtisaslaşdırılmış superkompüterlərin gələcək məhvinə müəyyənləşdirdi.

Bir neçə ildən sonra fərdi kompüterlər yarandı. Əvvəlcə hesablama məsələləri ilə məşğul olan riyaziyyatçı və mühəndislərdən heç biri böyüklər üçün bu yeni oyuncağı ciddi saymırdı. 1981-ci ildə hesablama gücünə görə Cray-1-i IBM kompaniyasının birinci fərdi kompüter modellərində istifadə edilmiş Intel mikroprosessorları ilə müqayisə etmək heç kimin ağlına belə gəlməzdi. Lakin superkompüterlərin tirajı onlarla və yüzlərlə ölçülürdü, fərdi EHM-in (və onlar üçün mikroprosessorların) tirajı milyonlarla və on milyonlarla ölçülürdü.

Qallium arsenid əsasında xüsusi integral sxemləri, silisium oksidlər əsasında buraxılan ənənəvi mikrosxemlərə nəzə-

Kütləvi tələbat yaranan aşyaları, çox böyük sayda buraxmağa başlayırlar. Nəticədə onlar tez ucuzlaşır, onların keyfiyyəti isə yaxşılaşır. Müasir mədəniyyətin ən kütləvi texniki məhsullarından biri – fərdi kompüterlər üçün universal mikroprosessor. Bu cür mikroprosessor bir neçə yüz dollaradır və ildə on milyonlarla tirajla buraxılır.

rən daha az buraxılırdılar. Buna görə də Cray superkompüterlərinin mikroprosessorlarının məhsuldarlığının artımı Mur qanunu ilə müəyyən olunmuş artımdan çox aşağı olub, ildə təqribən 10% təşkil edirdi. Birinci fərdi EHM-in yarandığı dövrdə, xüsusilə 1980-ci ildə onların məhsuldarlığı superEHM-in bir prosessorunun məhsuldarlığından aşağı olsa da, inkişaf tempi hiss olunacaq dərəcədə yüksək idi və 1995-ci ildə fərdi EHM-in mikroprosessorunun etalon məsələ üçün təyin olunmuş məhsuldarlığı superEHM-in mikroprosessorunun məhsuldarlığına bərabər olmuşdu.

Cray kompaniyası bu meyli hiss edərək 1993-cü ildən başlayaraq kütləvi masaüstü EHM-in adı silisiumlu mikroprosessorlardan istifadə edərək superEHM-lər istehsal etməyə başladı. 1998-ci il üçün dünyada istifadə olunan 500 superEHM-dən 65% kompüterlərdə kütləvi mikroprosessorlardan, daha 25%-də xüsusi silisiumlu mikroprosessorlardan və yalnız 10%-də veteranlardan – qallium arsenid əsasında qurulan mikroprosessorlardan istifadə edilirdi.

ASCI (Accelerated Strategic Computing Initiative – "sürətləndirilmiş strateji



Cray Research firmasının yaradıcısı, onun baş ideoloqu və konstrukturu Seymour Krey dahi mühəndis və biznesmen idi (1996-cı ildə 71 yaşında avtomobil qazasında həlak olmuşdur).

Gordon Mur (solda) və Seymour Krey.



MUR QANUNU

1965-ci ilin aprelində müasir mikroelektronikanın əsasını qoyanlardan biri Qordon Mur "Elektronika" jurnalında çox maraqlı bir proqnoz dərc etdirmişdi. O, silisium oksidlər əsasında integral mikrosxemlərin üç nəslinin məhsuldarlığını müqayisə edərək aşağıdakı nəticəyə gəlirdi: integral mikrosxemlərin mürəkkəbliyi və məhsuldarlığı hər 18 ayda iki dəfə artacaqdır. Mur xüsusilə, iddia edirdi ki, 1975-ci ildə 65 min elementdən ibarət mikrosxemlər meydana gələcək.



Qordon Mur.

On il sonra məqalələrindən birində o, qeyd edirdi ki, bu proqnoz onun özünün də gözləmədiyi dəqiqliklə təsdiqləndi. Elə bununla da alim fərziyyələrinin sonrakı illərdə də təsdiqlənəcəyini zənn etmiş və onların texniki əsaslandırılmalarını vermişdir. Məqalə çıxıqdan sonra Murun pərəstişkarları onun proqnozunu Mur qanunu adlandırmışdılar. Bu qanun silisium əsaslı bütün integral sxemlərə aid olsa da, mikroprosessorlara aid olması ilə daha çox məşhurlaşdı. Bu hal belə ifadə olunur: mikroprosessorun məhsuldarlığı hər 18 aydan bir iki dəfə artır. Doğrudan da, Mur qanunu uzun illər boyunca təsdiq olunurdu və mütəxəssislər hesab edirdilər ki, bu qanun ən azı 2012-ci ilədək aktual olaraq qalacaqdır.

Qordon Mur 1975-ci ildə və sonralar da öz qanununun texniki əsaslandırılmasını vermişdir. Lakin bu izahatları tam əsaslı hesab etmək olmazdı. İqtisadçılar və sosioloqlar Mur qanununu təbii olaraq öz-özünə yerinə yetirilən qanunlara, yəni həminin bilirdiyi və həminin inandığı qanunlara aid etmişdilər.

İqtisadçılar Mur qanununun uzun illər boyu yerinə yetirilməsini belə izah edirlər. Fərdi kompüterin mikroprosessorunun məhsuldarlığı öz-özünüdə istifadəçi üçün bir o qədər də vacib deyil, onu daha çox kompüterin ümumilikdə nəyə qədər olduğu maraqlandırır. Mikroprosessorun başqa fərdi kompüterdə bir çox digər komponentlər var. Əgər onların məhsuldarlığı mikroprosessorun məhsuldarlığından azdırsa, onda axırncının artıq məhsuldarlığı "əbas yerə itir", ondan tam şəkildə istifadə etmək olmur. Əgər digər komponentlərin məhsuldarlığı mikroprosessorun məhsuldarlığından böyük olarsa, komponentlərin "artıq" məhsuldarlığı da "itir", çünki mikroprosessor tərəfindən istifadə edilə bilmir.

Fərz edək ki, hər hansı bir komponentin hər hansı bir istehsalçısı onun yeni versiyasını işləmək istəyir. Fərz edək ki, o, bu işi il yarım ərzində başa çatdırmağı planlaşdırır. İşin əvvəllində həll olunmalıdır ki, buraxılış anı üçün yeni versiyanın məhsuldarlığı nə qədər olacaqdır. Bu çox məsuliyyətli həlldir: əgər məhsuldarlıq il yarımından sonra bazara çıxarılaçaq prosessor üçün çox kiçik olarsa, komponentləri heç kəs almayacaq və istehsalçı ziyanə düşəcəkdir. Əgər həddindən artıq məhsuldarlıq planlaşdırılsa, onda komponentlər prosessorların gələcəyini daha düzgün təyin etmiş rəqiblərdəkinə nisbətən daha bəla olacaqlar və məhsullar yenə də alınmayacaq. Lakin istehsalçı bilir ki, Mur qanunu artıq çox illərdi ki, işləyir və o, bu qanundan cəsarətlə istifadə edir. O, fərz edir ki, 18 ay ərzində istifadəçilərin ala biləcəyi mikroprosessorların məhsuldarlığı iki dəfə artacaqdır.

İndi isə vəziyyətə mikroprosessor istehsalçısı nöqtəyi-nəzərindən baxaq: əgər Mur qanununda nəzərdə tutulduğundan daha artıq məhsuldarlıq planlaşdırılsa, onda artıq məhsuldarlıq "itəcək", çünki komponent istehsalçıları bu artıma hazır olmayacaqlar.

Əgər əksinə hərəkət etsə, onda Mur qanununa riayət edən rəqiblərinə uduzmuş olacaqdır. Buna görə də həm mikroprosessor istehsalçıları, həm də kompüter komponentləri istehsalçıları yeganə düzgün davranış xəttinə – Mur qanununa uyğun inkişaf xəttinə riayət etməlidirlər. Nə çox tez, nə də çox gec.

İndi isə kiçik, lakin vacib bir qeyd edilməlidir. Mur qanununa texniki səbəblərdən riayət etmək imkanında olmayan mikroprosessor istehsalçısı hökmən iflasa uğrayacaqdır. Bu acınacaqlı qismət, həmin qanuna maliyyə imkanları üzündən riayət edə bilməyənləri də gözləyir.

Məhsuldarlığın nəzəri olaraq maksimal artımı, mikroprosessorun yeni modellərinin yaradılmasına istehsalçı tərəfindən qoyula biləcək vəsaitlərdən asılıdır. Mikroprosessorun tirajı və satış gəlirləri böyük olduqca, yeni araşdırmalar üçün bir o qədər artıq vəsaitlər ayırmaq mümkün olacaqdır. Və əksinə, mikroprosessorun kiçik tirajlarında və uyğun olaraq kiçik gəlirlər alındıqda, istehsalçı ciddi yatırımlar etmək iqtidarında olmur. Nəticədə, bu tip mikroprosessorun məhsuldarlığının artım tempi çox da böyük olmur.

İNTEQRAL TEXNOLOGİYALARIN UÇURLARI

Kristalın keyfiyyətini aşağıdakı üç parametrlə xarakterizə etmək olar:

- Layihə norması – texnoloji ölçü mikrometrlə (metrin milyonda biri) ölçülür; bu göstərici kristaldakı elementlərin yerləşmə sıxlığını təyin edir;
- Kristaldakı tranzistorların (və ya ventillərin) sayı kristalın məntiqi mürəkkəbliyini təyin edir;
- Takt tezliyi meqahers və gigaherslərlə ölçülür və kristalın işləmə sürətini, yəni faktiki olaraq saniyə ərzində ventilin maksimal mümkün keçirmələrinin sayını təyin edir;

1999-cu il üçün minimal layihə normaları 0,18 mk-ya, integral sxem kristalının maksimal ölçüləri – 25x35 mm, çipdəki tranzistorların maksimal sayı – 21 milyon ədəd, takt tezliyi 1,2 Gher, metallaşma səviyyələrinin maksimal sayı – 7, qidalanmanın minimal gərginliyi – 1,5 V, təbəqənin maksimal diametri – 300 mm-ə bərabər idi.

il	1989	1992	1995	1998	2001	2004	2007
Texnoloji ölçülər (mkm)	0,7	0,5	0,35	0,25	0,13	0,10	0,08
Kristaldakı tranzistorların sayı (milyon)	2,5	5	10	21	46	110	500
İşçi tezlik (Mhers)	100	175	300	600	1500	3500	7000

Yarımkəçiricilər istehsalının inkişafının axırncı 30 ili belə xarakterizə olunur:

- Kristaldakı tranzistorların sayının hər 3 ildə 4 dəfə artımı;

- Təbəqələrin diametri hər 15 ildə 2 dəfə artır;
- Kristalın sahəsi hər 6 ildə 2,3 dəfə artır;
- İstehsalın dəyəri hər 3 ildə 2 dəfə artır və minimal layihə normaları hər 5 ildə 2 dəfə azalır.

Lakin bütün oriyentirlər, adətən düzəlişlər tələb edir. Belə ki, cədvəldə göstərilmiş 90-cı illərin proqnozu indiki real vəziyyətə (məsələn, mikroprosessorların tezliyi üzrə) uyğun gəlmir.

Integral texnologiyaların mükəmməllik dərəcəsi onun köməyiylə hansı kristalları hazırlamaq mümkün olması ilə təyin edilir. Hal-hazırda XXI əsrin əvvəlində texnoloji ölçüləri 0,15 mkm, həcmi 1 Gbit olan yadda saxlama qurğuları buraxılır. Bizi KMOY ÇBİS ailəsinə aid olan yeni sənaye məhsulu – gigaçip gözləyir. Onun texnoloji ölçüləri 0,1 mkm-dir, 16 Gbit həcmli yaddaşa malikdir və onlar milyard tranzistor-dan ibarətdir.

Keçən əsrin sonunda yarımkəçiricilər sənayesi üçün təşkilin şaquli modeli tipik idi. Bütün texnoloji amaliyyatları özündə saxlayan tam istehsal dövrü bir müəssisədə gedirdi. Bu cür istehsalın yüksək qiyməti daha çevik üfüqi ixtisaslaşmaya keçməyi tələb edirdi. Beləliklə, integral sxemlərin avtomatlaşdırılmış layihələndirilməsi, fotoşablonların hazırlanması, təbəqədə integral sxemlərin hazırlanması, testləşdirmə və s. müstəqil istehsal kimi ayrıldılar.

Submikron layihə normaları sahəsindəki irəliləyiş, yeni məhsulların uzun ömürlülüyünə mənfi təsir göstərir: onların yaşama müddəti dayanmadan azalır. Tezliklə indiki ikiillik "yaşama dövrü" 9 ay və daha az olacaq. Bununla əlaqədar olaraq işlənmədən son məhsulun alınmasına qədər bütün mərhələlərdə sürətin artırılması ön plana çıxır. Əgər indiki meyllər yaxın gələcəkdə də saxlanılsa, onda yeni işləmələr iqtisadi nöqtəyi-nəzərdən sərfəli olmayacaq.



komputerinin yaradılması ideyası bir çoxların narahat edirdi.

Şorun alqoritmi üçün minimum bir neçə min elementləri – kubitləri (kvant bitləri) olan maşın lazım idi. Halbuki müasir texniki eksperiment ancaq bir-iki belə elementi hazırlaya bilir. Bundan əlavə alqoritmə görə bütün kvant hesablamaları mütləq dəqiqliklə aparılmalıdır (praktikada bu mümkün deyildir). Deməli, bu cür alqoritmaların praktik gerçəkləşməsi üçün yeni ideyalar tələb

olunur: hesablamaları səhvlərə qarşı necə dayanıqlı etmək.

Kvant hesablamaları ideyası artıq həm hesablamaların mürəkkəbliyi nəzəriyyəsinə, həm də fizikada (nəzəri və eksperimental) bir çox maraqlı araşdırmalara gətirib çıxarıb. Hesablamaların mürəkkəbliyi nəzəriyyəsinə məsələlərin yeni sinifləri yaranmış, fizikada isə az sayda verilmiş fərdi kvant zərəciklərindən ibarət sistemin vəziyyəti nəzərdən keçirilməyə və baxılmağa başlanılmışdır.

2010-CU İLİN KOMPÜTERİ

2010-cu ildə hansı kompüterin kütləvi olacağı haqqında proqnoza iki mövqedən yanaşmaq olar. Onlardan biri texniki parametrlərə istinad edir. Prosessorun məhsuldarlığını (takt tezliyini), kompüterin buraxacaq firması, operativ və daimi yaddaşın həcmi, kompüterin quruluşu,

şunu, monitorun tipi və xarakteristikasını, rabitə vasitələri və İnternet şəbəkəsindən istifadə edərkən mübadilə sürətini və bir çox şeyləri qabaqcadan müəyyən etmək tələb olunur.

Elektronikanın güclü inkişafı dövründə, hətta Mur qanunundan ("Mur

qanunu" əlavə öçerkinə bax) istifadə edilsə belə, gələcəkdən xəbər vermək heç də asan deyildir.

Digər yanaşma – kompüterin hələ olmayan, lakin yaxın onilliklərdə yaranacaq məsələ və funksiyalar dairəsini təsvir etməkdir. İndi artıq EHM nəsiləri haqqında az danışılır, belə ki, dördüncü nəsilədən sonra beşincisi gəlməli idi (zarafat kimi Pentium prosessorunu bu nəslin nümayəndəsi hesab etmək olar).

Əvvəllər olduğu kimi süni intellekt sistemlərində həlli gözlənilən bir çox problemlər araşdırma səviyyəsində qalır.

Hələ də kompüterlərə insan kimi "düşünməyi" öyrətmək mümkün olmur, onlar ciddi məntiqi qayda və nəticələrə deyil, yalnız intuisiyaya əsaslanaraq tez qərar qəbul edirlər. Əgər gələcəyin EHM-ini "instinktiv məntiqə" silahləndirmək mümkün olarsa, onda maşınlar insan fəaliyyətinin bir çox sahələrində canlı ekspertləri əvəz etmək iqtidarında olacaqlar. Belə bir sistem tərəfindən yığılmış bilikləri digər kompüter asanlıqla əldə edib (məsələn, İnternet şəbəkəsilə) qərarların qəbul olunmasında istifadə edə bilər.

Son vaxtlarda fəal surətdə kompüterin, rabitə vasitələrinin və məişət cihazlarının vahid bir topluda birləşdirilməsi prosesi gedir. Portativlik, enerji sərfiyyəti, etibarlılıq, məhsuldarlığın həcmi elektron sənayesinin yeni məhsullarının qiymətləndirmə göstəriciləridir. Sonrakı tərəqqi bir inteqral sxemdə yerləşdirilmiş, həm mikrosprosessoru və onun ətrafını, həm də proqram təminatını birləşdirən yeni sistemlərin yaradılması ilə bağlıdır.

Fərz etmək olar ki, universal kompüterlərin istehsalı gətirdikə azalacaqdır və onların yerinə öz sahibinin konkret məsələlər spektrini həll edən inteqrallaşmış cihazlar: əl telefonu üstəgəl foto-kamera – smartfon adlanan cihaz, web-



televizoru və s. gələcək. Müasir kompüterlər kifayət qədər mürəkkəbdirlər və istehsalçıların söylərinə baxmayaraq, bu cür sistemi işlək vəziyyətdə saxlamaq hər adamın işi deyil. Burada söhbət, ilk növbədə, hesablamalar texnikasının sorışsız istifadəçiləridən gedir. Belə insanlara universal kompüter almağın mənası yoxdur, onlara aldıkları cihazın konkret məsələlərin həlli üçün yararlı olması daha vacibdir.



Süni intellekt sistemlərinin ələyhdarları zarafat edirlər ki, süni intellekt, təbii intellekt çatışmada tələb olunur.



Əgər sizin fərdi kompüterinizin qiyməti yeni "liquli" maşınların qiymətindən bahadırsa, onda o, sizin həyatınızın mənasını təşkil edir.



Növbəti upgrade zamanı vintlərin açılmasına vaxt itirməmək üçün sizin kompüterin qabı bu vintlərlə heç vaxt bağlanılmırsa, onda deməli, siz informasiya tərəqqisinin önündə durursunuz.



Şekspirin məşhur kəlməsini çevirərək belə demək olar: "Dəyişmək, ya dəyişməmək – sual budur, bu" (burada kompüter və digər texnika başa düşülür).

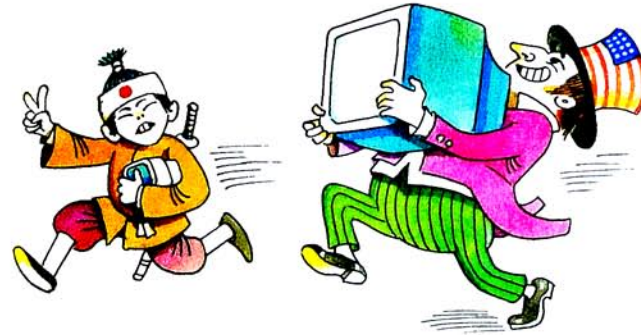
XX əsrin 80-ci və 90-cı illərində insanın sözlərini qəbul edə bilən EHM-in yaradılması sahəsində fəal araşdırmalar aparılırdı və hətta müəyyən mənada uğurlu nəticələr də əldə olunmuşdu. Bu zaman maşın nəinki əməllərin geniş spektrini yerinə yetirməli, həm də "əşitdiyi" mətni daxil edərkən, katib kimi işləməyi bacarmalıdır. Onda ensiklopediya üçün məqalə yazmaq nə qədər də asan olardı. Daxil edilmiş nitq ilə artıq mövcud texnologiya əsasında sintez olunmuş nitqin kombinasiyası, klavişin düyməsini sıxmaq əvəzinə kompüterlə maraqlı söhbət aparmağa imkan verərdi.

Nəhayət ki, kompüterlər səhiyyə sahəsində aparıcı yer tutacaqlar. Balaca EHM-lər insanların, məsələn qəza nəticəsində və ya sadəcə olaraq qocalıq üzündən zədələnmiş orqanlarını əvəz edə bilən mexaniki orqanları idarə edə biləcəklər. Kompüterlər, əynəklər kimi çox adi əşyalar olacaqlar, gözləri zəif gören insanlar özlərini əynəksiz necə pis hiss edərlərsə, gələcəkdə xəstələr də özlərini bu kiçik köməkçilər olmadan elə rahat hiss edəəcəklər. Cəb kompüterləri, öz sahibini jurnallardakı məqalələr

haqqında məlumatlandıracaq, dünyadakı hava durumu haqqında xəbərdar edəcək, avtoservisə zəng edərək gediş üçün biletlər sifariş edəcək, həmçinin aksiyalar alıb-sata və maliyyə hesabları üzrə əməliyyatlar apara biləcək (vergiləri vaxtılıq-vaxtında ödəyəcək) və s.

Statistikanın göstərdiyi kimi fərdi kompüterin ömrü orta hesabla üç ilə aşırmır. Bu zaman kompüter iş qabiliyyətini itirmir, lakin mədəni cəhətdən köhnəlir və avadanlıq, proqram təminatı istehsalçıları istifadəçilərə yeni-yeni EHM-lər təklif edirlər. Fərdi kompüterə qoyulmuş vəsaitlərin yarısı təqribən iki illik istifadədən sonra itir. Texnikanı dəyər-dəyməzinə satmağa adamın heyyəti gəlir. Lakin, adətən, onu bütövlükdə deyil, hissə-hissə dəyişdirməklə, hər dəfə yaxşılaşdırılmış keyfiyyət almaq olar. Bu proses "upgrade" adlandırılır.

Maşında praktik olaraq bütün detalların (prosessorun, yaddaşın, disklərin) dəyişdirilməsi yeni kompüterin alınmasına nisbətən 150-250 dollara qənaət etməyə imkan verir. Şirkətdə 2 min maşın varsa, bu qənaət kifayət qədər böyük olur. Lakin burada nəzərə almaq lazımdır ki, upgrade sonsuz deyil, nö-



cədə bir çox təkmilləşdirmələrin sonunda alınmış kompüter, yeni yaradılmış kompüterlərdən geri qalacaqdır. Fərdi kompüterin hər bir komponenti özünün istifadə edilməsinin dəqiq sərhədlərinə malikdir. Hələlik yalnız 3,5 düymü disketlərin disksürənləri üçün bu sərhədlər kifayət qədər genişdir. Faktiki olaraq onlar yalnız bir dəfə, 720 kbayt formatı 1,44 Mbayt ilə əvəz olunduqda dəyişdirilmişdi. Qalan hallarda disksürənlər ehtiyac olduqca bir kompüterdən digərinə keçirilə bilərdi. Ən az yaşayan hissə isə fərdi EHM-in ən bahalı hissəsi olan mikroprosessorudur.

Proqram təminatı istehsalçıları EHM istifadəçilərini yeni keyfiyyət uğrunda sonsuz yarışmaya sövq edirlər. Çox vaxt növbəti yeniliklər, əməliyyat sistemləri və ya görüntülərin emalı proqramları, funksiyaların geniş yığına sanballı heç

bir yenilik gətirmirlər, həm də nəinki yeni versiyaları almağı, hətta kompüterləri xeyli yeniləşdirməyi də tələb edirlər. Əməliyyat sisteminin ən müasir versiyasını aldıqda görmək olar ki, cəmiyyəti bir il əvvəl alınmış avadanlığın bir hissəsi yeni əməliyyat sistemi tərəfindən dəstəklənmir, yəni bu avadanlıq bu əməliyyat sistemi ilə işləməyəcək. Burada proqram təminatı və avadanlıq istehsalçıları arasında qabaqcıdan razılaşmanın olması da vacibdir.

Bundan əlavə müasir EHM-in xidmət müddətinin az olması, xüsusilə mexaniki hissələri olan kompüter komponentlərinin keyfiyyət səviyyəsinin aşağı düşməsinə səbəb olmuşdur. Bəzi məşhur firmaların müasir CD-ROM qurğularının daxilində diqqətlə baxsaq onların nə üçün cəmi bir neçə il, bəzən isə heç zəmanət müddəti qədər də işləmədiyini asanlıqla başa düşmək olar.



İNFORMASIYANIN ÖTÜRÜLMƏSİ





İNFORMASIYANIN ÖTÜRÜLMƏSİ VƏ KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİ

BÖYÜK MƏSAFƏYƏ İNFORMASIYANIN ÖTÜRÜLMƏSİ

Qədim zamanlardan informasiya mübadiləsinə ehtiyac olmuşdur. Düşmənin yaxınlaşmasını qulağı yerə söykəməklə bilmişlər, tonqallar yandırmaqla yenilikləri uzaq məsafədən bir-birinə ötür-



müşlər. Yazı meydana çıxdıqdan sonra informasiya böyük məsafələrə poçt vasitəsilə ötürüldü. İlk zamanlar bu əlaqə fərdi xarakter daşıyırdısa, sonralar qədim Yunanıstanda, İranda, qədim Misirdə, Çində və Roma imperiyasında müntəzəm olaraq dövlət poçtu fəaliyyət göstərmişdi. Piyadalar və atlılar vasitəsilə məlumatlar estafet prinsipi əsasında ötürülürdü. Orta əsrlərdə Avropada qeyri-dövlət poçtları – monastır və universitet poçtları inkişaf etməyə başladı. Onlar pullu xidmət əsasında məlumatları xüsusi adamlara da çatdırırdılar. Ticarətin inkişafı şəhərlər arasında poçt əlaqəsi olmadan mümkün deyildi.

X əsrdə Rusiyada çapar mövcud idi. Əhali knyaz çaparlarını atlar və arabalarla təmin etməli idi. XIII əsrdə mə-

ktubları göndərmək üçün xüsusi növ xidmətdən – çaparxana çatdırılması xidmətindən istifadə edilməyə başlandı və bu xidmət XIX əsrin ikinci yarısına kimi davam etdi. 1782-ci ildə Poçt Departamentinin yaradılması ilə çaparxana hövətləri poçt stansiyaları adlandırıldı.

Məktublaşma həm Rusiya daxilində, həm də xarici ölkələrlə aparılırdı. XVII əsrin ikinci yarısında Moskvadan Rıqaya və Vilnoya olan poçt marşrutu fəaliyyət göstərməyə başladı. Bu zaman məktub 10 gündən çox yolda qalırdı.

1837-ci ildə dünya ölkələri arasında ilk dəfə Rusiyada poçtun daşınması üçün dəmir yolundan istifadə edildi. 1843-cü ildə Peterburqda, 1845-ci ildə Moskvada şəhər poçtu yaradıldı.

Poçtun tarixində romantik səhifəni XIX əsrin 60-cı illərində Rusiyanın qərbindən şərqinə dəmir yolu qurulmazdan əvvəl təşkil olunmuş "Poni-ekspres" adlı Amerika poçt xidməti yazmışdır ki, həmin vaxtlar poçtun daşınması həm təcili, həm də qorxulu idi.

Birinci olaraq müntəzəm poçt xidməti Sent-Cozef şəhəri (Missuri ştatı) Sakramento şəhəri (Kaliforniya ştatı) arasında yaradıldı. Atlarla poçt xidməti "Poçt istənilən halda çatdırılmalıdır" şiarı altında işləyirdi. Kuryerlər poçtu 3 min km-dən çox olan məsafəyə 10 günə çatdırırdılar.



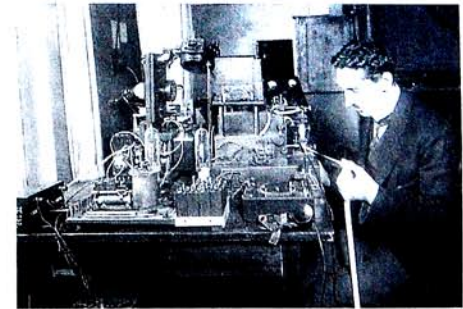
XX əsrin ikinci yarısında ABŞ-da 32 min, Böyük Britaniyada 25 min, Yaponiyada 20 min, Fransada 18,7 min poçt müəssisəsi fəaliyyət göstərirdi.

XIX əsrin başlanğıcında poçt məlumatlarını daha sürətlə daşıyan vasitələrin – paravoz və paraxodların, XX əsrin əvvəllərində təyyarələrin meydana gəlməsi poçt xidmətini xeyli sürətləndirdi. Teleqrafın (1832-ci il), telefonun (1876-cı il) və radionun (1895-ci il) kəşfindən asılı olmayaraq poçt praktik olaraq XX əsrin sonuna qədər ən kütləvi və ucuz əlaqə vasitəsi olmuşdur.

XXI əsrdə daha sürətli (kompüterlərlə əlaqədar) kommunikasiya xidmətləri yaransa da, informasiyanı praktik olaraq bir neçə saniyə ərzində dünyanın istənilən yerinə ötürmək mümkün olsa da, poçt xidmətlərinə tələbat olacaqdır.

1878-ci ildə dünyanın inkişaf etmiş 22 ölkəsi arasında poçt xidmətlərini nizamlayan ümumdünya poçt konvensiyası bağlandı.

Keçən əsrin əvvəlində poçt rabitəsi şüurları.



KOMPÜTERLƏR ARASINDA İNFÖRMSİYANIN ÖTÜRÜLMƏSİ

Arpanet (İnternetin ilk sadə variantı) şəbəkəsinin rəsmi olaraq 1972-ci ilin oktyabrında nümayiş etdirilməsi paketlərin kommunikasiya üsuluna xüsusi maraq yaratdı və onun inkişaf etməsinə səbəb oldu.

Cəmiyyətin müasir inkişafı birinci növbədə bütün dünyanın qlobal informasiyalanması ilə əlaqədardır. 1970-2002-ci illər ərzində yüzlərlə milli və beynəlxalq kompüter şəbəkələri qurulmuşdur. Bunun nəticəsində ölkələrin çoxunda informasiya texnologiyalarının tətbiq olunması və İnternetə çıxış təmin olunmuşdur.

Kompüterlər arası qarşılıqlı əlaqəyə (*kompüter şəbəkəsinə*) keçid informasiyanın ötürülməsində keyfiyyətə sığırışını səciyyələndirir və kompüterlərin uzaqdan qarşılıqlı əlaqəsini, onların resurslarından şəbəkə istifadəçilərinin birgə istifadə etmələrini təmin edir.

Verilənləri ötürmək üçün kompüterlər müxtəlif fiziki *kanallar* istifadə edirlər. Bunlar ənənəvi elektrik kəblələri (bəzən izlə olunmuş bir neçə metal keçiricilər, bəzi hallarda ekranlaşdırılmış); retranslyator vasitəsilə olan radio əlaqələri, peyk əlaqələri; infraqırmızı şüalar (məsafədən idarətemə üçün olan televiziya pultları kimi); işıq siqnallarını mikrolazərlə ötürən müasir optik-lifli kəblər; adi telefon şəbəkəsi ola bilər. Bu kanallar vasitəsilə informasiyanın tam paketləri göndərilir.

Kompüterlərin öz aralarında necə birləşməsindən asılı olmayaraq (naqillər, radiokanallar, optik-lifli kəblər vasitəsilə) informasiyanın böyük məsafələrə ötürülməsi birbaşa deyil, kompüterlər qrupunun və ya digər köməkçi qurğuların vasitəsilə həyata keçirilir.

Verilənlərin ötürülməsi texnologiyasında bir-birindən prinsipial olaraq fərqlənən iki müxtəlif üsuldən – *kanal kommunikasiyası* və *paket kommunikasiyası* üsulundan istifadə edilir.

Birinci üsulda birləşmənin bütün yolu – göndərəndən qəbul edəncə qədər – müəyyən edilir. Bundan sonra qaytarılan paket yolun tam hazır olduğu haqqında məlumat verir: verilənlərin ötürülməsinə başlamaq olar, bütün kanallar hazırdır. Verilənlərin ötürülməsi qurtarıqdan sonra ayrılan yol bağlanır.

Üsulun üstünlüyü algoritmin sadəliyində və həm verilənlər, həm də rəqəmi şəklində olan nitq vasitəsilə mübadilə imkanına malik olmasıdır.

İkinci üsulda məlumatlar əvvəlcə kiçik paketlərə bölünür, nömrələrin və ünvanlarla (kimdən kimə) təmin edilir. Bu paketlərin özləri marşrutdan asılı olmayaraq yollarını müəyyən edirlər. Bu halda şəbəkə də müntəzəm yüklənir. Bu üsul informasiyanın ötürülməsinin etibarlılığını təmin edir (şəbəkədə kəsilmə halı olduqda yolda bütün paketlər itmir). Ancaq paket kommunikasiyası üsulunun icrası zamanı *kommunikasiyanın diqqətli* nöqtələrində və hər bir paketin emalı və saxlanması itkilər əmələ gələ bilər (məsələn, paket yeni marşrut seçərək yolu dəyişə bilər). Bu çatışmazlıq müxtəlif sürətli kanallar vasitəsilə birləşdirilən kompüterlər arasında informasiyanın əlverişli ötürülməsi kompensasiya olunur.

ÖTÜRÜLMƏ PROTOKOLU

XX əsrin 70-ci illərində müxtəlif modellə kompüterlərin geniş yayılması təkcə proqram təminatına görə onların uyğunluğu deyil, həm də onların qarşılıqlı əlaqəsi problemini yaratdı.

70-ci illərin ortasında bu problem öz həllini tapdı – “Açıq sistemlərin qarşılıqlı əlaqəsinin etalon modeli” (OSI) yaradıldı. Açıq xassəsi *protokol* adlanan universal razılaşmaları, qaydaları əhatə edən proqram təminatının dəqiq yerinə yetirilməsi nəticəsində müxtəlif tipli kompüterlər arasında əlaqəni təmin edir.

OSI modelini Standartlaşma üzrə beynəlxalq təşkilat (International Standardization Organization – ISO) hazırlamışdır. Bu təşkilat informasiyanın şəbəkədə ötürülməsini və kompüter avadanlığını müəyyən edir. OSI modeli proqram və aparat təminatının yeddi səviyyəli şəbəkə modelidir.

I səviyyə – *fiziki* səviyyə adlanır. Bu səviyyədə verilənlər paketinin yuxarı kanal səviyyəsindən necə alınması, onların bir və sıfırlar axımına, elektrik və ya optik siqnallara necə çevrilməsi təsvir olunur. Burada fiziki mühit haqqında aşağıdakılar – kəbl və birləşmə yerlərinin tipləri, kontaktların ayrılması, siqnalların kodlaşdırılması sxemi və IEEE-802.3 – Ethernet məlum standartı haqqında məlumatlar olur.

II səviyyə – *kanal* səviyyəsi adlanır. Bu səviyyə əlaqə kanalı üzrə birbaşa birləşmə zamanı verilənlər qrupunun yaradılmasını, ötürülməsini və qəbulunu təmin edir. Burada növbəti şəbəkə səviyyəsinin sorğuları emal olunur və paketlərin qəbulu və ötürülməsi üçün fiziki səviyyənin servisindən istifadə edilir.

III səviyyə – *şəbəkə* səviyyəsində paketlərin şəbəkədə yerdəyişməsi üçün marşrut seçilir.

Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) – şəbəkə və digər elektron kommunikasiya ilə əlaqədar olan standartları müəyyən edən professional təşkilatdır (ABŞ). IEEE 802.X qrupunda şəbəkənin xüsusiyyətləri təsvir edilir və şəbəkə və telekommunikasiya üçün standartlar, məsləhətlər, informasiya sənədləri yerləşir.

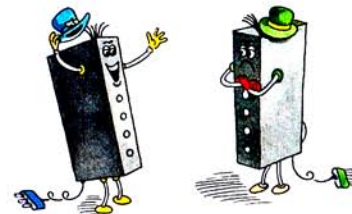
IV səviyyə – *naqliyyat* səviyyəsində birləşmələrin hazırlanması, saxlanması və kəsilməsi prosedurları yerinə yetirilir.

V səviyyə – *seans* səviyyəsi adlanır. Bu səviyyə maşınlar arasında verilənlərin ötürülməsi seansının baş verməsinə, eləcə də əlaqə kanalının uzun sürən qırılmasından sonra ötürülmənin davam etdirilməsinə cavab verir.

VI səviyyə – *təqdimetmə* səviyyəsi adlanır. Bu səviyyədə verilənlərin çevrilməsi – kodlaşdırılması, sıxılması və s. təmin olunur.

VII səviyyə – *tətbiqi* səviyyə tətbiqi proqramların şəbəkəyə çıxışını təmin edir: faylların köçürülməsi (FTP – faylların köçürülməsi protokolu), poçt məlumatlarının mübadiləsi (X400 – elektron poçt, SMTP – poçt mübadiləsinin sadə protokolu), istifadəçinin uzaq məsafədə olan kompüterə çıxışı (Telnet – terminalla mübadilə protokolu) və s.

Protokol səviyyələri bir-birinin üzərində yerləşir. Daha yuxarı səviyyə daha aşağı səviyyələrin funksiyalarından istifadə edir və öz imkanlarını sxem üzrə növbəti səviyyəyə verir. Ona görə də verilənlərin ötürülməsinin protokollar səviyyələrinə protokollar *steki* də deyirlər.



Mexanika-riyaziyyat fakültəsinin şəbəkə avadanlığı.





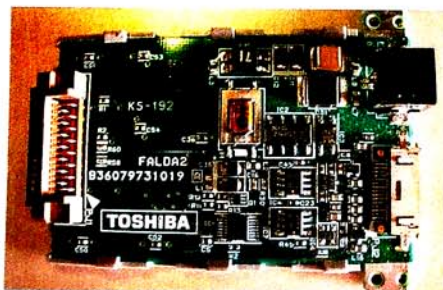
MODEM

Müasir telekommunikasiya vasitələrinin inkişaf tendensiyası analog informasiyaların (səs, şəkil) rəqəm şəklində təsvir olunmasına imkan verir: rəqəmli CD, rəqəmli fotosəkil və s.

Mövcud telefon xətləri rəqəmli informasiyaların ötürülməsini təmin etmir. Bu halda əvvəlcə rəqəmli informasiyanı analog formaya çevirmək və sonra onu bu şəkildə telefon xətlərinə vermək, telefon xəttinin digər ucunda isə informasiyanın əks çevrilməsini yerinə yetirmək tələb olunur. Bu çevirmələri yerinə yetirən qurğu *modem* adlanır. Modem iki məntiqi qurğunu özündə birləşdirir: *modulyator* – rəqəmli informasiyanı analog informasiyaya çevirir və *demodulyator* – əks çevirməni yerinə yetirir.

Müasir modemlər nəzəri olaraq informasiyaların ötürülməsində 50 kbit/san sürətini təmin edir. Doğrudur, real telefon şəbəkələrində aparılan eksperimentdə bu sürət çox nadir hallarda alınır, stabil əlaqə zamanı sürət adətən 2 dəfə azalır, 20 kbit/san olur. Daha yüksək sürət zamanı çox saylı səhvlər baş verir, qırılan paketlərin ötürülməsi sonsuz olaraq təkrarlanır və nəticədə real sürət xeyli azalır, ya da əlaqə kəsilir. Bunun səbəbi telefon şəbəkəsinin quruluşundadır.

Noutbukun daxili modemi.



ÜMUMDÜNYA ŞƏBƏKƏSİNƏ QOŞULMA: UUCP VƏ PPP – PROTOKOLLARI

Ümumdünya şəbəkəsi yaranana qədər istifadəçilər bir-birilə ünsiyyət yaratmaq üçün modemdən istifadə edirdilər. Modem ilk növbədə elektron poçt vasitəsilə işləməyə imkan verir. Bu halda UUCP protokolundan istifadə edilir.

İki kompüter arasında verilənlərin ötürülməsinin bu protokolu UNIX sisteminə işlənmişdir. UUCP protokolu əsasən Internetə qoşulan kompüterdən elektron poçtu istifadəçisinin fərdi kompüterinə və əksinə göndərmək üçün istifadə edilir. Fərdi kompüterlərdə UUCP proqramları (PC üçün protokol) oxşar qaydada işləyir. Belə ki, modem köməyiylə poçt serveri rolunu oynayan əsas kompüterə zəng etmək və UUCP birləşməsi yaratmaq, elektron poçtu fərdi kompüterə və əksinə göndərmək olar. Bundan sonra birləşmə qırılır, belə ki, UUCP protokolu telefon xəttini çox məşğul etmir. Poçtun oxunması və hazırlanması zamanı telefon xətti sərbəst qalır.

UUCP-poçtu çox əlverişlidir və çox resurs tələb etmir. Yüzlərlə istifadəçi bir-birinə mane olmadan bir telefon xəttindən istifadə etməklə poçtla işləyə bilərlər. Buna baxmayaraq, axır zamanlar UUCP protokolu çox az tətbiq olunur. Bu ümumdünya şəbəkəsinin gətirdikə artan populyarlığı ilə əlaqədardır. Müasir

provayderlər modem vasitəsilə Internetə birbaşa qoşulmanı təmin edir və bu avtomatik olaraq elektron poçtun imkanlarından və Internetin mövcud xidmətlərindən istifadə etməyə imkan verir.

Modem vasitəsilə Internetə qoşulmaq üçün iki protokol vardır: SLIP və PPP. XXI əsrin əvvəllərində SLIP protokolu köhnəli və demək olar ki, bütün provayderlər PPP protokolunu dəstəkləyirlər.

Modem vasitəsilə serverə qoşulma zamanı PPP protokolu fərdi kompüter şəbəkəsinin tam hüquqlu qovşağına çevirir: belə kompüterə Internet-ünvan verilir, Internet-protokolun formatı əsasında hazırlanan paketləri qəbul edir və göndərir. Bir çatışmazlığı var: telefon xəttini tutur. Ödəniş haqqı göndərilən informasiyanın həcmilə deyil, istifadə olunan vaxtla müəyyən edilir.

Modem vasitəsilə informasiyanın ötürülməsinin sürəti və etibarlılığı yüksək deyil və müasir kompüter şəbəkələri üçün qətiyyənlə məqbul sayılmır. Buna baxmayaraq, modem böyük üstünlüyü ondan ibarətdir ki, o, kompüter şəbəkəsinin infrastrukturunun yaradılmasını gözləmədən mövcud telefon xəttindən istifadə etməyə imkan verir.

Yəqin ki, tezliklə müasir kompüter şəbəkələri də telefon şəbəkələri kimi adi bir şey olacaqlar. İndi artıq iri şəhərlərdə bir çox evlər müasir optik-lifi xətlər vasitəsilə Internetə qoşulmuşlar. Belə şəbəkələr hazırlandıqca modem, 25 il bundan əvvəl EHM-in ayrılmaz hissəsi olan perfokart giriş qurğusu kimi köhnə bir texniki qurğuya çevriləcəkdir.

MODEM NECƏ İŞLƏYİR

İki modem birləşməsi zamanı onlar öz aralarında avtomatik olaraq hər ikisi üçün ötürmənin mümkün maksimal sürəti və *kommunikasiya protokolumun* seçilməsi barədə "razılığa" gəlirlər. Daha

ISDN VƏ MOBİL TELEFON ŞƏBƏKƏLƏRİ

Mövcud telefon xətlərində olan çatışmazlıqları aradan qaldırmaq üçün telefon şəbəkələrinin yeni standartı – ISDN, yəni şəbəkənin integrallaşması xidməti (Integrated Service Digital Networks) hazırlandı. ISDN adi səs və kompüter verilənlərini rəqəm şəklində ötürməyə imkan verir. Verilənlərin ötürülmə sürəti 64 kbit/san-dır. Danışqı zamanı səs rəqəmlər formasına çevrilir və bu formada xətlərə göndərilir, yəni modem yerinə yetirdiyi çevirməyə əks olan çevirmə yerinə yetirilir. Təəssüf ki, ISDN telekommunikasiya sferasında soyuq qarşılandı. Birincisi, ona görə ki, onun inkişafı üçün çox güclü maliyyə vəsaiti tələb olunurdu. Ona görə də istifadəçilərin çoxu köhnə qaydada modemdən istifadə etməyə üstünlük verirlər.

İkincisi, ISDN-nin təmin etdiyi sürət müasir kompüterlər üçün münasib deyildir. Onun sürəti müasir modemlərin keyfiyyətli telefon şəbəkəsindəki sürətindən o qədər də fərqlənir (lakin ISDN-nin etibarlılığı daha yüksəkdir).

XXI əsrin əvvəllərində ölkəmizdə praktiki olaraq ISDN geniş yayılmamışdı. Lakin tezliklə mobil telefonlar şəbəkəsi yayılır. Mobil şəbəkələrdə tətbiq olunan protokollar kompüterlər arasında rəqəmli ötürmələr üçün çox əlverişlidir. Ona görə də Internetə mobil telefonlar vasitəsilə qoşulmaq çox ucuz və əlverişlidir.



Kredit kartları ölçüsündə olan noutbuk modemləri.

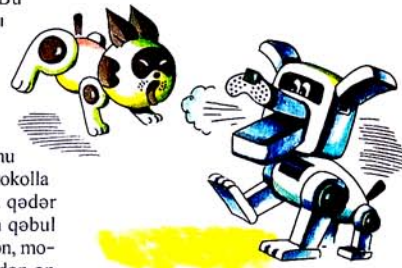
sürətli modem öz sürətini azaltmaqla az sürətli modemə qoşula bilər.

Əgər modem dinamik qoşulubsa, bu zaman insan fısıltı və müxtəlif tezlikli siqnallar eşidir. Əvvəlcə qoşulan

modem protokol təklif edir. Bu protokolda səhvlərin korreksiyası və sıxılma ilə maksimal sürət göstərilir. Əgər ikinci modem bu protokolu qəbul edə bilmərsə (məsələn, telefon birləşməsinin aşağı keyfiyyətli olmasına görə), onda birinci modem onu daha sadə, aşağı sürətə malik protokolla əvəz edir və bu proses o vaxta qədər aparılır ki, hər iki modem üçün qəbul oluna bilən protokol seçilir. Adətən, modemə verilənləri korrekte etmədən ən primitiv protokol səviyyəsinə "enmək" də qadağan edilir, əks halda adi telefon şəbəkəsində hətta ən qısa sözü belə səhsiz ötürmək mümkün olur.

Protokolda telefon xəttlərilə baytların ötürülməsi üsulları: analoq siqnalın modulyasiya tipləri, əsas tezlik, əlavə xidməti bilər, baytların paketlərdə necə birləşməsi, paketlərin formatı, paket təhrif olunduğu halda ötürmənin təkrarlanması qaydası və s. təsvir olunur. Hər paketdə göndərilən baytlardan başqa əlavə informasiya, o cümlədən nəzarət cəmi də olur. Nəzarət cəminin köməyli informasiyanı qəbul edən qurğu ötürmə zamanı paketin təhrif olub-olmadığını yoxlayır, ehtiyac olan halda informasiyanın ikinci dəfə ötürülməsini tələb edir.

Modem səhvləri düzəldən və həmçinin verilənləri sıxlaşdırma kodlardan



istifadə edə bilər. Kodların ideyası ondan ibarətdir ki, hər bir bayta bitlər əlavə olunur ki, bu bitlərin birində səhv olarsa, onda birqiyəməli olaraq ilkin bayt bərpa olunur. Bu zaman məlumatın uzunluğu artsa da, bir çox hallarda təhrif olunmuş paketlərin ötürülməsini təkrar etməyə ehtiyac qalmır. Bu, fasiləsiz əlaqə olduqda xüsusilə vacibdir, telefon xətləri isə olduqca etibarsızdır.

Verilənlərin sıxılması məlumatların məzmununu yığcamlaşdırmaq üçün istifadə olunur və nəticədə məlumatın həcmi xeyli azalır. Yığcam verilənlərin ötürülməsi (məsələn, şəkillərin JPEG formatında və ya ZIP-faylların göndərilməsi) zamanı zamanı əlavə sıxlaşdırma praktik olaraq məlumatın həcmi azalır. Verilənlərin sıxlaşdırılması səhvləri düzəldən kodlarla bir yerdə istifadə oluna bilər. Belə ki, əvvəlcə verilənlər yığcamlaşdırılır, sonra isə yığcamlaşdırılmış məlumatın hər bir baytı səhvləri düzəldən kodun köməyli göndərilir.

Hazırda çoxlu sayda kommunikasiya protokolları mövcuddur, onların hər birinin öz işarələməsi var: MNP4, MNP5, V42b, V.90 və s. Əgər ilk modemlər yuxarı səviyyəli protokollardan istifadə etmədən ancaq ayrı-ayrı baytları göndərdisə, indi verilənlərin ötürülmə sürəti bir neçə yüzdən 56 min bit/saniyəyə qədər artmışdır.

MODEMİN PROQRAMLAŞDIRILMASI

Müasir modemlərin çoxu Hayes-uyarlıdır (Hayes firmanın adıdır). Bu modem quruluşu sadələşdirilmiş şəkildə aşağıdakı kimi təsvir oluna bilər. Kompüterdə kommunikasiya portu vardır ki, bu portun köməyli baytlar modemə verilir və modemdən qəbul edilir. Göndərilən və qəbul edilən baytlar iki asılı olmayan axın əmələ gətirirlər ki, bu da istənilən anda baytları portdan göndərməyə və portdan oxumağa imkan verir.

Modem aşağıdakı iki rejimdən birində ola bilər: *komandalar rejimində* və *verilənlər rejimində*. Komandalar rejimində modem port vasitəsilə ötürülən baytları komandalar kimi qəbul edir. Bu komandalar ya modem daxilə vəziyyətini (onun daxili registrlərinin məzmununu) dəyişə bilər, ya da modem müəyyən əməliyyatı yerinə yetirməsini təmin edə bilər. İstənilən komanda iki AT simvolu ilə (ing. "attention" – "diqqət") başlayır və sətir sonu simvolu ilə qurtarır. Məsələn:

- ATL3 – "daxili dinamika maksimal səs qoy";
- AT S0 = 0 – "gələn zənglərə cavab vermək qadağandır";
- AT S0 = 2 – "iki zəngdən sonra dastəyi qaldır";
- ATZ – "modemin inisialisasiyası".

Belə AT-komandaları onlardır ki, onları köməyli kompüter-modem ünsiyyəti baş verir. Ən geniş yayılmış komanda – telefon nömrəsinin yığılması komandasıdır:

AT DP 539-17-86,

burada D (ing. Dial) – "nömrəni yığmaq", P (ing. Pulse) – "impuls" deməkdir. Azərbaycanda nömrənin impuls yığılması qəbul edilmişdir, tonal yığılmada isə DT prefiksindən istifadə edilir.

Komandalar rejimində hər bir komandanın yerinə yetirilməsinin nəti-

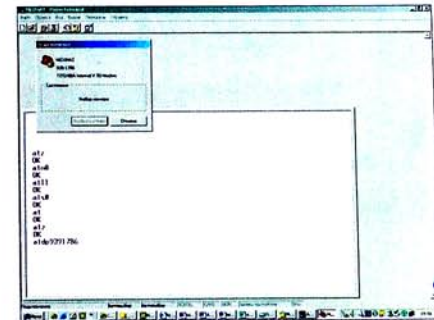
informasiya ardıcıl baytlar (8 bitdən ibarət olan qruplar) şəklində modemə ötürülür. Hər bayta bir və ya bir neçə bitlər (start-biti, stop-biti) əlavə olunur. Baytların hər biri ayrıca, yaxud paketdə birləşdirilərək paket şəklində də göndərilə bilər. Hər bir paket üçün nəzarət cəmi haqqında məlumat verilir. Onlar üst-üstə düşmədikdə paketin ötürülməsi təkrarlanır.

cəsini modem kompüterə xəbər verir. Verilənlər uzaq məsafədə olan modemdən kompüterə necə ötürülərsə, həmin qaydada komandanın nəticəsinin kodu modemdən kompüterə ötürülür.

Verilənlər rejimində kommunikasiya portundan modemə verilən bütün baytlar uzaq məsafədəki modemə göndərilir.

İstənilən əməliyyat sistemi xüsusi "terminal" programına malikdir ki, bu program istifadəçi, məsələn, AT komandaları vasitəsilə modemə müraciət etməyə imkan verir. MS Windows sistemində belə program Hyperterminal adlanır. Uzaqda yerləşən modem ilə əlaqə yarandıqdan sonra klaviaturada yığılan işarələr uzaqdakı kompüterə göndərilir və əksinə, uzaqdakı kompüterin ekranında çıxan bütün işarələr modem vasitəsilə terminal programına göndərilir və onun pəncərəsində əks olunur. Beləliklə, terminal programı, fərdi kompüter terminala (ekran+klaviatura) çevirməyə və ecdən çıxmadan uzaqdakı kompüterlə işləməyə imkan verir. Onun

Terminal programının ekran görüntüsü.



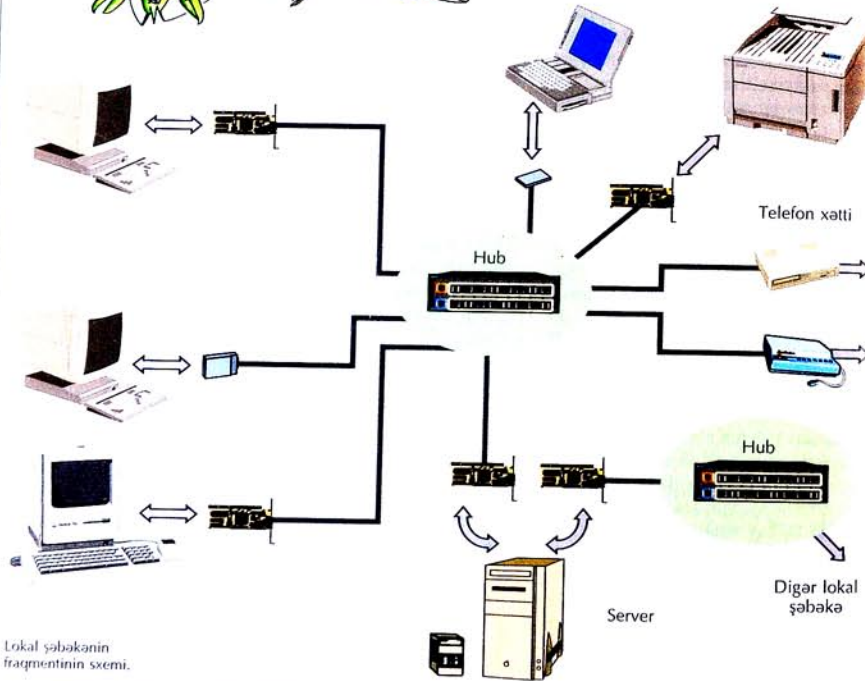
köməyilə hətta Z-modem protokolundan istifadə etməklə fayl da göndərmək olar. Bu zaman Z-modem uzaqda yerləşən kompüterin qəbul rejiminə yük-

lənir, terminal proqramı isə komandalarn yığılma ardıcılığına müvafiq olaraq klaviş kodları kimi faylın mahiyyətini bitlər ardıcılığı ilə ötürür.

HANSI KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİ VARDIR

Böyüklüyünə görə şəbəkələri siniflərə bölmək olar. Bir bina daxilində adətən bir təşkilata (və ya ailəyə) məxsus

olan 2-dən 300-ə qədər kompüteri özündə birləşdirən şəbəkə *lokal hesablama şəbəkəsi* adlanır. Şəhər daxilində çoxlu sayda lokal hesablama şəbəkələrini birləşdirən müəssisələrarası şəbəkə *şəhər şəbəkəsi* – MAN (Metropolitan Area Network) adlanır. *Qlobal şəbəkə* – WAN (Worldwide Area Network) dünyanın bir çox ölkələrinin yüzlərlə, minlərlə qovşağını birləşdirir.



Lokal şəbəkənin fragmentinin sxemi.

Komitəsinin (Standartlaşma üzrə beynəlxalq təşkilat) 10 BaseT standartını hazırlaması ilə bağlı idi. Bu standart lokal şəbəkənin təbiətini dəyişirdi: ekranlaşmamış hörülmüş cütlərdən istifadə edilməyə başlandı.

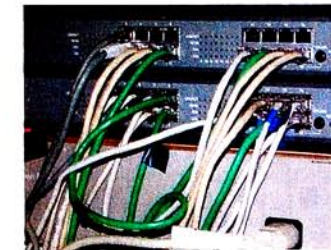
Əvvəllər lokal şəbəkədə birləşdirilən bütün maşınlar arasında vahid koaksial naqıl (televizor antenasının kabelinə oxşar) yerləşdirilirdi. O, qırılqda bütün şəbəkə sıradan çıxırdı. Qəza nəticəsində naqıl üzərinə yüksək gərginlik (hətta 220 V) düşdükdə şəbəkədə olan bütün kompüterlər sıradan çıxması olurdu. Belə naqıl şəhər informasiya şəbəkəsinə çıxış üçün istifadə edilə biləcək *qalın*



Hub və nazik Ethernet.



Qalın Ethernet.



Hub və hörülmüş cütlər.

Lokal şəbəkə kompüter avadanlığından rəşional istifadə edilməsi və əməkdaşların səmərəli işləmələri üçün yaradılır. Hazırkı zamanda hər hansı bir firmada, hətta mənzildə, ən azı iki kompüter varsa, onların şəbəkədə birləşməsinə təşəvvür etmək çətindir. Şəbəkə faylların bir maşından digərinə göndərilməsini, birgə arxivdə saxlanmasını (adətən kompüterlər eyni güclü deyillər və birinin disk sahəsi böyük ola bilər) və çap edilməsini təmin edir.

Adətən ofisdə bir server (verilənləri saxlamaq və çap etmək üçün), əməkdaşlar üçün iş stansiyaları, faks, elektron poçt, elektron ödənişləri qəbul etmək və göndərmək üçün İnternetə çıxışı təmin edən bir-iki modem (və ya birbaşa kabel birləşməsi), bir neçə şəbəkə printeri, onlarla telefon nömrəsi olan daxili ATS yerləşdirilir. Lokal şəbəkənin daxilində əməkdaşların yazışmasının təşkilı sənədlərin dövriyyəsinə sadələşdirir. Evdə isə böyük diskli olan masaüstü serverlə, printerlə, skanerlə və bir-iki "zəif" maşınla (bu noutbuk da ola bilər, sahibi onu işə aparır və hərdən evdə işləyir) kifayətlənmək olar. Daha böyük həcmə malik informasiyaların ötürülməsi üçün yazan CD-ROM-un olması o qədər də lazım deyil, belə ki, müasir noutbuklar birləşmə üçün olan hörülmüş cütlərdən (kabeldən) istifadə etməklə bu məsələlərin həllini asanlaşdırır (lokal şəbəkələrdə ötürmə vasitəsi kimi bir-birinə hörülmüş adi naqillərə oxşayan *ekranlaşmamış hörülmüş cütlərdən* daha çox istifadə edilir).

Ethernet texnologiyası əsasında kompüterləri birləşdirmək üçün birtipli protokolların və eynitipli avadanlıqların tətbiq edilməsi yeni maşınların şəbəkəyə qoşulmasını asanlaşdırır. Baxmayaraq ki, Ethernet XX əsrin 80-ci illərinin əvvəlində yaranmışdı, bu texnologiyanın geniş şəkildə tətbiq olunması 80-ci illərin sonunda oldu. Bu IEEE 802.3



Ethernet texnologiyasının geniş yayılmasına baxmayaraq, digər protokolları (və avadanlıqları) da qeyd etmək olar. Məsələn, Token ring.

Ethernet-dən fərqli olaraq nazik Ethernet adlanırdı.

MAN və WAN ərazidə paylanmış şəbəkələrdir, uzaq məsafədə olan lokal şəbəkələr onlara sürətli optik-lifli əlaqə kanalları vasitəsilə birləşdirilir. Lifli-optik kəbllər hazırda hər yerdə tətbiq olunur və onlar özlərinin misdən olan əvvəlki sələflərini müvəffəqiyyətlə sıxışdırıb aradan çıxarırlar.

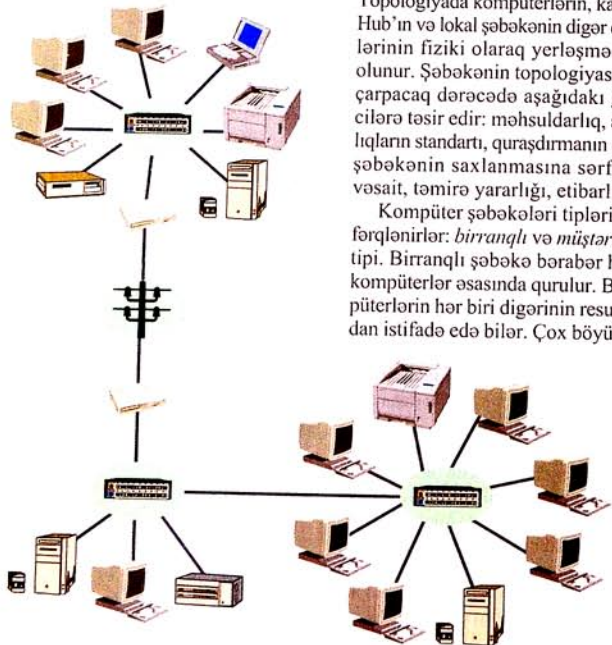
10 BaseT standartı "ulduz" texnologiyasından istifadəni müəyyənləşdirir. Bu texnologiyada istənilən kompüter Hub adlanan qurğuya qoşulur. Huba eyni zamanda 8, 16 və ya 32 kompüter qoşmaq olar. Göründüyü kimi, sanki Hub – ulduzun mərkəzidir, kompüterlər isə onun şüalarıdır. Hub'ın fəaliyyəti telefonçunun işini xatırladır, o, paketləri

maşınlar arasında paylamaq üçün kommutasiya edir. Daha mürəkkəb Hub eyni zamanda bir neçə cüt maşın arasında verilənlərin ötürülməsini təmin edir.

Əgər maşınlar binada paylanmışdırsa, onda bir Hubdan istifadə etmək səmərəli deyil (hətta şəbəkədə maşınların sayı az olarsa), çünki kompüterlərin ona birləşdirilməsi çox çətin olur. Bu problemi hər bir otaqda Hub yerləşdirərək orada olan kompüterləri ona qoşmaq və bu Hubları mərkəzi Huba birləşdirməklə asan həll etmək olar. Əgər evdə iki kompüter əlaqələndirmək tələb olunarsa, onda Hub lazım deyildir, xüsusi kəbllərdən istifadə etmək kifayətdir.

Şəbəkəni təsvir etmək üçün "şəbəkə topologiyası" terminindən istifadə edilir. Topologiyada kompüterlərin, kəbllərin, Hub'ın və lokal şəbəkənin digər elementlərinin fiziki olaraq yerləşməsi təsvir olunur. Şəbəkənin topologiyası nəzərə cəpəcaq dərəcədə aşağıdakı göstəricilərə təsir edir: məhsuldarlıq, avadanlıqların standartı, quraşdırmanın qiyməti, şəbəkənin saxlanması, sərflər, və s.

Kompüter şəbəkələri tiplərinə görə fərqlənirlər: *birrəngli* və *müştəri-server* tipli. Birrəngli şəbəkə bərabər hüquqlu kompüterlər əsasında qurulur. Bu kompüterlərin hər biri digərinin resurslarından istifadə edə bilər. Çox böyük sayda



Paylanmış şəbəkə traqmentinin sxemi (WAN, MAN).



istifadəçiyə malik olan şəbəkədə istifadəçilərin şəbəkənin bütün kompüterlərinə müraciət etməsi arzu olunan deyil. Ona görə də birrəngli şəbəkələr eyni bir layihə üzərində işləyən kiçik qrup üçün əlverişlidir.

Şəbəkənin "müştəri-server" tipli daha geniş yayılmışdır. Proqramın *müştəri* və *server* hissəsinə ayrılması zamanı sadə terminal kimi istifadəsi səmərəli olmayan masaüstü kompüterlərin məhsuldarlığından daha yaxşı istifadə etmək olur. Belə yanaşma proqramları əsas kompüterdən – meynfremdən (*ing.* "main-frame") lokal şəbəkələrə əsaslanan sistemlərə keçirməyə imkan verir. İstifadəçinin maşınında yerinə yetirilən proqram şəbəkəni verilənlərin ötürülməsi ilə az yükləyir. Belə ki, istifadəçi şəbəkədən yüklənən səhifəyə baxan

SİMSİZ RABİTƏ TEXNOLOGİYASI

İFORMASIYANIN SİMSİZ ÖTÜRÜLMƏSİ. RADİO

1920-ci ilə qədər radio rabitəsində uzunluğu 100 metrdən 10 kilometrə qədər olan dalğalar tətbiq olunurdu. 1922-ci ildə radiohəvəskarlar atmosferin yuxarı qatlarından əks olunaraq istənilən məsafəyə yayılan qısa dalğaların xassəsini kəşf etdilər. Belə dalğalar uzaq radiobabitə üçün əsas vasitə oldu.

XX əsrin 30-cu illərində birbaşa görünən zonalarla yayıla bilən metrli, 40-cı illərdə isə diametrlə və santimetrlə dalğalar müəyyən olundu. Bu dalğaların təsir radiusu 40-50 km-lə məhdudlaşır. Lakin qısa dalğaların tezlik diapazonunun eni (30 MHz-dən 30 GHz-ə qədər) 10 metrdən uzun olan dalğaların tezlik diapazonunun enindən min dəfə böyükdür, yəni bu tezlik vasitəsilə böyük informasiya axınıni ötürmək və çoxkanallı rabitəni təşkil etmək mümkündür.

ŞƏBƏKƏ ƏMƏLİYYAT SİSTEMİ (ƏS)

Vinqesterin qiyməti bəla olan və onun hər bir kompüterə qoyulması sərfəli olmayan zamanlar şəbəkə əməliyyat sistemlərindən istifadə edildi. Bu sistemlər bir neçə fərdi kompüterləri birləşdirərək çox da böyük olmayan proqramlardan və verilənlərdən birgə istifadə etməyə imkan verirdi. Əməliyyat sisteminin yüklənməsi mərkəzi maşından yerinə yetirilirdi. Terminalların bir kompüterə qoşulduğu hal üçün şəbəkə əməliyyat sistemi kollektiv istifadə mərkəzlərini xatırladı. Terminal olaraq fərdi kompüterlər götürülürdü və bu terminalların "intellekt"i olduqca yuxarı idi. Çünki proqramlar mərkəzi maşında deyil, istifadəçinin kompüterində yerinə yetirilirdi. Şəbəkə əməliyyat sistemi universitetlərdəki təcridə geniş istifadə olunurdu. Belə ki, bir tərəfdən tələbələrə böyük kompüter resursları tələb olunmurdu, digər tərəfdən şəbəkə əməliyyat sistemi ilə idarəetmə əlverişli idi. Bu gün şəbəkə əməliyyat sistemləri bütün işləri görürlər: köhnə fayl sistemlər ilə işləyir, eyni zamanda "müştəri-server" proqramlarını emal edir. Novell Netware ən geniş yayılmış şəbəkə əməliyyat sistemidir.

zaman İnternetin naviqasiya proqramları, məsələn, Internet Explorer proqramı şəbəkəyə mane olmur.



Yayılmanın kiçik məsafədə olması və siqnalların ensiz sahələr üzrə istiqamətləndirilməsi eyni uzunluqda olan dalğaların bir-birinə mane olmadan yaxın məsafədə yerləşən məntəqələrdə istifadə etməyə imkan verir.

Hers dipolu (Hers vibratoru) – 1888-ci ildə Henri Hersin öz təcrübəsində istifadə etdiyi sadə antenadır. O, metal şarları olan mis çubuqdan ibarət idi. Bura Runkorfi çarxı adlanan qurğuya əlavə olunurdu. Dipolda elektrik rəqsləri həmin vaxtlar elektrik rəqslərinin yeganə mənbəyi olan qığılcım boşalmasının köməyi ilə alınır. Ona görə də bu üsullardan istifadə edən ötürücülər qığılcımlı adlanırdı.



RADIOYA GEDƏN YOLDA

Hələ XIX əsrin 80-ci illərində Amerika ixtiraçısı Tomas Edison radiorabitəyə aid təcrübələr keçirirdi və hətta patent almışdı. 1886-1889-cu illərdə alman fiziki Henri Hers elektromaqnit dalğalarının varlığını eksperimental olaraq isbat etdi və elektromaqnit dalğalarının qığılcımlı şüalandırıcısını yaratdı. 1895-ci ildə rus alimi və elektrotexniki Aleksandr Stepanoviç Popov nağılsız (radiorabitə) elektrik əlaqəsini kəşf etdi. 1895-ci ilin 7 mayında Popov dünyada birinci olaraq radioqəbul-edici nümayiş etdirdi. 1897-ci ildə İtaliya radiotexniki Qulelmo Markoni analoji aparat layihələşdirdi. O, həmin il İngiltərədə, 1899-cu ildə isə ABŞ-də Kabelsiz teleqraflaşdırma və siqnallaşdırma şirkətini qeydiyyatdan keçirdi. Markoni 1901-ci ilin dekabrında Atlantik okeanının üzərindən radioteleqraf ötürülməsini təmin etdi.

Çox uzaq məsafələrə ötürülmə radio-rele rabitə xətləri adlanan çox təkrarlanan retranslyasiya yolu ilə və ya yer səthindən 40 min km yüksəklikdə yerləşən peyqlərin köməyi ilə həyata keçirilir.

1953-cü ildə "Strela-M" radiorele əlaqəsi qurğusu hazırlandı ki, bunun vasitəsilə eyni zamanda 24 telefon danışığını ötürmək mümkün oldu. Bir neçə il sonra onu 120 telefon kanalını təmin edən P-60/120 radiorele stansiyası əvəz etdi.

RƏQƏMSAL RADİORABİTƏ

Mobil telefon əlaqəsində səs (və digər informasiyaların) ötürülməsi üsulları radiorabitənin prinsiplərinə əsaslanır. İnformasiyanın ötürülməsində ümumi geniş radio kanalı necə bölmək olar? Çox sadə həll vardır: istifadə olunan diapazon bərabər hissələrə əl bölünür



CDMA və GSM mobil telefonları.

ki, ayrılan zolaqda ötürülmə informasiyanın bütün spektri yerləşsin. Əgər bu telefon abonentinin səsdirsə, onda hər bir abonentə insan nitqinin spektrindən çox olan 10 kHs vermək kifayətdir. Bir abonentin danışığının digərlərinə mane olmaması üçün kifayət qədər böyük ehtiyat ayırmaq lazımdır.

Birinci radiorabitə şəbəkələrində 50 kHs addımı istifadə olunurdu, sonra bunu 25 kHs-ə qədər azaltmaq mümkün oldu. Mobil əlaqənin analoji sistemlərində tezlikləri bölməklə çoxsaylı müraciət və ya kanalların tezliklərə görə bölünməsi – FDMA (ing. Frequency Division Multiple Access) üsulları tətbiq olunur. Səsin rəqəmli üsulla sıxılmasından istifadə etməklə texniki olaraq addımı 6-8 kHs-ə qədər azaltmaq mümkündür. Bu kəmiyyəti sonsuz olaraq azaltmaq real deyildir, çünki tezliklərin bir-birinə yaxın olması səbəbindən güclü təhriflər baş verə bilər. FDMA üçün artıq limit vəziyyət alınmışdır.

Digər üsullar daha dayanıqlı, kodlaşdırılması və şifrələnməsi asan olan rəqəmsal radiorabitəyə aiddir. Abonentin səsi diskretləşdirilərək rəqəm təsvirinə çevrilir və efrə bu şəkildə ötürülür.

Rəqəmsal radiorabitənin ən geniş yayılmış növü – kanalların zamanı görə bölgüsüdür, TDMA (ing. Time Division Multiple Access). Radioşəbəkə üçün ayrılan tezliklərin ümumi geniş zolağına bu üsulu təmiz şəkildə tətbiq etmək olmaz. Məsələn, Avropada ən geniş istifadə edilən GSM mobil şəbəkəsində kanalların tezlikli və zamanlı bölgüsü üsullarının kombinasiyasından (FDMA + TDMA) istifadə edilir. Əvvəlcə FDMA metodu ilə 25 MHs-lik ümumi zolaq 200 kHs-lik kanallara bölünür, sonra isə TDMA metodu ilə kanallar 8 istifadəçi kanalından ibarət olaraq qruplaşdırılır. Hər danışığ üçün (25 kHs-lik ənə ekvivalent olaraq) kiçik zaman kvantı ayrılır ki, həmin zaman anında kanalla informa-

siya ötürülür, sonrakı zaman anında isə digər danışığ informasiyası ötürülür və proses dairəvi olaraq davam edir. Eyni bir danışığın bir kanalla ötürülməsi vacib deyildir. Stansiyalarda alınan hissələr abonentə görə "aydınlaşdırılır" və "bir-ləşdirilərək" kəsilməz danışığa çevrilir.

Gözləmək olar ki, yaxın vaxtlarda bir abonentin zolaq itkisi 4 kHs-ə qədər azalacaqdır. Oxşar metodlarla kodlaşdırılan IS-54 Amerika standartında zolaq itkisi GSM-ə nəzərən üç dəfə azdır.

Bunlardan əlavə, kanalları kodlarla ayıran rəqəmsal radiorabitə – CDMA (ing. Code Division Multiple Access) mövcuddur. Kanal tezliklər üçün ayrılmış bütün zolağı tutur və ona görə də digər kanallara mane olur. Elə görünür ki, bu problemi daha da dərinləşdirir. Lakin təsəvvür edək ki, restoranda stol arxasında müxtəlif dillərdə danışan adamlar otumuşlar. Yad niyyət ayrı-ayrı danışığlara az mane olur. Belə ki, söhbət edənlər ümumi səsdən öz ana dilində başa düşdükleri sözləri seçirlər. CDMA şəbəkəsi də bu prinsipə əsaslanmışdır.

1935-ci ildə Leninqrad Elektrotexnika İnstitutunun aspirantı Dmitriy Vasilyeviç Aqeyev "Xətti seleksiyanın nəzəri əsasları" adlı məqalə yazdı. Bu məqalədə o göstərdi ki, iki radiosiqnal bir radiotezlik zolağını tutarsa və onlar vaxta görə də üst-üstə düşsələr, onda radioqəbulədicidə ötürülən siqnalların forması haqqında informasiya varsa, bu siqnallar ayrılır və radioqəbulədicisi tərəfindən qəbul edilir.

Bu ideya hərbiçilərin böyük marağına səbəb oldu, belə ki, informasiyanın ötürülməsinin bu texnologiyasından istifadə etməklə başqalarının qulaq asmasından yaxşı qorunmaq olar. Məsələn, amerikalılar hərbi aviasiyada radioəlaqə üçün siqnalların koda görə ayrılmasından istifadə edirdilər. Belə bir imkan ilk dəfə 1989-cu ildə Qualcomm Amerika şirkəti tərəfindən nümayiş etdirildi

və mobil əlaqə üçün CDMA standartı hazırlandı.

Belə bir təəssürat yarana bilər ki, CDMA radio şəbəkəsinin ümumi potensial buraxılış qabiliyyəti azalır, lakin CDMA sisteminin real effektivliyi hətta TDMA-dan yüksəkdir. CDMA sisteminin diapazona bölünmə zamanı yaxın yerləşən kanallar arasında müəyyən bir ehtiyat saxlamaq tələb olunmasına baxmayaraq itki yoxdur. Maneəyə *dayanıqlı kodlaşdırmanın* xüsusi üsullarının köməyi ilə rabitənin keyfiyyətini yüksəltməklə yanaşı danışığlar arasındakı zolağın ümumi ehtiyatlarını daha aktiv danışanın xeyrinə dəyişmək olar. Düzüldür, CDMA qəbulədiciləri TDMA-nın oxşar qəbulədicilərindən mürəkkəbdir.

MOBİL İNTERNET

Mobil əlaqənin köməyi ilə nəinki danışmaq, həm də İnternetdən istifadə etmək olar. Mobil telefona modem birləşdirmək olar. Ancaq nəzərə almaq lazımdır ki, modem rəqəmli siqnalların analoq metodları vasitəsilə ötürülməsindən istifadə edir. Mobil əlaqə isə, bir qayda olaraq, ancaq rəqəmli əlaqədir. Bundan əlavə, mobil əlaqə səs və ya çox sürətli olmayan informasiyaları: faksı, SMS-i (qısa mətn məlumatlarını) ötürmək üçün istifadə edilir. Modem vasitəsilə verilənlərin ötürülməsinin real sürəti 10 kbit/san-ni aşmır. Əlbəttə, bu İnternetdən tez-tez istifadə edən insanların tələblərini ödəmir. Bu sürətlə ancaq kiçik həcmli elektron poçtu almaq olar.



D.V.Aqeyev.

Mobil telefondan İnternet var.





► Naqilsiz rabitə
quruluşu Bluetooth.



CDMA-2000 verilənlərin yüksək sürətlə (təxminən 150 kbit/s) ötürülməsini (o cümlədən İnternetə qoşulmanı) təmin edir.



Mavi dişli – Danimarka kralı Haraldın (890-940-cı illər) ləqəbidir. Bu ləqəb ona ön diş tünd olduğuna görə verilmişdir. Harald böyük istilacı və xristianlığı Danimarkaya gətirən bir insan kimi tarixə düşmüşdür.

GSM şəbəkəsində sürəti artırmağın çıxış yolu tapıldı – mobil əlaqə şəbəkəsində verilənlərin paketlə ötürülməsi – GPRS (*ing.* General Packet Radio Service) metodu hazırlandı. Bu metodun köməyi ilə informasiya paketlərə yığılır və səs-lərin ötürülməsi arasında "boşluqlar" dolduraraq efirə verilir. Əgər modem-in köməyi ilə verilənlərin adı ötürülməsində əvvəlcə birləşmə qurularaq sonra verilənlərin ötürülməsinə başlanırsa, paket ötürülməsi zamanı telefon açıq olduğundan, mobil əlaqəyə müraciət mümkün olduğundan birləşmə həmişə vardır.

Verilənlərin paket üsulu ilə ötürülməsi zamanı radiokanal, onunla paket ötürüldüyü müddətdə, yəni ancaq verilənlərin ötürülməsi prosesində məşğul olur. Ona görə də ödəniş qoşulma vaxtına görə deyil, *trafika* – verilən və qəbul edilən informasiyanın həcminə görə müəyyən edilir.

GPRS verilənlərin 107 Kbit/s və ondan yüksək sürətlə ötürülməsini təmin edə bilər. Bu tam qəbul edilən bir sürətdir və hətta modem-dən istifadə edən oxşar adı telefon xətlərinin imkanlarından çoxdur. GPRS-in birinci nəsli 13,4 kbit/san sürətlə informasiyanın verilməsini, 40,2 kbit/san sürətlə informasiyanın qəbul edilməsini təmin edir.



SİMSİZ RABİTƏ

1998-ci ilin əvvəllərində 5 kompaniya – Ericsson, Nokia, IBM, Intel və Toshiba kəbelsiz rabitənin yeni standartını hazırlamaq üçün SIG (Special Interest Group) adlı işçi qrup yaratdılar. Sımsız rabitəyə Bluetooth adı verildi ki, bu da ingiliscədən tərcümədə "mavi dişli" mənasını verir.

Bluetooth standartı ISM (*ing.* Industry, Science and Medicine – "sənaye, elmi və tibbi") adlanan diapazonda 2,4–2,8 GHz tezliyi istifadə edir ki, bunun üçün mobil rabitədən fərqli olaraq lisenziya almaq tələb olunmur. Verilənlərin ötürülmə sürəti 720 kbit/san-yə qədər çatır. Bluetooth standartı 10 m-dən çox olmayan məsafədə əlaqəni saxlamağa imkan verir, lakin XXI əsrin birinci illərində mikrosxemlər hazırlandı ki, bu sxemlərin köməyi ilə məsafəni 100 m-ə qədər artırmaq mümkün oldu.

Bələ tezlikli şüalar maneələri keçmək qabiliyyətinə malikdir, ona görə də qurğunun birbaşa görünüş zonasında



yerləşməsi vacib deyildir. Bluetooth-qurğu əlaqə mümkün olan sahədə yerləşən kimi birləşmə gedir və standart geniş yayımı təmin edir.

ISM-in lisenziyalanmaması onun həm üstünlüyü, həm də çatışmayan cəhətidir. Müxtəlif tibbi cihazlar, məişət texnikası və s. də beləcə işləyir ki, bu da onlar arasında zidiyyətin yaranmasına səbəb ola bilər. Bundan qaçmaq üçün Bluetooth tezliklərin sıçrayışa bənzər (saniyədə 1600 sıçrayış) qurulması prinsipilə işləyir. Yeni tezlik təsadüfi ədədlər generatoru vasitəsilə seçilir və bu digər qurğulara lazım olan tezlikləri azad edir.

Bluetooth texnologiyası sayəsində mobil rabitənin abonentini otaqda olan belə modullu telefonla sımsız qulaqlıqdan istifadə etməklə mikrofonla danışa bilər. Güman olunur ki, mobil telefonlara, kompüter və digər qurğulara sımsız rabitənin tətbiqinə Bluetooth qoymaq mümkün olacaq.

HAMIYA MƏLUM NAMƏLUM...

Naqilsiz texnologiya da "Axilles dabanına" malikdir. Problem sanki havada qalıb: informasiya naqilsiz ötürülsə, deməli, o, başqalarının ona qulaq asa biləcəyindən şübhələnməyib. Düzdür, quraşdırıcılar bu problemi də ötürülən informasiyanın şifrələnməsi üsulu ilə həll etməyə çalışırlar. Bələ görünü bilər ki, məlumatların şifrələnməsinin mövcud texnikası onu "kənar qulaqlardan" xilas edəcek ("Müasir kriptografiya" məqaləsinə bax). Lakin naqilsiz əlaqə vasitələrinin işlənməsi zamanı buraxılan və hakerlər tərəfindən aşkar edilən səhvlər təkcə konkret bir avadanlığı, konkret bir istifadəçini (söhbətinə qulaq asılan) deyil, həm də bütövlükdə müəssisəni zərər altında qoyur.

XXI əsrin ən populyar naqilsiz texnologiyası olan Bluetooth ilə də belə oldu.



NƏYİ NƏ İLƏ BİRLƏŞDİRMƏLİ

Bu kompüter alıcısının ənənəvi sualıdır. Əgər kompüter birində monitor, birində isə sistem bloku yerləşən iki böyük qutudan ibarətdirsə, onları birləşdirmək üçün heç olmasa kabel olmalıdır. Əgər siçan və klaviatura verilənləri ötürmək üçün radio və ya infraqırmızı əlaqələrdən istifadə etmirsə, onda əlavə bir cüt kabel lazımdır. Bundan əlavə, musiqi səsləndirmək üçün səusucaldanlara, DVD disk-lərə monitor-dən deyil, ekrandan baxmaq üçün televizorlara kabellər lazımdır. Əgər kompüter oyunları ilə maraqlanırsınızsa, onda 3D eynəkləri (və ya dəbilqə) və pedali olan sükanlar üçün də kabellər lazımdır. Əlavə printer, skaner, modem (əgər o, xarici modemdirsə), lokal şəbəkə üçün hörülmüş cüt-lər... Əgər kompüter video və ya səs emal etmək üçün tətbiq olunarsa, onda kabelləri peşəkar mütəxəssis də qarışiq sala bilər.

Əlbəttə, hesablama texnikasını hazırlayanlar istifadəçinin kabelləri səhv qoşmaqla kompüterini sıradan çıxarmaması üçün foolproof ("axmaqdan müdafiə") haqqında düşüncələr. Ona görə də müxtəlif tipli birləşmələr üçün kompüter müxtəlif formalı birləşmə yerlərinə malikdir. Kabelləri nainki düzgün birləşdirərək, həm də salıqlı birləşdirmək lazımdır ki, təsadüfən məşindən ayrılmınsın və s.

Eyni "xəstəlik" musiqi mərkəzləri və videomaqnitofonlara da aiddir. DVD-pleyeri, bir cüt video maqnitofonu və musiqi mərkəzinə bir televizora birləşdirmək lazım gələrsə, onda necə olar? Sadəcə olaraq bütün çıxışların bir girişə sadə birləşməsi kömək etmər. Çünki müxtəlif qurğuların siqnalı bir-birinə mane olacaqdır. Bu halda xüsusi kommutasiya qurğusundan istifadə etmək lazımdır.

Paltaryuyan maşınlar və soyuducular daha mükəmməl hazırlanmışlar. Bələ ki, onlar ancaq bir kabellə şəbəkəyə birləşdirilirlər. Paltaryuyan maşın ev informasiya şəbəkəsinə, soyuducu isə İnternetə birləşdirilərsə na baş verəcəyi məlum deyil.

Əgər şəbəkə artıq ev boyu çəkilmişə, həm enerjini ötürmək üçün (Azərbaycan dilində "şəbəkə" dedikdə hamı cərəyanla təminat, həm də informasiya rabitəsi başa düşülür, ingilis dilində isə power – "güc şəbəkəsi", network isə – "informasiya şəbəkəsi" deməkdir) həm də informasiya kanalı olaraq yeganə şəbəkə kabelindən istifadə etmək olmazmı?

Elektrik xətti – informasiyanı ötürmək üçün ən mürəkkəb mühitlərdən biridir. Əvvəldən elektrik şəbəkəsi aşağı tezlikli (50 Hz) elektrik enerjisinin ötürmək üçün istifadə olunur. Bu zaman elektrik enerjisinin sənayedə istifadəsi nəticəsində güclü maneə yaranır. Əgər elektrik şəbəkəsi şəhər informasiya şəbəkəsinə informasiyanın ötürülməsi üçün istifadə edilərsə, bu halda yüksək səviyyəli maneələrə və siqnalın kəsilməsinə görə problemlər yaranı bilər. Kodlaşdırılan informasiya güc şəbəkəsinin tezliyi üzərinə qoyulduqda elektrik ötürülməsində enerji təchizatı azalmamalıdır. Bələ sistemlər hazırlanmışdır və artıq mövcuddur, lakin onların geniş tətbiqi sımsız rabitə ilə müqayisədə iqtisadi cəhətdən səmərəli deyildir.

2004-cü ilin aprelində Böyük Britaniyanın qanunpəstə vətəndaşı olan Olli Uaythauz Bluetooth-qurğusunu sındıra bilən metodikani nümayiş etdirdi. İki belə qurğunun köməkçi avadanlıqla birləşməsi zamanı haker partnyorlar arasında mübadilə olunan identifikasiya olunmuş informasiyanı ələ keçirmək imkanı qazanır. Qurğulara birinci birləşmə zamanı eyni dörd simvolla PIN-kod yığılmalıdır. Xüsusi Bluetooth alqoritmindən istifadə etməklə, təqribən 10 min variant yığmaqla haker həmin PIN-kodu tapır. Daha sonra o, həmin PIN-kodu xüsusi 128-bitlik gizli açarın generasiyası üçün istifadə edərək, faktiki olaraq həmin "gizli" açarı ələ keçirir. Beləliklə, bu iki qurğu arasındakı şifrələnmiş "söhbət" in bütün qalan hissəsi haker üçün açıq kitaba dönür.

Ancaq bu açıqlama Bluetooth rabitə texnologiyasına ələ də əsaslı zərər gətirmədi. Belə ki, əgər hakerdə birinci "əlaqə" alınmamışdırsa, onda qurğular arasında verilənlərin sonrakı mübadiləsində risk yaranmırdı.

Lakin Bluetooth-un quraşdırıcıları çox tez sakitləşmişdilər. 2005-ci ilin yazında Təl-Əviv universitetindən olan iki İsrail vətəndaşı Arişay Vul və Yakiv Şaked populyar naqilsiz protokolu sındırmaq üçün yeni, təkmilləşdirilmiş və "gözəl" üsul təklif etdilər. "Bizim təklif etdiyimiz hücum üsulu iki Bluetooth-qurğusu arasında verilənlərin mübadiləsinin ixtiyarı seansını, hətta bu onlar arasında birinci əlaqə olmadıqda belə, sındırmağa imkan verir" deyərək Yaniv Şaked izah verirdi.

Onlar Bluetooth-qurğularının birinci birləşməsi proseduru sını olaraq nəzərə almağa nail oldular. Qulaq asan qurğular özlərini başqası kimi "təqdim edərək", "şikara" guya ki, açarın itməsi barədə yanlış məlumat göndərərək kontakta "müdaxilə" edirdilər. "Ağillı" qurğu protokola müvafiq köhnə açarı

ləğv edir və yenidən birinci birləşmə proseduruna başlayırdı. Sonra haker, Olli Uaythauzun yuxarıda təsvir edilmiş sxemi üzrə hərəkət edirdi.

Açarın "itməsi" barədə yalan məlumatın göndərilməsi üçün hakerə ancaq bütün Bluetooth-qurğularının fəaliyyət zonaları çərçivəsində avtomatik olaraq necə gəldi payladığı yad identifikator lazım idi.

Pentium IV sinfindən olan kompüterdə kontakt qurğulardan sonra 128-bitlik gizli açarın hesablanması proseduru cəmi 0,06 saniyə təşkil edir.

"Bu – nöinki nəzəriyyədə, həm də praktikada fəlakətdir", – deyərək, Koliforniyanın Mountin-Vyu şəhərindən olan sistemlərin təhlükəsizliyi üzrə ekspert Bryus Şnayer öz təəssüratlarında qeyd edirdi. Bu aşkarlamadan sonra bütün Bluetooth-qurğuları faktiki olaraq tamamilə yoxa çıxdılar.

Bluetooth-qurğusunun təsirinin hətta kiçik radiuslu (10 m-lik) olması belə onu hakerlərdən xilas edə bilmədi. Kiçik məsafələr üçün nəzərdə tutulmuş antenaların köməyiylə hakerlər "uzaqdan sındırmanı" öyrəndilər, belə sındırma üzrə dünya rekordu 2005-ci ildə 1 km-i aşdı.

BU NƏ VAXT QURTARACAQ?

Köhnə rabitə texnologiyalarının birləşmə səbəblərindən biri – simsiz rabitə və kommunikasiya (mobil telefon, peyk rabitəsi) bazarının sürətlə artmasıdır.

Yaxın vaxtlarda simsiz cihazların sayı o qədər artacaq ki, verilmiş diapazonda sonlu sayda kanalların necə yerləşdirilməsi sualı yenidən ortaya çıxacaqdır. Belə ki, əgər istifadə olunan tezlik resursları tükənərsə, onda tezlik pillələrilə daha yüksəkklərə qalxmaq lazım gələcəkdir...

Radio rabitəsinin elementar problemləri (elektromaqnit enerjisinin yayış



zamanı və ya rütubətlik artan zaman tez sönməsi) ilə yanaşı olaraq digər problemlər də yaranı bilər: daha yüksək tezlik insan orqanizmi üçün zərərli ola bilər.

Onda insanlar köhnə əziz simləri yada salacaqlar.

SUSMAQ – QIZILDIR (VERİLƏNLƏRİN ÖTÜRÜLMƏSİNİN YENİ ÜFÜQLƏRİ)

Dünən, hətta arzu edilməz olan – bu gün gerçəkləşə çevrilib. CDMA standartlı mobil telefon xidməti təklif edən "Sonet" kimi möhtəşəm şirkət XXI əsrin ilk illərindən öz fəaliyyətini faktiki olaraq dayandırdı. Bu perspektivli texnologiya bazardan GSM-operatorları tərəfindən sıxışdırılırdı. Onun yerinə isə sehirli Feniks quşu kimi CDMA-nın əvvəlki standartını inkişaf etdirərək eyni işləmə prinsiplərinə əsaslanan CDMA-2000 kimi daha mükəmməl texnologiya yarandı. Yeni texnologiya nöinki verilənlərin 150 Kbit/san ilə ötürülməsinə imkan verirdi, həm də bu sürətin bir neçə dəfə artacağı barədə sevimli gələcək-dən xəbər verirdi. CDMA sistemlərində siqnalların ötürülməsi üçün 1,25 MHz tezlikli radiokanallardan istifadə olunur, sürət göstəricilərinin artırılması isə bir neçə (üç və daha artıq) radiokanaldan



Divar telefonu. 1922-ci il.

Telefon-güzgü.

paralel istifadə olunması hesabına əldə oluna bilər.

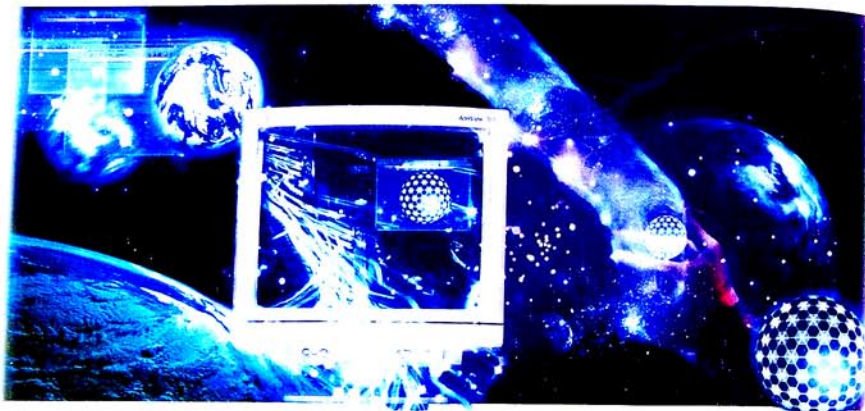
Odur ki, texnologiyaların adında "Multi-Carrier" – "çoxtezlikli" söz birləşməsindən istifadə olunur. Lakin həmişəki kimi, ələ görünür ki, "daxili ehtiyatları" istifadə etmək olar: təkcə siqnalların kodlaşdırılması və modulyasiyası sisteminin təkmilləşdirilməsi hesabına verilənlərin ötürülməsinin arzu olunan sürəti 153,6 Kbit/san-yə çatdırılmışdır. Bu fakt öz əksini 1x – bir radiokanal adında əks etdirir.

Üç radiokanaldan istifadə olunduqda isə verilənlərin ötürülməsinin 2,4 Mbit/san (IMT-MC-1x-EV-DO) və IMT-MC-1x-EV-DV standartında 5,2 Mbit/san-yə kimi maksimal sürətinə nail olmaq olar.

Ancaq ilk terminalların (İnternetə yüksək sürətlə daxil olan telefonları indi hörmət əlaməti olaraq belə adlandırırlar) real olaraq testdən keçirilməsi zamanı verilənlərin sürətinin 25 Kbayt/san ətrafında olduğu müəyyən edilmişdir ki, bu da elan olunmuş sürətdən 15 dəfədən də xeyli aşağıdır və təqribən GPRS-in inkişafının analoji təkamülü olan EDGE-yə uyğundur. Güman ki, uğurlu noticinin alınmasına mobil rabitə radiokanallarını amansızlıqla istismar edən abonentlərin danışıqları mane olur. Bu anda məşhur atalar sözü yerinə düşür: "Susmaq – qızıldır!".

Gələcəyin texnologiyası EV-DO (ing. Evolution – Data Only; yalnız verilənlərin təkamülü) adlanır, formal olaraq isə IMT-MC-1x-EV-DO yazılır.

IMT-MC abbreviaturası Beynəlxalq Elektrotabitə İnstitutu (ITU) tərəfindən hazırlanan mobil rabitənin standartları qrupu mənasını verir (ing. International Mobile Telecommunications Multi-Carrier).



INTERNET

INTERNETİN YARANMASI, QURULUŞU VƏ İNKİŞAFI

20 oktyabr 1969-cu ildə Los-Ancelesdə Kaliforniya Universitetinin professoru Leonard Kleynrok öz kompüterindən Stanford tədqiqat mərkəzindəki kompüterlə əlaqə yaratmağa və tarixdə birinci elektron məktubu göndərməyə cəhd göstərdi. Əslində bu heç məktub da deyildi. Kleynrok Stanforddakı kompüterə LOG komandasını ötürmək istəyirdi. Yalnız iki hərfi göndərə bildi, G hərfi ötürülən zaman sistemdə nasazlıq yarandı. İki kompüter arasında əlaqə yaratmaq cəhdi zəncirvari proseslərin başlanğıcı oldu və gələcəkdə Internet adlanan qlobal kompüter şəbəkəsinin yaranmasına gətirib çıxardı. Belə ki, indi 20 oktyabr Internetin yaranma tarixi hesab olunur.

INTERNETİN YARANMA TARİXİ

Bəzən tarixdə elə hadisələr baş verir ki, koşllər və yeniliklər sonralar əvvəlcədən təyin olunmuş məqsədlər üçün istifadə

olunmur. Konyakın yaranmasını buna misal gətirmək olar. Holland tacirləri gömrük vergisini azaltmaq məqsədilə Fransadan şərabı göndərməzdən əvvəl distillə edib, həcmi kiçildirdilər, sonra öz ölkələrində yenidən şərabı su ilə qarışdırırdılar. Yalnız bir neçə ildən sonra fransızlar palıd ağacından hazırlanmış çənlərdə saxlanılan şərab spirtinin yüksək keyfiyyətli olmasını müəyyən etdilər. Internetlə də buna oxşar hadisə baş verdi.

İkinci dünya müharibəsindən sonra ABŞ ilə keçmiş müttəfiqi Sovet İttifaqı arasında qarşıdurma yarandı. 50-ci illərin ortalarında hər iki tərəf nüvə və hətta istilik-nüvə silahına sahib olmuşdular və artıq bu silah üçün raket daşıyıcılarını işləyib hazırlayırdılar. Bu qarşıdurmanın gedişində ABŞ prezidenti Eysenhauszerin səərəncamı ilə Müdafiə Nazirliyinin nəzdində Qabaqcıl Tədqiqatlar Agentliyi (Advanced Research Projects Agency – ARPA) yaradıldı.

Agentlik öz tədqiqatlarını kompüter texnologiyalarının hərbi sahədə tətbiqinə yönəltdi. Tədqiqatların əsas məqsədi elə kompüter şəbəkəsi yaratmaq idi ki, həmin şəbəkənin ayrı-ayrı sahələri zədələrə, məsələn düşmənin raket-nüvə hücumuna qarşı dayanıqlı olsun. Bu cür şəbəkə qurmaq üçün 1967-ci ildə ARPANET (Advanced Research Projects Agency NETwork) adlanan layihə hazırlandı. 1969-cu ildə isə Yuta ştatında olan universitetin, Los-Anceles və Santa-Barbarada Kaliforniya universitetlərinin, Stanford tədqiqat mərkəzinin kompüterləri ilk dəfə olaraq şəbəkəyə qoşuldu. 1971-ci ildə şəbəkəyə artıq 23 kompüter qoşulmuşdu. 1973-cü ildə ilk beynəlxalq qoşulmalar həyata keçirildi.

ARPANET şəbəkəsi inkişaf etdikcə kompüterlərarası informasiya ötürülməsinin müxtəlif metodlarından istifadə edən ayrı-ayrı şəbəkələrin birləşdirilməsi problemi meydana çıxdı. Bunun üçün fərqli kompüter platformalarında işləyən müxtəlif proqramlar arasında informasiya mübadiləsinə təmin edən qaydalar, yəni xüsusi protokol işlənib hazırlanmalı idi. 1974-cü ildə belə protokol yaradıldı. Bu protokol şəbəkədə qarşılıqlı əlaqənin təmin edilməsi, informasiyanın emalı və ötürülməsi üçün nəzərdə tutulmuş qaydalar və göstərişlər toplusu idi. Protokol TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) adlandırıldı. TCP – informasiyanın ötürülməsinə nəzarət edən protokoldur. IP-informasiyanın rabitə kanalı ilə ötürülməsi zamanı paketləri marşrutlayır.

80-ci illərin ortalarında şəbəkəyə artıq minə qədər kompüter qoşulmuşdu və TCP/IP standart kimi qəbul edildi. Eyni zamanda UNIX əməliyyat sistemli masaüstü işçi stansiyalar yaradıldı və onlar Internet adlanan şəbəkəyə qoşulmaq üçün quraşdırılmış vasitələrlə təchiz edildi.

1986-cı ildə ABŞ Milli Elm Fondu (National Science Foundation – NSF) öz altı superkompüter mərkəzlərini birləşdirmək üçün şəbəkə yaratdı. Şəbəkə TCP/IP protokolu əsasında qurulmuşdu. İnformasiyanın kanalla ötürülmə sürəti 56 kbit/s idi. Sonralar şəbəkəyə universitetlər də qoşulmağa başladı.

1989-cu ildə Internetə qoşulan kompüterlərin-hostların sayı 100 mindən çox idi. Internetdən yalnız dövlət və elmi tədqiqat məqsədləri üçün deyil, eyni zamanda kommersiya məqsədləri üçün də istifadə edilməyə başlandı. Internetə MCI Mail kommersiya şəbəkəsi qoşuldu. Bu müddətdə şəbəkə artıq Birləşmiş Ştatların sərhədlərini aşaraq, Avstraliya, Böyük Britaniya, İsrail, Almaniya, İtaliya, Niderland, Yeni Zelandiya və Yaponiya ölkələrinə də gəlib çıxdı. 90-cı illərin əvvəllərində Rusiya və Şərqi Avropa ölkələri də Internetə qoşuldu. 1991-ci ildə Azərbaycanda ilk dəfə olaraq beynəlxalq şəbəkəyə bağlantı həyata keçirildi. Artıq Interneti Ümumdünya şəbəkəsi adlandırmaq olardı.

1991-ci ildə Cenevrədə Avropa Nüvə Tədqiqatları mərkəzinin elementar zərrəciklər fizikası laboratoriyasının işçisi Tim Berners-Li World Wide Web (WWW) sistemini işləyib hazırladı. Beləliklə də, Internet tarixində yeni səhifə başlandı.



Tim Berners-Li.

INTERNETİ KİM İDARƏ EDİR

Internet bir-birilə əlaqədə olan magistral şəbəkələrdən, başqa sözlə, dayaq şəbəkələrdən (back bone) ibarətdir. Orta səviyyəli regional şəbəkələr yüksək sürətli dayaq şəbəkəyə birləşdirilir. Hər bir şəbəkə, öz daxilində dövr edən trafiki (informasiya həcmi) idarə edir və düzgün hesab etdiyi kimi marşrutlayır (istiqamətləndirir). Trafik rabitə kanalları ilə ötürülən informasiyanın həcmidir, yəni rabitə xəttinin iş yüküdür. Hər bir



Leonard Kleynrok.

şəbəkə, yüksək səviyyəli şəbəkələrə qoşularkən məsuliyyət daşıyır, maliyyələşdirməyə görə cavabdehdir və öz inibati prosedurlarını təyin edir. Beləliklə, vahid şəbəkə xidməti təchizatçısı mövcud deyil. Lakin bütün şəbəkələr İnternetin bərabər hüquqlu hissələri hesab olunur.

İnternetə bütövlükdə hər hansı dövlət müəssisələri, maliyyə-sənaye qrupları və ya şirkətlər nəzarət etmir. O, vahid sistem kimi fəaliyyət göstərir və beynəlxalq ictimaiyyətin birgə səylərlə inkişaf edir. Lakin vahid standartların saxlanması, İnternetin bir hissəsinin təşkil edən regional və milli şəbəkələrin fəaliyyətlərinin uyğunlaşdırılması, yeni texnologiyaların işlənilib hazırlanmasında səylərin cəmləşdirilməsi və şəbəkə cəmiyyəti üçün mühüm olan digər məsələlərin həll edilməsindən ötrü bir sıra təşkilatlar yaradılıb.

Dünya şəbəkəsinin inkişafını İnternet cəmiyyəti ISOC (Internet Society) idarə edir. ISOC beynəlxalq ictimai təşkilatdır. Əsas məqsədi İnternet vasitəsilə global informasiya mübadiləsinə yardım etməkdir. ISOC texniki idarəetməyə cavabdeh olan İnternet arxitekturası üzrə komissiyayı (Internet Architecture Board – IAB) təyin edir. IAB İnternet protokollarının tədqiqatına və inkişafına nəzarət edir, şəbəkə ünvanlarının verilməsi qaydalarını təyin edir. IAB çərçivəsində mütəxəssislərdən ibarət bir neçə işçi qrup mövcuddur. Onlardan biri – mühəndisler qrupu (Internet Engineering Task Force – IETF) İnternet arxitekturası



və protokolların üçün standartların işlənilib hazırlanmasına cavabdehdir. Digər tədqiqatçılar qrupu (Internet Research Task Force – IRTF) işini texnologiyaların gələcək inkişafı üzərində cəmləşdirir. Fövqəladə hallar üzrə şəbəkə (Computer Emergency Response Team – CERT) şəbəkədə təhlükəsizlik məsələləri üzrə ixtisaslaşır. O, informasiyanın qorunması istiqamətində görülən işlərə nəzarət edir. İnternetin ünvan fəzasının bölünməsi sistemində ICANN (The Internet Corporation for Assigned Names and Numbers) beynəlxalq təşkilatı cavabdehdir.

İNTERNETİN QURULUŞU

İnternetin necə işləməsinə təsəvvür etmək istədikdə, əvvəlcə onun analoqu olan telefon şəbəkəsi yada düşür. Hər ikisi elektron rabitə vasitələridir, hər iki halda birləşmə baş verir və informasiya ötürülür. Çoxları İnternetə məhz telefonla qoşulur. Əsaslı fərq şəbəkədən istifadə prinsiplərindədir.

Telefon şəbəkəsi – kanalların kommutasiyası şəbəkəsidir. İki abunəçi arasında əlaqə yarandığı zaman kanal ayrılır və hətta heç bir informasiya ötürülmədiyi halda, məsələn, hər iki həmsöhbət susduqda belə, başqa heç kim ondan istifadə edə bilmir. İnternet paketlər kommutasiyası şəbəkəsidir və əlaqə kanallarından daha effektiv istifadə edir. İnformasiya hissələrə – paketlərə bölünərək, məktubun poçt ilə göndərildiyi kimi ötürülür. Bu zaman kanal eyni bir vaxtda bir neçə birləşmə üçün istifadə olunur. İnternetin müxtəlif hissələri “marşrutlayıcılar” – kompüterlər sistemi vasitəsilə birləşir. Marşrutlayıcılar paketlərin başlıqlarını araşdırır, onların təyinat məntəqəsinə çatdırılması üçün hansı qovşağa ötürülməliyini müəyyən edir, həmçinin şəbəkədə birləşmə pozulduğu halda, alternativ marşrut seçir.

Bu təxminən adi məktubların ötürülməsinə bənzəyir. Məktub zərfə qoyulur, üzərində məktub alanın və göndərənün ünvanı qeyd edilir və marka yapışdırılır. Poçt xidməti məktubun çatdırılması zamanı müəyyən olunmuş qaydalara riayət edir. Eyni qayda ilə, İnternetin işini nizamlayan qaydalar (protokollar) da mövcuddur.

Ünvanlaşdırma və paketlərin çatdırılması IP (Internet protocol) cavabdehdir. IP-yə görə verilənlər paketinin ölçüsü 1 baytdan 1500 bayta qədər ola bilər. Paketə təyinat məntəqəsi haqqında zəruri məlumatlar əlavə edilir. İnternetə qoşulan hər bir kompüterə unikal ünvan – IP-ünvan mənimşədir. O, bir-birilə nöqtə ilə ayrılan dörd ədəddən ibarətdir. Ədədlərin qiyməti 0 ilə 255 aralığında dəyişir. Məsələn 62.3.250.189 və ya 193.20.1.147.

Bununla belə IP protokolu paketin təkiz çatdırılmasına zəmanət vermir. O, həmçinin paketlərin ardıcıl çatdırılmasını yerinə yetirməyə təminat vermir. Əksər hallarda şəbəkə ilə göndərilən informasiyanın həcmi 1500 baytdan çox olur. Bu problemi verilənlərin ötürülməsinə nəzarət protokolu – TCP (Transmission Control Protokol) həll edir. TCP protokolunun proqram təminatı göndərilən tərəfdə informasiyanı paket adlanan hissələrə bölür və hər birinə sıra nömrəsi mənimşədir. TCP təyinat məntəqəsində paketləri yığır və onları nömrələnməyə uyğun olaraq düzür. Hər hansı hissənin çatışmadığı halda protokol təkrar ötürülmə tələb edir. Bütün informasiya düzgün qaydada yerləşdirildikdən sonra bu məlumatlar tətbiqi proqrama ötürülür. Bundan başqa TCP xüsusi düsturla paketin nəzarət cəmini, yəni bütün baytlarının cəmini yoxlayır. Əgər nəzarət cəmi uyğun gəlmirsə, deməli, paket təhrif olunmuş formada göndərilmişdir və təkrar göndərilmə tələb olunacaqdır.



TCP/IP protokolunun istənilən platformada işinin etibarlılığı, əlverişliliyi və sadəliyi onun müvəffəqiyyətini müəyyən edir. Əgər əvvəllər TCP/IP yalnız UNIX əməliyyat sistemi və İnternet üçün nəzərdə tutulmuş protokol hesab olunurdusa, sonralar o daha geniş tətbiqini tapdı. TCP/IP lokal şəbəkələrdə də əsas protokol oldu.

DOMENLƏR – İNTERNETDƏ ADLARDIR

Yalnız rəqəmsal ünvanlardan istifadə etməklə, İnternet bu cür rahat informasiya mühitinə çevrilməzdi. Rəqəmsal ünvanlar bilavasitə kompüterlərin qarşılıqlı əlaqəsi üçün yaxşıdır, lakin insanlar adlara üstünlük verirlər. Bu problem hələ İnternetin formalaşdığı illərdə yaranmışdı. O zaman şəbəkəyə daxil olan bütün kompüterlərə xüsusi adlar mənimşədir. Hər biri unikal olmaq şərtilə ad kimi sadə sözlər seçilirdi. Şəbəkəyə qoşulan kompüter Şəbəkə İnformasiya Mərkəzinə (Network Information Centre – NIC) qeydiyyatdan keçirdi. Bütün kompüterlər





haqqında məlumatlar xüsusi fayla yazılırdı və bu fayl şəbəkə ilə müntəzəm olaraq göndərilirdi. Hər hansı kompüterə adı ilə müraciət etdikdə, sistem bu siyahıya baxırdı və IP-ünvanı hesablayıb tapırdı. Tezliklə Internet sürətlə genişləndi və ad siyahısı olan faylın həcmi o qədər böyüdü ki, onu operativ göndərmək mümkün olmurdu: unikal adların qeydiyyatı çətinləşmişdi, axtarış sürəti azalmışdı. Bu problemin həlli üçün indiyə kimi istifadə olunan domen ad sistemi (Domain Name System – DNS) yaradıldı.

DNS-in mahiyyəti ondan ibarətdir ki, ad məmnsədilməsi məsuliyyəti Internetin bu və ya digər sahəsinə – domənə (domain – “sahə”) nəzarət edən müxtəlif istifadəçilər qrupunun üzünə qoyulur.

Domen adı, rəqəmsal addan fərqli olaraq soldan sağa araşdırılır. Adətən ən birinci IP-ünvanı olan kompüterin adı, sonra kompüterin daxil olduğu domenin adı, ondan sonra daha böyük domen adı və s. dayanır. Əgər domen sahibi şəbəkəyə yeni kompüter qoşmaq istəse, heç kimdən icazə almalı deyil. Ondan yalnız müvafiq qeydi öz domeninin ad serverində yerləşən verilənlər bazasına düzgün daxil etmək tələb olunur.

Ən yüksək səviyyəli domenlər, 80-ci illərin əvvəlində DNS-in tətbiq edildiyi vaxtdan mövcuddurlar. Əvvəlcə ABŞ-da

gov (dövlət idarələri), mil (hərbi idarələr), com (kommersiya təşkilatları), edu (təhsil müəssisələri), net (şəbəkə təşkilatları), org (digər təşkilatlar) domenləri yaradıldı. Bu kodlaşdırma XXI əsrdə keçdi. Başqa ölkələrin şəbəkələri Internetə qoşulduqda, onların şəxsi domenləri öz ixtiyarlarına verildi. Beynəlxalq standartlara uyğun olaraq dövlətlərin iki hərflili kodlaşdırılması qəbul edildi. Sonra int (Beynəlxalq təşkilatlar) domeni meydana gəldi.

2000-ci ildə ICANN yeddi yeni yüksək səviyyəli domenin yaradılmasını qərara aldı. Hava xətləri, hava limanları və biletlərin sifariş sistemi üçün aereo domeni nəzərdə tutuldu, name şəxsi istifadəçilər üçün, biz kommersiya təşkilatlarının saytları üçün, coop işguzar ittifaqlar üçün, info informasiya layihələri üçün, museum muzeylər üçün təyin olundu. NATO Şimali Atlantika bloku üçün ise nato domeni müəyyən edildi. Avropa Birliyi öz şəbəkə layihələri üçün eu domenindən istifadə etməyi planlaşdırır.

Internetə qoşulan kompüterlərdə işləyən bütün proqramlar domen ad sistemindən istifadə edir. Hər dəfə bu və ya digər kompüterə adı ilə müraciət olunduqda, müraciətin IP-ünvanına çevrilməsi baş verir. Əgər həmin ünvan verilənlər bazasında varsa və ya bu ünvana əvvəllər müraciət olunmuşsa və o keş yaddaşda saxlanılıbsa, kompüter ünvanı tanıyacaq. Əgər ünvan kompüterdə yoxdursa, öz domeninin adlar serverindən müvafiq domen adları serverinin ünvanını soruşur, o da məlum olmadıqda daha yüksək səviyyəli domen adları serverindən ünvanı soruşur və i.ə.

Domen ad sistemilə işləyərkən yadda saxlamaq lazımdır ki, domen adın hissələri yalnız onun kimə məxsus olduğunu göstərir. Bu halda kompüterin fiziki olaraq harada yerləşməsinə hemişə asan təyin etmək mümkün olmur. Həm də bir domenin kompüterləri bəzən müxtəlif

şəbəkələrdə yerləşir. Buna baxmayaraq, IP-ünvanı əvəzinə domen adlarından istifadə etmək daha məqsədəuyğundur. Birincisi, istifadəçilər domen adını daha asan yadda saxlaya bilərlər. İkincisi, kompüterlərin IP-ünvanı bir sıra səbəblərdən dəyişə bilər (məsələn lokal şəbəkə

INTERNETƏ İRİŞMƏ

Internet o dərəcədə məişətə daxil olmuş və hər bir insan üçün asan əldə edilən olmuşdur ki, təcrübəsiz istifadəçi onu kompüterin bir hissəsi kimi qəbul edir. Sattıcılar tez-tez alıcılar tərəfindən verilən “Bu kompüterdə Internet varmı?”, “Onun Interneti haradadır?” kimi suallarla rastlaşırlar.

Əfsus ki, Internet kompüterin daxilində olmur. Kompüter yalnız Internetə çıxış üçün vasitədir.

Praktiki olaraq, bütün müasir əməliyyat sistemləri Internetlə işləmək imkanı verir, başqa sözlə desək, onlar TCP/IP protokolunu dəstəkləyən sistem ilə təchiz olunur. Belə sistemli kompüter Internetə qoşulmağa və onun bir hissəsi olmağa hazırdır. Bununla yanaşı kompüter modem və şəbəkə kartı ilə təchiz olunmalıdır. Bu qurğular adətən kompüterin daxilində yerləşdirilir, lakin bəzi hallarda onları ayrıca əldə etmək lazım olur.

INTERNETƏ QOŞULMA. İRİŞMƏ NÖVLƏRİ

Internetə çıxış provayderlər (Internet service provider – “Internet xidməti təchizatçısı”) adlanan xüsusi təşkilatlar tərəfindən təmin olunur. Provayderin kompüter şəbəkəsi Internetə daimi qoşulu olur. Bunun üçün ayrılmış sürətli rabitə kanalı icarə olunur və ya özəl olaraq çəkilir. Provayderlərin şəbəkələri

kənin yenidən qurulması nəticəsində, adı isə demək olar ki, heç vaxt dəyişmir. Nəhayət, qəbul edilmiş addan başqa kompüterin bir neçə sinonim adı ola bilər. Adətən, belə adlar kompüterin təqdim etdiyi xidmətə müvafiq olaraq əmələ gəlir.

Əgər modem V34 protokolunu dəstəkləyirsə, verilənlərin ötürülmə sürəti 28,8 Kbit/san-i aşır. Əgər modem V34+ protokolunu dəstəkləyirsə, ötürülmə sürəti 33,6 Kbit/san-dən çox olmur. Nəhayət, əgər modem V90 protokolunu dəstəkləyirsə, onda ötürülmə sürəti 57,6 Kbit/san-ya çatır.

dayaq magistral şəbəkədə birləşdirilir və nəticədə Interneti əmələ gətirirlər.

Internetə irişmə üsulları qoşulma sxemləri, əlaqə xətləri və şəbəkənin təqdim etdiyi müxtəlif irişmə xidmətləri təyin edən protokollarla fərqlənilir. Internetə irişmə üsulları nə qədər çox imkanlar təqdim edərsə və nə qədər sürətli olarsa, bir o qədər bəha olar.

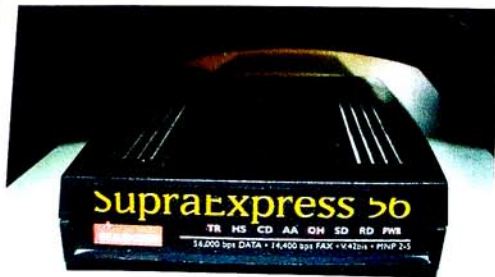
DIAL UP

XXI əsrin əvvəllərində Internetə telefon xəttilə kommunativ çıxış (dialup) geniş yayılmışdır. Kompüter Internetə qoşulan andan onun bir hissəsinə çevrilir və onun bütün resurslarına giriş imkanı



www.altay.az ünvanında “altay” eyni adlı kompaniyanın şəbəkəsinə (qrupun domen adı – altay) daxil olan kompüterin adıdır (çox güman ki, bu kompüterdə www-server yerləşdirilib), az isə Azərbaycan Respublikasının milli domeninin adıdır. alpha.math.msu.su ünvanında birinci yerdə olan Moskva Dövlət Universitetinin (msu – Moscow State University), mexanika-fizika fakültəsinin (math) şəbəkəsindəki kompüterin adıdır. Bu ünvan Sovet İttifaqından miras qalan su domeninə aiddir.





Xarici (yuxarıda) və daxili modem.

qazanır. Kommutativ giriş xüsusi PPP (Point to-Point Protocol – “kompüter-kompüter əlaqə protokolu”) protokolundan istifadə edir. Bu irişmə növü üçün modem (ödədi verilənləri telefon xəttinin analoq siqnaillərinə və əksinə çevirən xüsusi qurğu) lazımdır.

Adətən, dial up modemli irişməni təmin edən provayderlər, öz xidmətlərinin “tarif planı” adlanan müxtəlif ödəmə sxemlərini təklif edirlər. Onlar İnternetə bağlantı vaxtına görə qiymətləri təyin edirlər. Ödəniş faktiki olaraq provayderlə telefon bağlantısının vaxtına görə hesablanır. Lakin bunlar heç də

həmişə eyni olmur. Məsələn, ondadır ki, kompüter şəbəkəsinin provayderlə bağlantısı müxtəlif səbəblərdən hərdən pozulur və ya tamamilə kəsilə bilər. Bir qayda olaraq, gecələr və istirahət günləri İnternetdən istifadə daha ucuz olur. Bəzən provayderlər abunə haqqı təyin edir və İnternetdən limitsiz istifadə müddətini təmin edirlər. Yüksək səviyyəli provayderlər müştərilərinə rabitənin keyfiyyətilə tanış olmaq üçün pulsuz test girişi təklif edirlər.

Modemli irişmənin bir sıra nöqsanları var. Telefon xətti öncədən rəqəmlə verilənlərin ötürülməsi üçün nəzərdə tutulmadığından, onun bu məqsəd ilə istifadəsi bir sıra məhdudiyyətlərə və narahatçılığa səbəb olur. Telefon xətti ilə verilənlərin ötürülmə sürəti maksimal 56 kbit/san-dır. Əslində ATS-in (avtomatik telefon stansiyası) imkanlarından və telefon məftillərinin keyfiyyətindən asılı olduğu üçün, bu sürət qat-qat aşağıdır. Bundan əlavə, İnternetə telefon xətti ilə qoşulmaq üçün əvvəlcə provayderə zəng etmək lazımdır (provayderin müştərilərinin sayı modem girişlərinin sayından çox olarsa, bu saatlarla davamıdır). Keyfiyyətsiz telefon xətləri modemlərlə uzun müddət etibarlı bağlantı saxlamağa imkan vermir. Kəsilən bağlantı nəticəsində məlumat itir və onu yenidən yükləmək lazım gəlir.



AYRILMIŞ XƏTT VASİTƏSİLƏ BAĞLANTI

Artıq modem vasitəsilə məlumatların ötürülmə sürəti İnternetin bir sıra fəal istifadəçilərini, xüsusilə də bunun üçün əlavə pul ödəyənləri qane etmir (istifadəçi təkcə provayderin xidmətlərinə görə deyil, həm də telefon şəbəkəsinə görə, əksər halda istifadə müddətinə görə pul ödəyir). Bundan başqa telefon adı danışqlar üçün lazım ola bilər. Beləliklə, dial up bağlantısı digər, daha müəmməl bağlantı üsulu ilə əvəzlənir. Məsələn, böyük ötürmə sürətli ayrılmış rabitə kanalı icarə edilir (variantlardan biri kimi optik-lifli xətti göstərmək olar). Ayrılmış xəttin ötürmə qabiliyyəti, əsasən 64 kbit/s-dən aşağıdır. Bu halda, İnternetə eyni anda bir neçə kompüter – lokal şəbəkəni qoşmaq olar. Belə şəbəkənin hər bir kompüterini İnternetin tam hüquqlu iştirakçısına çevrilir.

Telefon xətti ilə modemli qoşulmaya nisbətən ayrılmış kanal vasitəsilə İnternetə çıxışın bir sıra üstünlükləri var. Verilənlərin ötürülməsi üçün ayrılmış kanal gecə-gündüz yüksək sürətlə (məsələn, 100 Mbit/s) fasiləsiz iş üçün nəzərdə tutulub (provayderə zəng etməyə ehtiyac olmur). Bu zaman telefon xətti sərbəst qalır. Verilənlərin ötürülmə



Ayrılmış xəttəndən istifadəyə görə abunə haqqı kanalın ötürmə imkanlarına görə təyin olunur. Bundan əlavə İnternet vasitəsilə yüklənən informasiyanın həcminə görə – trafikə görə də haqq alınır. Müəyyən trafikə görə məbləğ abunə haqqına daxil edilə bilər, bundan artıq istifadə edilən trafikə görə əlavə haqq verilir. Birləşmə vaxtına görə adətən haqq ödənilmir.

sürətinin yüksək olması hesabına, qəbul edilmiş informasiyanın qiyməti modem sisteminə nisbətən orta hesabla daha ucuz olur.

Provayderlər modem və ayrılmış optik-lifli xətlər vasitəsilə bağlantıdan başqa, həm də simsiz əlaqə kanalları – radio körpü vasitəsilə, rabitə peyklərindən istifadə etməklə bağlantı üsulu təklif edirlər. “Peyk” bağlantısı zamanı kompüterə parabolik peyk antenası – boşqabı və verilənlər çeviricisi (peyk televiziyanın istifadə olunanlarından) qoşulur. İnternet-provayderlə bağlı olan Yerin süni peyki verilənləri olduqca yüksək sürətdə (45 Mbit/s-yə kimi) ötürə bilər. Bu bağlantı zamanı istifadəçi sorğu və komandaları adı modem vasitəsilə göndərə bilər.

İnternetə bağlantının daha perspektivli və sürətlə inkişaf edən üsullarından biri – ADSL-dir (Asymmetric Digital Subscriber Line). Bu abreviaturanın açılışı “asimmetrik rəqəmsal abunə



RABİTƏ KANALLARI

İnternetə qoşulan kompüterlər bir-birilə rabitə kanalları vasitəsilə birləşdirilir. Kanallar *ötürmə qabiliyyətilə*, yəni vahid zamanda ötürülən informasiyanın miqdarı ilə xarakterizə olunurlar. Ötürmə qabiliyyətinin ölçü vahidi bit/san-dir.

Müxtəlif rabitə kanallarının ötürmə qabiliyyəti bir neçə kbit/san-dən yüzlarla mbit/san qədər ola bilər. Kanalın ötürmə qabiliyyəti *orta və zamanatlı* olur. Orta ötürmə qabiliyyəti müəyyən vaxt ərzində orta hesabla ölçülür. Zamanatlı ötürmə qabiliyyəti kanalın daha əlverişli şəraitdə təmin edə biləcəyi minimal ötürmə qabiliyyətinə deyilir.

Ötürmə qabiliyyəti istənilən kanalın əsas xarakteristikası hesab olunur və kanalın istifadə üçün münasib olub-olmamasının göstəricisidir.

Ötürülən siqnalların ötürmə tipindən asılı olaraq *rəqəmli və analog* kanalları fərqləndirirlər. Rəqəmli kanal giriş və çıxışda rəqəmsal (impulsu) siqnallara malik olur. Analog kanal isə əksinə girişə fasiləsiz siqnallar daxil olur və çıxışda fasiləsiz siqnal qeydə alınır. Siqnalların parametrləri də fasiləsiz ola bilər və ya diskret qiymətlər ala bilər. Siqnallar informasiyanı ya hər bir zaman anında (zamana görə kəsilənməz analog siqnallar) və ya *müəyyən, diskret* anlarda (rəqəmli, diskret, impuls siqnallar) saxlaya bilər. ISDN sistemli kanallar, T1/E1 tipli kanallar və s. rəqəmsal kanallar adlanırlar. XXI əsrin əvvəllərində bir sıra üstünlüklərə malik rəqəmsal kanallar analog kanalları sıxışdırmağa başladılar.

Analog kanallar (məsələn, telefon xətləri) asanlıqla həyata keçirilir, lakin onlar maneələrə qarşı davamsızdırlar və kiçik ötürmə qabiliyyətinə malikdirlər (saniyədə onlarla kilobayt). Məlumatların ötürülməsi zamanı analog kanalların giriş və çıxışında rəqəmli verilənləri analog siqnallarına və tərsinə çevirən qurğu olmalıdır.

Kanallar həmçinin *kommutasiya və ayrılmış kanallara* bölünürlər. Kommutasiya kanalları müştərinin tələbinə əsasən ona bağlantı vaxtı verir. Adı telefon aparatları kommutasiya kanallarından istifadə edir. Bundan başqa, integrasiya olunmuş xidmətlərin rəqəmsal şəbəkəsi (ISDN – Integrated Services Digital Network) kommutasiya kanallarına əsaslanır. Ayrılmış kanal başqa cür işləyir: bu halda bağlantı daimidir və istənilən vaxtda məlumatları bir kompüterdən digərinə ötürmə imkanı var. Ayrılmış kanal kommutasiya kanalından yüksək ötürmə sürətinə görə (saniyədə onlarla meqabita qədər) fərqlənir. Onun keyfiyyəti kommutasiya kanalının keyfiyyətindən yüksəkdir, çünki telefon stansiyasındakı kommutasiya aparatlarının vəziyyətindən asılı deyil.

Kanallar fiziki quruluşuna görə *elektrik simli, optik və simsiz* olurlar. Simli kanallar çox vaxt mürəkkəb quruluşlu elektrik kəblərindən təşkil olunurlar. Belə kanallarda məlumatların ötürülməsi elektrik impulslarının köməyiylə baş verir. Optik rabitə kanallarında işıq ötürücülərindən istifadə olunur, siqnal isə lazerlərin köməyiylə ötürülür. Simsiz kanallar (peyk kanallar, radio kanallar) televiziya və radioda tətbiq olunan iş prinsiplə işləyirlər.



xətti” deməkdir. Ad əvvəlcədən bu texnologiyanın əsasında istifadəçiyə və geri ötürülən verilənlərin mübadilə sürətindəki fərqi durduğunu nəzərə çarpdırır. Ötürmə sürətinin asimetrikliyi qəsdən daxil olunur: adətən istifadəçi İnternetdən böyük həcmli informasiyanı öz kompüterinə yükləyir, əks istiqamətdə isə yalnız sorğular ya da çox kiçik həcmli informasiya axını gedir. XXI əsrin əvvəllərində ADSL 8 Mbit/san-yə qədər giriş, 1 Mbit/san çıxış sürətini təmin edir. Qoşulma, başlıqlarında xüsusi qurğu quraşdırılmış telefon xəttinə həyata keçirilir. Bu xətdə eyni vaxtda həm İnternetlə iş, həm də telefon əlaqəsi həyata keçirilə bilər.

Bu mümkündür, çünki verilənlərin ötürülməsi üçün adi insan səsinin (4 kHz) yüksək tezlik diapazonu istifadə edilir. İqtisadi cəhətdən bu sərfəlidir, çünki ayrıca kabel qoymaq lazım gəlmir, mövcud telefon xəttindən istifadə olunur. Əksər hallarda yeni tikilən binalarda İnternetə qoşulmaq üçün ayrılmış kanallar elektrik xətləri, su təchizatı və kanalizasiyada olduğu qayda ilə çəkilir. Bu, nəinki fərdi kompüterlərin, hətta digər məişət qurğularının da, məsələn, kondisioner və ya qısa dalğalı sobanın İnternetə qoşulma imkanlarının artması ilə əlaqədar olaraq daha da aktuallaşır.

HANSI KANALI SEÇMƏLİ?

Vinçesterlərin bəha qiyməti və onların hər bir kompüterə qoşulmasının faydasız olduğu bir vaxtda şəbəkə əməliyyat sistemlərindən istifadə olunurdu. Bu cür sistemlər az sayda verilənlərdən (məlumatlar) və əsas tətbiqi proqramlardan birgə istifadəni təmin edərək, bir neçə fərdi kompüter birləşdirməyə imkan verirdi. Əməliyyat sisteminin yüklənməsi prosesi mərkəzi maşınla həyata keçirilirdi. Terminallar bir maşına qoşularkən şəbəkə əməliyyat sistemi kollektiv istifadə mərkəzlərini xatırladı. Terminallar qismində fərdi kompüterlər çıxış edirdi. Terminalların “intellekt”i

də əhəmiyyətli dərəcədə yüksək idi, çünki proqramlar mərkəzi maşında deyil, istifadəçinin kompüterində yerinə yetirilirdi.

Şəbəkə əməliyyat sistemi daha uğurla universitetlərdə təlim-tədris zamanı tətbiq edilirdi. Belə ki, bir tərəfdən tələbəyə elə də böyük kompüter resursu lazım deyil, digər tərəfdən isə şəbəkə əməliyyat sistemini idarə etmək asandır. Bu gün şəbəkə əməliyyat sistemi bütün əməliyyatları yerinə yetirməyi – köhnə fayl sistemləri ilə əlaqəli və eyni vaxtda müştəri-server tətbiqi proqramını emal etməyi bacarmalıdır.

Ən geniş yayılmış şəbəkə əməliyyat sistemi Novell Netware-dir.

KLASSİK İNTERNET XİDMƏTLƏRİ

Kütləvi şüurda İnternet barədə təsəvvürlər “World Wide Web” ümumdünya hörməçək torunun səhifələri ilə sıx bağlıdır. Lakin bir zamanlar vəziyyət tamamilə fərqli idi.

İnternet ilkin olaraq ABŞ Silahlı Qüvvələri və Kəşfiyyat Xidmətinin məlumat-komanda sisteminin bir komponenti kimi yaradılmışdı. Sonradan isə o, mülki alimlərin və kompüter şəbəkələri üzrə mütəxəssislərin əlində bir alətə çevrildi. Qeyd etmək lazımdır ki, o zaman bu alət indiki kimi rahat deyildi.

Yeri gəlmişkən, hazırda klassik adlandırılan xidmətlər paketi də (uzaqdan irişim, faylların ötürülməsi və elektron poçt) hələ XX əsrin 70-ci illərində işlənilib hazırlanmışdır.

UZAQDAN İRİŞİM

Bir vaxtlar kompüterlər çox böyük ölçülərə malik idilər və onlar xüsusi maşın zallarında yerləşdirilirdi. Kompüterdə işləməyə imkan verən terminallar – display və klaviatura isə adətən başqa bir yerdə yerləşdirilirdi. Displaylər hərflər qədim rejimində işlədiyindən kompüterlə dialoq simvollarından ibarət komandaları daxil etməklə həyata keçirilirdi ki, buna cavab olaraq maşın müvafiq



məlumatları ekrana çıxarırdı. Uzaqdan irişim sistemi yaradılarkən kompüterlə bu cür dialoq üsulu saxlanılmışdır.

Uzaqdan irişim proqramı TELNET (teletype network) adlanır. O, sınaqdan



keçirilərkən geniş yayılmışdır. TELNET istifadəçiyə məsafədən asılı olmayaraq şəbəkəyə qoşulmuş istənilən kompüterə daxil olmaq və məsafədən terminalla

işləyərək kataloqları dəyişmək, faylları nəzərdən keçirmək, proqramları işə salmaq imkanını verir.

TELNET bir-birilə qarşılıqlı əlaqədə olan iki komponentdən – müştəri və serverdən ibarətdir.

Müştəri-proqramı bağlantı üçün sorğunu göndərən kompüterdə yerinə yetirilir. O, tələb olunan kompüterlə şəbəkə bağlantısını yaratmalı, istifadəçidən giriş verilənlərini qəbul etməli, bu verilənləri standart formata gətirərək serverə göndərməli, sonra serverdən çıxış verilənlərini standart formata qəbul etməli, alınmış çıxış verilənlərini istifadəçinin displeyində əks etdirmək üçün yenidən formatlaşdırmalıdır.

Server-proqramı fon rejimində tələb olunan xidməti həyata keçirən kompüterdə yerinə yetirilir. O, öz xidmətləri üçün sorğu gözləyir və sorğular daxil olduqca onları emal edərək nəticələri standart formada müştəri-proqramına

TELNET PROQRAMININ İŞİ

İstifadəçi uzaq məsafədə yerləşən kompüterə girmək üçün aşağıdakı komandanı daxil edir.

telnet kompüterin adı

Bağlantı yaradıldıqda uzaqdakı sistem giriş üçün adı (Login): və parolu (Password): soruşur. İş seansının bitməsi və uzaqdakı sistem əlaqənin kəsilməsi üçün istifadəçi logout komandasını daxil etməlidir. Bununla da bağlantı kəsiləcək.

TELNET proqramı məsafədə yerləşən sistemlə işləmə rejimindən komanda rejiminə keçmək imkanını verir. Bu, bağlantı yaradıldıqda escape-ardıcılıq (Esc klavişi deyil!) daxil edilərkən baş verir. Adətən bu ardıcılıq Ctrl və Esc klavişlərinin birgə kombinasiyasıdır. Bundan başqa komanda rejiminə kompüterin adını göstərmədən telnet komandasını daxil etmək də keçmək olar.

TELNET-in əsas komandaları
(məhz KOMANDA rejimini!)

- ↓ – komandaların siyahısını göstər;
- close – hazırkı bağlantıyı kəs;
- quit – TELNET proqramından çıx;

open ad – göstərilən kompüterlə bağlantı yarat; set – bağlantının müxtəlif parametrlərini təyin et. Məsələn, set echo komandası lokal əks-sədanı, yəni komandalara cavab olaraq məlumatların verilməsini aktivləşdirir və ya dayandırır, set escape simvol göstərilən simvolu escape-simvolu kimi elan edir. Escape-simvolunun avaz edilməsi bir neçə uzaq kompüterlə bağlantı qurmaq üçün səmərəlidir. Məsələn, məsafədə yerləşən bir sistemdən digərinə daxil olduqda və susqunluqla istifadə olunan Ctrl-ı klavişini basdıqda tələb olunanı halda belə hər iki sistemlə bağlantı kəsiləcək; display – seansın iş parametrlərini göstər; status – bağlantının vəziyyəti barədə məlumatları göstər;

Z – məsafədə yerləşən sistemlə bağlantı fon rejiminə keçir.

Enter klavişini basdıqda komanda rejimindən çıxış baş verir.

(Məsafədə yerləşən sistemlə iş rejimində siz bilavasitə uzaqda yerləşən kompüterdə işləyirsiniz, komanda rejimi isə sadəcə rabitə seansının müxtəlif parametrlərini dəyişir.)

ötürür. Əgər server-proqramı aktivləşdirilməyibse, uzaqdan irişim xidməti qeyri-mümkün olacaq.

Server-proqramı və müştəri-proqramı informasiya mübadiləsini müəyyən qaydalar toplusu (protokol) əsasında həyata keçirir. Protokola dəqiq riayət olunması statusundan asılı olmayaraq, kompüterlər arasında bağlantı yaradaraq əlaqə seansı keçirməyə imkan verir. Bu həm fərdi kompüter, həm işçi stansiya və ya server ola bilər. Aralarında bağlantı yaradılan kompüterlərin əməliyyat sistemləri də müxtəlif ola bilər.

İnternetin baza xidmətlərindən biri kimi uzaqdan irişim bədnıyyətli istifadəçilərin hədəfindən yayınma bilməzdi. Məlum oldu ki, istifadəçinin məlumatları TELNET protokolu ilə “açıq mətn” şəklində ötürülür və onları “dinləyərək” gizlicə ələ keçirmək olar. XX əsrin sonunda bu problemin həlli məqsədilə

uzaqdan irişim üçün kriptografik müəfizəyə malik protokol və onun əsasında SSH (Secure Shell) proqramı işlənilib hazırlanıb.

FAYLLARIN ÖTÜRÜLMƏSİ

Uzaqdan irişim sistemi olan TELNET-də işləmək üçün proqram doğrudan da bir çox imkanlara malikdir, lakin o, faylları bir kompüterdən digərinə köçürmək imkanını vermir. Bunun üçün adı eyni adlı tətbiqi protokoldan (File Transfer Protocol – “faylların ötürülməsi protokolu”) götürmüş FTP proqramı mövcuddur. FTP fayllardakı verilənləri həm ikilik informasiya, həm də mətn şəklində göndərmək, bir direktoriyadan digərinə keçmək, bu direktoriya və faylların içərisindəki verilənləri nəzərdən keçirmək, faylları həm tək-tək, həm də qrup şəklində, direktoriya-

FTP PROQRAMININ İŞİ

FTP protokolu ilə məsafədə yerləşən kompüterlə bağlantı qurmaq üçün aşağıdakı komandanı daxil etmək lazımdır:

ftp kompüterin adı

Bu zaman göstərilən kompüterlə bağlantı qurulur. Bundan sonra məsafədə yerləşən kompüterdə istifadəçinin adını və parolu daxil etmək lazımdır.

FTP-nin əsas komandaları:

quit – FTP-dən çıx;

dir fayl – məsafədə yerləşən kompüterdə kataloqun məzmununu nəzərdən keçir. Burada universal simvolların (* və ya ?) istifadə etməklə, parametrlərdən faylın və ya fayl qrupunun adını göstərmək olar;

cd kataloq – məsafədə yerləşən sistemdə cari kataloq dəyiş. Kataloqların adları bir-birindən əyik xətlə / ayrılır, əgər kataloqun adı əyik xətlə başlayırsa, o zaman mövqeləndirmə əsas kataloqa nəzərən aparılır. Bir səviyyə yuxarı keçmək üçün cd.. və ya cdup komandası daxil edilməlidir;

binary – faylların ikilik ötürülmə rejimini aktivləşdir. Bu zaman bütün baytlar hec bir çevirmə və ya

ixtisar aparılmadan göndərilir. Bu cür üsulla arxivlər, icra olunan fayllar, görüntülər və s. göndərilir;

get fayl1 fayl2 – məsafədə yerləşən sistemdən fayl1 faylını göndər və istifadəçinin kompüterində fayl2 adı ilə onun lokal nüsxəsini yarat. Əgər ikinci parametrlər göstərilməsə, bu zaman lokal sistemdə eyni adlı fayl yaradılacaq. get fayl komandası göstərilən fayl ekrana çıxarılacaq;

put fayl1 fayl2 – get komandasının əksi olan əməliyyatı həyata keçirir, yəni faylları lokal sistemdən məsafədə yerləşən sistemə göndərir;

delete fayl – göstərilən faylı məsafədə yerləşən sistemdən sil;

hash – hər bir verilənlər blokunu ötürüldükdən sonra # işarəsini göstər. Bu komandadan iri həcmli faylları ötürərkən istifadə etmək əlverişlidir, belə ki, verilənlərin həqiqətən ötürülməsinə əmin olmaq imkanı verir. Bu rejimi ləğv etmək üçün hash komandası təkrar verilməlidir;

help – FTP-nin bütün mümkün komandalarının tam siyahısını göstər.



ları bütün alt direktoriyları ilə birlikdə göndərmək imkanı verir. TELNET proqramı kimi FTP proqramı da məsa-

ANONİM FTP

FTP protokolunun yaratdığı ən əsas imkanlardan biri bu və ya digər fayllara bütün şəbəkə istifadəçilərinin əylətərliyi təmin edən anonim FTP-dir. Anonim FTP bu xidmətin quraşdırıldığı kompüterdə istifadəçinin qeydiyyatdan keçməsinə tələb etmir. Anonim giriş üçün xüsusi olaraq ayrılmış "Anonymous" istifadəçi adından istifadə edilir. Anonim FTP serverlərdə ən müxtəlif məlumatları tapmaq olar. Bunlar müxtəlif drayverlər, müxtəlif əməliyyat sistemləri üçün əylətərlı proqram təminatı, serverlərində proqram məhsullarının yenilənmiş və nümayiş versiyalarını, eləcə də sənədlərə əlavələr və aşkar olunmuş səhvlər haqqında məlumatları yerləşdirən kompüter şirkətlərinin arxivləridir. Orada müxtəlif sənədlər, kompüter təsvirlərindən ibarət kitabxanalar, xəritələr, sxemlər, reproduksiya (üzü çıxarılmış şəkillər), fotoşəkil kolleksiyaları, müxtəlif mətnləri – İncil, Quran, Tövrat, romanlar, elmi fantastika və qara magiya, tarixi sənədlər, hava proqnozları, ulduz falı, kulinariya reseptləri və nəhayət, musiqi və kinofilm fayllarını, video-klipləri tapmaq olar.

fəda yerləşən bir kompüterdə fon rejimində yerinə yetirilən FTP-serverindən və müştəri-proqramından ibarətdir. FTP protokolu ilə işləyərkən bağlantı quran kompüterlər arasında iki kanal açılır ki, bunlardan biri komandalarnı, digəri isə verilənlərin ötürülməsi üçündür.

ELEKTRON POÇT

Elektron poçt (E-mail – Electronic mail, ing. "mail" – "poçt") – adi poçtla bərabər bənzərliyi olduğundan asanlıqla mənimsənilən bir vasitədir. İstifadəçi məlumatı elektron poçt vasitəsilə göndərə və öz elektron poçt qutusunda ala, cavabı avtomatik olaraq məkubun gəldiyi ünvana göndərə, öz məkubunun surətini eyni zamanda bir neçə alana çatdırı, aldığı məlumatı başqa ünvana ötürə bilər.

Elektron poçtın hər bir istifadəçisinə unikal poçt ünvanı mənimsənilir. Adətən, bu ünvan istifadəçinin adını onun kompüterinin adına bağlamaqla alınır. Kompüterlə istifadəçinin adı bir-birindən "quyruqlu a" (ing. "at commercial") adlanan xüsusi işarə, ilkin olaraq ad və soyadlarda rastlaşmayan simvol kimi seçilmiş "@" ilə ayrılır. Məsələn, əgər mekteb.edu.az adlı kompüterə istifadəçi "bahar" adı ilə daxil olursa, onun elektron ünvanı bu şəkildə olacaqdır: bahar@mekteb.edu.az.

Elektron poçtdan istifadə etmək üçün kompüterdə poçt serveri və yalnız sahibinə əylətərlı olan virtual "poçt qutusu" quraşdırılır. Daxil olan bütün məkublar bu qutuya yığılır və istifadəçinin onları xüsusi müştəri-proqramının köməyi ilə oxuyacağı ana qədar gözləyir. İstifadəçi elə bu proqramda öz məkubunu hazırlayıb, göndərə bilər. Bu zaman müştəri-proqram bu məkubu şəbəkə vasitəsilə lazımi ünvana çatdıracaq server-proqrama yollayır.

Elektron məkubda da adi məkubdakı kimi alanın və göndərənün ünvanı, "rəbətə şəbəkələrinin möhürləri" – son ünvana çatmadan əvvəl məkubun keçdiyi kompüterlərin adları göstərilir. Bundan başqa (Subject) alıcıya məkublarnın təsnifatını aparmağa, onların nə dərəcədə təcili olmasını, dərhal cavab yazmağın zəruriliyini təyin etməyə imkan verən bir mətn sətiri – məkubun başlığı da olur. Müasir poçt müştəri proqramları dialoq və menyular şəklində rahat interfeysə, həmçinin daxil olan və göndərilən məkublarnın saxlanması üçün lazım olan bütün imkanlara malikdir. Bundan başqa, onlar adi mətn şəklində olan məkuba şəkil və ya istənilən digər faylı əlavə etmək imkanı verir. Əslində bu fayl hərfli ardıcılığı kimi kodlaşdırılaraq məkubun mətninə daxil olunur, alanının proqramı isə onun kodunu avtomatik olaraq açır.

Hər bir poçt müştərisində ünvan kitabı, yəni daha çox istifadə olunan ünvanların siyahısı olur.

TELEKONFRANSLAR

Telekonfranslar sistemi – paylanmış Usenet virtual şəbəkəsi açıq müzakirələrdə iştirak etmək, xəbər qrupuna məlumatlar göndərmək və onları oxumaq imkanı verir.

Adətən provayderlər elektron poçtla bərabər öz xəbərlər serverinə də müraciət təmin edirlər. Serverə qoşulduqda onun dəstəklədiyi qrupların tam siyahısını yükləmək, sonra da sizi maraqlandıran qruplara abunə olmaq lazımdır. Abunəçiliyiniz bütün sonrakı əlaqə seanslarında saxlanılacaq. Konfransda yerləşdirilən məlumatları məqalələr (articles) adlandırmaq qəbul edilmişdir.

Bir neçə min xəbər qrupu mövcuddur, buna görə də, Usenet konfransları iyerarxik prinsip əsasında təşkil olun-

"ELEKTRON" MƏKTUBUN ÜSLUBUNUN XÜSUSİYYƏTLƏRİ

İstifadəçilərin əksəriyyəti qeyri-formal ünsiyyət üslubuna meyllidir və elektron aləmdə qəbul olunan ənənələrə riayət edirlər. Onlara müxtəlif ixtisarlara aiddir. Bunlardan bəzilərini aşağıdakılardır:

IMHO – in my humble opinion – mənçə

FYI – for your information – bilin ki

ASAP – as soon as possible – mümkün qədər tez bir zamanda

NC – no comment – şərhiz

BTW – by the way – yeri gəlmişkən

THX (və ya TNX) – thanks – sağ ol

İnsanın sifət mimikasının üslublaşdırılmış təsvirlərindən – smayllardan (smile – "təbəssüm") istifadə etmək olar. Məkublarnın mətninə emosional rəng vermək üçün adi simvollar 90° bucaq altında baxmaq lazımdır:

:-) – təbəssüm

;-) – göz vurmaqla hiyləgər təbəssüm

:-(– qəşqabaqlı sifət

--> – istehlak təbəssümü

:>> – heyrat.

muşdur. İlk əvvəl bu iyerarxiyanın əsasında yeddi kateqoriya yaradılmışdır:

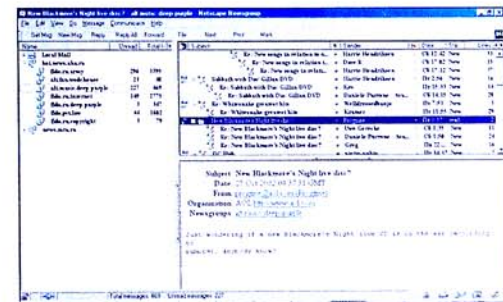
- comp – hesablama texnikası, informatika, proqram təminatı və əlaqəli sahələr;

- sci – elmi-tədqiqat fəaliyyəti;

- soc – müxtəlif millətlərin sosial məsələləri və mədəniyyət problemləri;

- news – şəbəkə xəbərləri, xüsusi xəbərlər sistemi haqqında;

Əgər ailə üzvləriniz sizi nahara elektron poçtla çağırırsa, o zaman ailənizlə daha çox vaxt keçirməyiniz məsləhətdir.



"Dip Pipit" qrupuna baxılacaq telekonfrans.



ELEKTRON POÇTUN İCAD EDİLMƏSİ

Demək olar ki, son yüzilliklərdə edilən bütün ixtiraların müəllifləri məlumdur. Məsələn, 1807-ci ildə amerikalı Robert Fulton ilk paroxodu düzəltdi, 1903-cü ildə amerikalı Orvill və Uilber Rayt qardaşları dünyada ilk təyyarəni sınaqdan keçirdilər. Elektron poçtu icad edən şəxsin adı da məlumdur. Bu, yenə də Amerikanın olan professor Rey Tomlinsondur (Ray Tomlinson).

1971-ci ildə Tomlinson öz dahiyənə ixtirasını edərək məşhur Internetin prototipi olan ARPANET şəbəkəsini (ABŞ Müdafiə Nazirliyinin Perspektiv Tədqiqatlar İdarəsinin Şəbəkəsini) yaradan BBN şirkətində işləyirdi. O, elektron poçtu rəhbərliyin tapşırığı olmadan, sadəcə şəxsi marağı üçün yaratmışdı. E-poçtun əsasında Deck firmasının kompüterləri ilə işləyən tədqiqatçı və proqramçıların istifadə etdikləri və artıq mövcud olan mətn məlumatları ötürən bir proqram dururdu. Lakin bu proqramın köməyi ilə yalnız bir kompüterin istifadəçiləri bir-birilə məlumat mübadiləsi apara bilirdi. Tomlinsona sadəcə digər kompüterlərə də məlumatların ötürülməsi imkanını təmin etmək qalırdı və o, verilənlərin ötürülməsi protokolu bir qədər dəyişdikdən sonra poçt proqramının ilk versiyası alındı.

Proqramı sınaqdan keçirmək üçün Tomlinson öz oturmaqda şəbəkəyə qoşulmuş iki kompüterdən istifadə etdi. Elektron poçta ilk məktubu o, elə özüə göndərdi. Tomlinsonun xatirələrində deyilir ki, həmin məktub klaviaturanın yuxarı hissəsində yerləşən böyük hərflərdən ibarət idi, təxminən QWERTYUIOP kimi bir sətir.

Tomlinson dünyada ilk poçt proqramını yaratdıqdan sonra onu iş yoldaşlarına göstərdi və onlardan bu haqda heç kimə danışmamağı xahiş etdi, görünür, müdiriyyətin onu xidməti vəzifəsinə etinasızlıq göstərməkdə günah-

landıracağından ehtiyat edirdi. Lakin sonradan elektron poçtdan ilk istifadə edənlərdən biri də onun müdiri Larri Roberts oldu. Bir müddətdən sonra o, bütün işgüzar yazışmalarını elektron formaya çevirdi və nəticədə onun işçiləri də istəməz müdirlərinin yolu ilə getməli oldular.

Elektron poçtun yayılması XX əsrin 80-ci illərinin ortalarında fərdi kompüterlər meydana gəldikdən sonra kəskin şəkildə sürətləndi. Onun istifadəçilərinin sayı adi şəxslərin hesabına artdı. Əlverişli qrafik interfeysə malik Eudora proqramının yaradılması da elə həmin vaxta təsadüf edir.

Hazırda praktiki olaraq bütün Internet istifadəçilərinin ən azı bir, çox vaxt isə bir neçə poçt ünvanı var. Analitiklərin hesablamalarına görə, 2004-cü ildə ABŞ əhalisinin yarısından çoxu elektron poçtdan istifadə edib, Internet vasitəsilə hər gün 16 milyard qədər elektron məktub göndərilib.

Azərbaycan Respublikasında isə təqribən 1 milyon insan E-mail istifadəçisidir.

Rey Tomlinson bu möhtəşəm ixtirasına görə heç bir maddi mənfəət əldə etməyib. O, hazırda elə əvvəlki kimi BBN şirkətində işləyir, yeni elmi işlərlə məşğul olur.



Rey Tomlinson.



- rec – hər cür hobb və əyləncələr;
- talk – istənilən mövzuda söhbətlər, mübahisəli məsələlər ətrafında müzakirələr;

- misc – yerdə qalan mövzular.

Sonradan ən böyük və ən populyar "alt" kateqoriyası yaradıldı. Bu kateqoriyaya yuxarıda sadalananı yeddi kateqoriyadan heç birinə düşməyən alternativ mövzular üzrə konfranslar daxil oldu.

Telekonfranslar vasitəsilə müzakirə edilən mövzular son dərəcə geniş və müxtəlifdir və insan həyatının praktiki

olaraq bütün fəaliyyət sahələrini əhatə edir. Xəbər qruplarının adları bunlardır:

- alt.music.deep-purple – "Dip Pöpl" Britaniya rok-grupunun pərəstişkarları;

- alt.fan.wodehouse – Amerika yazıçısı Pelem Qrenvill Vudhausun pərəstişkarlarının ünsiyyət yeri;

- comp.lang.fortran – FORTRAN proqramlaşdırma dilinin məsələləri üzrə müzakirələr;

- rec.arts.tv.uk.comedy – ingilis telekomediyaalarının həvəskarları üçün;

- sci.bio.paleontology – paleontoloqların konfransları;

- rec.pets.cats – pişiksevərlər üçün;

Word Wide Web-in populyarlığının artması və geniş yayılması ilə əlaqədar olaraq telekonfranslar sistemilə veb-səhifələrin köməyi ilə işləmək üçün vasitələr yaradılmışdır.

WORLD WIDE WEB

Internet məsafə və sərhədlərə baxmayaraq, azad şəkildə informasiya mübadiləsinə imkan verdi. XX əsrin 90-cı illərinin əvvəlində global şəbəkədə böyük həcmdə müxtəlif informasiya toplanmışdı. Lakin bu resurslar çox az mütxəssis üçün ölçən idi. Bunun üçün onlar yalnız faylların ötürülməsinə, uzaq terminal iş rejiminə və məlumatların mübadiləsinə istiqamətlənmiş proqramlardan istifadə etməli olurdular. Vəziyyət yalnız World Wide Web (WWW) meydana gəldikdən və yayıldıqdan sonra dəyişdi.

World Wide Web – global paylanmış hipermetnli multimedia informasiya sistemidir. O, bütün dünyada müxtəlif kompüterlərdə saxlanılan informasiyanı vahid bir sistemdə birləşdirməyə imkan verdi.

WWW-nin başlanğıcı 1989-cu ildə Cenevrədə yerləşən Avropa Nüvə Tədqiqatları Mərkəzində (CERN) işləyən britaniyalı proqramçı Tim Berners-Li (Tim Berners-Lee) tərəfindən qoyulmuşdu. Həmin vaxt o, CERN-nin bütün informasiya resurslarını (elmi hesablatlar və təcrübələrin nəticələrinin verilənlər bazasını, kompüter sənədlərini, poçt ünvanlarının siyahılarını, verilənlər yığınlarını və s.) birləşdirəcək bir informasiya sisteminin yaradılması üzərində işləməyə başlamışdı. Hipermetn texnologiyası bir sənəddən digərinə asanlıqla keçmək imkanı verməli idi.

Tim Berners-Li World Wide Web-i yaradarkən çətin təsəvvür edə bilirdi



Hipermetnin əsas ideyası ondan ibarətdir ki, onun sənədlərini (mətnin səhifələrini) ardıcıl deyil, kitab oxuyarkən adət etdiyimiz kimi, sərbəst şəkildə oxumaq olar. Hipermetrdə xüsusi hissələr – istinadlar qeyd olunub. Onların köməyi ilə oxucu bir andaca lazım olan bölmələrə, şəkil və təsvirlərə daxil ola bilər. Nəticədə oxuma prosesi kökündən dəyişir: hipermetni çoxlu sayda müxtəlif yollarla nəzərdən keçirmək olar və oxucu ona ən rahat olan yolu özü seçir. Hipermetnə misal kimi ensiklopediyani göstərmək olar.

ki, tezliklə demək olar ki, hər bir şirkət, universitet, klub, mağaza və ya jurnalın öz saytı olacaq və bu sistem ətrafında bütöv bir sənaye sahəsi yaranacaq. WWW insanlara mehmanxanalarda yer tutmaq, qatara biletlər sifariş etmək, elmi tədqiqatlarla tanış olmaq, müxtəlif ölkələrdə çap olunmuş qəzetləri oxumaq və planetin o biri tərəfində hava haqqında məlumatı öyrənmək imkanı verir.

WWW texnologiyasının əsasında üç tərkib hissəsi dayanır: hipermetnin işarələnməsi dili HTML (HyperText Markup Language), şəbəkə resurslarının universal ünvanlaşdırılma üsulu URL (Uniform Resource Locator) və HTTP (HyperText Transfer Protocol) hipermetnli informasiyanın mübadilə protokolu.

HTML

1986-cı ildə Beynəlxalq standartlaşdırma təşkilatı (ISO) tərəfindən istənilən növ mətnlərin məntiqi strukturunun işarələr sistemini qurmağa imkan verən, ümumiləşdirilmiş metadil standartı olan Standard Generalized Markup Language



Tim Berners-Li.



Elektron poçtun üstünlükləri göz önündədir. O, E-mail-in fəal istifadəçiləri olan amerikalıların "ilbiz poçtu" (snail mail) adlandırdıqları adı poçtdan fərqli olaraq vaxta qənaət edir.





HTML dilinin standartının işlənməsi və təsdiqlə qeyri-kommersiya beynəlxalq təşkilatı olan World Wide Web Consortium (W3C) məşğul olur. XXI əsrin əvvəllərində HTML dilinin dördüncü versiyası geniş yayılmışdır.



www.crx.ru. sayının başlanğıc sahifəsinin ekran görüntüsü.

(SGML) qəbul edilmişdir. Bu işarələmə ilə mətnə daxil olunan idarəedici kodlar sadəcə onun məntiqi quruluşunu verirdi, yəni sənəddən sənədə istinad yaradırdı və onun xarici görünüşü haqda heç bir məlumat daşımırdı.

WWW-nu işləyib hazırlayanlar hipermetn sənədlərin xüsusi işarələmə dilinin əsası kimi SGML-i seçdilər. Bu dil Hypertext Markup Language (HTML) adlandırıldı.

Hipermetn, istifadələrinin xüsusi formatlı ayrıca fayllarda saxlanıldığı SGML-dən fərqli olaraq, HTML-də hipermetn istinadlar, eləcə də sənədin xarici görünüşünü idarə edən kodlar sənədin mətninə *teq* adlandırılan xüsusi mətn parçaları şəklində daxil edilir.

URL daha çox WWW sahifələrinə istinad üçün istifadə olunur:
http://www.thehighwaystar.com,
http://www.infomir.ru/KuMir/updates.html.

Hipermetn dilini sənədlərin vahid ünvanlaşdırma sistemi təməlləyir. WWW-də müxtəlif növ resurslar tapmaq mümkün olduğundan, onlara müraciət üçün ilk növbədə məxsusi proqram təminatı tətbiq etmək lazım gəlirdi. Tədqiqat bu məsələ asanlaşdı və hazırda yalnız ünvan və serverin növünü, yəni protokolu göstərmək tələb olunur.

HTTP

WWW sistemi ənənəvi "müşəri-server" sxemi üzrə qurulmuşdur. WWW serveri və müşəri proqramı arasında qarşılıqlı əlaqə HTTP hipermetninin ötürülməsi protokolu üzrə həyata keçirilir.

Qarşılıqlı əlaqə prosesində müşəri mətnə daxil edilmiş qrafik təsvir üçün sorğu göndərsə, onun parametrlərini qəbul edərək ötürə, şəbəkədə hər hansı resursun yeni ünvanını əldə edə bilər.

WWW ilə iş lazımı sənədlərin hazır fayllarını almaqla məhdudlaşır. Müşəriyə, həmçinin serverdə proqramları icra etmək imkanı verilir. Bu zaman həmin proqramların çıxışı veridyi məlumatlar sənədlər şəklində müşəriyə göndərilir. Məsələn, WWW vasitəsilə məlumat axtarış sistemləri və istifadəçilərlə dialoqun tələb olunduğu istənilən interaktiv proqram və sistemlərlə iş bu cür təşkil olunmuşdur. Proqramların icrası üçün sorğunun verildiyi və müşəriyə nəticələrin ötürüldüyü standart Common Gateway Interface (CGI) adlanır.

BAŞLANĞIC SƏHİFƏ, SAYT

WWW sistemində informasiya sahifələr şəklində təşkil olunmuşdur. İnternete çıxışı olan hər bir insan şəbəkədə istənilən məlumatı yerləşdirə bilər ki, bu məlumatlardan da bütün dünya istifadə edə bilər. Adətən, istifadəçilər özləri

haqda məlumatı öz provayderlərinin və ya şirkətlərinin serverlərində yerləşdirirlər. Məlumatların bu cür təqdimatı başlanğıc sahifə (*ing.* "home page") adlanır. Sahifə üçün pulsuz yer verən serverlər də mövcuddur. Başlanğıc sahifənin ünvanı, məsələn, bu cür olur: www.mekteb.az/~bahar.

WWW sisteminin eyni serverdə yerləşmiş və mənaça görə qruplaşdırılmış sahifələri sayt (*ing.* site – "yer", "sahə") təşkil edir. Çox vaxt saytlar şirkətlərin İnternetdəki nümayəndəlikləridir. Həmçinin dövlət strukturları, ictimai təşkilatlar, bu və ya digər informasiya layihələrinin də saytları mövcuddur. İnternetin fərdi istifadəçisi də öz şəxsi saytını yarada bilər. Sayt ünvanları başlanğıc sahifələrdən fərqli olaraq www.mekteb.az kimi görünür.

BRAUZERLƏRİN MÜHARİBƏSİ

Uzaqdan irişim (TELNET) və faylların ötürülməsi (FTP) sistemlərində olduğu kimi, World Wide Web-də istifadəçinin kompüterində işləyən müşəri-proqramları mövcuddur. Bunlar hipermetn sənədlərini nəzərdən keçirən proqramlar və ya *brauzerlər*dir (*ing.* to browse – "nəzərdən keçirmək"). İlk brauzerlər DOS komanda sətrinə bənzər mətn interfeysinə malik idi. 1993-cü ilin əvvəllərində İllinoys Universitetinin Milli superkompüter proqramları mərkəzində (NCSA) Mark Andrişinin rəhbərliyi altında bir qrup proqramçı Mosaic brauzerini yaradı. O zamanlar üçün bu, müxtəlif kompüter platformalarında işləyən, istifadəçilər üçün olverişli qrafik interfeysə malik olan və peşqar səviyyədə yazılmış yeganə proqram idi. Mosaic tez bir zamanda böyük uğur qazandı və öz yaradıcılarına dünya şöhrəti gətirdi.

1994-cü ildə Mosaic proqramının yaradıcıları Netscape Communications

İLK SAYT

1991-ci ilin dekabrında Stanford Universitetindən amerikalı fizik Pol Kunz (Paul Kunz) World Wide Web sistemi üçün ilk saytı yaradı. Bu sayt dünyanın istənilən yerindən olan alimlərlə universitet mərkəzinin elmi əsərlərinə əlverişliliyi təmin etdi. O zamanlar universitetin verilənlər bazasında məqalələrə 200 min istinad saxlanılırdı və ona dünyanın 40 ölkəsindən minlərlə istifadəçi müraciət edirdi. Lakin lazımi informasiyanın axtarışı və alınması prosesini təşkil edəcək və sadələşdirəcək bir texnologiyaya ehtiyac var idi. Kunzun saytı məhz bu işdə yaradı.

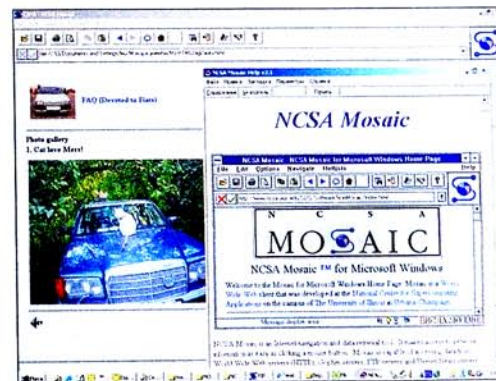
1992-ci ilin yanvarında Tim Berners-Li Fransada dünyanın müxtəlif ölkəsindən 200 fizikdən iştirak etdiyi konfransda bu saytı nümayiş etdirdi. Əvvəlcə o, WWW sistemi barədə danışdı, sonra isə onun köməyi ilə okeanın o tayında, Kunzun ABS-dəki saytı ilə necə əlaqə yaradıldığını göstərdi. Müvəffəqiyyət gözənləndən də yüksək oldu. Lazımi informasiyanı əldə etməyin nə qədər asan və sadə olması konfrans iştirakçıları arasında heyran etmişdi.

Kunzun saytının tərtibatı üç sətirlik mətnə və iki istinaddan ibarət idi. İstinadlardan biri telefon nömrələri və elektron poçt ünvanlarından ibarət "telefon kitabçasına", digəri isə elmi məqalələr bazasına idi.



Pol Kunz.

Mosaic brauzerinin pəncərəsi.





Netscape Navigator brauzerinin pəncərəsi.

şirkətini yaratdılar və tezliklə fantastik populyarlıq qazanmış ilk ticari brauzer olan Netscape Navigator-u satışa buraxdılar. Bu sahədə öz liderliyini möhkəmlətmək və eyni zamanda yeni istifadəçilər cəlb etmək məqsədilə Netscape HTML-ə sənədin xarici görünüşünü yaxşılaşdırmaq və formatlaşdırma imkanlarını genişləndirmək üçün yeni təkmilləşdirilmələr daxil etdirdi. Dilin yeni versiyası yalnız Navigator brauzeri tərəfindən dəstəklənirdi. Belə siyasət Netscape-ə daha böyük uğur gətirdi. Müəyyən müddət ərzində dünyada istifadə olunan bütün brauzerlərin ümumi sayının 90%-dən çoxu Netscape Navigator-un payına düşdü. Bu brauzerin üçüncü versiyasında Java dili dəstəkləndi, JavaScript daxil olunan sənədlər dili, pəncərəni hissələrə bölmək imkanı və digər yeni qaydalar təqdim olundu.

1995-ci ildə Netscape-in hökmranlığının rəqiblərə heç bir ümid yeri qoymadığı bir vaxtda brauzerlər bazarına Microsoft şirkəti daxil oldu. Bu sektorun təkbəşinə sahibi olmağa adət etmiş bu şirkət uzun müddət İnternetin perspektivlərini lazımı qədər qiymətləndirmədi və onun inkişaf etdirilməsində hər hansı şəkildə iştirak etmək niyyətində deyildi.

Lakin Netscape-in qazandığı inanılmaz uğur şirkət rəhbərliyini öz fikrini dəyişməyə vadar etdi. Microsoft-un o zaman heç bir üstünlüyü ilə seçilməyən Internet Explorer brauzerinin Netscape-nin rəqibi ola biləcəyinə əvvəlcə inanmaq çətin idi. Lakin Internet Explorer-in 1996-cı ilin yayında çıxmış üçüncü versiyası orijinal, cəlbədiçi interfeysə malik idi və yavaş-yavaş Netscape Navigator-u bazarda sıxışdırmağa başladı.

Brauzerlərin müharibəsində həlledici an İnternetə çıxış vasitələrinin və hazırda dünyada ən çox istifadə olunan Internet Explorer brauzerinin növbəti versiyasının daxil olduğu Microsoft Windows 98 əməliyyat sisteminin satışa buraxılması oldu.

VEB-DIZAYN

WWW-nin reytinginin yüksəlməsi grafik brauzerlərin hər yerdə yayılması ilə eyni vaxta təsadüf etmişdir. Sayt yaradıcıları lap əvvəldən təqdim olunan informasiyanın tərtibatı üçün mövcud olan bütün imkanlardan istifadə etməyə başlamışdılar. Nəticədə yeni fəaliyyət sahəsi – *veb-dizayn* meydana gəldi.

Geniş mənada veb-dizayn veb-səhifələrin tərtibatıdır. O, sayt üçün kitab nəşrində səhifələmə və poligrafik dizaynın oynadığı rolunu oynayıb. Veb-dizayn dedikdə, sadəcə, sayt üçün grafik elementlərin yaradılması deyil, həm də onun bütün strukturunu layihələşdirilməsi, yeni bütövlükdə saytnı yaradılması başa düşülür. Veb-dizayn mütəxəssisinin HTML standartını bilməsi zəruridir.

Hipermətn sənədi hər biri "teq"lərlə əhatə olunmuş elementlər toplusudur. Öz əhəmiyyətinə görə teqlər proqramlaşdırma dilində komandaların təsir sahəsini təyin edən "begin – end" ("başlangıç – son") mötərizələrinə yaxındır. Teqlər sənədin mətn element-

lərinin izahı üzrə qaydaların təsir sahəsini təyin edir. Məsələn: <I> teqi kursiv (ing. "italic") sahəsini təyin edir. HTML dilində mətn:

Bu mətn <I>kursivlə yığılıb.</I>

Bu mətnin baxış proqramında (brauzerdə) görünüşü:

Bu mətn kursivlə yığılıb.

Göstərilən misalda kursivlə yazılacaq mətn bu üslub üçün <I> başlangıç teqi və </I> son teqlə qeyd olunub seçilməlidir. Hər-hansı mətn elementinin məzmunundan əvvəl gələn konstruksiya elementin başlangıç teqi adlanır və bu şəkildə yazılır: <elementin_adı parametrlərin_siyahısı>. Elementin məzmunundan sonra yerləşən konstruksiya isə elementin son teqi adlanır və bu cür yazılır: </elementin_adı>.

WWW sisteminə hipermətn istinadlarının yazılışı üçün URL-dən istifadə olunur. Məsələn,

<A HREF="http://www.ayna.az/ldman.html" ldman

Bu misalda A (ing. "anchor" – "ləv-bər") elementi URL formasında qeyd üçün hipermətn istinadını ifadə edən "HREF" parametridən istifadə edir. Verilən istinad HTTP hipermətn ötürmə protokolu üzrə müraciət olunacaq www.ayna.az serverində saxlanılan ldman.html faylı göstərir. Bir qayda olaraq, istinadlar altından xətt çəkilməklə seçdirilir, göstərici onların üzərinə qoyulduqda isə şəklini dəyişir (məs., ox əvəzinə barmaqla göstərmə).

Sənədə şəkillər oxşar teq vasitəsilə daxil edilir:

.

Şəkil eni (weight=), hündürlüyü (height=) və təsviri (alt=), həmçinin onun

yerləşməsi (align.) kimi parametrləri təbiiq etmək olar. Avtomatik olaraq şəkillər daxil edildiyi mətnin aşağısı küncündə yerləşdirilir.

Hipermətn sənədinin özünü "HTML" adlanan bir böyük element kimi təsvir etmək olar. O, iki hissədən – sənədin başlıqından və ekranda əks olunan mətnin yerləşdiyi sənədin əsas gövdəsindən ibarətdir.

```
<HTML>
<HEAD>
Sənədin başlığı
</HEAD>
<BODY>
Sənədin gövdəsi
</BODY>
</HTML>
```

Formatlaşdırma sənədin ekrana çıxması prosesində avtomatik yerinə yetirilir. Sətirlərə bölünmə çıxış pəncərəsinin enindən, şriftin hazırkı ölçüsündən, ekranın imkanlarından və s. amillərdən asılıdır, lakin yeni sətir məcburi keçid üçün
 teqi var. Yaxud, məsələn, <HR> komandasından istifadə etməklə, mətni şaquli xətlə bölmək olar. Baxış proqramında formatlaşdırmanı dayandıraraq əvvəlcədən hazırlanmış mətni ekranda təsvir etmək üçün xüsusi <pre>...</pre> teqlər cütündən istifadə edirlər. Mətni qalın şriftlə, kursivlə, altından xətt çəkməklə qeyd etmək üçün də teqlər var. Daha mürəkkəb



Əgər xanımınızı
www.mylady.home.
wife kimi təqdim
edirsinizsə, istirahət
barədə ciddi düşün-
məlisiniz.



formatlaşdırma üçün adı və nizamlanmış siyahılar, cədvəllər, kadrlar tətbiq olunur. Ayırı-ayrı sözlər, cümlələr və ya bütövlükdə sənəd üçün üslub yaratmaq imkanı mövcuddur və bu üslubun dəyişdirilməsi, dərhal onun istifadə olunduğu bütün sənədlərdə dəyişikliyi gətirib çıxaracaq.

INTERNET ŞƏBƏKƏSİNİN MİQYASI



1969-cu ildə kompüterləri Internet şəbəkəsinin əcdadı olan qlobal şəbəkədə birləşdirmək üçün ilk təcrübələr aparılarkən, ona sadəcə üç kompüter daxil idi. Lakin Internet durmadan inkişaf edir. Onun ölçülərini şəbəkəyə qoşulmuş kompüterlərin sayını hesablayaraq təyin edirlər. Qrafikdə Internet Software Consortium təşkilatının məlumatı (rəqəmlərlə) göstərilmişdir.

Kompüterlərin sayını hesablamaq olduqca asan olsa da, Internet istifa-

HTML 4 dilinin (CSS-üslubları daxil olmaqla) tam təsviri – çoxşəhəli sənəddir. Lakin hipermetn dilinin mənimsənilməsi üçün daha asan üsul da var. Bütün baxış proqramları WWW-şəhəflərinin ilkin kodunu göstərmək imkanına malikdir, buna görə də misallar üzərində öyrənmək mümkündür.

dəçilərinin sayını yalnız təxmini söyləmək olar. Həqiqətən də, bir nəfərin Internetə bir neçə kompüterdən çıxışı ola bilər və əksinə, bir kompüter bir neçə istifadəçiyə şəbəkəyə çıxış imkanı verə bilər.

1996-cı ildə şəbəkəyə orta hesabla 50 milyona yaxın insanın çıxışı var idi, 1999-cu ildə onların sayı 200 milyona qədər artdı, 2005-ci ildə isə 440 milyona çatdı. Onların əksəriyyəti (185 mln.) ABŞ-dən (ölkə əhalisinin 60%-i) olan istifadəçilər idi. Böyük Britaniyada – 33 milyon, Yaponiyada – 78 milyon, Çində – 99 milyon, Almaniya – 42 milyon, Kanadada isə – 20 milyon insan Internetə qoşulur.

İctimai fikir fondunun məlumatına görə, 2005-ci ildə Rusiyada Internet istifadəçisinin sayı 17 milyondan artıq idi ki, onlardan 10,3 milyonu həftədə bir dəfədən az olmayaraq Internetə qoşulur. Internetin populyarlığının kəskin artması Ümumdünya hörmüçək toru – WWW-nin meydana gəlməsilə əlaqədar idi. 1993-cü ildə 130-a yaxın WWW-sayt qeydə alınmışdı, 1994-cü ildə onların sayı 9 mini (o zamanlar onları hələ saymaq mümkün idi), 1996-cı ildə artıq 100 mini, 1997-ci ildə isə 200 mini aşmışdı.

2005-ci ilə qədər yaradılmış saytların dəqiq sayını hesablamaq mümkün deyil. Müxtəlif hesablamalara görə, onların sayı təxminən bir neçə on milyondan

milyarda qədərdir. Onların şəhəflərinin sayı isə 8 milyard ətrafındadır.

Mütəxəssislərin proqnozlarına görə, onların sayı tədricən telefon, televizor və ya su xəttindən istifadə edənlərin sayına yaxınlaşacaq...

INTERNETDƏ KOMMERSİYA

Bəşər tarixi boyunca hansı məqsədlər üçün yaradılmasından asılı olmayaraq, yeni ixtira olunmuş texnologiyalardan demək olar ki, hər zaman biznesə xidmət göstərmək üçün istifadə olunub. Dəmir yolu və teleqrafla vəziyyət də belə olmuşdur. Elmi və hərbi məsələlərin həlli üçün işlənib hazırlanmış Internetlə də belə oldu. Internetin yayılması müəyyən səviyyəyə çatdıqda o, ticarətçilərin diqqətini çəkdi.

Artıq XX əsrin 80-ci illərinin ortalarında elektron poçtdan pullu istifadə xidməti göstərən, WWW sisteminin inkişafı ilə Internetə çıxışı təmin edən şirkətlər meydana gəldi. Beləliklə, Interneti dəstəkləyərək işlək vəziyyətdə saxlayan və istifadəçilərin Internetə çıxışını təmin edən müstəqil iqtisadiyyat sahəsi yarandı.

Interneti dəstəkləyən və istifadəçilərə müxtəlif xidmətlər göstərən biznes alətləri Internetlə qarşılıqlı əlaqədədir. Artıq gündəlik həyatımıza *elektron kommersiya* (e-commerce) anlayışı daxil olub.

ELEKTRON KOMMERSİYANIN NÖVLƏRİ

İştirakçıların birbaşa təmas yolu ilə deyil, elektron sistemlər və Internet vasitəsilə qarşılıqlı əlaqədə olduğu istənilən işgüzar əməlləri, heç şübhəsiz, elektron kommersiya sahəsinə aid etmək olar.

Həmçinin Internetə qoşulanların sayı da artacaq. Bu yalnız kompüterlərin deyil, Internet vasitəsilə idarə oluna biləcək soyuducu, mikrodalğalı soba və ya kondisioner kimi digər məişət qurğularının da hesabına artacaq.

Elektron kommersiya Internetdən tərəfdaşlar, banklar, mal tədarükçüləri və istehlakçıları ilə qarşılıqlı əlaqə vasitəsi kimi istifadə etməklə, sazişlər bağlanması və kommersiya fəaliyyətinin texniki və təşkilati formalarının məcmusudur.

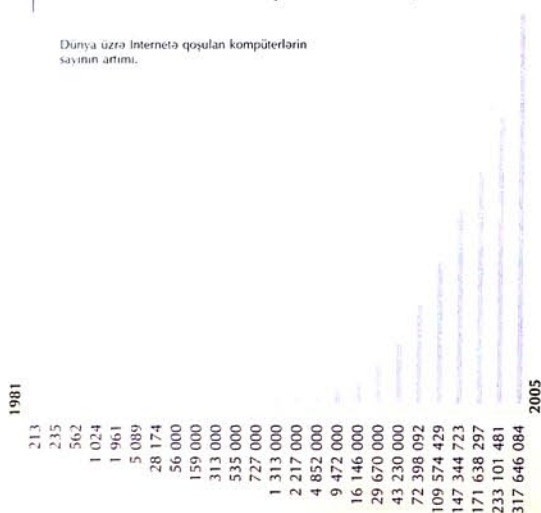
Bir qayda olaraq, elektron kommersiya sistemlərində sazişin bağlanmasının bütün mərhələləri: tələb olunan məhsulun və ya xidmətin axtarışı, sazişin təfəsilatlarının dəqiqləşdirilməsi, sifarişlərin ödənişi, alınması (çatdırılması) mövcuddur.

Elektron kommersiyanı sövdələşmə prosesində yaranan münasibətlərin növünə görə fərqləndirirlər.

Hal-hazırda Internetdə ticarət əməliyyatlarının böyük hissəsi münasibətlərin *business-to-business* (B2B) münasibətləri sahəsində həyata keçirilir. B2B texnologiyasının tipik nümunəsi kimi iri şirkətlərin tədarükçüləri ilə qarşılıqlı əlaqəsini göstərmək olar. Yüksək texnologiyalar sahəsində fəaliyyət göstərən bəzi şirkətlər nöinki lazımı hissələrin alınmasını, həm də demək olar ki, satış əməliyyatlarının əksəriyyətini Internet vasitəsilə həyata keçirirlər. B2B texnologiyaları son dərəcə dinamik şəkildə inkişaf edir. Dünyanın bir çox iri korporasiyaları gələcəkdə tədarükçülərlə bütün münasibətləri tamamilə elektron formaya keçirməyi planlaşdırırlar.

Lakin elektron biznesin ən çox yayılmış modeli *business-to-consumer* (B2C) modelidir. Bu, hamının çox yaxşı tanıdığı

Dünya üzrə Internetə qoşulan kompüterlərin sayının artımı.





eBay.com SAYTI

Bu sayt İnternetdə nəhəng hərəc ticarəti sistemidir. Onun istifadəçiləri müxtəlif əşyaları (ləntiq əşyalar, oyuncaqlar, sikkələr, kompüterlər, poçt markaları, xatirə nişanları, açıqçalar və zərğərlik əşyaları) alıb sata bilərlər. Hər gün sayta on minlərlə insan daxil olur. Sistem əsasən şirkətlər üçün deyil, fərdi istifadəçilər üçün nəzərdə tutulub. Hər gün bir neçə min kategoriya üzrə yarım milyona yaxın lot saytda yerləşdirilir. Məsələn, axtarış pəncərəsinə müvafiq sorğu daxil edildikdə, əfsanəvi Deep Purple rok-grupunun yaradıcılığı ilə bağlı mindən artıq adda məhsulun – kompakt-disklər, plastik vallar, plakatlar, idman köynəkləri, musiqiçilərin öz avtoqrafları və s. siyahısını görmək olar.

Bas eBay.com saytının sahibləri nəyin hesabına gəlir əldə edirlər? Satıcılar öz məhsulları haqqında məlumatları saytda yerləşdirmək üçün pul ödəyirlər, alıcılar isə onları maraqlandıran əşyaları almaq üçün sayta müraciət edirlər. Adətən, hər bir əmtəə bir neçə gün ərzində göstərilir. Sövdələşmə baş tutduğu halda, eBay.com saytının sahibləri satıcıya satış qiymətinin müəyyən faizi üçün hesab təqdim edirlər. Bu zaman nə malların saxlanılması üçün anbar, nə adi hərəclərdə olduğu kimi ticarət yerləri kirayələmək, nə də hərəci aparmaq üçün adam tutmaq lazım gəlmir. Əslində eBay – əsas üstün cəhəti etibarlılıq və populyarlıq olan nəhəng bir vasitədir. Əgər nadir tapılan bir əşyanı almaq və ya satmaq lazım gələrsə, o zaman ilk öncə eBay.com saytına daxil olmağa dəyər. Deyilənlərə görə, Pyer Omidyar (Pier Omidyar) bu saytı özünün nadir oyuncaqlardan ibarət kolleksiyasını genişləndirmək istəyən həyat yoldaşının xahişilə yaratmışdır.



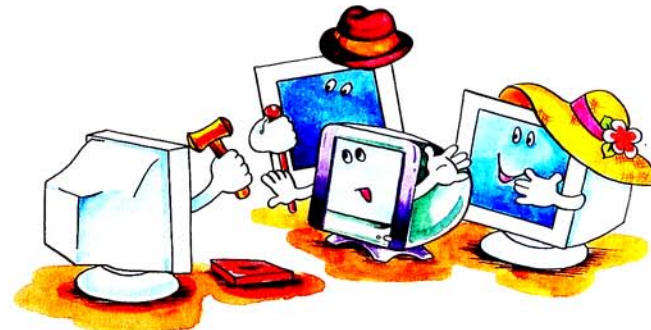
İnternet-mağazalar, elektron kataloqlar, sifariş masaları və şirkətlərin İnternetdəki nümayəndəlikləridir. İlk İnternet-mağazalarda (onlardan ən çox tanınanı Amazon.com-dur) kitablar, proqram

təminatı, kompüter hissələri, audiodisklər (CD) və videofilmlər (VHS və DVD) satılırdı. Bir müddət sonra istifadəçilər daha bahalı malları da, məsələn, otiq əşyaları, incəsənət əsərlərini, zərğərlik və zinat əşyalarını, mebeli əldə etməyə başladılar. Müştərilər xüsusiyyətləri onlara əvvəlcədən məlum olan mallara daha çox üstünlük verir. Çox vaxt hansısa bir əşyanı almaq barədə qərar qəbul etmək üçün istehsalçının adını bilmək kifayət edir. Lakin delikates yeməklər sifariş etmək, geyim və ya ayaqqabını geyinib baxmadan almaq alıcıdan müəyyən cəsarət tələb edir.

Digər tərəfdən İnternet-mağazanın saytında bazarlıq, insana real mağazada ticarət bazarını gözərkən və malları seçərkən keçirdiyi hissələrin yerini vermir. İnternet-mağaza, həmçinin insana əşyanı alarkən bir anlıq keçirdiyi məmnunluq hissini də yaşada bilmir.

Fiziki şəxslər arasında elektron kommersiya münasibətləri *consumer-to-consumer* (C2C) adlanır. Buna tipik nümunə fiziki şəxslərin digərləri tərəfindən alınması üçün nəzərdə tutulmuş müxtəlif əşyaları satışa çıxardığı elektron hərəcdir. eBay.com ən çox tanınan və daha çox müraciət olunan elektron auksionlardan biridir.

İnternetdə təklif edilən əmtəə və xidmətlərə görə ödəniş müxtəlif yollarla – nağd pulla, əmtəə poçt vasitəsilə alarkən ödəniş tapşırığı əsasında, bank köçürmələri və ya poçtla köçürmə ilə, kredit kartı vasitəsilə həyata keçirilir. Sonuncu variant daha sürətlidir, lakin kredit kartları barədə məlumatların bədənyyətli tərəfindən şəkəkdən oğurlana biləcəyindən haqlı olaraq ehtiyat edən alıcılar çox vaxt öz kredit kartı rekvizitlərini İnternetlə göndərməkdən çəkinirlər. Bu isə elektron ticarətin həyata keçirilməsi qarşısında duran maneələrdən biridir. Onları aradan qaldırmaq üçün kredit kartlarındakı



hesabla heç bir əlaqəsi olmayan xüsusi "elektron" hesablar açılır. Elektron ödənişlərin təhlükəsizliyinin artırılması da olduqca vacib şərtidir.

ŞƏBƏKƏ VASİTƏSİLƏHANSI MALLARIN SATIŞI DAHA MƏQSƏDƏUYĞUNDUR

Tədqiqatlar göstərir ki, İnternet vasitəsilə daha çox gündəlik istehlak malları alınır. Bahalı və uzun müddət planlaşdırılan əşyaların alışı isə burada daha nadir hallarda baş verir. Sifarişlərin çatdırılması xüsusiyyətlərini nəzərə alaraq, aydın olur ki, şəbəkə vasitəsilə daha ağır, çox yer tutan və çatdırılmanı çətinləşdirən mallardan fərqli olaraq kompakt, rahat daşınan mallar daha asan satılır.

İnternet vasitəsilə alıcıya çatdırılması mümkün olan mallar ilə şəbəkə vasitəsilə ticarətin imkanları arasında ideal uyğunluq var. Bu cür əmtəəyə nümunə olaraq proqram təminatını göstərmək olar. Kitab və qəzetlər də sifarişçilərə elektron formada çatdırıla bilər. Bir sözlə, rəqəmləşdirilən bilən nə varsa, o cümlədən musiqi, qrafik təsvirlər, videomateriallar şəbəkədə satılmaq üçün əlverişlidir. XX əsrin 90-cı illərinin so-

nundan başlayaraq İnternet vasitəsilə aviabiletlər, turist, birja, sığorta və bank xidmətlərinin satış populyarlığı artır.

Buna baxmayaraq, şəbəkənin təşəbbüskar alverçilərindən çoxu iddia edir ki, elə bir əmtəə yoxdu ki, onu İnternet vasitəsilə satmaq mümkün olmasın.



İnternet-mağaza öz istehlakçıları ilə təklif olunan məmulat və ya xidmətlərin təqdim olunduğu və bilavasitə şəbəkədə olan istifadəçi tərəfindən sifariş edilməsini nəzərdə tutan sayt vasitəsilə əlaqə yaradan ticari təşkilatdır.



Əgər Internetdə dost-larınız real həyatda olduğundan çoxdursa, təclili olaraq bir qonaqlığa gəlməyiniz məsləhətdir.

ELEKTRON KOMMERSİYANIN PERSPEKTİVLƏRİ VƏ ÜSTÜNLÜKLƏRİ

Gələcəkdə elektron biznes önəməli əmtəə satışı kanallarına nəinki ciddi rəqabət yarada bilər, hətta onları tamamilə sıxışdırma bilər. İnformasiya texnologiyalarının sürətli inkişafı daima yeni imkanlar yaradır. Bunlardan ən əhəmiyyətli Internetdə verilənlərin ötürülməsi sürətinin artırılması və iri həcmli informasiyanın ötürülməsi imkanlarıdır.

Geniş zolaqlı rabitə kanallarının meydana gəlməsi və XXI əsrin ilk onilliyində daha çox fərdi istifadəçinin onlara qoşulması ilə əlaqədar elektron kommersiyanın daha sürətli inkişafı gözlənilir.

Bundan başqa, mobil telefonların və digər elektron məhsut qurğularının (fərdi kompüterlərin monopolizasiyası pozaraq) Internetə qoşulma vasitələri ilə təchiz olunması da elektron kommersiyanın inkişafına böyük təsir göstərir.

Qərb ekspertlərinin hesablamalarına görə televiziya və radio üzrə reklamlar hələlik Internetdəki reklamlara nisbətən daha güclü təsirə malikdir, lakin Internet həmin göstəricilər üzrə informasiyanın çap vasitələri olan qəzet və jurnallardan artıq "irəliləyir".

Elektron kommersiyanın ilk baxışdan iqtisadi imkanları göründüyündən xeyli

genişdir. Elektron kommersiyanın üstünlükləri yalnız təqdim olunan xidmətlər barədə alıcıları məlumatlandırma xərclərinin azaldılmasından və lazımsız vasitəçilərin kənar edilməsindən ibarət deyil. Məsələn, Internet vasitəsilə kitab satışı, böyük kitab mağazalarını ləğv etmək imkanı vardır – Amazon.com serverindəki sifarişlər bilavasitə topdanasatış anbarına ötürülür.

Elektron ticarətin əhəmiyyətli üstünlüyü odur ki, adətən satıcı əvvəlcə alıcıdan pulları alır və sonra tədarükçü ilə hesablaşır, adi ticarətdə isə bu proses əksinə baş verir. Beləliklə, böyük dövrüyyəyə kapitalı cəlb etməyə ehtiyac qalmır.

Elektron kommersiyanın digər iqtisadi üstünlükləri də var. Məsələn, alıcı ona daha uyğun olan qiyməti seçir. Qiymətləri "siçanın" un düyməsini basmaqla müqayisə etmək, mağazaları uzun-uzadı piyada gəzməkdən daha asandır. Təxminlərə görə Internet bununla qiymətlərin süni artırılmasının qarşısını alacaq.

Internet biznesin inkişafı baxımından da əlverişlidir. Yalnız bir saytın köməyi ilə bütün dünya üzrə əməliyyatları həyata keçirmək olar: sadəcə hər an saytı ziyarət edənlərin sifarişlərini yerinə yetirə biləcək etibarlı işləyən bir sistem qurmaq lazımdır.

Müştərilərin uzaq məsafədə olmasına, saat qurşaqlarının fərqi baxmayaraq biznesi istənilən miqyasda genişləndirmək olar. Internet həmçinin istifadəçi birlikləri yaratmağa, onlar üçün şəbəkəsiz mümkün olmayan xüsusi həraclar keçirməyə imkan verir.

Internet turist şirkətlərinin önəməli maraq sahəsinə də son dərəcə ciddi şəkildə daxil olmuşdur. İstirahət edənlər təyyarə bileti almaq və ya saxlatmaq üçün turizm şirkətlərinə müraciət etmək əvəzinə Internet vasitəsilə birbaşa aviashirkətlərə müraciət edir, eyni qayda ilə mehmanxanalarda otaq sifariş edir və ödəniş aparırlar.

Internet kitab ticarətçilərinin mövqelərinə də aktiv "hücumlar edir": topdanasatış ilə məşğul olanların əksəriyyəti parakəndə satışa yönəliblər. Yeni kitabların gətirdikcə genişlənən elektron nəşri praktikası isə təkcə müxtəlif xırda ticarətçilərin deyil, eyni zamanda topdanasatışla məşğul olanların, hətta nəşriyyatçıların belə işini çətinləşdirir.

Audio-yazıların satışı ilə də vəziyyət eynidir: melomanlar ən son musiqi ye-

INTERNETDƏ AXTARIŞ

INTERNETDƏ NƏ TAPMAQ OLAR?

Internetdə, xüsusi halda onun əsas təcəssümü olan WWW sistemində, saxlanılan informasiyanın həcmi ölçmək qeyri-mümkündür. Onun ancaq tərtibini qiymətləndirmək olar. Ehtimal olunduğuna görə bu, onları və ya hətta yüz-lərlə terabaytdır (milyon dəfə milyon bayt). Bunlar çox müxtəlif xarakterli və istiqamətli məlumatlardır.

Internetdə ən son siyasi, mədəni, iqtisadi xəbərləri; hər cür elmi, texniki, tədris və sorğu məlumatlarını; müxtəlif mal və xidmətlərin reklamlarını tapmaq mümkündür. Bura həm də mədəniyyət və incəsənətə – ədəbiyyat, rəssamlıq, teatr, kino, televiziya və sair olunan resurslar da aiddir.

Bundan başqa Internetdə yüz minlərlə müxtəlif mövzulu ayləncəli saytlar tapmaq olar: yumor, oyunlar, səyahət, idman. Hər gün Internetdə təqribən bir milyon yeni WWW-səhifə meydana gəlir, lakin bununla yanaşı bəzi səhifələr birdəfəlik yox olur.

Internetdə sanki hər şey var. İstifadəçi qarşısında duran məsələ isə istədiyi məlumatı oradan tapmaqdan ibarətdir. Müasir Interneti elə bir kitabxanaya bənzətmək olar ki, orada kitablar son də-

niliklərinin yüksək keyfiyyətli kopyasını şəbəkə vasitəsilə əldə edə bilər.

Internet, istənilən texnoloji inqilab kimi, cəmiyyətə o zaman maksimum təsir edəcək ki, onun köməyi ilə tamamilə yeni mallar və xidmətlər yaranıb geniş yayılacaq, mövcud olanlar isə keyfiyyətə yeni şəkildə təqdim olunacaq. Kommersiyanın önəməli və elektron formaları arasında müharibə hələ yenidən başlayır.

rəcə nizamsız şəkildə yerləşdirilmişdir: orada heç bir vahid kataloq, təsnifat sistemi və heç bir kitabxanaçı yoxdur. "Kitabxana" ziyarətçiləri ora vaxtaşırı yeni kitablar əlavə edir və ya onları həmişəlik götürüb aparır.

Internetdən faydalı məlumatları əldə etmək üçün axtarışı necə və harada aparmağı bilmək lazımdır. Bu məsələ insanları, demək olar ki, WWW-nin geniş yayılması ilə eyni vaxtda düşündürməyə başladı. O zaman ilk axtarış sistemləri və resurs kataloqları meydana gəldi.





Yahoo! pəncərəsi.

RESURS KATALOQLARI

XX əsrin 90-cı illərində, WWW serverlərini hələ saymaq mümkün olan bir zamanda, *başlangıç nöqtə* (starting point) adlanan səhifələr mövcud idi. Bunlar mövzu və ya coğrafi əlamətlərinə görə qruplaşdırılmış bütün WWW-serverlərinə istinadların sadələşdiyi səhifələr idi. Məsələn, "biokimya üzrə bütün WWW-serverləri" və ya "Finlandiyanın bütün WWW-serverləri" (indi çox vaxt "WWW-serveri" termini əvəzinə "sayt" sözü işlənir). Beləliklə, lazımı başlangıç nöqtəni açaraq bütün istinadları ardıcıl nəzərdən keçirmək mümkün idi. Başlangıç nöqtələr İnternetin müasir resurs kataloqları üçün ilkin nümunə oldu.

Resurs kataloqları saytlara sistemləşdirilmiş istinadlardan ibarət sorğu kitabçalarına bənzəyir. İstinadlar müəyyən əlamətlərə görə, adətən mövzular üzrə

qruplaşdırılır. Hər bir qrupun bir neçə səviyyəsi ola bilər, yəni kataloqlar ağacvari struktura malik olur. Bundan başqa, kataloqlar müxtəlif əlavə xidmətlər təqdim edir: açar sözlərə görə axtarış, son daxilolmaların siyahısı, onlardan daha maraqlı olanların siyahısı. İstinadları kataloqlara, öz kolleksiyalarını hər mövzuda bütün mövcud resurslarla mümkün qədər dolğun etməyə çalışan inzibatçılar daxil edirlər. Sayt sahibləri də öz resurslarına istinadları təklif edir. Kataloq inzibatçıları istinadı yoxlayır və uyğun bölməyə əlavə edir.

Ən "yaşlı" resurs kataloqu Yahoo! (www.yahoo.com) 14 əsas bölmədən ibarətdir:

- Arts & Humanities (incəsənət və humanitar elmlər);
- Business & Economy (biznes və iqtisadiyyat);
- Computers & Internet (kompüterlər və İnternet);
- Education (təhsil);
- Entertainment (əyləncə);
- Government (ABŞ hökumətinin resursları);
- Health (səhiyyə);
- News & Media (xəbərlər və kütləvi informasiya vasitələri);
- Recreation & Sport (istirahət və idman);
- Reference (sorğu məlumatları);
- Regional (regionlar üzrə resurslar);
- Science (təbiət elmləri);
- Social Science (ictimai elmlər);
- Society & Culture (cəmiyyət və mədəniyyət).

Resurs kataloqu vasitəsilə axtarış bu qaydada baş verir: istifadəçi axtarılan informasiyanın hansı mövzuya aid olduğunu təyin edir; ağac üzrə dərinə hərəkət edərək kataloqda uyğun bölməni tapır; bölmədə sadalanan bütün səhifələri gözəndən keçirir.

Məsələn, Korniş Reks cinsindən olan pişiklər haqqında informasiyanı tapmaq



lazımdır. Ona tədricən dərinə gedərək, Science > Biology > Zoology > Animals, Insects, and Pets > Mammals > Cats > Breeds > Cornish Rex bölməsinə keçməklə olar. Bu cinsdən olan pişikləri kimin satdığını tapmaq lazımdırsa, onda Business and Economy > Shopping and Services > Animals > Cats > Breeders > Cornish Rex bölməsi kömək edə bilər.

Resurs kataloqundan istifadə etməyin rahatlığı ondan ibarətdir ki, əgər istifadəçi axtarılan sənədin mövzusu məlumdursa, o, diqqətini işə aid olmayan kənar sənədlərə yayındırmadan kataloqun müvafiq qolunu araşdıracaq.

Lakin kataloqun həcmi inzibatçıların imkanları və onların materialı seçmə subyektivliyi ilə məhdudlaşır. Bundan əlavə axtarılan sənədin mövzusunun hər zaman kataloqun təsnifatı çərçivəsində ifadə etmək olmur. Bu halda axtarış sistemləri köməyə gəlir.

AXTARIŞ SİSTEMLƏRİ

Axtarış sistemlərinin işi, müraciət edə bildikləri bütün İnternet saytlarını,

həmçinin istinadı olan bütün səhifələri daima və ardıcıl şəkildə araşdırmaqdan ibarətdir. Məlumatların daim təzələnməsinə əlaqədar olaraq axtarış sistemləri dəyişiklikləri aşkar edib qeydiyyatdan keçirmək üçün müntəzəm olaraq müəyyən müddətdən sonra artıq nəzərdən keçirilmiş səhifələrə yenidən qaydır. Bütün oxunulmuş səhifələr indeksləşdirilir, yəni sistemin araşdırdığı bütün saytların daxil olduğu xüsusi verilənlər bazası yaradılır. Bundan başqa, sayt sahibləri axtarış sistemlərinə sərbəst şəkildə öz saytları üçün istinadlar əlavə edə bilər.

İstifadəçinin sorğusu daxil olduqda, axtarış maşını öz indeksini araşdırır və İnternetdə axtarış meyarlarına uyğun olan səhifələrin siyahısını göstərir. Tapılmış sənədlər, bir qayda olaraq, mətnlərdə açar sözlərin yerindən (başlıqda, mətnin əvvəlində), rast gəlmə tezliyindən və başqa xüsusiyyətlərdən asılı olaraq sıralanır.

Axtarış üçün çoxlu sayda saytlar mövcuddur. Onlardan bəziləri öz indekslərindən istifadə edir, metaxtarış sistemləri adlanan digərləri isə öz indeksləri olmadıqdan başqa axtarış qovşaqlarından nəticələri toplayaraq nizamlayır. İş prinsipində olan oxşarlığa baxmayaraq, axtarış sistemləri sorğu

AltaVista axtarış sisteminin pəncərəsi.





Google axtarış sisteminin pəncərəsi.

dili, axtarış zonası, şəhəddaxili axtarışın dərinliyi, nizamlaşma üsulları və prioritetlərinə görə bir-birindən fərqlənir. Buna görə də müxtəlif axtarış sistemlərinin istifadə etdikdə müxtəlif nəticələr alınır. Lycos (www.lycos.com) və AltaVista (www.altavista.com) ən "yaşlı" axtarış sistemləridir.

Böyük həcmdə informasiyanın axtarılması və məlumatların vaxtaşırı yenilənməsini axtarış sistemlərinin üstünlüklərinə aid etmək olar. Lakin, bu zaman tərkibində açar sözlər olmayan şəhədlər nəzərə alınmır, digər tərəfdən isə siyahıda olənməsi xeyli vaxt aparan mövzudan kənar çoxlu informasiya olur.

Axtarışa başlayarkən istifadəçi bir və ya bir neçə açar sözü daxil edərək axtarışın tipini seçir. Axtarış sistemlərinin əksəriyyətində üç əsas axtarış tipi mövcuddur: sözlərdən istənilən birinə görə, bütün sözlərə görə və ifadəyə görə dəqiq axtarış. Bundan əlavə olaraq nəticələr olduqca fərqlənə bilər.

Axtarış sisteminə sorğunu adi danışiq dilində sual şəklində verməyə cəhd etmək də olar: Məsələn, "Daşınmaz əmlakın sığortalənməsi xidmətinin qiyməti nəçədir?".



AXTARIŞIN GƏLƏCƏYİ

İldən-ilə toplanmış informasiyanın həcmi artır. Uzun müddət ərzində bu artım həndəsi silsilə ilə getsə də, İnternetdə istifadəçilərin istifadə edə biləcəyi faydalı informasiyanın həcmi

və orada yerləşdirilməsi mümkün olan informasiyanın həcmi, çox guman ki, məhduddur. Buna görə də axtarış mexanizmlərindən daim effektivliyin artırılması və hesablaşma resurslarının gücləndirilməsi tələb olunur.

HARADA AXTARMALI

Google (www.google.com)

Ən sürətli və ən böyük axtarış sistemidir. Yarımlıyardan artıq sahifə indeksləşdirilmişdir (onlardan təxminən yarısı tam şəkildə, qalanları isə ünvan və istinad mətni şəklində). Interfeys dilini seçmə imkanı var. Müəyyən sayt və ya domenlərdən alınmış nəticələri əlavə etmək və ya kənarlaşdırmaq olar. Axtarış sistemlərinin çoxundan fərqli olaraq, Google həmçinin başqa sahifələrdən olan istinadların sayına görə də resursun populyarlığını qiymətləndirir. Bundan başqa, burada son 20 il ərzində toplanmış USENET sisteminin bütün telekonfransları üzrə axtarış aparmağa imkan verən arxiv də mövcuddur.

Yandex (www.yandex.ru)

Yəqin ki, Rusiya istehsalı olan axtarış sistemləri arasında ən yaxşısidir. Rus dilinin söz formalarını nəzərə alaraq keyfiyyətli axtarış həyata keçirməsilə məşğullaşıb. Əsasən rusdilli resursları siyahıya alır. Bu zaman imkanlarına görə xarici sistemlərdən heç də geri qalmır. Axtarış dəqiq söz və ya onun istənilən forması, tarix üzrə, həmçinin göstərilən sayt və ya onun alt-direktoriyası üzrə aparmaq olar. Sitat indeksini nəzərə almaqla axtarış aparmaq, şəhədin dilini də göstərmək mümkündür.

AltaVista (www.altavista.com)

Ən "yaşlı" axtarış sistemlərindən biridir. Geniş əhatəli axtarış meyarları təqdim edir: məsələn, Advanced search bölməsində resursun yaradılma və ya dəyişdirilmə tarixini göstərmək olar, 25 dil dəstəklənir; hər sayt üçün bir nəticənin çıxarılması imkanı var (bu keyfiyyətə zərər vermədən axtarış sahəsini məhduddlaşdırır).

Yahoo! (www.yahoo.com)

İnternetdə ilk resurs kataloqlarından biridir. Yahoo!-da böyük bir strukturlaşdırılmış kategoriya kataloqu tərtib edilmişdir. Axtarış əvvəlcə orada, sonra xüsusi arxivdə, sonra isə Google axtarış sistemində müəciət etməklə aparılır. Kategoriyalar üzrə axtarış yaxşı nəticələr verir: onların sayı çox olmadığından meyarlara uyğunluq daha tam olur. Standart funksiyalar dəstindən başqa, resursları tarixə görə seçmək, açar sözlərdə simvolların istənilən ardıcılığı əvəzinə "*" işarəsini qoymaq imkanı var.

Rambler (www.rambler.ru)

Rusiyanın ilk axtarış sistemlərindən biridir. Standart axtarış imkanlarından əlavə saytda resursların reyting-kataloqu mövcuddur.

NECƏ AXTARMALI

Sözlərdən istənilən birinə görə axtarış

Axtarış nəticəsində tərkibində açar sözlərdən istənilən biri olan bütün sahifələrin siyahısı tərtib olunur. Çox vaxt bu cür axtarış zamanı təsadüflərin sayı olduqca çox olur. Lakin axtarış qovşağı nəticələri mövzuya uyğun yaxşıca nizamlaşdıqda lazım olan sahifəni siyahının başlanğıc hissəsində tapmaq mümkündür. Sözlərdən istənilən birinə görə axtarış istifadəçilərin açar sözlərdə əmin olmadıqlı halda əlverişlidir.

Bütün sözlərə görə axtarış

Bu axtarış rejimində açar sözlərin hamısının istənilən ardıcılıqda daxil olduğu bütün sahifələrin siyahısı formalaşır. Burada da mövzuya aidiyyəti olmayan nəticələrin alınması ehtimalı qalır.

Dəqiq ifadəyə görə axtarış

Bu axtarış rejimində tərkibində açar ifadə ilə üst-üstə düşən ifadə olan bütün sahifələrin siyahısı verilir; düzgün işarələri nəzərə alınmır. Başqa ifadələr istifadə edilməklə lazım olan mövzuya həsr olunmuş sahifələr siyahıya düşür. Hətta bu axtarış rejimində belə yanlış nəticələr ola bilər.

Mürəkkəb axtarış

Bir çox axtarış sistemi saytları əlavə axtarış funksiyalarına malikdir. Onlardan bəziləri bunlardır:

Sorgu dilindən istifadə etməklə axtarış. Sorgunu VƏ, VƏ YA, DEYİL məntiqi operatorlarından istifadə etməklə qurmaq, söz və ifadələri əlavə etmək və ya kənarlaşdırmaq imkanı verir.

Kategoriyalardan istifadə etməklə axtarış. İndeksləşdirilmiş sahifələr çoxsəviyyəli kategoriya kataloqunda nizamlı şəkildə saxlanılır. Lazımi material üçün bütün kategoriya kataloqunu gözdən keçirmək, yaxud müəyyən səviyyəyə çatdıqdan sonra axtarış seçilmiş kategoriya daxilində davam etmək olar. Beləliklə, axtarış sistemi resurs kataloqu ilə birləşdirilir.

Tapılmış sahifələr arasında axtarış. Həddən çox sahifə tapıldıqda daha bir açar sözü daxil edərək axtarış təkrarlamaq olar. Bunun üçün əksər axtarış sistemlərində tapılan məlumatlar içərisində sürətli axtarış təmin edən funksiya olur.

Axtarış parametrlərinin dəqiq köklənməsi. Dili seçmək, axtarış müəyyən domenin saytları ilə məhduddlaşdırmaq, ancaq başlıqlar üzrə axtarış aparmaq, yalnız təqdim etdiyi informasiya müəyyən müddət ərzində təzələnen saytları nəzərdən keçirmək və ya verilən sahifəyə istinadları olan sahifələri göstərmək imkanları mövcuddur.

Lakin dünən tapılmış informasiyanın bu gün də həmin yerdə olacağına və məhv edilməyəcəyinə heç bir zəmanət verilmir. Vaxtilə şəbəkədə yerləşən bir çox məlumatlara indi müraciət etmək olmur. Bu, axtarış üçün yeni üfqlər açıq – Internetdə arxeologiya (itirilmiş informasiyanın tapılması üçün “qazıntılar”) meydana çıxır. Ayrı-ayrı şəxslər və təşkilatlar az qala hər şeyin Internetdə saxlanmasına cəhd göstərsələr də, texnikanın hazırkı inkişaf səviyyəsi nəzəri olaraq buna imkan versə də, hələ ki, həyata keçirilməsi çox bahadır. Nanotexnologiyaların daha da inkişaf etməsilə bu məsələnin həll olunacağı gözlənilir. Hələlik isə sizi maraqlandıra biləcək hər nə varsa,

“ELEKTRON HÖKUMƏT”

“Elektron hökumət” qurmaq ideyası 1999-cu ildə, Government Online adlanan ümumavropa layihəsinin başlaması ilə meydana gəldi. O, 20-dən çox ölkənin hökumətlərini birləşdirdi. Bu layihənin əsas məqsədi hökumət, vətəndaşlar və biznes arasında bir-bəş elektron xidmətlərin (ing. On-Line) qurulması istiqamətində birgə əməkdaşlıqdır.



hamısını dərhal kompüterinizə köçürmək məsləhətdir.

Daha bir problem ondan ibarətdir ki, istifadəçilər nəyi axtarmaq istədiklərini ifadə etməkdə çətinlik çəkir. Beləliklə, gələcək axtarış sistemlərinin xüsusiyyətlərindən biri də güman etmək olar ki, dəqiq ifadə olunmamış sorğular üzrə məlumatların verilməsi imkanı olacaq. Məsələn, şəkillərin axtarışını götürək. Müasir axtarış sistemləri şəkli onun sözə təsvirinə görə tapa bilmir, axtarışı kontekstə görə və ya sadəcə faylın adına görə aparmağa çalışırlar. Gələcəyin axtarış sistemində isə “Rafaelin Madonnasına bənzəyən qızın şəkilini tap” demək kifayət olacaq.

minator” filmində baş verdiyi kimi kompüter superbeyninin yer kürəsini zəbt edərək bəşəriyyəti zülm altında özib planlı şəkildə məhv edən robot tiraniyası qurduğu bir gələcəyə heç bənzəmir.

“Elektron hökumət” avtomatlaşdırılmış idarəetmə üçün kompüter sistemi deyil. “Elektron hökumət” dövlət orqanları və hökumətin Internet saytları və hamı üçün açıq verilənlər bazalarının toplusudur. Bu, əhaliyə xidmətin yaxşılaşdırılmasına yönəldilmiş dövlət proqramlarıdır. Məsələn, sosial elektron kartlar, distant təhsil və s.

“Elektron hökumət” ilk növbədə vətəndaşlara kömək məqsədilə yaradılır. Internetin verdiyi geniş rabitə imkanları vasitəsilə “Elektron hökumət” siyasi aşkarlığı təmin etməyə, məmur süründürməçiliyi və bürokratiyizm, dövlət orqanlarına çox vaxt aparən və bəzən mənasız olan “səfərləri” minimuma endirməyə çalışır. “Elektron hökumət”in təqdim etdiyi bütün xidmətlərin əsas

hissəsi əhalini məlumatlandırmaqdır: gündəlik xəbərlər və hüquq məsləhətləri, qanunvericilik üzrə verilənlər bazaları.

Hökumət orqanlarının saytlarında telekonfrans qrupları yaradılır. Bu, əhalini siyasi diskussiyalara, ölkənin siyasi həyatında iştirakı cəlb etməyin bir üsuludur. Belə ki, vətəndaşların konfranslarda bildirdiyi fikirlər müvafiq hökumət xidmətləri tərəfindən diqqətlə öyrənilir və təhlil edilir. Demək olar ki, vətəndaşlar evdən çıxmadan siyasi həyatda iştirak edirlər.

Elektron ərizə və vergi bəyannaməsi planetin istənilən nöqtəsindən şəbəkə ilə göndərilə bilər. Şübhəsiz, poçtla məktub göndərmək məmurların, vergi müfəttişlərinin şəxssən yanına getməkdən xeyli rahatdır.

Doğrudur, ənənəvi olaraq məktublar elektron şəkildə deyil, çap və ya əlyazma şəklində göndərilir: “qələm yazanı qılınc kəsməz”. Vətəndaş kağıza, poçta, məktubun çatdırılması barədə bildirişə inanır. Göndərilmiş kağızı tullaya bilməzsən! Lakin elektron poçtun çatdırılma vasitələri də, adi poçt və ya məktubları qeydiyyatdan keçirən katiblik kimi və hətta ondan da etibarlı və operativ olmaqla elektron məktubların çatdırılmasına və qeydiyyatına zəmanət verə bilər. Qanunvericilik isə elektron məktubu vətəndaşın adı müraciətilə bir tutur. Bundan başqa, işlərinin necə getməsinə öyrənmək üçün vətəndaşın müxtəlif instansiyalara zəng etməsi lazım gəlməyəcək. Bunu kompüter vasitəsilə Internetdən “görmək” olar.

Elektron yazışmaların çatdırılması vasitələri kənardan müdaxilə olunma baxımından daha zəif görünür – məxfi məlumatları asanlıqla oğurlamaq olar. Telefon xəttində olduğu kimi şəbəkəyə istənilən adam qoşulub xətti “dinləyə”, informasiyanı oğurlaya

bilər, məsələn, vətəndaşın gəlirləri barədə məlumatları öyrənə bilər. Lakin məxfi məlumatlar ötürülərkən şifrlənmə alqoritmləri tətbiq olunur. Bu zaman cinayətkar ötürmə xəttinə “gizli” qoşula bilsə belə, o, şifrlənmiş məlumatdan heç bir faydalı informasiya əldə edə bilməyəcək. Əldə etdiyi isə sadəcə cəfəngiyyat olacaq və vergi bəyannaməsi qərarların əlinə keçməyəcək.

Gələcəkdə elektron xidmətlərin əsas prinsipi olan “One-Stop Service” müxtəlif bürokratik səviyyələrdə vətəndaşın xahişini, bəzi hallarda onun özünün iştirakı olmadan, müzakirə etməyə imkan verəcək. Ərizələr üçün imzalar toplamaq, müxtəlif instansiyaları gözmək lazım olmayacaq. Sadəcə e-mail ilə elektron ərizə vermək kifayətdir ki, “sənəd” özü idarədə bütün səviyyələrdən keçsin. İdeal vəziyyətdə vətəndaş sənədin instansiyalardan keçməsinə evdən nəzarət edə biləcək. Hər bir müraciət unikal nömrə alır. Bu nömrə-kod vətəndaşa məktubun qeydiyyatdan keçərək baxılmaq üçün qəbul olduğunu bildiren məlumatla birgə göndərilir. Bu koddan istifadə edərək ərizənin bütün “tarixçəsini” asanlıqla izləmək olar.





AVROPADA VİRTUAL TƏHSİL

2001-2002-ci tədris ilindən başlayaraq Avstriyada məktəblərin bütün səviyyələrdə (ibtidai və orta məktəblər, gimnaziyalar, peşə təmayüllü məktəblər) sürətlə kompüterləşdirməsi başlandı. Vyana bələdiyyəsi Internetdən istifadə, proqram təminatı və fərdi kompüterlərin alınması üçün 400 məktəbə 17 milyon dollara yaxın vəsait ayırdı.

Avstriyanın Təhsil Nazirliyi məktəblərdə yaxın gələcəkdə dərslikləri, dəf-tərləri, qələmləri və başqa köməkçi tədris vasitələrini əvəz edən daşıyan kompüterlərin geniş tətbiqini planlaşdırır.

Avstriya məktəblərində kompüterlərin tam yeniləşdirilməsi, müxtəlif avadanlıqların alınması və Internetə azad çıxışı təmin etmək, həmçinin müəllimlərin ixtisaslarının artırılması üçün ümumilikdə təxminən 70 mln dollar xərclənəcək. Universitetlərdə bütün tələbələrə mühazirə və seminarlarda işləmək üçün şəxsi kompüterlə təmin olunması nəzərdə tutulur. 2001-ci ilin payızında aparıcı Internet provayderləri evdə Internetə azad bağlantı quraşdırmaq istəyən tələbələr üçün xüsusi qiymətlər təklif etdilər.

Artıq bir normaya çevrilmiş virtual aləm tədrisdə bürokratik prosedurları asanlaşdırmağa və hər cür maneələrdən xilas olmağa imkan verir: kağızsız idarəetmə, seminarlara yazılma, yoxlama işləri, imtahanlar, video-konfranslar, professor və müəllimlərlə On-Line məsləhətlər.

Çox vaxt bir məmurun "vizasını" aldıqdan sonra, başqa bir dövlət orqanına yollanmaq lazım gəlir. One-Stop Service bu problemi də həll edir. Vətəndaşların məktubları məmurlar və hətta müxtəlif şöbələr arasında elektron şəkildə ötürülür. Vətəndaş möhürlü kağız sənəd kimi eyni qüvvəyə malik rəsmi cavabı E-mail ilə alacaq.

XX əsrin son ili "Elektron hökumət" in yaranması ili kimi qeyd edildi.

Avstriyada yeni informasiya texnologiyaları sahəsinə ilk cıgırı açanlar Vyana İqtisadiyyat Universiteti və Linse şəhərində yerləşən Kepler Universiteti oldu. Vyana Universitetində tələbələrin 30%-dən çoxu məşğələlərə və seminarlara Internet vasitəsilə yazıldı. (Avstriyada gimnaziyaları bitirəndən sonra ali təhsil müəssisələrinə qəbul, qəbul imtahanı verilmədən aparılır.)

Kataloniya Açıq Universitetində veb-tələbələrin sayı 1995-ci ildə 400 nəfərdən 2000-ci ildə 20 minədək artmışdır. Hagen şəhərində (Almaniya) yerləşən universitet 26 ildir ki, virtual tədrisdə birinciliyi qoruyub saxlayır və hazırda orada 60 min tələbədən 10 mini Internet vasitəsilə təhsil alır.

Distant təhsilə yaxşı bir nümunə kimi Böyük Britaniyada Milton Keynes Açıq Universitetini göstərmək olar. Universitetin dünyanın dörd bir yanından 200 min veb-tələbəsi var, 1992-ci ildə isə Vyana da filialı açılmışdır. Açıq universitetin tələbələri müəllimlərlə Internet vasitəsilə ünsiyyət qurur, bundan başqa CD ROM-da təqdim olunan tədris materiallarını öyrənirlər. Hər altı həftədən bir tələbələr birgə məşğələlər üçün auditoriyalarda görüşür, ildə bir dəfə isə birgə praktika keçirlər.

Milton Keynes Universitetində ənənəvi tədris üsullarını əvəz edəcək "T171" tədris kursu işlənilib hazırlanaraq tətbiq olunur. Bu kurs çərçivəsində tədris Internet vasitəsilə həyata keçirilir: hər bir tələbə öz müəllimlə E-mail vasitəsilə daimi əlaqə saxlayır.

Tam uğura hələ çox var. Müvafiq qanunvericilik aktlarının qəbul edilməsi lazımdır. Nəzərə almaq lazımdır ki, müxtəlif ölkələrdə kommunikasiya (Internet) vasitələrinin inkişafı, hökumət idarələrinin uyğun proqram sistemləri (uçot, kargüzarlıq və verilənlər bazası sistemləri) və kompüterlərlə təchiz olunması müxtəlif səviyyədədir. Bu sahədə aparıcı ölkələrdən biri Avstriyadır.

"AVROPADA E-AUSTRIA"

14 aprel 2000-ci il tarixində Avstriya hökuməti 5 il müddətində həyata keçirilməsi nəzərdə tutulan "E-Austria in E-Europe" proqramını dərc etdi. Layihənin əsasını elektron təhsil və "Elektron hökumət" təşkil edirdi. "Elektron hökumət" xidmətlərindən yararlanmaq üçün təkcə yazıb-oxumağı deyil, həm də kompüterdən istifadə etməyi bacarmaq lazımdır. Buna görə də Avstriya hökuməti yaşlı nəslin təhsili məsələlərinə ciddi diqqət yetirir.

26 sentyabr 2000-ci il tarixində hökumət "Avstriyanın virtual bazarı" layihəsini təqdim etdi. Artıq Internetdə siyasət, idarəetmə, hüquq, iqtisadiyyat, texnika, ətraf mühit, təhsil kimi sahələrdə informasiya almaq üçün azad giriş yaradıldı.

2003-cü ilin ortalarında hər bir avstriyalı sosial və tibbi sığorta vəərəşini əvəz edəcək plastik kart (vətəndaşın elektron kartı, ing. "chipcard") aldı. Bu kartların işlənilib hazırlanması layihənin əsas bəndlərindən birini təşkil edirdi. Bu işdə Avstriya tək deyil. Əksər Avropa ölkələrində də vətəndaşlar üçün elektron kartlar hazırlanır.

"Elektron hökumət" xidmətlərinin tam miqyasda tətbiqi, müvafiq dövlət idarələrinin işçiləri üçün kifayət qədər yüksək tələblərin qoyulmasını nəzərdə tutur. İşçi öz sahəsində mütəxəssis olmaqla bərabər kom-

püter və departamentdə istifadə olunan proqram təminatı ilə də işləməyi mükəmməl səviyyədə bacarmalıdır. Dövlət idarələrinin bütün işçiləri kompüterdə iş bacarmasını təsdiqləyən ECDL (ing. "European Computer Driving Licence") sertifikatı almalıdırlar. Bu məqsədlə imtahanlar keçirilir; bu imtahanları keçməyənlər tutduqları vəzifəyə buraxılmayacaqlar. Hər kəsin kompüter savadı olmalıdır. Buna görə hər bir vətəndaş istədiyi zaman ECDL sertifikatı ala bilər.

2001-ci ilin sonunda On-Line rejimində vergi bəyannamələrinin təqdim edilməsi və vergilərin çıxılmasının pilot-layihəsi başlandı. Avstriyanın Maliyyə Nazirliyi 2003-cü ildən gec olmaq şərtilə bütün Avstriya vətəndaşlarına sistemə sərbəst müraciət təmin etməyi nəzərdə tuturdu. Artıq 2004-cü ildə müxtəlif sənədlərin böyük bir hissəsi (pasport, sürücülük vəsiqəsi və s.) şəbəkə vasitəsilə qeydiyyatdan keçirilir. 2005-ci ildə əhaliyə istənilən xidmətlər şəbəkə vasitəsilə göstərilirdi.

One Stop Service xidmətlərindən istifadə etmək üçün ölkənin bütün vətəndaşları (evdə və iş yerində) Internetə geniş və sərbəst çıxışla təmin olunmalıdır. Internetə çıxışı olmayanlar üçün isə açıq kompüter terminalları yaradılacaq. Paralel olaraq əlillər üçün də proqramlar inkişaf etdirilir. Məsələn, hazırda korlar üçün ECDL üzrə layihə işlənilib hazırlanır.

ELEKTRON KİTABXANALAR

Adi çap nəşrlərini onların elektron forması ilə əvəz etmək ideyası çoxdan yaranıb. Yazıçı-fantastlar bunu dəfələrlə təsvir ediblər. Apple şirkətinin prezidenti Con Skallinin (John Skally) 90-cı illərdə Moskvaya ilk səfərində Moskva Dövlət Universitetində oxuduğu mühazirə zamanı o vaxtlar hələ mövcud olmayan üçölçülü grafikla ilə yanaşı oxumağı bacarmayanların təlim keçməsi üçün nəzərdə tutulmuş danışan elektron kitab-

lar nümayiş etdirilən futuristik bir reklam çarxı da göstərilmişdi.

Lakin elektron kitabxana ideyasının tətbiqi üçün elektron kitabların harda və necə öldə edilməyini bilmək lazımdır. Elektron kitabxanalara necə abunə olmaq olar? Bunun qiyməti nədir? Necə oxumaq olar? Sonuncu suala cavab vermək daha asandır – kompüterin monitorundan. Lakin çoxları iş gününün sonuna kompüterdən cana gəlir. Bundan başqa,



Alan Key.



Alan Key 1968-ci ildə kitabı əvəz edən ilk portativ interaktiv kompüter – DynaBook-u işləyib hazırladı. 1981-ci ildə isə ilk dəfə olaraq ədəbiyyatla, yəni elektron kitabların satışı ilə məşğul olmağı planlaşdıran Xanadu işçi qrupu yaradıldı.

belə qıraət rahat deyil; birincisi, gözlər yorulur, ikincisi isə metro və ya avtobusda oxumaq olmur.

Buna görə alternativ kimi PocketPC, PDA (personal digital assistant – “fərdi rəqəmli köməkçi”) – cib ölçülərində cəmi 200 qr çəkisi olan elektron yazı kitabçalarını göstərmək olar (Düzdür, bahalı olduqlarından elektron yazı kitabçaları o qədər də geniş yayılmayıblar). Bu cırdanının yaddaşında onlarla kitab, telefon kitabçası, elektron poçt, kiçik verilənlər bazaları, elektron cədvəllər, oyunlar və s. saxlana bilər. Təbii ki, bu “əl” kompüterlərindən böyük əksəriyyətini İnternetə qoşmaq olar.

XX əsrin sonunda artıq elektron-kitab adlandırılma biləcək qurğular istehsal olunurdu. ABŞ-da elektron kitabların oxunması üçün xüsusi qurğu işlənilib hazırlanarkən onlarda elektron kitab mağazası ilə pullu bağlantı da nəzərdə tutulub. SoftBook Reader qurğusu (SoftBook Press şirkəti) üzlüyü təbii dəridən olan noutbuka bənzəyir (çəkisi 1,3 kq, ekranın ölçüsü – 20x15 sm).

Elektron-kitabın qiyməti SoftBookstore kitab mağazasının 2 illik abunə xidmətilə (ayda 20 dollar) birlikdə bir



neçə yüz dollara çatırdı. Kitabın yaddaşı 5000 səhifəyə kimi mətn saxlaya bilər, batareyaları isə 5 saat qıraət üçün kifayət edirdi. Hər alıcıya 100 klassik bədii əsər pulsuz verildirdi. Qalan kitablar üçün isə o, pul ödəyirdi (orta qiymət 10-25 dollar idi).

Rocket eBook-un (NuvoMedia şirkəti; çəkisi 600 qr, displeyi 11,5x7,5 sm) qiyməti SoftBook Reader-dən daha ucuzdur. Batareyası bir sutkadan artıq müddətdə işlək vəziyyətdə qalır, yaddaşının tutumu isə 3 min mətn səhifəsindən bir qədər çoxdur. Rocket eBook dəstində alıcı hədiyyə kimi “Alisa Möcüzələr ölkəsində” və 75 min söz həcmində olan Random

House Webster's eDictionary kitablarını alırdı.

XXI əsrdə elektron kitablar (oxuma qurğuları) demək olar ki, hər gün daha da təkmilləşir. Təbii ki, İnternet-mağazadan elektron kitabı yükləmək adi kitabı almaqdan daha ucuz başa gəlir. Şəbəkədən alınmış kitabların, adətən, sürət çıxarmaya qarşı müdafiəsi olur. Bəzən bu müdafiə o qədər sort olur ki, kitabın oxunmasını çətinləşdirir və ya ümumiyyətlə qeyri-mümkün edir.

1971-ci ildə İllinoys Universitetinin (ABŞ) professoru Maykl Hart (Michael Hart) “Qutenberq layihəsi”ni işləyib hazırladı.

Xerox Sigma V (Material Research laboratoriyası) kompüterində bir saat işləməyin qiyməti 70 ABŞ dollarından baha idi. Lakin belə bahalı maşın heç də hər zaman işlə tam yüklənmirdi. Onda Maykl Hart maşında hesablamalar aparılmıyanda onun “kitabxanalarında” olan məlumatın saxlanması, ötürülməsi və axtarışı üçün bir üsul təklif etdi.

“Qutenberq layihəsi”nin əsas tezişi ondan ibarət idi ki, kompüterə daxil olunmuş hər bir informasiyanın qeyri-məhdud sayda surətini çıxarmaq olar. Müəllif bu xüsusiyyəti – *replikasiya texnologiyası* (ing. replicator technology)



Harvard məzunu Teodor Nelson (Theodor Nelson) 1965-ci ildə Xanadu layihəsi daxilində dünya ədəbiyyatının toplanması üçün əsas olan *hipermətn* (hypertext) terminini irəli sürdü. Layihənin məqsədi elektron kitab arxivlərinə rahat qoşulmanı təşkil etmək idi. Bu zaman müəllif hüquqları pozulmur və müəllif qonorarının hesablanması sistemi işləyirdi. Əslində bu, elektron kitab mağazasının ilkin nümunəsi idi. Xanadu 1988-ci ildə Autodesk şirkətinin qurucusu Con Uokerdən (John Walker) maliyyə dəstəyi aldı. Lakin 1992-ci ildə dünya hörmətli torunun meydana gəlməsi ilə layihə, demək olar ki, unuduldu.

adlandırıldı. İstənilən insan, harda olmasından asılı olmayaraq, elektron kitabı (şəkil və ya səs daxil olmaqla) maşında saxlanan hər bir məlumatı öz kompüterinə köçürə bilər.

Buna görə də istənilən kompüter platformasında oxuna bilinməsi üçün, ən sadə elektron mətn formatı (ASCII) seçildi.

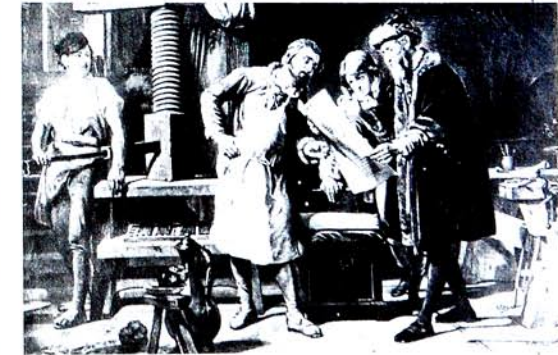
Həmişə aydın idi ki, layihənin parlaq gələcəyi var, lakin proses çox asta tempi ilə gedirdi. 90-cı illərin əvvəllərinə sadəcə bir neçə yüz mətn toplanmışdı. İnternetin inkişafı “layihəyə” tək oxucuları deyil, həmçinin könüllü mürəttib-operatorlar ordusunu cəlb etdi. Maqnit informasiya daşıyıcılarının qiyməti də bir xeyli ucuzlaşdı. Mətnlərin sayı sürətlə artmağa başladı.

Lakin pulsuz işçi qüvvəsinə arxalanan bu layihə yalnız klassik əsərlərin



Teodor Nelson.

Johann Qutenberq – kitabın çapının alman əsrarçası (solda). Maykl Hart (sağda).





"Müəlliflik hüququ" (ing. copyright) anlayışı hərfi mənada "surət köçürmə hüququ" deməkdir. Sadəcə dillə desək, müəlliflik hüququ əslində müəlliflik hüquqları ilə qorunan məhsulun bir nüsxəsini almış şəxsə deyil, bu hüququn sahibinə aid olan köçürmə hüququdur.

yayılmasını nəzərdə tuturdu. Ona görə də mətnlərin orijinala tam dəqiq uyğun gəlməsi xüsusilə aktual idi.

Professor Hart yazırdı: "Bizim məqsədimiz əksər oxucuların nəzərində 99,9% dəqiq olan elektron mətnlər hazırlamaqdır."

Buna baxmayaraq, "Qutenberq layihəsi" müxtəlif ölkələrdə bir çox dövlət məktəblərinə kitabxanalarını minlərlə klassik ədəbiyyat nümunələri ilə zənginləşdirmək imkanı yaratdı.

INTERNET VƏ CƏMİYYƏT

Böyük kəşflər və ixtiralar cəmiyyətə ciddi təsir göstərərək, onun simasını həmişəlik dəyişir. Məsələn, təkər, kitab çapı, dəmir yolu, elektrik cərəyanı, televiziya və kompüter belə ixtiralarındandır. Onlardan bəzilərinə bəşəriyyət dərhal qiymətləndirdi, digərlərinin dəyəri isə əsrlər keçdikdən sonra başa düşüldü.

İnternet, yəqin ki, XX əsrin ən parlaq ixtiralarından biridir. Qısa bir müddət ərzində o texnoloji hadisədən sosial bir hadisəyə çevrildi. Qlobal kompüter şəbəkəsinin qurulmasını müəlliflər dünyaya inqilabı kimi qiymətləndirmək olar.

İnternet günbəgün deyil, sözün əsl mənasında, dəqiqədədəqiqə inkişaf edən bir planetar strukturdur. O, istənilən tip informasiyanı – adi mətn, şəkil, audio və videoinformasiyanı yaymaq üçün ən əlverişli və ucuz vasitədir.

Kopirayt bütün kompüter kitabxanalarının (belə layihələr dünyanın başqa ölkələrində də mövcuddur) qarşısında duran problemlərdən biridir. Çox vaxt bu, heç də müəlliflik hüquqlarının deyil, sadəcə müəllif işinin köçürülməsi hüquqlarının başqaları tərəfindən istifadəsini təmin edir. Bu gün məhz bu məsələ Maykl Hartı narahat edir.

Müəllif əsərlərinin hər kəs üçün açıq olması müddətinin artırılması (ABŞ-da əvvəl 14, sonra 28 və nəhayət, bu yaxınlarda 70 il) qəmlı düşüncələrə gətirməyə bilməz. Kopirayt şərtlərinin sərtləşdirilməsi ümumi elektron kitabxanaların mövcudluğunu şübhə altına qoyur. Belə davam edərsə, tezliklə bütün informasiya kopiraytın təsiri altına insan ömründən uzun olan bir müddətə düşə bilər.

Əgər yaxın keçmişdə fərdi kompüter hesablamalar və sənədlərlə işləmək üçün istifadə olunurdusa, indi o, insanlar arasında kommunikasiya vasitəsi, dünyanın hər yerindən istənilən informasiyanı əldə etmək və hətta biznes fəaliyyəti göstərmək üçün də bir alətə çevrilmişdir. Şübhəsiz, gec və ya tez İnternet hər evə gələcək.

INTERNET VƏ TELEVİZİYA

Hər bir yeni ixtira ilə müəyyən dəyişikliklər əlaqələndirirlər. Fotoqrafiya meydana gəldikdə deyirdilər ki, o, rəssamlığı əvəz edəcək; kinematografin isə teatrı sıxışdırıb çıxaracağından ehtiyat edirdilər. Bir vaxtlar hesab edirdilər ki, televiziya radionun yerini tutacaq, lakin bu baş vermədi. İnternetlə də vəziyyət belə deyilmi?

Sosioloji tədqiqatların nəticələri göstərdi ki, sorğuda iştirak edənlərdən evində İnterneti olanların təxminən üçdə biri vaxtını televizor qarşısında deyil, şəbəkədə keçirməyə üstünlük verir. Cəvabların təxminən yarısı bu cür fikirləşir. İnternetdə olan və eyni zamanda televiziya baxanların sayı rəyi soruşulanların 10%-ni təşkil edir.

İnternetin televiziyanı tamamilə əvəz edəcəyindən danışmaq olarmı? Buna hələ çox var. Gələcəkdə də bunun baş verəcəyi güman edilmir, çünki, nəzərə almaq lazımdır ki, şəbəkədən informasiyanın əldə olunması vaxt sərfi, müəyyən qədər səy və diqqət tələb edir. Eyni zamanda televiziyanın üstünlüklərindən biri də odur ki, insan evə gəlib kürsüdə rahat əyləşərək iştirahət edir və televiziya göstərilən verilislərə baxır. Amma indi artıq bəzi televiziya kanalları öz proqramlarını şəbəkədə təklif edir.

INTERNET VƏ KİTABLAR

Belə fərziyyə var ki, İnternet kitabları sıxışdıraraq onların yerini tutacaq. İndi buna bir sıra faktorlar mane olur. Birincisi, kitabları kompüterin monitorundan oxumaq narahatlığının olmasıdır. Elektron mətni oxumaq üçün portativ qurğuların mövcud olmasına baxmayaraq, (heç bir şübhə yoxdur ki, onlar məhz portativ olmalıdır) onların ekranlarının çözümlülüyü (ing. resolution) kifayət qədər yüksək deyil. Nəşriyyat sistemlərində istifadə olunan xüsusi yüksək çözümlülükli monitorlar isə çox yer tutur və olduqca bahadır. İkincisi, elektron nəşrdə müəllif hüquqları axıra qədər işlənməyib. İstənilən halda yalnız müəllif öz əsərinin yayılması şərtlərini təyin edə bilər. Buna görə də icazəsiz köçürməyə qarşı etibarlı müdafiə olmalıdır.

XX əsrin axırlarında məşhur yazıçılar – amerikalı Stiven Kinq (Stephen King) və ingilis Frederik Forsayt



(Frederik Forsayt) öz növbəti kitablarını yalnız elektron şəkildə nəşr etdirdilər. Axı kitabı İnternetdən yükləmək üçün simvolik bir məbləğ ödəmək lazım idi. Ola bilər ki, zaman keçdikcə kağızda yalnız xüsusi hədiyyə və ya kolleksiya üçün nəzərdə tutulan kitablar çap olunsun. Elektron kitabların üstünlükləri aşkardır: çatdırılma sürəti (kitabxanaya və ya mağazaya getmək lazım deyil), kiçik həcm (çoxcillidli əsərlər toplusu balaca bir diskdə yerləşir), məndə rahat axarış. Başqa vacib məsələlərdən biri də odur ki, kağız nəşrlərin ümumi həcmimin azalması məşərləri kəsilməkdən xilas etməyə imkan verəcək.

Bu ekran görüntüsü bir pəncərənin digər üzərində açılmasını nümayiş etdirir.



Stiven Kinq.

INTERNET VƏ KÜTLƏVİ İNFORMASIYA VASİTƏLƏRİ

İnternetlə təklif olunan texnologiyalar KİV-də maksimal effektiv inkişaf və tətbiqə gətirdi. Bu, bir neçə səbəblə izah olunur, onlardan biri – operativlikdir. Müəllifdən başqa televerilişin hazırlanmasında operatorlar, rejissorlar, səs rejissorları, səhnə işıqçısı, montajçı və başqaları işləyirlər. Qəzet məqalələri üzərində müəllif, redaktor, korrektor,



Frederik Forsayt.



INTERNETDƏ 2010-cu İLİN SƏHƏRİ

Müasir informasiya texnologiyaları həyatımıza nə gətirdi? İlk növbədə onlar insanları Internet adlanan bir cəmiyyətdə birləşdirdi. Bəzilərini global kompüter şəbəkəsinin xidmətlərindən hələ də istifadə edə bilməməsi eyib etməz. Internetin hər evə, hər ailəyə gəlişi uzaqda deyil. Bu, bir neçə ilin işidir. Bəs bu necə baş verəcək? Gəlin, bir qədər xəyala dalmaq.

Adi bir şəhər. Ata, ana və iki uşağıdan ibarət adi bir ailə. Ata zavodda mühəndis işləyir, ana modelyerdirdi. Qız universitetdə oxuyur. Oğlan isə məktəbə gedir və kompüter dälisidir.

Səhərdir. Ailə yuxudan oyanır. Birinci, həmişə olduğu kimi, ata oyanır. Dərhal da qəzetə əl atır. Lakin poçt qutusu yoxlamaq üçün aşağı düşmür, qəzet köşkünə də getmir. O, nazik yastı ekranı götürüb səhər xəbərlərini oxuyur. Ata barmağı ilə ekrana toxunur. Növbəti səhifəni nəzərdən keçirir. Yenə toxunur – başqa bir qəzet. Səhifələrlə bir-birini sürətlə əvəzləyir. Sevimli zavodu haqqında xəbərlər toplusu. Elektron qəzeti oxuduqdan sonra ata onu bükərək pijamasının cibinə qoyur.

Bu da ana, o saat 9.00-da işdə olmalıdır. O tələsir. Uşaqların otağında onun holografik təsviri yaranır.



rəssam çalışır və onu çap etmək və oxuculara çatdırmaq lazımdır. Buna xeyli vaxt sərf olunur. Internetdə isə informasiya bir neçə dəqiqə ərzində yerləşdirilərək birbaşa oxucunun iş yerinə çatdırılır. Qəzet və jurnallardan fərqli olaraq, Internetdəki materiallar həmişə aktualdır və real vaxtda yenilənə bilir (qəzetdə informasiyanın minimal yenilənmə müddəti bir gündür). Internetdə

qəzetin elektron versiyasının yerləşdirilmə qiyməti, onun kağız analogunun çap olunma qiymətindən azdır (kağıza, poliqrafiya və nəqliyyat xərclərində xeyli qənaət olunur).

Internet gələcəkdə interaktivliyi (oxucularla sürətli və daimi əks əlaqə imkanları), operativliyi və çevikliyi nəticəsində ənənəvi informasiya vasitələrinə xeyli sıxışdıracaq.

O, uşaqları mətbəxə çağırır. Hamı səhər yeməyini yeyir. Eyni zamanda VEB-TV-də – Internet-televizordakı xəbərlərə baxırlar. Bütün divarı tutan ekranda əsas verilənlər başqa bütün vəzib xəbərlər hərəkət edən satır şəklində yazılır, künkədə isə hava haqqında məlumat və müxtəlif reklamlar göstərilir. Onlar artıq veriliş yarımqıç kəsəmədən televiziya yuxarı hissəsində bir kənarda sadəcə "asılırlar".

Xəbərlər ürakəcan deyil. Kibercinayətlərin sayı artmaqdadır. Proqramlar və verilənlər bazaları oğurlanır. Ekrandan diktör yenə ev kompüterlərinə soyğunçu hücumlar edərək ailə verilənlər bazalarını məhv edən cinayətkar bir qrup haqqında məlumat verir. Qonşunun bazasında mühafizə sistemi yox idi, ona görə də gecə onu "qaçırırlar". İctimaiyyət informasiya ədaminin təbiqini tələb edir: quldurlar şəbəkədən uzaqlaşdırılmalı və "loginlər"dən məhrum edilməlidirlər. Ata onca il əvvəl olan sakitçiliyi yada salır: əvvəl də soyğunlar olurdu, avtomobillər oğurlanırdı, indi isə artıq kibermühitdə hücum edirlər. Bütün pulları əlinizdən alıb, faylları pozurlar. Avtomobillər və insanların özləri artıq heç kimi maraqlandırmır. Daha əvvəlki cinayətlər yoxdur. Ana narazı-narazı başını yelləyir, uşaqlar şəbəkəyə gecə tək çıxmayacağına və "fayrvol"u (daxili şəbəkəni qoruyan mühafizə sistemi, ing. firewall) heç kimə

çatmayacağına söz verirlər.

Ana səhər yeməyini bitirir və iş yerinin yerləşdiyi otağa keçir. Burda o, yeni geyim modellərinin layihələşdirilməsi məşğul olur. Ana kompüterini qoşur. Moda aləmində nə yenilik var? Sifarişlərin gəldiyi poçtu yoxlayır. Məktublara cavab yazır. Sifarişçilərlə söhbət edir. Yeni fransız kolleksiyasından olan paltarın üçölçülü holografik modelinə baxır. Budur öz modelinin ülgüsü ekrandadır. Ana maşına komanda verir: "Yığılıq". Modelin hazır görünüşü ekranda əmələ gəlir. Paltarın qolunu bir qədər düzəldək, ülgünü dəyişək. Ana əllərlə hərəkətlər edir, model isə öndən, arxadan göz önündə dəyişir. Materialı, rəngi dəyişək. Hər şey hazırdır. Tıkmak olar. Model istədiyi kimi alını.

Budur sifarişçi ekranda göründü. Tələsdirir. Ana onu sakitləşdirir.

Sifarişçi Hindistandır, öz iş otağından paltarın üçölçülü modelinə baxır. Çox razıdır. Onların hər biri öz ana dilində danışır, avtomatik tərcümə pisi deyil. Ödəniş haqqında razılıqlar. Budur pullar şəbəkədən birbaşa olaraq ananın hesabına daxil oldu. Ana ülgünü Hindistana göndərdi. Paltar orada tikiləcək. Artıq sifariş yerinə yeritildi. Ana azaddır.

Oğul səhərdən artıq Internetdədir. Tapşırığını yerinə yetirir. Barəsində inşa yazacağı filmi axtarır (fikir verin, kitab deyil, məhz kinofilmi). Tapdı. Atasının yanına qaçır. Deyir ki, baha deyil. Məktəbdən tapşırıqlar. Ata razılıqlaşır. Filmin pulunu birbaşa Internetdən ödəyir. Oğul sevincək onu şəbəkədən yükləyir, sonra oturub baxır.

Onun 18 yaşlı bacısı öz kompüterindən Internetlə səsli məktublar göndərir. Eyni zamanda bu parəstikənnə məktub göndərmək lazım olanda bu çox əlverişlidir. Məktublara yeni şəkillərini də əlavə edir... Roma hüququnu öyrənmək ələ danıxdırıcıdır ki. Nə maraqlı şəkil,

nə də filmlər var. Yeni kosmetika kataloqlarına baxmaq əlbəttə ki, daha maraqlıdır. Onu maraqlandıranları qeyd edib şəbəkədən sifariş edir. Tezliklə poçtla göndəracaklar. Eyni zamanda o, özü kimi gənclərlə anonim gəpə söhbət edir, amma özünü 60-yaşlı bir qadın kimi təqdim edib bədbəxt sevgi yaşayan oğlanları sakitləşdirir. Bu onu çox ağıllandırır. Lakin, o bilmir ki, sevgi haqqında söhbətdə iştirak edən 5 nəfərdən yalnız birinin 18 yaş var. İkisinin yaşı çoxdan 50-ni keçib, digər iki nəfərin isə hələ heç 14 yaşı yoxdur. Gəp çox məzəlidir. Burda hər kəs özünü bu gün necə istəyirsə elə təqdim edə bilər.

Ata kompüter arxasındadır. Çertyojlar üzərində fikirləşir. O məzuniyyətdədir, lakin işsiz dura bilmir. Çertyoj düzəldi. Modelin hesablanması sonraya saxladı. Deyəsən hər şey yaxşıdır. Bərdən zavoddan Internet-telefonla təcili zəng gəlir. Zəng edən direktordur. Təcili məsləhət lazımdır. Ata zavod müdiriyyətinin keçirdiyi telekonfransa qoşularaq digər iştirakçılarla birlikdə vəzib bir məsələni müzakirə edir. Yarımla saat keçdi. Problem həll olundu.

Ata oğlunun yanına gedir və onu oyun arxasında tutur. Sən demə kinofilmi pulsuz oyun da əlavə olunmuş. Uşağın əsl məqsədi elə bu idi. Ata çox narazıdır. Oğlunu cəzalandırır. Onu şəbəkədən uzaqlaşdırma şərtlə bir həftə təbiət qoynuna göndəriləcək gözləyir.

Ana razı halda otağa daxil olur. O, sifariş yerinə yetirdiyini və bir həftəlikinə həyat yoldaşı və uşaqları ilə birlikdə dəniz kənarında dincəlmək istədiyini deyir. Ailə kompüter qarşısındadır. Təcili bilət, mehmanxanada otaq, taksi sifariş edirlər. Ailə tez yır-yığır edir. Taksilə gəlir, hamı artıq küçədədir. Maşına əyləşən kimi öz portativ kompüterlərini qoşurlar. Onlar yenidən şəbəkədədir.

Günortadır. Gün davam edir – Internetdə 2010-cu ilin bir günü.

INTERNET VƏ QANUN

Telekommunikasiya və kompüter texnologiyalarının, xüsusilə də Internetin inkişafı ilə kibercinayət adlanan məvhum meydana gəldi: kompüterdəki informasiyaya icazəsiz müraciat, veb-səhifələrin işini qəsdən pozma, Internetdə maliyyə fırıldaqları, kompüter quldurluğu və digər müəlliflik hüququ

pozuntuları, virusların yayılması, insanlara nifrət aşılayan ideologiyaların təbliği.

Praktiki olaraq istənilən dövlətin müasir cinayət qanunvericiliyində cinayətin texniki vasitələrdən (şəbəkə və kompüter məhz texniki vasitələrdir) istifadə etməklə törədilməsi ağırlaşdırıcı hal hesab olunur və cəzaları artırır.



İNTERNET ASILILIĞI

İnternet – əlaqələrin genişləndirilməsi üçün unikal vasitədir, lakin o, tam mənada insan ünsiyyətini əvəz edə bilməz. İnternetlə artıq dərəcədə maraqlanan insanlar bəzən reallığın sərhədlərini itirirlər. Bu İnternet asılılığına və ya sağlamlığı (fiziki və psixoloji) ciddi təhlükə yaradan addisiyaya gətirir. İnsan öz aludəliyi qarşısında aciz olur: iradə zəifləyir və asılılığa müqavimət göstərməyə imkan vermir. Şəxsi səviyyədə münasibətlərə ciddi ziyan dəyir. Belə asılılıq özünü onların davranışında, diqqətini daim İnternetdə

cəmləşdirməklə reallıqdan uzaqlaşmaqda göstərir. Bu, intensiv emosiyaların artması ilə müşayiət olunur. Göstərilən proses insanı o dərəcədə əsir edir ki, onun həyatını idarə etməyə başlayır. İnternet zaman, güc, enerji və emosiyaları bütünlüklə ələ almaqla dostluğu, məhəbbəti əvəz edir.

İNTERNET VƏ SİYASİ HƏYAT

İnternet bir necə il ərzində dar ixtisaslı kompüter mühitindən qüdrətli informasiya fəzasına çevrildi. Şəbəkə informasiya mübadiləsi və ünsiyyət vasitəsi kimi çıxış edərək siyasi təbliğat üçün özünəməxsus tribuna rolunu oynayır. Rusiyanın siyasi partiyalarına məxsus ilk sayt 1996-cı ildə "Demokratik ittifaq" partiyasının informasiya xidməti tərəfindən açılan DS.ru saytı oldu.

1999-cu ilin payızında parlamenti seçkiləri İnternetdə siyasi fəaliyyətin əhəmiyyətli dərəcədə aktivləşməsinə səbəb oldu. Praktiki olaraq bütün partiya və hərəkatlar Şəbəkədə öz səhifələrini açmağa çalışırdılar. Elə o zaman, ilk dəfə seçkiəbağı kompaniyanın gedişatını və seçkilərin nəticələrini işıqlandıran xüsusi informasiya resursları mey-

dana gəldi. Onlardan bəzilərində bu və ya digər siyasi qüvvə haqqında sensasiyalı materiallar yerləşdirilirdi. Televiziya ekranları və müxtəlif nəşrlərin səhifələrədən ölkəni sarsıdan siyasi qalmaqallar İnternet səhifələrində davam edirdi.

Öz saytının olması siyasi imicin vacib atributuna çevrildi. Məsələn, RF hökuməti – www.government.gov.ru, Dövlət Duması – www.duma.ru, Rusiya Federasiyası prezidentinin xüsusi saytı var – president.kremlin.ru.

İNTERNETDƏ SÖZ AZADLIĞI VƏ SENZURA

İNTERNET VƏ SÖZ AZADLIĞI

Söz azadlığı – demokratik cəmiyyətin əsaslarından biri olub, insanların əsas hüququ və bütün azadlıqların təməlidir. İnternetin meydana çıxması ilə informasiyanın əldə olunması və yayılması üsulları radikal şəkildə dəyişdi. İnformasiyanın ötürülməsi üçün əvvəlki vasitələrdən fərqli olaraq, İnternet kompüterləri və şəbəkəyə qoşulma imkanı olan hər kəsə bütün dünyada olan insanlarla dərhal əlaqə yaratmağa imkan verir. İnternet dövlət sərhədlərini aşır və azad informasiya axınının yolunda duran maneələri aradan qaldırır. Bu texnologiya təkcə qloballığı ilə seçilmir, o, informasiyanın yaradılması və yayılması üzərində nəzarəti ayrı-ayrı şəxslərə verir.

İnternetdə söz azadlığı dedikdə "heç bir dövlət orqanı informasiya resurslarının məzmununu nəzarətlənməlidir" – anlayışı başa düşülməlidir.



Hər bir insanın etiqad azadlığı və bunu azad şəkildə ifadə etmək hüququ var; bu hüquq maneəsiz şəkildə öz etiqadına sadiq qalmaq, istənilən üsullarla və dövlət sərhədlərindən asılı olmayaraq informasiya və ideyaların axtararaq, əldə etmək və yaymaq azadlığını nəzərdə tutur.

İnsan haqlarının ümumi bəyannaməsi, maddə 19.

İnsanın əsas hüquqlarından biri də göstərilən biliklərə, intellektual fəallığa və yaradıcı fikrə müraciət etmək, həmçinin öz fikirlərini açıq söyləməkdir. Hər bir şəxs öz kompüterinə əsasız informasiya yerləşdirə və arzu edən hər kəsə ondan istifadə etməyə icazə verə bilər, bir şərtlə ki, belə informasiyanın yayılmasına beynəlxalq qanunvericilik və ya həmin ölkənin qanunvericiliyi tərəfindən qadağa qoyulmasın (qanunlar dövlət sirrini qoruyur, sosial, irqi, milli və dini zəmində ziddiyyətin yaradılmasını qadağan edir). Bunun üçün radio və televiziya yayımından fərqli olaraq icazə və ya bildirən sənədləri lazım deyil. Bu hüquqlara başqa insanlar, təşkilat və ya dövlət tərəfindən müdaxilə edilməsi – vətəndaşların yaradıcılıq azadlığı və şəxsi həyatına qarışmaq deməkdir.

İnformasiyaya kütləvi və maneəsiz müraciət faydalıdır, çünki informasiyaya malik olub ondan düzgün istifadə etmək bacarığı iqtisadi, sosial və mədəni inteqrasiyanı inkişaf etdirir, demokratik dəyərlərin bərqərar olmasına kömək edir.

PROQRAMÇI ÖZ SOYADINI SAYTININ ADI İLƏ ƏVƏZ ETDİ

İsrail proqramçısı Tomer Krissi öz soyadından narazı idi. Onun fikrincə soyadları bir arxivizmdir və yalnız tarixi əhəmiyyət kəsb edir. Tomer istəyirdi ki, onun necə adlanmasında bir mənə olsun. Bir qədər say göstərərək, o, Tomer.com adına yeni pasport ala bildi.

İndi proqramçı iddia edir ki, həmsöhbətinin ona aid bütün lazımi informasiyanı tapa biləcəyi şəxsi saytının olduğunu başa düşməsi üçün sadəcə özünü təqdim etmək kifayətdir. Belə soyad ona son dərəcə yararlıdır: bir müddət əvvəl o, İnternet asılılığından əziyyət çəkirdi və sutkanın 12 saatını Şəbəkədə keçirirdi.





"Kim ki, ani təhlükəsizlik naminə əbədi azadlığını qurban verməyə hazırdır, o, nə azadlığa, nə də təhlükəsizliyə layiqdir".

Bencamin Franklin



SENZURA VƏ İNTERNET



Bencamin Franklin.

Qədim zamanlardan bəri mövcud olan senzura Qərbi Avropada XV əsrdə yaranmışdır. Dövlət formalaşmağa başlayarkən azad olmağa, öz fikirlərini söyləməyə, hakimiyyətin siyasətini tənqid etməyə cəhd göstərən ictimaiyyətə bəzi məhdudiyyətlər arasında mübarizə gedir. Müxtəlif tarixi dövrlərdə senzura adından əvvəlcə kilsə, sonra hökmdarlar, dövlət hakimiyyəti istifadə edib. İnsan hüquqlarına dəyər verilən demokratik dövlətlərdə azadlıqların məhdudlaşdırılmasına cəhdlər hər zaman vətəndaşların etirazı ilə qarşılanır. Anarxiyaya bənzər strukturu ilə Internetin meydana gəlməsi senzuranın problemlərini çətinləşdirdi. Internetin mərkəzləşdirilməmiş xarakteri sayəsində dövlətin bir çox nəzarət vasitələri səmərəsiz və hətta faydasız olur, çünki istifadəçilərin onlardan yayınmaq üçün çoxlu sayda üsulları var.

Internetdə senzuranın yaranmasına səbəb hakirlərin milli təhlükəsizliyə və böyük korporasiyaların təhlükəsizliyinə qarşı yönələn hədələri etik normadan kənar informasiyanın yayılması, intellektual mülkiyyətin məhimsənilməsi, ekstremist siyasi qruplaş-

maların öz ideologiyalarını yaymaq məqsədilə Şəbəkədən istifadə etməsi, həmçinin (narkotiklər, özünə qəsd üsulları barədə) təhlükəli məlumatların açıqlığı və ya yayılması oldu. İctimai dəyərlər baxımından (əksər hallarda həm də qanunvericilik nöqteyi-nəzərindən) Internetdə bu cür materialların yayılması bədnəviyyətlərin bəd əməli kimi qiymətləndirilir.

Hər kəsin nəşr işinə rəhbərlik edə bildiyi vaxtda informasiya yaymaq hüququ yeni bir məna kəsb edir. Internetin özünəməxsus imkanları insan haqları haqqında ən mühüm beynəlxalq sənədlərdə yer tutan "dövlət sərhədlərindən asılı olmayaraq" anlayışına uyğundur. Hakimiyyətin Internetə nəzarət etmək üçün tədbirləri beynəlxalq hüquq normalarına ziddir. Bir ölkədə həyata keçirilən senzura digər ölkədə şəxsiyyətin informasiya yaymaq hüququnun birbaşa pozulmasına gətirib çıxara bilər.

Internetdə senzuranın yaranma təhlükəsinə cavab olaraq şəbəkə birlikləri yaranmağa başladı. "Internetdə azadlıq uğrunda beynəlxalq hərəkət" (Global Internet Liberty Campaign) bütün dünya üzrə söz azadlığı və informasiya oylətorliyini təbliğ edən 45 təşkilatı

özündə birləşdirən ən böyük birlikdir. Başqa bir misal – Internet resurslarından istifadə edilməsinin istənilən şəkildə məhdudlaşdırılmasına qarşı çıxış edən "Sərhədsiz reportyorlar" (Reporters sans frontiers) beynəlxalq şəbəkə birliyidir.

Bu cür təşkilatların üzvləri hesab edirlər ki, mənaiviyyət nöqteyi-nəzərindən mühakimə oluna bilənləri qanunla mühakimə etmək vacib deyil. Onlar ictimaiyyətə belə fikri çatdırmağa çalışırlar ki, cinayətlə Internetə senzura tətbiq etmədən cinayətlərin bilavasitə mənbəyini məhv etmək məmbarizə aparmaq lazımdır. Internet müasir dünyada ən mühüm kommunikasiya vasitələrindən biridir və prinsipcə senzuraya məruz qalmamalıdır.

Internetə azad çıxış məsələsi etik normalara görə yetərli qədər mürəkkəb məsələdir. Hər bir insan özünü və uşaqlarını arzuolunmaz hesab etdiyi informasiyadan qorumaq hüququna malikdir və o, yalnız öz şəxsi kompüterində istədiyi hər şeyi süzgəcdən keçirə bilər. Əgər hansısa sayt kiminsə xoşuna gəlmirsə, uşaqlarına da bu sayta baxmağa icazə verməyə bilər, amma heç kəsdən bu sayta baxmamağı tələb edə bilməz.

Demokratik ölkələrdə heç bir qanunverici senzura tətbiq edə bilməz. Lakin provayderlər şəxsi kommersiya strukturları olaraq özlərinə məxsus olan disk sahələri və rabitə kanallarından istədikləri kimi istifadə edə, yəni öz informasiya kanalları ilə ötürülən materiallara nəzarət edə bilərlər. Narazı müştərilər isə özlərinə başqa provayder axtara bilərlər. Dövlət ictimai maraqları əsas götürərək, buna haqq qazandırmasından asılı olmayaraq, hər-hansı bir üsulla şəxsi informasiyanı süzgəcdən keçirməməlidir, çünki söz azadlığı sivil cəmiyyətin ən ali dəyəridir.



İNTERNETİN İDARƏ EDİLMƏSİ

Internetin məzmununu ilk nizamlama cəhdləri onun cəmiyyətin həyatına sürətlə nüfuz etməsi eyni vaxta təsadüf edirdi. Artıq 1995-ci ildə ABŞ kommunikasiyalarının adab qaydalarına uyğunluğu haqqında Akt ictimaiyyətə açıqlandı. Bu qanunvericilik aktı Internetlə ötürülən etik normadan kənar materialları qanuna zidd elan edərək cərimədən (10 min dollara qədər) tutmuş azadlıqdan məhrum edilməyə qərar (iki ilcən) cəza təyin edirdi. Əsasən də 18 yaşından kiçik olanlara istənilən təhqiredici materialların göstərilməsi və ötürülməsi üçün interaktiv kompüter xidmətindən şüurlu istifadə xüsusi qadağan olunurdu. Akt 1 fevral 1996-cı il tarixdə qəbul edilmiş və 8 fevral tarixdə prezident Klinton tərəfindən imzalanmışdır. Elə həmin gün vətəndaşların Internet hüquqları üzrə koalisiyası adını almış Amerika vətəndaş haqlarının müdafiəsi birliyinin başçılıq etdiyi bir qrup təşkilat bu aktın konstitusiyaya zidd olması barədə iddia ilə ABS Ali məhkəməsinə müraciət etmişdir. Internetdə senzura qarşı söz azadlığının müdafiəsi məqsədilə geniş miqyaslı kampaniya təşkil olunmuşdu. Məhkəmə aktın ABS Konstitusiyasının söz azadlığını məhdudlaşdıran qanunların qəbul edilməsini qadağan edən birinci düzəlişinə zidd olması barədə qərar qəbul etdi.

İNTERNET QADAĞA

"Sərhədsiz reportyorlar" beynəlxalq təşkilatı Internetə "düşmən" ölkələrin siyahısını yayıb. Bu ölkələrdə məhvedici ideyaların yayılması, müdafiə və milli birliyin təhlükəsizliyinə zərər verilməsi adı altında vətəndaşların Internetə azad müraciəti xeyli məhdudlaşdırılıb və ya tamamilə qadağan olunub. Bu siyahıya Belarus, Vyetnam, İran, Çin, Kuba, Liviya, Səudiyyə Ərəbistanı, Şimali Koreya, Suriya, Sudan, Tacikistan, Türkmənistan, Tunis və Özbəkistan kimi ölkələr daxildir.

Şimali Koreya prezidenti Kim Çen İl ölkəsinin bütün dünyaya qapalı qalması üçün Internetin qadağan edilməsi haqqında qərar qəbul etmişdir. Rejimin rəsmi təbliğat apardığı yeganə sayt isə Yaponiyada qeydiyyatdan keçib.

Kuba lideri Fidel Kastro hesab edir ki, Internet kapitalizmin ictimai fikri idarə etmək üçün istifadə etdiyi bir alətdir. Kubada yalnız xarici turistlər və ya kommunist partiyasının funksionerləri Internetdən istifadə etmək hüququna malikdirlər.

Qədim Çin bütün dünyadan Böyük Çin Səddilə ayrıldığı kimi, sosialist ölkəsi olan müasir Çinin kompüter şəbəkələri də ümumdünya şəbəkəsindən ayrılıb, qoşulmurlar və trafik isə hökumət tərəfindən nəzarətdə saxlanılır. Kommunizm və hökumət əleyhinə Internetdə dərc olunan məqalələrin müəlliflərini təqib edən xüsusi polis bölmələri yaradılıb. Şəbəkədə fərqli düşüncə uzunmüddətli həbslə cəzalandırılır.

Belorusiyada Internetə qoşulma vasitələrini (modem) daxili işlər orqanlarında qeydiyyatdan keçirmək tələb olunur.

Senzura (lat. censeo – "qiymətləndirəm") – mətbuat və kütləvi informasiya vasitələri üzərində dövlət nəzarəti sistemidir.



INFORMASIYANIN QORUNMASI

RƏQƏMLİ ƏSRDƏ MÜƏLLİFLİK HÜQUQU

MÜƏLLİFLİK HÜQUQU VƏ KOMPÜTERLƏŞDİRMƏ

Azərbaycanda müəlliflik hüququ Azərbaycan Respublikasının "Müəlliflik hüququ və əlaqəli hüquqlar haqqında" 8 oktyabr 1996-cı il tarixli qanunu ilə tənzimlənir.

Kompüterlərin insan həyatına sürətlə daxil olması, informasiya texnologiyalarının dinamik inkişafı ilk vaxtlarda qanunvericilərin buna hazır olmadıqlarını göstərdi. Bir müddət kompüter proqramlarına göstəriləcək hüquqi müdafiənin müəyyən edilməsi məsələsi açıq qaldı. Lakin kompüter sənayesinin lazımi səviyyədə inkişafını təmin etmək üçün müdafiənin zəruri olduğu aydın idi.

Hal-hazırda kompüter proqramları (redaktorlar, kompilyatorlar, verilənlər bazası) ömtəə məhsulu statusu almışdır. Məsələn, verilənlər bazası EHM vasitəsilə öldə oluna və emal edilə bilməsi üçün sistemləşdirilmiş verilənlər yığınının (məqalələr, hesablamalar və s.)

təqdim edilməsi və təşkilinin obyektiv formasıdır. Hansı formada təsvir edilməsindən asılı olmayaraq, proqramlar və verilənlər bazası ədəbi əsərlər kimi qorunurlar. Bundan əlavə kompüter proqramlarında müəlliflik hüququnun digər obyektlərdən – ədəbi əsərlər, təsviri incəsənət, kinematografiya, musiqi əsərlərindən istifadə olunur.

Alıcılar müəllifin təyin etdiyi xüsusi şərtlər daxilində maddi mülkiyyətdən fərqli olaraq, intellektual mülkiyyət obyektlərindən, o cümlədən kompüter proqramlarından istifadə edə bilərlər. Bu zaman yalnız informasiya daşıyıcısı, məsələn, proqramın yazıldığı kompakt disk alıcının mülkiyyətinə keçir. Alıcının yalnız arxivləşdirmə məqsədilə proqramın sahiblə razılaşdırılmadan və ona əlavə haqq ödəmədən bu proqramın surətlərini çıxarmaq hüququ var.

MÜƏLLİFLİK HÜQUQU VƏ INTERNET

Yeni informasiya texnologiyalarının inkişafı bütün informasiyanın rəqəmləşdirilməsi prosesinin başlanğıcını qoydu. Internetin yaranması və kütləvi istifadəsi isə informasiyanın

MÜƏLLİFLİK HÜQUQU NƏDİR

Müəlliflik hüququ – elm, ədəbiyyat, və incəsənət əsərlərindən istifadə qaydalarını tənzimləyən vətəndaş hüquqlarının bir hissəsidir. Kompüter proqramları və elektron verilənlər bazası da müəlliflik hüququ obyektləri hesab olunur.

Qorunan əsər yaradıcılıq fəaliyyətinin nəticəsi, insanın intellektual fəaliyyətinin məhsulu olmalı, müəllifin fərdi yaradıcılığını özündə əks etdirməlidir. İntellektual fəaliyyətin nəticələrini *intellektual mülkiyyət* adlandırırlar.

Müəlliflik hüquqlarının subyektləri, yəni əsər üzərində müstəsna hüquqları olan şəxslər hər şeydən əvvəl əsərlərin müəllifləri hesab olunurlar. Bu hüququn daşıyıcıları həm də əsərdən kommersiya məqsədilə istifadə etmək hüququnu almış müxtəlif şirkətlər və ya müəllifin varisləri ola bilərlər.

Müəlliflik hüquqları şəxsi qeyri-əmlak və əmlak hüquqlarına bölünür. Qeyri-əmlak hüquqlarından müəllifə aşağıdakılar aiddir:

- müəlliflik hüququ – əsərin müəllifi kimi tanınmaq hüququ;
- ad hüququ – əsərdən müəllifin adı və ya onun təxəllüsü ilə istifadə etmək və ya istifadə etməyə razılıq vermək hüququ;
- açıqlanma hüququ – əsəri istənilən formada açıqlamaq və ya açıqlanmasına icazə vermək hüququ;
- müəllifin ləyaqətinin qorunması hüququ – müəllifin şərəf və ləyaqətinə xələl gətirə biləcək istənilən təhrifdən və ya digər müdaxilələrdən əsərin adı da daxil olmaqla, qorunması hüququ.

Şəxsi qeyri-əmlak hüquqları müəllifin əmlak hüquqlarından asılı olmayaraq hətta əsərin nəşrinə istisna olaraq hüquqlar verildiyi halda belə, onun özünə aiddir və bu hüquqlar yalnız ona məxsusdur.

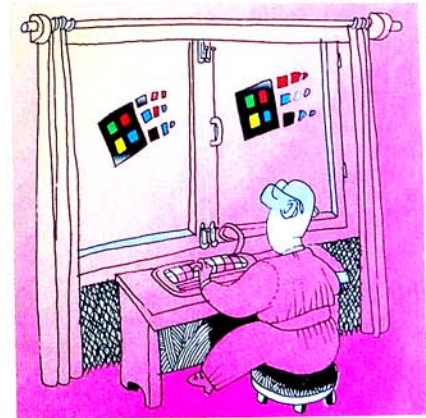
Müəllifin əmlak hüquqlarına aiddir:

- yenidən istehsal etmək hüququ;
- yenidən işləmək hüququ;
- idxal hüququ;
- tərcümə etmək hüququ;

Qanunla proqram elektron-hesablama maşınlarının (EHM) və digər kompüter qurğularının fəaliyyəti üçün proqramın hazırlanması zamanı alınan köməkçi materiallar və proqram vasitəsilə alınan audiovizual təsvirlər də daxil olmaqla müəyyən bir nəticənin alınması üçün nəzərdə tutulmuş məlumatlar yığınının və komandaların təsvirinin obyektiv forması kimi təyin edilir.

- açıq şəkildə nümayiş etdirmək hüququ;
- açıq şəkildə ifa etmək hüququ;
- efirə vermək hüququ;
- kəbblə ictimaiyyətin nəzərinə məlumat çatdırmaq (yəni, nümayiş etdirilmə, ifa etmə və ya efirə vermə də daxil olmaqla kəbblə, naqillə və ya digər analoji vasitələrlə əsəri ictimaiyyətin nəzərinə çatdırmaq) hüququ;
- ictimaiyyətin nəzərinə çatdırmaq (yəni, əsəri elə vermək lazımdır ki, istənilən şəxs üçün interaktiv rejimdə istənilən yerdə və vaxtda alqatan olsun) hüququ.

Müəlliflik hüququ müəllifin bütün həyatı boyu və onun ölümündən keçən 70 il ərzində qüvvədə qalır. Qorunma müddəti başa çatdıqdan sonra əsər ictimai mülkiyyətin ixtiyarına keçir, bu zaman heç bir icazə istəmədən ondan istifadə etmək olar. Müəlliflik hüququ, ad hüququ və müəllifin ləyaqətinin qorunması hüququ müddətsiz qorunur.





MÜƏLLİFLİK HÜQUQUNUN TARİXİNDƏN

Müəlliflik hüququnun tarixi kitab çapının ixtirasından başlayıb, bunun sayəsində isə əlyazma əvəzinə əsərin mexaniki şəkildə çoxaldılması mümkün olub. İlk vaxtlarda müəlliflik hüquqlarının qorunması krallar tərəfindən verilən imtiyazlar şəklində təqdim olunurdu. 1557-ci ildə ingilis kraliçası Mariya Tüdurun fərmanı ilə Britaniya nəşriyyat gildiyalarından biri ölkədə kitab çapı və kitab ticarəti üzrə inhisarçılığı ələ almışdı. Bu fərmana görə kitabı onun müəllifindən satın alaraq onu xüsusi reyestrda qeyd edən və bu gildiyaya mənsub olan kitab alverçisi kitabın çap etdirilməsi hüququna malik olurdu.

11 yanvar 1709-cu ildə Britaniya Nümayəndələr Palatasında "Müəllif və ya çap olunmuş kitabların surətlərini alan şəxslərə bu kitablara hüquqların bundan sonra alınması yolu ilə maarifləndirilmənin həvəsləndirilməsi barədə" qanun layihəsi dinlənildi. 10 aprel 1710-cu ildə bu layihə müəllif hüquqları haqqında ilk qanunvericilik aktı oldu. Bu qanun tarixə "Kraliça Annanın əsas qanunu" adı ilə daxil oldu.



Kraliça I Mariya Tüdur.



Kraliça Anna Stüart.

Qanun müəlliflərə onların əsərlərinin 14 il müddətinə hüquqi mühafizəsini təmin edirdi, müəllif sağ ikən mühafizə daha 14 il uzadıla bilərdi.

Müəlliflik hüquqlarına aid olan ilk çoxtərəfli beynəlxalq razılaşma 1886-cı ildə qəbul olunan ədəbi və bədii əsərlərin qorunması haqqında daimi Bern konvensiyası oldu.

1952-ci ildə ikinci əsas beynəlxalq konvensiya – "Müəllif hüququ haqqında ümumdünya konvensiya"sı qəbul olundu.

MÜƏLLİFLİK HÜQUQUNUN POZULMASINA GÖRƏ MƏSULİYYƏT

Azərbaycan qanunvericiliyi müəlliflik hüququ haqqında bütün beynəlxalq razılaşma prinsiplərinə cavab verir. Qanunvericilikdə bu hüququn müxtəlif formalarda mühafizəsi əks olunmuşdur. Müəlliflik hüquqlarının pozulmasına görə mülki, cinayət və inzibati qaydada məsuliyyət tətbiqi olunur.

Hazırlanması və yayılması müəlliflik hüququnun pozulmasına gətirib çıxaran əsər və ya proqramların nüsxələri qanunla kontrafakt (*fran*, "contrefaçon" – "saxta") adlandırılır. Məişətdə işə daha çox "pirat surəti" (*ling*, "piracy" – "müəlliflik hüqu-

qunun pozulması" deməkdir) terminindən istifadə edilir. Müəlliflik hüququnun sahibləri müdafiə üçün məhkəməyə müraciət edə bilərlər və bu hüququ pozan şəxsdən müəllifin hüquqlarının tanınmasını; hüququn pozulmasına qədər olan vəziyyətin bərpasını, hüquqları pozan və ya onun pozulması üçün təhlükə yaradan hərəkətlərə son qoyulmasını; əldən çıxan gəlir də daxil olmaqla ziyanın ödənilməsini; müəlliflik və əlaqəli hüquqların pozulması nəticəsində qanun pozucusunun əldə etdiyi gəlirin geri alınmasını təmin edə bilərlər.

əldə olunmasını və yayılmasını asanlaşdırdı, müəlliflik hüquqlarının qorunması problemini daha da kəskinləşdirdi. Müasir qanunvericilik bu dəyişiklikləri özündə əks etdirir və ixtiyari formada müəlliflik hüququ obyektlərini qoruyur. Belə ki, İnternetdə yerləşdirilən əsər müəlliflik hüququ obyektinin bütün xüsusiyyətlərinə cavab verir: birincisi, əsərin təyinatından və dəyərindən, həm də onun ifadə olunma üsulundan asılı olmayaraq o, yaradıcılıq fəaliyyətinin məhsuludur, ikincisi, obyektiv formada – yazı (mətn faylları və veb-səhifələr) və təsvirlər şəklində təşkil olunmuşdur. Bununla bərabər, İnternetdən geniş istifadə World Wide Web sistemində yerləşdirilən materiallar üzərində müəlliflik hüququ barədə bir sıra yanlış fikirlər yaratmışdır.

• Əgər müəlliflik hüququnu göstərən işarə (çevrənin içərisində C hərfi – ©) qoyulmayıbsa, o zaman əsər qorunmur. Bu belə deyil. Əsərə və ya proqrama müəlliflik hüququ onların yaradılması ilə qüvvəyə minir. © işarəsinin qoyulması isə o qədər də vacib deyil.

• Əgər müəlliflik hüququnu pozan bundan gəlir əldə etmərsə, o zaman

müəlliflik hüququ pozulmuş hesab olunmur. Əslində bu da düzgün deyil, çünki müəllifdən icazə almadan əsərdən istifadə etmək istənilən halda hüququn pozulması deməkdir.

• İnternetdə yerləşdirilən əsərlər ictimai mülkiyyətdir. Lakin əsər onun qorunma müddəti bitdikdə və yaxud əsərin müəllifi buna etiraz etmədikdə, ictimai mülkiyyətin ixtiyarına keçir.

• Özgənin əsərinin İnternetdə yerləşdirilməsi ondan şəxsi istifadə olunması deməkdir. Bu isə belə deyil. Əsərin ictimaiyyətin nəzarətinə qatdırılması yalnız müəllifin hüququdur. Müəllifin istənilən əsərinin surətini asanlıqla çıxarılması qanunvericiləri onların qorunmasını gücləndirməyə məcbur edir. 1998-ci ildə ABŞ Konqresi "Rəqəmli minillikdə müəlliflik hüququnun qorunması haqqında" (*ing*. Digital Millennium Copyright Act – DMCA) qanun qəbul etmişdir. DMCA, həmçinin İnternetdə də müəlliflik hüquqlarını pozan subyektlərin mülki qaydada və cinayətkar kimi təqib olunmasını nəzərdə tutur. Bu qanuna görə müəlliflik hüququnun pozulması üsulları



THE DIGITAL MILLENNIUM COPYRIGHT ACT OF 1998
U.S. Copyright Office Summary



December 1998

INTRODUCTION

The Digital Millennium Copyright Act (DMCA)¹ was signed into law by President Clinton on October 28, 1998. The legislation implements two 1996 World Intellectual Property Organization (WIPO) treaties: the WIPO Copyright Treaty and the WIPO Performances and Phonograms Treaty. The DMCA also addresses a number of other significant copyright-related issues.

The DMCA is divided into five titles:

COPYRIGHT və "COPYLEFT"

Bu gün işi kompüterdən keçən hər bir insan azad şəkildə yayılan Linux əməliyyat sistemi haqqında əsəndir. Çoxlarının onun yaradıcısı olan Linus Torvald barədə məlumatı da var. Lakin Linus Torvaldın məşhur sələfi Riçard Stolmen (Richard Stallman) isə hamı tanıyır. Halbuki, o, uzun illər bundan əvvəl Linux əməliyyat sisteminin uğur qazandığı fəlsəfi, hüquqi və sanballı texniki bazanın əsasını qoymuşdur.

XX əsrin 70-ci illərində Stolmen məşhur Massachusetts Texnologiya İnstitutunda müəllim və proqramçı kimi işləyərkən yalnız azad proqram təminatından (PT) istifadə edən mütəxəssislər qrupunun tərkibində idi. Stolmenin özü fəal şəkildə bunları təbliğ edirdi: kompüter proqramlarının ilkin mətnləri də daxil olmaqla, istənilən intellektual nailiyyətlər istifadə olunma, köçürülmə, səhvlərin düzəldilməsi, inkişaf etdirilmə, tam şəkildə yenidən işlənmə və s. üçün bütün bəşəriyyətə əlçatan olmalıdır.

Həmin illərdə elə indi olduğu kimi, bir çox proqramlar ayrı-ayrı şirkətlərin mülkiyyəti idi. Belə proqramlardan qanuni şəkildə istifadə etmək üçün lisenziya almaq lazım idi. Adı fərdi lisenziya alıcının hüquqlarını ciddi şəkildə məhdudlaşdırırdı:

haqqında informasiya verən, həm də müəlliflik hüququnun qorunmasını sındırmaq üçün alətləri layihələndirən və hazırlayan şəxslər müəlliflik hüququ ilə qorunan materiallardan qeyri-qanuni istifadə edənlər kimi saxlanıla və məhkəməyə verilə bilər. Sürətçixarmaya qarşı texniki mühafizə vasitələrinin işinin pozulmasına görə məsuliyyət daşıyan DMCA-ya bənzər qanunlar həm Avropa Birliyi ölkələrində, həm də ölkəmizdə hazırlanır.

- verilən proqramı yalnız bir kompüterdə yükləməyə imkan verir;
- proqramın yalnız bir ehtiyat nüsxəsini köçürməyə imkan verir;
- proqramın sahibi olmayan şəxsə həтта proqramın qanuni şəkildə yüklənməsi kompüterdə işləməyi qadağan edir;
- proqramda səhvləri düzəltməyi və ya səhvlərin mənbəyini tapmaq məqsədilə proqramın ilkin kodunu öyrənməyi qadağan edir.

Riçard Stolmen öz manifestində yazırdı: "GNU layihəsi" (GNU's Not UNIX-in rekursiv qısaltması – *red.*) qapalı PT sahibləri tərəfindən yaradılmış məhsulləri aradan qaldıraraq əməkdaşlığa yenidən imkan yaratmaq, əvvəllər kompüter istifadəçilərinin arasında üstünlük təşkil edən əməkdaşlıq ruhunu geri qaytarmaq vasitəsi kimi 1983-cü ildə yaradılmışdır. Massachusetts Texnologiya İnstitutunun hamiliyyəli o, Free Software Foundation (Azad şəkildə yayılan proqram təminatına dəstək cəmiyyəti) adlanan qeyri-kommersiya birliyinə təşkil etdi.

Stolmenin ideyalarını gerçəkləşdirmək üçün ilk növbədə elə əməliyyat sistemi tələb olunurdu ki, onun idarəsi altında bu proqram təminatı işləməyə başlasın. Stolmen bu əməliyyat sisteminin UNIX-ə uyğun olacağına heç şübhə belə etmirdi.

Bundan başqa, əməliyyat sistemi və bütün alətlər (kompüter proqramları) azad şəkildə yayılmalıdır. GNU layihəsinin ilk proqramı GNU Emacs adlı mətn redaktoru oldu ki, bu da təbii idi, çünki proqramı yazmaq üçün mətn redaktoru lazımdır. Proqram tez bir zamanda məşhurlaşdı və layihənin tərəfdarları meydana çıxdı.

1990-cı ildə GNU proqramlar dəsti əməliyyat sisteminin nüvədən başqa bütün əsas komponentlərinə malik idi. GNU proqramlar dəstinin idarəsilə fəaliyyət göstərən əsas nüvə Linux-un nüvəsi oldu. Qeyd edək ki, HURD nüvəsi üzərində işlər hələ də davam etdirilir.

Əksər proqramçılar bu gün onunla razılaşırlar ki, Free Software Foundation-in nailiyyətlərindən istifadə etmədən Linux-un yaradılması mümkün olmazdı. Nəticələrdən hansının əsas olduğuna gəlincə, burada rəylər müxtəlifdir. Bəziləri "Ölbəttə əsas kompilyatorudur", digərləri isə etiraz edərək "Yox, əsas stolmen tərəfindən hazırlanmış lisenziyadır" – deyəcək. Lisenziya-GNU Public License, qısa şəkildə GPL adlanır və onun mənası çox sadədir. Tutaq ki, X müəllifi Y proqramını yaratmışdır və onun müstəqil yayımını təmin edərək proqramı bütün bəşəriyyətə hədiyyə etmək istəyir. Əgər X deyirsə ki, onun bu proqramından hamı həm istifadə edə, həm də nə istəyə edə bilər, bu halda növbəti vəziyyət yaranır: hansısa bir bədnəyyətli Y proqramını cüzi dəyişir və onu Z proqramına çevirərək özünün mülkiyyəti elan edir. GNU lisenziyası isə bunu qadağan edir. Bu lisenziyaya əsasən, GNU proqramında dəyişikliklərin edilməsinə yalnız o şərtlə icazə verilir ki, dəyişdirilmə nəticəsində yenidən GNU proqramı alınsın.

"GNU layihəsinin məqsədi bütün istifadəçilərə GNU PT-ni sərbəst şəkildə

yaymaq və dəyişdirmək imkanını verməkdir. Əgər vasitəçi sərbəstliyi aradan götürə bilsəydi, bizim yəqin ki, çoxlu istifadəçilərimiz olardı, lakin onların sərbəstliyi olmazdı. Buna görə də, GNU proqram təminatını ictimai məhsul etmək əvəzinə, biz onu "Copyleft" qaydaları ilə yayırıq... Copyleft elə qaydadır ki, proqramların bu qayda ilə yayılması zamanı siz onlara insanları əsas sərbəstlikdən məhrum edən məhdudiyyətlər əlavə edə bilməzsiniz" – Stolmen yazır.

Sərbəst PT problemi təkcə proqram təminatının özünün sərbəst olmasında deyil, həm də bu proqram təminatının texniki təlimat sənədlərinin sərbəst olmasındadır.

"Sərbəst təlimat kriteriyası bir çox cəhətdən sərbəst proqram kriteriyası kimidir... PT-nin hər bir nüsxəsində üzərindəki interaktiv formada və ya kağız təlimatın olması üçün təkrar yayılmaya (o cümlədən kommersiya məqsədilə) icazə verilməlidir. Dəyişikliklərin edilməsinə icazə də həlledici rol oynayır".

Bir qayda olaraq, sərbəst şəkildə yayılan PT çox vaxt surətinin çıxarılmasına, dəyişdirilməsinə və yayılmasına qadağa qoyulan qapalı təlimat sənədlərinə malikdir. Sərbəst yayılan proqram təminatı üçün təlimat sənədlərinin də "GNU Public License" lisenziyası altında yayılması ideal olardı.

Sərbəst şəkildə yayılan PT-nin surətinin homişə pulsuz çıxarıldığını düşünmək düzgün deyil. Sərbəstlik elə o deməkdir ki, nüsxəni həm pulsuz, həm də pulla almaq olar. Sadəcə olaraq, sərbəst şəkildə yayılan proqram təminatının alınması üçün min cür üsul vardır, onların arasında PT-ni pulsuz alma üsulu da göstərilmişdir. Bu, elə proqram təminatının sənədlərinə də aiddir.

Lakin məsələ bundadır ki, əgər PT-ni pulsuz almaq mümkündürsə, o zaman nə üçün pul ödəməliyə?



HURD – rekursiv qısaltmadır: HIRD of UNIX-Replacing Daemons, burada HIRD – HURD of Interfaces Representing Depth açılışının qısaltılmış formasıdır. Bu rekursiv qısa yazılış (GNU ənənələrinə uyğun olaraq) dilimizə tərcümə etmək praktik olaraq mümkün deyil. İngilis dilini bilənlər bunu özləri edə bilərlər (ipucu: "daemons" sözü ilə UNIX dünyasında server proqramlarını adlandırırlar).



Linus Torvald.



Riçard Stolmen.

"Copyright" hərfi mənada "müəlliflik hüququ" və ya "surətin çıxarılması hüququ" anlamını verir.



İNFORMASIYA TƏHLÜKƏSİZLİYİ



Kompüter və informasiya texnologiyalarının intensiv inkişafı ilə informasiya təhlükəsizliyinin vacibliyi də artdı. Məlumdur ki, informasiya əsl xəzinə ola bilər. Məhz buna görə də onun həm qorunmasına, həm də əldə olunmasına tez-tez böyük qüvvə sərf olunur. İnformasiyanı o zaman qorumaq lazımdır ki, onun könər adamların əlinə düşmək təhlükəsi olsun. Burada söhbət məxfi (ing. "confidential") informasiya anlayışından gedir.

Müasir bir şirkətin ofisi elektronika ilə doldurulmuş otaqlardan ibarətdir. Burada məxfi informasiya kağız üzərində, kompüterlərdə yerləşir, telefonla, faksla ötürülür, maqnitofon, diktofon,

videomaqnitofonla emal olunur, yazılır və oxunur, nəhayət, danışılarda mövcud olur. İnformasiya emalı sistemlərinə zərər yetirə biləcək çoxlu sayda təhlükələr mövcuddur. İlk növbədə bu təhlükələr insandan asılı olmayan təbii fəlakət və hadisələr nəticəsində (yanğın, daşqın, zəlzələ və ildırım çaxması) yarana bilər. İnsanlar tərəfindən vurulan ziyan daha böyük və təhlükəli ola bilər:

- layihələndirmə zamanı nəzərə alınmayan, xidmətçi personalın və proqram təminatının fəaliyyətilə bağlı olan səhvlərin, hesablama texnikasının, rabitə xətlərinin və enerji təminatının işində yaranan təsadüfi qəzaların, istifadəçilərin səhvləri, aparatıraya elektromaqnit sahələrinin təsirinə nəticəsi kimi bilmədən dəyən ziyan;
- xidmətçi personalın icazəsiz fəaliyyəti və könər şəxslərin informasiya ya çıxışı kimi bilərəkdən vurulan ziyan.

Bunun nəticəsində informasiyanın məhv edilməsi, dağıdılması, həmçinin təhrifi, saxtalaşdırılması, sızması, surətinin çıxarılması və s. baş verə bilər.

Bütün ciddi tədbirlər kimi informasiyanın qorunması da kompleks şəkildə həyata keçirilməlidir, yəni ən yaxşı nəticələr almaq üçün informasiyanın bütün mühafizə üsulları birləşdirilməlidir. İnformasiyanın kompleks mühafizə sistemində aşağıdakılar daxildir:

- təşkilati mühafizə, yəni icaslardan tutmuş planların hazırlanmasına və informasiyanın (icazəsiz müdaxilədən) qorunması üzrə şöbələrin yaradılmasına qədər xüsusi tədbirlər;
- proqram-aparat mühafizəsi, kompüter sistemləri və proqramları;
- mühəndis-texniki mühafizə: video-müşahidə kameraları, könər şəxslərin məxfi otaqlara (məxfi informasiyaya) girişini məhdudlaşdıran intellektual qıfıllar;
- qanunverici mühafizə.



Azərbaycanda "İnformasiya, informasiyalaşdırma və informasiyanın mühafizəsi haqqında" qanun qüvvədədir. Qanun informasiyanı (təqdim olunma formalarından asılı olmayaraq) şəxslər, əşyalar, faktlar, hadisələr və proseslər haqqında məlumatlar kimi təyin edir. O, informasiyanın yaradılması, toplanılması, emalı, yığılması, saxlanması, axtarışı və yayımı əsasında informasiya resurslarının formalaşması və istifadə olunması; informasiya texnologiyalarının və onların təminatı vasitələrinin yaradılması və istifadə olunması; informasiya proseslərində və informasiyalaşdırma iştirak edən subyektlərin hüquqlarının qorunması zamanı meydana çıxan münasibətləri tənzimləyir. Qanuna görə istənilən sənədləşdirilmiş informasiya qorunmalıdır. Bu informasiyadan qeyri-qanuni istifadə olunması onun mülkiyyətçisinə, sahibinə, istifadəçisinə və ya hər hansı digər şəxsə ziyan vura bilər. Qanun vətəndaşların razılığı olmadan onların şəxsi həyatını və ailə sırlarını açıqlayan informasiyanın, yazışma sirlərinin, telefon danışığının, poçt məlumatlarının, məhkəmə qərarı istisna olmaqla, toplanılması, saxlanması, istifadə olunması və yayılmasını qadağan edir. Bu qanunla həm də açıq informasiyadan istifadə hüququ qorunur.

AR cinayət məəcəlisində kompüter informasiyası sahəsində cinayətə görə



SƏHVLƏR VƏ QƏZALAR



Proqram təminatında yol verilən səhvlər və nasazlıqlar kompüter cinayətkarlığı qədər təhlükəlidir. Hər dəfə növbəti qalmaqaldan xəbərlənən bunun səhv və ya təxribat olması ilə bağlı sual yaranır.

Venesuelanın paytaxtı Karakasdə Ali Məhkəmə kompüter sistemindəki səhvə görə 2000-ci ilin mayında keçiriləcək seçkiləri təxirə salmışdı.

17 iyun 2000-ci ildə Böyük Britaniyada aviauçuş sistemində böyük bir nasazlıq baş vermişdir. Gün ərzində nasazlıq aradan qaldırıldı da, minlərlə adam aeroportlarda gecələməli olmuş. Uçuşların vaxtı dəyişdirilmişdir. Buna baxmayaraq, nasazlığın vaxtında aradan qaldırılması və insanların salamat qalması sevdindirici haldır.

Avstraliyanın Telstra Telefon şirkətinin kompüter əməliyyat sistemində baş verən nasazlıq ucbatından isə 76 min abunəçi öz telefonlarından istifadə edə bilməmişdir.

ABŞ-in Northeastern Universitetinə (Şimal-şərqi universitet) kifayət qədər yoxlanmamış kompüter sistemi quraşdırıldıqdan sonra nəzərdə tutulduğundan 600 nəfər çox tələbə (25%) qəbul olunmuşdur. Universitet rəhbərliyi əlavə qəbul olunmuş tələbələrə nə edəcəklərini bilmirdi.

Berkli Bankından bildirilmişdir ki, daha mükəmməl proqram təminatı quraşdırıldıqdan sonra bankın Internet vasitəsilə işi pozulmuşdur, belə ki, bəzi müştərilər öz gəlirlərinin hesabına daxil olmaq imkanı əldə etmişlər.

Avstraliyanın Ehtiyat Bankı 64 müştərisinə faiz dərəcəsinin plan üzrə 0,5% artması haqqında məlumatı nəzərdə tutulduğundan 6 dəqiqə tez göndərmişdi və həmin vaxt ərzində birja brokerləri bu səhvdən istifadə edərək 3 milyard avstraliya dolları həcmində borc öhdəliklərini və vekselləri sataraq külli miqdarda gəlir əldə etmişlər. Maraqlı hadisələr də olmuşdu. Eyni adı daşıyan iki qadın (Belinda Li Perri) elə eyni gündə 7 yanvar 1969-cu ildə anadan olmuşdular. Belə təsadüf onlara daim dolaşlıq vəd edirdi. Belindalardan biri vaxtaşırı öz sigorta vəsiqəsində və bank kartlarında məlumatların başqa məlumatlarla əvəz edildiyini aşkar çıxarırdı. Bu əhvalatda vəqəna müştəri cəhət hər iki qadının dostlaşması oldu. Göründüyü kimi, ad və təvəllüd tarixi unikal identifikator roluna yaramır.



məsuliyyətə cəlb olunma maddəsi nəzərdə tutulmuşdur. Bu cinayətlərə aiddir:

- qanunla qorunan kompüter informasiyasına qeyri-qanuni müdaxilə, oğur bu, informasiyanın məhvi, blokadası, dəyişdirilməsi və ya köçürülməsinə, EHM-in və ya şəbəkənin işinin pozulmasına gətirib çıxarmışsa;
- ziyan verən proqramların yaradılması, istifadəsi, yayılması, yaxud da

VİRUSLAR

Rəqəmsal əsrin gəlməsi insanları böyük həcmli hesablamalardan azad oldu, avtomatlaşdırılması mümkün olan hər şey avtomatlaşdırıldı və bununla bərabər yeni problem və problemlər ortaya çıxdı. Dövrümüzün belə problemlərindən biri də *kompüter viruslarıdır*. Burada hər şey həyatda olduğu kimidir – özünə-məxsus “xəstəliklər”i və “həkimlər”i var.

Kompüter virusu EHM-də istifadədən asılı olmayaraq fəaliyyət göstərən, adı virusun insanı ziyan verdiyi kimi kompüterə zərər yetirən və öz sürətlərini ölçən informasiya daşıyıcılarında (disklərdə, disketlərdə) yaratmaq qabiliyyətinə malik olan proqramdır.

ÖZÜMÜZ SEÇDİYİMİZ VİRUSLAR

Qeyd etmək maraqlı olardı ki, bu tərif kompüter virusunu kifayət qədər dəqiq təsvir edir, lakin bu tərifə bir sıra digər proqramlar da uyğundur.

Məsələn, PC DOS yaxud MS DOS və eləcə də onlara bənzər əməliyyat sistemləri öz sürətlərini yarada bilərlər. Windows-da isə sistemin istifadəsinin bilmədiyi bir çox hissələri fəaliyyət göstərir. Ziyana gəldikdə, öz kodunda səhvi olan hər bir proqram kompüterə və burada saxlanılan informasiyaya böyük zərər yetirə bilər.

mövcud proqramlarda qəsdən informasiyanın icazəsiz məhvinə, blokadasına, dəyişdirilməsinə və ya köçürülməsinə, EHM-in və ya şəbəkənin işinin pozulmasına gətirib çıxaran dəyişikliklərin edilməsi;

- qanunla qorunan informasiyanın məhvi olunmasına, blokadasına və ya dəyişdirilməsinə gətirib çıxaran EHM və şəbəkənin istismar qaydalarının pozulması.

Viruslar təxminən XX əsrin 70-80-ci illərində kompüter üçün ciddi təhlükə yaratmağa başlamışlar. Virus müəllifləri yeni “elektron salamları”nı yaradılması üçün kompüter əməliyyat sistemlərində mövcud olan müxtəlif çatışmazlıqlardan istifadə edərək çoxlu sayda müxtəlif “yoluxucu xəstəliklər” yayıblar. Bəzən sağlam düşüncəli insanın ağına belə gəlməz ki, bu işin hərəkətverici qüvvəsi nədir. Ola bilər ki, kimsə sadəcə olaraq təcrübə aparınmış, kimsə Herostrat kimi məşhurlaşmaq istəyirmiş, kimisi isə sadəcə olaraq proqramlaşdırmanı öyrənmiş.

Kompüter viruslarının tarixçəsi EHM-in təhsil müəssisələrində peyda olması ilə başlayır. Məhz orada peyda olunan (yaddaş, disk yaddaşı və hətta *prosessor vaxtı*), digər tapşırıq keçməmişdən öncə məsələnin həlli üçün prosessoru ayrılması millisaniyələr kimi faktor uğrunda bir-birilə “vuruşan” proqramlar yazılırdı.

Hay-küyə səbəb olan ilk virus Morris virusu oldu. Bu virus ABŞ-da yazılmış və dövlət müəssisələrindəki çoxlu sayda kompüter uzun müddətə iflic vəziyyətinə salmışdı.

Fərdi kompüterlərin meydana gəlməsi ilə virusların sayı yağışdan sonra çıxan göbələklər kimi artırdı. Buna fərdi

EHM-lərin artan populyarlığı və onlar üçün proqram vasitələrinin natamamlığı şərait yaradırdı.

“Virusyazma” coğrafiyasının inkişafını zamana görə asanlıqla izləmək olar:

- ABŞ, Avropa – 80-ci illərin əvvəlləri;
- Bolqarıstan, Hindistan – 80-ci illərin ortaları;
- SSRİ – 80-ci illərin axırları;
- Çin, Tayvan, Asiya digər ölkələri – 90-cı illərin əvvəli və ortaları.

Beləliklə, viruslar cəmiyyətin informasiyalaşdırılması üzrə növbəti “bum”un meydana gəldiyi yerlərdə peyda olmağa başladı. Öncə Amerika, sonra Avropa, Asiya... Hadisələr XX əsrin 80-90-cı illərində cərəyan edirdi.

Rusiyaya ilk viruslar iqtisadiyyatı inkişaf etmiş ölkələrdən köhnə kompüterlərlə birlikdə gəlmişdi. Sonradan kompüterlər Bolqarıstan və Hindistandan alınmağa başladı və onlar bəzən zavodlarda “yoluxdurulurdu” (görünür, bu, bilməyərək baş verirdi).

Tezliklə Rusiyanın öz virus “müəllifləri” ortaya çıxmağa başladı. Bir çox insanların proqram kodlarını bir-birindən sadəcə olaraq “çırpırdırmalarına” baxmayaraq, rus virusyazma “bum”u dünyanın qalan hissəsi üçün böyük qorxu mənbəyi idi. Rus proqramçıların lazımı səviyyədə ənənəvi hazırlığı, həm də özünəməxsus yumor hissi virus “tutmaqda” ixtisaslaşan Qərb şirkətlərini yüngülvari çaşqınlığa salmışdı. Eyni zamanda Rusiyada antivirus proqramları yazılmağa başladı. Şübhəsiz ki, onlar bəzi parametrlərinə görə xarici analoqlarından üstün idilər, belə ki, məhz rus proqramçıları dünyada ən istedadlı proqramçılardan hesab olunur. Onların işləri bir sıra ölkələrdə diqqətə cəlb etmiş və satış sayına görə lider olmuşdur. Sonradan virus istehsalı mərkəzi yerini Asiya istiqamətinə dəyişdi, daha sonra mərkəz anlayışı ümumiyyətlə

yətlə yoxa çıxdı. Bunun səbəbi, faktiki olaraq sərhədsiz olan İnternetin inkişafıdır.

Virusları müxtəlif cür təsnif etmək olar:

- *çoxalma üsuluna görə*. Viruslar iorə faylların, poçt proqramlarını, hətta sənədlərin yerləşdiyi mətn fayllarını məhv edə bilər. Müasir mətn redaktorları köməkçi əlavələr yaratmaq üçün daxili vasitələrə malikdirlər. Bu vasitələrdən yalnız işdə əlavə imkanlar yaratmaq üçün deyil, həm də ziyanverici proqramlar yazmaq üçün istifadə etmək olar.

• *fəaliyyət üsuluna görə*. Virus özünü müxtəlif cür göstərə bilər, onun fəaliyyət spektri səs və vizual effektlərin nümayişindən başlamış kompüterdə olan informasiyanın sakitcə silinməsinə qədər müxtəlif işləri əhatə edir;

- *virulan ziyanın həcminə görə*. Viruslar həm zərərsiz, həm də olduqca təhlükəli ola bilərlər.

BİR VİRUSUN TARİXÇƏSİ

2 noyabr 1988-ci ildə Kornell Universitetinin informatika fakültəsinin aspirantı kiçik Robert Morris (Robert Morris Junior) yazdığı virusla İnterneta qoşulmuş çoxlu sayda kompüterə yoluxdurdu.

Yayılması üçün virus bir çox sistemlərdə quraşdırılmış standart UNIX əməliyyat sisteminin bəzi nöqsanlarından və lokal şəbəkələrdən uzaqda yerləşən kompüterlərə müdaxilə mexanizmindən istifadə etmişdir.

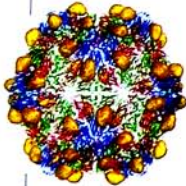
Virus iki hissədən – əsas proqram və onun yayılmasını təmin edən proqramdan ibarət idi. Əsas proqram növbəti kompüterə yükləndikdən sonra şəbəkədə bu kompüterlə əlaqəsi olan digər kompüterlər barəsində informasiya toplayırdı. Sonra yayılma proqramının bu kompüterlərə göndərilməsi həyata keçirilirdi ki, burada o, virusun yerdə qalan hissəsinin göndərilməsi və kompilyasiyasını təmin edirdi. Bundan sonra bütün proses yenidən təkrar olunurdu.

Virusun yayılması zamanı ən nəzərəcarpan effekt virusa yoluxmuş kompüterin yüklənməsinin durmadan artması idi. Müəyyən vaxt ötəndən sonra bəzi kompüterlər virusun sürətlərini yayılması nəticəsində artıq heç bir faydalı iş yerinə yetirmək qabiliyyətinə malik deyildilər. Digər məşinlərin isə yaddaşı həddən artıq yükləndiyinə görə onları yenidən yükləmək lazım gəlirdi.

Eğer Windows ekranı “Əlləriniz yanlış komandanı daxil etdiyinə görə kəsilsəkdir” kimi bir məlumat çıxarsa, çox güman ki, kompüterinizə virus düşüb.



Kiçik Robert Morris.



Bioloji hüceyrəyə soxulmuş mozaik virusun strukturu.



Kompüter proqramı EHM üçün təlimatlar yığınınından ibarətdir. O daim informasiya daşıyıcısında saxlanılır, icra olunarkən kompüterin operativ yaddasında yerləşir. Artıq deyildi ki, virus da proqramdır. Virusun işi ilk növbədə EHM-də mümkün qədər çox proqramı elə dəyişməkdir ki, onun daxilində virusun özü şəklində bir əlavə yerləşsin.

Yoluxma təxminən belə baş verir: istifadəçi öz kompüterində artıq virus daşıyıcısı olan proqramı başladır. Bu, İnternetdən "yüklənmiş" və ya tanışlardan köçürülmüş bir proqram ola bilər. Proqramın yüklənməsindən əvvəl və ya sonra virus aktivləşərək fəaliyyətə başlayır. Onun fəaliyyət ssenarisi təxminən belədir:

- 1) EHM-də yoluxdurulması mümkün olan bütün proqramları tapmaq;
 - 2) Özünü proqramın əvvəlinə və ya sonuna yazmaq;
 - 3) Əgər "kritik" tarix (virusun "zərbə" vurduğu gün) yetişmişsə, dağıdıcı işlər görmək;
 - 4) Əgər həmin tarix yetişməmişsə, o zaman hər hansı bir "xırda" zərər yetirmək, məsələn, EHM-in sətir diskində hər-hansı bir kiçik sahəni şifrələmək.
- Yoluxmaya qədər istifadəçinin kompüterində yerləşən və artıq özündə virus saxlayan proqram yüklənərkən bütün ssenari təkrarlanır.
- Bundan başqa, virus özünü diskdə xüsusi bir sahəyə – yüklənmə sektoruna yazır. Bu ona istifadəçinin öz kompüterini yandırdıqdan sonra sistemin

sərt diskdən yüklənməsi başlayarkən aktivləşməyə imkan verir. Belə üsul kompüterləri diskətdən yükləmək lazım gəldiyi zamanlar populyar idi. Ümumiyyətlə, *yüklənmə* virusları *fayl* virusları qədər geniş yayılmışdır.

Proqram fayllarını yoluxduran viruslar *fayl virusları*, özlərini kompüterin yüklənmə sektoruna yazan viruslar isə *yüklənmə* virusları adlanır. Həm faylları, həm də *yüklənmə* sektorunu ləğv edən viruslar *fayl-yüklənmə* virusları adlanır.

Bir qayda olaraq, viruslar çox kiçik ölçüyə malik olur və əməliyyat sisteminin proqramların təlimatlarında və xüsusi ədəbiyyatda göstərilənməmiş imkanlarından istifadə edirlər. Bu onlara faylları sürətlə və gizli yoluxdurmaq imkanı verir. Bəzi viruslar "maskalana", yəni əksər antivirus proqramlarının başa düşmədiyi, iş prosesində öz-özünü dəyişdirən dolaşmaq və mənasız kod şəklini ala bilərlər. Belə "məmulatlar" *polimorflar* adlanır.

İnternetin inkişafı virusların yayılma sürətinə güclü təsir göstərdi. Bundan əlavə, viruslar keyfiyyətcə də dəyişiblər, onlar özlərini başqa məşinlərə keçirmək və öz "yaradıcıları" ilə əlaqə saxlamaq üçün İnternet və lokal kompüter şəbəkələrindən istifadə etmək imkanı qazanıblar. Virus yayıcıları kompüterləri yoluxdurmaq üçün çox vaxt orijinal fəndlərdən istifadə edirlər. Bu fəndlərdə insanların zəif damarı, yəni onların "qadağa qoyulmuş meyvəyə", məsələn, pulsuz pirat proqramlara, "krək"lərə və Ümum-

dünya şəbəkəsinin bu kimi cazibələrinə marağı nəzərə alınır. Belə proqramların fəaliyyət sxemi aşağıdakı kimidir: istifadəçi İnternet mühitində saytlara pulsuz giriş vəd edən yaxud məşhur proqram məhsulunun mühafizəsini sındırmaq üçün hər hansı bir proqram tapır. O, həmin proqramı öz kompüterinə yükləyir və işə başladır. Bununla artıq iş görülmüş olur. Proqram məlumat verir ki, bu və ya digər səbəbdən icra oluna bilmir, özü isə istifadəçinin kompüterinə virusu "otuzdurur". Və yaxud da, məsələn, sizinlə tanış olmaq istəyən tanımadığınız bir adamdan məktub gəlir və o, sizə məktuba əlavə olunmuş fotosəkillərə baxmağı təklif edir. Lakin nəyə görə fotosəkillər icra olunan fayllar olur... Bu cür fənd bədnəyyətliyə və ya arzu edən hər bir kəsə hədəf seçilmiş şəxsin kompüterinə müraciət etmək və oradan istənilən informasiyanı əldə etmək imkanı verir. Bir qayda olaraq, bu proqramlardan İnternetə çıxış üçün parolları ələ keçirmək məqsədilə istifadə olunur. Bu tip viruslar "troyalı" və ya "Troya atı" adlanır.

"Troyalı" proqramlardan başqa "soxulcan" adlanan virus növü də mövcuddur. Bu proqramların da "troyalı"lar kimi İnternet vasitəsilə fəaliyyət göstərməsi nəzərdə tutulmuşdur. "Soxulcan"lar kompüterdən kompüterə şəbəkə vasitəsilə keçirlər və onların vurduğu əsas ziyan kompüter resursları və İnternet

ƏN MƏŞHUR "TROyalı"

Yəqin ki, ən çox səs-küyə səbəb olan "troyalı" 1997-1998-ci illərdə daha çox "uğur" qazanan BackOrifice oldu. Bu adı "Arxa qapı" kimi tərcümə etmək olar. Bu proqram kompüterini uzaqdan idarə etmək üçün bir sistem kimi düşünülmüşdü və həftə mənasında istədiyiniz HƏR ŞEYİ etməkə imkan verirdi (CD ROM disk sürənin altıgünhərəkət etdirməkdən başlamış hədəf-kompüterə qoşulmuş videokameradan informasiyanın götürülməsi və ya səsini mikrofona vasitəsilə yazılmasına qədər). BackOrifice kodunda kiçik dəyişikliklərin edilməsi hədəf-kompüterə virusu gizlicə oturdaraq bu proqramdan çirkin məqsədlər üçün istifadə etmək imkanı yaradırdı.

Proqramın müəllifləri əvvəl heç fikirləşməmişdilər ki, yazdıqları proqram bu qədər hay-küy yaradacaq. Onlar yalnız kompüterin uzaqdan idarə olunması üçün alət yaratmışdılar, lakin çox keçmədən bu proqram İnternet istifadəçiləri üçün əsl balaya çevrildi. İstifadəçilər bir-birlərinə BackOrifice "yapışdırılmış" faylları göndərirdilər və məktuba əlavə olunmuş proqram işə salınarkən onunla birlikdə BackOrifice proqramı da aktivləşirdi. O, sistemdə zərərsiz bir proses kimi maskalanırdı və istifadəçi onu xüsusi antivirus proqramları olmadan aşkar edə bilmirdi.

kanallarının həddən artıq yüklənməsi olur. Kompüter "soxulcan"ına misal olaraq Morris virusunu göstərmək olar.

Viruslar müasir fərdi kompüterlər üçün real təhlükə daşıyır. Əgər 5-7 il öncə virus müəllifinin əsas məqsədi kompüterini sıradan çıxarmaq idisə, XXI əsrin əvvəllərində viruslar əsasən kompüterdən hər hansı bir informasiyanı oğurlamağa və kompüterinizə kənar şəxslərin müraciətini təmin etməyə yönəlib. Əlbəttə, kompüter viruslarının tarixində İnternetin inkişaf etməsinin rolu heç də





Siz yalnız əməliyyat sisteminin pulunu ödəyirsiniz! Səhvlər, qüsurlar və "boşluqlar" tamamilə pulsuzdur, yəni müftədir!

Başqasının kompüterini uzaqdan idarə etmək üçün heç də əşkar olunmaq qorxusu ilə bu kompüterə "troya atı" otuzdurmaq vacib deyil. Müasir əməliyyat sistemləri həddən artıq iri, etibarlı və hücumlara açıqdır. Təəssüflər olsun ki, səhvlərin və mühafizədəki "boşluq"ların sayı versiyadan versiyaya keçdikcə azalmır. Windows ƏS-in tərkibinə daxil olan məşhur Internet Explorer brauzerinin son versiyaları istifadəçinin xəbəri olmadan bədxət veb-səhifələr vasitəsilə başqalarına onun kompüterinə girişi təqdim edir. Yəni istifadəçi veb-sayta baxarkən kompüterə xüsusi proqram kodu ötürülə bilər. Bu kod yerinə yetirildikdə İSTƏNİLƏN proqramı onun kompüterində yükləmək imkanı yaranacaq.

az deyil. Virusların yayılma kanallarının sayı xeyli artmışdır. Bunlar həm elektron poçtu, həm pirat saytları və hətta sadə sənədlərdir. İnformasiyanı oğurlayan virus bir kommersiya şirkətinin könər şəxslər üçün nəzərdə tutulmamış sənədlərini açılmaqla onun nüfuzuna ciddi ziyan vura bilər. Əgər belə virus, məsələn, hərbiçilərin və ya dövlət müəssisəsinin fəaliyyətilə bağlı olan kompüterə düşsə necə olar?

Qərbdə kompüter viruslarının vurduğu ziyan yüz milyon dollarlarla ölçülür.

Bəs kompüter virusundan necə qorunmaq olar? Bunun üçün *antivirus* adlanan kompüter proqramları mövcuddur.



Antivirus proqramı belə fəaliyyət göstərir: proqram "bilir ki" virusun "xarici görünüşü" necədir. Daha doğrusu, virus-proqramların fragmentlərini öz verilənlər bazasında saxlayır. Verilənlər bazasını vaxtaşırı yeni virus "nümünələri" ilə yeniləmək mümkündür. Antivirus kompüterdəki fayllarda oxşar fragmentləri axtarı və əgər taparsa, "müalicə" proseduru həyata keçirməyə çalışır.

"Müalicə" isə bu şəkildə həyata keçirilir: antivirus proqramı fayllardan virusun "kritik" hissələrini silməklə onları təmizləməyə çalışır, sonra isə virusun fəaliyyətinin nəticələrini aradan qaldırır, məsələn, korlanmış informasiyanı bərpa edir.

Bundan başqa, daim EHM-in yaddaşında yerləşib bütün kritik vəziyyətləri və şübhəli əməliyyatları (proqramların başladılması, son dərəcə vacib olan sistem fayllarına yazma cəhdləri və s.) izləyən monitor proqramlar da mövcuddur.

Lakin antivirus proqramlarının müəmməlliyinə ümid etmək olmaz. Hər hansı bir "infeksiyaya" yoluxmamaq üçün sadə qaydalara əməl etmək kifayətdir:

- könər şəxslərin kompüterinizdə işləməsinə icazə verməyin;
- leqal proqram təminatından istifadə edin. Bəzən pirat nüsxələrinə çoxlu sayda "troya"virusları aşkar edilir;
- yad adamlardan məktub alarkən məktubla birlikdə icra faylı şəklində hər-hansı bir "əlavə"nin gəlmədiyinə əmin olun;
- hətta kompüterinizin iş qabiliyyətinin 300% artacağını vəd etsələr belə, araşdırmadan İnternetdən rastınıza çıxan hər proqramı yükləməyin. Yaxşı olardı ki, təklif olunan proqramlar haqqında məlumat xüsusi icmal saytlarında axtarasınız.

Bəs virusların müəllifi kimlərdir? Bütün dünyanı fəth etmək arzusunda olan bədənliyətlərmə? Öz rəqibləri ilə mübarizə aparən şirkətlərin xüsusi şöbələri və yaxud təxribatçıları? Adətən, bu belə deyil. Çox vaxt bunlar ali məktəb tələbə-

ləri, bəzən hətta yuxarı sinif şagirdləri olur. Bəs bu insanları belə bir addım atmağa vadar edən nədir? Birinci növbədə elmi maraq. Onlar üçün kompüterlə bağlı olan hər şey maraqlıdır, amma onlar hərəkətlərilə vuracağı ziyanı heç də hər zaman başa düşmürlər...

Bəzən onlar heç güman etmirlər ki, "törəmə"ləri artıq azadlığa çıxıb öz işini görür.

Azərbaycan Respublikasının Cinayət Məcəlləsində EHM üçün ziyan verən proqramların yaradılması və yayılmasına dair virus müəlliflərinin fəaliyyəti haqqında maddə mövcuddur. Əgər müəllif ələ keçərsə, onu azadlıqdan məhrum etmə cəzası gözləyir.

Bəs yaxın zamanlarda kompüter virusları və antivirus proqramlarını hansı perspektivlər gözləyir?

Antiviruslarla vəziyyət aydındır. Onlar bundan sonra da təkmilləşdiriləcək alqoritmlər də təkmilləşəcək, virus-



ların axtarışı və "müalicə" isə daha da effektiv olacaqdır.

Viruslara gəldikdə isə, vəziyyət bir az mürəkkəbdir, buna baxmayaraq, müəyyən proqnozlar vermək olar. Birincisi, dünya hələ bir neçə "virusyazılma" dalğasına məruz qalacaqdır. İkincisi, viruslar üçün fəaliyyət sahəsi genişlənir və artıq onların hədəfi ancaq ev və ofis EHM-ləri deyil, həm də cib kompüterləri, inobil telefonlar və prosessorlu mürəkkəb elektron avadanlıqlar olacaqdır.

SINAQ MÜDAXİLƏSİ

"Mən ən vacib məhsulun hazırlanma texnologiyasını şirkət prezidentinin qarşısına qoydum. Şirkətin bütün məhsullarının hazırlanması üçün ətraflı plan prezidentin masası üzərinə qoyulanda, o, hələ də susurdu. Bu kağızlara çox-milyonluq məhkəmə prosesi barədə danışqların sənədləri də əlavə olunan-da, prezident əyləşdiyi kürsüdə arxaya söykəndi. Nəhayət o, dedi: "Allaha şükür etməliyəm ki, siz rəqiblərimizə işləmirsiniz".

Mən bütün bunları və daha bəzi şeyləri şirkətdə müvəqqəti işçi olduğum zaman oğurlamışdım. Fikirləşirsiniz ki, söhbət təhlükəsizlik xidməti zəif təşkil edilən bir şirkətdən gedir? Əsla yox. Xarici mühafizə çox yüksək səviyyədə təşkil olunmuşdu, lakin rəhbərlikdə şübhələndirdilər ki, şirkətin daxili mühafizəsi zəif ola bilər. Məqsədyönlü şəkil-

də hərəkət edən informasiya oğrusunun nələri oğurlaya biləcəyini yoxlamaq üçün mənə müraciət etdilər.

Şirkətdə bunun üçün mənə üç gün vaxt verdilər. Mən hər şeyi oğurladım..."

"Korporativ casusluq" kitabının müəllifi, informasiya təhlükəsizliyi sahəsində ən məşhur ekspertlərdən biri, Internet Security Advisors Group (ISAG, "İnternetdə təhlükəsizlik üzrə ekspertlər qrupu") şirkətinin yaradıcısı və prezidenti, sınaq müdaxilələri üzrə əvəz edilməz mütəxəssis Ayre Vinklerin (Ira Winkler) hekayəsi belə başlayır. O, təhlükəsizlik sisteminə boşluğu aşkar edən casusluq üsullarını təsvir edir.

İstənilən korporasiyada informasiya ciddi şəkildə qorunur. Bu zaman istifadə olunan mühafizə vasitələri bəzən Fort-Noksdə tətbiq olunan vasitələrlə müqayisə oluna bilər. Mühafizənin kinolarda



Ayre Vinkler.



göstərdiyi kimi birbaşa sındırılması demək olar ki, mümkün deyil. Korporasiyanın İnternetə çıxışı olan kompüterlərində Windows sisteminin sonuncu versiyasından istifadə etmək heç bir ciddi təhlükəsizlik xidmətinin ağına belə gələ bilməz. Bu kimi qeyri-ciddi əməliyyat sistemlərində açıq qalan "arxa qapıları" sındırmaq üçün heç bir xüsusi vasitə tələb olunmur. Sadəcə içəri daxil olmaq lazımdır. "Boşluq"ların siyahısı isə daim təzələnilir və arzu edən hər bir kəs bu siyahını İnternetdən götürə bilər.

Xüsusi komissiyalar tərəfindən müəyyən təhlükəsizlik dərəcələri üzrə sertifikatlaşdırılmış əməliyyat sistemləri isə başqa məsələdir. ABŞ, Avropa və Rusiyada onlar müxtəlif cür adlanır, lakin onlara qoyulan tələblər eyni dərəcədə yüksəkdir.

Amma daha təkmilləşdirilmiş bir üsul da var ki, bu da daxildən sındırmaqdır. Bunun üçün müəyyən işlər aparmaq lazımdır.

Casusluqda bütün mümkün texniki və qeyri-texniki üsullar və ya hücumlardan istifadə olunur.

Beləliklə, Vinkler korporasiyaya qarşı beş hücum növündən istifadə etmişdir:

- açıq informasiya mənbələri üzrə axtarış;
- maskarad;
- daxilolma səlahiyyətlərini aşmaq;
- ştatda olan işçinin hakerliyi;
- xarici ortaqların hərəkətlərinin daxildən koordinasiyası.

ACIQ INFORMASIYA MƏNBƏLƏRİ ÜZRƏ AXTARIŞ

Hər şeydən əvvəl hücum obyektini ətraflı şəkildə tədqiq etmək lazımdır. Təəccüblüdür, çoxlu sayda informasiyanı İnternetdən necə də asanlıqla əldə etmək olar. Şirkətin layihələri barəsində məlumat əldə edib, bu tədqiqatlara aid elmi məqalələri oxumaq olar. Bir qayda olaraq, şirkətin saytında rəhbərlik üzvlərinin adları, onun maliyyə vəziyyəti, şirkət və onun korporativ siyasəti haqqında çoxlu ümumi məlumat verilir. Bəzən aparıcı mütəxəssislərin adlarını da müəyyən etmək mümkün olur. İnternetin xəbərlər qrupunda şirkətin adına görə axtarış apararkən heyrləndirici sürprizlərlə rastlaşmaq olar. Ayre Vinkler nəinki yuxarıda göstərilən bütün məlumatları əldə etmiş, hətta şirkətin bir çox əməkdaşının adlarını da öyrənmişdi. Əməkdaşların texniki xəbərlər qrupuna məktublarından şirkətin kompüter təchizatı və proqram təminatı haqqında informasiya əldə olundu, digər qruplara göndərilmiş məktublar isə məktub müəlliflərinin şəxsi maraqları haqqında məlumat əldə etməyə kömək etdi.

MASKARAD

Casus artist olmalıdır, peşəkar casus isə iqiqat artist olmalıdır ki, ifşa olunduqda illərlə vaxtını həbsxanada keçirməli olmasın. Özgələrinə şübhə ilə yanaşmaq, onunla eyni korporasiyada çalışan insanları isə mehribanlıqla qarşılamaq çoxlarına xas olan xüsusiyyətdir.



Maskarad vizit kartlarının hazırlanmasından başladı (nümünə qismində bir şirkət işçisinin həqiqi vizit kartı istifadə olunmuşdur). Doğrudur, onun vəzifəsi dəyişdirilmişdi: casus sırası, müvəqqəti işçidən informasiya təhlükəsizliyi üzrə əməkdaş çevrilmişdi.

Yalnız müvəqqəti işə qəbul olunma maskaradsız ötüşdü. Lakin burada da müvəqqəti işçinin blankları yalnız informasiya ilə doldurulmuşdu. Sosial sığorta nömrəsi, ünvan və telefon saxta idi.

Hər bir casusun öz üslubu var. Lakin düzgün seçilmiş vəzifə möcüzələr yaradır. Vinkler şirkətin informasiyasının qorunması haqqında bir əfsanə fikirləşdi. O, çox əhəmiyyətli bir layihə üzərində işləyən tədqiqatçıya dedi ki, guya ştatda bu yaxınlarda götürülüb və ona tapşırılab ki, layihənin daha çox mühafizəyə ehtiyacı olan hissəsini və müvafiq informasiyanın saxlandığı yeri müəyyən etsin. Tədqiqatçı layihə rəhbərinə müraciət etməyi məsləhət bildi. Ayre Vinkler belə də etdi. O, layihə rəhbəri ilə görüşüb ona vizit kartını təqdim edərək xahiş etdi ki, hansı informasiyanın vacibliyinə görə kritik olduğunu və kimlərin bu informasiyaya daxilolma səlahiyyətinə malik olduğunu ona izah etsin. Ona cavab verdilər ki, ən vacib informasiya şirkətin məhsullarının hazırlanması haqqında məlumatdır. Və ona bu məlumat-



ların əsas mənbəyi olan layihə qrupunun iclas protokollarının surətlərini və bu protokolları alan əməkdaşların siyahısını göstərdilər. Layihə rəhbəri casus üçün nəinki bütün sənədlərin surətini çıxartdı, hətta onun adını protokolların paylanması siyahısına əlavə etdi.

Şirkətin digər aparıcı əməkdaşları ilə bu kimi söhbətlər informasiyanı bir qədər də dolğun etdi. Maskarad haqiqətən də bol məhsul verir, lakin təsədüfləri də unutmamaq olmaz. Alınmış məxfi məlumatlar arasında direktoriya və giriş üçün parolu göstərilmiş məxfi bir sənəd də var idi. Həmin kataloqda dəyəri milyard dollardan artıq olan məxfi sənədlə yanaşı şirkətin daha iki əhəmiyyətli layihəsinə təsvir edən digər sənədlər də vardı. Təbii ki, sənədlərin elə həmin an surəti çıxarıldı.

DAXILOLMA SƏLAHIYYƏTLƏRİNİ AŞMAQ

Bir qayda olaraq, şirkətin ofisində kompüterlər xaricdən sındırılmaya qarşı istifadə olunan mühafizəyə nəzərən daha zəif qorunur. Məsələn, məsafədən şirkətin məxfi şəbəkəsinə daxil olmaq mümkün deyil, belə ki, şəbəkə sadəcə olaraq xarici rabitə kanallarına birləşdirilməyə bilər. Lakin casus şirkətin daxilində parolu tapa bilsə, əməkdaşlardan birinin kompüterində mühafizəni

ABŞ-in ciddi şəkildə mühafizə olunan Fort-Noks qızıl ehtiyatları anbarı eyniadlı hərbi şəhərciyin demək olar ki mərkəzində yerləşir.





"Canibark" (Die Hard) filmindən kadr.

sındıra bilər. Çox vaxt şirkətin işçiləri müəkkəb parollar fikirləşmək üçün özəllərini əziyyət vermirlər, onlar əsasən xüsusi isimlərdən istifadə edirlər: Barbie, Ken, Starwars və s.

Parol ballı olarsa yüksək vəzifəli əməkdaşın kompüterində saxlanan məxfi informasiyanı da asanlıqla əldə etmək olar.

Casusluq fəaliyyətində hər bir xırda detal əhəmiyyətlidir. Aparıcı əməkdaşlardan birinin qapısında qılın olmasının və ya üzərində "Şirkətin hesabatları" yazılan masanın üstünə səpələnmiş disketlər primitiv oğurluq planının hazırlanması üçün imkan yaradır.

Casus süpürgəci kimi fəaliyyət göstərir, açıq qalmış otaqları, şkafları və yeyişləri axtarır. Onu zibil yeyişləri (orada sistem parolları qeyd olunmuş kağız parçaları ola bilər), seansın başa çatdırılması proseduru yerinə yetirilmiş kompüterlər (bəzən sistem blokunu işlək vəziyyətdə saxlayaraq, sadəcə monitoru söndürürlər) maraqlandırır.

Vinklərin bəxti gətirdi. Yaddaşında elektron məktublar olan kompüterin açıq qalması işlərin əsas qrafikinə – şirkətin ən məxfi sənədlərindən birinin surətini çıxarmağa imkan verdi.

ŞTATDA OLAN İŞÇİNİN HAKERLİYİ

Hesablama texnikasının hazırkı inkişaf səviyyəsində daşınan kompüterlər heqiqətən də miniatur ölçüdədirlər. Bu isə casusa əvvəlcədən hakerlik üçün hazırladığı noutbukundan istifadə etmək imkanı verir. Internetdə həddən artıq haker aləti mövcuddur, bu alətlər skaner (haker programı) vasitəsilə aşkar edilmiş boşluqlardan istifadə etməklə sistemləri "sındırmaq" üçün əsas vasitədir. Casusa öz iş otağında ofis kompüterini Ethernet şəbəkəsindən ayıraraq, şəxsi noutbukuna qoşmaq kifayətdir.

Şirkətin kompüterlərində olan məlumatlar skanerdən keçirilir. Əgər mühafizə vasitələrinin yenisi ilə əvəz edilməsi azacıq da olsa gecikibsə, sistemdə üzə çıxarılmış və haqqında Internetdə açıq şəkildə məlumat verilən boşluqlar varsa, belə maşınların taleyi artıq həll olunub. Bəzən casus super-istifadəçi səlahiyyətlərini ələ keçirə bilər. İstənilən halda boşluq sındırılmış maşınlardan alınmış məxfi informasiyanı hakerin noutbukuna köçürməyə imkan verir. Bundan sonra parolları seçmək məqamı yetişir.

XARİCİ ORTAQLARIN HƏRƏKƏTLƏRİNİN DAXİLDƏN KOORDİNASİYASI

Casus xaricdən dəstək aldıqda, müvafiq komanda şirkətin xarici şəbəkəsini də sındırmaq qabiliyyətinə malik olur. Bunun üçün istifadəçinin adı, parolu və modemlə giriş üçün telefon nömrəsi tələb olunur. Adətən şirkətin əməkdaşları belə məlumatlara malik olurlar. Bu növ informasiyanı, misal üçün, telefonla ötürmək və ya hətta kuryerlə göndərmək olar.

Casus üstəlik şirkətin işçilərinin sistemə giriş adları və parollarının siyahısını əldə edərsə, onun şəxsləri şirkətin praktiki olaraq bütün kompüter sistemlərinə soxula bilərlər. İcazəsiz girişdən müdafiə məqsədilə layihələndirilmiş uzaqdan qoşulma vasitələri qeydiyyatdan keçmiş istifadəçilərin qarşısını ala bilməz.

Özünü ələ vermək üçün casus şirkəti tərk etmir. Buna görə də haker-ortağın hərəkətləri şirkətin əməkdaşlarının dərhlərlərinə kölgə salır.

Ayre Vinkler üç gün ərzində 300 Mbayt-dan çox məxfi verilənləri ələ keçirdi. Şirkətin beş ən vacib məhsulunun istehsal texnologiyası barədə müfəssəl informasiya onun əlində idi. Bundan əlavə, o, praktiki olaraq, bütün yeni tədqiqat işləri barəsində informa-

siya almışdı. Bu informasiya rəqiblərin əlinə düşsəydi, şirkət müflis ola bilərdi.

Casus fəaliyyət göstərdiyi zaman kobud üsullardan istifadə etsə də, heç kəsə şübhə yaratmadı. Peşəkar sonaycasuslarının arsenalı olduqca genişdir. Məsələn, "böcək"lər quraşdırıb telefon xətlərinə qulaq asmaq və ya işçiləri öz tərəfinə cəlb etmək olar. Casuslar hü-

HAKERLƏR

"Bu bizim dünyamızdır! Elektronika və kommunikasiya dünyası, verilənlərin ötürülməsi sürətinin gözəllik aləmi. Bizim üçün millət anlayışı, dərindən rəngi və dini mövhumat yoxdur. Siz, bütün bunlar bizim mənafeyimiz üçündür deyərək müharibələr aparır, qətlər törədir, aldadır və beyinlərimizi yumağa çalışırsınız, son nəticədə isə cinayətkar biz oluruq! Bəli, mən cinayətkaram! Məni cinayətə hər şeyi bilmək istəyirəm sövq edir. Mən HAKERƏM və bu mənim manifestimdir! Siz məni tuta bilərsiniz, lakin BİZİM hamımızı tuta bilməzsiniz" ("Hakerin manifesti"ndən).

Axı haker kimdir? Bu söz vur-tut 10 il bundan əvvəl əşəli şəkildə məişətimizə daxil olmuşdur.

Lüğətdə ingilis dilində "to hack" feili belə izah edilir:

- baltalamaq, baltalayab ayırmaq, didib tökmək, hissələrə ayırmaq;
- yonmaq, yonub hazırlamaq, çapmaq, diş-diş etmək;
- cansıxıcı, ağır işdə istifadə etmək;
- ədəbiyyat sahəsində maddə kimi istifadə etmək.

Kompüter texnologiyalarının mahir bilicisi, peşəkar programçı olaraq, kompüter şəbəkələri və əməliyyat sistemlərinin sındırılması üzrə mütəxəssis olan şəxsləri haker adlandırırlar. Ümumiyyətlə, bu sözə bütün bir nəslin ideologiyası, onun həyat tərzi və fəlsəfəsi öz əksini tapmışdır.

mun hazırlanması və planlaşdırılmasına real hücumun həyata keçirilməsindən daha çox vaxt sərf edirlər.

Mükəmməl xarici müdafiə xəttinə malik olan şirkət ştatda olan belə işçinin casusluq fəaliyyəti qarşısında acizdir. Bu isə onunla izah olunur ki, məxfi korporativ informasiya açıq olur, xarici müdafiə isə qüvvəsini itirir.

Tipik hakerin portretini nəzərdən keçirsək görərik ki, bu, kompüterə ciddi şəkildə, hətta dəliləsinə aludə olan, qeyri-standart düşünən, qapalı həyat tərzi keçirən, 15 yaşından 35 yaşınadək adamayovuşmazın biridir. Ətrafdakılar onu sakit, fəqir hesab edir. O, riyaziyyatı və fizikanı yaxşı bilir, nadir hallarda idmanla məşğul olur və onun bütün həyatı kompüterdir – məktəbdə, universitetdə, işdə və evdə.

Kinematografiya bəşəriyyətə hakerlər haqqında ən azı iki yadda qalan film bəxş etmişdir: rejissor Con Bədhəmin (John Badham) "Müharibə oyunları" (War Games) və rejissor Ayeen Soflinin (Iain Softley) "Hakerlər" (Hackers) filmi.

Birinci filmə fərdi kompüterdə "Ümumdünya nüvə müharibəsi" videooyunu oynayan Amerika məktəblisi gözlənilmədən Pentaqonun (ABŞ-in hərbi idarəsi) kompüter sistemində qoşulur. Ekranadakı müharibə az qala gerçəkliyə çevrilmişdi...

"Hakerlər" filmində hadisələr Nyu Yorkda baş verir. Min beş yüz lokal



"Hakerlər" filmindən kadr.

Britaniya Mülki Aviasiya nazirliyinin məlumatına görə radiohakerlərin uçuşa nəzarət sistemində soxularaq səhv komandalar verməsi halları qeydə alınmışdır. Belə halların sayı artmaqdadır: 1988-ci ildə – 3, 1999-cu ildə – 18, 2000-ci ildə – 20.



kompyuter şəkəsinə virus yaydığına və Uoll-Strit birjasında çaxnaşma yaratdığına görə on iki yaşlı kompyuter dahisinin valideynləri böyük məbləğdə cərimə olunurlar. Onun özünə isə şərti olaraq, yəni azadlıqdan məhrum edilmədən, yeddi il iş kəsilir. 18 yaşına qədər kompyuter və telefonda istifadə etmiş qadağan olunur. Təzə məktəbdə o, özü kimi hakerlərin dəstəsilə tanış olur. Onlardan biri təsadüfən böyük bir korporasiyanın şəkəsinə daxil olur və milyonlarla dolları oğurlamaq üçün "soxulcan" virusundan istifadə edərək kompyuter təhlükəsizliyi xidmətinin başçısını ifşa edən faylları oradan köçürür. Məsələdən xəbər tutan oğru hakerləri günahlandırmaq qərarına gəlir, lakin dünyanın bütün hakerləri İnternet vasitəsilə birleşirlər və ədəbsiz cinayətkarla mübarizəyə başlayırlar...

Real həyatda hakerlər əsasən proqramçı və ya şirkətlərdə kompyuter texnologiyaları üzrə mütəxəssis kimi işləyirlər. Hakerlik peşəsi yoxdur. Bu hər şeydən əvvəl psixika və düşüncə tərzidir. Uşaqlıqda çoxları oyuncaqları sındırırlar ki, içərisində nə olduğunu bilsinlər. Lakin uşaqlar böyüyürlər, oyuncaq əvəzinə onların bəzilərini əlinə kompyuter və yeni əməliyyat sistemləri düşür. Maraqlı onları proqram və kompyuterin özünü "söküb" öyrənməyə, nəyi isə təkmilləşdirməyə sövq edir. Bəzən bu işdən həqiqətən də faydalı bir şey alınır.

Müasir əməliyyat sistemləri olduqca mürəkkəb və böyükdür. Sistem işə mürəkkəb olduqca işin təhlükəsizliyi və stabilliyi baxımından daha zərif olur.

Bələhələri və çatışmazlıqları ilk olaraq hakerlər tapırlar və bir qayda olaraq tapılan qüsurlar barəsində istehsalçılara məlumat verirlər.

Bu, həmçinin veb-saytlara da aiddir. İnternetdə gündə yüzlərlə sayt mühafizədə boşluqları aşkara çıxarmaq məqsədilə hakerlər tərəfindən tədqiq olunur.

Zarafatla deyirlər ki, haker lazım olan düymələri müəyyən ardıcılıqla basmağı bacaran adamdır. Bəzən hakerləri, sındırmaq məqsədilə proqramlardan istifadə etməklə (bələhə proqramlar İnternetdə çoxdur) universitetlərin, xeyriyyə təşkilatlarının, məktəblərin saytlarına girərək, əyləncə üçün onları korlayan adı tələbələrə dəyişik salırlar. Bələhə saytlar təhlükəsizlik baxımından ən zərif saytlardır, bələhə ki, onlar məxfi materiallar daşıyır və pulsuz dəstəklənir. Təəssüf ki, dələduzlar tərəfindən saytların sındırılmasına İnternetdə olduqca tez-tez rast gəlinir. Kompyuter dələduzları özlərini fəxrli haker adlandırırlar, bələhə vandalizmin hakerlərə əlaqəsi yoxdur. Maraqlı üçün yoldan keçənlərə atəş açmaqla supermen olmaq qeyri-mümkündür.

Ümumiyyətlə, qanun nöqtəyi-nəzərindən hakerlik fəaliyyəti həmişə birmənalı şərh edilmir. Bir tərəfdən, bəy-nəlxalq qanunvericilikdə kompyuter sistemlərinə və verilənlər bazasına qeyri-qanuni müdaxiləyə görə heç də az olmayan müddətə azadlıqdan məhrum edilmə cəzası nəzərdə tutulan maddələr var. Əlbəttə, məxfi informasiyaya hakimiyyət orqanlarından və ya



"AÇIQ QAPILAR"

Hakerlərlə çoxlarını qorxudurlar, lakin bəzən oğurluğa səbəb gənc proqramçıların super intellekti yox, sadəcə "açıq qapılar" olur.

1999-cu ilin sonunda 19 yaşlı Rusiyalı haker musiqi disklərinin satışı ilə məşğul olan "CD Universe" İnternet-mağazasının veb-saytına daxil olub, bu şirkətin müştərilərinə məxsus 300 min kredit kartı haqqında informasiyanı ələ keçirməyə müvəffəq olmuşdu. O, şirkətdən 100 min dollar pul tələb etmişdi, rədd cavabı aldıqda isə öz saytında 25 min kredit kartı haqqında informasiyanı dərc etməyə başlamışdı. Təbii ki, həmin elektron sahifə bağlandı, lakin buna baxmayaraq, kənar adamlar bu informasiyadan istifadə etməyə imkan tapmışdılar.

2000-ci ildə FTB (FBI – ABŞ Federal Təhqiqatlar Bürosu) 18 yaşlı Rafael Qreyi həbs etdi. O, doqquz İnternet mağazasını sındıraraq ABŞ-da, Kanadada, Taylandda, Yapo-

saibindən xəbərsiz daxil olan haker cinayətkardır. Lakin, digər tərəfdən, əgər bu informasiya "üzüddürsə", yəni əməliyyat sistemi və veb-serverin quruluşu ilə azacıq tanış olan hər bir kəs onu asanlıqla öldürə bilər, buna görə insanı mühakimə etmək olarmı? Yaxud başqa bir misal: proqramın mühafizəsini sındırıqdan sonra haker onun sahiblərini mövcud olan "boşluqlar" barədə xəbərdar edir, bununla da, faktiki olaraq, həmin boşluğu "bağlayır". Bu halda,

yəqin ki, hakeri cinayətdə günahlandırmaq olmaz.

Əlbəttə, real həyatda cinayətkarlar olduğu kimi, kompyuter dünyasının da öz qanun pozucuları vardır. Onların hücum obyektləri müxtəlif ölçülü banklar, birjalar, İnternet-mağazalar olur. Qanun hamı üçün bir olduğundan, hətta dahilər tərəfindən də pozula bilməz. Hakerlərin istənilən qanuna zidd hərəkətlərinin üstü açılacaq və cinayətkar cəzalandırılacaqdır. Ən azı buna inanmaq istərdik.

KOMPYUTER CİNAYƏTKARLIĞI

Kompyuterdə yol verilən səhvlərin və cinayətlərin vurdugu ziyan çox böyükdür.

Kompyuter cinayətkarlığı üzrə Amerika Milli İnformasiya Mərkəzinin məlumatına görə təkcə bir il ərzində cinayətkarlar Amerika firmalarına 500 milyon dollar həcmində ziyan vurmuşlar. Almaniyada kompyuter mafiyası ildə 2 milyard avro vəsait oğurlayır. XX əsrin axırında Fransada analoji itkilər ildə 1 milyard franka çatmışdır. Oxsar cinayətlərin sayı hər il 30-40% artır.

İnformasiya cinayətləri haqqında məlumatlar tam deyil. Bu gün dünyada

heç kəs informasiya təhlükəsizliyinin pozulması barəsində tam təsəvvürə malik deyil. Avropa və Amerikada kompyuter cinayətkarlığı nəticəsində illik ümumi itkilər (sadə hesablamalara görə) on milyardlarla dollar təşkil edir. Aydın ki, zərərçəkmiş dövlət və kommersiya strukturları öz müdafiə sistemlərinin "səmərəliliyini" nümayiş etdirməyə o qədər də həvəslı deyillər. Ona görə də cinayət halları heç də həmişə ictimaiyyətə məlum olmur. Lakin məlum olan faktlar güclü təəssürat yaratmaq üçün kifayətdir. BMT-nin cinayətlər üzrə



niyada və Britaniyada 26 min kredit kartı haqqında informasiya oğurlamışdı (yeri gəlmişkən, bu kredit kartlarından biri Microsoft-un kralı Bill Geytsə məxsus idi). Haker öz hərəkətilə saytların hansı səviyyədə qorunduğunu göstərmək istəyirdi.

Rusiyada hakerlər "Qazprom"-un kompyuter sistemlərinə daxil olmuşdular. Rusiya Daxili İşlər Nazirliyinin məlumatına görə onlar qazın boru kəmərlərilə axınına idarə edən sistemi nəzarət altına ala bilməmişdilər.



Bir dəfə Almaniyada bankda işləyən bir haker ələ keçmişdi. O, bankın əmanətçilərinə faiz dərəcələri hesablandıqdan sonra alınan pənniç (dövrriyyəyə avro daxil olana qədər istifadə olunan markanın yüzdə birinə bərabər alınan pulu) hissələrini öz hesabına köçürən proqram tərtib etmişdi. Bu minvalla il ərzində onun hesabında olduqca böyük məbləğdə vəsait toplanmışdı.



komitəsi bu problemi əbəz yerə terrorizm və narkotiklərlə bir cərgəyə qoymayıb.

Görəsən inkişaf etmiş ölkələr XXI əsrin bu bəlasını dəf edə biləcəklərmi?

ABŞ prezidentinin administrasiyası 2000-ci ildə kiber-cinayətkarlıqla müba-

rizə aparmaq məqsədilə milli plan təklif etdi: İnformasiya infrastrukturunu müdafiə etmək üçün yeni institut yaradıldı və bu sahədə olan elmi tədqiqatların maliyyələşdirilməsinə 600 milyon dollardan çox pul ayrıldı. Həmin il İnternetdə cinayətkarlığın qarşısını almaq

QƏSDƏN ZİYANVERİCİLİK

Kompüter cinayətkarlığı dövlət strukturları və şirkətlərə bəzən aradan qaldırılması qeyri-mümkün olan ziyan vurur. İşdən qovulan və ya açıqlı olan sistem inzibətçiləri və programçılar professional casuslardan daha qorxulu olurlar.

35 yaşlı kompüter operatoru onu işlə təmin etmiş şəxsi yarım milyon funt sterlingdən məhrum etdi. O, şəraitdən və təyin olunmuş məbləğdən razı qalmadığı üçün şirkətin mərkəzi serverindən bir neçə kabeli açır. Bundan sonra kompüter sistemi periodik olaraq sıradan çıxır və ancaq dəvət olunmuş ixtisaslı mütəxəssis diversiyanı aşkar edə bilər. Günahkarın vəkilinin onun işləməkdən yorulduğunu sübut etmək istəsə də, məhkəmə ziyankarı həbsxana ilə cəzalandırdı.

Rəhbərlikdən narazı əməkdaşların bədniiyyətliliyi hərəkəti nəticəsində şirkətin dilerlərinin hesabları barədə məxfi informasiya, bank hesabı və kredit kartlarının nömrələri İnternetdə açılmış bir sayta düşür. Bu məlumatlar bir neçə saatdan sonra bağlanmışdı. Kim bilir, neçə cinayətkar bu informasiyadan istifadə etməyə macal tapdı.

Çox vaxt nəinki ayrı-ayrı insanlar, hətta şirkətlər belə bu hərəkətlərə yol verirlər. Bu qeyri-səlim rəqabətə gətirib çıxara bilər.



2000-ci ildə Avropa İttifaqı Microsoft şirkətinin Windows 2000 seriyasından olan əməliyyat sistemlərini ancaq Microsoft-un öz məhsulları ilə dayanıqlı işləyəcək şəkildə hazırlamaqda ittiham etdi. Bu isə, həm digər şirkətlərin marağına xələl gətirir (Microsoft illik gəlirlərinin dördü birini Avropa bazarlarından qazanır), həm də istifadəçiləri bir şirkətin məhsullarına almağa məcbur etməklə onlara ziyan vururdu.

SƏNAYE CASUSLUĞU

XXI yüzillikdə Avropa Parlamenti ABŞ, Böyük Britaniya, Avstraliya, Kanada və Yeni Zelandiyanın xüsusi xidmət orqanları tərəfindən idarə olunan ECHELON Amerika peykinə yenidən diqqət yetirdi. Bu peyk bütün dünyada telefon, faks, elektron poçt siqnallarını tutmaq iqtidarındadır. O, ABŞ-ı və müttəfiqlərini hədələyən terror və digər təhlükələrə qarşı mübarizə aparmaq üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Lakin şübhə var ki, peyk həm də vahid Avropa ticarətinə qarşı ABŞ xeyrinə kommersiya casusluğu məqsədilə istifadə edilir. Avropa Parlamenti bunun nə dərəcədə doğru olmasını aydınlaşdırmaq niyyətindədir.

Daha bir misal. Johnson & Johnson şirkətinin şəkər xəstələri üçün ərzaq istehsal edən şəkəbi sənaye casus-



larını təşviq etməkdə günahlandırıldı. Rəqib şirkətlər barədə ən çox məlumat toplayan əməkdaşlara "Inspector Clouseau" və "Columbo" mükafatlarının təqdim edilməsi buna əsas kimi göstərilmişdi.

məqsədilə FTB işçilərinin sayı kompüter mütəxəssisləri və hüquqşünaslardan ibarət olmaqla 150 nəfər artırıldı. Bu xərcləri ödəmək üçün konqres FTB-yə 38 milyon dollar ayırdı.

FTB elektron poçtda kriminal və ya terror xarakterli informasiyaların mövcudluğunu üzə çıxaran müasir avtomatlaşdırılmış sistemdən istifadə edir. Bu

sistem yüzə yaxın cinayətin aşkar olunub açılmasına kömək etmişdir.

Böyük Britaniya hökuməti bildirmişdir ki, Kriminal cinayətlər üzrə milli xidmət orqanı fırıldaqçılıq, çirkli pul-ların yuyulması, qeyri-qanuni qumar oyunları, pornoqrafiya kimi internet-cinayətlərlə mübarizə aparmaq üçün xüsusi komanda yaratmalıdır.

KOMPÜTER PİRALTLARI

Məlum olduğu kimi, program təminatını iki yolla əldə etmək olar.

Birincisi – istehsalçı şirkətin nümayəndəsindən lisenziyalı versiya almaq və texniki dəstək, yenilənmələr kimi bütün əlavə imkanlardan istifadə etmək. Bundan əlavə, programın qanuni nüsxəsinə malik olduqda istifadəçi məmulatın keyfiyyətinə də əmin olur.

İkinci üsul – program diskləri satılan ən yaxın bazara gedərək hərsi iki dollar olmaqla bu disklərdən istədiyiniz sayda almaq.

Hər iki üsulun öz üstünlükləri var. Bu üstünlük birinci halda programların istehsalçısına dəstək, ikinci halda isə ucuz qiymətə başa gəlməsilə izah olunur.

Programın qanunilik surətinin üstünlük-lərindən çox danışmaq olar, lakin burada

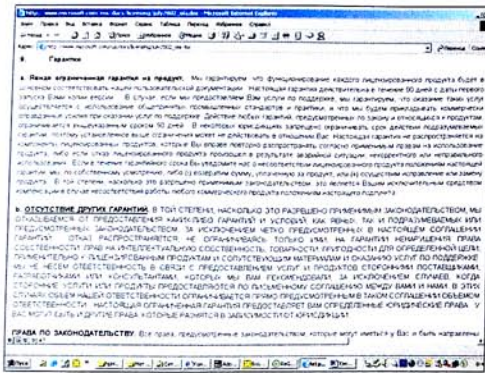
bəzi məqamlara diqqət yetirmək lazımdır.

Hər şeyə konkret istifadəçi nöqteyi-nəzərindən baxaq.

Tutaq ki, kimsə içində programların yazıldığı bir və ya bir neçə disk, təlimatlar, digər programların reklamı və s. yerləşən "qutucuğu" evə gətirdi. O, əmindir ki, xüsusilə də program baha olduqda, satıcı məhsulun işlək olmasına zəmanət verir. Ancaq disk kompüterə daxil etmək və yükləmə proqramını başlatmaq qalır...

Alıcının ilk gördüyü şey lisenziya razılaşmasıdır. Bu razılaşmada proqramın "As is" – "necə var elə" prinsipi ilə bütün səhvlər və çatışmazlıqlarla birlikdə yayıldığı qeyd olunur. Yəni, əgər proqramın işinin nəticəsində istifadəçinin

Kompüter cinayətkarlığının nə milliyyəti, nə də sərhəddi olmadığına görə Avropa Komissiyası bu işə Interpolun cəlb olunmasını təklif edir.



Microsoft şirkətinin program təminatının lisenziyasından çıxarış (ekrandan alınan foto).

verilənləri itərsə və ya isə korransara, dəyən ziyanı məhkəmə və ya digər üsulla bərpa etmək çox çətindir. Əla! Bəs onda bu qədər pul vermək nəyə lazımdır?

Tutaq ki, istifadəçi ümid edir ki, müştəri xidməti ona kömək əlini uzadacaq. Budur, artıq proqram kompüterə yüklənmişdir. Ancaq məlum olur ki, nə isə düz yerinə yetirilmir. Müştəri xidmətinə müraciət etməyin əsl vaxtıdır... Oradan isə cavab verirlər (növbəti variantlardan birini seçin):

• “Filan Service Pack-ı (yamağı) yükləyin”. Yaxşı ki, telefonla da olsa İnternetə qoşulmaq imkanı var. Əlbəttə, üç saat ərzində bu “yamağın” yüklənməsi bir şey deyil – telefon uzun müddət məşğul olduğuna görə valideynlər, bacı və ya qardaş azacıq narazı qalacaq. Əgər rabitə pis olarsa, buna daha iki saat, əgər fayl səhlə “gəlsə” daha üç saat və s. əlavə edək.

• “Sizin “dəmir” bizim proqrama uyğun deyil”. Məsələn, enerji bloku. Bəlkə də kompüterin qapağı. Yaxud şıcan altlığı, nə isə, lazım olan rəngdə deyil. Qoribədir ki, satıcı bu barədə heç bir məlumat verməmişdi və qutuda da heç nə yazılmamışdı... Qutu isə artıq açılıb və onu geri qaytarmaq mümkün deyil.

Əlbəttə, şirkətin nümayəndələrinə müraciət etmək olar, lakin onları istifadəçinin şəxsi problemləri maraqlandırmadığından onların köməyinə, demək olar ki, ümid yoxdur.

• “Bizim gözəl proqramımızın yeni versiyasını gözləyin”. Nə qədər gözləmək olar? Və yenilənmə üçün nə qədər ödəmək lazımdır? Onların gözlədiyi proqramın yeni versiyasının lazımı şəkildə işləməsinə zəmanət varmı?

Qanuni nüsxələrin əsas “silahı” – onların istehsalçı tərəfindən dəstəklənməsidir (bu istehsalçıların özləri istəyirlər ki, hamı belə fikirləşsin). Lakin bəzən realıq bundan istifadə etməyə imkan vermir, ona görə ki:

• sadəcə olaraq o, yoxdur, belə ki, firmanın nümayəndəliyi ancaq məmurları satır, onun dəstəklənməsinə isə harada uzaq Dublində yerləşən hansısa Avropa bürosu məşğul olur;

• xidmət pulludur. Daha dəqiq desək, əvvəlcə o, əlbəttə ki, ödənişsizdir, sonra isə hər şey ola bilər. Yəni müştəri xidmətinə hələ iki zəng pulsuz olacaq, sonrakı zənglərə isə böyük məbləğ tələb olunur.

Belə çıxır ki, proqram təminatının hər yerdə reklam olunan texniki dəstəklənməsi bəzən ancaq bir əfsanə və alıcını cəlb etmək üçün bir fənddir.

İddia olunur ki, proqramların qanuni şəkildə alınması proqram təminatı sonayesinə yardım edir. Bu belədirmi?

Təəssüfəndə ki, proqram sındırıqlar, piratlar, qeyri-qanuni nüsxələr yayıqların heç biri yoxdur. Çox gözəl! İndi fərz edək ki, alıcı 800 dollara kompüter alır və proqram almağa onun pulu qalmır. Daha doğrusu, bir qədər pulu qalır, lakin məlum olur ki, kompüterdə normal işləmək imkanı verən proqramlar çox bahadır.

Çox adam kompüter almaq arzusunda və bütün hallarda məlum olur ki, əgər ödənişsiz pirat surətləri olmasaydı, onda dünyanın Rusiya kimi ağır

keçmiş və mürəkkəb bu günü olan bir çox ölkələrində hal-hazırda yaşanan informasiya bumu baş tutmazdı. Hadisələr yəqin ki, tamamilə başqa cür inkişaf edərdi. Kompüter adı müasir insanın həyatının bir hissəsinə çevrilməzdi, ancaq mütəxəssislər üçün alət olaraq qalardı. Qanuni proqram təminatı satıcıları isə, əlbəttə ki, başqa şeylər satardılar. Məsələn, tozsoran və ya santexnika.

Qoribədir ki, Rusiya proqramların pirat surətlərinin sayına görə heç də birinci yerdə deyil. Bu sahədə Çin Xalq Respublikası liderdir (bazarın 70%-i).

Qapalı dairə alınır. Şirkət məhsulunun potensial alıcısı başlanğıc mərhələdə proqramdan əsasən piratların köməyi ilə istifadə edir, iri şirkətlər buna mane olmur. İstehsalçıya dəyən ziyanın səbəbkarları da piratlardır.

Qanuni surətlərin satılması üçün əlverişli şəraiti yaratmaqla bu problemi həll etmək olar. Belə ki, əgər lisenziyalanmış proqramın qiyməti 120 dollar deyil, 20 dollar olarsa, onda bəlkə də piratlara bunları “əl altından” satmaq sərf etməzdi. Hazırda proqramların ucuzlaşması işini elə piratlar yerinə yetirirlər. İri firmalar isə informasiya bumu yaratmaq üçün proqram təminatının qiymətini aşağı salmaq əvəzinə, piratlarla mübarizə üsulları barəsində fikirləşirlər.

Kompüter piratlığı məsələsi kütləvi informasiya vasitələrində çoxdan – təxminən kompüterin evlərdə meydana olduğu və daşıyıcıların kifayət qədər ucuzlaşdığı vaxtlardan, yəni 80-ci illərin əvvəllərindən qaldırılmışdı. Uşaqlar üçün “Haker” jurnalından yeni nəsil üçün “Göyərçin” in oxşarı) tutmuş intellektual elita üçün nəzərdə tutulmuş “Kompüter” jurnalına qədər bir çox nəşrlərdə bu mövzuya toxunulub. Bəzi nəşrlərdə piratlar hakerlər haqqında kinolarda göstərilən igid gənclər, bəzilərində isə kainatın belası kimi təsvir



olunurlar. Lakin hər şey bir yana, onlar da bizim kimi insanlardır. Pirat fəaliyyəti bütöv bir dünyadır. Öz qayda-qanunları olan bir dünya. Bu dünyanın sakinlərinin özünəməxsus həyat tərzi var, onlar da doğulur və ölürlər, realıqla üzlaşırlar və öz sənətlərlə məşğul olmağa davam edirlər.

Rusiya bu işdən kənarda qalmır. Burada kompüter piratlığı fərqli formada fəaliyyət göstərir. Belə ki, qeyri-qanuni proqram təminatının satışına nəhəng qüvvələr cəlb edilmişdir. Kəndləndirici haldır ki, onların fəaliyyəti müxtəlif səviyyələrdə kriminal strukturların təsiri





PIRAT LÜĞƏTİ

Warez. Software sözündən yaranmışdır. Bütün pirat "həyatı" bunun ətrafında gedir. Qeyri-qanuni üsulla ələ keçirilib sonradan sındırılaraq hər hansı şəkildə dəyişiklik və ya əlavələr edilməsi istənilən kommersiya xarakterli, qapalı, çətin əldə olunan proqram təminatı belə adlandırılır.

Scene. Səhnə. Bu kompüter andəqraundı ilə bu və ya digər şəkildə əlaqəsi olan bütün adamlar üçün sehrli bir sözdür. Warez-scene, cracking-scene, demo-scene və s. mövduddur. Səhnəni adamların, hadisələrin, kompüter və proqramların hər hansı qarşılıqlı əlaqəsi kimi xarakterizə etmək olar. Səhnə bu qəbildən olan insanların cəlb olunaraq fəaliyyət göstərdiyi yerdir. Bir sözlə, səhnə – səhnədir.

Crack. Lazım olan effekti almaq üçün digər proqramda dəyişiklik aparan proqramdır.

Key, Keygen. Açarı. Bu unikal simvollar ardıcılığıdır. Bu simvollar ardıcılığı hər hansı proqram təminatından istifadə etməyə və ya tam həcmdə istifadə etməyə imkan verir. Keygen – açarları generasiya etmək üçün proqramdır. Çox əlverişli bir şeydir.

NFO. Qrupun hər hansı məhsulunun təsvirindən ibarət olan müəyyən qayda ilə tərtib olunmuş fayldır.

Release. Reliz. Qrupun ümumi işinin son məhsuludur. Əvvəlcə qapalı, indi isə hamı üçün açıq olan hər hansı proqram təminatıdır.



altına düşür, axı kompüter andəqraundı (ing. underground) ilə əlaqəli adamlar öz mədəniyyəti və ideologiyası olan bütöv bir cəmiyyətdir.

Bəs normal vəziyyətdə bəzən külli miqdarda pulla alınan proqramların sındırılması və ya ödənişsiz açarları olan versiyaları necə meydana gəlir? Bu halda xeyriyyəçi rolunda, piratların barışmaz düşmənlərinin sözlərilə desək, pirat qrupları və ya qruplaşmaları çıxış edirlər.

Qrup adətən gənc və istedadlı adamlardan ibarət olan bir qeyri-formal cəmiyyətdir. Bəs bura kimlər daxildir?

Organiser (məhz belə yazılır, Organizer yazılmır). Qrup bu admandan başlayır. O, qalan üzvləri tapır, qrupun məqsəd və vəzifələrini müəyyən edir. Menecer və ya rəisin bənzəri olan bu adam qrupun üzvləri üçün "döğmə ata" rolunu oynayır, onsuz yoldaşlar arasında razılıq olur və iş getmir.

Cracker. Qrupda vəzifəsinə görə ikinci adamdır. O, reverse engineering (ing. "tərs layihələndirmə") texnologiyasını bilir və kommersiya proqramlarının mühafizəsini ləğv edə və ya dəyişə bilər.

Supplier. Qrupu materialla – mühafizəsinin qırılması mümkün olan proqramların yeni versiyaları ilə, yeni oyunlarla və s. təmin edir. Supplier proqram təminatı satıcısı kimi işləyə və ya istehlacçı, yaxud testerlərlə əlaqələri ola bilər.

Courier. Kuryer, çapar. Səhnədə qrupun imicinə cavab verənlərdən biridir. O, sonradan yayılması üçün relizin vaxtlı-vaxtında serverlərdə olmasına cavabdehdir.

Trader. Digər qruplar və ya şəxslərlə yenidən çıxması "Soft"-un alverini aparır.

Eyni funksiyaları bir neçə nəfər yerinə yetirə bilər və ya bir adamın bir neçə funksiyası ola bilər. Bunlar qrupun ölçülərindən aslıdır.

Qrupda qarşılıqlı münasibətlər adətən qeyri-formaldır. Elə hallar olur ki, qrupun üzvləri bir-birini şəxsən tanıyırlar, ancaq elektron poçt və ya IRC (Internet Relay Chat) vasitəsilə ünsiyyətdə olurlar. Çox vaxt qrupun özünün xüsusi IRC kanalı olur. Bu cür ünsiyyət heç də işin ümumi məhsuldarlığını aşağı salmır.

Reliz necə meydana gəlir? Təşkilatçı fəaliyyət istiqamətini seçir (oyunların, multimedia proqramları və ya, məsələn, ofis proqramlarının relizi). Məsal üçün,

CLASS qrupu ancaq oyunlar üzrə, RADIUM qrupu isə musiqi proqramları üzrə ixtisaslaşır. Supplier proqramın yeni versiyasını əldə edir, cracker isə mühafizəni aradan qaldırır. Sonra proqram testləşdirilir, müəyyən qayda ilə paketləşdirilir, məsələn, İnternetdən yükləmək rahat olsun deyə müəyyən hissələri arxivləşdirmək lazım gəlir. Mütləq NFO-fayl yazılır. Burada bəzən qrupun ASCII Art (kompüterin populyarlaşması nəticəsində əmələ gələn yeni incəsənət növü – mətnin simvollarının köməyiylə EHM-in ekranında şəkil çəkilməsi) üslubunda verilmiş loqotipi, həmçinin proqramın qısa təsviri, relizi hazırlayanların təxəllüsləri, yükləmə təlimatları, qrup haqqında informasiya və müxtəlif yeniliklər olur. Çox vaxt reliz demo janrında kiçik bir filmə müşayiət olunur – canlı musiqi və effektlər, qrup haqqında bəzi məlumatlar, salamlar və relizin adı. Bundan sonra treyderlər və kuryerlər relizi hamı üçün açıq ümumi serverlərdə yayırlar.

Bir dəqiqə! Bəs mənfəət harada qaldı? Axı burada bir gəlir yoxdur. Bəs komanda nə əldə edir? Yəqin ki, birinci növbədə mənəvi məmnunluq hissi. Səhnədə ad-san və şöhrət. Daha müəkkəb müdafiənin ləğv edilməsi (daha dəqiq, onun düzgün şəkildə ləğv edilməsi) qrupa daha çox xal qazandırır. Bu isə o deməkdir ki, qrupun relizləri olduqca populyar olacaq və o, yaxşı ad qazanacaq.

Qrupun diqqətini hansı proqramlar cəlb edir? Populyar olanlar. Məhz populyar olanlar. Onların əhəmiyyəti pulla deyil, iş üçün yararlı olması ilə müəyyən edilir.

Piratların bu və ya digər məhsula verdiyi qiymət çox şeyə dəyər. Piratlar bir qayda olaraq kompüter texnologiyaları sahəsində peşəkar olurlar və onların fikri ən mötəbər rəylərdən biri hesab olunur. Əgər proqram piratların əlinə düşsə, deməli onun bir dəyəri var.



Bundan başqa, əsl yaxşı proqram NFO faylında belə bir sətirdə qiymətini alaçaq: If you like this proqram, buy it! – "Əgər bu proqram xoşuna gəlirsə, onda onu al!" Kompüter piratlığı tarixində həttə belə bir görünməmiş hal olmuşdur: LAXITY qrupu Bleem Sony Playstation emulyatorunun yeni versiyalarını sındırmaqdan imtina etmişdir! Qrup bu proqramı çox əla qiymətdəndirərək müəllifin qonordan məhrum edilməsini düzgün hesab etmişdir. Bunun özündə bir mənə var. Ən yaxşılar gəlir əldə etməlidir. Autsayderlər isə daha yaxşı olmaq haqqında düşünməlidirlər.

Nə üçün piratlar bəzən istifadəçilərə proqramın orijinalını almağı məsləhət görürlər? Birincisi, hesab edirlər ki, müəllif həvəsəndirilməyə layiqdir. İkincisi, başa düşürlər ki, müəllif ona çatdığı pulu almasa, bəlkə də proqramın yeni versiyaları üzərində apardığı işi tam dayandırar. Ən qəribəsi odur ki, burada həm piratlıq, həm də alicənablıq yanaşı mövcud olub fəaliyyət göstərir.

Qorb piratları Rusiya piratlarından nə ilə fərqlənirlər? Aşağıdakı səbəblərə görə. Birincilərinin güclü ənənələri var – onlar proqramları ələ sındırmaq xətrinə sındırırlar. Qorbda həyat tərzii yüksək olduğuna görə istifadəçilər öz-lərinə lazım olan proqram təminatını ala bilərlər. Rusiya səhnəsi, daha dəqiq desək, onun ənənələri hələ gəncdir və proqramlar məhz onları sonradan pulsuz





Program adı	Tipi	Qiyməti
1. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
2. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
3. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
4. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
5. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
6. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
7. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
8. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
9. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
10. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
11. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
12. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
13. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
14. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
15. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
16. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
17. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
18. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
19. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32
20. Microsoft Office 2000 Professional Edition	English	1174,32

Microsoft şirkətinin program təminatı üçün qiymətlər cədvəlindən çəkilmiş, ekranından alınmış foto.

INFORMASIYANIN ŞİFLƏNMƏSİ

İnformasiyanın gizli ötürülməsi və saxlanması üçün etibarlı üsulların axtarılmasının kökləri uzaq keçmişə təsadüf edir. Bəşəriyyət tarixində mətnlərin şifrlənməsi sevimli oyunlardan biri olmuşdur. Şifrlər hərbi məqsədlərdə, dostlar arasından gizli məlumatların ötürülməsində, biliklərin gizli saxlanılmasında və bu kimi yüzlərlə hallarda istifadə edilmişdir.

İlk şifrlənmiş məlumat hələ qədim Misirdə istifadə olunmuşdur. Şifrləmə üsulu çox sadə idi və hazırda *sadə əvəz etmə ilə şifrləmə* adlanır. Şifrlənən məlumatda ilkin informasiyanın hər bir heroqlifi başqa heroqliflə əvəz olunurdu. Heroqliflərin uyğunluğu birmənalı idi, belə ki, şifrlənmiş məlumatı oxumaq üçün tərs əvəzləmənin aparılması tələb olunurdu.

SEZAR ŞİFRİ

Ən sadə şifrə misal olaraq sadə əvəz etmə şifrlər qrupuna aid olan Sezar şifri göstərmək olar. Qədim Roma tarixçisi Svetoninin dediyinə görə Qay Yuli Sezar (e.ə. 102 və ya 100–44) ondan

istifadə etmək üçün sındırılır. Lakin nəticələr yənidir – proqram təminatının mühafizəsində etibarlılığın artması, yaxşı proqramların pulsuz reklamı, kütləvi istifadəçilərdə zövqün formalaşması.

Piratlığa mütləq şərs kimi baxmaq lazım deyil. Medalın iki tərəfi var. İri şirkətlər Rusiya bazarını real qiymətləndirmədilər. Məsələn, oyun istehsalçıları proqramların xüsusi, daha ucuz versiyalarını Rusiyada satmaqla artıq bunu edirlər. Ümid etmək olar ki, digər proqram istehsalçıları da onlardan nümunə götürərək üzvlərini satış üzrə menecerlərin hesablarında adı çəkilən “iri müştərilərə” deyil, sadə istifadəçilərə çevirərlər.

gizli məktublaşma üçün istifadə edirdi. Sezar şifrinə ilkin məlumatın hər bir hərfi əlifbada irəli mövqə sayı ilə təşəbbüs edilərək hərəkət edir, lazım gəldikdə dövrü olaraq əlifbanın başlanğıcına keçirdi. Sezarın özü üç mövqə üzərində hərəkətdən istifadə edirdi. Bu halda

ROMAYA GERİ QAYIDIN

məlumatı aşağıdakı kimi şifrlənir:

TRÖÇBC XGTQ NÇBKFKP

Burada R həfi ondan üç mövqə sağda yerləşən T kimi, O hərfi R kimi və s. şifrlənmişdi. Bu üsulla əlifbanın axırındakı Z hərfi C kimi şifrlənir. Bu məlumatı açmaq üçün hər bir hərfi əlifbada üç mövqə geriye sürüşdürmək lazımdır.

Sezar şifri sürüşmənin keyfiyyətilə müəyyən olunur. Müxtəlif sürüşmələrin sayı əlifbada olan hərflərin sayından bir vahid az olduğu üçün Sezar şifrini açmaq o qədər də çətin deyil. Azərbaycan əlifbasında 1-dən 32-ə qədər bütün mümkün olan sürüşmələrin qiymətini götürmək kifayətdir. Anlaşıqlı bir mətn alındıqda məlumatın şifri açılır.

SADƏ ƏVƏZETMƏ İLƏ ŞİFLƏMƏ

Sadə əvəzetmə üsulu bir qədər mürəkkəbdir. Burada ilkin məlumatın hər bir hərfi kodlaşdırma cədvəlində verilən işarələr vasitəsilə kodlaşdırılır.

Cədvəlin yuxarı sətrində əlifbanın bütün hərfləri yerləşir. Cədvəlin aşağısında hərflərin istənilən qaydada yerləşməsi aparılır. Hər bir belə yerləşmə müəyyən bir şifrə uyğun gəlir.

Sadə şifrləmə üsulu Artur Konan Doyle (Arthur Conan Doyle) “Rəqs edən adamcığazlar” hekayəsində təsvir olunmuşdur: “Burada məlumatın hər bir hərfi rəqs edən adamcığazların müəyyən fiquru şəklində təsvir olunur. İşarələri sadə uşaq rəsmləri kimi qələmə verməklə, bu sistemi kəşf edənlərin məqsədi yəqin ki, onların yazı olduğunu gizlətmək olmuşdur. Lakin bu işarələrin hərflərə uyğun olduğunu başa düşən hər kəs çətinlik çəkmədən şifrlərin açılması üçün adi qaydalardan istifadə etməklə onları oxuya bilər”. Bəs Şerlok Holms hansı qaydaları nəzərdə tuturdu?

“Rəqs edən adamcığazlar” şifri ni ixtira edən çıxarılış banditlər sözün əvəzində və axırında duran uşaqları bayraqla təchiz etməklə şifrlərin oxunması məsələsini xeyli asanlaşdırmışdılar. Beləliklə, şifrlənmiş məlumatın sözlərə bölünməsi o dərəcədə asanlaşdı. Həm də istənilən dildə bir və ya iki hərfli sözlərə çox az təsadüf olduğuna görə onları seçmək və düzgün hərfi tapmaq olar. Tapılmış hərfi digər sözlərdə yerinə qoymaqla düzgün olmayan variantları tez kənar etmək olar. Hər bir müəyyən olunmuş söz mətndəki uyğun hərfləri aydınlaşdıraraq bütün şifrin açılmasını

sürətlə yaxınlaşdırır. Şerlok Holmsun əlavə informasiyaya malik olması şifrin tapılmasını asanlaşdırdı. O bildirdi ki, məktublar İsi adlı bir qadına göndərilir. Məktublara isə çox zaman kimə göndərilirsə onun adı ilə də başlayır. Beləliklə, o ən qısa zamanda üç hərfin şifrini tapa bildi. Sonra Şerlok Holms “göl” sözünü müəyyən etdi ki, bununla da işin qalan hissəsi xüsusi zəhmət tələb etmədi.

MƏTNİN TEZLİKLİ ANALİZİ

“Rəqs edən adamcığazlar” şifri ni açmaq üçün Şerlok Holmsun tətbiq etdiyi üsul kompüter üçün o qədər də müvafiq deyil. Ehtimal nəzəriyyəsinə əsaslanan və mətnə hər bir hərfin rast gəldiyi başqa bir səmərəli üsul vardır. Bu üsul *tezlikli analiz üsulu* adlanır. Bu üsullu yeganə çatışmayan cəhəti şifrlənmiş məlumatda mətnin iri həcmli olmasıdır.

Böyük həcmli müxtəlif mətnləri analiz etməklə əlifbanın hər bir hərfinin istənilən mətnə rast gəlmə tezliyini təqribi olaraq hesablamaq mümkündür. Əgər sözlərin arasındakı aralıqlar nəzərə alınarsa, onda məlum olur ki, aralıq 0,1558 ehtimalı ilə ən çox rast gəlinən simvoldur (yəni 1000 işarədən ibarət olan mətnə orta hesabla 155 aralıq işi-
rak edir). Şifrlənmiş mətnlərdə sözlər arasında ayırıcıların olması onun tapılmasını asanlaşdırır. Ona görə də şifrləmə zamanı aralıq nəzərə alınmalıdır.

Əgər aralıq nəzərə alınmazsa Azərbaycan əlifbasının hərflərinin tezlikləri əsasən aşağıdakı kimi olar (göstörülən ümumi həcmi min simvoldan ibarət olan bir neçə bədii mətnin analizinin nəticəsidir):



“Şerlok Holms və doktor Vatsonun macaraları” kinofilminin kadri.



A 0,0910 Ə 0,0788 İ 0,0708 N 0,0599
D 0,0538 R 0,0523 L 0,0448 İ 0,0390
M 0,0355 B 0,0277 Y 0,0261 S 0,0237
U 0,0209 Ü 0,0200 O 0,0190 T 0,0188
K 0,0183 E 0,0180 Ş 0,0160 Z 0,0148
Q 0,0129 G 0,0118 H 0,0103 Ç 0,0101
X 0,0091 V 0,0088 Ç 0,0087 Ö 0,0084
C 0,0077 F 0,0037 P 0,0035 J 0,0001

Beləliklə, istənilən mətnə hər min hərfdən orta hesabla 91 hərf – A, 78 hərf – Ə, 70 hərf – İ, 59 hərf – N və s. olacaqdır. Ən az rast gəlinən hərf – P və J hərfələri: hər min hərfdən orta hesabla 35 hərf – P və cəmi 1 hərf – J olacaqdır.

Mətnin digər əhəmiyyətli xarakteristikası isə mətnə müxtəlif iki hərfli birləşmələrin işlənmə tezliyidir. Kriptografiyada belə cütlər *biqram* və ya *diqram* (diqram ilə qarışdırılmayın. “Di” – *yun.* “ikili” deməkdir) adlanır. Növbəti siyahıda Azərbaycan dilində yazılmış mətnlərdə ən çox rast gəlinən biqramlar ehtimallarına əsasən sırası ilə göstərilmişdir:

DI İR AN AR DƏ LƏ DA İN
MƏ ƏR KI İN RD BI DI ND

Əvəz etmə qrupundan olan istənilən şifrlərin açılması üsulu mətnin statistik xarakteristikalarına əsaslanır. Şifrlənmiş məlumatda bütün hərflərin və biqramların tezliklərini hesablamqla ən böyük tezliyə malik olan hərfin əlifbada ən çox rast gəlinən hərf olduğunu fərz etmək olar. Oxşar olaraq, şifrlənmiş mətnə ən böyük tezliyə malik olan biqramın şifrlənməmiş mətnə tez-tez rast gəlinən biqrama uyğun olması nəzərdə tutulur. Əlbəttə, şifrlənmiş mətnin statistik analizində kompüterin köməyi əvəzsizdir, lakin prinsipinə bu hesablamaları kompütersiz də aparmaq olar.



Edgar Allan Po.

Məşhur Amerika yazıçısı Edqar Allan Po (Edgar Allan Poe) da kriptografiya ilə maraqlanmışdır. Onun “Qızıl böcək” hekayəsinin süjeti gizli məlumatların açılması ətrafında qurulmuşdur. Edqar Po şifrlərin və digər gizli məlumatların açılmasında ancaq məntiq və əqli tətbiq etməyin yetərli olduğunu düşündürdü. O, 1893-cü ildə “Alexander’s Weekly Messenger” jurnalında oxuculara müraciət edərək ona göndərdikləri istənilən əvəz etmə üsulundan istifadə edən kriptogramı açma biləcəyini iddia etdi.

“Anlamaq gücü olmayan insan təfəkkürünün açmağa qadir olmadığı bir şifri tərtib etməyə də gücü çatmaz”. Bu sözlər Edqar Poya məxsusdur. Lakin müasir kriptografiya məşhur yazıçının bu fikrini təkzib edir. Açıq açarlı müasir şifrləri (“Müasir kriptografiya” məqaləsinə bax) ən güclü kompüterlərin köməyi ilə də açmaq olmur.

VİJENER ŞİFRİ

XVI əsrin axırlarında Fransa kralı III Henrinin saray əyanı Blez de Vijener (Blaise de Vigenere) maraqlı bir şifrləmə üsulu təklif etdi. Bəzi hallarda bu şifri mətni *gizlətməklə şifrləmə* adlanır. Şifrləmə üçün gizli söz və ya ifadədən istifadə olunur. Bu gizli sözü ilkin mətnin yuxarısında yazaraq məlumat qurtarana qədər təkrarlamaq lazımdır. İlkin mətnin hər bir hərfi əlifbada ondan bir neçə mövqə sonra yerləşən hərfə əvəz edilir. Sürüşmənin sayını isə gizli açar sözünün ilkin mətndəki hərfin yuxarısında yerləşən hərfi müəyyən edir. A hərfi üçün sürüşmə ümumiyyətlə yoxdur, B hərfi bir mövqə, C hərfi iki mövqə irəli və s. sürüşdürməyə uyğun gəlir. Axırncı Z hərfi isə 31 mövqə sürüşdürməyə uyğundur (Azərbaycan əlifbasında 32 hərf olduğuna görə). Yəni sürüşmənin ölçüsü hərfin əlifbadakı sıra nömrəsindən bir çıxmaqla müəyyən olunur.

Misalda açar söz olaraq HOLMS sözü istifadə edilir. Tutaq ki, aşağıdakı məlumatı şifrləmək lazımdır:

TƏCİLİ OLARAQ GƏL

Bunun üçün açar söz şifrlənən ifadənin üzərində yazılır:

HOLMSH OLMSHO LMS
TƏCİLİ OLARAQ GƏL

İndi məlumatda hər bir hərfi üstündə duran açar sözün hərfinə uyğun olaraq əlifba üzrə irəliyə doğru sürüşdürmək lazımdır. Məsələn, H – hərfi əlifbada 11-ci həfdir və 10 mövqə irəli sürüşməni təyin edir. Beləliklə, ilkin mətndəki T hərfinin əvəzinə şifrlənmiş məlumatda D hərfi yazılır. İlkin mətnin ikinci Ə hərfi açar sözün O hərfinə uyğun olaraq 20 mövqə irəli sürüşdürülərək T hərfinə əvəz edilir və s. Beləliklə, aşağıdakı şifrlənmiş mətn alınır:

DTNZƏR GCMKHD ŞŞĞ

VİJENER ŞİFRİNİN AÇILMASI

Təxminən üç yüz il ərzində Vijener şifrinin açılması qeyri-mümkün hesab olunmuşdur. İlk dəfə Vijener şifrini açmaq üsulunu 1863-cü ildə Prussiya ordusunun mayoru Fridrix Kasitski təklif etmişdir. Bu üsul açar sözün uzunluğunun təyin edilməsinə əsaslanırdı. Açar sözün uzunluğu məlum olduqda, mətni bir neçə fragmentə bölmək və onlara Sezar şifrini tətbiq etmək olar. Göstərilən misalda açar sözün (“HOLMS”) uzunluğu beşdir. Bu o deməkdir ki, məlumatın birinci, altıncı, on birinci, on altıncı və s. hərfəri Sezar şifrinin eyni bir hərfilə kodlaşır. H hərfi əlifbada 11-ci hərf olduğuna görə 10 mövqə irəli sürüşməklə alınan hərf götürülür. Analoji olaraq, ilkin məlumatın ikinci, yeddinci, on ikinci və s. hərfələri açar sözün ikinci O hərfinə uyğun olan 20 mövqə sürüşmə ilə alınan

Sezar şifri tətbiq olunur. Bütün mətn beş fragmentə bölünür. Hər bir fragmentə tezlikli analiz üsulunu tətbiq etmək olar. Beləliklə, Vijener şifrinin tapılması 90% açar ifadənin uzunluğunun tapılmasına uyğunlaşdırılır. Əlbəttə, mətn çox böyük, açar söz isə ona nisbətən çox qısa olduqda bu üsul tətbiq oluna bilər.

Kasitski üsulu şifrlənmiş mətnə təkrarlanan biqramlar arasındakı məsafələrin təyin edilməsinə əsaslanır. İlkin mətnə eyni bir biqram açar sözün uzunluğu qədər olan məsafədə təkrarlansa, o, şifrlənmiş mətnə də həmin məsafədə təkrarlanaçaqdır. Təkrarlanan biqramlar arasındakı məsafəni hesablayaraq və bu ədədin bütün bölgənlərini taparaq açar sözün uzunluğuna namizəd olan ədədlər çoxluğunu almaq olar.

Tutaq ki, BARTO açar sözündən istifadə edərək aşağıdakı bəndi şifrləmək lazımdır:

Əvvəlcə aralıqları, dürgü işarələrini kenara atmaqla və mövqələri saymağın asan olması üçün alınan hərfələr ardıcılığını beşliklərə bölməklə şəri aşağıdakı kimi yazaq:

DƏRSƏ GƏDƏN BİRŞ AQÇIX DIBUZ
ÜSTƏQ OÇAQS ÜRÜŞD ÜBİRD ƏNƏİR
ƏDƏYD İÜZÜS TƏYƏR Ə

Vijener şifrləmə üsulunu tətbiq etməklə alırıq:

ƏƏJMT ƏEUAŞ CİJƏİ BQTƏZ EİŞON
VSLAD ƏCRHİ VRNNS VBDSL NSFSX
FDVSS JÜPPI UƏƏZX F

QAIƏABNPƏQPMƏAGMAZƏAFRƏƏ
UMATVUŞKQƏNSİCQƏƏVTİJQƏ
TIJPIPTGNXƏAPNƏRSEZCUNQƏ

Bu mətnə biqramlar müəyyənləşdirilir və onların yerləşməsinə qanana uyğunluq axtarılır. Məsələn, əgər hər hansı biqram 5 mövqədən bir təkrarlansa, güman edilir ki, açar sözün uzun-



Blez de Vijener.



Fridrix Kasitski.



luğu 5-ə bərabərdir. Uzunluğu 5 olan açar söz düz gəlmədikdə başqa bığram yoxlanılır.

Açarın uzunluğunun böyük ehtimalla beş olduğunu təyin edərək Vijnere şifrinin açılmasında ən mühüm addımı atmış olduq.

Kasitskinin üsulunda müəyyən qədər bəxtin gətirməsi tələb olunur. İlk mətnə bığram açar sözün uzunluğuna bölünən məsafədə təkrarlanmalıdır. Mətn iri həcmli deyilsə, bu proses baş verməyə bilər. Bundan əlavə, şifrlənmiş mətnə müəyyən məsafədə yerləşən, açar sözün uzunluğuna bölünməyən, təsadüfi təkrarlanan bığramlar ola bilər. "Requlyar" bığramlara nisbətən onların ehtimalı azdır və qısa mətnlərdə onlar maneçilik törədən bilər. 1920-ci ildə amerikalı Vilyam F.Fridman (William F.Friedman) açar sözün uzunluğunu müəyyən etmək üçün daha sadə və səmərəli üsul təklif etdi. Bu üsul klassik kriptografiyanın ən parlaq nailiyyətlərindən biri hesab olunur.

Fridman üsulu "üst-üstə düşmə indeksi"nin hesablanmasına əsaslanır. Şifrlənmiş məlumat mətnin bir neçə mövqe dövrü sürüşməsilə yenidən yazılır. Bu qayda ilə alınan məlumatın biri digərinin üzərində yazılır, sonra aşağı və yuxarı sətirələrdə üst-üstə düşən hərflərin sayı hesablanır. Sonra üst-üstə düşmələrin sayının məlumatın uzunluğuna olan nisbəti hesablanır. Bu nisbət üst-üstə düşmə indeksi adlanır.

Azərbaycan dilində olan mətnlər üçün üst-üstə düşmə indeksi orta hesabla 6%-dir. Ancaq Azərbaycan hərflərinin tamamilə təsadüfi ardıcılığında üst-üstə düşmə indeksi keyfiyyətli olacaq. Azərbaycan əlifbasında 32 hərflərdən ibarət olduğuna görə üst-üstə düşmə ehtimalı $1/32$ və ya $0,031$, yəni 3%-dən bir qədər çox olur.

Fridman üsulu məhz bu mülahizəyə əsaslanır. Şifrlənmiş mətn 2, 3, 4 və s.

sürüşmə ilə yazılır və hər sürüşmədə üst-üstə düşmə indeksi hesablanır. Əgər bu indeks 0 və 5% arasında dəyişərsə, deməli sürüşmənin ölçüsü açar sözün uzunluğuna uyğun deyildir. Üst-üstə düşmə indeksi sıçrayışla 6% və daha çox artıqda açar sözün uzunluğu tapılır.

Bizim misaldə şifrlənmiş mətn aşağıdakı kimidir:

OAİTABNPXÖPMCAGMAZCAFROƏ
UMATVUŞKQÖNİCDÖÖVNTİJCĞ
TIJPİTEGNKEAPNXDRSEZCUNƏZ

Mətni dövrü olaraq sürüşdürməklə üst-üstə düşmə indeksini hesablayıb aşağıdakı nəticəni alırıq:

Sürüşmə	Üst-üstə düşmələrin sayı	İndeks
2	0	0.000
3	5	0.068
4	2	0.027
5	8	0.110
		~ bu, açarın uzunluğudur!
6	1	0.014
7	1	0.014
8	2	0.027

Sürüşmənin qiyməti 5 olduğda üst-üstə düşmələrin sayı istənilən digər sürüşmələrdən daha çox olur. Açarın uzunluğu isə böyük ehtimalla 5-ə bərabərdir.

Sürüşmənin qiyməti açar sözün uzunluğuna bölünən bir ədəd olduğda üst-üstə düşmə indeksinin nə üçün birdən-birə artdığını başa düşmək çətin deyil. İstənilən əvəzetmə şifrində, xüsusilə də Sezar şifrində şifrlənmiş və ilk mətnin üst-üstə düşmə indeksi eyni olur. Vijnere üsulu ilə şifrlənmiş mətnə açar sözün uzunluğuna bərabər sürüşmə zamanı biz eyni bir Sezar şifri ilə şifrlənmiş hərfləri müqayisə edirik. Beləliklə, şifrlənməmiş mətnə üst-üstə düşmə indeksi açar sözün uzunluğu qədər sürüşmə aparıldıqdan sonra alınan üst-üstə düşmə indeksi eyni olur.



Vilyam F.Fridman.

"ENİQMA" ALMAN ŞİFRLƏMƏ MAŞINI

Birinci dünya müharibəsi dövründə və sonralar da mexaniki və elektromexaniki şifrləmə maşınları geniş yayılmağa başladı. Onlardan biri – "Eniqma" adlı alman şifrləmə maşını praktiki kriptografiyanın ən böyük nailiyyətlərindən hesab olunur.

"Eniqma" Almaniyada 1928-ci ildən başlayaraq, Hitlerin hakimiyyətə olduğu dövrdə və İkinci dünya müharibəsi illərində istifadə olunurdu. 1932-ci ildən başlayaraq Varşavanın şifrləmə bürosunda "Eniqma"nın sirrini açmaq istiqamətində işlər aparılırdı. Qrupun rəhbəri Poznan Universitetinin riyaziyyat fakültəsinin müəllimi gənc Polşa riyaziyyatçısı Marian Reşevski idi. Almaniyadan alınmış köhnə şifrləmə maşını qrupun ixtiyarına verilmişdi. Bu model o dövrün tələbinə cavab vermədiyi üçün xeyri də az oldu. Ona görə də "Eniqma" məsələsinin həlli üçün alimlərin işində əsas məqam riyaziyyatın tətbiq edilməsi idi (qruplar nəzəriyyəsi və yerdəyişmələr nəzəriyyəsi).

1933-cü ilin yanvarında maşının nəzəri iş prinsipi tapıldı ki, bu da sonradan onun real modelini hazırlamağa imkan verdi. Həmçinin ələ keçirilmiş məlumatların əsasında şifr açarlarının bərpa olunması üsulu işlənişə hazırlandı.

MÜASİR KRIPTOQRAFIYA

Kompüterlərin yaranması ilə kriptografiya tamamilə dəyişdi. Şifrləmənin klassik üsulları kompüterlərin sınağından keçmədi və artıq bu üsullar istifadə olunmur.

Müasir kodlaşdırma üsullarının əsasını təşkil edən başlıca ideyalardan biri şifrləmədə klassik şifrlərdə olduğu kimi hərflərdən deyil, ikilik kodlardan istifadə olunmasıdır. Bu ancaq mətnləri deyil, həm də istənilən faylları (təsvirləri, kom-

Bir qədər sonra, 1939-cu ildə "Eniqma" haqqında materiallar Fransaya və İngiltərəyə ötürüldü. İngilislər ən yeni alman maşınlarının konstruksiyası və kodlar sistemində aparılmış təkmilləşdirmələrin sirrini açdılar. Londondan 70 km məsafədə yerləşən Bleçli montaqəsində bir qrup alim tərəfindən aparılan bu işdə məşhur riyaziyyatçı, xəyalı "Türinq maşını"nın müəllifi kimi tanınmış Alan Türinq (Alan Mathison Turing) də iştirak edirdi. İş çox gizli saxlanılırdı və almanların heç əhlina gəlmirdi ki, onların bütün məxfi məlumatları artıq anti-Hitler koalisiyası üçün açıqdır. İkinci dünya müharibəsini tədqiq edən tarixçilərin çoxu belə qənaətə gəlirlər ki, bu, faşist Almaniyasının süqutunu sürətləndirmiş və minlərlə insanın həyatını xilas etmişdir. "Eniqma"nın tarixçəsi müharibədən sonra da çox gizli saxlanılmış və ancaq 30 il sonra artıq hərbi sirr kimi qüvvədən düşdükdə nəşr olunmuşdur.

Həqiqətən də XX əsrin ikinci yarısında kriptografiyada əsl inqilab baş verdi. Açıq açarla müasir kodlaşdırma sxemində nə kodlaşdırma maşını, nə də şifrləmənin açarı artıq məxfi deyil! Yəni məlumatı şifrləmək üçün heç bir sirri bilmək lazım deyil (gizli açar ancaq dəşifrəlmə üçün lazımdır) və şifri praktik olaraq sındırmaq mümkün deyil. Beləliklə, "Eniqma"nın sirlərinin açılmasına oxşar bir əhvalat bizim dövrdə çətin ki, baş verə bilər.

püter proqramlarını və s.) şifrləməyə imkan verir.

Hər bayt 256 qiymətə malikdir, bu isə etibarlı şifrləmə üçün kifayət etmir. Ona görə də ayrı-ayrı baytlar deyil, bir neçə ardıcıl baytdan ibarət olan bloklar şifrlənir. Şifrləmə sxemlərinin çoxunda hər bir blok digərlərindən asılı olmadan şifrlənir. Blokun ölçüsü nə qədər böyük olarsa, şifr də bir o qədər etibarlı olar.



Marian Reşevski.



"ENİQMA" NIN QURULUŞU

"Enigma" elektromexaniki şifrələmə maşınları qrupuna daxil idi. Onun konstruksiyası latın alifbasının 26 hərfini dəyişdirən üç rotordan ibarət bir sistemə əsaslanırdı. Hər rotorun bir səthində 26 giriş kontaktı, digər səthində isə 26 çıxış kontaktı var idi. Hər bir rotorun daxilində giriş və çıxış kontraktlarını öz aralarında birləşdirən naqillər yerləşirdi. Birinci rotorun çıxış kontaktı ikinci rotorun giriş kontaktı ilə birləşdirilirdi. Operator klaviaturanın hər hansı hərfini basdıqda elektrik cərəyanı birinci rotorun bu hərfə uyğun olan kontaktına verilirdi. Cərəyan birinci rotordan keçərək hər hansı digər hərfə uyğun olan çıxış kontaktına düşürdü. Sonra cərəyan ardıcıl olaraq ikinci və üçüncü rotordan keçib tarpanmaz reflektora (lat. "reflecto" – "əks etdirirəm", "geriyə göndərirəm") verilirdi. Reflektorun konstruksiyasında 26 kontakt cütlərə bölünmüş və hər bir cüt öz aralarında birləşdirilmişdi. Beləliklə, reflektor hər bir hərfi onunla bir cütdə yerləşən digər hərfə əvəz edirdi.



"Enigma" şifrələmə maşını.

Reflektordan keçən cərəyan geriye – rotorlar sisteminə verilirdi. O yenidən tərs ardıcılıqla üç rotordan keçirdi. Nəticədə "Enigma"-nın işıq tablosunda şifrələnmiş hərfə uyğun olan 26 lampadan biri yanırdı. "Enigma"-nın ən vacib xüsusiyyəti rotorların fırlanması idi. Birinci rotor hər şifrələnmiş hərfdən sonra bir mövqe döndürdü. Birinci rotor tam bir dövr vurandan, yəni 26 hərf çevirməsindən sonra ikinci rotor bir mövqe döndürdü. İkinci rotorun tam dövrüyəsindən sonra, yəni $26 \times 26 = 676$ hərf şifrələndikdən sonra isə üçüncü rotor bir mövqe döndürdü.

"Enigma"-nın reflektoru hesabına bir cütdə yerləşən hərlər hər addımda yerini dəyişirdi. Məsələn, N hərfi S-lə əvəz olunurdusa, rotorların eyni vəziyyətində S hərfi də N-lə əvəz olunurdu (cərəyan eyni naqildən, sadəcə əks istiqamətdə keçirdi). "Enigma"-nın özünəməxsus cəhəti bununla izah olunurdu: məlumatın şifrini açmaq üçün rotorların ilkin vəziyyətini bərpa edərək onu yenidən məşindən keçirmək lazım idi. Beləliklə, rotorların başlanğıc vəziyyəti şifrələmənin açarı rolunu oynayırdı. Rotorların başlanğıc vəziyyəti bu gündə tarixə uyğun olaraq qoyulurdu. Hər bir operatorun rotorların hərgünkü vəziyyətini göstərən xüsusi kitabı var idi. Bu isə şifrələmə sisteminin aşkar zəif cəhəti idi: bütün sirləri açmaq üçün kitabı və maşını ələ keçirmək kifayət idi.

Şifrələmənin müasir üsulları iki qrupa ayrılır: *simmetrik kodlaşdırma*, yaxud *gizli açarla kodlaşdırma* və *asimmetrik kodlaşdırma*, yaxud *açıq açarla kodlaşdırma*.

DES SXEMİ. GİZLİ AÇARLA KODLAŞDIRMA

Gizli açarla kodlaşdırmada eyni açar məlumatın həm şifrələnməsində, həm də deşifrələnməsində istifadə olunur. Belə kodlaşdırma *simmetrik kodlaşdırma* adlanır.

Qeyd edilmiş sayda ardıcıl baytlardan ibarət mətn blokları kodlaşdırılır. Açar da bir neçə baytdan ibarət ola bilər. Məsələn, DES (Data Encryption Standard – "verilənlərin şifrələnməsinin standartı") sxemində blokun ölçüsü 8 bayt və ya 64 bitdir. Açarın uzunluğu da 8 baytdır. Doğrudur, bunlarda ancaq 56 bit istifadə olunur: hər baytın böyük biti cüt olmanı yoxlayır və şifrələmədə iştirak etmir.

Şifrələmədə 64 ikilik mərtəbədə yerləşən giriş söz həmin uzunluqda olan digər şifrələnmiş giriş sözlə əvəz olunur. DES-in tam təsviri çox mürəkkəbdir və onlarla səhifə tutur. Onun əsas ideyaları bunlardır:

1. Proqramlaşdırmanın müxtəlif sahələrində, xüsusilə də şifrələmədə bitlər üzərində əməldən – "istisna edən VƏ YA" əməlinə istifadə edilir (bu əməl XOR kimi işarə olunur). Riyaziyyatçılar bu əməli "modul ikiyə görə toplama" adlandırırlar. Əməl aşağıdakı qaydada təyin olunur:

$$\begin{aligned} 0 \oplus 0 &= 0, 0 \oplus 1 = 1, \\ 1 \oplus 0 &= 1, 1 \oplus 1 = 0. \end{aligned}$$

XOR əməli $\oplus$ simvolu ilə işarə olunur. Bu əməl iki ikilik sözə tətbiq edildikdə, o, uyğun mövqələrdə yerləşən hər bit cütü üçün ayrıca yerinə yetirilir. XOR əməli çox yaxşı geriye dönmə xassəsinə malikdir:

$$(X \oplus Y) \oplus Y = X$$

X-ə Y əlavə etməklə X məlumatı şifrələnir və deşifrələmə üçün həmin əməli bir də yerinə yetirmək kifayətdir.

2. DES sxemində çevirmələr raund adlanan elementar addımlara bölünür. Belə raundların sayı 16-dır. Hər bir raundda ilkin aşardan müəyyən qayda ilə təşkil olunmuş 48-bitlik K açarından istifadə edilir. İlkin 64-bitlik söz 32-bitlik L (sol) və R (sağ) yarım sözə ayrılır. Bunlara aşağıdakı Feynstel çevirməsi tətbiq olunur. Bu çevirmə IBM şirkəti üçün ilk simmetrik kodlaşdırma üsullarından biri olan "Lütsifer"-i işləyib hazırlamış Horst Feystelin (Horst Feistel) şəərəfinə belə adlandırılmışdır.

$$\begin{aligned} L' &= R; \\ R' &= L \oplus f(R, K), \end{aligned}$$

burada L' və R' – sözün sol və sağ yarımsının yeni qiymətləridir.

Feynstelın əsas ideyası ondan ibarətdir ki, belə çevirmə f funksiyasının növündən asılı olmayaraq geriye çevrilə bilər:

$$R' \oplus f(R, K) = L;$$

və

$$\begin{aligned} R &= L'; \\ L &= R' \oplus f(L', K) \end{aligned}$$

çevirməsi Feynstel çevirməsinin tərs çevirməsidir və ona görə də o, deşifrələmədə istifadə olunur.

3. DES sxemində ən vacib məqam f funksiyasının qurulmasıdır. Bu funksiya hər raundda K açarına və şifrələnən sözün sağ yarımlı hissəsinə tətbiq olunur. f funksiyasının qurulması Klod Şennonun (Claude Shannon) 1949-cu ildə "Bell System Technical Journal" jurnalında dərc olunan ideyalarına əsaslanır. Burada f funksiyasının arqumentilə nəticəsinin bir-birilə mümkün qədər az əlaqəli olması tələb olunur. Arqumentin kiçik dəyişməsi nəticənin ciddi dəyişməsinə səbəb olmalıdır ki, bu tamamilə təsadüfi görünsün.

Klod Şennon belə bir funksiyayı qurmaq üçün bir neçə dəfə "qarışdırma"

və "çaşdırma" (diffusing və confusing) tipli çevirmələrin ardıcıl yerinə yetirilməsini təklif etmişdir. XX əsrin 60-cı illərində Horst Feynstel tərəfindən bu ideyanın həyata keçirilməsi təklif olundu. "Qarışdırma" sadəcə olaraq sözün bitlərinin yerdəyişməsindən ibarətdir. "Çaşdırma" üçün S-qutular adlanan (ing. "substitution" – "əvəzləmə") anlayış tətbiq olunur. Uzun ikilik söz dörd bitdən ibarət qruplara bölünür. Bu dörd bitin qiyməti 0-dan 15-ə qədər bir ikilik ədəd kimi nəzərdən keçirilir və bu ədəd S-qutunun girişinə verilir. S-qutu bu ədədi digər ədədlə əvəz edərək çıxışa verir. Qaytarılan ədəd də dörd bit şəklində təsvir olunur. Beləliklə, hər S-qutu dörd bitli söz üzərində müəyyən qeyd olunmuş çevirməni yerinə yetirir. Bu çevirmə imkan daxilində təsadüfiliyə yaxın olmalıdır. Deşifrələmənin mürəkkəbliyi əsasən S-qutu tərəfindən yerinə yetirilən çevirmənin mürəkkəbliyinə əsaslanır.

DES sxemində cari raundun K açarı və sözün R sağ yarımlı hissəsinin bitləri əsasında seçilən bir neçə S-qutudan istifadə edilir.





Feynstel çevirməsinə bənzər olan çevirmələr təkcə DES sxemində deyil, demək olar ki, bütün müasir simmetrik kodlaşdırma sxemlərində tətbiq olunur.

DES sxemi son 20 ildə praktikada müvəffəqiyyətlə tətbiq olunmuş və kifayət qədər etibarlı sxem kimi tanınmışdır. Onu sındırmaq üçün hələ ki, bütün açarların tam nəzərdən keçirilməsi üsulundan ciddi şəkildə üstün olan heç bir üsul tapılmamışdır. Bununla bərabər DES sxemində açarın uzunluğu cəmi 56 bit olmaqla kifayət qədər qısadır və bütün açarları seçib ayırmaq mümkündür. Müasir fərdi kompüterdə bunun üçün təxminən 1000 il tələb olunur ki, bu da alqoritmlər nəzəriyyəsinə ciddi vaxt hesab olunmur! Xüsusi olaraq hazırlanmış çoxprosessorlu hesablama kompleksi isə DES şifrini bir neçə saata sındırır. Buna görə də DES sxeminin geniş istifadəsi dövrü sona çatmaq üzrədir. Hazırda onun modifikasiyası olan 3DES sxemi istifadə olunur. 3DES sxemi DES sxeminin üçqat tətbiqindən ibarətdir. 3DES sxemində açar iki dəfə uzundur, ona görə də tam seçmə yolu ilə onu təyin etmək real deyil. Bununla yanaşı, simmetrik şifrələmənin DES-i tamamilə əvəz edəcək yeni standartının axtarışı fəal şəkildə davam edir.



ACIQ AÇARLA KODLAŞDIRMA

Asimmetrik şifrələmə və ya açıq açarlar şifrələmə sxeminin işlənilib hazırlanması kriptografiyada əsl inqilab oldu. Əgər müasir simmetrik kodlaşdırma alqoritmləri bu və ya digər dərəcədə klassik şifrləri, əsasən də XX əsrin əvvəllərində istifadə olunan rotorlu şifrələmə maşınlarını xatırladırsa, açıq açarlar kodlaşdırma sxeminin bənzəri tarixdə mövcud olmamışdır.

Açıq açarlar kodlaşdırma ideyası çox sadədir: məlumatın şifrələnməsi və deşifrələnməsi üçün iki müxtəlif açar istifadə edilir. Məlumatın şifrələnməsi üçün istifadə olunan açar – *açıq açar* (public key) adlanır. Deşifrələmə üçün istifadə olunan açar *gizli* və ya *xüsusi açar* (private key) adlanır. Açıq açarı bilməklə gizli açarı bərpa etmək mümkün deyil.

Təsəvvür edin ki, qapı kilidinin iki müxtəlif açarı vardır. Biri qapını bağlamaq, digəri isə açmaq üçün istifadə olunur. Açıq açarla olan şifrələmə sxemi də oxşar qaydada qurulur. Açıq açar hamıya məlum olur və istənilən adam məlumatı şifrəyə bilər ("qapını bağlamaq"). Məlumatı deşifrə etmək imkanını ancaq gizli açara malik olanlar əldə edirlər ("qapını açmaq").

Ceyms Bond filmlərindən biri olan "Rusiya mənəhbətlə" filmində "Casus 007"-nin əsas məqsədi "Lektor" adlı sovet şifrələmə maşınına əldə etməkdir. Hal-hazırda buna bənzər süjet gülcə görünür: şifrələmə maşını, yəni kompüter üstə gəl şifrələmə alqoritmində burada məxfi heç nə yoxdur. Şifrələmənin açıq açarını həтта telefon kitablarında da dərc etmək olar. İngilis əks-kəşfiyyatı üçün gizli açarı bilmək daha maraqlı olardı, ancaq şifrələnmiş məlumatları Moskvağa göndərən agentin özü gizli açarı bilmir (gizli açar Moskva dadır).



Hazırda ən geniş yayılmış açıq açarlar kodlaşdırma sxemi olan RSA sxeminin çox vacib əlavə xüsusiyyəti var: şifrələmə və deşifrələmə əməliyyatları qarşılıqlı tərsdir. Bu o deməkdir ki, açıq açarlar kodlaşdırma sxemini əks istiqamətdə də tətbiq etmək olar: məlumatı gizli açarlar şifrələmək, açıq açarlar isə deşifrələmək olar. Beləliklə, məlumatı göndərən şəxsiyyətini təsdiq etmək mümkündür, axı məlumatı ancaq gizli açara malik olan şəxs göndərə bilər. Bu halda açıq açarı deşifrələmə üçün tətbiq etməklə istənilən şəxs məlumatı oxuya bilər. Məlumatı göndərən şəxsiyyətini təsdiq edən elektron imzanın qurulması məhz bu xassəyə əsaslanır.

RSA AÇIQ AÇARLA ŞİFLƏMƏ SXEMİ

1977-ci ildə dərc olunmuş RSA açıq açarlar şifrələmə sxemi öz yaradıcıları – Ronald Rivest, Adi Şamir və Leonard Adlemanın şərəfinə adlandırılmışdır. Bu sxem elmi dairələrdə hazırlanmış üçün bir çox başqa şifrələmə alqoritmlərindən fərqli olaraq heç zaman dövlət sirri statusu almamışdır. Bu sxem qədim yunanların (genişləndirilmiş Evklid alqoritm), çinlilərin (qalıq haqqında çin teoremi) və XVII-XVIII əsrlərdə yaşamış Avropa alimlərinin (Ferma teoremi, Eylər teoremi) elementar ədədlər nəzə-

riyyəsində aldıkları sadə və gözəl nəticələrə əsaslanır.

RSA sxeminin əsas ideyasını bir neçə ardıcıl blokdan ibarət olan mətnin modul m -ə görə çıxıqlar halqasının elementləri kimi nəzərdən keçirilməsi təşkil edir. Blokun bütün baytlarının ikilik yazılışını birləşdirərək tam ədədin ikilik yazılışını kimi qəbul edilən uzun ikilik sözlər almaq olar. Öz növbəsində bu ədəd modul m -ə görə çıxıqlar halqasının elementi kimi nəzərdən keçirilir. Beləliklə, mətn blokları Z_m halqasının elementləri eyniləşdirilir. Şifrələmə isə Z_m elementlərinin çevrilməsindən ibarət olur.

RSA sxemində m ədədi kifayət qədər böyükdür, ən azı 200 onluq işarədən ibarətdir. O, iki böyük sadə ədədin hasilinə bərabərdir:

$$m = pq$$

m ədədi açıq olur, lakin onun iki sadə ədədin hasil şəkildə təsviri gizli saxlanılır. m -in vuruqlara ayrılışını bilərək Eylər funksiyasını hesablamaq olar:

$$\phi(m) = (p-1)(q-1)$$

Sonra $\phi(m)$ ilə qarşılıqlı sadə ədəd olan ixtiyari e natural ədədi seçilir. Bu ədəd üçün genişləndirilmiş Evklid alqoritmının köməyiylə modul $\phi(m)$ -ə görə çıxıqlar halqasında d tərs elementi hesablanır:

$$de \equiv 1 \pmod{\phi(m)}$$



Ronald Rivest,
Adi Şamir və
Leonard Adleman.



Pyet Ferma.

Ceyms Bond
"Lektor" maşını ilə.



Açıq açar (m, e) cütü, gizli açar isə (m, d) cütü olur.

E şifrələmə üsulu ilkin s ədədini modul m -ə görə çıxıqlar halqasında e dərəcədən qüvvətə yüksəltməkdən ibarətdir:

$$E(s) \equiv s^e \pmod{m}$$

Burada Z_m halqasının elementi kimi nəzərdən keçirilən ilkin məlumat bloku s ilə işarə edilmişdir.

D deşifrələmə üsulu modul m -ə görə çıxıqlar halqasında şifrlənmiş bloku d dərəcədən qüvvətə yüksəltməkdən ibarətdir:

$$D(t) \equiv t^d \pmod{m}$$

Burada t – şifrlənmiş məlumat blokur.
 E və D qarşılıqlı tərs üsullardır.

Şifrlənmiş

$$t \equiv s^e \pmod{m}$$

məlumatına deşifrələmə üsulunu tətbiq edək:

$$D(t) \equiv t^d \pmod{m} \equiv s^{ed} \pmod{m}.$$

e və d ədədləri modul $\phi(m)$ -ə görə çıxıqlar halqasında qarşılıqlı tərs ədədlər kimi təyin olunduğu üçün yazmaq olar:

$$ed \equiv 1 \pmod{\phi(m)}.$$

Buradan alınır ki, $ed-1$ fərqi $\phi(m)$ -ə bölünür.

Hər-hansı k natural ədədi üçün:

$$\begin{aligned} ed - 1 &= k(m), \\ ed &= k(m) + 1. \end{aligned}$$

Buradan

$$s^{ed} = s^{k(m)+1} s \pmod{m}.$$

Axıncı bərabərlik Eyler teoreminə görə doğrudur. Beləliklə, ilkin s məlumatına əvvəlcə şifrələmə üsulunu, sonra isə deşifrələmə üsulunu tətbiq etməklə yenidən s ilkin məlumatını almaq olar.

Göründüyü kimi həm şifrələmə, həm də deşifrələmə çıxıqlar halqasında qüvvətə yüksəltmədən ibarətdir. Şifrləmədə iştirak edən ədədlərin uzunluğu 200 onluq işarədən az olmayan kifayət qədər böyük ədədlər olmalıdır.

Kiçik ədədlər üçün növbəti misala baxaq.

Tutaq ki, $m=11 \cdot 13=143$. Eyler funksiyasını hesablayaq: $\phi(m) = 10 \cdot 12 = 120$
 $e=113$ seçərək Z_{143} halqasında e ədədinə tərs olan $d=17$ elementini alaraq:

$$113 \cdot 17 = 1921 = 120 \cdot 16 + 1 = 1 \pmod{120}$$

$(143, 113)$ cütünü açıq açarı, $(143, 17)$ cütünü isə gizli açarı təşkil edir. E şifrələmə üsulu 143 moduluna görə 113 dərəcədən qüvvətə yüksəltməkdən, D deşifrələmə üsulu isə 143 moduluna görə 17 dərəcədən qüvvətə



MODULA GÖRƏ ÇIXIQLAR HALQASI

Elementar ədədlər nəzəriyyəsinin əsas obyekti Z_m kimi işarə olunan modul m -ə görə çıxıqlar halqasıdır. Cəbrdə halqa elə çoxluğa deyilir ki, onun elementlərini toplamaq və vurmaq mümkün olsun. Məsələn, Z tam ədədlər çoxluğu halqadır. Tutaq ki, m hər hansı natural ədəddir. Z_m halqası aşağıdakı şəkildə qurulur: bütün Z tam ədədlər çoxluğu m sayda elə altıçoxluğa bölünür ki, bu çoxluqların hər birinə daxil olan ədədlərin fərqi m -ə bölünsün. Sıfırıncı çoxluğa $\{..., -m, 0, m, 2m, \dots\}$ ədədləri, birinci çoxluğa $\{..., -m+1, 1, m+1, 2m+1, \dots\}$ ədədləri, $(m-1)$ -ci çoxluğa $\{..., -1, m-1, 2m-1, 3m-1, \dots\}$ ədədləri daxildir. Riyaziyyatda bu altıçoxluqlar sinif adlandırılır. Göstərilən siniflər Z_m halqasının m sayda elementləridir. Siniflər arasında vurma və toplama əməlləri hər sinifdən biri olmaqla iki "nümayəndə" element arasında aparılır.

Tərifə görə cəm (hasil) hansı sinfə daxildirsə, həmin sinif iki ilkin sinfin cəmi (hasil) adlanır.

x və y ədədlərinin eyni sinfə daxil olması faktı (yəni, onların fərqi m -ə bölünən olması) riyaziyyatda $x \equiv y \pmod{m}$ kimi yazılır. Bu belə oxunur: " x y -lə modul m -ə görə müqayisə olunandır".

yüksəltməkdən ibarətdir. Məsələn, $s=123$ məlumatını şifrləyək.

$$E(123) \equiv 123^{113} \pmod{143} \equiv 41$$

Burada 41 kodlaşdırılmış məlumatdır. Buna dekodlaşdırma üsulunu tətbiq etsək, alarıq:

$$D(41) \equiv 41^{17} \pmod{143} \equiv 123$$

123 isə ilkin məlumatdır.

Gizli açarın açıq açara görə bərpa olunması məsələsi nə qədər mürəkkəbdir? Açıq açar (m, e) , gizli açar isə (m, d) ədədlər cütüdür, burada d modul m -ə görə çıxıqlar halqasında tərs elementdir. Deməli, d -ni hesablamaq üçün (m) Eyler funksiyasını bilmək lazımdır. Eyler funksiyasının hesablanması məsələsi m ədədinin vuruqlara ayrılması məsələsinə ekvivalentdir. Başqa sözlə desək, açıq açarı müəyyən etmək üçün m ədədini vuruqlara ayırmaq lazımdır.

Hər sinfin nümayəndələri sistemində qalıqlar sistemi deyilir. Adətən riyaziyyatçılar mənfii olmayan $\{0, 1, 2, \dots, m-1\}$ qalıqlar sistemini qiymətləndirirlər. Lakin programlaşmada həm mənfii, həm də müsbət ədədlərdən ibarət olan mütləq qiymətə minimal simmetrik qalıqlar sistemilə işləmək əlverişlidir. Məsələn, Z_2 halqası üçün simmetrik qalıqlar sistemi $\{-2, -1, 0, 1, 2\}$ ədədlərindən ibarətdir.

Kompüter tam ədədlərlə deyil, modul $m=232$ -yə görə çıxıqlar halqasının elementləri ilə işləyir. Programçıların müsbət və mənfii adlandırılan ədədlər əslində bu halqanın simmetrik qalıqlar sisteminin elementləridir.

Z_m halqalarının əhəmiyyəti praktikada ondan ibarətdir ki, bu halqaların elementləri sonsuz deyil və elə bu səbəbdən hesablama zamanı bu ədədlər sonsuzluğa qədər artmır. "Həqiqi" tam ədədlərlə çox nadir hallarda hesablama aparılır. Bu onunla izah olunur ki, tam ədədlərin hasilində nəticə çox sürətlə artır.

Məsələn, 100 rəqəmli iki onluq ədədin vurulması zamanı hasil 199 və ya 200 rəqəmdən ibarət olur, 100 rəqəmli ədədin 100 rəqəmli qüvvətə yüksəldilməsi isə ümumiyyətlə real deyildir: nəticə bütün kainatdakı elementar zərrəciklərin sayından çox ola bilər!

Qeyd edək ki, ədədin vuruqlara ayrılması çox mürəkkəb məsələdir. Bu məsələ Eylerdən başlayaraq riyaziyyatçılardan çoxunun diqqətini cəlb etmişdir. Eyler Fermanın beşinci ədədini vuruqlara ayırmışdır:

$$F_5 = 2^{2^5} + 1 = 4\,294\,967\,297.$$

O vaxta qədər bu ədəd səhv olaraq sadə ədəd hesab olunmuşdur. Eyler gözəl bir ideyadan istifadə etmişdi – m modulu görə üst-üstə düşən iki kvadratı tapmaq. Bu ideya müasir dövrdə də bir çox vuruqlara ayrılma alqoritmlərinin əsasını təşkil edir. Lakin bütün məlum alqoritmlərdə m ədədinin yazılışının uzunluğu artdıqca, onların yerinə yetirilməsi vaxtı da sürətlə artdığına görə onların təbii tətbiqi olunma məhdudiyyəti mövcuddur. Hazırda bu məhdudiyyət 100 onluq işarədən ibarətdir. Bu zaman kompüterin sürətinin artması, demək olar

Açıq açarı tətbiq etmək üçün m ədədinin vuruqlara ayrılmasının kifayət olub-olmaması hələ də isbat edilməmişdir (RSA şifrənin sındırılmasının ədədin sadə vuruqlara ayrılması məsələsinə ekvivalent olması məlum deyil).



EVKLİD ALQORİTMİ

Ədədlər nəzəriyyəsinin təməl daşlarından biri də Evklid alqoritmidir: n və m tam ədədləri verilmişdir, onların ən böyük ortaq böliyi $d = \text{ƏBOB}(n, m)$ ədədini tapmaq lazımdır. Bunun üçün (n, m) ədədlər cütü ardıcıl olaraq (m, r) cütü ilə əvəz edilir. Burada r n -in m -ə bölünməsindən alınan qalıqdır, yəni $n = qm + r$, (n, m) və (m, r) cütələrinin ümumi bölgələri üst-üstə düşdü-yünə görə: $\text{ƏBOB}(n, m) = \text{ƏBOB}(m, r)$. Digər tərəfdən $\text{ƏBOB}(m, 0) = m$ olacaqdır. (n, m) cütünü (m, r) cütü ilə əvəz etdikdə ikinci ədəd azalır və sonlu sayda addımdan sonra sıfıra bərabər olur. Ona görə də $r = 0$ olan halda alınan cütün birinci ədədi ilkin cütün ƏBOB -u olacaq.

Evklid alqoritmı çox sürətlə işləyən alqoritmirdir. Bu alqoritmə addımların sayı təqribi olaraq ədədin ikilik yazılışında bitlərin sayına bərabərdir. Yəni 100 rəqəmli onluq ədədlər üçün Evklid alqoritmı təxminən 330 addımdan sonra yekunlaşır. Praktikada $d = \text{ƏBOB}(m, n)$ ədədini n və m ədədlərinin xətti kombinasiyası şəklində göstərmək imkanı verən genişlənmiş Evklid alqoritmı xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Bu halda

$$d = un + vm,$$

olacaq ki, burada u və v hər hansı tam ədədlərdir. Genişlənmiş Evklid alqoritmı modul m -ə görə çıxıqlar halqasında n -ə tərs olan elementi hesablamaq imkanı verir. Z_m halqasında u və n elementlərinin hasili vahid olarsa, u elementi n -in tərsi adlanır. Məsələn, Z_5 halqasında

$$2 \cdot 3 = 6 \equiv 1 \pmod{5}$$

olduğundan Z_5 halqasında 2 ədədi 3-ün tərsi olur. Modul m -ə görə çıxıqlar halqasında n -ədədinin yalnız və yalnız o vaxt tərsi var ki, n və m ədədləri qarşılıqlı sadə ədədlər olsunlar, yəni $\text{ƏBOB}(n, m) = 1$ Geniş-

lənmiş Evklid alqoritmını tətbiq edərək u və v ədədlərini tapmaq olar ki,

$$1 = un + vn \text{ olsun.}$$

Lakin $vm = 0 \pmod{m}$ olduğuna görə

$$1 = un \pmod{m},$$

yəni Z_m çıxıqlar halqasında u elementi n elementinin tərsidir.

SÜRƏTLİ QÜVVƏTƏ YÜKSƏLTMƏ

Praktikada hər zaman istifadə olunan alqoritmərdən biri də sürətli qüvvətə yüksəltmə alqoritmirdir. Bir qayda olaraq, bu alqoritm tam ədədlərə deyil, çıxıqlar halqasının elementlərinə tətbiq olunur (tam ədədləri böyük qüvvətə yüksəltmək mümkün deyil, çünki nəticə çox sürətlə artır). Alqoritm ideyası ondan ibarətdir ki, qüvvətə yüksəltmə əməli kvadrata yüksəltmə və vurma əməlinə gətirilir. Bu əməllər Z_m halqasında yerinə yetirilir. Tutaq ki, s elementini e dərəcədən qüvvətə yüksəltmək lazımdır. Aşağıdakı alqoritm istifadə olunur:

alq tam sürətli qüvvətə yüksəltmə

(tam: s, e)

verilib: s ədədi, e qüvvət dərəcəsi

gərəkdir: çıxıqlar halqasında

s ədədini e dərəcədən qüvvətə yüksəltmək

baş tam p

$p := 1$

qayd $nə qədər ki$ $e > 0$

agər $e/2 \neq e$ | e cütdür

| | **onda** $e := e/2$; $s := s^s$

| | **əks halda** $e := e - 1$; $p := p \cdot s$

| | **tamam**

ds

qiym $:= p$

son

Alqoritm düzgünlüyü ondan alınır ki, hər dəfə dövr yerinə yetirdikdən sonra p -sə kəmiyyəti dəyişməz qalır. Başlanğıcda $p = 1$ olduğu üçün $p^s = s^s$ olur. Alqoritm sona çatdıqda $e = 0$ və $p^s = p$ olur, yəni p dəyişməsinə s -in ilkin qiymətinin axtarılaraq dərəcədən qüvvətə məniməsilir. Alqoritm həmçinin çox sürətlə işləyir. Addımların sayı e ədədinin ikilik yazılışındakı bitlərin sayının iki mislini aşmır. Xüsusilə, əgər e 100 rəqəmli onluq ədəd olarsa, alqoritmə addımların sayı orta hesabla 600 olar.



FERMANIN KİÇİK TEOREMİ VƏ EYLER TEOREMİ

Fermanın kiçik teoremi ədədlər nəzəriyyəsinin əsl incisi hesab olunur.

Tutaq ki, m sadə ədəddir (yəni qalıqsız olaraq ancaq özünə və vahidə bölünür). Onda m -ə bölünməyən istənilən tam b ədədi üçün aşağıdakı müqayisə doğrudur:

$$b^{m-1} \equiv 1 \pmod{m}$$

Məsələn, tutaq ki, $m = 7$, $b = 2$, onda

$$2^6 = 64 = 9 \cdot 7 + 1 \equiv 1 \pmod{7}.$$

Fermanın kiçik teoreminin digər forması da var. Tutaq ki, m – sadə ədəddir. Onda istənilən b tam ədədi üçün aşağıdakı eynilik doğrudur:

$$b^m \equiv b \pmod{m}.$$

XVIII əsrdə Leonard Eylenin (Leonhard Euler) m ixtiyari ədəd olan hal üçün Fermanın kiçik teoremini ümumiləşdirdi. Tərifə görə, m -dən asılı Eyer funksiyası Z_m halqasında tərsi olan elementlərin sayıdır.

Eyer teoremi: Tutaq ki, m vahiddən fərqli ixtiyari natural ədəddir, b isə m ilə qarşılıqlı sadə ədəddir, onda

$$b^{\phi(m)} \equiv 1 \pmod{m}.$$

Eyer funksiyası asanlıqla digər klassik teoremin – qalıqlar haqqında Çin teoreminin köməyi ilə hesablanır (teorem burada verilmir). RSA sxeminə $m = pq$ üçün Eyer teoreminin xüsusi hali istifadə olunur ki, burada p və q müxtəlif qarşılıqlı sadə ədədlərdir. Bu halda

$$(m) = (p-1)(q-1)$$

Eyer teoreminin aşağıdakı gücləndirilmiş variantı mövcuddur: Tutaq ki, $m = pq$, burada p və q müxtəlif sadə ədədlərdir. Onda istənilən b tam ədədi və istənilən k natural ədədi üçün aşağıdakı eynilik doğrudur:

$$b^{k\phi(m)+1} \equiv b \pmod{m}$$

Bu halda artıq b və m ədədlərinin qarşılıqlı sadə ədədlər olması tələb olunmur.

ki, heç nə vermir. Sadə dillə desək, kompüter milyon dəfə sürətli işlədikdə belə, 100 onluq işarəli ədəd əvəzinə 120 onluq işarəli ədəd emal edə bilər, lakin 140 onluq işarəli ədədin ayrılmasını heç bir zaman yerinə yetirə bilməz. Riyaziyyatçıların çoxu ədədlərin vuruqlara ayrılması məsələsi üçün sürətli alqoritmə mövcud olmadığına əminidirlər. Baxmayaraq ki, bu fakt ciddi şəkildə isbat olunmamışdır.

Ədədlərdən fərqli olaraq, çoxhədlilər üçün vuruqlara ayırmanın sürətli alqoritmə vardır. Bu bir daha tam ədədlərin müəkkəb təbiəti malik olduğunu təsdiq edir. Vuruqlara ayırmadan fərqli olaraq, ədədlərin sadə olmasının yoxlanılması və böyük sadə ədədlərin alınması məsələləri XX əsrin 70-ci illərində tapılan alqoritmik həllərə malikdir. Bu isə RSA sxeminə kifayət qədər uzun açar generasiya etməyə imkan verir.

RSA sxeminə şifrələmə və deşifrələmə simmetrik şifrələmə alqoritmələri

Açıq açarla kodlaşdırma zamanı hakerlərdən çəkinməyə ehtiyac yoxdur. Axı açıq açarı təyin etmək üçün sırf riyazi bir məsələni – ədədin vuruqlara ayrılması məsələsini həll etmək lazımdır. Bunu isə adi haker bacaran deyil.

istifadə olunan əməliyyatlara nisbətən daha ləng yerinə yetirilir. Ona görə də açıq açarla şifrələmə ən mühüm hallarda tətbiq olunur. Hər şeydən əvvəl bu şəbə-kəyə giriş və istifadəsinin identifikasiyası üsuldur ki, burada açıq açarla kodlaşdırma sxemi parolun primitiv ötürülməsini əvəz edir. İstifadəçinin şəxsiyyəti və elektron imzasını təsdiq etmək üçün bu imkandan başqa gizli açarların açıq əlaqə kanalı ilə mübadiləsi üsulu mövcuddur. Adətən istifadəçi şəbə-kəyə daxil olduqdan sonra sistem ona simmetrik şifrələmə üçün (3DES və s.) bir dəfə istifadə olunan açar ayırır və şəbə-kəyə ilə ötürülən bütün informasiya simmetrik açar vasitəsilə şifrələnir.



Leonard Eyer.



MÜASİR INFORMASIYA TEXNOLOGİYALARI

INFORMASIYA VƏ POSTINFORMASIYA CƏMIYYƏTİ

Hazırda bəşəriyyət bir cəmiyyətdən digərinə keçid dövrünü yaşayır. Sənaye cəmiyyəti informasiya cəmiyyəti ilə əvəz olunur. İnformasiya və Postinformasiya Cəmiyyətində informasiyanın əldə olunması daha asan olur, məlumatların saxlanması, emal olunması və ötürülməsi üçün kompüter universal cihaz kimi istifadə olunur. Gələcəkdə hansı hadisələrin baş verəcəyini, İnformasiya və Postinformasiya Cəmiyyətinin hansı cəmiyyətlə əvəz olunacağını bilmək çox maraqlıdır.

Qənaətlərə görə, informasiya cəmiyyəti dövrü praktiki olaraq başlamamış artıq sona çatmışdır. Kommunikasiya vasitələri və yeni texnologiyaların sürətli inkişafı nəticəsində elə bir şərait yaranıb ki, informasiya istifadə olunmağa macal tapmadan aktuallığını itirir. İnkişaf etmiş

ölkələrdən birinin kəşfiyyət xidmətinin rəhbəri qeyd etmişdir ki, əgər yaxın zamanlardakı əsas problem məlumatların əldə edilməsi idisə, indi birinci yerdə məlumatların emal olunması durur. İnformasiya cəmiyyətinin başa çatması ilə dünya maliyyə sisteminin dağılması təhlükəsi yaranır, belə ki pulu onun daha çox haradan əldə edildiyini bilən, yəni daha çox informasiyaya malik olan qazanır. Qlobal xaosu şortləndirən digər faktor isə idarəetmə texnologiyasının böhranıdır. Ənənəvi "tədqiqat – nəticələrin analizi – idarəetmə qərarlarının sintezi" sxemi üzrə fəaliyyət göstərmək üçün sadəcə vaxt çatmaya bilər və bu səbəbdən qlobal xarakterli qərarlarda xəta və səhvlərə yol verilə bilər. Vəziyyətə nəzarətin itirilməsi nəticəsində bəşəriyyətin böyük bir hissəsinin özəlməsi

və məhv edilməsi ilə bütün dünyada tiranlıq bərqərar olar. Heç də ürəkaçan perspektiv deyil!

Belə yanaşma da özünü doğrultmur. Bəşəriyyət kompüterlərdən fəal şəkildə istifadə edərək hələ ki daim artan informasiya kütlələrini "həzm edə" bilir, qlobal idarəetmə qərarları isə əvvəlki kimi insanlar tərəfindən qəbul edilir. Təbii ki, böyük həcmdə etibarlı informasiyanın mövcudluğu şəraitində qəbul olunan qərarlar daha doğru olacaq.

Bir başqa nöqtəyi-nəzərdən baxsaq görərik ki, hazırda informasiyanın bolluğu deyil, qıtlığı müşahidə olunur. Məlumatların həcmi və informasiya axını sürətinin qar uçuşunu kimi artmasına baxmayaraq, son nəticədə bütün bunlar insanlara cəmi iki eşitmə və görmə kanalları vasitəsilə çatdırılır. Məsələn, ondadır ki, informasiya cəmiyyətində bu kanallar ifrat dərəcədə yüklənmiş olur.

Gələcək postinformasiya cəmiyyəti informasiyadan imtina etməyi deyil, digər kanallara da üstünlük verilməsini nəzərdə tutur. Hər halda insanın duyğu orqanları ikidən çoxdur (hərçənd bu halda sual ortaya çıxır: onda bu cəmiyyət nəyə görə məqainformasiya deyil, postinformasiya cəmiyyəti adlandırılır?).

Sabahın mütəxəssisləri arasında əsas fəqir kimi intellektual – informasiya istehsal edən adam çıxış edəcək və informasiya istehsalı isə sənayedə ən vacib yeri tutacaq. Dünya qloballaşır: onun vahid maliyyə sistemi, informasiya sahəsi, mədəni dəyərləri, yaşayış stili və s. formalaşır. Bununla bərabər hər ölkə özünəməxsusluğunu qoruyaraq müstəqil həyat sürəcək. Yeni minilliyin məhz bu paradoksu postinformasiya cəmiyyətinin formalaşmasına gətirib çıxaracaq. Bu isə daxili impulsların və mövcud olan bütün texnologiyaların insanın cari vəziyyətə uyğunlaşmasına kömək edəcəyi şəraitdə baş verəcək.

Ostankino teleqülləsində 2001-ci ilin yayında baş verən faciə və sonrakı günlərin hadisələrini postinformasiya cəmiyyətində mümkün olan yollardan biri kimi nəzərdən keçirmək olar. Milyonlarla moskvalının evində mavi ekranlar söndükdə bir çoxları həqiqətən də informasiya açlığı keçirdi. Hərçənd ki, bu daha çox "televiziya" açlığı idi, çünki radiostansiyalar məlumat axınında çatışmazlığı uğurla kompensasiya edirdi.

Ümumilikdə postinformasiya cəmiyyəti barədə fərziyyələrin əksəriyyəti (dünyanın axırının çatacağını bildirmən az bir qismi nəzərə almasaq) informasiya cəmiyyəti daxilində bəzi, çox vaxt əhəmiyyətsiz dəyişiklikləri proqnozlaşdırır. Gənclik və yetkinlik arasında dəqiq bir sərhəd qoymaq mümkün olmadığı kimi, bu keçidi də dəqiq təyin etmək qeyri-mümkündür. 15 yaşında insan hələ gənclərdir, 40 yaş isə, şübhəsiz, yetkinlik yaşıdır. Cəmiyyət də belədir, XV əsrdə o, sənaye cəmiyyəti olmayıb, XIX əsrdə isə informasiya cəmiyyəti deyildi. İnformasiya cəmiyyəti bəşəriyyətin yetkinlik çağıdır. İnsanın özü kimi bu cəmiyyət də tənzətlənir və ölüm, yaxud da xəstəliklərə düşmə qəbulu qəbulu qəbulu deyirlər. Lakin optimist fərziyyə də səslənir: yetkinlik dövrü tənzətlənmə əvəz olunmayacaq, yəni informasiya cəmiyyəti heç vaxt qocalmayacaq. Lap nəğillərin sonluğu kimi: "Onlar birlikdə uzun və xoşbəxt həyat sürürlər".





KÜTLƏVİ İNFORMASIYA İSTEHSALÇILARI

Kütləvi informasiya vasitələrinin (KİV) sadəcə xəbərləri çatdırması və ya araşdırmalar aparması, yaxud da dünyanı tanınmayacaq dərəcədə dəyişən informasiyanın məhz KİV nümayəndələri tərəfindən istehsal edilməsilə bağlı çox vaxt mübahisələr yaranır. Təəccüblü deyil ki, onlardan ehtiyat edir və çəkinirlər, axı KİV dördüncü hakimiyyətdir.

Kütləvi informasiya vasitələri nədir?

Bu, ilk növbədə ətraf aləmlə bağlı bizə məlumatlar verən nəşrlərdir. Bu nəşrlərdə ən əsas yeri həftə, gün, saat, bir neçə dəqiqə kimi kiçik zaman kəsiyində dünyada, cəmiyyətdə, konkret insanlar və məşhur personajlar ətrafında, mədəniyyət və elmdə baş verən yeniliklər tutur. Buna görə bu günün və gələcəyin KİV-i üçün informasiyanın operativ çatdırılması əsasdır.

Getdikcə KİV sistemi və texnologiyaları daha sürətlə dəyişir. Dünya bütövləşərək daha açıq olur, bu səbəbdən həmin proses *informasiya sahəsinin* inkişafına təsirsiz ötüşmür. Hətta ən güclü fantaziya belə gələcəyi qabaqcadan bilə bilmir.

Kütləvi informasiya vasitələri şərti olaraq *ənənəvi* və *sintetik* vasitələrə ayrılır. Ənənəvi qrupa bunları aid etmək olar:

- oflayn və ya "kağız" nəşrlər – qəzet və jurnallar, digər qəf məhsulları;
- elektron vasitələr – televiziya və radio;

- İnternet-nəşrlər.

Sintetik KİV, adından da göründüyü kimi, bütün bu texnologiyaları bir araya gətirir.

Zaman keçsə də qəzet və jurnallara münasibət dəyişmişdir. Onlar əvvəllər olduğu kimi, yenə mövcud olacaqlar, çünki qəzet səhifələrində çap olunmuş mətni oxumaq rahat və xoşdur. Bu, hətta ciddi iş adamları və mötəbər görünmək istəyən gənclər üçün nüfuz və konservativizmin elementi kimi qəbul olunacaq. Bundan əlavə, qəzet və jurnalın bir şəxsiyyət üstünlüyü öz oxucusunu gözleməsidir. Hər hansı informasiyanı, hadisələrin şərhini elə həmin anda oxumaq məcburiyyətlə üzləşmirsən. Bu barədə başqa bir gün, asudə vaxtda, istirahət zamanı oxuyub düşünmək olar. Qəzet oxuyarkən ətraf aləmdən təcrid olunmaq, əldə bir fəncin qəhvə onunla təbətək qalmaq imkanı var.

Digər tərəfdən, dayceşlər – müəyyən mövzu barədə toplaşdığı nəşrlər meydana gələcək. Eyni bir hadisə müxtəlif nəşrlərin jurnalistləri tərəfindən fərqli nöqtəyi-nəzərdən veriləcək. Məsələn, yeni raketin yaradılması barədə həm elmi nəşrin, ədəbi məcmuənin, müxtəlif baxışlı siyasi nəşrlərin, həm də gənclər üçün qəzetin müəllifləri yazacaq. Beləliklə, oxucu eyni bir mərhələ verilən hərtərəfli qiymətləndirmələri əldə edəcək. Nəşrlərin mövzusu dəyişəcək. Əgər indi qəzetlər əsasən siyasət və sağlamlıq barədə yazırsa, gələcəkdə əsas mövzular elm və mədəniyyətlə bağlı olacaq. Planetimizin xəritəsi dəyişəcək, dünya birləşəcək. Siyasət artıq bütün cəmiyyəti maraqlandırmayacaq, lakin yerin dərinliklərinə nüfuz etmə problemi, yüksək texnologiyaların inkişafı, ən aktual sahələrdə biliklər, mədəniyyət, mədəniyyət cəmiyyəti hər zaman narahat edən məsələ

lördür. Əlbəttə, qəzet xəbərlərinin bir-birini sürətlə əvəz etməsilə ayaqlaşma bilmir, lakin qeyd olunan mövzularla bağlı informasiyanın səhifələrdə daim yenilənməsi də tələb olunmur.

Qəzetlərin taleyilə bağlı nikbin olmaq olar, lakin qalın ədəbi jurnallar barəsində də eyni şeyi söyləmək qeyri-mümkündür. Yeni romanlar, povest və hekayələr kitab şəklində nəşr olunaraq İnternetdə satılacağından onlar ixtisar olunacaq. Bu iki format qalın jurnalların ailəvi oxunması ənənəsinin tamamilə axırına çıxacaq.

Fotoşəkillərə nisbətən mətnin az olduğu parlaq şəkilli jurnallar da öz yerində qalacaq, çünki işdən sonra (məsələn, kompüterlə) hər bir insanın daxilində gözəl illüstrasiyalara baxaraq yüngül oxunan sadə mətnli səhifələri vərəqləmək ehtiyacı var.

Radio və televiziya münasibət dəyişəcək, belə ki, kanalları çevirərək pultun düymələrini çıqıldatmağa az adamın həvəsi olacaq. İnformasiyanın istehlakçısı onun bilavasitə sifarişisinə çevriləcək. O, öz radio və tele-gününü artıq öz proqramlaşdıracaq. Məsələn, bir radiostansiyanın iqtisadiyyat xəbərlərini, digərinin idman, üçüncüsünün isə mədəniyyət xəbərlərini və s. sifariş etmək üçün texnologiya tətbiq olunacaq.

Musiqinin də zövqə uyğun seçəcəklər. Qəbuledici müəyyən proqram əsasında



başqa-başqa radiodalgalardan musiqi kompozisiyalarını "çəkib gətirəcək". Dinləyici, onu maraqlandıran tok-şouda iştirak etmək istədikdə səsə uyğun komandanı vermək kifayət edəcək ki, qəbuledici müəyyən dalğaya köklənərək onu həmin verilişin iştirakçısı etsin.

Bundan əlavə, qəbuledicini elə kökləmək olar ki, o, ancaq pozitiv (və ya neqativ) informasiyanı qəbul etsin, ancaq müəyyən tənəbrə malik aparıcıların səsini versin. Təbii ki, belə vəziyyətdə radiostansiyalar və dinləyicilər arasında "hərbi əməliyyatlar" güclənəcək. İnsanlar öz seçim haqqını təkidlə tələb edəcək, radiostansiyalar isə hər cür doğrulanı üsullarla müştəri uğrunda mübarizə aparacaq. Buna görə də bir "dalğaya düşən" qeyd olunacaq və oraya "yapışdırılacaq". Xüsusi elektron "qarmaqlar" onun başqa radiostansiya köklənməsinə imkan verməyəcək. "Qarmağı"



Stiven Spilberqin 2005-ci ildə işıq üzü görmüş "Dünyaların müharibəsi" blokbasterində belə bir epizod var. KİV-in böyük aksəriyyətinin yad planetlərin tərəfindən məhv edildiyi bir şarətdə müharibəyə mücəzz olaraq sağ qalan telekanallardan birinin müxbiri sensasiyalı reportajın alınmamasından təəssüflənir. Haqqıqatən də jurnalist üçün xəbər həyatından qiymətlidir.





daha güclü olan qalib gələcək. Bir çox stansiyalar elə bu məqsədlə qeyri-qanuni olaraq dinləyicilərin *nevroleptik proqramlaşdırılmasından* istifadə edəcək. Bunun qarşısını almağa çalışsacaqlar, lakin hətta stansiyanın bağlanma təhlükəsi bu problemi həll etməyəcək.

Eyni situasiya televiziya da yaranaçaq, tamaşaçı özü bəyəndiyi diktoru seçir və sifariş edir ki, müxtəlif kanallardan bütün xəbərləri məhz o oxusun. Kompüter texnologiyaları bir proqramda bütün televiziya kanallarının videotelekanlarında olan film və verilişləri baxmaq imkanı verəcək. Və əlbəttə ki, filmin sonluğunu öz istəyinizə uyğun seçə biləcəksiniz.

Televiziya verilişlərinin cədvəli çox dəyişən olacaq. Vacib və fəvqəladə hadisələr zamanı verilişlər kəsiləcək və görüntü avtomatik olaraq studiyaya deyil, hadisə yerinə keçəcək. Tamaşaçı detallaşdırma texnologiyasından istifadə edə biləcək. O özü kadrda maraqlandığı fraqmenti seçərək onu böyüdəcək, növbəti kadrı, aparıcının sifəti və s. ilə montaj edəcək. Tamaşaçı studiyaya rəqəmli kanal vasitəsilə bağlanaraq öz virtual təsvirini İnternetlə göndərərək tokşunun iştirakçısı ola biləcək.

İnternet-nəşrlərin gələcəkdə oflayn və elektron KİV arasında tayı-bərabəri olmayacaq. Onların arasında oxucu uğrunda amansız mübarizə alovlanacaq. Mövzuların genişləndirilməsi, bağlantıların rəngarəngliyi və jurnalistlərin ələ alınması populyarlıq uğrunda mübarizənin ancaq bir neçə formasıdır. Hər hansı sayta daxil olmuş bir kəs lazımı informasiya axtarışında oranı tərk etməməlidir. O, həmin KİV-in şəbəkələrində ilişib qalmalı və onu daim startda saxlamalıdır. Orada nəinki bu və ya digər jurnalist materialları, həmçinin müəyyən mövzuda İnternetdə yerləşdirilmiş bütün KİV və digər mənbələrdə avtomatik bağlantılar olacaq.

İnternet-nəşrlər sintetik olaraq özündə mətn, səs və video kimi oflayn və elektron texnologiyaları birləşdirəcək. Bir çox materialları həm görmək, həm də eşitmək mümkün olacaq. İndinin özündə artıq elə radio-stansiyalar var ki, onları nəinki dinləmək, hətta İnternetdə görmək də mümkündür, belə ki, xüsusi layihələr rəqəmsal video-kameralarla çəkilir. Çox tezliklə qonaqların müsahibələri, dicəyin işi, videokliplər, bir sözlə, bütün efir çəkilib ümumdünya şəbəkəsinə translyasiya olunacaq.

İnternetdə, həmçinin bütün telekanalların verilişlərinə və filmlərinə tamaşa etmək mümkün olacaq. Buna görə də istənilən sjeti sayda oxumaq-görmək



INFORMASIYA MÜHARİBƏLƏRİ

Gələcəkdə elektron KİV-də ən qəddar qaydasız döyüşlər informasiya müharibələri olacaq.

"İnformasiya kimin əlindədirsə, o, dünyanı idarə edir" ifadəsi aksioma çeviriləcək. İnformasiya, onun alınması və emalının sürəti biznes sektorunun uğurları ilə birbaşa əlaqəli olacaq. Bütün işgüzar fəallıq müəssisə aksiyalarının alqı-satqısı və çatdırılması sferasında cəmləşəcək. Buna görə rəqib təşkilatlar bütün mümkün informasiya kanallarından istifadə edəcəklər. Bu işdə informasiyanı həm səsli və ətraflı şəkildə, həm də analitik materiallar, digər kontekstlərdə istinad, eyham və təsadüfi sitatlar formasında saxlayan bütün KİV-in mühüm rolu olacaq. Bundan başqa KİV-lər öndə olmaq, daha çox dinləyici-tamaşaçı qazanmaq üçün eksklüziv, xüsusi, rəqiblər üçün əlçatmaz informasiya ardınca qaçacaqlar. Bu zaman siyasətçilər, hakimiyyət nümayəndələri xüsusi fəallıq göstərərək KİV-i həyasız şəkildə öz məqsədləri üçün istifadə edəcəklər. Təbii ki, insanların ətraf aləm barədə təsəvvür və biliklərini jurnalistika verir, bu barədə məlumatları biz ancaq KİV-dən ala bilərik. Çox vaxt bizə elə gəlir ki, bu və ya digər fakt barədə fikri özümüz analitik qabiliyyətimiz əsasında formalaşdırırıq. Lakin bu heç də belə deyil. Biz kiminsə çatdırdığı informasiyadan istifadə edirik, o isə həm subyektiv, həm də obyektiv ola bilər, həm də ölçülüb-biçilmiş olub informator üçün lazımı vurğu və məlumatları daşıya bilər. Məsələn, KİV-lər ancaq Avropa və Amerikada həyat səviyyəsinin artımı barədə məlumatları verə bilər. Lakin heç bir məlumat verilmədiyi üçün heç kim Afrikadakı aclıqdan xəbər tutmayacaq. Bu nəhəng dünyada adi insan nəinki dünyanın o başında, hətta qonşu şəhərdə, əgər orada tanışları yoxdursa, nə baş verdiyini bilmir.

Müharibələrdə informasiya vasitələrini öz məqsədləri üçün istifadə edərək ictimai fikri formalaşdırırlar qalib gələcəklər. Əgər bir X ölkəsi Z ölkəsini bombalayarsa, tərəflərdən biri üçün hərbi əməliyyatlar deyil, qəzet və

jurnal səhifələrində, tele-ekranlarda və radio-efirdə gedən döyüşlər daha vacib olacaq. Əgər həqiqi müharibə haqqında xəbər vermək mümkün deyilsə, onu "raqəbat aparan bandit qrupları arasında xırda toqquşmalar" da adlandırmaq olar. Tam miqyaslı hərbi toqquşmalar barədə məlumat vermək məcburiyyəti olduqda isə fərqli informasiyalar, fikirlər yayılacaq. Təvəzükər ölkə planetimizdə həyatı təhlükəni aradan qaldırmaq uğrunda mübarizə aparan dövlət adlandırsın belə, heç kim həqiqəti bilməyəcək. Millətçi şüurlar arasında gizlənən quldur, narkotik maddə və insan alverçiləri azadlıq və müstəqillik uğrunda fədai adlandırmaq, onlara müqavimət göstərməyə çalışanları isə genosid təşkilatçıları adı ilə damğalamaq olar. Digər tərəfdən, əhalini artıq baş vermiş və ya gözlənilən terror aktları ilə qorxudaraq, hərbi və ya polis qüvvələrinin sadə insanlara qarşı qəddarlığını bandit qrupları və onların təəssübkeşləri mübarizə barədə xəbərlərin arxasında gizlətmək olar. Siyasətçilər, iri biznesmenlər və bütövlükdə dövlətlər jurnalistikanın informasiya və təbliğat resurslarından getdikcə daha çox istifadə edəcəklər. Bunların fonunda müharibələr lap uşaq bağçasındakı dava-dalaş kimi görünəcək.



eşitmək və forumda müzakirə etmək (həm onlayn, həm də arxiv-istinad rejimində) imkanı yaranacaq. Bir çox tele və radio-ulduzlar İnternetə keçəcəklər, burada da əvvəlki kimi səs və canlı təsvirlə işləyərək auditoriyalarını genişləndirə biləcəklər. Müəllifin öz matе-

rialını oxumasını görmək mümkün olacaq. Bundan başqa redaksiyanın onlayn rejimdə iş prosesini izləyə biləcəyik. Bu həm adi oxucuları, həm də jurnalistika fəkültələrinin tələbələri üçün maraqlı olacaq. Onlar peşəkarlarını ustad dərslərindən yararlanacaqlar.





XXI ƏSRDƏ AUDIO

YENİDƏN YAZMA = = KÖÇÜRMƏ

Kaset və vinil qramofon vallarından CD və mini-disklərə keçid səsini keyfiyyətini yaxşılaşdırmış, nəticədə nəzəri olaraq köçürməni səsləndirmə sürətindən qat-qat yüksək sürətlə həyata keçirmək imkanı meydana gəlmişdir. Audio-kasetləri hətta ikiqat sürətlə yenidən yazdıqda səs keyfiyyətinin aşağı düşməsi qaçılmazdır. Səsin rəqəmli təsviri köçürüldükdə isə bu baş vermir. Köçürmə sürətinin artırılması isə ancaq istifadə olunan qurğulardan asılıdır. Məsələn, kompüterdə quraşdırılmış CD nəzəri olaraq adi səsləndirmə sürətindən 50 dəfə (əslində təqribən on dəfə) sürətlə oxunmaya nail ola bilər, yazma zamanı isə bu göstərici on dəfələrlə çoxdur. Yəni 74 dəqiqəlik CD bir neçə dəqiqəyə yenidən yazıla bilər. MP3 formatında (256 kbit/san axın) 6 saatlıq musiqi parçası praktik olaraq 6 dəqiqəyə köçürülür.

Mini-disk pleyerinin mexanizmi.



Mini-disk qurğularında kütləvi köçürməyə məhdudiyyət qoyulub. Avadanlıq səsini həm rəqəmli (optik), həm də adi analoq kanalla yazmaq imkanı verir. Əgər bir disk rəqəmli kanalla yazılıbsa və ya istehsalçı fonogramını daşıyarsa, onu ancaq oxşar kanalla yazıb (yazıcı deka nəyi yazdığını "bilir"), rəqəmli kanalla oxutmaq olar. Bu zaman yenidən yazıldıqdan sonra səsini keyfiyyəti aşağı düşür. Əksinə, əgər disk oxşar kanalla yazılıbsa, onu rəqəmli kanalla köçürmək olar. Kompüterin köməyiylə asanlıqla bu qadadan yan keçmək mümkündür.

Beləliklə, kompüterlərin köməyiylə səs yazılarının köçürülməsi olduqca sadələşmişdir. İndi hər bir kəs öz evində kompakt və mini-disklərin istehsalını təşkil edə bilər. Bunun üçün tələb olunan avadanlıq da çox bəha deyil. Bəs müəllif hüquqları necə olsun? Qanunvericilikdə "vəhşi" köçürmənin qadağan olunması çətin ki, kiminsə qarşısını alsın. Ümumiyyətlə, qeyri-qanuni səs yazmanın qarşısı alınmalıdır.

Praktikada isə, hər evdə İnterneta qoşulmuş kompüterin olduğu bir şəraitdə, bunu etmək hələ qeyri-mümkündür.

"NAPSTER" ƏHVALATI

1999-cu ilin yayında 19 yaşlı Şon Fening (Sean Fanning) ümumdünya hörmətə layiq şəbəkəsi vasitəsilə MP3 formatında musiqi fayllarını bir-birinə göndərmək imkanı verən "Napster" proqramını yazdı. Bu sistem İnternetdə xüsusi olaraq ayrılmış maşınlar – qoşulmuş istifadəçilərin kompüterlərində yerləşən MP3 fayllarının axtarışını təmin edən "Napster" serverlərindən istifadə edirdi, fayl mübadiləsinin özü isə birbaşa baş verirdi. "Napster" mühitində dövrüyyədə olan yazıların mühüm bir hissəsi müəllif haqları barədə qanun nəzərə alınmadan yayılırdı. Bir neçə günə "Napster" Amerika universitetlərinin tələbələri arasında böyük populyarlıq qazandı, lakin faylların azad mübadiləsi yarım ildən də az bir müddətdə başa çatdı.

7 dekabr tarixində Amerika Səsyazma Sənayesi Assosiasiyası (RIAA) "Napster" şirkətini "müəllif haqlarının birbaşa və bilavasitə pozulmasında" ittiham edərək məhkəməyə verdi. Bu xəbər "Napster" qəzetlərinin birinci səhifəsinə çıxdı.

İddiaya baxılarkən vəkillər öz mövqelərini onunla müdafiə edirdilər ki, "Napster" serverlərində heç bir pirat

materialları saxlanmır. 2000-ci ilin aprelində "Metallica" qrupu "Napster"-i onun müəlliflik hüququnu pozduğuna görə məhkəməyə verdi. Elə həmin vaxt repçi Andre Yanq (Andre Young – Dr.Dre) həm "Napster", həm də onun mahnılarının pirat yazılarını yayan bütün istifadəçilərə qarşı iddia ərizəsilə məhkəməyə müraciət etdi. "Napster" iddiaçıların sifarişilə IP-ünvanlarını müəyyən etmiş yarım milyondan çox istifadəçisinin ("Metallica" sevənlər və "Dr.Dre" azarkeşləri) öz serverlərinə girişini dayandırmaq məcburiyyətində qaldı. Hiddətlənmiş istifadəçilər cavab olaraq iddiaçıların vəkillərinə şikayətlər göndərdilər. Təkcə bir həftə ərzində 30 mindən çox belə şikayət ərizəsi verildi.

Doğrudur, "Napster"-in tərəfdarları da ortaya çıxdı: reperlər "Chuck D" və "Ice-T" bu sistemi "iyirmi birinci əsrin radiosu" adlandırdılar. O, musiqiçilərə birbaşa öz auditoriyaları ilə ünsiyyətdə olmaq imkanı verir ki, bu da onların yazılarının satış həcmi artırır.

12 iyun 2000-ci ildə RIAA məhkəmə qərarı çıxana qədər "Napster"-i bağlamağı tələb etdi.

OXUMAQ, DİNLƏMƏK, TAMAŞA ETMƏK HAQQI

Əslində "Napster" RIAA-da düşündükləri kimi böyük təhlükə mənbəyi deyil. "Napster"-in qadağan olunması İnternetdə faylların nəzarətsiz mübadiləsinin qarşısını almadı. "Napster"-lə paralel olaraq mövcud olan onlarla "Gnutella" variantı və oxşar proqramlar orada öz bildiklərini edirlər. Bu səbəbdən "Napster" və Amerika səsyazma sənayesi nəhəngləri arasında münasibət heç də sadəcə müəllif haqlarının pozulması problemindən ibarət deyil.

GNU layihəsinin atası Riçard Stolmen (Richard Stallman) "Napster" əhvalatından bir neçə il əvvəl eyni problem-

"Məktəbdə birinci sinifdən şagirdlərə təlqin edirdilər ki, kitabını bir başqası ilə bölüşmək dəniz quldurluğu ilə müqayisə oluna biləcək dəhşətli cinayətdir. SPA-nın (Software Protection Authority – Program Təminatının Mühafizəsi Xidməti) ayıq-sayıq nəzarətlərindən yayınmaq şansı praktik olaraq yox idi. Den bildirirdi ki, hər kitabın onu kimin və harada oxuduğunu Lisenziyaladıma Mərkəzinə (Central Licensing) xəbər verən nəzarət monitoru var. Kompüter Şəbəkəyə daxil olan kimi, Mərkəz bunu həmin aşkar edə bilər. Den isə kompüterin sahibi kimi cinayətin qarşısını almadığına görə ən ağır cəza alacaq".

R.Stolmen. "Oxuma haqqı".



lərin qaldırıldığı "Oxuma haqqı" adlı çox uğurlu fantastik hekayə yazmışdır.

"Napster" kimi sistemlərin mövcudluğu artıq danılmaz faktdır və aydındır ki, onları qadağan etmək qeyri-realdır. Əlbəttə, daha da mürəkkəb qoruma üsullarını təşkil etmək, ciddi qanunlar qəbul etmək olar, amma bunlar istənilən nəticəni verməyəcək. Böyük ehtimalla satış həcmi aşağı düşəcək, qoruma isə sındırılacaq. Əgər bir avadanlıq vətəndaşların baxmaq, dinləmək və ya oxumaq azadlığına məhdudiyyət qoyarsa,

Bəzi universitetlər trafikinin 20%-nin MP3 fayllardan ibarət olduğunu aşkar etdikdə "Napster"-ə çıxışı bağladılar. Hiddətlənmiş tələbələr etiraz kampaniyası və "Napster"-ə çıxışın bağlanması əleyhinə imza toplanmasını təşkil etdilər.



Vinil qramofon valı. CD və mini-disk.



"Den bildirir ki, onun ailəsi təhsil haqqını güclə ödəyir, kitab almağa pulları heç çatmır. Özgəsinin kitablarını oxumaq onun üçün təhsilini başa vurmağın yeganə yolu ola bilərdi. Məlum məsələ idi, lazımı məqalələri oxumaq üçün o özü borca girmişdi (bu məbləğlərin 10%-ini müəlliflər alır); Den özü akademik karyera barədə xəyallar qurduğundan ümid edirdi ki, onun tədqiqatlarına kifayət qədər çox istinad edəcəklər və o, borcunu qaytara biləcək). Sonradan Den öyrəndi ki, vaxtilə hər kəs kitabxanaya gedib ödənişsiz jurnal məqaləsi və hətta kitab əldə edə bilmiş. O vaxtlar hökumətin kitabxana qrantlarından istifadə etmədən minlərlə səhifə oxumaq imkanı olan azad tələbələr var idi".



Artıq bu gün oxumaq haqqı uğrunda döyüşlər gedir. Özü də mübarizə hansısa abstrakt azadlıqlar uğrunda deyil, bir neçə yüzillik ərzində formalaşmış mövcud qanun, ənənə və normaların İnternetlə bərabər meydana gəlmiş yeni realığa uyğunlaşdırılması uğrunda gedir.

Göründüyü kimi, bu yeni şəraitdə səsyzıma və video sənayesini idarə edənlər, həmçinin iri kitab nəşrləri auditoriya ilə ünsiyyət üsullarını, kökündən dəyişməli olacaqlar. Bəlkə də müəllif və şirkətlər ifrat gəlirlərdən ol çəkəcək və onda bir CD-nin qiyməti onun şəbəkədə yayılmasının qiymətilə müqayisə oluna biləcək, bu isə nəticədə müəllifin qonoranını artıracaq. Axı piratlarla məhz bu şəkildə, qanunauyğun məhsulu qeyri-qanunidən aşağı qiymətə sataraq, mübarizə aparırlar.

belə avadanlıqdan daha istifadə edilmiş. Belə çıxır ki, müəllif hüquqlarına malik olmaq XXI əsrdə ən sərfəli işdir. Amma əgər bir şəxs narazı qaldıqda həkimli məhkəməyə verə bilirsə, oxucunu qane etməyən kitabın müəllifini məhkəməyə vermək nədən qəbahət olsun. Axı müəllif öz faizini artıqlaması ilə alıb.

MUSİQİNİN PROQRAMLAŞDIRILMASI

Hələ 80-ci illərin əvvəlində populyar elektron klavişli alətlərin bözi modelləri – elektroorqanlarda bəstəkarlara elektron səslər əldə etməkdən başqa həm də ifa etdiyi melodiyanın notlarını dərhal çap etmək imkanı verən çox rahat bir funksiya meydana gəldi. O vaxtlar bir çox bəstəkar üçün bu arzuların son həddi idi – qələm və kağızsız notlar!

Avtomüşayiətli ilk alətlər isə böyük səs-küyə səbəb olmuşdu. Artıq praktiki olaraq hər kəs əlavə musiqiçiləri cəlb etmədən şəxsi konsertlərlə çıxış edə bilirdi. Keçmiş SSRİ-də 80-ci illərin

sonları avtomüşayiətli ev sintezatoru olan populyar musiqi ifaçılarına tələbat çox idi. Burada pop-musiqi yazan bəstəkarların qıtlığının da müəyyən qədər rolu vardı. Bəsit melodiylar fikirləşib ifa edən bir çox qrup və psevdobəstəkarlar meydana gəlmişdi. Onlar avtomüşayiətlə üç-dörd taktlik melodiylar bəstələri və hitlərini uğurla satırdılar.

Yəqin ki, ölkəmizin kütləvi musiqi mədəniyyətində çatışmazlıqlar özünü göstərmişdi, axı uzun müddət pop-musiqi faktiki olaraq qadağan olunmuşdu.

Əsərin (fortepiano üçün) orkestrdəki alətlər üzrə "böhləndürüldüyü" orkestrləmə texnikasından fərqli olaraq aranjeman zamanı bəstəkarın əsas musiqi mövzusunə kompozisiyanın janrı üçün xarakterik çalarlar əlavə oluna bilər.

Aranjeman istənilən musiqi stilində bəstəkarla məhdudiyyətlər qoyan müəyyən qaydalar toplusu üzərində qurulub. Müxtəlif üslublar üçün ümumi qaydalar da mövcuddur, misal üçün, praktiki olaraq istənilən akkordun tersiya əsası var. Amma, məsələn, hard-rokda ikili basdan (əsas melodiya elektrogitara iki-səslilərinin əlavə olunması) istifadə edirlər. Bir qayda olaraq müxtəlif üslublar həm də müxtəlif ritmik şəkllə malik olur. Məsələn, taktıda vurğunun bir qədər irəli və ya geri sürüşdürülməsi əsərə xarakterik blyuz çaları verir. Bu sürüşmə həm bas, həm də zərb alətləri qrupunda ola bilər və bu, blyuzda növbəti musiqi ifadəsinin gözənlənməsi hissini verərək onun təkrar olunmaz şəklini yaradır. Bununla bərabər melodiyanın xarakteri (major, minor) və əsərin tempi üslubun xüsusiyyətlərinə aid deyil.

Həm ənənəvi, həm də kompüter aranjemanında hər bir üsl xarakterik qəlib və aranjeman üsullarının toplusundan ibarətdir. Onlar geniş yayılmışdır və gələcək bəstəkar və aranjemançılar xüsusi musiqi təhsili alarkən bu üslulu öyrənirlər. Həmin üsullar qismən formaya salınaraq avtomüşayiətli sintezatorlar və xüsusi proqramlarda istifadə olunur.

Kompüter aranjemanı sahəsində ilk təcrübələr musiqi nəzəriyyəsi baxımından düzgün kompozisiyalar versə də, hələ çox sadə olub melodiyanın xarakterini nəzərə almırdı. Populyar proqramlardan biri olan "Band-In-a-Box" ("PG Music Inc" şirkətinə məxsus) musiqiçilərə rahat, sadə interfeys və midi-klaviatüradan istifadə etmədən, alt sırada ağ, növbəti sırada isə qara düymələri



Sintezator.

əvəz etməklə birbaşa kompüterin klaviaturasında ifa etmək imkanı təqdim edirdi. Orkestrləmə beş alətdən istifadə və hətta əsəri vokalistin səslə montaj etmək imkanı verirdi. Hazır kompozisiya səslənərkən birgə ifa etmək imkanı, bundan başqa səhv ifa olunmuş notu ən yaxın düzgün variantla əvəz edən maraqlı (yəqin ki, yeni başlayan ifaçılar üçün) üsul var idi.

Daha mükəmməl proqramlar yazılan "səmpl"lərdə (alət səsləri) melodiyanın yüksəkliyi, tempi, tezlik xüsusiyyətini yollüstü dəyişmək imkanı verirdi. Beləcə populyar bir musiqi parçasını eyni yüksəklikdə olan tonla, ancaq ritmik şəklini qorumaqla oxumaq, sonra isə bu





İndi çox vaxt anlayışlar yanlış şərh olunur və elektron musiqi çox geniş mənada, elektron alətlər vasitəsilə ifa edilmiş istənilən kompozisiya kimi başa düşülür. Əslində isə əgər bir musiqi əsərini səsəlməyə nəzərən pəncə bir fərq olmadan "canlı" alətlərdə ifa etmək mümkündürsə, çətin ki onu elektron musiqiyə aid etmək olsun. O kompozisiyalar elektron adlanır ki, onları kompüter və elektron alətlərin köməyi olmadan yazmaq və ya səsləndirmək qeyri-mümkündür.



Müasir elektron musiqi studiyalarında nəinki alışdığımız alətlər, heç midi-klavatura da yoxdur.

"səmpl"i yeni alətin səsi kimi istifadə edərək müəyyən bir üslub seçib melodiyaları ifa etmək olardı. Məsələn, reqqii stilində "Ay qız, kimin qızısı".

Hazırda, geniş çeşiddə "səmpl"lərin mövcudluğu şəraitində, ritmik havanı asanca dəyişərək müxtəlif ifaçıların praktiki olaraq istənilən kompozisiyasını istədiyin üslubda proqramlaşdırmaq mümkündür. Vokalistlə işləyərkən kompüter aranjmanı rahat deyil, çünki kompüter ifası ritmə çox ciddi riayət edir və müğənninin səsinə dirləmir. Kompüterdə bir bəstəkarın "proqramlaşdırma" bildiyini digəri də bacarar. Doğrudur, aranjman zamanı istifadə olunan materialların iri həcmi heyranedicidir və məxsusi bir "dəst-xətt" seçməklə hətta avtoaranjmanlı kompüterdə də təkrar olunmaz bir əsər yaratmaq olar.

Sintezator-fortepiano
Yamaha 2000 pro.



Misal üçün, populyar "DJ Dance" proqramı ("Ejay" şirkətinə məxsus) faktiki olaraq kompozisiyanı 32-cıqırlı mikşerdə yığmaq imkanı verir. Mütərəqqi rəqs musiqisi üçün "səmpl"lərin sayı on minlərlədir və bura şəxsi "səmpl"ləri də əlavə etmək mümkündür.

Cürbəcür effektlər, zərb-maşını və daha bir çox şeylər elə öz evinizdə xüsusi musiqi studiyası quraşdırmaq imkanı verir. Sadəcə azacıq musiqini düzgün qavrama qabiliyyəti, bir qədər də musiqi duyumuna malik olmaqla heç bir musiqi savadı olmadan belə təkrar olunmaz kompozisiyalar yaratmaq olar.

Hal-hazırda bir çox bəstəkarlar öz yaradıcılıqlarında kompüterlərdən fəal istifadə edir və "bəstəkar kompüterin köməyilə nə edə bilər?" sualına "praktiki olaraq hər şey" cavabını verirlər. Lakin qeyd edək ki, kompüter bəstəkar üçün fantaziya, yaradıcılıq və təxəyyüldən başqa "hər şey" verir. Xoşbəxtlikdən (və ya təəssüf ki) hələ ki kompüter özüne bu və ya digər kompozisiya yazmaq tapşırığı vermir.

Bununla bərabər kompüter yeni bir əsərin yaradılması zamanı bütün proses boyu istifadə etmək olar. Əvvəlcə, sadəcə bəstəkar üçün "yazı makinası" kimi, sonra isə, aranjman zamanı, əsas mövzuya müxtəlif janrların "rəngi" qatılarkən kompüter kompozisiyaya faktiki olaraq ənənəvi üslublardan tutmuş elitər elektron musiqisinə qədər yeni səslənmə verir. Bundan sonra, maşın audiomontajı yerinə yetirir (məsələn, CD hazırlanarkən).

Əgər söhbət elektron kompozisiyadan gedirsə, montajı "kənarda" etmək bir qayda olaraq müəllif üçün ağılaşmazdır, çünki montaj elektron musiqinin ilkin səslənməsini dəyişə bilər.

Bu cür inkişaf etmiş hesablamə texnikasının mövcudluğu şəraitində bəstəkarın studiyada deyil, öz evində işləmək imkanı olur. Yeni bir əsər yaradıllarkən

müxtəlif alətlər və sintezatorda əvvəlcədən yerləşdirilmiş "səmpl"lər istifadə olunur, ya da kompüterə CD-ROM-dan və yaxud İnternetdən yeniləri yüklənir. Peşəkarların yüzrlə CD-ROM-da yerləşən və saksofon, alt və digər alətlərin minlərlə müxtəlif səslənməsindən ibarət geniş "səmpl" bazası olur. Məsələn, kompozisiyaya lap Karnegi-hollda "Steinway" royallı kimi səslənən klavişli alətlər partiyası əlavə etmək mümkündür.

İndi bəstəkar səyahətə çıxarkən özü ilə midi-interfeysli noutbuk götürərək dünyanın istənilən yerində özü üçün studiya düzəldə, təyyarədə uçarkən nəyi isə əlavə edə, düzəldə və hətta yenidən yazsa, sonra isə kompüterini səhnədəki avadanlığa qoşaraq konsertdə səsləndirə bilər.



Müasir bəstəkarın iş otağı.

YENİ DÖVRDƏ KİNO VƏ FOTO

RƏQƏMLİ AKTYORLAR

Məlum olduğu kimi, Hollivud "xəyallar fabriki" adlanır. Daim gəlir ardınca qaçdıqlarına görə Amerika kinostudiyalarını nə qədər pisləsələr də, etiraf etmək lazımdır ki, Amerika kinosu dünya kino bazasında təsadüfən liderlik etmir. ABŞ-da kino sənayesi dünyanın istənilən başqa yerindən daha yaxşı inkişaf edib.

80-ci illərin sonunda kompüter oyunları və kinofilmlərdən ibarət simbiozun meydana gəlməsi gözlənilirdi. Bir tərəfdən bu, insanın kompüter ekranında baş verən hadisələrə fəal müdaxilə edə bildiyi əvvəlki oyunlardan fərqlənirdi. Digər tərəfdən isə nəzərdə tuturdular ki, bu yenə də əsl aktyorların oynadığı kinodur, sadəcə, praktiki olaraq hər epizodun bir neçə variantı var.

"Kvest" və "şuter"lər hamıya tanışdır, lakin EHM-in ekranında yüksək keyfiyyətli təsvir, bir də bütün bu mürəkkəb şəkildə budaqlanmış süjeti özündə saxlaya biləcək informasiya daşıyıcıları meydana gələndə qədər belə kinoyunlar

barədə ancaq xəyal qurmaq olardı. Hər şey XX əsrin 90-cı illərinin ortalarında dəyişdi və kompakt-disklərdə ilk belə oyunlar çıxdı.

Aktyorlar kompüter ekranından oyunçularla və bir-birilə danışır, qaçır, atəş açır və hətta ölürlər (kinoda isə birçə dəfə ölürlər). Beləliklə, yeni amplus – digital actor (*ing.* "rəqəmlı aktyor") meydana gəldi (təbii ki, Hollivudda). Bu qəbildən olan ilk oyunlardan biri XX əsrin 90-cı illərinin ortalarında meydana çıxmış "Critical Path" ("Təhlükəli yol") idi.

Aktrisa Eylen Veysinger (Eileen Weisinger) oyunda öz ilk rolu barədə



DVD və videokaset.



deyir: "Bu rolumadakı mən kompüterdən ancaq mətnlərin yazılması üçün istifadə etmişdim. Interaktiv oyunda çəkicəyimi eşidəndə fikirləşdim ki, karate oyunlarındakı kimi, oyunçu mənim hərəkətlərimi idarə edəcək. Onlar mənə kompüterdə "Şerlok Holms" oyununun nümunəsində hər şeyi göstərdilər".

"Blue screen" (mavi ekran) texnologiyası həm kino, həm də oyunların çəkilişində eyni cür istifadə olunur. Aktyor səhnəni mavi ekran qarşısında oynayır, operator isə diqqətlə nəzarət edir ki, ekranda kölgələr əmələ gəlməsin. Aktyor maneələri görmədən, məsələn, əlilə səhv hərəkət edərsə, kompüter səhnəsində həmin yerdə divar yerləşə bilər və nəticədə qəhrəman onu dəlib düşər. Bundan sonra çəkilmiş material rəqəmlişdirilərək kompüterə daxil olunur, göy rəng ağla əvəz olunur və kinofilm və ya oyundan səhnələrə doldurulur. Ənənəvi kinematografiyada kombinasiya olunmuş çəkiliş səhnələrini emal edərkən çox vaxt kompüterin köməyi olmadan, qəhrəmanı mavi ekrandan "kəsib

Faktiki olaraq ilk kompüter animasiya filmi Disney studiyası çəkmişdi və onun adı "Oyuncaq əhvalatı" idi. Bundan sonra "Qarışqa Anz" və "Böcəklərin həyatı" çıxdı. Ancaq bunlar multiplikasiya filmləri idi.

"Əlbəttə, təəssüflənirəm ki, oyunçular əsas qəhrəmanın kişi olmasını gözləyirdilər. Çəkiliş zamanı mən oyunçuları ikincili varlıqlar kimi təsəvvür edirdim. Amma mən geyimimdən çox razıyam. Mənə yüngül topikli kombinezon verib çiyimdən avtomat asdılar. Bir dəfə mənə qısa şort geyindirmək istədilər, amma mən hesab etdim ki, qəhrəmanın quş deyil və razı olmadım. O, "Terminator"-dan Sara Konnerlə fransız qızı Nikita arasında orta bir şeydir".

Aktrisa Eylen Veysingerin söhbətindən.

çıxardaraq" çəkilmiş materialın üzərinə köçürən avadanlıqdan istifadə edirlər. Ekranda göy (çox vaxt da yaşıl, xüsusən virtual televiziya studiyalarında) rəng ona görə istifadə olunur ki, insan təsvirinin özündə bu rəngə praktik olaraq rast gəlinmir və onu seçmək asandır.

Çəkiliş prosesində aktyorlar külli miqdarda dubldan başqa, çoxlu sayda bir-birinə bənzər səhnədə çəkirlər, axı söhbət eyni bir epizodun müxtəlif sonluqlarından gədir. Aktyor oyun ərzində fərqli tərzdə olmaqla yüz dəfələrlə ölür. Rəqəmli aktyorların obraza girməsi daha çətin, çünki süjet xətti yeganə deyil. Bundan əlavə, aktyor rolunu elə oynamaq lazımdır ki, oynayanlar özlərini qəhrəmanla eyniləşdirmək istəsələr.

Eylen Veysinger xatırlayır – "Qəhrəmanın çox mürəkkəb xarakteri var. Mən onu mümkün qədər həqiqətə uyğun oynamaq istəyirdim ki, oyunçu onu həqiqətən xilas etmək istəsin. Ona bir qədər yumor da əlavə etdim".

Populyar aktyorların heç də hamısı interaktiv kino və ya oyunda çəkilməyə razı olmur. Bir çoxları yeni aktyor ixtisasında daha az yaradıcılıq elementinin olduğunu düşünür. Oyunlar ssenarinin çəkilişindən bir gün öncə hazırlanan, aktyorların isə öz personajlarının talelərindən çəkilişin sonuna qədər bixəbərlər olduqları seriyaları xatırladı.

Amma təxminən yüz il əvvəl çəkiliş zamanı dublların sayının çoxluğuna görə filmlərdəki aktyor oyununu süni hesab edərək kinoaktyor peşəsinə də eyni cür münasibət bəsləyirdilər.

KOMPÜTER KİNEMATOQRAFİYASI

Yüz il ərzində filmlərin istehsalı və nümayişində əsas dəyişicilərin kinolent olmuşdur. Lakin göründüyü kimi XXI əsrdə rəqəmsal kinematografiya dövrünün başlanması ilə hər şey dəyişəcək. Məsələn



"Sonuncu fantaziya. Ruhlar" filmindən bir kadr.

bəzi kinematografçıların artıq DV (digital video) formatlı mini-kameralara çəkiliş etməsində və materialın sonradan kinolentə köçürülərək kinoteatrlarda nümayiş olunmasında deyil. "Oyuncaq əhvalatı-2"-nin istehsalının tamamilə rəqəmli olması və öksər hallarda nümayiş zamanı rəqəmli proyektorlardan istifadə olunması da səbəb deyil. XXI əsrdə cizgi filmi kimi deyil, əsl kinofilm kimi baxılan kompüter kinosu meydana gəldi. Burada rolları insanlar deyil, kompüterdə yaradılmış personajlar oynayır. İlk təcrübələrdən biri yapon rejissoru Hironobu Sakaquçinin (Hironobu Sakaguchi) 2001-ci ildə ekranlara çıxmış "Sonuncu fantaziya. Ruhlar" fantastik döyüş filmi oldu. "Sonuncu fantaziya..."-nin personajları kompüterlərin köməyiylə çəkilib, burada hətta üzün qırışlarına qədər hər şey həqiqətə bənzərdir. Təxəyyül məhsulu olan bir dünya xüsusi effektlər sahəsində ən yeni texnologiyaların köməyiylə bir gerçəklik kimi canlandırılıb.

Filmdeki hadisələr uzaq 2065-ci ildə, insanların ruhlarını udan yad planetlərin Yer kürəsini ələ keçirdiyi bir vaxtda cərəyan edir. Yerdə qalmış bəzi

varlıqlar ocaqların işğalına müqavimət göstərə bilirlər, lakin tam qələbə qalmaq üçün "daxili ruhları" bir canlı varlıqda – doktor Aki Rossda birləşdirmək lazımdır. Bundan əlavə doktor və onun dostları Yer kürəsini sadəcə olaraq məhv etmək istəyən hərbiçilərin qarşısını almalıdırlar.

Büdcəsi 150 milyon dollar olan film ekranlara çıxmasını animasiya filmlərinin azarkeşləri alışıqla qarşıladılar. Bəzi qəhrəmanlar digərlərindən daha təbii alınmışdılar, amma hələ heç vaxt personajların modelləri canlı aktyorlara bu qədər oxşamamışdı. Filmə baxarkən unudursan ki, qarşındakı proqramçıların əsəridir. "Sonuncu fantaziya..." kinematografiyada kompüterlə irəli sıçrayış idi.

Rəqəmli aktyorların meydana gəlməsi əsl peşəkarlarda böyük dəyişikliklərə səbəb olacaq. Aktyorlar Gildiyası

"Sonuncu fantaziya..." filmi ekranlara çıxdıqdan bir qədər sonra qəhrəmanın vizual obrazı nümayiş etdirildi. Amma rəqəmli video vasitəsilə deyil, bilavasitə "nVidia Quadro DCC" qrafik prosessoru ilə təchiz olunmuş kompüterdə. Maşın real zamanda kadrları generasiya edirdi. Bu zaman təkcə Akinin saçlarını çəkmək üçün prosessor bir saniyədə 1,5 milyon qrafik elementi emal edirdi ki, bu insan başındakı tüklərin sayından çoxdur.

"Sonuncu fantaziya..."-nin amerika verisiyasını Alek Bolduin (Alec Baldwin), Donald Sazerland (Donald Sutherland), Ceyms Vuds (James Woods) (onun səslə canı danışdı) kimi ulduzlar səsləndirirdi. Kompüter artıq təsvirlərin öhdəsindən gəlir, amma eyni şeyi danışmaq barədə demək olmaz. Burada hələ ki canlı aktyorlara ehtiyac duyulur.



"Sonuncu fantaziya. Ruhlar" filmindən bir kadr.

(Screen Actors Guild – SAG) ciddi olaraq narahatdır ki, tezliklə adi aktyorlar, xüsusən də statistlər, işsiz qala bilərlər. Rejissor Əndrü Nikol (Andrew Niccol) "Simona" filmində Al Paçinonun (Al Pachino) tərəf müqabili üçün rəqəmli aktrisa axtarırdı, belə ki, təklif olunan canlı aktrisalar onu qane etməmişdi. Sonradan, ssenarinin ideyasının rejissorun sorğusu ilə səhv salındığı məlum olduqda, səs-küy bir qədər səngidi. Baş qəhrəman, sadəcə, həqiqi olmamalı idi.

Əsil Hollivud ulduzlarının da acınacaqlı tale ilə üzləşəcəyi istisna olunmur. Belə ki, real aktyorun obrazı rəqəmli dublyorun yaradılması üçün istifadə oluna bilər. Məşhur aktyor Çarli Şin (Charlie Sheen) həmkarlarını, onları təqlid etmək istəyənlərdən qoruyacaq bir komitənin yaradılmasını təklif edib.

2002-ci ilin sonunda ekranlara növbəti kompüter filmi "Elizium" çıxdı. Ekranı baş verənlərin reallığı hissi elə böyükdür ki, bu animasiya filmi artıq cizgi filmi adlandırmaq yersizdir, hərçənd ki, müəlliflər əsl canlı ifaçıların rəqəmli aktyorla əvəz olunmasını qarşılarına məqsəd qoymamışdılar.



Hər halda, ola bilər ki, ən yaxşı kişi və ya qadın roluna görə "Oskar"-ı rəqəmli aktyorun alacağı gün çox uzaqda deyil. O zaman hamının arzuladığı heykəlcici yəqin kompüterə verəcəklər.

AÇ-QARA FOTOQRAFIYADAN MONTAJ STUDİYALARINA

Rəqəmli texnologiyalar çox vaxt nəhaq yerə canlı olmadığı üçün ittiham edirlər. XX əsrin foto rəssamları enli lentli analoq fotoaparatlardan istifadə edir, fotoşəkilin süjeti, çəkiliş yeri və işıqlanmanı diqqətlə seçirdilər. Lentli aşkarlamaq üçün öz məxsusi reaktiv qarışıqlarını hazırlayırdılar. Çap prosesi isə xeyli vaxt aparırdı və xüsusi şərait tələb edirdi (qaranlıqda aparılırdı). Amma çəkilişdən sərgiyə qədər davam edən bütün bu zəncir müxtəlif dərəcədə bir yaradıcılıq elementi daşıyırdı. İndi isə texnologiya dəyişib.

Əməliyyatların əksəriyyəti kompüter vasitəsilə yerinə yetirilir, fotoqraf isə, sadəcə, süjet və çəkiliş obyektini təyin edir. Demək olar ki, qalan hər şeyi sənətkar deyil, kompüter edir. Ona ancaq bərdəfəlik fotoaparata kadrları "çıqıldadıb" emal olunmaq üçün studiyaya vermək qalır. Hər şeyi maşın özü edəcək. Nəticədə alınan fotoşəkillərin keyfiyyəti heç də pis deyil. Köhnə texnologiya ilə zəmanəti nəticə almaq olduqca çətin idi.

Amma oxşar fotoaparatlardan və köhnə texnologiyadan istifadə edən, rəqəmli fotoqrafiyada yaradıcılığın heçə endirildiyini hesab edən xeyli sayda sənətkar qalıb.

Əslində isə yeni texnologiya sənətkara daha geniş yaradıcılıq imkanları verir. Sadəcə olaraq qaranlıq otaq, kimyəvi məhlullar və fotoböyüdücünün yerini kompüter və görüntülərin emalı üçün proqramlar tutur. Rəssamın mölbət və palitra, yoxsa kompüter və printerdən istifadə etməsi əsas deyil.

AVTOMOBİL VƏ İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARI

Bəzi proqnozlara görə daxiliyanma mühərriki öz dövrünü tezliklə başa vuracaq. Belə ki, bir neçə onillikdən sonra ABŞ-da irimiyaşlı "Azadlıq Avtomobili" layihəsinin həyata keçirilməsi nəticəsində qabaqcıl korporasiyalar "Daimler Chrysler", "General Motors" və "Ford" benzin motoru əvəzinə elektrik mühərrikindən istifadə edən avtomobil hazırlayıb onun kütləvi istehsalını təşkil etməli olacaqlar. Hidrogenin oksidləşməsi hesabına işləyən motorları quraşdırmaq nəzərdə tutulur. Bununla avtomobillərin ekoloji təmizliyi təmin olunacaq. Bundan başqa neft istehlakı və deməli, onun idxalından dövlətin asılılığı xeyli dərəcədə aşağı düşəcək.

İnformasiya texnologiyaları avtomobilə güc qurğusunun dəyişməsinə bilavasitə təsir edir. Əsas dəyişikliklər elektron rabitə qurğularının hər yerdə nəqliyyat vasitələrinə daxil edilməsi ilə bağlıdır.

"Daimler Chrysler" şirkəti nəinki sürücüyə yolda olan tıxaclar, bu və ya digər məntəqəyə qədər məsafə barədə məlumat verən, hətta Internetdən məktub almaq və saytları nəzərdən keçirmək imkanı verən avadanlığa malik konseptual maşın hazırlamışdır. Sürücünün qarşısındakı paneldə səsli idarə olunan kompüter, sənişinlər üçün isə sensor ekranına malik iki terminal yerləşdirilib. Səfər zamanı həm sürücünün, həm də sənişinlərin saytlardakı məlumatlarla maraqlanaçağı güman edilir.

"Daimler Chrysler"dən başqa Amerika avtomobil sənayesinin digər iki nəhəngi "General Motors" və "Ford" avtomobillərdə simsiz rabitə və onlayn təbii etmək üçün xidmət sahəsində tədqiqatlar aparır. Mütəxəssislərin rəyinə görə belə inteqrasiya olunmuş informasiya emalı və ötürülməsi sistemləri avtomobil sahiblərinin maşınlarına marağını daha da artıracaq.

Rabitə ancaq ətraf ələmlə deyil, həm də avtomobil daxilində təmin oluna bilər. Belə ki, əgər mərkəzi blokda işıqlandırma cihazları üçün kodlaşdırılmış signal istifadə edilərsə və o, məsələn, dekodlaşdırıcı blokun yerləşdirildiyi arxa fəralara bir naqillə göndərilərsə, maşının yük yerinə gedən qalın məftil dəstəsinin əvəzinə ancaq iki məftil lazım gələcək. Signal naqili boyu idarəedici impulsları ötürülməyə, güc naqili vasitəsilə isə fara və dekodlaşdırıcı blok qidalandırılacaq (bir qayda olaraq, avtomobilə mənfii naqil maşının gövdəsinə birləşdirilir, buna görə də üçüncü məftilə ehtiyac qalmır). Qısa impulslardan ibarət signalalar fəralara uyğun lampaların yandırılması və söndürülməsini kodlaşdıracaq (üç impuls – stop-signalı yandır, dörd impuls – stop-signalı söndür, beş impuls – sola dönmə işığını yandır, altı – söndür və s.).

İnformasiya texnologiyalarının digər tətbiq sahəsi isə mühərrik və sürət ötürücüsünü idarəetmə sistemləri, bort hesablayıcıları – məlumat kompüterləri, avtomobilin elektron qoruma sistemləri və digərləridir.

Avtomobil qurğularının idarə olunması və diaqnostikası sistemləri hələ XX əsrdə meydana gəlmiş və "injek-



Proqnozlara görə 2010-cu ildə avtomobillərdə informasiya sistemlərindən gələn gəlir XXI əsrin əvvəlinə bu sahənin bütün dünya üzrə 4 milyard dollarlıq həcmindən ildə 50 milyard ABŞ dolları səviyyəsinə yüksələcək.

Amerika Birləşmiş Ştatları dünyada hasil olunan neftin 25%-ni istehlak edir.

Müasir "Ford" avtomobilinin salonu.

Müasir mobil telefonun yaddaş kartı.



torlu" adlandırılan motorlarda geniş yayılmışdır. Avtomobil sahiblərindən bəzən maşında kompüterin "xarab olması" barədə şikayətlər eşitmək olar. Əslində bu, bir qayda olaraq, avtomobilin ən etibarlı hissəsidir. XX əsrdə motora yanacaq verilməsinin idarə olunması sistemlərində element bazası kimi mikroşemlərdən deyil, saysız-hesabsız sistemlərdə element bazası kimi mikroşemlərdən və b. istifadə olunurdu. Çox vaxt kompüterlərin sıradan çıxması avtomobillərin istismarı şəraitilə bağlıdır, axı temperatur fərqi -50°C -dən $+50^{\circ}\text{C}$ -yə

qədər ola bilər. Kompüterin bu cür quruluşu qənaətbəxş deyil, çünki yenidən proqramlaşdırma üçün çox vaxt elementlərin dəyişdirilməsi blokun yenidən qurulması lazım gəlir ki, burada lehim aləti olmadan keçinmək olmur. İnteqral sxemlər istifadə olunduqda xüsusilə alışdırmanı idarə edən və iş prosesində ötmə bucağına düzəliş verən proqram bütövlüklə idarəedici prosessorun yaddaşında yerləşirdi və minlərlə veriləni nəzərə alırdı. Yeni motor üçün belə bir blokun hazırlanması zamanı bütün blokun yenidən layihələndirilməsi lazım gəlmirdi, eyni zamanda blok qalırdı, sadəcə proqram və ya onun verilənləri dəyişdirilirdi. Beləliklə, mühərrik istehsalına maliyyə sərfi azaldılırdı.

Yuxarıda deyilənlərin hamısı digər sistemlərə də, məsələn, avtomatik ötürücü qutusu, kondisionerə, tam ötürücü avtomobillərin transmissiyasına aiddir.

Motorun vəziyyətini də kompüter vasitəsilə qiymətləndirmək olar. Yağın mütləmədi dəyişdirilməsi üçün avtomobil sahibinə odometrin son göstəricilərini yadda saxlamaq lazım gəlməyəcək, kompüter özü bu barədə əvvəlcədən xəbərdarlıq edərək texniki xidmət stansiyasına baş çəkməyə ehtiyac olduğunu xəbər verəcək. Əgər istismar şərtləri ağır olubsa, kompüter xüsusi yağ sensorlarının göstəricisinə əsasən növbədən-



Konsept-kar – "Daimler Chrysler"-in hazırladığı uzaq gələcəyin maşın nümunəsi.



"Larla" konsept-karı. "Avtosalon 99", Moskva.

kənar əvəzləmə barədə qabaqcadan xəbər verə bilər. Doğrudur, XX əsrin salon kompüterləri o qədər də informativ deyildi. Onlar, bir qayda olaraq, benzin sərfini göstərər və müəyyən məsafəni qat etmək üçün nə qədər yanacaq tələb olduğunu qiymətləndirirdilər.

Bir avtomobilçi üçün təyinat nöqtəsinə mümkün yollar barədə məlumat verən marşrut kompüterləri daha vacibdir. Bu zaman avtomobilin öz vəziyyətini bildirməyə faydalıdır, bu isə GPS (ing. Global Position System) qlobal mövqe sistemi vasitəsilə müəyyən edilir. Şəxsi elektron şturman geostasionar orbitlərdə yerləşən 24 peykin köməyiylə səfər və səyahətlərdə öz yerini və hərəkət sürətini təyin etmək, marşrutu planlaşdırmaq imkanını verir. Proqram təminatı adətən xəritələrin fonunda avtomobilin mövqeyini, nəzərdə tutulan hərəkət marşrutunu, mehmanxanalara və yanacaqdaqladurma məntəqələrinə qədər məsafəni və s. göstərən kiçik məlumat sisteminə ibarət olur. Belə sistemlər verilənlər bazasında küçün, mehmanxanaları axtararaq taparaq lazım olan yerə marşrutu avtomatik çızır.

Bənzər bir sistemin işləməsi üçün avtomobildə quraşdırılmış kompüter və ya noutbukun olması zəruri deyil. PDA üçün on minlərlə ünvanlıq verilənlər bazası olan optimal hərəkət marşrutunun seçilməsi, istənilən obyektin axtarışı və barəsində müfəssəl məlumatın alınması təmin edən elektron xəritədən ibarət mini-sistemlər mövcuddur. Belə sistemi şəhərdə piyada gəzişmək üçün avtomobildən çıxarkən GPS-qəbuledicilə bərabər özünüzlə götürə bilərsiniz.

GPS-navigatör



ABŞ-in aksər yollarının təsvirini daşıyan noutbuka qoşulan GPS qəbuledicili geoinformasiya sistemi dörd CD-ROM diskində yerləşir.



ELEKTRON EV



"Hər şeyi xatırlamal" Amerika fantastik filmində baş qəhrəmanın həyat yoldaşı mənzili səsli idarə edir: işığı və televizoru yandırır-söndürür, hologram tennis məşqçisinin rəhbərliyi ilə məşq edir. "Beşinci element" kino-filmində Brüs Uillisin (Bruce Willis) qəhrəmanı sadə yaşayır, lakin elektron poçt və videotelefonun istifadə edir.

Elektron və ya çox vaxt deyildiyi kimi "rəqəmsal" ev nədir? Bir çoxları bu texniki möcüzə barədə bədii əsərlərdən eşidib. Hər bir yazıçı-fantast (və ya rejissor) gələcək barədə əsər (film) yaradarkən onların məişəti barədə söhbət açmağı özünə borc bilir. Özü də bu məişət rahatlığı və mükəmməlliyi ilə oxucunu (tamaşaçıyı) heyran etməlidir.

Elektron evdə mütləq rabitə vasitəsi – adətən, videotelefon və televizorun qarışığı olan bir şey olmalıdır. Burada təhlükəsizlik sistemi işləyir: ev sahibini, məsələn, barmaq izlərinə görə "tanıyır". Evdəki avadanlıq səs komandalarnı icra edir. Və əlbəttə ki, fantastik əsərlərdə qorxulu epizodlar da göstərilir: kompüterlər sahiblərinin nəzarətindən çıxır və mühafizə sistemlərinin köməyi ilə insanları girov götürür.

Bəs realıqda nə baş verir? 2001-ci il yanvarın əvvəlləri Las-Veqasda (ABŞ) keçirilən növbəti "CES 2001" məişət

elektronikası sərgisində iştirakçıların əsas diqqəti rəqəmsal ev konsepsiyasına yönəlmişdi. Bu konsepsiyanın məzisi ondan ibarət idi ki, kompüterlər, televizorlar, musiqi mərkəzləri, soyuducu, mikrodalğalı sobalar və bütün digər ev cihazları ümumi, etibarlı, cəld işləyən bir sistemdə birləşməlidir.

Mikroprosessor istehsalçıları arasında lideri – "Intel" şirkəti məişət cihazlarını güclü fərdi ev kompüterlərinin ətrafında birləşdirmək təklifi vermişdir. "Intel" öz texnologiyasını "yeni imkanlar erası" (Extended PC Era) adlandırır. Elektronikanın inkişafı ilə məişət cihazları fərdi kompüterlərlə bərabər vahid bir mühit yaradacaq ki, bununla həm evdəki məişət əşyaları, həm də fərdi kompüterin imkanları genişlənəcək. EHM məişət texnikasını effektiv idarə edəcək. Artıq bir çox cihazların proqram təminatını yeniləmək çətin deyil. Məsələn, paltar-yuyan maşınların bəzi modellərində yeni proqramlar əlavə etmək və köhnələri düzəltmək mümkündür (xüsusən əgər kütləvi istifadə prosesində proqramda səhvlər aşkar edilibsə).



Məşhur yazıçı fantastlar Struqatski qardaşları əsərlərində gələcək dünyanın xaraktercə müxtəlif tablolarını çəkiblər. "Bazar ertəsi şənbə günündən başlayır" povestində onlar yumoristik tərzdə cadu və səhrəbazlıq institutunu təsvir ediblər. "Stajçılar" və "XXII əsr günorta" əsərlərində isə Yer kürəsi sakinlərinin daha yaxşı dünya qurmaq uğrunda ümumi ideyaya uyğunlaşdırılmış məişəti təsvir olunub.

SEHRLİ SOBA

Söhbət evdə ən sevilən otaq olan mətbəxdən gedəcək. Ana və bacılarımızın ağır əməyini asanlaşdırmaq üçün alimlər əllərindən gələni asığamayıblar. Bunlar həm hamıya tanış olan soyuducu və sobalar, həm də hələ ki, evlərimizdə nadir rast gəlinən qabıyuan maşın və mikrodalğalı sobalardır. Elə bu sobalar barədə də danışacağıq. Müasir mikrodalğalı sobalar müstəqil şəkildə bir çox xörəkləri bişirə bilir, sadəcə, proqramı seçib düyməni basmaq lazımdır. Bir sözlə, hər şey kompüterləşdirilib, daha nə lazımdır?

Lakin bir anlığa təsəvvür edək ki, sobamız ümumdünya şəbəkəsinə qoşulub və supermarket kassirin çek yazarkən məmullatların qiymətini öyrənmək üçün istifadə etdiyi lazer skanerinə bənzər skaner ilə təchiz olunub. Beləliklə, evdə ərzağı skanerdən keçirərək soyuducuya qoyduqda kompüterləşdirilmiş köməkçimiz həmin məmullatın adını, çəkisini və saxlama müddətini (bağlı və açıq vəziyyətdə) bilir və bütün bunları yadda saxlayır. Bax belə, soyuducumuz doludur. İndi məişət bişirməyə başlayaq.

Yeməyi seçək – soba aspaz kitabındakı istənilən xörəyi bişirə bilər! Bu zaman sobanın şüşəsinə – kompüterin xörəyini təsvirini göstərən rəngli maye-kristal ekranına baxırıq. Yaxud "Sonra, sonra..." deyərək yeməklərin uzun siyahısını "vərəqləyirik". Ya da ki, mikrodalğalı ilə söhbətlərimizlə evdəkilərin fikrini yayındırmamaq üçün köhnə qaydada düymələri basırıq. Xırdaçılığa görə üz istəyirik, gəlin "noxudlu küftə" bişirək. Deməli, "küftə" – "k" hərfini axtarıq, orada isə "noxudlu"nu tapırıq, ayanilik üçün fotoşəklə baxırıq, sonra isə resepti seçirik – bundan bu qədər, ondan o qədər... Aha, bu nə sehrdir, soba reseptdəki bütün komponentlərin soyuducuda olduğunu bilir. Lazım olan ərzağı çıxarıb bişiririk. Köməkçimiz yatmış, cıncı, sobadan ismaric var: "Yadınıza salıram ki, çoxdandır soyuducuda olan süd sabah xarab olacaq, saxlama müddəti bitmək üzrədir". Nə isə etmək lazımdır – ya atmaq, ya da içmək. Südü bir stəkana süzürük. Boş qutunu skanera yaxınlaşdırırıq. Deyirik: "Boşdur". Köməkçi onu siyahıdan silir. Hələ açılmamış paketi götürürük. Yəni skanerin yanından keçiririk. Soba deyir: "Saxlama müddəti – dörd ay". Paketi açıq və yenə də skanera yaxınlaşdırırıq. Deyirik: "Açdıq". Cavabında köməkçi deyir: "İstifadə müddəti soyuducuda iki həftədir".

Budur küftə də hazır oldu. Dadına baxırıq. Ləzzətlidir.

Microsoft korporasiyası yeni ev idarəetmə kompüterinin konsepsiyasında EHM-in hesablamə imkanlarını öz-özlüyündə hesablayıcı gücü olmayan məişət cihazlarını idarə etmək üçün istifadə etməyi təklif etmişdir. İnsanlar

sensor panelləri vasitəsilə kompüterə istənilən yerdən idarə edə biləcək.

EHM qrupları bir qayda olaraq naqillərin köməyi ilə şəbəkələrdə birləşdirilir. Amma bugünkü gündə, xüsusən də lokal şəbəkələrdə, bir və ya bir neçə



İndi isə başqa bir resept. Yeri gəlmişkən, Internetdə nə isə ekzotik bir şey axtaraq. Oralarda nə tapmaq olar? Bəs bunun üçün soyuducumuzda nə var? Heç onu açmayacağıq, əvəzinə soba ilə danışib ekrandakı siyahını vərəqləyirik. Ərzaqları seçib sobadan soruşuruq ki, bunlardan nə bişirmək olar. "Aha, bu da siyahı... uzundur... Bəs bundan? Heç nə alınmır, heyf, bəlkə mağazaya gedək? Bir-iki şey alağ?" Hə, İndi olar. Resepti seçirik və soba özü ən yaxındakı supermarketdən çatışmayan ərzağı sifariş edir, əlbəttə ki, Internetlə. Bu da kuryer. Soruşur: "Sifariş etmişdiniz?". "Bəli" deyər cavab veririk. Bişirməyə başlayırıq!

Sehrlili mikrodalğalı soba xörəyi bişirən müddətdə isə onun ekranında Internetdən yayımlanan kinofilmlə baxırıq. Lap televizor ekranındakı kimi. Sadəcə, fasilələrdəki reklamlar mikrodalğalı sobanı istehsal edən şirkətdir, irəli fırlatmaq da olmur. Bir az vaxt keçdi və dadlı nahar masanın üzərindədir. Nahar etdik. Çirkli qabları qabıyuyana qoyduq. Birdən o da Internetə qoşulmuş olar, ha?





MDU-nun əsas binasının antena quraşdırılmış qülləsi

otaq daxilində daha çox naqilsiz birləşmələrdən istifadə olunur. Hətta belə fərziyyə də irəli sürülür ki, qədim qoyduğumuz onillikdə belə texnologiya mühüm hesab olunacaq. Böyük ehtimalla naqilsiz rabitə vasitələri bütün ev cihazlarının daxil olduğu ev şəbəkəsinin işində əsas yeri tutacaq.

Elektron evi PDA (elektron yazı kitabçası), İnternet və hətta mobil telefon vasitəsilə istənilən yerdən idarə etmək mümkün olacaq. Daxili iqlimin (otaqların hərərətini) tənzimlənməsi (məsələn, ev sahibləri məzuniyyətə getdikdə) xeyli pula qənaət etmək imkanı verəcək. Əgər evdə heyvanlar və istiliksevən bitkilər yoxdursa, o zaman otaqlarda hərərətə adi vəziyyətdə saxlamağa ehtiyac da yoxdur. Ev sahibləri qayıdandan bir qədər əvvəl isə otaqların hərərəti avtomatik olaraq normaya gətiriləcək.

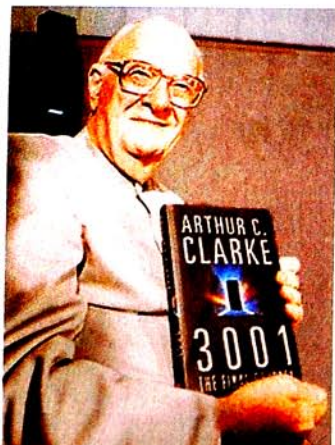
Əgər məzuniyyətdə rəqəmli video və fotokamera ilə çəkiliş aparmaq istənsiz, material İnternetlə ev kompüterinə ötürüləcək, odur ki, yazıları saxlamaq

üçün özünüzlə bir yığın yaddaş kartı daşımağa ehtiyac qalmayacaq. Çox güman ki, avtomobiləki MP3-pleyer və maqnitolara da eyni əqibət gözləyir.

Artıq Avropada rəqəmsal evlər satışdadır, lakin onlar hələ ki müasir həyatın atributundan daha çox gələcəyin gözəl simvolu olaraq qalır. Müasir elektron evin satıcılar tərəfindən reklam olunan əsas imkanlarından biri otaqlardakı işığın məsafədən yandırılıb söndürülməsi və pərdələrin idarə olunmasıdır (bu yolla ev sahibləri potensial oğurlara guya evdə olduqlarını bildirirlər). Bu üstünlüklərə, əlbəttə ki, qonaq otağında onlayn alış-veriş imkanına malik 50 düymü plazma televizor da daxildir.

Lakin hər şey sürətlə dəyişir. 2002-ci ildə ABŞ-da informasiya texnologiyalarının məşhur entuziasti Cozef Çeykobs (Joseph Jacobs) kompüterləri daha yaxşı "anlamaq" üçün dərisinin altına mikroçip yerləşdirib. İstisna deyil ki, bu cür texnologiya tezliklə insanlara rəqəmsal evi idarə etməyə imkan verəcək.

YAXIN YÜZİLLİK ÜÇÜN PROQNOZLAR



Artur Klark öz yeni kitabının təqdimatında.

Hazırda eyni məsələləri adi avtomobil signalizasiyaları həll edir. Onlar sürücüyə məsafədən motoru işə salmaq, salonu qızdırmaq, maşındakı hərərətə nəzarət etmək imkanı verir. Axı, çöldə 20 dərəcə şaxta olarkən, evdən çıxıb isti avtomobilə oturmaq adama lazımdır.

İnsan hər zaman onu gələcəkdə nə gözləyəcəyini öyrənməyə can atır. O, ulduz və kart falı ilə suallarına cavab tapacağına ümid edir. Çox vaxt yazıçı və alimlər gələcəkdən xəbər verən kahnələr qismində çıxış edirlər.

Artur Klarkın (Arthur Clarke) adı həttə elmi fantastika ilə maraqlananlara da tanışdır. Ona bu şan-şöhrəti yalnız çoxsaylı romanları və məşhur nəşrlərin şəhifələrindəki çıxışları deyil, həm də Klarkın ssenarisi əsasında çəkilmiş Stenli Kubrikin (Stanley Kubrick) "2001-ci il: Kosmik odisseyə" filmi gətirmişdir. Yazıçı onu peyğəmbər adlandırmamağı xahiş edir, hərçənd ki, onun əvvəlcədən söylədiklərinin əksəriyyəti özünü doğrultmuşdur. Bu da onun gələcək üçün verdiyi proqnozlardan bəziləri:

...XXI əsrin 10-cu illəri. Elektron monitorinq demək olar ki, peşəkar cinayətkarlığı cəmiyyətdən sıxışdırıb çıxarır.

...XXI əsrin 20-30-cu illəri. Süni intellekt insan beyninin inkişafı səviyyəsinə gəlib çatıb. Həmin andan etibarən Yer üzündə iki növ şüurlu həyat forması birgə yaşamağa başlayır. Bu zaman nəzərə almaq lazımdır ki, ikincisi bioloji təkamül üçün ölçəlməz olan sürətlə inkişaf edir. Süni intellekt sistemlə təchiz edilmiş ilk gəmilər ən yaxın ulduzlara yola düşür. Kompüterin generasiya etdiyi DNT-dən klonlaşdırılmış dinozavrlar meydana gəlir.

...XXI əsrin 40-50-ci illəri. Avtonom, regenerasiya olunan, mobil ev tamamilə təkmilləşdirilmişdir... Nanotexnologiyalara əsaslanan "universal replikator" xammal və informasiya matrisinin mövcud olması şortilo istənilən mürəkkəb obyektə yarada bilər. Brilyant və dəlikates yeməklər sözün hərfi mənasında palçıqdan hazırlana bilər. Belə lüzumsuzluq üzündən sonayə və kənd təsərrüfatı, yəni zamanda başqar sivilizasiyasının təzə icadı – iş yerləri də yoxa çıxır! İncəsənət, əyləncə, təhsilin inkişafında partlayışlar olur. Planetin artıq ərzaq istehsalı üçün lazım olmayan geniş sahələri ilkin vəziyyətinə qaydır, gənclər ox-yayla böyük ov yürüşlərində iştirak etməklə öz aqressiv instinktlərini biruzə verə bilərlər.

"TeleDanmark" şirkətinin inkişaf şöbəsinin rəhbəri Preben Meyer (Preben Meier) müəhəbələrindən birində "düşünən texnikanın" evlərdə sürətlə yayılacağını proqnozlaşdırır. O, əmindir ki, kompüterlər yaxın 20-25 il ərzində praktiki olaraq evdəki bütün işlərin qeydinə qalacaq; paltaryuyan maşınlar özləri yuyulma rejimini təyin edəcək, mikrodalğalı sobalar yemək bişirəcək, soyuducular ərzaq sifariş edəcək. Bundan əlavə, avtomobilər özləri texniki baxışın vaxtını əvvəlcədən təyin edə biləcək, ağır elektron aparatlar isə mənzillərin divarlarında kağız kimi yüngül ekranlarla əvəz ediləcək.



Müasir avtomobilin panelində toclı yardım çağırma düyməsi.

900-dən artıq alim arasında sorğu aparmış alman fiziki Harold Qruppın proqnozlarına görə, XXI əsrdən başlayaraq dam və fasilələrdə günəş batareyaları ilə təchiz olunmuş evlərin fəal şəkildə tikintisinə başlanacaq. Tərəqqi o səviyyəyə çatacaq ki, bütün ev işlərin kompüterlər görcək, hətta zibil yığıni belə tullantıları özü çəşidləyəcək.

Artıq XXI əsrin ilk onilliyində əməliyyatların cərrah bıçağı ilə aparılmasına bərdəfəlik son qoyulacaq. Cərrah-mikro-robot insanın istənilən orqanına daxil olub zəruri əməliyyatları aparacaq; trombları aradan qaldıracaq, dərmanın mikrodozalarını daxil edəcək... Mini-kompüter kimyaçı-eksperti əvəz edərək istənilən maddə barədə tam məlumat verəcək. Daha on il sonra isə Avropa vahid hökumət və vahid kompüter idarəetmə sistemə malik birləşmiş ölkə olacaq. Ordu əsasən kompüterçilərdən ibarət olacaq... İkinci dekadının sonunda isə Yer üzündə ilk kiborqlar – kompüterlə cəlaşdırılmış insanlar meydana gələcək. Bu nöinki elm və texnikada bir çevriliş olacaq, həm də yeni mənavi problemlər yaradaraq cəmiyyətdə mübahisələr və dərin ziddiyyətlərə gətirib çıxaracaq.

Serebral iflic xəstəliyinə mübtəla olmuş, bəzilərinin ikinci Eynşteyn adlandırdığı Stiven Hokinq (Stephen Hawking) "Zamanın qısa tarixi" kitabında yazır: "Bəşəriyyət get-gedə mürəkkəbləşən dünyanın öhdəsindən gəlmək və yeni, xüsusən də kosmik səyahətlərlə bağlı problemləri həll etmək üçün əqli və fiziki səviyyəsini yüksəltməlidir". Hokinqin fikrincə insan "elektron köllərdən öndə



qaçmaq" üçün gətirdikə daha da kamilləşmək məcburiyyətindədir. "Hal-hazırda kompüterlərin sürət üstünlüyü var, amma onların şüuru yoxdur". Buna baxmayaraq "kompüterlərin sürət və mürəkkəbliyinin 18 aydan bir ikiqat artdığını əsas götürən Stiven Hokinq əmindir ki, gələcəkdə onlar insan beyninin mürəkkəbliyi səviyyəsinə çatı biləcəklər". Bundan başqa onun proqnozlarına görə tarixdə yeni era – planlaşdırılan təkamül dövrü başlayacaq. Embriional mərhələdə insanın inkişafındakı patoloji çatışmazlıqlar təyin edib aradan qaldırmaq mümkün olacaq və nəticədə gələcəyin insanları sağlam olub 120 ilə qədər yaşayacaqlar.

Yapon alimlərinin proqnozlarına görə yeni əsrin ilk onilliyində özündə fəks və video imkanlarını birləşdirən cib kompüterləri buraxılacaq. Kompüterlər bir anda nöfəri mətnləri, hətta danışığı dünyanın istənilən dilinə tərcümə edə biləcəklər. Kompüterlərin köməyiylə süni qan sintez olunacaq, başəriyyət QİÇS (AIDS) və ateroskleroza qalib gələcək. Daha sonra insanlar süni göz və beynindən istifadə edə biləcəklər.

"Forbes ASAP" jurnalının proqnozlarına görə yaxın gələcəyin kompüterləri "qoruyucu siqnalizasiyadan tutmuş soyuducuya qədər hər şeyi" işlədən bir qurğu olacaq. Kompüter sənayesinin əsası olan silisium (silikon) artıq XXI əsrin 10-cu illəri öz ölçüləri, kiçik sürəti və işləyərkən ayrılan istiliyin çoxluğuna görə kompüter istifadəçilərinin ehtiyaclarına cavab verməyəcək.

Hazırda Stanford Universitetinin əməkdaşları optik rabitənin sürəti və keçiriciliyindən istifadə edən optoelektron qurğu üzərində çalışırlar. Yeni texnika istehsalçıların sözlərinə görə nəticədə kompüter ucuz, yığcam, daha məhsuldar olub daha az enerji sərf edəcək. Onun köməyiylə evdəki bütün cihazları idarə etmək, işdə isə onu böyük interaktiv ekran kimi istifadə etmək

mümkün olacaq. Kompüter əsl sahibini misal üçün, barmaq izlərinə görə tanıyacaq. Belə kompüterləri idarə etmək çox asandır. Bunun üçün onunla sadəcə danışmaq kifayətdir. Klaviatraya öyrəşmiş istifadəçilər üçün o, virtual şəkildə təqdim ediləcək və barmaq ilə birbaşa olaraq ekranda düymələri basmaq mümkün olacaq. Belə kompüterin yaddaşı həloqrafikdir və istənilən qədər böyük həcmli informasiyanı saxlamaq imkanına malikdir. Prosessor və yaddaş arasında verilənlərin mübadilə sürəti prosessorun sürətilə müqayisə oluna biləcək.

İstedadlı futuroloq Viktor Fellerin (Victor Feller) proqnozlarına görə ən yaxın zamanda tibdə yeni nəsill kompüter texnologiyalarının tətbiqi baş verəcək. Bunun nəticəsində biotexnologiyalar inkişaf edəcək, süni orqanlar – ürək, qara ciyər, böyrəklər meydana gələcək, virusları tapıb məhv etmək üçün orqanizmə yeridilən kompüter sistemləri yaradılacaq.

Eyndhovendəki (Niderland) "Philips" ekspert mərkəzinin "Gələcəyə baxış" layihəsinin iştirakçısı Derrik de Kerkhöv (Derrik de Kerkhove) deyir: "Hesab edirəm ki, gələcəkdə əl hərəkətilə idarə olunan çoxlu sayda cihazımız olacaq. Əlinizlə işarə verdikdə dərhal nəyinsə baş verməsi zamanı yaranan hissdən daha böyük hakimiyyət xülyası yoxdur. İnsanlar belədir. Səsin tanınması bu gün mövcuddur və təkmilləşdirilməkdədir. Yüksək keyfiyyətli tanıma sistemləri istifadə etdiyimiz hər bir maşında, hətta velosipeddə belə, quraşdırılacaq. Düşünürəm ki, bu mənada imza da yenidən layiq olduğu yeri tutaraq sizin şəxsi iştirakınız zamanət verəcək. Mənə elə gəlir ki, əlyazmanı çap hərflərinə çevirən daha yaxşı üsullar meydana gələcək".

Futuroloqun fikrinə yaxın gələcəkdə insanlar əsasən virtual olaraq səyahət edəcəklər, axı bu xeyli ucuz və fiziki olaraq belə səyahəti həyata keçirmək mümkün olmayan bir çoxları üçün əlverişli

rişlidir. Bundan əlavə maraq doğuran suallar barədə mütləq olaraq izahat verildi üçün səyahət virtual şəkildə daha da öyrədici ola bilər.

Derrik de Kerkhöv hesab edir ki, texnika nə qədər mürəkkəb olursa – olsun xarici görünüşü sadə olmalıdır. İnsanların işə gətməsinə, demək olar ki, ehtiyac qalmayacaq, onlar müəssisəyə həftədə iki və ya üç dəfə baş çəkəcəklər, qalan vaxtda isə tapşırıqları evdə icra edəcəklər. Elə ödənişləri də Şəbəkə ilə göndərəcəklər.

Microsoft şirkətinin prezidenti Bill Geytsin (Bill Gates) fikrinə gələcəkdə informasiya texnologiyaları insanların asudə vaxtını zənginləşdirəcək, mədəni həyatını fəallaşdıracaq, cürbəcür məlumatlar almaq imkanlarını genişləndirəcəkdir. Evdə və ya kənar ofislərdə işləmək imkanının meydana gəlməsi şəhərin yüklənməsini azaldacaq. Bir çox məmulatlar material formasında deyil, bitlər ardıcılığı şəklində istehsal olunacaq ki, bu da təbii ehtiyatların sərfiyyatını aşağı düşürəcək. Yeni texnologiyalar müstəqil olmaq, geniş təcrübə mübadiləsi aparmaq və tələblərə müvafiq məhsullar almaqda ən gözəl vasitəçi olacaq. Rəqəmsal texnologiyaların gücü və onların tətbiqinin universallığı şəxsi, işgüzar və dövlət sirlərinin saxlanması yeni çətinliklər yaradacaq. Bir çox peşələr və bütöv sənaye sahələri unudulacaq, onların əvəzinə isə başqa, əvvəllər məlum olmayan yeni ixtisaslar meydana gələcək. İnternet şəbəkəsi olduqca fəal inkişaf edəcək. Hesablama texnikası və rabitə vasitələrinin qiyməti elə ucuzlaşacaq ki, informasiyanın qiyməti xeyli aşağı olacaq. Reklamdan gələn gəlir bir çox materialları (məsələn, hökumət məlumatlarını, tibbi məsləhət xidmətlərini, elektron elan lövhələrini və bəzi tədris vasitələrini) ödənişsiz yaymaq imkanı verəcək. Şəbəkəyə xidmət göstərən şirkətlərdə yüksək gəlir səviyyəsi olan ucqar bölgələrə fiberoptik xətlər çəkmək üçün stimül yaranacaq. Elektron məlumat lövhələri və digər şəbəkə forumları "birin birə", "birin çoxa" və ya "çoxun çoxa"



prinsipilə ünsiyyət qurmaq üçün əla imkanlar yaradacaq. Həmfikir insanlar asanlıqla kompüter şəbəkələrində görüşərək müzakirələr aparacaq, partiya və birliklər təsis edəcəklər. Şəbəkə insanları həm yaxınlaşdıracaq, həm də milyonlarla təşkilatı ayıracaq. Əsas informasiya xətləri hər şeyi – asudə vaxtın təşkili, informasiya axtarışı, ünsiyyəti yeni şəkildə həyata keçirmək imkanı verəcək.

Amerikanın "Global Business Network" məsləhətçi şirkətinin futuroloqlarının rəyinə görə, texnikanın və informasiya texnologiyalarının inkişafı insanları məişət qayğılarından azad edərək onların həyatına ciddi şəkildə təsir edəcək. Robotlaşdırma insanın bütün fəaliyyət sahələrinə daxil olacaq. Bu hərəkətli yaşırlı "ev heyvanları" bişdir, paltar yumaq, səliqə-səhman və sairə məşğul olacaqlar. Kompüterləşmə iri miqyaslara çataraq, texniki tərəqqinin əsasına çevriləcək. Miniatur ölçülü ford kompüterlər onlarla funksiyaları cəmləşdirərək məsləhətçi, katib vəzifələrini yerinə yetirəcək. Rabitə universal və ucuz olacaq; nəqliyyat yalnız daha rahat, sürətli və sərfəli deyil, həm də daha kompüterləşmiş olacaq. Sürücü peşəsi ləğv olunacaq. Televiziya, radio, maqnitofon, peyçer, telefonun birləşdirilməsi baş verəcək. Kino və televiziya qoxuları da çatdırıla biləcək. Əhalinin əsas məşğulluq idman və kompüterlər olacaq.

Alimlər tərəfindən aparılan tədqiqatların gələcəyin real təsvirini nə dərəcədə doğru əks etdirməsi o qədər də vacib deyil. Bu tədqiqatların məqsədi bəşəriyyətin inkişafı və təbiətin qorunub saxlanmasıdır xüsusi vacib rol oynayacaq texnoloji tendensiyaları vaxtında aşkar etməkdir. Derrik de Kerkhöv bu barədə belə demişdir: "Gələcəyi əvvəlcədən görmək mümkün deyil, lakin onu ekstrapolyasiya etmək realdır. Bizim proqnozlar sistemimiz sadədir: Biz bəşəriyyətin bu gün hərəkət etdiyi istiqamətləri fikrən davam etdiririk və onun bu və ya digər nöqtəyə nə vaxt çatacağı barədə noticəyə gəlirik".



Stiven Hokinq.

ADLAR GÖSTƏRİCİSİ

A

Amper Andre Mari (Amper Andre Marie) (1775-1836) – fransız fiziki – 60-61, 67, 438
Atanasov Con Vinsent (Atanasoff John Vincent) (1903-1995) – ilk elektron hesablama maşını "ABC"-ni qurmuş Amerika mühəndisi və riyaziyyatçısı – 396, 398-400
Ayken Hovard (Aiken Howard) (1900-1973) – ilk EHM-lərdən biri olan "Mark 1"-in layihələşdirilməsinə rəhbərlik etmiş Amerika mühəndisi – 394

B

Bardin Con (Bardin John) (1908-1991) – Amerika mühəndisi, tranzistoru icad edənlərdən biri – 400, 428
Bebbic Çarlz (Babbage Charles) (1791-1871) – ingilis riyaziyyatçısı, proqramla idarə olunan ilk hesablama maşını layihəsinin müəllifi – 133, 215-217, 340, 371-379, 418
Berq Aksel İvanoviç (1898-1979) – SSRİ EA-nın akademiki, kibernetika sahəsində tədqiqatların başlanğıcını qoymuş və bu sahəyə rəhbərlik etmişdir – 62, 417
Bəkus Con (Backus John) – Amerika alimi, "FORTRAN" proqramlaşdırma dilinin yaradıcısı – 186, 400
Barri Klifford (Barry Clifford) – ilk elektron hesablama maşını "ABC"-ni qurmuş Amerika mühəndisi, Con Atanasovun tərəfdaşı – 399
Bratteyn Uolter (Brattain Walter) (1902-1987) – Amerika mühəndisi, tranzistoru icad edənlərdən biri – 400, 428
Brayl Lui (Braille Louis) (1809-1852) – fransız pedaqoqu, korlar üçün şriftin yaradıcısı – 29-30
Bul Corc (Boole George) (1815-1864) – ingilis riyaziyyatçısı, riyazi məntiqin yaradıcılarından biri – 147, 150, 152, 385

C

Cobs Stiven (Jobs Steven) – "Apple Computers" şirkətinin qurucularından biri – 432, 448-452
Coy Bill (Joy Bill) – "SUN Microsystems" şirkətinin qurucusu – 292

Ç

Çerç Alonzo (Church Alonzo) (1903-1995) – Amerika məntiqçisi – 72, 160

D

Dekart Rene (Descartes Rene) (1596-1650) – fransız filosofu, riyaziyyatçı, fizik və fizioloqu; analitik həndəsənin əsasını qoymuşdur – 139, 340, 366
Deykstra Edsger (Dijkstra Edsger) – Amerika proqramçısı, bir çox klassik alqoritmin müəllifi – 141, 189, 194
Dreksler Erik (Drexler Eric) – Amerika alimi, nanotexnologiya nəzəriyyəçilərindən biri – 465, 468

E

Edison Tomas Alva (Edison Thomas Alva) (1847-1931) – amerikalı ixtiraçı, iri elektrotexniki şirkətlərin qurucusu – 385-386, 492
Ekkert Con (Eckert John) – Amerika mühəndisi, "ENIAC" hesablama maşınının yaradıcılarından biri – 395-396
Evklid (Euclid) – qədim yunan riyaziyyatçısı – 89, 91, 176, 177, 580
Eyler Leonard (Euler Leonhard) (1707-1783) – alman riyaziyyatçısı, mexaniki və fiziki. Riyazi analiz, ədədlər nəzəriyyəsi və digər sahələrdə 800-dən çox elmi işin müəllifi – 581

Ə

Əl-Xarəzmi Məhəmməd ibn Musa (780-850) – Orta Asiya alimi, əsrlər boyu öz populyarlığını qoruyub saxlamış riyaziyyat dərsləri olan "Kitab əl-Cəbr vəl-Mukabala" kitabının müəllifi – 94

F

Ferma Pyer (Fermat Pierre) (1601-1665) – fransız riyaziyyatçısı, ədədlər nəzəriyyəsinin banilərindən biri – 366, 577

Feynman Riçard Filips (Feynman Richard Phillips) (1918-1988) – Amerika fiziki, əsas işləri kvant mexanikası, kvant elektrodinamikası və statistik fizika sahəsində olmuşdur – 464

Fleminq Con Ambroz (Fleming John Ambrose) (1849-1945) – ingilis fiziki, diodun ixtiraçısı – 385

Fletçer Harvi (Fletcher Harvey) – Amerika fiziki, stereosəsin müəllifi – 56

Furiy Jan Batist Jozef (Fourier Jean Baptiste) (1768-1830) – fransız riyaziyyatçısı və fiziki – 54, 58, 341, 372

G

Geyts III Uilyam (Bill) (Gates III William) – "Microsoft" korporasiyasının qurucusu – 452-453

H

Haffman Devid Albert (Huffman David Albert) – Amerika alimi, adını daşıyan populyar sıxma alqoritminin müəllifi – 49, 54, 55, 58
Heminq Riçard Uesli (Hamming Richard Wesley) – Amerika alimi, EHM yaddaşında səhvlərin aşkar olunub düzəldilməsi alqoritminin müəllifi – 22-23
Hers Henri Rudolf (Hertz Heinrich Rudolf) (1857-1894) – alman fiziki, elektrodinamikanın əsasını qoyanlardan biri – 491-492
Hollerit Herman (Hollerith Herman) (1860-1929) – verilənlərin emalı üçün ilk elektromexaniki tabulyatorun ixtiraçısı – 130, 379-382, 384

J

Jakkar Jozef Mari (Jacquard Jozeph-Marie) (1752-1834) – fransız ixtiraçısı – 377, 382-384

K

Kənədey Rad (Canaday Rudd) – "UNIX" əməliyyat sistemi proqram kanallarının müəlliflərindən biri – 291
Kilbi Cək (Kilby Jack) – Amerika mühəndisi, integral sxemin yaradıcısı – 407, 425
Knut Donald (Knuth Donald) – hesablama üsulları sahəsində Amerika mütəxəssisi – 119, 141, 419
Kolmer Karl Ksavere Tomas de (Colmar Charles Xavier Thomas de) (1785-1870) – fransız ixtiraçısı, kütləvi istehsal olunan ilk arifmetrin yaradıcısı – 384
Kolmoqorov Andrey Nikolayeviç (1903-1987) – SSRİ EA-nın akademiki, riyaziyyatçı, informasiya nəzəriyyəsinə fundamental əsərlərin müəllifi – 24-25, 68-70, 90
Krey Seymur (Cray Seymour) – Amerika mühəndisi, superkompüterlər istehsal edən "Cray Research" şirkətinin qurucusu – 415, 469

Kroneker Leopold (Kronecker Leopold) (1823-1891) – alman riyaziyyatçısı, cəbr və ədədlər nəzəriyyəsi ilə məşğul olmuşdur – 319, 328-329

Q

Qauss Karl Fridrix (Gaus Carl Friedrich) (1777-1855) – dahi alman riyaziyyatçısı – 323

Qavrilov Mixail Aleksandroviç (1903-1979) – avtomatik idarəetmə nəzəriyyəsi sahəsində sovet alimi – 152

Qluşkov Viktor Mixayloviç (1923-1982) – SSRİ EA-nın akademiki, kibernetik, sovet kompüter sənayesinin banisi, ilk fərdi kompüter prototipinin yaradıcısı – 422-423

Qutenberq İohann (Gutenberg Johannes) (təqribən 1394-1468) – alman ixtiraçısı, Avropada ilk tipograf – 238, 534

L

Lavleys Avqusta Ada (Lovelace Augusta Ada) (1815-1852) – dünyada ilk qadın proqramçı – 209, 214-217, 373, 377-378

Lebedev Sergey Alekseyeviç (1902-1974) – SSRİ EA-nın akademiki, sovet kompüter istehsalının banisi; ilk sovet (və Avropa) EHM-i olan "MESM"-in qurulmasına başlamışdır – 420-422

Lempel Abraham – Amerika alimi, sıxılma alqoritmi müəlliflərindən biri – 50

Leonardo da Vinçi (Leonardo da Vinci) (1452-1519) – italyan rəssamı, heykəltaraşı, memar, alim və mühəndisi – 47, 360, 365

Leonardo Pizanski Pizali (Fibonacci) (Leonardo Pisano Fibonacci) (təxminən 1170-1228-dən sonra) italyan riyaziyyatçısı – 33, 94, 419

Leybnis Vilhelm Qotfrid (Leibniz Wilhelm Gottfried) (1646-1716) – alman filosofu, riyaziyyatçı, fizik, dilşünası – 34, 147, 340, 361-362, 368-370

Lomonosov Mixail Vasilyeviç (1711-1765) – elmin müxtəlif sahələrində kəşflər etmiş rus alimi, şair – 38

Lyapunov Aleksey Andreyeviç (1911-1973) – SSRİ EA-nın müxbir üzvü, sovet informatikasının (kibernetika-sının) atası – 62, 75, 92, 416-418

M

Mak-İlroy Duq (McIlroy Doug) – "UNIX" əməliyyat sisteminin proqram kanallarının müəlliflərindən biri – 291

Mouçli Con (Mauchly John) – Amerika mühəndisi, "ENIAC" hesablama maşınının yaradıcılarından biri – 130, 395, 396

Mur Qordon (Moore Gordon) – "Intel" şirkətinin qurucularından biri – 313, 469-470, 474

N

Neyman Con fon (Neumann John von) (1903-1957) – Amerika riyaziyyatçısı və fiziki, kompüterin klassik arxitekturasını vermişdir – 65-66, 72
Noys Robert (Noyce Robert) – Amerika mühəndisi, integral sxemin ixtiraçısı – 407
Nyuton İsaak (Newton Isaac) (1643-1727) – ingilis fiziki və riyaziyyatçısı, mexanika və astronomiyanın nəzəri əsaslarını yaratmış, diferensial və integral hesabının əsasını qoymuşdur – 324-325, 370, 374

O

Odner Vilqod (Odhner Willgodt) – İsveç ixtiraçısı, ilk mexaniki hesab maşınına yaratmışdır – 384-385

P

Paçoli Luka (Pacioli Luca) (təxminən 1445-1514) – fransiskan rahibi, riyaziyyatçı, Leonardo da Vinçinin tərəfdaşı – 48, 94
Paskal Blez (Pascal Blaise) (1623-1662) – fransız filosofu, yazıçı, riyaziyyatçı və fiziki – 361, 366-368, 386
Patterson Deyvid (Patterson David) – “RISC-1” və “RISC-2” maşınlarının yaradılmasında iştirak etmiş Amerika alimi – 427
Post Emil (1897-1954) – Amerika riyaziyyatçısı, məntiqçi – 90, 154, 156-158, 160

R

Ritçi Denis (Ritchie Dennis) – Amerika proqramçısı, “UNIX” əməliyyat sisteminin yaradıcılarından biri – 194-195, 291-292

S

Sobolev Sergey Lvoviç (1908-1989) – SSRİ EA-nın akademiki, “Setun” üçlük hesablama maşınının yaradılması üzrə işlərin rəhbəri – 75, 419-420
Sossür Ferdinand de (Saussure Ferdinand de) (1857-1913) – İsveçrə dilşünası, struktur linqvistikasının banisi – 13
Stolman Riçard (Stallman Richard) – Amerika alimi, müəllim və proqramçı, “GNU” layihəsinin əsasını qoymuşdur – 546-547, 589
Suze Konrad (Zuse Konrad) (1910-1995) – alman mühəndisi, ilk elektomexaniki hesablama maşınlarının yaradıcısı – 199, 209, 386-389

Ş

Şennon Klod Elvud (Shannon Claude Elwood) (1916-2001) – Amerika alimi və mühəndisi, informasiya nəzəriyyəsinin banisi – 12, 19-21, 24-25, 68, 70, 575

Şokli Uilyam (Shockley William) (1910-1989) – Amerika mühəndisi, tranzistorun ixtiraçılarından biri – 400, 428
Şor Piter (Shor Peter) – Amerika alimi, kvant kompüterləri sahəsində novator – 473-474

T

Tanenbaum Əndrü (Tanenbaum Andrew) – Amerika alimi, əməliyyatlar sistemi sahəsində mütəxəssis – 267, 293
Tompson Ken (Thompson Ken) – Amerika proqramçısı, “UNIX” əməliyyat sisteminin yaradıcılarından biri – 291, 293
Torvalds Linus – fin proqramçısı, populyar “Linux” əməliyyat sisteminin müəllifi – 293, 546
Türinq Alan Matison (Turing Alan Mathison) (1912-1954) – ingilis riyaziyyatçısı, bioqraflarından birinin sözlərinə görə “kompüter elminin banisi” – 71-74, 93, 156-160

U

Uelç Terri (Welch Terry) – sıxma alqoritmi müəlliflərindən biri – 52

V

Vijener Blez de (Vigener Blaise de) – Fransa kralı III Henrixin əyanı, şifri icad etmişdir – 570-571
Viner Norbert (Wiener Norbert) (1894-1964) – rabitə nəzəriyyəsinə görkəmli töhfələr vermiş, ilk hesablama maşınlarının yaradılmasında iştirak etmiş Amerika alimi, “Kibernetika” kitabının müəllifi – 16, 60-62, 67-69, 368
Vinkler Ayre (Winkler Ira) – EHM şəbəkələrində informasiyanın qorunması sahəsində qabaqcıl Amerika mütəxəssisi – 555-558
Virt Niklaus (Wirth Niklaus) – İsveçrə proqramçısı, “Pascal” proqramlaşdırma dilinin yaradıcısı – 108, 190-191, 206
Voznyak Stefan (Wozniak Stephan) – “Apple Computers” şirkətinin qurucularından biri – 432, 448, 452

Y

Yeršov Andrey Petroviç (1931-1988) – SSRİ EA-nın akademiki, nəzəri və sistem proqramlaşdırmanın banilərindən biri, Sibir informatika məktəbinin yaradıcısı – 74-77

Z

Ziv Ceykob (Ziv Jacob) – sıxılma alqoritmi müəlliflərindən biri – 50-51

TERMINLƏR GÖSTƏRİCİSİ

A

Açar – 256, 265
 Açıq sistem – 288
 Alqoritm – 87
 Alqoritmik dillər – 93, 96-108, 178-182
 Alqoritmın addımı – 86-88, 324
 Alqoritmın sonluluğu – 88
 Alqoritmlər nəzəriyyəsi – 91
 Altproqram – 184, 404, 411, 412
 Analitik maşın – 373, 376-379
 Analoq-raqəm çeviricisi – 40
 Antivirus – 554
 Arifmetr – 385
 Asimmetrik kodlaşdırma – 574
 Aşındırma – 435
 Avtomat dili – 169

B

Balans – 47
 Biliklər (prosedurlu) – 336
 Biliklər bazası – 338
 Biliklərin təsviri modeli – 337
 Binar axtarış – 126, 257
 Birbaşa ünvanlama – 404
 Birrəngli kompüter şəbəkələri – 490
 Blok-sxem – 91
 Böyük integral sxemlər – 424, 433-437
 Brauzer – 515, 516
 Budaqlanma – 98-99
 Budaqlar və sərhədlər üsulu – 164
 Bul cəbri – 150, 151
 Bul əməli – 150

C

Cəmləyici – 314

Ç

Çeşidləmə – 130-135
 Çox böyük integral sxemlər – 424, 433-437
 Çoxluq – 124-129
 Çoxmaşınli komplekslər – 413
 Çoxprosessorlu komplekslər – 413

D

Dayışan – 104, 377
 Dinamik yaddaş – 122
 Disketlər – 440, 441
 Diskretləşdirmə – 40, 323
 Dizyunksiya – 149
 Doğrama – 261
 Dolaylı ünvanlama – 404
 Dolğunluq – 39
 Dolub-daşma əlaməti – 314
 Dövrün gövdəsi – 102
 Dövrün invariantı – 177
 Drayver – 286

E

Ekspert sistemləri – 212, 336
 Entropiya – 18, 20, 70
 Erqonomika – 454
 Evklid alqoritmi – 89, 176
 Bərabərölçülü kod – 19

Ə

Əks əlaqə – 61
 Əlifba – 156, 165
 Əməliyyat sistemi – 267, 269
 Əməliyyat sisteminin nüvəsi – 269

F

Fayl – 269, 281
Fayl sistemi – 269, 281
Faylın indeksi – 283
Fərq məşını – 372-376
Fiziki səhiyyə – 276
Fiziki səviyyə – 483
Fiziki ünvan – 274
Fiziki ünvan sahəsi – 274
Formal dillər – 165
Fotolitoqrafiya – 434, 435
Fraktal – 52
Freyd – 337
Funksional dillər – 210
Funksiya – 98

G

Genişlənmə (miqyaslanma) – 289
Giriş verilənləri – 60
Giriş-çıxış kitabxanası – 266
Giriş-çıxışın idarə olunması – 286
Görünmə sahəsi – 188
Göstəriş – 397, 406, 408, 409, 411, 412

H

Hemming kodu – 22
Hesablamaların paralelləşdirilməsi – 413
Hesablanan funksiyalar – 158
Hipermətn – 357, 513-516, 533

X

Xarici yaddaş – 438
Xətti cədvəllər – 107
Xətti proqramlar – 98

İ

İcraçı – 81, 88
İç-İçə komandalər – 100, 102
İdarəedici qurğu – 397
İdarəedici sistem – 60
İdarəedici strukturlar – 98
İdarəetmə sistemi – 60
İkili yazı – 47
İkilik simmetrik kanal – 21
İmperativ dillər – 210
İmplikasiya – 149
İndeks – 107, 256, 257
Informasiya – 12-18, 61, 70

Informasiya modeli – 136-139
Informasiya nəzəriyyəsi – 18, 21, 70
Informasiyanın ötürülməsi kanalı – 21
İnkapsulyasiya – 202
İnteraktiv tapşırıqlar – 272
İnterfeys – 202, 287
İnteroperabellik – 289
İşarə mərtəbəsi – 38
İterasiya – 169
İterasiyalı alqoritm – 89
İyerarxik struktur – 203, 283
İyerarxialı model – 262

K

Kanal – 401
Kanal prosessoru – 401
Kanal səviyyəsi – 483
Kanalların kommutasiyası – 482
Keçid – 169
Keçirmə – 288, 289
Keş-yaddaş – 285, 412
Kəsilmə emalçısı – 277
Kibernetika – 60-63, 67-69, 417
Komanda – 156, 157, 397-398, 403-404, 411, 427
Kommivoyajör məsələsi – 163
Kompaktlıq hipotezi – 341
Kompandlaşdırma – 55
Kompilyator – 185
Kompüter şəbəkələri – 482-483, 488-491
Kompüter virusu – 552
Kontekstən-azad qrammatikalar – 166
Konveyer sistemləri – 414
Konyunksiya – 149, 151
Kooperativ çoxtapşırıqlıq – 270
Kritik interval – 139
Kritik bölmə – 139
Kvantlaşdırılmama əmsalları – 54

Q

Qeyri-terminallar – 166
Qiyəməti olmayan sıfırlar – 37
Qovuşlu çeşidləmə – 132
Qrammatika – 166
Qrammatika qaydaları – 166

L

Layihə normaları – 471, 472
Lokal hesablamə şəbəkələri – 488

M

Magnit lentləri – 440
Massiv – 106-108, 193, 403
Məşin kodu – 183
Məşin proqramı – 396
Məşin taktı – 397
Mənimləmə – 97
Məntiq – 146
Məntiq cəbri – 148
Məntiqi funksiya – 148
Məntiqi qiymətlər – 148
Məsələnin (alqoritm) mürəkkəbliyi – 133, 161-164
Mikroproqramlaşdırma – 408
Mikrosxemlər – 425, 429
Mobillik – 289
Modem – 484-488, 504
Monitor – 142, 267
Multimedia – 356
Multiproqramlaşdırma – 410
Mübadilə sahəsi – 280
Mühakimə – 146, 339

N

Nəqliyyat səviyyəsi – 483
Nəsillər – 204
Nomoqram – 390
Normal alqoritm – 155
Notasiya – 43
Növbə – 110

O

Obyekt-yönlü dillər – 200
Operativ yaddaş – 438
Optik disklər – 442
Optik kanallar – 506

P

Paket emalı – 401
Paketlərin kommutasiyası – 482
Palitra – 299
Parlaqlıq – 40
Parser – 170, 174
Perfokart – 378-379, 383-384
Periferiya – 409
Pirs oxu – 149
Planar texnologiya – 407
Planlaşdırma alqoritmı – 270, 272
Polimorfizm – 204

Polinomial alqoritm – 163
Potensial həll edilə bilən alqoritmələr – 88
Predikat hesablamaları – 152
Prefiks kodları – 19
Produksiya – 337
Proqram – 87, 92, 157
Proqramçı – 217, 219
Proqramlaşdırma dilləri – 93, 165
Prosedur – 87, 99, 184
Prosedur kitabxanaları – 184
Prosedurlu proqramlaşdırma – 188
Proses – 87, 139, 269
Prosesin kontekstinin dəyişdirilməsi – 269
Prosesin prioritetliyi – 271
Prosesin ünvan sahəsi – 275
Proseslərin planlaşdırıcısı – 269
Protokol – 483

R

Rastr formatları – 299-303
Rastr massivi – 299
Redaktor – 245-248
Registrlər – 375, 395, 397, 403-405, 409, 411
Rekursiv prosedur – 180
Rekursiya – 155, 180, 219-226
Requlyar ifadələr – 168-169
Relyasion verilənlər bazası – 263-265
Rezident monitor – 180
Rəqəm-analoq çeviricisi – 40
Rəng keyfiyyəti – 39
Rəng dərinliyi – 298
Rənglər cədvəli – 299

S

Sabit vergüllü ədədlər – 313
Say sisteminin əsası – 34-35
Seans səviyyəsi – 483
Semaforlar – 141-142
Semantik şəbəkə – 337
Səhv düzəldici kodlar – 24
Sıxışdırıb-çıxaran çoxtapşırıqlıq – 270
Simmetrik kodlaşdırma – 576
Simulyasiya – 348, 350
Simvol – 156
Simvollarla hesablamalar – 209-211
Sinif – 200, 203
Sintaksis – 165
Sintaksis analiz – 170
Sistem çağırışı – 288
Sistem utilitləri – 269

Siyahı – 210
Skalyar əməliyyatlar – 415
Skaner – 250, 306
Slot – 337
Sonlu avtomatlar – 168
Spektral xarakteristika – 38
Stek – 110, 112, 222
Strimer – 440
Supervizor – 267
Süni intellekt – 209, 461-475
Sürüşkən vergüllü ədədlər – 313, 320

Ş

Şeffər ştrixi – 149
Şennonun birinci teoremi – 20
Şennonun ikinci teoremi – 24
Şəbəkə modeli – 283
Şəbəkə səviyyəsi – 483
Şərt – 99
Şifrləmə – 570-575
Şin – 438

T

Tabulyator – 382
Tapşırıqlar növbəsi – 267
Təq – 302, 423, 518
Təzlik analizi üsulu – 571
Təbiiqi proqram interfeysi – 288
Tipləşdirmə – 205
Trigger – 153, 586
Türinq maşını – 157-159

V

Vaxtın bölünməsi – 270
Veb-dizayn – 516-518
Vektorlar – 415
Ventillər – 152, 153, 429
Verilənlər (baytlar) axını – 281, 301
Verilənlər bazası – 255-260, 262-265
Vinqester – 441, 443
Virtual səhifə – 276
Virtual ünvan fəzası – 274
Virtual ünvanlar – 274
Virtual yaddaş – 274-276

Y

Yaddaş səhifəsi – 276
Yaddaşın idarə olunması – 274
Yaddaşın idarə olunması dispetçeri – 275
Yazı – 256-265
Yerinə yetirilmə kvantı – 270
Yuxarıdan aşağıya araşdırma – 172
Yumşaq maqnit diskler üçün diskürən – 441
Yüksəlmə araşdırma – 173, 174

ALGOL – 188, 189
C, C++ – 194-197, 206-207
FORTRAN – 186-188
FTP – 509, 510
HTML – 513, 514, 517
IP-ünvanı – 501
NP-mürəkkəb məsələlər – 163, 164
Pascal – 190-194
WWW – 513-516
Z-bufer – 304

MÜNDƏRİCAT

Oxucuya	5
---------------	---

İNFORMASIYA VƏ İNFORMATİKA

İNFORMASIYA VƏ İNSAN	
Kompüter informasiyanın işlənməsi üçün universal vasitədir	10
XIX-XX əsrlərin başlıca elmi və texnoloji nailiyyətləri	11
Informasiya nədir	12
Informasiyanın atomları	13
Informasiyanın təqdim edilməsi	15
Məzmun informasiyası	17
Informasiya nəzəriyyəsi	18
Hemming kodları	22
Klod Şennon	24

İNFORMASIYANIN KODLAŞDIRILMASI

Rəsmdən hərfə	26
Xəzinəni axtaraq	28
Hərflərin yerinə nöqtələr	30
Say sistemləri	31
İkili kodlaşdırma	34
Təsvirlərin kodlaşdırılması	38
Səsin və musiqinin kodlaşdırılması	40
Rənglər və səslər	42
Filmərin kodlaşdırılması	44
Mühəsibət informasiyasının kodlaşdırılması	45
Ümumiləşmiş RLE-kodlaşdırmasının algoritmi	48
Informasiyanın sıxılması yolları	48
LZW algoritmi	51
Səsin sıxılması	55

İNFORMATİKA ELMİ

İnformatika	60
İnformatika SSRİ-də	62
Sənədsünaslıq	64
Con fon Neyman	65
Norbert Viner	67
Andrey Nikolayeviç Kolmoqorov	68
Alan Matison Türinq	71
Andrey Petroviç Yersov	74
A.P.Yersov alim və insan kimi	76
Uşaqlara proqramlaşdırmanı nə üçün və necə öyrətməli	77
Mağazaları gəzirik	79
Proqramlaşdırma ikinci savaddır	80
İçində nə var?	82
Yanıla-yanıla öyrənirlər	83

ALQORİTMLƏŞDİRMƏ

ALQORİTM	
Alqoritm və proqramlar	86
İlk alqoritmlər	89
Alqoritmin daha bir formal təsviri	90
"Alqoritm" sözünün mənşəyi haqqında	93
Alqoritmiklərin və abasistlərin mübahisəsi	94

PROQRAMLASHDIRMANIN ƏSASLARI

Sadə proqramlar	96
İdarəedici strukturlar – budaglanmalar	98
İdarəedici strukturlar – dövrlər	102
Massivlər	106
Verilənlərin strukturu	108
Verilənlərin dinamik strukturları və istinadlı reallaşdırmalar	120
Kəsilməlik problemləri	122
Çəşidləmə	130
Nizamılığın vacibliyi	132
Informasiya modellərinin qurulması	135
Nəqliyyat şəbəkəsinin informasiya modeli	137
Paralel proqramlaşdırma	138
Həndəsi informasiyanın informasiya modelləri	139
Semaforlar	142

PROQRAMLASHDIRMA NƏZƏRİYYƏSİ

Riyazi məntiq	146
Başqa bir məntiq də mümkündür	154
Alqoritmlər nəzəriyyəsi	155
Markovun normal alqoritmləri	155
Alqoritmik həll oluna bilməyən problemlər	158
Alqoritmlərin mürəkkəbliyi	160
Polinomial və eksponensial alqoritmlər	163
Formal dillər nəzəriyyəsi	165
Tərcümə və kompilyasiya	165
LEX və GREP proqramları	169
Proqramların düzgünlüyünün isbatı	175
Evklid alqoritm PASCAL dilində	177

PROQRAMLASHDIRMA DİLLƏRİ

LOGO proqramlaşdırma dili	178
Proqramlaşdırma dillərinin tarixi	182
Strukturlaşdırılmamış kod	191
Strukturlaşdırılmış kod	192
Massivlər	193
PASCAL dilinin birinci kompilyatorunun yazılma tarixi	194
Massivlər və göstəricilər	196
C dili və UNIX əməliyyat sistemi	197
PLANKALKUL – ilk proqramlaşdırma dili	198
Obyekt-yönlü proqramlaşdırma dilləri	199
İnterfeys və reallaşdırma	202
Obyekt-varislərin valideyn obyektlər kimi istifadə olunması	204
Polimorfizm	205
Süni intellekt dilləri	209

PROQRAMÇILAR VƏ PROQRAMLASHDIRMA

Avqusta Ada Bayron, İedi Lavleys	214
Proqramçılar	217
Rekursiya	219
Kukaraça	222
N ədədinin faktorialının hesablanması	226

Etibarlı proqramlar necə yazılır	227
Üçbucaq haqqında məsələ	228
Gözlüq proqramlar necə yazılır?	230

İNFORMASIYANIN SAXLANMASI VƏ İŞLƏNMƏSİ

İNFORMASIYANIN SAXLANMASI	
Kompüter və kitab çapı	238
Kağız	240
Alimlər üçün kitabxana	241
NSLOIO BXEQBXUİPİÇGBRİ	242
Mətn redaktorları	245
Məktəbləşdirmə	248
Mətn redaktoru	249
Elektron codvallar	250
Verilənlər bazasını idarəetmə sistemləri	255
"Tarazi" (və/və ya) alqoritmı barədə	255
Doqrama	261
Relyasion verilənlər bazası	262
Bir qıçabəy nə deməkdir	263

KOMPÜTERİN ƏMƏLIYYAT SİSTEMİ

Əməliyyat sistemlərinin meydana gəlməsi	266
Əməliyyat sistemi nədir	267
Proseslərin planlaşdırıcısı	269
Prioritetlərin hesablanması düsturu	272
Əməliyyat sistemlərinin ölçüləri	273
Yaddaşın idarə edilməsi altsistemi	274
Prosesin daxilində qorunmaq üçün virtual yaddaşdan istifadə edilməsi	277
Virtual yaddaş mexanizminin işinə dair nümunə	278
Fayl sistemi	281
Adlar	283
UNIX əməliyyat sistemində fayllar	284
Əgər onların sayı çox olarsa?	285
Giriş-çıxış əməliyyatlarının idarəedilməsi altsistemi və qurğuların drayverləri	286
Təbiiqi proqram interfeysi	288
UNIX əməliyyat sistemi	290

MULTİMİDİA

Informasiyanın rəqəmsal formada təsvirinə keçid	294
Vektor və raster qrafiki	297
Cözümliqlik	300
3D-sürətləndiricisi nəyə qədərdir	304
Rəqəmsal fotoqrafiya	306
Rəqəmsal video	307
Audiomontaj	310

HESABLAMALAR

Kompüterdə hesablamalar	312
Yuvarlaqlaşdırmanın səhvləri	316
Hesablamalarda xətanın qiymətləndirilməsi	318
Hesablama üsulları	319
Interval hesabı	321
Nyuton metodu	324
Nyuton metodunun dəqiqliyi	324
Nyuton nə yazır	325
Kompüter cabri	326

İNTELLEKTUAL FƏALIYYƏTİN AVTOMATLAŞDIRILMASI

Kompüter modelləşdirilməsi	330
Informasiya sistemlərinin qurulması	334
Ekspert sistemləri	336
Obrazların tanınması	339
"Düşünce maşını"	340
Ev ofisi	343
UYUNLAR	
Kompüter oyunları	346
Trenajorlar	345
"Tetris" fenomeni	349
Süni gerçəkliklər	351
Oyunlardan biliklərə doğru	356

KOMPÜTER

KOMPÜTERƏ QƏDƏRKİ DÖVRÜN TARİXİ

Hesablama maşınına gedən yol	360
Abak və sayğaclar	362
Kim idi birinci?	365
Blez Paskal	366
Qotfrid Vilhelm Leybnis	368
Çarlz Bebbic	371
Bebbicin maşınları	374
Herman Hollerit	379
Rusiyada əhəlinin ilk siyahıya alınması	380
Avtomatlaşdırma və perfokartlar	382
"Elmi" kalkulyatorlar	384
Konrad Suze	386
Analoq maşınları	390

XX ƏSRDƏ KOMPÜTERİN TƏKAMÜLÜ

Birinci nəsil kompüterlər	394
Con Vinsent Atanasov	398
İkinci nəsil kompüterlər	400
Yaddaş saxlayan elektron-şüa boruları və ultrasəsli yubatma xətləri	401
Ferrit nüvəcikləri və maqnit barabanları	402
Kəsilmə aparatı	405
Böyük sistemlər	406
Kompüterlərin üçüncü nəslı	407
Mini kompüterlər	410
Paralel hesablamalar	412
Aleksey Andreyevici Lyapunov	416
Üçlük hesablama sistemi və üçlük EHM	418
Çəkirlər haqda Başə məsələsi	419
Sovetlər ölkəsində istehsal olunan EHM-lər	420
Mühəndis hesablamaları üçün maşın	422

MÜASİR KOMPÜTER

Kompüterlərin dördüncü nəslı	424
İntegral sxemlərin növləri	428
Mikroprosessorların istehsalı	433
İntegral sxemlərin layihələndirilməsi	434
EHM yaddaşının təkamülü	437
Maqnit yazılış	441
Keş bizə kömək edəcək	443
IBM firmasının "Şan-şöhrəti və acizliyi"	444
Stiv Cobs nə barədə bilmirdi	448

Macintosh asrlar sərhədində	450
III Uilyam (Bill) Henri Geys	452

XXI ƏSRİN KOMPÜTERİ

Kompüter və sağlamlıq	454
Əl-qolun, bədəninin açılması üçün edilən hərəkətlər	458
Neyroşəbəkələr	459
Süni neyron şəbəkələri	460
Nanotexnologiyalar	461
"Orada - dərinlikdə..."	464
Nanorobotlar	468
Hesablama maşınlarının gələcəyi	468
Mur qanunu	470
İntegral texnologiyaların uğurları	471
Layihə normaları	472
Kvant kompüterləri	473
2010-cu ilin kompüterı	474

İNFORMASIYANIN ÖTÜRÜLMƏSİ

İNFORMASIYANIN ÖTÜRÜLMƏSİ VƏ KOMPÜTER ŞƏBƏKƏLƏRİ

Böyük məsafəyə informasiyanın ötürülməsi	480
Kompüterlər arasında informasiyanın ötürülməsi	482
Modem	484
ISDN və mobil telefon şəbəkələri	485
Modem necə işləyir	485
Hansı kompüter şəbəkələri vardır	488
Şəbəkə əməliyyat sistemi (ƏS)	491
Simsiz rabitə texnologiyası	491
Radioya gedən yolda	492
Nəyi nə ilə birləşdirməli	495

İNTERNET

İnternetin tarixi, quruluşu və inkişafı	498
İnternetə girişmə	503
Rabitə kanalları	506
Hansı kanalı seçməli?	507
Klassik İnternet xidmətləri	507
TNET proqramının işi	508
FTP proqramının işi	509
Anonim FTP	510
"Elektron" məktubun üslubunun xüsusiyyətləri	511
Elektron poçtun icad edilməsi	512
World Wide Web	513
İlk sayt	515
İnternet şəbəkəsinin miqyası	518
İnternetdə kommersiya	519
eBay.com saytı	520
İnternetdə axtarış	523
Necə axtarmalı	526
Harada axtarmalı	527
"Elektron hökumət"	528

Avropada virtual təhsil	530
"Avropada E-Austria"	531
Elektron kitabxanalar	531
İnternet və cəmiyyət	534
İnternetdə 2010-cu ilin səhəri	536
Proqramçı öz soyadını saytının adı ilə əvəz etdi	538
İnternetdə söz azadlığı və senzura	539
İnternetin idarə edilməsi	541
İnterneta qadağa	541

İNFORMASIYANIN QORUNMASI

Rəqəmsi ərsdə müəlliflik hüququ	542
Müəlliflik hüququ nədir	543
Müəlliflik hüququnun tarixindən	544
Müəlliflik hüququnun pozulmasına görə məsuliyyət	545
Copyright və "Copyleft"	546
Informasiya təhlükəsizliyi	548
Səhvlər və qəzalar	549
Viruslar	550
Bir virusun tarixçəsi	551
Ən məşhur "troyalı"	553
Sınaq müdaxiləsi	555
Hakerlər	559
"Açıq qapılar"	561
Kompüter cinayətkarlığı	561
Qasdən ziyanvericilik	562
Sənaye casusluğu	563
Kompüter pirlatları	563
Pirat lüğəti	566
Informasiyanın şifrələnməsi	568
Müasir kriptografiya	573
"Enigma"-nın quruluşu	574
Modula görə çıxışlar halqası	579
Evdiki alqoritmı	580
Fermmanın kiçik teoremi və Eyler teoremi	581

MÜASİR İNFORMASIYA TEXNOLOGİYALARI

Informasiya və postinformasiya cəmiyyəti	582
Kütləvi informasiya istehsalçıları	584
Informasiya mühəribələri	587
XXI ərsdə audio	588
Musiqinin proqramlaşdırılması	590
Yeni dövrdə kino və foto	593
Avtomobil və informasiya texnologiyaları	597
Elektron ev	600
Səhrlı soba	601
Yaxın yüzillik üçün proqnozlar	602

Adlar göstəricisi	606
Terminlər göstəricisi	609

UŞAQLAR ÜÇÜN ENSİKLOPEDIYA

İNFORMATİKA

Elmi tərcüməçilər və elmi redaktorlar:

Ramiz Aliquliyev
fizika-riyaziyyat elmləri namizədi

Zərifə Cəbraylova
texnika elmləri namizədi

Tofiq Kazımov
fizika-riyaziyyat elmləri namizədi

Rəsmiyyə Mahmudova

Əfruz Qurbanova

Buraxılışa məsul:

Əziz Gülləliyev

Kompüter səhifələyiciləri:

Ələkbər Kərimov
Yeganə Əsgərova
Aslan Almasov

Kompüter işləri:

Fərhad Yusifov
Anar Səmidov
Aybəniz Kərimova

Korrektor:

Zahid Məmmədov



Çapa imzalanmışdır 10.07.2008. Format $84 \times 108 \frac{1}{16}$.
Ofset kağızı. Ofset çapı. Fiziki çap vərəqi 38,5.
Tirajı 25000 nüsxə. Sifariş №82.

"Şorq-Qorb" mətbəəsində çap olunmuşdur.
Bakı, Aşıq Ələsgor küçəsi, 17.

117 254548

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti
İlham Əliyevin

"Azərbaycan dilində latın qrafikası ilə
kütləvi nəşrlərin həyata keçirilməsi haqqında"
12 yanvar 2004-cü il
tarixli sərəncamı ilə nəşr olunur.

ISBN 9952-34-197-3



789952 341973