

**Qurbanov İsabala Əli oğlu,
Qurbanov Azad İsa oğlu**

İ.Ə. Qurbanov, A.İ. Qurbanov Riyazi proqram paketləri.
Bakı: 2005.-168s. şəkilli.

Elmi redaktor: f.r.e.n, dos.A.Y.Əliyev
Rəy verənlər: f.r.e.n, dos.M.S.Xəlilov
f.r.e.n, E.M.Məmmədov

RİYAZİ PROQRAM PAKETLƏRİ

(dərs vəsaiti)

Azərbaycan Respublikası Təhsil Nazirinin
13.07.2005 - ci il tarixli 570 sayılı əmri ilə
Ali məktəb tələbələri üçün dərs vəsaiti
kimi təsdiq edilmişdir

Kitabda Mathcad-11, MATLAB-7, Scientific Work
Place 5.0 proqram paketləri haqqında məlumat verilmiş, bu
paketlərin riyaziyyatın ayrı-ayrı sahələrinə tətbiq etmək üsulları
şərh olunmuşdur. Kitabda həmçinin, iki və üçölçülü koordinat
sistemlərində qrafiklərin qurulması, beynəlxalq nəşriyyat
sistemi-LATEX əsasında elmi məqalələrin, kitabların hazırlanması,
tələbələrin biliyini qiymətləndirmək üçün elektron
testlərin yaradılması üsulları şərh olunmuşdur.

Bakı-2005

*Unudulmaz insanlar-Əli və Əsgər
Hüseynovların əziz xatirəsinə ittihaf olunur.*

GİRİŞ

Riyaziyyat, fizika, geologiya, astronomiya və digər təbiət elmlərinin nəzəri problemlərinin həlli zamanı, mühəndis-texnoloji və iqtisadi layihələrin hazırlanması prosesində çox zaman həlli yalnız ədədi üsullarla mümkün olan riyazi məsələlər həll etmək, böyük həcmli hesablamalar aparmaq zərurəti meydana çıxır. Əvvəllər bu tip məsələlərin həlli tədqiqatçıdan ədədi üsulları bilməklə yanaşı, mütləq müəyyən alqoritmik dildə proqramlar tərtib etmək bacarığı tələb edirdi. Bundan əlavə, bir məsələnin həlli üçün saatlar, bəzən də günlər tələb olunurdu. Bu gün isə, hər bir şəxs xüsusi tətbiqi proqramlar-riyazi proqram paketləri vasitəsilə ən mürəkkəb riyazi məsələləri qısa bir müddətdə həll edə bilər.

Riyazi proqram paketlərinin yaradılmasına keçən əsrin 70-ci illərinin sonlarında başlanmışdır. Onlar təkmilləşərək bu gün alimlərin, mühəndislərin, tələbələrin, iqtisadçı menecerlərin və əqli əməklə məşğul olan digər peşə sahiblərinin avtomatlaşmış işçi yerlərinə çevrilmişlər. Riyazi proqram paketlərindən istifadə etməklə nəinki müxtəlif riyazi məsələlər, o cümlədən, kvant mexanikası, idarəetmə, qeyri-səlis çoxluqlar, kütləvi-xidmət nəzəriyyələrinin, statistika məsələlərini həll etmək olar, həmçinin məqalələr, elektron kitablar və tədris prosesində istifadə olunan öyrədici sistemlər yaratmaq mümkündür. Bu sahədə kifayət qədər xarici ədəbiyyatın olmasına baxmayaraq, təəssüf ki, Azərbaycan dilində tədris vəsaiti, kitablar yox dərəcəsidir. Təqdim olunan «Riyazi proqram paketi» adlı dərs vəsaiti bu sahədə informasiya qıtlığını xeyli azaldacaqdır.

Dərs vəsaiti müəlliflərin, Bakı Dövlət Universitetinin «Mexanika-riyaziyyat» fakültəsində «Elmdə və təhsildə kompüter texnologiyası» fənni üzrə təhsil alan magistrələr üçün oxuduqları mühazirələr əsasında hazırlanmışdır və üç fəsildən ibarətdir. Birinci fəsildə oxucular Mathcad proqram paketi ilə tanış olacaq, paketin riyaziyyatın ayrı-ayrı sahələrinə tətbiq etmək üsullarını, hesablamaların nəticələrinin qrafiki və mətn sənədləri şəkilində hazırlanması və s. üsulları ilə tanış olacaqlar. İkinci fəsil MATLAB 7 proqram paketinə həsr olunmuşdur. Bu fəsilə tanış olan oxucular paketi öz elmi fəaliyyətlərində geniş tətbiq edə biləcəklər. Üçüncü fəsildə isə elmi məqalələrin hazırlanması üçün geniş istifadə olunan Scientific Work Place 5.0 proqram paketi şərh olunmuşdur. Bu paket beynəlxalq nəşriyyat sistemi-LATEX əsasında elmi məqalələrin, kitabların hazırlanmasını təmin edir. Qeyd edək ki, dünyanın aparıcı nəşriyyatları, əksər elmi jurnalların redaksiyaları yalnız bu sistemdə hazırlanmış materialları nəşr üçün qəbul edir. Buna görə də, hesab edirik ki, Scientific Work Place 5.0 paketinin iş prinsipilə tanışlıq tələbələrə yanaşı, elmi fəaliyyətlə məşğul olan geniş oxucu kütləsi üçün də gərəkli olacaqdır.

«Riyazi proqram paketi» dərs vəsaiti olduğundan mövzular tədris proqramına, tələbə və magistrlərin ixtisas yönümünə uyğun şərh olunmuşdur. Ona görə də şərh olunan paketlərin bir sıra əlavə imkanları haqqında məlumat verilməmişdir. Oxuculardan bunu nəzərə almağı xahiş edirik.

FƏSİL 1

MATHCAD 12 PROFESSIONAL

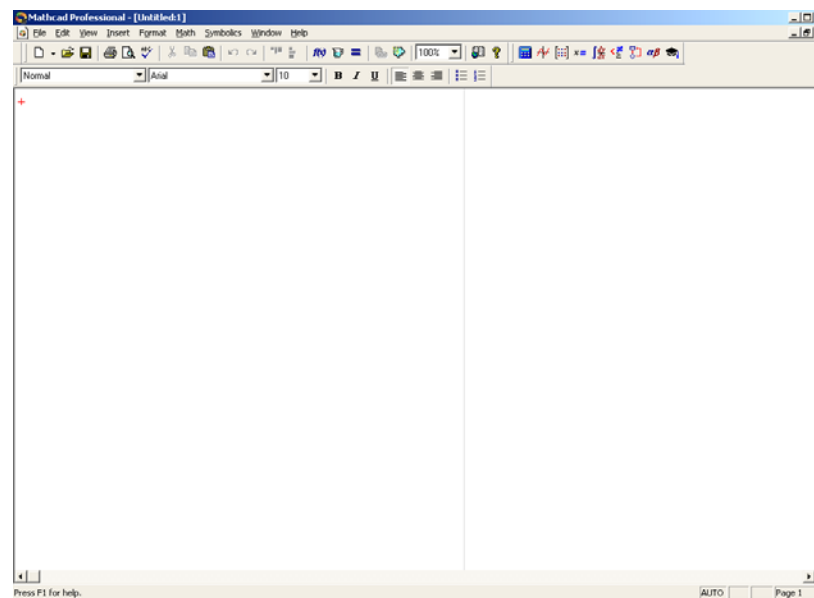
Mathcad riyazi proqram paketi 1988-ci ildə *Math Soft Inc* firması tərəfindən riyazi məsələlərin ədədi üsullarla həll etmək üçün yaradılmışdır. 1994-cü ildə *Maple* paketinin simvolik hesablama vasitələrinin *Mathcad* paketinə inteqrasiyası və paket üzərində edilən təkmilləşmələr nəticəsində o, bu gün geniş istifadəçi kütləsinin: şagird, tələbə, müəllim, elmi işçi, mühəndis texnoloqların, iqtisadçı menecerlərin və s.əməyini avtomatlaşdıran və yüngülləşdirən əvəzolunmaz bir vasitəyə çevrilmişdir. Digər riyazi proqram paketlərindən fərqli olaraq, paket WYSIWYG (*What You See Is What You Get*¹) prinsipi əsasında yaradılmışdır və məsələnin qoyuluşu ənənəvi riyazi yazılışla-riyaziyyatda qəbul edilmiş işarələrin köməyi ilə təsvir edilir. Məsələ analitik və ya ədədi üsullarla həll edilir.

Mathcad 12 Professional paketi inteqral sistem olub, özündə hesablama prosessoru ilə yanaşı mətn, düstur, qrafiki redaktorları birləşdirir. Bunun nəticəsində proqramdan hesablama məqsədilə yanaşı, çap məhsullarının, elektron kitabların və hipermətn sənədlərin yaradılmasında geniş istifadə olunur. Qeyd edək ki, *Mathcad*-la nəinki hesablamalar aparmaq, həmçinin teorem və lemmalar isbat etmək olar. Bu keyfiyyət onu riyaziyyatın tədrisində öyrədici sistem və distan təhsil vasitəsi kimi əvəzsiz edir.

¹ Azərbaycan dilinə tərcümədə «Nə edirsən, onu da görürsən» deməkdir

1.1 MATHCAD 12 PROFESSIONAL: ƏSAS ANLAYIŞLAR VƏ İNTERFEYS ELEMENTLƏRİ.

Mathcad Professional 12 bütün Windows əlavələri kimi Baş menyunun Proqramlar bölməsinin *Mathsoft Apps* proqram qrupunun *Mathcad Professional 12* əmrini yerinə yetirməklə və ya kursoru *İşçi stolda* yerləşən proqram yarlığının üzərinə qoyub siçanın sol düyməsini iki dəfə sıxmaqla yüklənir. Bu zaman ilk öncə ekranda proqramın «loqotipi», sonra isə əsas interfeys pəncərəsi açılır (şək.1.1-1).



şək.1.1-1

Mathcad Professional 12 olduqca sadə və Windows əlavələri üçün vahid standart interfeysə malikdir. Belə ki, proqramın əsas interfeys pəncərəsi aşağıdakı elementlərdən ibarətdir:

- Başlıq sətiri;
- Menyu sətiri;

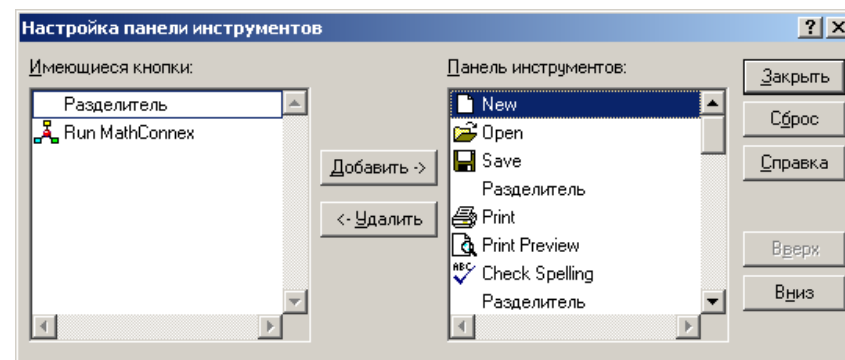
Standart alətlər və formatlaşma paneli;
 Xüsusi alətlər panelləri;
 İşçi sahə;
 Cari vəziyyət sətiri.

Başlıq sətiri vasitəsilə proqramın interfeys pəncərəsini bağlamaq, bütün ekran boyu böyütmək və ya normal ölçüsünə nail olmaq, qapamaq və ekranda yerini dəyişmək olar.

Proqramın «intellektual» imkanları menyü sətiri və alətlər panelləri vasitəsilə reallaşır. Menyü sətiri 9 ədəd menyudan: **File (Fayl)**, **Edit (Redaktə)**, **View (Görünüş)**, **Insert (Daxiletmə)**, **Format(Format)**, **Math (Riyazi)**, **Symbolics (Simvollar)** **Window (Pəncərə)**, **Help (Araşış)** menyularından ibarətdir. Hər bir menyü əmrlər sistemindən ibarətdir. Bəzi menyular iyerarxik sistemə malikdir. Belə ki, menyunun ► işarəsinə malik əmrini yerinə yetirdikdə altmenyu açılır. Bundan əlavə, paket kontekst menyü sistemində də malikdir.

Konkret alətlər panelinin ekranda əks olunması **View** menyusunun **Toolbars** əmrini yerinə yetirdikdə açılan altmenyuda müvafiq alətlər panelini aktivləşdirməklə tənzimlənir. Xüsusi panellərin ekranda əks olunması **Math** panelinin müvafiq alətləri vasitəsilə də təmin edilir. Xüsusi panellər «sürüşkən» olub, ekranda istənilən yerdə yerləşdirilə bilər. Bunun üçün kursoru panelin başlıq sətirinin üzərinə qoyub siçanın sol düyməsini sıxmaqla hərəkət etdirmək lazımdır. Siçanın sıxılmış düyməsini buraxdıqda alətlər paneli ekranda yeni yerdə bərqərar olacaqdır. Alətlər panelinin ☒ düyməsini sıxmaqla alətlər panelini gizlətmək olar. Alətlər panelinin ekrandan «gizlədilməsi» həmçinin kontekst menyusunun **Hide** əmri vasitəsilə də təmin olunur. Qeyd edək ki, **Standart** və **Formatlaşma** panelinin alətlərinin sayını istifadəçi öz tələbatına uyğun tənzimləyə bilər. Belə ki, istifadəçi kursoru panelin üzərinə qoyub, siçanın sağ düyməsini sıxdıqda açılan kontekst menyusunun **Customize** əmrini yerinə yetirməklə açılan

dialoq pəncərəsində (şək.1.1-2) yeni alətlər əlavə edə bilər və ya qeyd olunmuş aləti paneldən ləğv edə bilər.



şək.1.1-2

Proqramın interfeys pəncərəsinin işçi sahəsində sənəd pəncərəsi əks olunur¹. Proqram yükləndikdə adətən, ilk öncə sənəd pəncərəsinin mərkəzində istifadəçini proqramın imkanları ilə tanış etmək üçün nəzərdə tutulmuş *Tip of Day* dialoq pəncərələr sisteminin ilk pəncərəsi əks olunur². İstifadəçi *Mathcad* haqqında informasiya ilə tanış olmaq üçün *Next* düyməsini, dialoq pəncərəsini bağlamaq üçün isə *Close* düyməsini sıxmalıdır. Sənəd pəncərəsi öz növbəsində başlıq sətirinə, üfüqi və şaquli səhifə sürüşdürücülərinə və istifadəçinin tələbatından asılı olaraq xətkəşə malikdir³. Sənəd pəncərəsində riyazi hesablamalar, mətn və qrafiki informasiyalar əks olunur. Proqram informasiyaya müxtəlif miqyasda baxmağı təmin edir. Bunun üçün **View** → **Zoom** əmrini yerinə yetirib, açılan pəncərədə miqyas vahidini seçmək lazımdır.

¹ Sənəd pəncərəsi avtomatik olaraq proqram yükləndikdə və ya istifadəçi tərəfindən açılır.

² Proqramın sonrakı yüklənmələri zamanı onun ekranda əks olunmasına nail olmaq üçün *Show Tips on Startup* parametrini qeyri-aktiv etmək lazımdır.

³ **View** → **Ruler** əmri vasitəsilə xətkəşin sənəd pəncərəsində əks olunması tənzimlənir.

Cari vəziyyət sətiri isə yardımçı informasiyanın əks olunmasına xidmət edir və onun ekranda əks olunması **View** → **Status Bar** əmri vasitəsilə tənzimlənir.

Mathcad 12 Professional riyazi proqram paketi olduğuna görə onun əsas hesablama obyektı riyazi ifadələrdir. Riyazi ifadələr dəyişənlər, sabitlər və funksiyalardan istifadə etməklə operatorlar vasitəsilə tərtib olunur. Onlar sənədə klaviatüradan və ya alətlər panelindən istifadə etməklə daxil edilir. *Mathcad*-da bu məqsədlə *Evaluation, Matrix, Calculus, Calculator, Boolean* alətlər panelləri nəzərdə tutulmuşdur.

Dəyişənin adına ədəd və ya ifadə mənimsətmək üçün dəyişəni sənədə daxil etdikdən sonra *Calculator* və ya *Evaluation* alətlər panelinin := alətini və ya «Shift+» qızğın düyməsini sıxmaq lazımdır¹. Dəyişənin adı həmişə hərflə başlamalıdır² və bunun üçün riyaziyyatda qəbul olunduğu kimi əsasən latın və ya yunan əlifbasından³ istifadə olunur. Qeyd edək ki, paket dəyişəni onun adındakı böyük və kiçik hərflərə, hərfin şriftinə görə fərqləndirir. Belə ki, paket M, m, **m** və **m** dəyişənlərini müxtəlif dəyişən kimi qəbul edir. Dəyişənin aldığı qiymətlərə uyğun olaraq onlar ədədi, sətir, indeksli, diskret və s. tiplərə bölünürlər. İndeksli dəyişənlərə massivlər aiddir. Diskret dəyişənlər müəyyən addımla artan qiymətlər alır. Dəyişənlər həmçinin ölçü vahidinə də malik ola bilərlər. Paketdə həmçinin bir sıra sistem dəyişənləri, o cümlədən *Tol*, *Ctol*⁴, *Origin*⁵ və s. nəzərdə tutulmuşdur.

¹ Mənimsətmə işarəsinin çap məhsullarında adi bərabərlik formasında əks olunması üçün kontekst menyunun *View Definition As* → *Equal* əmrini yerinə yetirmək lazımdır

² Dəyişənlərin adı olaraq standart funksiyalar, xüsusi sözlər (məs.: Tol, ölçü vahidləri, For, if və s.) istifadə oluna bilməz. Dəyişənin adı həmçinin “∞” işarəsi ilə də başlaya bilər.

³ Yunan əlifbasından istifadə etmək üçün *Greek* alətlər paneli nəzərdə tutulmuşdur.

⁴ Tol, Ctol dəyişənləri hesablamının dəqiqliyini təyin edir.

⁵ ORİGIN dəyişəni massivin başlanğıc indeksini müəyyən edir.

Mathcad həqiqi, kompleks, tam, rəşional ədədlərlə işləməyi təmin edir. Həqiqi ədədlər müxtəlif formatda: sürüşkən vergüllü, mühəndis, eksponensial formatda daxil oluna bilər. Həqiqi ədədlər $10^{-307} \div 10^{307}$ intervalında dəyişir. Kompleks ədədlər riyaziyyatdan məlum yazılış formasında daxil olunur. Kompleks ədədin xəyali vahidi *i* və ya *j* hərfi ilə işarə olunur. Ədədlər həmçinin səkkizlik və on altılıq say sistemində ola bilər. Səkkizlik say sistemində ədədin yazılışının sonunda «O», on altılıq say sistemində isə ədədin yazılışının sonunda «H» və ya «h» işarəsi olmalıdır.

İstifadəçi tərəfindən təyin olunan funksiyayı sənədə daxil etmək üçün ilk növbədə funksiyanın adını və mötərizədə arqumentini, sonra «:=» işarəsini və riyazi ifadəni daxil etmək lazımdır. Standart funksiyalar isə **Insert**→**Function** əmrini yerinə yetirməklə açılan dialoq pəncərəsinin funksiya siyahısından *Insert* düyməsini sıxmaqla daxil olunur. Qeyd edək ki, funksiya siyahısında funksiyalar aşağıdakı kateqoriyalar üzrə qruplaşmışdır, bu isə tələb olunan funksiyanın seçilməsini asanlaşdırmaq məqsədi daşıyır:

Bessel – Bessel funksiyaları;

Complex Numbers – Kompleks ədədlərlə iş üçün;

Differential Equation Solving – Diferensial tənliklərin həlli üçün;

File Access – Fayllarla işləmək üçün;

Fourier Transform – Furye çevrilməsi üçün;

Hyperbolic – Hiperbolik funksiyalar;

Image Processing – Şəkillə işləmək üçün;

Interpolation and Prediction – İnterpolyasiya və proqnozlaşdırma funksiyaları;

Log and Exponential – Loqarifmik və eksponensial funksiyalar;

Number Theory / Combinatorics – Ədədlər nəzəriyyəsi və kombinatorika funksiyaları;

Piecewise Continuous – Şərt və pillə funksiyaları;

Solving – Cəbri tənlik və sistemlərin həlli üçün;
 Special – Xüsusi funksiyaları;
 Statistics – Statistlik funksiyaları;
 Triqonometric – Triqonometrik funksiyaları;
 Vector and Matrix – Vektor və matrislərlə işləmək üçün.

1.2 SƏNƏDİN YARADILMASI VƏ YADDAŞDA SAXLANILMASI

Yeni sənəd avtomatik olaraq proqram yükləndikdə açılan boş sənəd pəncərəsində yaradılır. Sistem sənədi şərti olaraq **Untitled:1** adlandırır. *Mathcad* ilə seans müddətində yeni sənəd «Ctrl+N» düyməsini sıxdıqda və ya standart alətlər panelinin ilk alətini sıxdıqda açılan boş sənəd pəncərəsində yaradılır. Bundan əlavə sənəd *MS Word* proqramında olduğu kimi şablon əsasında da yaradıla bilər. Bunun üçün **File→New** əmrini yerinə yetirmək və bu zaman açılan *New* dialoq pəncərəsində əks olunan müvafiq sənəd şablonunu şablonlar siyahısından seçib **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır. Qeyd edək ki, proqram yükləndikdə, standart alətlər panelinin ilk düyməsini sıxdıqda açılan yeni sənəd pəncərəsi *Blank Worksheet* şablonu əsasında yaranır.

Sənəd hesablama, mətn və ya qrafiki tip bloklardan təşkil edilə bilər. Hər bir blok düzbucaqlı çərçivə ilə əhatə olunmuşdur.¹

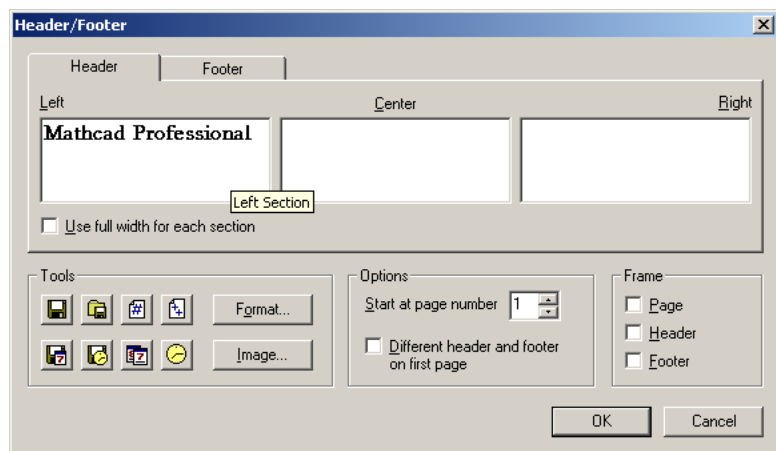
Mətn blokunda mətn tipli informasiya əks olunur. Mətn bloku daxil etmək üçün **Insert→Text Region** əmrini yerinə yetirmək və ya «Shift+» qızgım düyməsini sıxmaq lazımdır. Bu zaman ekranda mətn blokunun çərçivəsi əks olunur ki, istifadəçi bura mətni klaviaturadan daxil edə bilər və ya mübadilə buferindən «Ctrl+V» qızgım düyməsini sıxmaqla və

¹ Kursor blokdən kənarında yerləşdikdə çərçivə ekranda əks olunmur.


ya **Edit→Paste** əmrini yerinə yetirməklə daxil edə bilər. Mətn daxil edilməzdən əvvəl **Format→Style** əmrini yerinə yetirmək və açılan pəncərədən mətn üçün tələb olunan stil formasını seçmək məsləhətdir. Əgər təqdim olunan stillər istifadəçini qane etməsə, o, pəncərənin **Modify** düyməsini sıxmaqla açılan növbəti **Define Style** pəncərəsində **Font** düyməsini sıxıb, şriftin növünü, ölçüsünü, rəngini və effektlərini müəyyən edə bilər. Bu zaman daxil olunacaq mətn seçilmiş stildə nəzərdə tutulmuş parametrlər əsasında olacaqdır. Çox zaman praktikada mətn daxilində riyazi düsturlardan istifadə etmək tələb olunur. Bunun üçün **Insert→Math Region** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Bu zaman düstur şablonuna uyğun kiçik qara rəngli kvadrat əks olunacaqdır və istifadəçi onun daxilində riyazi düsturu, tənliyi, bərabərsizlikləri və s. yazı bilər. Qeyd edək ki, informasiya daxil olunduqca blokun ölçüləri informasiyanın həcminə uyğun böyüyəcək.

Hesablama blokunda riyazi ifadələr, tənliklər, bərabərsizliklər, standart və istifadəçi tərəfindən müəyyən olunan funksiyalar və hesablamaların nəticələri əks olunur. Qrafiki blokda isə sənədə daxil olunan və **bmp** genişlənməsinə malik şəkillər, hesablamaların nəticəsinin və funksiyaların qrafikləri əks olunur.

Yaradılmış sənəd çoxsəhifəli ola bilər. Qeyd edək ki, yeni səhifəyə keçid avtomatik olaraq informasiyanın həmi çoxaldıqda baş verir. Məcburi olaraq yeni səhifəyə keçid isə **Insert→Break** əmri vasitəsilə təmin olunur. Çoxsəhifəli sənədin səhifələrinin nömrələnməsi və kolontitulların daxil olunması üçün **Format→Headers/Footers** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Əmr sənədə səhifənin yuxarı və aşağı hissəsində nömrə və kolontitulların daxil edilməsini təmin edir. Əmri yerinə yetirdikdə açılan dialoq pəncərəsinin **Header** bölməsi səhifənin yuxarı hissəsində, **Footer** bölməsi isə səhifənin aşağı hissəsində kolontitul və nömrə daxil edilməsini təmin edir (şək.1.2-1).



şək.1.2-1

Kolontitul və nömrə səhifənin solunda, mərkəzində və sağında yerləşə bilər. Bunun üçün kursoru müvafiq sahədə yerləşdirib kolontitul üçün mətn daxil etdikdən və ya *Tools* sahəsində  düyməsini sıxdıqdan sonra *OK* düyməsini sıxmaq lazımdır. Ehtiyac olarsa, pəncərənin *Start at Page number* siyahısından səhifə nömrələnməsi üçün başlanğıc qiymət müəyyən etmək olar. Qeyd edək ki, *Format*→*Repaginate Now* əmri vasitəsilə sənədin yenidən nömrələnməsinə nail olmaq olar. Bu zaman sənədin səhifələrə bölünməsi elə həyata keçirilir ki, hər bir blok kəsilməz olub bir səhifədə qalır. Sənədin ilk səhifəsinə fərqli kolontitul müəyyən etmək lazım olduqda *Diferent header and footer on first page* parametrini aktiv etmək lazımdır. Kolontitul üçün tələb olunan şrift isə *Format* düyməsini sıxdıqda açılan pəncərədə şriftlər siyahısından təyin edilir. *Tools* sahəsinin müvafiq düymələri vasitəsilə kolontitul olaraq həmçinin sənədin adını, sənəd faylının ünvanını, səhifələrin ümumi sayını, sənədin yadda saxlanıldığı tarix və vaxtı müəyyən etmək olar. Pəncərənin *Image* düyməsi kolontitul kimi şəkildən istifadə edilməsini təmin edir, səhifənin və

kolontitulların çərçivəyə alınması isə *Frame* sahəsinin müvafiq seçim sahələri vasitəsilə təmin olunur.

Yaradılmış yeni sənədin və sənəd üzərində edilmiş dəyişikliklərin yadda saxlanması üçün *File*→*Save* əmri yerinə yetirilməlidir. Yeni sənədi yadda saxladıqda açılmış *Save As* pəncərəsində sənədin adı¹ və tipi, sənədin saxlanılmalı olduğu disk və ya qovluq müəyyən olunduqdan sonra *Save* düyməsi sıxılmalıdır². Əgər mövcud sənədi başqa adla, başqa yerdə (digər qovluqda, diskdə) və başqa parametrlərlə yadda saxlamaq tələb olunsay, *File*→*Save As* əmri yerinə yetirilməlidir. Əmri yerinə yetirdikdə *Save As* pəncərəsi açılır və istifadəçi sənədin yeni ünvanını müəyyən edib *Save* düyməsini sıxmalıdır.

Hazır sənədi çap etməzdən əvvəl səhifənin parametrlərini müəyyən etmək lazımdır. Bunun üçün *File* → *Page setup* əmrini yerinə yetirmək və bu zaman açılan dialoq pəncərəsinin müvafiq elementləri vasitəsilə səhifənin sağ, sol, yuxarı və aşağı kənarlarından buraxılan boş məsafələri, kağızın hər iki tərəfində sənədin çapını təmin etmək üçün «güzgüli inikas» parametrini, səhifənin ölçüsünü, çapın istiqamətini (kitab və ya albom formasında) müəyyən etmək lazımdır. Daha sonra *File* → *Print Preview* əmrini yerinə yetirməklə sənədin səhifələrinin görünüşünə baxmaq məsləhətdir. Əgər sənədin görünüşü qənaətbəxş deyilsə, alətlər panelinin *Close* düyməsini sıxıb sənədi yenidən redaktə etmək gərəkdir. Əks halda alətlər panelinin printer düyməsini sıxmaqla onu çap etmək olar. *Printer* düyməsini sıxdıqda açılan pəncərədə istifadəçi çap parametrlərini müəyyən edib *OK* düyməsini sıxmalıdır. Çap parametrləri sənədin cari səhifəsini, konkret səhifələri, qeyd

¹ Adətən sənədin ilk sətiri avtomatik olaraq sənədin adı kimi təklif olunur. Lakin, məsləhətdir ki, hər bir sənədə unikal ad verilsin.

² Dialoq pəncərəsinin və onun interfeys elementlərinin adı *Windows* əməliyyat sisteminin hansı dildə olmasından asılıdır. Buna görə də adlar mötərizədə rus və azərbaycan dilində verilmişdir.

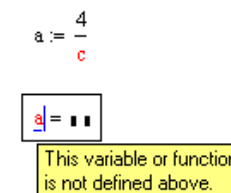
olunmuş mətn fraqmentini və sənədi bütövlükdə bir və ya bir neçə nüsxədə çap etməyi təmin edir. Qeyd edək ki, sənədi həmçinin **File**→**Print** əmrini yerinə yetirməklə də çap etmək olar. Bu halda da dialoq pəncərəsi açılır və istifadəçi çap parametrlərini müəyyən edib **OK** düyməsini sıxmalıdır.

İstifadəçi sənəd üzərində işi bitirdikdən sonra **File**→**Close** əmrini yerinə yetirib sənəd pəncərəsini bağlamalıdır. Əks halda proqramla işi bitirdikdə¹ proqram bağlanmamış sənəd pəncərələrinin bağlanmasını tələb edir. Əgər sənəd üzərində edilmiş son dəyişikliklər yadda saxlanmamışsa, bu haqda xəbərdarlıq pəncərəsi açılır. Pəncərənin **Yes**, **No**, **Cancel** düymələri müvafiq olaraq bu dəyişikliklərin yadda saxlanılmasını, saxlanılmamasını və sənəd pəncərəsinin bağlanılmasından imtina edilməsini təmin edir.

1.3 HESABLAMA REJİMLƏRİ

Mathcad-da hesablama əməliyyatı adətən avtomatik hesablama rejimində, ədədi və ya analitik-simvolik olaraq həyata keçirilir. Bu rejimdə dəyişənin müəyyən qiymətlərində riyazi ifadənin və funksiyanın ədədi qiymətinin hesablanması üçün riyazi ifadəni və ya funksiyanı daxil etdikdən sonra klaviaturanın "=" düyməsini sıxmaq kifayətdir. Hesablamanın nəticəsi "=" işarəsinin sağında əks olunacaqdır. Əgər hesablamanı yerinə yetirmək mümkün deyilsə, hesablama blokunun aşağısında sarı fonlu düzbucaqlı çərçivədə səhv haqqında məlumat əks olunacaqdır (şək.1.3-1).

¹ Bunun üçün **File**→**Exit** əmrini yerinə yetirmək lazımdır.



$$a := \frac{4}{c}$$

şək. 1.3-1

Riyazi ifadəni və ya funksiyanı simvolik hesablamaq üçün kursoru *Symbolic* alətlər panelində yerləşən «→» alətinin üzərinə qoyub siçanın sol düyməsini sıxmaq lazımdır. «→» işarəsi cari hesablama blokunda ifadənin sağında əks olunduqdan sonra isə **Enter** düyməsini sıxmaq lazımdır. Bundan sonra hesablamanın nəticəsi işarənin sağında əks olunacaqdır. İfadəni simvolik hesablamaq mümkün olmadıqda «→» sağında ifadə təkrar əks olunur.

Avtomatik hesablama rejimində sənədin redaktəsi zamanı dəyişənin qiymətində və ya ifadənin yazılışında dəyişiklik olduqda avtomatik olaraq hesablamanın nəticəsi yeniləşəcək. İfadənin hesablanması tələb olunmadıqda istifadəçi kontekst menyunun **Disable Evaluation** əmri vasitəsilə cari ifadə üçün hesablama rejimindən imtina edə bilər. Bu zaman dösturun sağ yuxarı küncündə qara rəngli nişan yaranır (şək.1.3-2). Kontekst menyunun **Enable Evaluation** əmrini yerinə yetirməklə isə hesablama rejimindən imtina edilmiş ifadə üçün hesablama rejimini yenidən aktiv etmək olar.

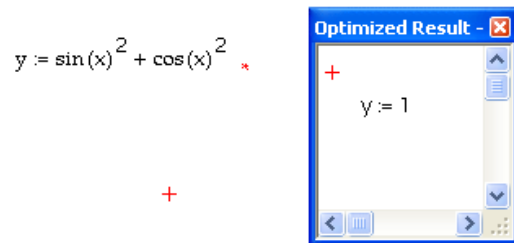
$$f := \sin(x) + \int_0^1 x^3$$

şək. 1.3-2

İstifadəçi yalnız özü istədiyi vaxt və özü istədiyi ifadə və ya funksiyalarla hesablama əməliyyatı aparmaq istədikdə o, ilk

öncə **Math** menyusuna daxil olub **Automatic Calculation** əmrinin sol kənarındakı «√» işarəsini götürməklə avtomatik hesablama rejimindən imtina etməlidir. Bundan sonra hesablanacaq ifadəni və ya funksiyanı qeyd edib klaviaturanın **F9** düyməsini sıxmalı və ya **Math**→**Calculate** əmrini yerinə yetirməlidir. Sənəddə edilmiş düzəlişləri nəzərə almaqla yenidən hesablamaq üçün isə **Math** → **Calculate Worksheet** əmri yerinə yetirilməlidir.

Ədədi hesablamaları sürətləndirmək üçün proqramda həmçinin hesablamaların optimallaşma rejimi nəzərdə tutulmuşdur. Rejim **Math**→**Optimization** əmrini yerinə yetirməklə müəyyən edilir. Bu rejim müəyyən olunduqda ifadə avtomatik olaraq ilk öncə sadələşir və sonradan hesablama əməliyyatı yerinə yetirilir. Sadələşmiş ifadənin sağında qırmızı rəngli «*» işarəsi əks olunur. Kursoru ifadənin üzərinə qoyub siçanın sağ düyməsini sıxmaqla açılan kontekst menyunun **Show Popup** əmrini yerinə yetirməklə açılan pəncərədə ifadənin sadələşmiş forması ilə tanış olmaq olar (şək.1.3-3).



The image shows a mathematical expression $y := \sin(x)^2 + \cos(x)^2$ with a red asterisk next to it, indicating it is not simplified. To the right, a small window titled "Optimized Result" displays the simplified expression $y := 1$.

şək.1.3-3

İstifadəçi həmçinin paketdə nəzərdə tutulmuş bir sıra standart hesablama parametrlərini dəyişə bilər. Bunun üçün o, **Math**→**Options** əmrini yerinə yetirməlidir. Əmri yerinə yetirdikdə 4 bölməli pəncərə açılır. Pəncərənin:

- **Bulit – in Variables** bölməsində vektor və matrislər üçün indeksin başlanğıc qiymətini (*Origin*), iterasiya və limitlər

üçün xətanın qiymətini (*Convergence Tolerance*), təqribi hesablama xətasının qiymətini (*Constraint Tolerance*), təsadüfi ədədlər üçün başlanğıc qiymət (*Seed value for random numbers*), hesablamaların nəticəsinin ASCII faylında saxladıqda fayla yazılan yazıların sayını (*Precision*), ASCII faylına yazılan yazıların enini (*Column Width*);

- **Calculation** bölməsində proqram yükləndikdə avtomatik hesablama (*Recalculate automatically*) və optimizasiya rejimlərini;
- **Display** bölməsində hasil (*Multiplication*), törəmə (*Derivative*), aşağı indeks (*Literal Subscript*), mənimsətmə operatoru (*Definition*), bərabərlik əməliyyatı (*Equality*), qlobal və lokal dəyişənlər (*Global Definition, Lokal Definition*) üçün simvolları;
- **Unit System** bölməsində fiziki parametrlər üçün vahidlər sistemini (SI- Beynəlxalq vahidlər sistemi, MKS – mexaniki və akustiki vahidlər sistemi, CGS -sm, q, san, US - ABŞ vahidlər sistemi, None);
- **Dimension** bölməsində isə ölçü dəyişənlərinin adını dəyişmək olar.

1.4 SİMVOLİK HESABLAMA

Mathcad-da hesablama əməliyyatı çevirmə, rekkurent, triqonometrik və s. düsturlardan istifadə etməklə simvolik hesablama üsulu ilə yerinə yetirilə bilər. Bu məqsədlə proqramda **Symbolics** menyusuna və *Symbolic* alətlər paneli nəzərdə tutulmuşdur. **Symbolics** menyusunun əmrləri vasitəsilə simvolik hesablama apardıqda həllin nəticəsi adətən riyazi ifadənin altında, *Symbolic* alətlər panelinin alətləri vasitəsilə, yerinə yetirdikdə isə ifadənin sağında, «→» işarəsindən sonra əks olunur. İstifadəçi ehtiyac duyarsa **Symbolics** menyusunun

əməlləri vasitəsilə simvolik hesablama apardıqda həllin nəticəsinin ekranda əks olunmasını tənzimləyə bilər. Bunun üçün o, **Symbolics** → **Evaluation Style** əmrini yerinə yetirib, açılmış dialoq pəncərəsində stil variantlarından birini seçməlidir. *Vertically, inserting lines* stil variantı hesablamanın nəticəsini boş sətir buraxılmaqla ifadənin aşağısında, *Vertically, without inserting lines* stil variantı hesablamanın nəticəsini boş sətir buraxılmadan ifadənin aşağısında, *Horizontally* stil variantı hesablamanın nəticəsini ifadənin solunda, *Show Comments* stil variantı hesablamanın nəticəsi ilə birlikdə şərhin, *Evaluate in Place* stil variantı hesablamanın nəticəsinin ifadənin yerində əks olunmasını təmin edir.

Mathcad-da ifadəni sadələşdirmək, vuruqlara ayırmaq, hədlərə görə qruplaşdırmaq, çoxhədlinin əmsallarını tapmaq, tənlik və bərabərsizlikləri həll etmək, differensiallamaq və inteqrallamaq, Furiye sırasına ayırmaq, matrisin tərs matrisini, determinantını hesablamaq, Furiye, Laplas, Z çevirməsi və onların tərsini tətbiq etmək və s. olar. Bu əməliyyatlar aşağıdakı qaydada yerinə yetirilir:

- İfadəni sadələşdirmək üçün kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* alətlər panelinin *simplify* aləti vasitəsilə *simplify* operatorunu daxil etmək və *Enter* düyməsini sıxmaq lazımdır. Eyni əməliyyatı ifadəni qeyd edib **Symbolics** → **Simplify** əmrini yerinə yetirməklə də həyata keçirmək olar.

- Riyazi ifadənin çevirmə düsturları vasitəsi ilə «açılması» (məsələn; mötərizələrin vurulması, triqonometrik düsturların çevrilməsi, binomial açılış və s.) üçün onu qeyd etmək və **Symbolics** → **Expand** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Eyni əməliyyatı *Symbolic* alətlər panelinin alətləri vasitəsi ilə yerinə yetirmək üçün kursoru ifadənin sağında yerləşdirib, *Symbolic* panelinin *expand* aləti vasitəsilə *Expand* operatorunu daxil etmək, arqumenti müəyyən etmək və *Enter* düyməsini sıxmaq lazımdır.

- Riyazi ifadəni vuruqlara ayırmaq və ədədləri sadə ədədlərin hasili kimi göstərmək üçün ifadəni və ya ədədi qeyd edib **Symbolics** → **Factor** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Eyni əməliyyatı kursoru ifadənin və ya ədədin sağında yerləşdirib, *Symbolic* panelinin *Factor* aləti vasitəsilə *Factor* operatorunu daxil etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar.

- İfadəni qeyd olunmuş dəyişənə görə qruplaşdırmaq üçün **Symbolics** → **Collect** əməliyyatını yerinə yetirmək lazımdır. Eyni əməliyyatı kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin *Collect* aləti vasitəsilə *Collect* operatorunu daxil edib, arqumenti müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar.

- Çoxhədlinin əmsalını vektor şəklində əks etdirmək üçün **Symbolics** → **Polynomial Coefficients** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Eyni əməliyyatı kursoru çoxhədlinin ifadəsinin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin *Coeffs* aləti vasitəsilə *Coeffs* operatorunu daxil edib, arqumenti müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar (şək.1.4-1 Misal 3).

- Qeyd olunmuş dəyişənə görə tənlik və bərabərsizlikləri həll etmək üçün **Symbolics** → **Variable** → **Solve** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Eyni əməliyyatı kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin *Solve* aləti vasitəsilə *Solve* operatorunu daxil edib, arqumenti müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar (şək.1.4-1 Misal 1-2).

- İfadənin qeyd olunmuş dəyişənini mübadilə buferində olan yeni ifadə ilə əvəz etmək üçün **Variable** → **Substitute** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Əvəzetmə əməliyyatını *Symbolic* panelindən *Substitute* aləti vasitəsilə də yerinə yetirmək olar. Bunun üçün kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin *Substitute* aləti vasitəsilə *Substitute* operatorunu daxil edib, əvəz olunacaq arqumenti və

“=” işarəsindən sonra yeni ifadəni müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaq yerinə yetirmək lazımdır.

• Mürəkkəb kəsrləri daha sadə kəsrlər vasitəsilə ifadə etmək üçün kəsri qeyd edib *Symbolics* → *Variable* → *Convert to Partial Fracton* əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Eyni əməliyyatı kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin *Parfrac* aləti vasitəsilə *Parfrac* operatorunu daxil edib, arqumenti müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar (şək.1.4-1 Misal 4).

Misal 1

$$x^2 - 4 < 0 \text{ solve , } x \rightarrow \begin{pmatrix} x < 2 \\ -2 < x \end{pmatrix}$$

Misal 2

$$\sin(x - 1) - 1 \text{ solve , } x \rightarrow 1 + \frac{1}{2} \cdot \pi = 2.571$$

Misal 4

$$\frac{x^2 - 6x - 2}{x - 4} \text{ convert , parfrac , } x \rightarrow x - 2 - \frac{10}{(x - 4)}$$

şək.1.4-1

• İfadənin qeyd olunmuş dəyişənə görə törəməsini tapmaq üçün *Symbolics* → *Variable* → *Differentiate* əmrini yerinə yetirmək lazımdır.

• İfadəni qeyd olunmuş dəyişənə görə inteqrallamaq üçün *Symbolics* → *Variable* → *Integrate* əmrini yerinə yetirmək lazımdır.

• İfadəni qeyd olunmuş dəyişənə görə Teylor sırasına ayırmaq üçün *Symbolics* → *Variable* → *Expand to Series* əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Bu zaman açılan dialoq pəncərəsində sıranın hədlərinin sayını müəyyən etmək lazımdır. Eyni əməliyyatı kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin *Series* aləti vasitəsilə *Series* operatorunu

daxil edib, arqumenti müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar (şək.1.4-2 Misal 1).

Misal 1

$$\sin(x) - \cos(x) - x^2 \text{ series , } x \rightarrow -1 + x - \frac{1}{2} \cdot x^2 - \frac{1}{6} \cdot x^3 - \frac{1}{24} \cdot x^4 + \frac{1}{120} \cdot x^5$$

Misal 2

$$\cos(x) - x^2 \text{ fourier , } x \rightarrow \pi \cdot \text{Dirac}(\omega - 1) + \pi \cdot \text{Dirac}(\omega + 1) + 2 \cdot \pi \cdot \text{Dirac}(2, \omega)$$

Misal 3

$$\cos(x) - x^2 \text{ laplace , } x \rightarrow \frac{s}{\left(\frac{2}{s^2 + 1}\right) - \frac{2}{s^3}}$$

Misal 4

$$\frac{s}{\left(\frac{2}{s^2 + 1}\right) - \frac{2}{s^3}} \text{ invlaplace , } s \rightarrow \cos(t) - t^2$$

Misal 5

$$1 - x^2 \text{ ztrans , } x \rightarrow z^2 \cdot \frac{(z - 3)}{(z - 1)^3}$$

Misal 6

$$z^2 \cdot \frac{(z - 3)}{(z - 1)^3} \text{ invztrans , } z \rightarrow 1 - n^2$$

şək.1.4-2

• İfadəyə qeyd olunmuş dəyişənə görə Furiye, tərs Furiye, Laplas, tərs Laplas, *Z* və tərs *Z* çevrilməsi tətbiq etmək üçün müvafiq olaraq *Symbolics* → *Transform* → *Fourier*, *Symbolics* → *Transform* → *Inverse Fourier*, *Symbolics* → *Transform* → *Laplace*, *Symbolics* → *Transform* → *Inverse Laplace*, *Symbolics* → *Transform* → *Z*, *Symbolics* → *Transform* → *Inverse Z* əmrlərindən birini yerinə yetirmək lazımdır. Eyni əməliyyatları kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin *fourier*, *invfourier*, *laplace*, *invlaplace*, *ztrans*, *invztrans* alətləri vasitəsilə eyniadlı operatorları daxil edib,

arqumenti müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar (şək.1.4-2 Misal 2-6) .

• Qeyd olunmuş matrisin transponirə olunmuş matrisini təyin etmək üçün *Symbolics*→*Matrix*→*Transpose*, qeyd olunmuş matrisin tərs matrisini təyin etmək üçün *Symbolics*→*Matrix*→*Invert*, qeyd olunmuş matrisin determinatını hesablamaq üçün *Symbolics* → *Matrix* → *Determinat* əmrini yerinə yetirmək lazımdır¹. Eyni əməliyyatları matrisi təyin etdikdən sonra, kursoru ifadənin sağında yerləşdirib *Symbolic* panelinin $M^T \rightarrow, M^{-1} \rightarrow, |M| \rightarrow$ alətləri vasitəsilə eyniadlı operatorları daxil edib, arqument olaraq matrisin adını müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar.

Qeyd edək ki, dəqiq hesablama aparmaq tələb olunduqda, *Symbolica*→ *Evaluate* → *Floating Point* və *Symbolica* → *Evaluate* → *Complex* əmrlərini yerinə yetirməklə həmçinin qeyd olunmuş riyazi ifadənin qiymətlərini müvafiq olaraq sürüşkən vergüllü və kompleks ədəd şəklində hesablamaq olar. İfadənin ədədi qiymətlərinin müvafiq olaraq sürüşkən vergüllü və kompleks ədəd şəklində hesablanması həmçinin, kursoru ifadənin sağında yerləşdirib, *Symbolic* panelinin *float*, *complex* alətləri vasitəsilə eyniadlı operatorları daxil edib, arqumenti müəyyən etdikdən sonra *Enter* düyməsini sıxmaqla da yerinə yetirmək olar (şək.1.4-3).

$$x := 5 \quad \sin(x - 12) \text{ float}, x \rightarrow -0.65699$$

$$\sin(x - 12) = -0.657$$

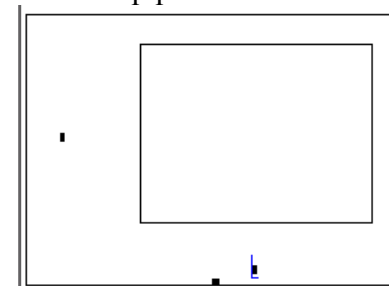
$$e^{x+2i} \text{ complex} \rightarrow \exp(5) \cdot \cos(2) + i \cdot \exp(5) \cdot \sin(2)$$

şək.1.4-3

¹ Matrislər üzərində əməliyyatlar Matrislər cəbri paraqrafında geniş izah olunmuşdur.

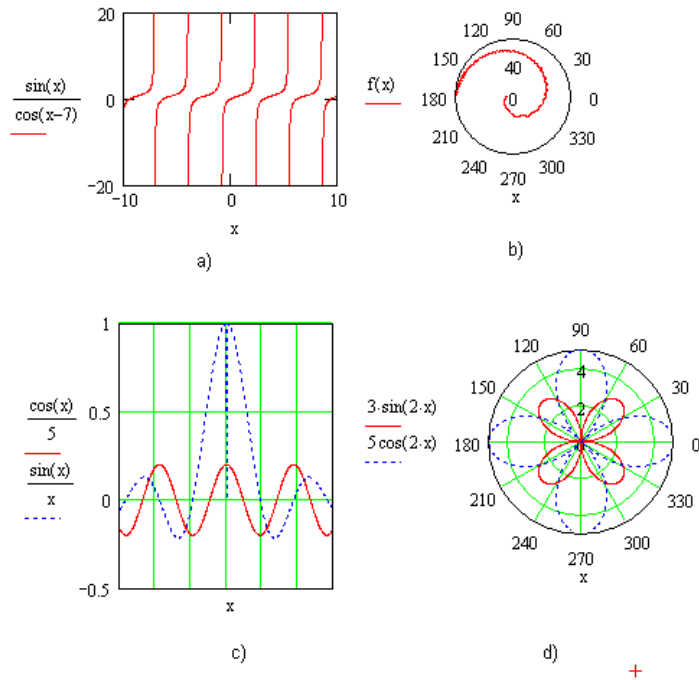
1.5 QRAFİKLƏRİN QURULMASI VƏ FORMATLAŞDIRILMASI

Mathcad hesablamının nəticəsini Dekart və Polyar koordinat sistemlərində ikiölçülü qrafik şəklində əks olunmasını, funksiyanın qrafiklərini qurulmasını təmin edir. Dekart koordinat sistemində funksiyanın qrafikini qurmaq üçün istifadəçi *Insert*→*Graph-X-Y Plot* əmrini, Polyar koordinat sistemində funksiyanın qrafikini qurmaq üçün isə *Insert*→*Graph*→*Polar Plot* əmrini yerinə yetirməlidir. Hər iki halda işçi vərəqdə müvafiq qrafik sahəsi əks olunur (şək.1.5-1).



şək.1.5-1

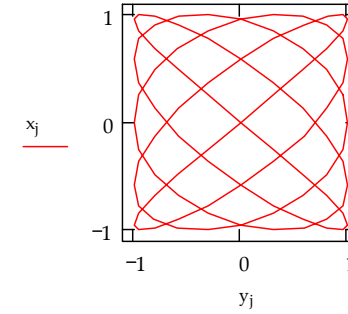
İstifadəçi qrafik sahəsində funksiyanın arqumentini və funksiyanın adını daxil etməlidir. Kursoru qrafik sahəsindən kənarında yerləşdirib siçanın sol düyməsini sıxdıqda funksiyanın qrafiki qrafik sahəsində əks olunacaqdır (şək. 1.5-2 a,b).



şək.1.5-2

Əgər funksiya əvvəlcədən düstur şəklində təyin olunmayıbsa, onda funksiyanın adının əvəzinə, funksiyanın ifadəsi aşkar şəkildə daxil edilməlidir. Funksiyanın təyin oblastı diskret, vektor şəklində və ya qrafiki sahədə arqument daxil olduqda əks olunan nişanlarda istifadəçi tərəfindən daxil oluna bilər (şək. 1.5-3).

$$\begin{aligned} N &:= 100 \\ n1 &:= 4 & n2 &:= 5 \\ p1 &:= 6.283 \cdot \frac{n1}{N} & p2 &:= 6.283 \cdot \frac{n2}{N} \\ j &:= 1 .. N + 1 \\ x_j &:= \sin(p1 \cdot j) & y_j &:= \cos(p2 \cdot j) \end{aligned}$$



şək. 1.5-3

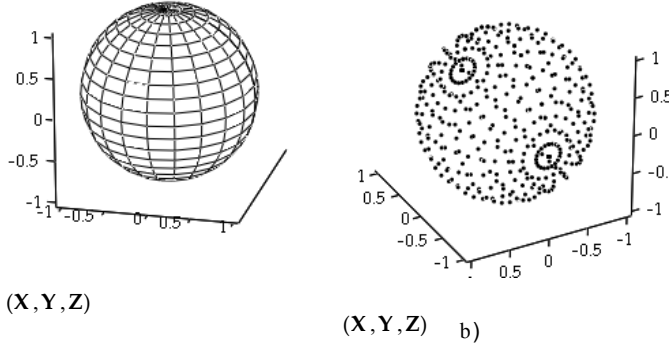
Əgər istifadəçi funksiyanın təyin oblastını göstərməyibsə, avtomatik olaraq proqram Dekart koordinat sistemi üçün $[-10,10]$, polyar koordinat sistemi üçün isə $[0^\circ, 360^\circ]$ müəyyən edir. Qeyd edək ki, bir qrafik sahəsində bir neçə funksiyanın qrafikinə əks olunması üçün digər funksiyanın adları bir-birindən vergüllə ayrılmaqla yazılmalıdır. Bu zaman hər bir funksiyanın qrafiki konkret rəngə və xətt stilinə malik olacaqdır (şək. 1.5-2 c, d).

Proqram həmçinin üçölçülü fəzada $Z(X,Y)$ matris funksiyası ilə təyin olunan səthlərin, kontur qrafiklərinin, vektor sahələrinin və diaqramların qurulmasını təmin edir¹. Bunun üçün ilk öncə X və Y vektorları təyin olunmalıdır. Sonra isə istifadəçi müvafiq olaraq **Insert→Graph→3D Plot**, **Insert→Graph→Contour Plot**, **Insert→Graph→3D Scatter Plot**, **Insert→Graph→3D Bar Plot** əməllərindən birini yerinə yetirməlidir. Bu zaman işçi sahədə əks olunan üçölçülü qrafik sahəsində funksiyanın adını daxil etdikdən və kursuru qrafik sahəsindən kənarda yerləşdirib siçanın sol düyməsini sıxdıqdan sonra funksiyanın qrafiki əks olunacaqdır (şək. 1.5-4, 1.5-5).

¹ X,Y vektorlardır

$$N := 20 \quad i := 0..N \quad \phi_i := i \cdot \frac{\pi}{N} \quad j := 0..N \quad \theta_j := j \cdot 2 \cdot \frac{\pi}{N}$$

$$X_{i,j} := \sin(\phi_i) \cdot \cos(\theta_j) \quad Y_{i,j} := \sin(\phi_i) \cdot \sin(\theta_j) \quad Z_{i,j} := \cos(\phi_i)$$

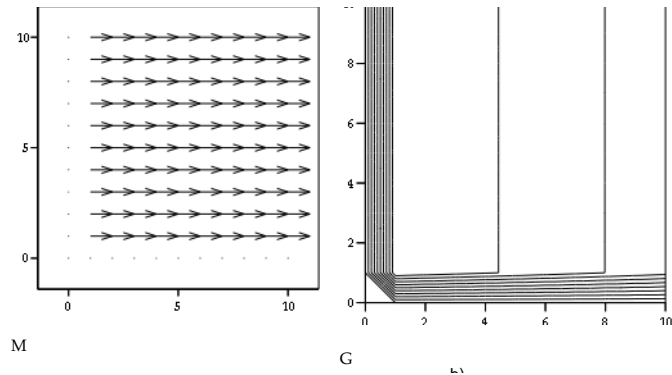


şək.1.5-4

$$i := 1..10 \quad j := 1..10$$

$$a1 := 1 \quad a2 := 10 \quad b1 := 1 \quad b2 := 10 \quad x_i := \frac{(a2 - 1)}{20 - a1} \quad y_j := b1 + \frac{(b2 - 10)}{10}$$

$$M_{i,j} := x_i - \frac{y_j}{x_i - y_j} \quad G_{i,j} := \frac{i}{10} \sin(y_j) - \tan(x_i)$$



şək.1.5-5

Qrafiklərin tələb olunan formaya salınması üçün proqram tərəfindən avtomatik müəyyən edilən parametrlər dəyişilməlidir. Bunun üçün qrafik sahəsində siçanın sol düyməsini 2 dəfə sıxmaq və ya kontekst menyunun **Format** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Bu zaman açılan çoxbölməli dialoq pəncərəsində cari qrafikin paket tərəfindən avtomatik müəyyən edilən parametrləri əks olunur. Qrafikin tipindən asılı olaraq bu parametrlər müxtəlif ola bilər. Əgər qrafik Dekart koordinat sistemində qurulmuşsa, bu parametrlər qrafikin *Format* dialoq pəncərəsinin *X-Y Axes, Traces, Labels, Defaults* bölmələrində əks olunur. Belə ki, *X-Y Axes* bölməsində absis və ordinat oxları üçün parametrlər əks olunur və onlar qrafik üçün aşağıdakıları müəyyən edir:

- *Log Scale*-koordinat oxları üçün loqarifmik miqyasın müəyyən olunmasını;
- *Grid Lines*-koordinat oxları üçün şəbəkə xətlərinin əks olunmasını;
- *Numbered*-koordinat oxları üçün ədədi şkalanın əks olunmasını;
- *Autoscale*-koordinat oxları üçün proqram tərəfindən avtomatik miqyasın müəyyən olunmasını;
- *Show marker*-koordinat oxları üçün markerlərin əks olunmasını;
- *Auto Grid*-koordinat oxları üçün avtomatik şəbəkənin əks olunmasını;
- *Number of Grids*-koordinat oxları üçün şəbəkə xətlərinin sayının istifadəçi tərəfindən müəyyən olunmasını;
- *Boxed*-qrafik sahəsinin düzbucaqlı çərçivədə əks olunmasını;
- *Crossed*-qrafik sahəsinin düzbucaqlı çərçivəsiz əks olunmasını;
- *None*-düzbucaqlı çərçivə və koordinat oxlarının görünməz olmasını.

Format dialog pəncərəsinin *Traces* bölməsində aşağıdakı parametrlər tənzimlənir:

- *Legend Label*—hər bir qrafik əyrisi üçün nişan və əyrinin adı;
- *Symbol*—hər bir qrafik əyrisi üçün nöqtələrinin simvollarla əks olması;
- *Line*—hər bir qrafik əyrisi üçün xəttin stili (solid (bütöv), dot (punktur), dash (ştrix), dadot (ştrixpunktur));
- *Color*—əyrinin tipindən asılı olaraq hər bir qrafik əyrisi üçün xəttin və ya nöqtələrin rəngləri;
- *Weight*— xəttin qalınlığı;
- *Type*— qiymətlərin təsvir formaları.

Labels bölməsi qrafikə sərlövhə və koordinat oxlarına ad yazmaq üçün istifadə olunur. Belə ki, qrafikin sərlövhəsi üçün *Title* sətirində, X və Y oxlarına nişanlar yazmaq üçün isə müvafiq olaraq *X-Axis* və *Y-Axis* sətirlərində mətni daxil etmək lazımdır. Qrafikin adının qrafikin yuxarı hissəsində əks olunması üçün *Above*, qrafikin aşağısı hissəsində əks olunması üçün isə *Below* variantlarından birini seçmək lazımdır. Avtomatik müəyyən olunan parametrləri yenidən müəyyən etmək üçün isə *Defaults* bölməsində *Change to Defaults* düyməsini sıxmaq kifayətdir.

Üçölçülü qrafikləri formatlaşdırmaq üçün isə qrafiki qeyd edib siçanın sol düyməsini 2 dəfə sıxmaq və ya ***Format*→*3-D Plot*** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Açılan *3-D Format Plot* pəncərəsinin *General*, *Axes*, *Appearance*, *Lighting*, *Title*, *Backplanes*, *Special*, *Advanced*, *QuickPlot* bölmələrində qruplaşmış çoxsaylı parametrlər vasitəsilə qurulmuş qrafikin tərtibatını dəyişmək olar. Belə ki, *General* bölməsinin *Display As* sahəsində variant düymələrini seçməklə qrafikin tipini dəyişmək, *View* sahəsinin parametrlərini dəyişməklə qrafiki döndərmək və görünüş miqyasını dəyişmək, *Axes Style* sahəsinin variant düymələri vasitəsilə koordinat oxları üçün müəyyən stillər müəyyən etmək, *Frames* sahəsinin

parametrləri vasitəsilə qrafikin rəngli düzbucaqlı çərçivəyə salınmasını tənzimləmək, koordinat fəzasının kub formasında əks olunmasını təmin etmək olar.

Axes bölməsinin koordinat oxlarına uyğun bölmələrində müvafiq olaraq koordinat oxları üçün, xətlərin tipini və rəngini, şəbəkə qiymətləri üçün dəyişmə intervalını, şkala və s. parametrləri dəyişmək olar.

Appearance bölməsində səth və kontur qrafikləri və koordinat oxları üçün parametrlər, rəngləmə parametrlərini müəyyən etmək olar.



Backplanes bölməsi koordinat şəbəkəsi üçün gizli müstəvidə proyeksiyanın əks olunmasını tənzimləyir.

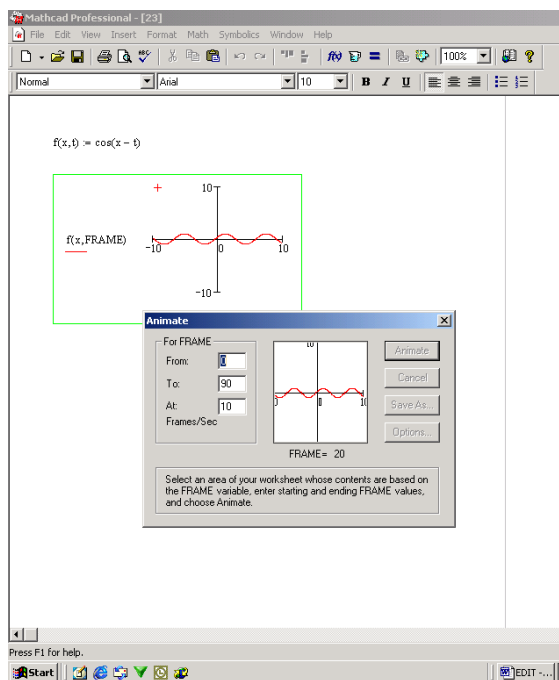
Special bölməsində kontur qrafikləri üçün müxtəlif rəng sxemləri və s. parametrləri müəyyən edilir.

Advanced bölməsi ilə qrafik üçün duman effekti və s. parametrləri, *Title* bölməsində isə qrafikin sərlövhəsini müəyyən etmək olar.

1.6 ANİMASİYALARIN YARADILMASI

Praktikada bir sıra məsələlərin həllində (məsələn, cismin trayektoriyasının öyrənilməsində və s.) hesablamaların nəticəsinin animasiya şəklində əks olunmasına ehtiyac duyulur. Konkret misal üzərində animasiya yaradılmasını izah edək. Fərz edək ki, harmonik dalğanın yayılmasını nümayiş etdirmək lazımdır. Bunun üçün ilk növbədə harmonik funksiyanı təyin edirik: $f(x,t)=\sin(x-t)$. Sonra funksiyanın qrafikini Dekart koordinat sistemində qururuq. Bunun üçün ***Insert*→*Graph-X-Y Plot*** əmrini yerinə yetirib, qrafik sahəsində funksiyanın arqumenti olaraq $-x$, funksiyanın adı olaraq isə $f(x,FRAME)$ daxil edirik. Animasiya ardıcıl əks olunan kadrlardan ibarət olduğundan *FRAME* parametri kadrların sayını təyin edir.

Növbəti addımda **View**→**Animate** əmrini yerinə yetirib, açılan pəncərədə birinci və sonuncu kadr üçün nömrə və animasiyanın sürətini müəyyən edib, qrafiki qeyd edirik və dialoq pəncərəsinin **Animate** düyməsini sıxırıq (şək.1.6-1). Bu zaman qrafik sahəsində və dialoq pəncərəsinin animasiya sahəsində animasiya əks olunacaqdır. Daha sonra dialoq pəncərəsinin **Save As** düyməsini sıxmaqla yaradılmış animasiyanı video fayl şəklində yaddaşda saxlayıb dialoq pəncərəsinə bağlayırıq. Yaddaşda saxlanılmış animasiyanı yenidən nümayiş etdirmək üçün isə **View**→**Playback** əmrini yerinə yetirdikdə açılan pəncərənin  düyməsini sıxıb animasiyanın ünvanını müəyyən edərək, onu animasiya pəncərəsinə çağırmaq və animasiya pəncərəsinin  düyməsini sıxmaq lazımdır.



şək.1.6.-1

1.7 SƏNƏD ÜZƏRİNDƏ REDAKTƏ ƏMƏLİYYATLARI

Mathcad-da sənəd üzərində aşağıdakı redaktə əməliyyatlarını aparmaq olar:

- Yerinə yetirilmiş son əmrin nəticəsini ləğv etmək; Bunun üçün **Edit**→**Undo** əmrini yerinə yetirmək və ya «Ctrl+Z» qızğın düymələrini sıxmaq lazımdır. Məsələn, əgər istifadəçi səhvən sənəddə müəyyən fraqmenti ləğv etmişsə bu əmr vasitəsilə onu bərpa edə bilər.

- Yerinə yetirilmiş son əmri təkrar yerinə yetirmək; Bunun üçün **Edit**→**Repeat** əmrini yerinə yetirmək və ya «Ctrl+Y» qızğın düymələrini sıxmaq lazımdır.

- Qeyd olunmuş sənədi və sənəd fraqmentini kəşib, mübadilə buferində saxlamaq; Bunun üçün ilk öncə sənəd və ya sənəd fraqmenti qeyd edilməlidir. Sənədi tamamilə qeyd etmək üçün **Edit**→**Select All** əmrini yerinə yetirmək və ya «Ctrl+X» qızğın düymələrini sıxmaq lazımdır. Sənəddə müəyyən fraqmentləri qeyd etmək üçün isə «SHIFT» düyməsini sıxmaqla kursoru hissələrin üzərinə qoyub siçanın sol düyməsini sıxıb buraxmaq lazımdır. Qeyd edilmiş sahələr qırıq xəttli çərçivəyə alınmış olur. Bundan sonra **Edit**→**Cut** əmrini yerinə yetirmək və ya «Ctrl+X» qızğın düymələrini sıxmaq lazımdır. Mübadilə buferində saxlanmış informasiyanı sonradan cari sənədin digər hissəsinə və ya digər sənədlərə daxil etmək olar.

- Qeyd olunmuş sənədi və sənəd fraqmentinin sürətini mübadilə buferində saxlamaq; Bunun üçün **Edit**→**Copy** əmrini yerinə yetirmək və ya «Ctrl+C» qızğın düymələrini sıxmaq lazımdır.

- Mübadilə buferində saxlanılan informasiyanın sənədə daxil etmək; Bunun üçün **Edit**→**Paste** əmrini yerinə yetirmək və ya «Ctrl+V» qızğın düymələrini sıxmaq lazımdır.

- Mübadilə buferində olan və digər Windows əlavələrində yaradılmış obyektləri kursurun durduğu mövqedən

sənədə xüsusi format əsasında daxil etmək; Bunun üçün **Edit**→**Paste Special** əmrini yerinə yetirmək və açılmış pəncərədə format və tələb olunarsa, obyektlə onun yaradıldığı əlavə arasında əlaqəni müəyyən etmək, sonra isə **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır. Qeyd edək ki, obyektlə onun yarandığı əlavə arasında əlaqə müəyyən olunarsa mübadilə buferindəki obyekt «nişan formasında» və ya əgər rəsm formatı seçilibsə, «mətnin üzərinə qoymaqla», sənədə kursurun durduğu mövqedən daxil etmək olar.

- Qeyd olunmuş sənədi və ya sənəd fraqmentini ləğv etmək; Bunun üçün **Edit**→**Delete** əmrini yerinə yetirmək və ya klaviaturanın **Delete** düyməsini və ya «CTRL+D» qızğın düyməsini sıxmaq lazımdır.

- Sənəddə müəyyən fraqmentlərin yerini dəyişmək və surətini yaratmaq. Bunun üçün qeyd edilmiş sahəni siçanın sol düyməsini sıxmaqla hərəkət etdirib, sənəddə tələb olunan yerə yerləşdirmək lazımdır. Siçanın sıxılmış düyməsini buraxdıqda sənəd sahəsi yeni yerdə əks olunacaqdır. Sənədin surətini yatarmaq üçün isə qeyd olunmuş hissəni **Ctrl** düyməsini sıxmaqla hərəkət etdirmək lazımdır. Bu əməliyyatları müvafiq olaraq ardıcıl yerinə yetirilən **Edit**→**Cut** , **Edit**→**Paste** və **Edit**→**Copy**, **Edit**→**Paste** əmrləri vasitəsilə yerinə yetirmək olar.

- Mətn sahələrində hər hansı simvolu, sözün və ya söz birləşməsini axtarmaq. Bunun üçün **Edit**→**Find** əmrini yerinə yetirdikdə açılmış pəncərənin **Find what** sətirində axtarılan simvol və ya söz daxil edilməli və **Find next** düyməsi sıxılmalıdır. İstifadəçi sənəddə axtarış istiqamətini, registrlərin nəzərə alınması, tam sözün axtarılması, axtarışın mətn və ya hesablama blokunda aparılması rejimlərini müəyyən edə bilər. Bunun üçün müvafiq olaraq **Up**-əvvəl, **Down**-geriyə istiqamətlərindən birini müəyyən etmək, **Match case**-registri nəzərə almaq, **Matc Whole Word Only**-tam söz, **Find in Text Regions** -mətn sahəsində axtarmaq, **Find in Math Regions**-

hesablama sahəsində axtarmaq rejim variantlarını seçmək tələb olunur.

- Sənəddə simvolu və ya sözü axtarır, digər simvol və ya söz ilə əvəz etmək. Bunun üçün **Edit**→**Replace** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Bu zaman açılmış pəncərənin **Find what** sətirində axtarılan simvol və ya sözü, **Replase** sətirində isə yeni dəyişdirilən simvol və söz daxil edilməli və **Find Next** düyməsi sıxılmalıdır. **Replace** düyməsini sıxdıqda axtarış nəticəsində sənəddə tapılmış simvol və söz yeni simvol, söz ilə əvəz olunacaqdır. Axtarışı davam etdirmək tələb olunarsa, **Find Next** düyməsini sıxmaq lazımdır. **Replace All** düyməsi isə mətnə olan axtarılan simvol, söz və ya söz birləşməsinin hamısını avtomatik olaraq yeni simvol, söz və ya söz birləşməsi ilə əvəz edəcəkdir. Əgər tapılmış simvolu və ya sözü yeni simvol, söz və ya söz birləşməsi ilə əvəz etməyə ehtiyac duyulmursa, **Find Next** düyməsini sıxmaqla axtarışı davam etdirmək lazımdır. Eyni qaydada, sənəddə axtarış istiqamətini, registrlərin nəzərə alınması, tam sözün axtarılması , mətn və ya hesablama blokunda axtarış aparılması rejimlərini müəyyən etmək olar.

- Mətn sahəsində mətnlərin orfoqrafik yazılışının yoxlanılması. Bunun üçün **Edit**→**Check Spelling** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Əmri yerinə yetirdikdə əgər səhv varsa, orfoqrafiyanın yoxlanılması öncə dialoq pəncərəsi açılır və bu dialoq pəncərəsinin variantlar bölməsində səhv hesab olunan sözün düzgün variantları əks olunur. Bu variantlardan birini seçib, **Change** düyməsini sıxmaqla səhv sözü həmin sözlə əvəz etmək olar. Bəzi hallarda (termin, şəxs adı, coğrafi adlar və s.) sözün düzgün yazılışına baxmayaraq kompüter onu səhv kimi qəbul edə bilər. Bu halda **Ignore** düyməsini sıxmaq kifayətdir. **Add** düyməsini sıxmaqla isə kompüterin lüğət bazasını «səhv qəbul etdiyi» sözlə zənginləşdirmək olar.

- Sənədə daxil edilmiş və digər əlavələrdə hazırlanmış hər hansı bir obyektə redaktə etmək. Bunun üçün kursoru

obyektin üzərinə qoyub siçanın sol düyməsini iki dəfə sıxmaq lazımdır. Bu zaman obyekt və onun hazırlandığı əlavə işçi sahədə əks olunacaqdır və istifadəçi onun üzərində redaktə əməliyyatı apara bilər.

- Sənədə daxil edilmiş obyekt və onun yarandığı əlavə arasında əlaqəni redaktə etmək; Bunun üçün **Edit**→**Links** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Açılmış dialoq pəncərəsində əlaqəni qırmaq, yeniləşdirmək, obyektə başqası ilə əvəz etmək olar.

Yuxarıda qeyd olunan redaktə əməliyyatları müxtəlif səhifələrdə aparıla bilər. Çox səhifəli sənədlərdə redaktə prosesini sürətləndirmək məqsədilə səhifələrə avtomatik keçid üçün **Edit** menyusunda **Goto to Page** əmri nəzərdə tutulmuşdur. Əmr sənədin ilk, son və istifadəçi tərəfindən müəyyən edilən konkret səhifəsinə avtomatik keçidi təmin edir.

1.8 SƏNƏD ÜZƏRİNDƏ FORMATLAŞMA ƏMƏLİYYATLARI

Sənəd üzərində formatlaşma əməliyyatları *Mathcad*-da **Öidid** iáíéóñónun əmrləri vasitəsilə yerinə yetirilir¹. **Format** menyusu aşağıdakı yidëyðäyí èááððöäèð:

- **Equation.** Əmr riyazi ifadələrdə dəyişən, sabitlər və istifadəçi tərəfindən daxil edilmiş obyektlər üçün yeni stil: yeni şrift, şrift üçün ölçü və rəng müəyyən etməyi təmin edir.

Əmri yerinə yetirdikdə açılan dialoq pəncərəsinin *Style Name* açılan siyahısından *Variables, Constants, User1, ..., User9* parametrlərindən müvafiqini seçib *Modify* düyməsini sıxmaq

¹ Bir sıra formatlaşma əməliyyatlarını formatlaşma paneli vasitəsilə də yerinə yetirmək olar.

və açılan növbəti pəncərədə yeni şrift, onun ölçüsünü və rəngini müəyyən etmək lazımdır. *Default Equation Color* açılan siyahısından isə hesablama blokunda əks olunan ifadələr və onların nəticələri üçün proqram tərəfindən avtomatik müəyyən olunan rəngi digəri ilə əvəz etmək olar.

- **Result.** Əmr hesablamaların ədədi nəticəsinin təsvir formatını müəyyən etməyə xidmət edir. Əmri yerinə yetirdikdə çoxbölməli *Result Format* dialoq pəncərəsi açılır. Pəncərənin *Number Format* bölməsində hesablamaların ədədi nəticəsi üçün format (*General, Decimal, Scientific, Engineering*), ədədin onluq tərtibini (*Number of decimal places*), ədədin eksponensial yazılış parametrlərini (*Exponential threshold*), sıfırların və ədədin eksponensial formada əks olunması parametrlərini müəyyən etmək olar. Dialoq pəncərəsinin *Display Options* bölməsində matrisin əks olunması üçün stili (*Matrix display style*), xəyali vahid üçün yeni işarə (*Imaginary value*) və digər say sistemini (*Radix*) müəyyən etmək olar. *Unit Display* bölməsi ədədi nəticənin yanında ölçü vahidinin (*Format units*) əks olunmasını və ölçü vahidinin daha sadə (*Simplify units when possible*) formada əks olunmasını tənzimləyir. *Tolerance* bölməsində isə kompleks ədədlərdə rəqəmlərin (*Complex threshold*) və sıfırların sayı üçün (*Zero threshold*) məhdudiyyəti müəyyən etmək olar.

- **Text.** Əmr mətn blokunun şriftini, şriftin ölçüsünü və rəngini tənzimləyir.

- **Paragraph.** Əmr mətn blokunda cari abzas və ya qeyd olunmuş abzaslar üçün yeni parametrləri: sağdan, soldan və abzasın birinci sətiri üçün buraxılan boş məsafələr, mətnin nizamlanma formalarını müəyyən etməyi təmin edir.

- **Style.** Əmr vasitəsilə qeyd olunmuş mətn hissəsini və ya cari mətn blokunu seçilmiş mətn stili vasitəsilə formatlaşdırmaq olar. Bunun üçün açılan pəncərədən stili seçib *Apply* düyməsini sıxmaq lazımdır. Pəncərənin *New* düyməsini sıxmaqla yeni stil yaratmaq, *Modify* düyməsini sıxmaqla isə

seçilmiş stili redaktə etmək olar. *New* düyməsini sıxdıqda açılan pəncərədə yeni stilə ad verib, *Font* və *Paragraph* düymələrini sıxmaqla stil üçün şrift və abzas üçün parametrlər müəyyən etmək lazımdır. *Modify* düyməsini sıxdıqda isə açılan pəncərədə *Font* və *Paragraph* düymələrini sıxmaqla stil üçün müəyyən edilmiş şrifti və abzas üçün parametrləri yenisi ilə əvəz etmək lazımdır.

- **Properties.** Əmri cari blokun rəngli fona və çərçivəyə malik olmasını¹, cari mətn blokunun ölçülərini², cari hesablama bloku üçün avtomatik hesablama rejiminin müəyyən olunmasını tənzimləyir³.

- **Color→Background.** Əmr bütünlükdə işçi oblastın fona malik olmasını tənzimləyir.

- **Color→Highlight.** Əmr yalnız blokların fona malik olmasını tənzimləyir.

- **Color→Annotation.** Əmr sənədin redaktə olunmuş hissəsinin rəngli olmasını tənzimləyir.

- **Color→Use Default Palette.** Əmr proqram tərəfindən avtomatik müəyyən olunan rəng effektlərini tənzimləyir.

- **Separate Regions.** Əmr bir-birini örtən blokları ayırır.

- **Align→Across** və **Align→Down.** Əmrlər qeyd olunmuş blokların yerləşməsini nizamlayır.

- **Area→Lock.** Əmr bağlanmış sahəni parolla müdafiə edir. Əmri yerinə yetirdikdə açılan pəncərədə parolu daxil etmək lazımdır.

- **Area→Unlock.** Əmr parolla müdafiəni aradan qaldırır.

¹ Bunun üçün əmri yerinə yetirdikdə açılan pəncərənin *Display* bölməsində *Highlight Region* və *Show Border* parametrlərini seçmək, *Choose Color* düyməsini sıxıb açılan rəng palitrasından fon üçün rəng seçmək lazımdır.

² Bu xassə əmri yerinə yetirdikdə açılan pəncərənin *Text* bölməsinin *Occupy Page Width* və *Push Regions Down As You Type* parametrləri ilə tənzimlənir.

³ Bu xassə əmri yerinə yetirdikdə açılan pəncərənin *Calculation* bölməsinin *Disable Evaluation*, *Enable Evaluation* parametrləri ilə tənzimlənir.

- **Area→Expand.** Əmr qeyd olunmuş bağlı sahəni açır.
- **Area→Collapse.** Əmr qeyd olunmuş sahəni bağlayır.

Qeyd: Menyunun **Repaginate Now** və **Headear/Footers** əmrləri haqqında məlumat §1.2 verilmişdir.

1.9 MATHCADDA PROQRAMLAŞDIRMA VASİTƏLƏRİ

Mathcad-da nəzərdə tutulmuş proqramlaşdırma vasitələri paketin imkanlarını xeyli artırır. Xüsusilə, mürəkkəb məsələlərin həllində proqramlaşdırma vasitələrindən istifadə etmək lazım gəlir. Proqramlaşdırma vasitələri istifadəçilərə *Mathcad*-da proqram modulları hazırlamaqla, paketin alqoritm bazasını genişləndirə imkanı verir. Bunun üçün adətən proqram funksiya anlayışından istifadə olunur. Proqram funksiya aşağıdakı yazılış formasına malikdir:

< Proqram funksiyanın adı> (<formal parametrlər siyahısı>):=
<proqram funksiyanın gövdəsi>.

Funksiyanın adı hərflə başlamalı, formal parametrlər isə bir-birindən vergüllə ayrılmalıdır. Proqram funksiyanın gövdəsi *Programming* alətlər panelinin *Add Line* düyməsini sıxdıqdan sonra sənədə daxil olunan şaquli xəttin sağında bir və ya bir neçə sətirdə yazılan operatorlar və ifadələr siyahısından təşkil olunur. Gövdədə axırıncı ifadə proqram funksiyanının adı ilə qaytarılan ifadə olmalıdır. Məsələn,

$$f(x) := \begin{cases} x \leftarrow x + 2 \\ \frac{1}{3} \\ z \leftarrow x^3 \\ z \end{cases}$$

Proqram funksiya daxilində dəyişənə sabit və ifadə mənimsədilməsi üçün lokal mənimsətmə operatorundan istifadə olunur. Lokal mənimsətmə operatoru *Programming* alətlər panelinin \leftarrow alətini sıxmaqla daxil edilir. Müəyyən şərtlər daxilində konkret operatorların yerinə yetirilməsini təmin etmək üçün isə *Şərti keçid* operatorundan istifadə olunur. Şərti keçid operatoru aşağıdakı yazılış formasına malikdir:

$$\begin{aligned} &\langle \text{operator} \rangle \quad \text{if} \langle \text{şərt} \rangle \\ &\langle \text{operator} \rangle \quad \text{Otherwise} \end{aligned}$$

Şərt *Boolean* panelinin *Bul* operatorları ($<$, $>$, \geq , \leq , $=$) vasitəsilə tərtib edilir. Operator yerinə yetirildikdə ilk öncə şərt yoxlanılır. Şərt ödənildikdə *If* identifikatorunun solundakı operator yerinə yetirilir. Əks halda növbəti operator yerinə yetirilir. Məsələn,

$$Z(t) = \begin{cases} t^3, & t < -3; \\ t^2, & -3 \leq t \leq 4 \\ \ln(t), & t > 4 \end{cases}$$

funksiyayı hesablamaq üçün proqram-funksiya aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$z(t) := \begin{cases} t^3 & \text{if } t \leq -3 \\ t^2 & \text{if } -3 \leq t \leq 4 \\ \ln(t) & \text{otherwise} \end{cases}$$

Digər alqoritmik dillərdə olduğu kimi *Mathcad*-da da dövr operatoru nəzərdə tutulmuşdur. İki növ dövr operatorundan istifadə edilir:

1. Dövrün sayı məlum olduqda

for< dövr parametri> \in <diskret dəyişmə diapozonu
və ya vektor>

yazılışa malik dövr operatoru;

2. Dövrün sayı məlum olmadıqda

while <şərt>

<operator>

<operator>

yazılışına malik dövr operatoru.

Fərz edək ki, $f(x) = e^x \cos(2x)$, $x \in [x_0, x_k]$ funksiyasının qiymətlərini müəyyən d addımı ilə hesablamaq tələb olunur. Onda proqram funksiya aşağıdakı şəkildə olmalıdır.

$$\text{form_tab} (x_0, x_k, d) := \begin{cases} i \leftarrow 1 \\ \text{for } x \in x_0, x_0 + d \dots x_k \\ \quad \begin{cases} z \leftarrow \exp((-x)) \cdot \cos(2 \cdot x) \\ y_i \leftarrow z \\ i \leftarrow i + 1 \end{cases} \\ y \end{cases}$$

Aşağıdakı proqram-funksiya isə kvadrat kökün hesablanmasını təmin edir və iterasiya prosesi ikinci növ dövr operatoru vasitəsilə yerinə yetirilir.

$$\text{sqroot} (a, \text{eps}) := \begin{cases} x_c \leftarrow 1.0e10 \\ x_n \leftarrow a \\ \text{while } \text{abs}(x_n - x_c) > \text{eps} \\ \quad \begin{cases} x_c \leftarrow x_n \\ x_n \leftarrow \frac{x_c + \frac{a}{x_c}}{2} \end{cases} \\ x_n \end{cases}$$

Praktikada dövr operatoru daxilində *Continue* operatorundan da istifadə olunur. Bu operator idarəni dövrün əvvəlinə qaytarır. Məsələn,

```
x := | z ← 0
      | while z < 10
      | | z ← z + 1
      | | continue
```

Proqram funksiyanın gövdəsində istifadə olunan *Return* operatoru isə proqram funksiyanın yerinə yetirilməsini dayandırmaqla ondan sonra yazılmış ifadənin qiymətini funksiyanın adı vasitəsilə sənədə qaytarır. Qeyd edək ki, sənəddə proqram funksiya müraciət onun adı ilə həyata keçirilir. Bu zaman formal parametrlər faktiki parametrlə əvəz olunur. Buna görə də faktiki və formal parametrlərin sayı eyni olmalıdır. Məsələn,

$$\text{sqrt}(25, 0.0001) = 5$$

Proqram funksiya cari sənəddən başqa, digər sənədlərdən də müraciət oluna bilər. Məsələn, fərz edək ki, inteqralın hesablanması üçün Simpson adlı proqram funksiya *azad.mcd* sənədində hazırlanmışdır. Digər, məsələn *anar.mcd* sənədindən proqram funksiya müraciət etmək üçün ilk növbədə ***Insert→Reference*** əmrini yerinə yetirib, açılan pəncərədə *anar.mcd* faylının ünvanını müəyyən edib *OK* düyməsini sıxmaq lazımdır. Bundan sonra isə proqram funksiyanın adı ilə ona müraciət etmək olar.

1.10 QEYRİ-XƏTTİ TƏNLİKLƏRİN VƏ TƏNLİKLƏR SİSTEMİNİN HƏLLİ

Bir sıra tənliklər, o cümlədən transendent, tərtibi dördüncü dərəcəli olan cəbri tənliklər analitik həll olunmur¹. Buna görə bu tip tənliklər ədədi üsulla həll olunur. Bu

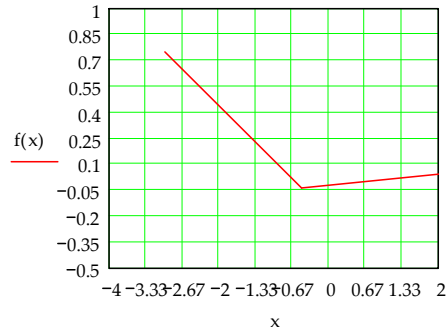
¹ Abel(1802-1829) və Qalua (1811-1832) isbat etmişlər ki, tərtibi 4-dən çox olan cəbri tənlikləri analitik həll etmək mümkün deyil

məqsədlə *Mathcad*-da $\text{root}(f(x_1, x_2, K), x_1, a, b)$ funksiyası nəzərdə tutulmuşdur, burada $f(x_1, x_2, K)$ tənliyin sağ tərəfini təyin edən skalyar funksiya, x_1, x_2, K isə funksiyanın skalyar arqumentləridir. x_1, a, b müvafiq olaraq tənliyin kökünün funksiyanın hansı arqumentinə görə axtarıldığını və həllin axtarıldığı parçanı təyin edir. x_1 -arqumentinə həllin başlanğıc yaxınlaşması üçün qiymət mənimləndirilmişdir. Həllin başlanğıc yaxınlaşması əsasən qrafiki yolla, digər ədədi üsulla təyin edilə bilər. Məsələn, $[-3, 3]$ intervalında $\frac{1-2\cos(x)}{(x+5)^2} = 0$ tənliyini

həll etmək üçün ilk öncə $f(x) = \frac{1-2\cos(x)}{(x+5)^2}$ funksiyanın

qrafikini qurub tənliyin həlli üçün başlanğıc yaxınlaşmanı təyin etmək lazımdır. Qrafikdə başlanğıc yaxınlaşma olaraq $x := -1.1$ qəbul edib, $\text{root}(f(x), x, 1.0, 2.0)$ funksiyanı tətbiq etdikdə tənliyin $[1, 2]$ parçasında kökünü təyin etmək olar. (şəkl.1.10-1) Hesablama avtomatik olaraq proqram tərəfindən təyin edilən $\text{TOOL} = 0.001$ dəqiqliklə yerinə yetirilir. İstifadəçi hesablamaların dəqiqliyini dəyişmək üçün ***Math→Options*** əmrini yerinə yetirib açılan pəncərədə dəqiqlik üçün başqa parametri müəyyən edə bilər. Digər sadə üsul isə sənədə $\text{TOOL} := \langle \text{ədəd} \rangle$ sətirini daxil etməkdir. Tapılmış həllin tənliyin həlli olduğunu yoxlamaq üçün tapılmış nöqtədə $f(x)$ funksiyanın qiymətini hesablamaq lazımdır.

$$x := -3, -0.5..3 \quad f(x) := \frac{1 - 2 \cos(x)}{(x + 5)^2}$$



$$\text{Tol} := 10^{-9} \quad x := -1.1 \quad x1 := \text{root}(f(x), x, 1, 2) \quad x1 = 1.047$$

$$y := f(x1) \quad y = -3.358 \times 10^{-15}$$

şək.1.10-1

Qeyd: Əgər tənliyin kompleks kökünü tapmaq tələb olunarsa, onda başlanğıc yaxınlaşmanı kompleks ədəd kimi vermək lazımdır.

Əgər tənliyin sağ tərəfi çoxhədli olarsa, tənliyin kökünü tapmaq üçün *Polyroots(v)* funksiyasından istifadə etmək məsləhətdir, burada v -çoxhədlinin əmsallarından ibarət sütun vektorudur. Tutaq ki, $p(x) = x^3 + 2x^2 - 1$ çoxhədlinin kökünü tapmaq lazımdır. Bunun üçün ilk öncə v vektorunu təyin edib, *Polyroots(v)* funksiyasını daxil edib “=” düyməsini sıxmaq lazımdır. Coxhədlinin kökləri “=” işarəsinin sağında vektor şəklində əks olanaqdır.

$$v := \begin{pmatrix} -1 \\ 0 \\ 2 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \text{polyroots}(v) = \begin{pmatrix} -1.618 \\ -1 \\ 0.618 \end{pmatrix}$$

Qeyd edək ki, *poluroots(v)* funksiyası çoxhədlinin kökünü Laqker və ya qoşma matrislər üsulu əsasında tapır. Konkret üsulu istifadəçi kursoru funksiyanın adının üzərinə qoyub, siçanın sağ düyməsini sıxmaqla açılan kontekst menyunun müvafiq olaraq **LaGuerre** və **Companion Matrix** əmrlərindən birini yerinə yetirməklə seçə bilər.

Mathcad-da qeyri-xətti tənliklər sisteminin həlli üçün ilk öncə başlanğıc qiymətləri daxil etmək, sonra *given* sözünü yazıb, tənliklər sistemini daxil etmək lazımdır. Bu zaman bərabərlik işarəsi «Ctrl+=» qızğın düyməsini sıxmaqla daxil olunmalıdır. Daha sonra *Find* (x1, x2,...) funksiyasını daxil edib klaviaturanın “=” düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.1.10-2). Qeyd edək ki, *Find* funksiyası sistem tənliyinin həllinin qoşma qradient, Kvazi-Nyuton və Levenberq üsulları ilə tapılmasını təmin edir və həllin tapılması üçün istifadə olunan üsul adətən avtomatik olaraq paket tərəfindən müəyyən olunur. Lakin, istifadəçi sistem tənliyinin həlli üçün üsulu özü də müəyyən edə bilər. Bunun üçün o, kursoru *Find* funksiyasının üzərinə qoyub kontekst menyunun üsula müvafiq **Nonlinear** → **Conjugate Gradient**, **Nonlinear** → **Quasi-Newton** və ya **Nonlinear** → **Levenberg-Marquardt** əmrlərindən birini seçməlidir.

$$x := 4 \quad y := 8$$

Given

$$x - 6 - y^3 = 0$$

$$x^2 - y - 9 = 0$$


$$\text{Find}(x, y) = \begin{pmatrix} 2.742 \\ -1.482 \end{pmatrix}$$

şək.1.10-2

İstifadəçi həmçinin kontekst menyunun *Nonlinear* → *Advanced Options* əmri vasitəsilə üsul üçün bir sıra əlavə parametrlər müəyyən edə bilər.











Tənliklər sistemini dəqiq həll etmək mümkün olmadıqda, minimal xətanı təmin edən ən yaxşı kökü tapmaq üçün *Find* funksiyasının əvəzinə *Minerr* funksiyasından istifadə edilir. *Given* bloku nə qədər tənlik, yaxud bərabərsizliyə malikdirsə, *Minerr* və ya *Find* funksiyası ona bərabər, yaxud ondan az arqumentə malik olmalıdır. Sistemin həllini verilmiş başlanğıc yaxınlaşma ilə tapmaq mümkün olmadıqda qırmızı çərçivədə *Did not find solution* məlumatı ekranda əks olunur.

1.11 MASSİVLƏR ÜZƏRİNDƏ ƏMƏLİYYATLAR VƏ XƏTTİ TƏNLİKLƏR SİSTEMİNİN HƏLLİ

Bir sıra riyazi, fiziki məsələlərin həlli matrislər və vektorlar üzərində müəyyən hesablama əməliyyatları aparılmasını tələb edir. Bu məqsədlə *Mathcad*-da bir sıra vasitələr nəzərdə tutulmuşdur. *Mathcad*-da matrisi və ya vektoru təyin etmək üçün ilk növbədə hesablama blokunda klaviatüradan matrisin və ya vektorun adını və mənimsətmə işarəsini-“:=” daxil etmək, *Matrix* alətlər panelinin  alətini sıxmaqla və ya menyunun *Insert* → *Matrix* əmrini yerinə yetirməklə açılan dialoq pəncərəsində matrisin və vektorun ölçüsünü: matrislər üçün sətir və sütunların, vektor üçün isə elementlərin sayını müəyyən etmək lazımdır. Bu zaman

mənimsətmə işarəsindən sağda əks olunan şablon sahəsində istifadəçi matrisin və ya vektorun elementlərini daxil etməlidir.

Massivlər üzərində əməliyyatlar *Symbolics* menyusunun müvafiq əmrləri (bax: Simvolik hesablamalar), *Matrix* alətlər panelinin alətləri, xüsusi funksiyalar vasitəsilə həyata keçirilir. *Matrix* panelinin alətləri aşağıdakı funksiyaları yerinə yetirir:

1.  -Matrisin və ya vektorun ölçülərinin müəyyən edilməsini;
2.  - Matrisin və ya vektorun aşağı indeksinin təyin edilməsini;
3.  -Matrisin və ya vektorun tərs matrisinin hesablanması;
4.  -Matrisin determinantının, vektorun uzunluğunun hesablanması;
5.  Matrisin elementlərinin hasilinin hesablanması;
6.  Matrisin sütununun təyini;
7.  Matrisin transponirə edilməsini;
8.  Vektorların skalyar hasilinin hesablanması;
10.  Vektorların komponentlərinin cəminin tapılmasını;
11.  Diskret dəyişənin dəyişmə diapozonunun müəyyən edilməsini.

Alətlər paneli ilə müəyyən əməliyyatı yerinə yetirmək üçün matrisi və ya vektoru qeyd etmək və sonra da müvafiq aləti sıxmaq lazımdır.

Qeyd edildiyi kimi, proqramın *Symbolics* menyusunun *Matrix* → *Transpose*, *Matrix* → *Invert* və *Matrix* → *Determinant* əmrləri matrisin transponirə olunmasını, matrisin tərs matrisinin tapılmasını və matrisin determinantını hesablayır. Adi riyazi yazılışda matrisin elementlərinin indeksləri birdən başlayaraq nömrələnir. Lakin, *Mathcad* – da avtomatik olaraq indekslər sıfırdan başlayaraq nömrələnir. Bu

uyğunsuzluğu aradan qaldırmaq üçün *Origin*: =1 əmrini yerinə yetirmək kifayətdir. Matrislər üzərində əməliyyat aparmaq üçün nəzərdə tutulmuş standart funksiyalar *Vector and Matrix* kateqoriyasında toplanılmışdır və aşağıdakılardan ibarətdir:

1. *Matrix* (m, n, f). Funksiya elementləri f funksiyası ilə təyin olunan $m \times n$ ölçülü matris yaradır. Məsələn,

$$f(i, j) := i + 0.1 \cdot j \text{ matrix } (3, 3, f) = \begin{pmatrix} 0 & 0.1 & 0.2 \\ 1 & 1.1 & 1.2 \\ 2 & 2.1 & 2.2 \end{pmatrix}$$

2. *Diag* (v). Funksiya baş diaqonal elementləri v vektorunun komponentlərindən ibarət olan diaqonal matris yaradır. Məsələn,

$$v := \begin{pmatrix} 1 \\ -2 \\ 8 \\ 9 \end{pmatrix} \quad \text{diag}(v) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 9 \end{pmatrix}$$

3. *Identity* (n). Funksiya n tərtibli vahid matris yaradır. Məsələn,

$$\text{identity}(2) = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

4. *Augment* (A, B). Funksiya ilk sütunları A matrisindən, digər sütunları B matrisindən ibarət yeni matris yaradır. (A və B matrisləri eyni sayıda sütunlara malik olmalıdır). Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 0 & 8 & 4 \\ 1 & 6 & 6 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 2 & 5 & 7 \\ -1 & 9 & 8 \\ 5 & 6 & 7 \\ 6 & -5 & 9 \end{pmatrix} \quad \text{augment}(A, B) = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 & 2 & 5 & 7 \\ 0 & 8 & 4 & -1 & 9 & 8 \\ 1 & 6 & 6 & 5 & 6 & 7 \\ 3 & 4 & 5 & 6 & -5 & 9 \end{pmatrix}$$

5. *Stack* (A, B). Funksiya ilk sətirləri A matrisindən, yerdə qalan sətirləri B matrisindən ibarət yeni matris yaradır. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 0 & 8 & 4 \\ 1 & 6 & 6 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix} \quad B := \begin{pmatrix} 2 & 5 & 7 \\ -1 & 9 & 8 \\ 5 & 6 & 7 \\ 6 & -5 & 9 \end{pmatrix} \quad \text{stack}(A, B) = \begin{pmatrix} 1 & 3 & 5 \\ 0 & 8 & 4 \\ 1 & 6 & 6 \\ 3 & 4 & 5 \\ 2 & 5 & 7 \\ -1 & 9 & 8 \\ 5 & 6 & 7 \\ 6 & -5 & 9 \end{pmatrix}$$

6. *Submatrix* (A, ri, rj, ci, cj). Funksiya sətirləri A matrisinin ri sətirlərindən rj sətirlərinə qədər sətirlərdən, sütunları ci sütunundan, cj sütununa qədər sütunlardan təşkil edilmiş yeni matris yaradır ($ri \leq rj$, $ci \leq cj$). Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 11 & 12 & 13 \\ 3 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} \quad \text{submatrix}(A, 1, 2, 0, 1) = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

7. *tr* (A). Funksiya kvadrat A matrisinin izini hesablayır. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 6 \\ 5 & 1 & 3 & 4 \\ 5 & 7 & 8 & 9 \\ 9 & 8 & 2 & 3 \end{pmatrix} \quad \text{tr}(A) = 13$$

8. *Rank* (A) . Funksiya A matrisinin ranqını hesablayır:

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 3 & 4 & 6 \\ 5 & 1 & 3 & 4 \\ 5 & 7 & 8 & 9 \\ 9 & 8 & 2 & 3 \end{pmatrix} \quad \text{rank}(A) = 4$$

9. *Max* (A) və *Min* (A) . Funksiya A matrisinin müvafiq olaraq ən böyük və ən kiçik elementini hesablayır. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 & 1 \\ 4 & 5 & 8 & 9 \\ 9 & 23 & 45 & 1 \end{pmatrix} \quad \max(A) = 45 \quad \min(A) = 1$$

10. *Cols* (A) və *Rows* (A) . Funksiyaları müvafiq olaraq A matrisinin sütunlarının və sətirlərinin sayını hesablayır. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 & 1 \\ 4 & 5 & 8 & 9 \\ 9 & 23 & 45 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{cols}(A) = 4 \quad \text{rows}(A) = 3$$

11. *Last* (v) . Funksiya vektorun son komponentinin indeksini tapır. Məsələn,

$$V := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 5 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix} \quad \text{last}(V) = 5$$

12. *Length* (v) . Funksiya vektorun komponentlərinin sayını tapır. Məsələn,

$$V := \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 5 \\ -2 \\ 3 \end{pmatrix} \quad \text{length}(V) = 6$$

13. *Norm*(A), *norm2* (A), *norme*(A), *normi*(A) . Funksiyalar müvafiq olaraq kvadrat A matrisinin L_1, L_2 və Evklid fəzalarında normasını və max-normanı hesablayır. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 3 & 1 \\ 3 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} \quad \begin{array}{l} \text{norm1}(A) = 8 \quad \text{norm2}(A) = 6.776 \\ \text{norme}(A) = 7.55 \quad \text{normi}(A) = 9 \end{array}$$

14. *Rref* (A) . Funksiya A matrisini vahid bazis minorlu pilləvari matrisə çevirir. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & 4 & 6 & 1 \\ 4 & 5 & 8 & 9 \\ 9 & 23 & 45 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{rref}(A) = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 3.073 \\ 0 & 1 & 0 & 1.587 \\ 0 & 0 & 1 & -1.404 \end{pmatrix}$$

15. *Eigenvals* (A). Funksiya kvadrat matrisin məxsusi ədədlərini təyin edir. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 11 & 12 & 13 \\ 3 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} \quad \text{eigenvals}(A) = \begin{pmatrix} 14.751 \\ 1.033 \\ 3.216 \end{pmatrix}$$

16. *Eigenvec* (A,I). Funksiya I məxsusi ədədinə uyğun A matrisinin məxsusi vektorunu təyin edir. Məsələn,

$$C := \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 3 & 4 & 1 \end{pmatrix} \quad \text{eigenvecs}(C) = \begin{pmatrix} 0.625 & 0.76 & -0.415 \\ 0.321 & -0.611 & -0.432 \\ 0.711 & 0.222 & 0.801 \end{pmatrix}$$

$$L := \text{eigenvals}(C) \quad \text{eigenvec}(C, L_2) = \begin{pmatrix} -0.76 \\ 0.611 \\ -0.222 \end{pmatrix}$$

17. *Eigenvecs* (A). Funksiya A kvadrat matrisinin məxsusi vektorlarını hesablayır. Funksiyanın tətbiqi sütunları A matrisinin məxsusi ədədlərinə uyğun vektorlar olan matris verir. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 11 & 12 & 13 \\ 3 & 4 & 2 \\ 0 & 1 & 4 \end{pmatrix} \quad \text{eigenvecs}(A) = \begin{pmatrix} 0.962 & -0.587 & -0.342 \\ 0.273 & 0.767 & -0.58 \\ 0.025 & -0.259 & 0.74 \end{pmatrix}$$

18. *Sort*(V), *csort*(A,i), *rsort*(A,i), *reverse*(V) funksiyaları müvafiq olaraq V vektorunun elementlərinin, A matrisinin i-ci sütununun elementlərini, A matrisinin i-ci sətirinin elementlərini ədədi qiymətlərinin artma ardıcılığı ilə və V vektorunun elementlərini indeksin azalma ardıcılığı ilə nizamlayır. Məsələn,

$$V := \begin{pmatrix} 1 \\ -3 \\ 2 \end{pmatrix} \quad \text{sort}(V) = \begin{pmatrix} -3 \\ 1 \\ 2 \end{pmatrix} \quad \text{reverse}(V) = \begin{pmatrix} 2 \\ -3 \\ 1 \end{pmatrix}$$

$$A := \begin{pmatrix} 1 & -3 & 5 \\ 2 & 0 & 9 \\ -4 & -34 & 6 \end{pmatrix} \quad \text{csort}(A, 1) = \begin{pmatrix} -4 & -34 & 6 \\ 1 & -3 & 5 \\ 2 & 0 & 9 \end{pmatrix}$$

$$\text{rsort}(A, 0) = \begin{pmatrix} -3 & 1 & 5 \\ 0 & 2 & 9 \\ -34 & -4 & 6 \end{pmatrix}$$

Matris və vektorlarla yuxarıda qeyd olunan əməliyyat vasitələrindən istifadə etməklə matrislər nəzəriyyəsinin bir sıra təklif, teorem və lemmalarını isbat etmək olar. Misal olaraq, aşağıdakı təklifin doğruluğunu isbat edək:

$$\text{Təklif: } \det A^{-1} = \frac{1}{\det A}$$

Doğrudan da, verilmiş A matrisi

$$A := \begin{pmatrix} a11 & a12 \\ a21 & a22 \end{pmatrix}$$

üçün

$$|A| \rightarrow a11 \cdot a22 - a12 \cdot a21 \quad \frac{1}{|A|} \rightarrow \frac{1}{(a11 \cdot a22 - a12 \cdot a21)}$$

$$|A^{-1}| \rightarrow \frac{1}{(a11 \cdot a22 - a12 \cdot a21)}$$

Xətti tənliklər sistemi *Mathcad*-da bir sıra vasitələrlə həll edilə bilər. Bunlardan bir neçəsi ilə tanış olaq:

- Given-Find hesablaşma bloku vasitəsilə¹; Məsələn,

$$x := 9 \quad y := 1 \quad z := 0$$

Given

$$x - 5 \cdot y + 2 \cdot z = 1$$

$$0.7 \cdot x - 2 \cdot y + 5 \cdot z = 2.9$$

$$3 \cdot x - 2 \cdot y + 4 \cdot z = 23$$

$$\text{Find}(x, y, z) = \begin{pmatrix} 9.865 \\ 1.392 \\ -0.953 \end{pmatrix}$$

- Lsolve(A,b) funksiyasını tətbiq etməklə; İlk öncə sistem $Ax = b$ şəklinə salınmalı və A matrisi və b-vektoru daxil edilməli, sonra isə funksiya tətbiq edilməlidir. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & -5 & 2 \\ 0.7 & -2 & 5 \\ 3 & -2 & 4 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 1 \\ 2.9 \\ 23 \end{pmatrix} \quad \text{lsolve}(A, b) = \begin{pmatrix} 8.727 \\ 1.534 \\ -0.028 \end{pmatrix}$$

Nəticənin yoxlanılması:

¹ Blok qeyri-xətti tənliklər sisteminin həllində olduğu kimi tətbiq olunur.

$$A \cdot \text{lsolve}(A, b) = \begin{pmatrix} 1 \\ 2.9 \\ 23 \end{pmatrix}$$

- Sistemin həllini $x = A^{-1}b$ kimi təyin etməklə; Məlumdur ki, bunun üçün $Ax = b$ şəklində verilmiş sistem qeyri-sinqulyar olmalıdır. Məsələn,

$$A := \begin{pmatrix} 1 & -5 & 2 \\ 0.7 & -2 & 5 \\ 3 & -2 & 4 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 1 \\ 2.9 \\ 23 \end{pmatrix} \quad x := A^{-1} \cdot b \quad x = \begin{pmatrix} 8.727 \\ 1.534 \\ -0.028 \end{pmatrix}$$

- Konkret ədədi üsulu tətbiq etməklə; Misal olaraq xətti tənliklər sistemini Gauss və Zeydel üsulu ilə həll edək:

1. Gauss üsulu. Bu üsulla

$$\begin{cases} 13x - 2y - 5z = -6 \\ 4x - 12y + 3z = -11 \\ 2x - 2y + 9z = 23 \end{cases}$$

xətti tənliklər sistemini həll etmək üçün aşağıdakı əməliyyatları yerinə yetirməliyik:

1. Sistemi matris $-Ax=b$ formasına gətirib, A matrisini və b vektorunu *Mathcad* sənədinə daxil etməli;

$$A := \begin{pmatrix} 13 & -2 & -5 \\ 4 & -12 & 3 \\ 2 & -2 & 9 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} -6 \\ -11 \\ 23 \end{pmatrix}$$

2. A matrisinin genişlənməmiş Ar matrisini yaratmalı;

$$Ar := \text{augment}(A, b)$$

3. Ar- matrisini pilləvari matrisə gətirməli;

$$Ag := \text{rref}(Ar)$$

4. Pilləvari formaya gətirilmiş matrisin son sütunu sistemin həlli olduğundan, matrisdən sistemin həlli olan x vektorunu təyin etməli;

$$x := \text{submatrix} (Ag, 0, 2, 3, 3) \quad x = \begin{pmatrix} 0.902 \\ 1.912 \\ 2.78 \end{pmatrix}$$

5. Alınmış vektorun sistemin həlli olduğunu yoxlamalı.

$$A \cdot x = \begin{pmatrix} -6 \\ -11 \\ 23 \end{pmatrix}$$

2. **Zeydel üsulu.** Zeydel üsulunun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, $Ax = b$ tənliklər sistemi $x = c + Bx$ formasına gətirilir və sistemin həlli $x^{(k)} = c + Bx^{(k-1)}$, $k=1, 2, \dots$ ardıcılığının limiti kimi təyin edilir. Qeyd edək ki, üsulun yığılması üçün

$$\|B\| < 1 \text{ və } \frac{\|x^{(k)} - x^{(k-1)}\|}{\|x^{(k)}\|} \leq \varepsilon$$

şərti ödənilməlidir. Burada $\|\cdot\|$ -matris və vektorun norması, ε isə qəbul edilmiş xətdir.

Məsələnin *Mathcad*-da həlli aşağıdakı alqoritmlə yerinə yetirilir:

1. Sistemin A matrisi və b vektoru daxil edilir; Məsələn,

$$\text{ORIGIN} := 1 \quad A := \begin{pmatrix} 15 & 3 & 4 & 5 \\ 2 & 16 & 4 & 5 \\ 2 & 3 & 17 & 5 \\ 2 & 3 & 4 & 18 \end{pmatrix} \quad b := \begin{pmatrix} 13 \\ -1 \\ 17 \\ -50 \end{pmatrix}$$

2. Sistem $x = Bx + c$ formasına gətirilir, B matrisi və c vektoru təyin olunur;

$$PB(A, n) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..n \\ \text{for } j \in 1..n \\ \left| \begin{array}{l} B_{i,j} \leftarrow 0 \text{ if } i=j \\ B_{i,j} \leftarrow \frac{-A_{i,j}}{A_{i,i}} \text{ if } i \neq j \end{array} \right. \\ B \end{cases} \quad Pc(A, b, n) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..n \\ c_i \leftarrow \frac{b_i}{A_{i,i}} \\ c \end{cases}$$

$$B := PB(A, 4)$$

$$B = \begin{pmatrix} 0 & -0.2 & -0.2666666667 & -0.3333333333 \\ -0.125 & 0 & -0.25 & -0.3125 \\ -0.1176470588 & -0.1764705882 & 0 & -0.2941176471 \\ -0.1111111111 & -0.1666666667 & -0.2222222222 & 0 \end{pmatrix}$$

$$c := Pc(A, b, 4) \quad c = \begin{pmatrix} 0.8666666667 \\ -0.0625 \\ 1 \\ -2.7777777778 \end{pmatrix}$$

3. Yığılma üçün kafi şərt: $\|B\| \leq 1$ yoxlanılır;

$$\text{normB}(B, n) := \begin{cases} \text{for } i \in 1..n \\ s_i \leftarrow \sum_{j=1}^n |B_{i,j}| \\ \max(s) \end{cases}$$

$$\text{normB}(B, 4) = 0.8$$

4. Başlanğıc yaxınlaşma vektoru daxil edilir;

$$x0 := \begin{pmatrix} 0 \\ -1 \\ 1.2 \\ 2 \end{pmatrix}$$

6. Ardıcıl yaxınlaşmalar hesablanır:

```

zeid(B, c, n, k, x0) := y ← x0
                      for m ∈ 1..k
                        x ← y
                        for i ∈ 1..n
                          u ← 0
                          j ← 1
                          while 1 ≤ j < i
                            u ← u + Bi,j·yj
                            j ← j + 1
                          j ← i + 1
                          while i < j ≤ n
                            u ← u + Bi,j·xj
                            j ← j + 1
                          yi ← u + ci
                        for i ∈ 1..n
                          rezm,i ← yi
                      rez
y := zeid ( B , c , 4 , 10 , x0 )

```

7. Üsulun xətası hesablanır və sistemin həlli təyin edilir.

$$i := 1 .. 4 \quad d_i := |y_{10,i} - x_i| \quad \max (d) = 6.7149530381 \times 10^{-8}$$

y_{10,i} =

1.4529914397
0.3760684432
1.7606837815
-3.3931624075

1.12 ADI DİFERENSİAL TƏNLİKLƏRİN HƏLLİ

1.12.1 Adi diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsinin həlli.

Mathcad-da diferensial tənliklər yalnız ədədi üsullarla həll olunur və bu üsulları tətbiq etmək üçün konkret funksiyalara müraciət etmək lazımdır. Normal diferensial tənliklər sistemi üçün Koşi məsələsi aşağıdakı funksiyalar vasitəsilə həll olunur:

- Rkfixed(y,x1.x2,n,D)¹,
- Rkadapt(y,x1.x2,n,D)²,
- Rkadapt(y,x1.x2,acc,n,D,kmax,s)³,
- Bulstoer(y,x1.x2,n,D)⁴,
- Bulstoer(y,x1.x2,acc,n,D,kmax,s)⁵,

burada y-başlanğıc şərtlər vektoru, x1- inteqrallama parçasının başlanğıc, x2- bu parçanın son və ya qeyd olunmuş nöqtələri, n-inteqrallama parçasının düyün nöqtələrinin sayı, D elementləri $f_i(x,y)$ olan vektor, acc-inteqrallama addımı avtomatik seçiləndə həllin xətasını tənzimləyən parametr,

¹ Məsələni parçada sabit addımlı Runqe-Kutta üsulu ilə həll edir.

² Məsələni parçada dəyişən addımlı Runqe-Kutta üsulu ilə həll edir.

³ Məsələni qeyd olunan nöqtədə dəyişən addımlı Runqe-Kutta üsulu ilə həll edir.

⁴ Məsələni parçada Bulirş-Şter üsulu ilə həll edir.

⁵ Məsələni qeyd olunmuş nöqtədə Bulirş-Şter üsulu ilə həll edir.

kmax- düyün nöqtələrinin maksimal sayı, s-qeyri-bərabər addımlı şəbəkə üçün addımın ən kiçik qiymətidir.

Məsələnin həlli $n+1$ sütuna malik matris və ya qrafik şəklində əks olunur. Belə ki, matrisin birinci sütunu inteqrallama parçasının düyün nöqtələrindən, ikinci sütun düyün nöqtələrində funksiyanın qiymətlərindən, yerdə qalan sütunlar isə müvafiq törəmələrin düyün nöqtələrində qiymətlərindən təşkil olunmuşdur. Məsələn, Volter – Lotki sisteminə baxaq. Bu sistem qapalı arealda yırtıcılar və təcavüzə məruz qalan heyvanların sayının artım dinamikasını təsvir edir:

$$\frac{dN_1}{dt} = N_1(\varepsilon_1 - \gamma_2 N_2)$$

$$\frac{dN_2}{dt} = N_2(\varepsilon_2 - \gamma_1 N_1)$$

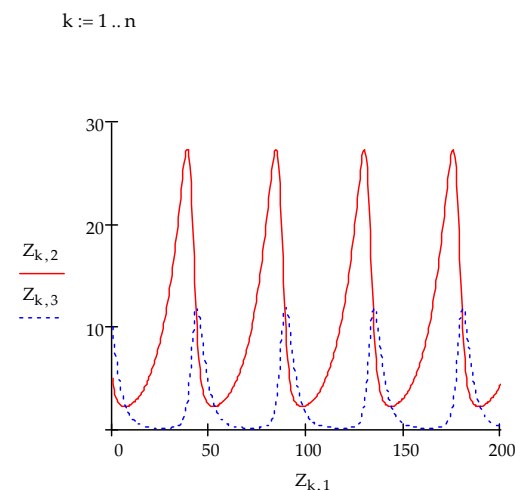
Fərz edək ki, başlanğıc anda yırtıcıların sayı- $N_1 = 5$, təcavüzə məruz qalan heyvanların sayı- $N_2 = 10$, $\varepsilon = \begin{pmatrix} 0,1 \\ 0,3 \end{pmatrix}$, $\gamma = \begin{pmatrix} 0,03 \\ 0,04 \end{pmatrix}$ vaxt interavlı $[0;200]$, inteqrallama nöqtələrinin sayı $n=400$ -dir. Məsələni həll etmək üçün başlanğıc verilənləri daxil etdikdən sonra, Rkfixed funksiyasını tətbiq etmək və alınan həll əsasında yırtıcı və təcavüzə məruz qalan heyvanların populyasiyasının artım dinamikasının qrafikini qurmaq lazımdır (şək. 1.12-1).

$$\text{ORIGIN} := 1 \quad t := 200 \quad n := 400 \quad \gamma := \begin{pmatrix} 0.03 \\ 0.04 \end{pmatrix} \quad N := \begin{pmatrix} 5 \\ 10 \end{pmatrix} \quad \varepsilon := \begin{pmatrix} 0.1 \\ 0.3 \end{pmatrix}$$

$$D(t, N) := \begin{bmatrix} N_1(\varepsilon_1 - \gamma_2 \cdot N_2) \\ -N_2(\varepsilon_2 - \gamma_1 \cdot N_1) \end{bmatrix} \quad Z := \text{rkfixed}(N, 0, t, n, D)$$

	1	2	3
1	0	5	10
2	0.5	337	229
3	1	.82	444
4	1.5	419	572
5	2	106	334
6	2.5	362	241
7	3	573	599
8	3.5	528	.01
9	4	417	475
10	4.5	335	391
11	5	276	556
12	5.5	238	166
13	6	216	318
14	6.5	209	507
15	7	215	231
16	7.5	232	385

Z =



şək. 1.12-1

Yüksək tərtibli diferensial tənliklər normal diferensial tənliklər sisteminə gətirildiyindən onlar yuxarıda qeyd olunan funksiyalar vasitəsilə həll oluna bilər. Məsələn, harmonik osilyator üçün Koşi məsələsinə baxaq:

$$y'' + 2\beta y' + \omega^2 y = 0$$

$$y'(0) = 0$$

$$y''(0) = 1$$

Asanlıqla baxılan məsələ aşağıdakı sistem tənlik üçün Koşi məsələsinin həllinə gətirilir.

$$\begin{cases} y' = x \\ x' = -2\beta x - \omega^2 y \\ y'(0) = 0 \\ x'(0) = 1 \end{cases}$$

Məsələnin həlli üçün Rkfixed, Rkadapt, Bulstoer funksiyalarını tətbiq edək. Bu zaman baxılan məsələnin həll alqoritmi aşağıdakı şəkildə olacaqdır (şək. 1.12-2). Bu üsulla hansı funksiyanın məsələni daha dəqiq və sürətlə yerinə yetirdiyini təyin etmək olar¹.

Sərt sistemlər halında Koşi məsələsinin həlli üçün aşağıdakı funksiyalardan istifadə olunur:

- Stiff(y,x1.x2,acc,D,J)²
- Siff(y,x1.x2,acc,D,J,kmax,s)³
- Stiffb(y,x1.x2,acc,D,J)⁴

etmək olar. Burada,

$$J(x, y) = \begin{pmatrix} \frac{\partial f_1(x, y)}{\partial x} & \frac{\partial f_1(x, y)}{\partial y_1} & \dots & \frac{\partial f_1(x, y)}{\partial y_n} \\ \frac{\partial f_2(x, y)}{\partial x} & \frac{\partial f_2(x, y)}{\partial y_1} & \dots & \frac{\partial f_2(x, y)}{\partial y_n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{\partial f_n(x, y)}{\partial x} & \frac{\partial f_n(x, y)}{\partial y_1} & \dots & \frac{\partial f_n(x, y)}{\partial y_n} \end{pmatrix}$$

$$y := \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \quad \beta := 0.1 \quad \omega := 1 \quad n := 100 \quad D(t, y) := \begin{pmatrix} y_1 \\ -2\beta \cdot y_1 - y_0 \cdot \omega \end{pmatrix}$$

k := 1..n

¹ Rkfixed funksiyasından fərqli olaraq Rkadapt funksiyası dəyişən addımlı Runqe-Kutta üsuluna əsaslanır və onun əsasında aparılan hesablama daha dəqiq olub, daha sürətlə yerinə yetirilir. Bulstoer funksiyasını həll hamar olduqda tətbiq etmək məsləhətdir.

² Sərt sistemlərin həllini parçada Rozenbrok alqoritmi ilə axtarır.

³ Sərt sistemlərin həllini qeyd olunmuş nöqtədə Rozenbrok alqoritmi ilə axtarır.

⁴ Sərt sistemlərin həllini qeyd olunmuş nöqtədə Bulirş-Şter alqoritmi ilə axtarır.

Z2 := Rkadapt (y, 0, 5π, n, D)

Z := rkfixed (y, 0, 5π, n, D)

Z =

	0	1	2
0	0	0	1
1	0.157	0.154	0.957
2	0.314	0.3	0.892
3	0.471	0.433	0.808
4	0.628	0.552	0.706
5	0.785	0.654	0.591
6	0.942	0.737	0.465
7	1.1	0.8	0.331
8	1.257	0.841	0.194
9	1.414	0.861	0.056
10	1.571	0.859	0.079
11	1.728	0.836	0.208
12	1.885	0.794	0.328
13	2.042	0.734	0.436
14	2.199	0.658	-0.53
15	2.356	0.568	0.609

Z2 =

	0	1	2	3
0	0	0	1	
1	0.157	0.154	0.957	
2	0.314	0.3	0.892	
3	0.471	0.433	0.808	
4	0.628	0.552	0.706	
5	0.785	0.654	0.591	
6	0.942	0.737	0.465	
7	1.1	0.8	0.331	
8	1.257	0.841	0.194	
9	1.414	0.861	0.056	
10	1.571	0.859	0.079	
11	1.728	0.836	0.208	
12	1.885	0.794	0.328	
13	2.042	0.734	0.436	
14	2.199	0.658	0.53	
15	2.356	0.568	0.609	
16	2.513	0.467	0.67	

Z1 := Rkadapt (y, 0, 5π, n, D)

Z1 =

	0	1	2
0	0	0	1
1	0.157	0.154	0.957
2	0.314	0.3	0.892
3	0.471	0.433	0.808
4	0.628	0.552	0.706
5	0.785	0.654	0.591
6	0.942	0.737	0.465
7	1.1	0.8	0.331
8	1.257	0.841	0.194
9	1.414	0.861	0.056
10	1.571	0.859	0.079
11	1.728	0.836	0.208
12	1.885	0.794	0.328
13	2.042	0.734	0.436
14	2.199	0.658	-0.53

şək. 1.12-2

Sərt sistemlərə misal olaraq aşağıdakı sistemin

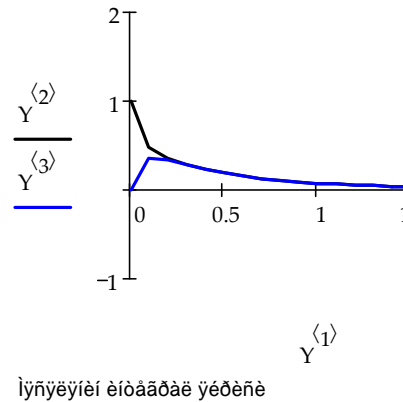
$$\begin{cases} y_1' = -11y_1 + 9y_2 \\ y_2' = -9y_1 + 11y_2 \end{cases}$$

$y_1(0)=1, y_2(0)=0$ şərtlərini ödəyən həllinin axtarılması məsələsinə baxaq. Məsələni həll etmək üçün inteqrallama parçasının düyün nöqtələrinin sayını 20 qəbul edərək, Stiff funksiyasını tətbiq edək və alınan nəticələr əsasında məsələnin inteqral və faza əyrilərini quraq (şək.1.12-3)

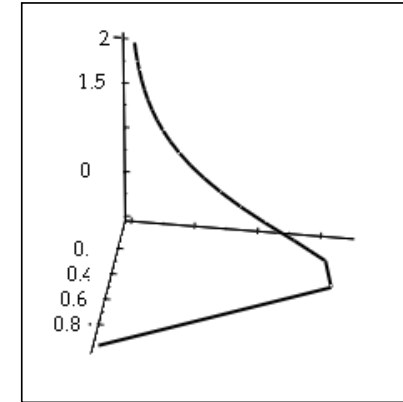
$$\text{ORIGIN} := 1 \quad y := \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \quad D(x, y) := \begin{pmatrix} -11 \cdot y_1 + 9 \cdot y_2 \\ 9 \cdot y_1 - 11 \cdot y_2 \end{pmatrix}$$

$$Y := \text{Stiff}(y, 0, 2, 20, D, J) \quad J(x, y) := \begin{pmatrix} 0 & -11 & 9 \\ 0 & 9 & -11 \end{pmatrix}$$

	1	2	3
1	0	1	0
2	0.1	477	342
3	0.2	344	326
4	0.3	276	273
5	0.4	225	225
6	0.5	184	184
7	0.6	151	151
8	0.7	123	123
9	0.8	101	101
10	0.9	83	83
11	1	68	68
12	1.1	55	55
13	1.2	45	45
14	1.3	37	37
15	1.4	30	30
16	1.5	25	25



İynyeyiei eioadae yedene



$(Y^{(2)}, Y^{(3)}, Y^{(1)})$
İynyeyiei daça yedene

şək. 1.12-3

Mathcad paketində diferensial tənlik üçün Koşi məsələsi həmçinin, *Given/Odesolve* hesablama blokundan istifadə etməklə də həll edilə bilər. Məsələn, fərz edək ki,

$$y' = y - x \ln(x)$$

$$y(0) = 0,5$$

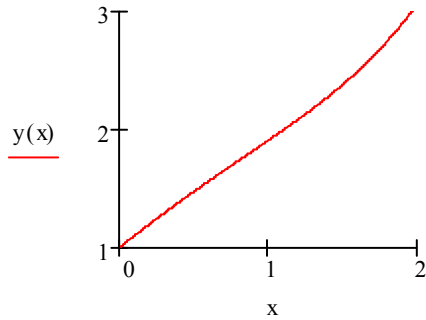
Koşi məsələsini həll etmək lazımdır. Məsələni həll etmək üçün sənədə *Given* sözünü, tənliyi və başlanğıc şərtini daxil etmək lazımdır. Bu zaman bərabərlik işarəsi «Ctrl+=» qızğın düyməsi vasitəsilə daxil edilməlidir. Daha sonra, *odesolve(x,b)* funksiyasını tətbiq etmək və nəticəni qrafik şəklində əks etdirmək lazımdır (şək.1.12-4).

Given

$$\frac{d}{dx}y(x) = y(x) - \frac{x}{5} - \sin(x)$$

$$y(0) = 1$$

$$y := \text{odesolve}(x, 2)$$



şək.1.12-4

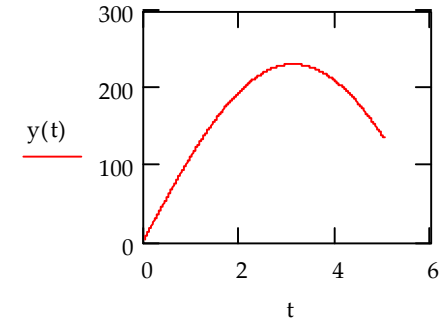
Eyni qaydada yüksək tərtibli diferensial tənliklər üçün Koşi məsələsi həll olunur. Məsələn, aşağıdakı yazılış $y'' + 0,1y' + y = 0$ tənliyini $y(0) = 0,1$, $y'(0) = 0$ başlanğıc şərtləri daxilində həll etməyi və nəticənin inteqral əyrisi şəklində əks olunmasını təmin edir.

Given

$$4 \cdot \frac{d^2}{dt^2}y(t) + y(t) = 0$$

$$y(5) = 135 \quad y(0) = 4$$

$$y := \text{Odesolve}(t, 5)$$



Qeyd edək ki, ədədi üsullarla tanış olan istifadəçilər *Mathcad*-in imkanlarından istifadə etməklə diferensial tənliyi digər məlum ədədi üsullarla həll edə bilər. Məsələn, birinci tərtib $y' = f(x, y)$ üçün Koşi məsələsini Eylər üsulu[5] ilə həll edək. Tutaq ki, $f(x, y) = y - x \sin(x)$, $x \in [0, 1]$ və $y(0) = 1$. Koşi məsələsini həll etmək üçün ilk növbədə bölgü nöqtələrinin sayı, başlanğıc şərt daxil edilir və addım müəyyən edilir. Sonra x və y vektoru Eylər üsuluna görə hesablanır və hesablamaların nəticəsi cədvəl və qrafik şəklində ekranda əks olunur (şək.1.12-5).

$$a := 0 \quad b := 1. \quad f(x, y) := y - x \cdot \sin(x)$$

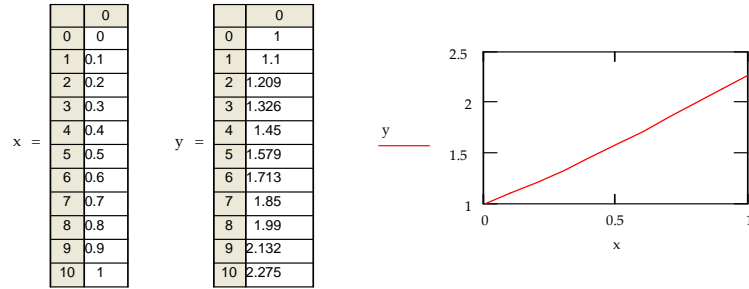
$$n := 10 \quad h := \frac{b - a}{10}$$

$$x_0 := 0 \quad y_0 := 1$$

$$j := 1..n$$

$$x_j := x_0 + j \cdot h$$

$$y_j := y_{j-1} + h \cdot f(x_{j-1}, y_{j-1})$$



şək.1.12-5

1.12-2 Adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsi.

Mathcad-da adi diferensial tənliklər üçün sərhəd məsələsinin həll üsullarından biri «atəş» üsuludur. Üsulun ideyası ondan ibarətdir ki, sərhəddə məsələnin həlli üçün çatışmayan şərtlər təyin olunur. Konkret məsələnin həllinə bu üsulu tətbiq edək. Fərz edək ki,

$$y'' + 2\beta y + \omega_0^2 y = 0 \quad (1.12-1)$$

$$y(0) = 1, \quad y(5\pi) = 0 \quad (1.12-2)$$

sərhəd məsələsini həll etmək tələb olunur.

Məsələnin həlli üçün iki tərtibli (1.12-1) tənliyini aşağıdakı sistem tənliyə gətirək

$$\begin{cases} y' = z \\ z' = -2\beta z - \omega_0^2 y \end{cases} \quad (1.12-3)$$

və (1.12-2)-(1.12-3) məsələsinin həllinə «atəş» üsulunu tətbiq edək. Bunun üçün *Sbval*(v,x0,xn,D,load,score) funksiyasından istifadə etməliyik, burada x0, xn həllin axtarıldığı intervalın sərhədləri, D(x,y) elementləri tənliklər sisteminin sağından

təşkil olunmuş vektor funksiya, *load*(xmin,v) - elementləri tənliklər sisteminin həll intervalının solunda axtarılan funksiyanın qiymətlərindən ibarət vektor funksiyadır, *score*(xn,y) - elementləri v vektorunun elementlərinin sayı qədər olan vektor funksiyadır və onun hər bir elementi həll intervalının son nöqtəsindəki qiymət ilə başlanğıc qiymət arasındakı fərqi bildirir. Əgər sol sərhəddə axtarılan funksiyanın qiymətlərinin hamısı məlum deyilsə, naməlum qiymətlər v vektorunda başlanğıc yaxınlaşma kimi istifadəçi tərəfindən verilir. Baxılan məsələ üçün z funksiyasının x0 nöqtəsində qiyməti məlum olmadığından onun üçün başlanğıc qiyməti v vektorunda veririk və bundan sonra *load*(xmin,v) və *score*(xn,y), D(t,y) funksiyalarını təyin edib, *Sbval*(v,x0,xn,D,load,score) funksiyasını tətbiq edərək çatışmayan şərti təyin edirik.

$$x0 := 0 \quad xn := 5\pi \quad \beta := 0.1 \quad \omega_0 := 1 \quad v := \begin{pmatrix} 0 \\ 0.1 \end{pmatrix}$$

$$\text{load}(x0, v) := \begin{pmatrix} 1 \\ v0 \end{pmatrix} \quad \text{score}(xn, y) := y0 - 0$$

$$D(t, y) := \begin{bmatrix} y1 \\ -2 \cdot \beta \cdot y1 - y0 (\omega_0)^2 \end{bmatrix}$$

$$S := \text{sbval}(v, x0, xn, D, \text{load}, \text{score})$$

$$S = \begin{pmatrix} 12.511 \\ -1.151 \end{pmatrix}$$

Çatışmayan şərt təyin edildikdən sonra Koşi məsələsinin həlli üçün nəzərdə tutulmuş funksiyalardan biri, məsələnin *Rkfixed* funksiyasını tətbiq etməklə (1.12-2)-(1.12-3) məsələsinin həllini tapmaq olar (şək.1.12-6).

$$y := \begin{pmatrix} 1 \\ S_0 \end{pmatrix} \quad Z := \text{rkfixed}(y, x_0, x_n, 500, D)$$

	0	1	2
0	0	1	2.511
1	0.031	1.391	2.395
2	0.063	1.779	2.268
3	0.094	2.162	2.129
4	0.126	2.541	1.979
5	0.157	2.914	1.819
6	0.188	3.283	1.648
7	0.22	3.646	1.466
8	0.251	4.003	1.275
9	0.283	4.355	1.073
10	0.314	4.699	0.862
11	0.346	5.037	0.642
12	0.377	5.368	0.412
13	0.408	5.691	0.174
14	0.44	6.007	0.927
15	0.471	6.315	0.671

şək.1.12-6

Sərhəd şərti mürəkkəb formada verildikdə yuxarıda qeyd olunan üsulu tətbiq etmək mümkün olmur. Bu halda sərhəd məsələsinin həlli sonlu fərqlər üsulu ilə həll oluna bilər [5].

1.13 XÜSUSİ TÖRƏMƏLİ DİFERENSIAL TƏNLİKLƏRİN HƏLLİ

Xüsusi törəməli diferensial tənliklərin həll üsullarından biri şəbəkə üsuludur. Üsulu tətbiq etdikdə, ilk öncə həllin

axtarıldığı oblastı paralel düz xəttlərlə şəbəkələrə bölüb, məsələnin təqribi həllini şəbəkənin düyün nöqtələrində tapmaq lazımdır. Bunun üçün tənlikdə (x,y) nöqtəsini (x_i, y_i) düyün nöqtəsilə və bu nöqtələrdə törəmələri uyğun sonlu fərqlərlə¹ əvəz edib, alınan fərq tənliklər sistemini həll etmək lazımdır². Şəbəkə üsulunu baxılan məsələlərin həllərinin varlığını və yeganəliyini fərz etməklə hiperbolik, parabolik və elliptik tip tənliklərə tətbiq edək.

• Hiperbolik tip tənlik

Misal kimi dalğa tənliyi üçün qarışıq məsələyə baxaq:

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 u}{\partial t^2}$$

$$u(x,0) = \sin \frac{x\pi}{50}, \quad u_t(x,0) = 0, \quad (0 \leq x \leq s) \quad (1.13-1)$$

$$u(t,0) = u(t,s) = 0$$

Tənliyə, başlanğıc və sərhəd şərtlərinə aşkar sonlu fərqlər sxemini tətbiq edib, qruplaşdırma apardıqdan sonra baxılan məsələ aşağıdakı tənliklər sisteminin həllinə gətirilir:

$$u_{i,j+1} = v^2 \left(\frac{\tau}{h} \right)^2 (u_{i+1,j} - 2u_{i,j} + u_{i-1,j}) + 2u_{i,j} - u_{i,j-1}$$

$$u_{i,0} = \sin \frac{i\pi}{50}, \quad u_{i,1} = u_{i,0} \quad i = \overline{0, m}, \quad (1.13-2)$$

$$u_{0,j} = u_{n,j} = 0 \quad j = \overline{0, n}$$

$a = v^2$ və $k = \left(\frac{\tau}{h} \right)^2$ qəbul edərək, (1.13-2) sistemini *Mathcad*-da

matrislər cəbri üçün nəzərdə tutulmuş vasitələrlə həll edib, nəticəni cədvəl şəklində əks etdirmək olar (şək.1.13-1).

¹ Məsələnin qoyuluşundan asılı olaraq müxtəlif fərq sxemlərini [5] tətbiq etmək olar.

² Fərq tənliklər sisteminin həlli məsələnin şəbəkənin düyün nöqtələrində təqribi həlli hesab edilir.

n := 20 m := 100 i := 0..m j := 0..n
 u_{i,0} := sin(π·i / 50) u_{i,1} := u_{i,0} u_{0,j} := 0 u_{m,j} := 0

a := 1 k := 0.02

i := 1..m - 1 j := 1..n - 1

u_{i,j+1} := a²·(u_{i+1,j} - 2·u_{i,j} + u_{i-1,j}) + 2·u_{i,j} - u_{i,j-1}

	13	14	15	16	17	18	19
83	-0.841	-1.085	-0.261	0.858	1.169	0.325	-0.886
84	-0.792	-1.065	-0.293	0.804	1.151	0.365	-0.827
85	-0.74	-1.04	-0.325	0.747	1.129	0.404	-0.764
86	-0.686	-1.012	-0.355	0.687	1.102	0.442	-0.698
87	-0.628	-0.979	-0.383	0.624	1.07	0.477	-0.629
88	-0.569	-0.942	-0.41	0.559	1.035	0.511	-0.558
89	-0.507	-0.902	-0.436	0.492	0.995	0.543	-0.484
90	-0.443	-0.858	-0.46	0.423	0.952	0.573	-0.409
91	-0.377	-0.811	-0.482	0.352	0.904	0.6	-0.332
92	-0.31	-0.761	-0.502	0.279	0.853	0.625	-0.253
93	-0.241	-0.708	-0.52	0.206	0.799	0.648	-0.174
94	-0.172	-0.651	-0.536	0.132	0.742	0.668	-0.094
95	-0.102	-0.593	-0.55	0.057	0.681	0.685	-0.014
96	-0.031	-0.532	-0.562	-0.018	0.618	0.7	0.067
97	0.04	-0.468	-0.571	-0.093	0.553	0.712	0.147
98	0.11	-0.403	-0.578	-0.168	0.485	0.721	0.226

şək.1.13-1

Parabolik tip tənlik

Sonlu fərqlər üsulunu istilikkeçirmə tənliyi üçün qarışıq məsələnin həllinə tətbiq edək:

$$\frac{\partial u}{\partial t} = a^2 \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}$$

$$u(x, 0) = \sin \pi x + x \quad (0 \leq x \leq 1),$$

$$u(0, t) = 0 \quad u(1, t) = 1 \quad (0 \leq t \leq 0,025)$$

Qeyri-aşkar fərq sxemini tətbiq etdikdən sonra məsələ

$$(1 + 2\mu)u_{i,j+1} - \mu(u_{i+1,j+1} + u_{i-1,j+1}) = u_{i,j} \quad (i = \overline{1, n-1}, j = \overline{1, n-1})$$

$$u_{i,0} = \sin\left(\pi \frac{i}{n}\right) + \frac{i}{n}$$

$$u_{0,j} = 0 \quad u_{n,j} = 1$$

və ya matris formasında

$$\begin{pmatrix} 1+2\mu & -\mu & & & \\ -\mu & 1+2\mu & -\mu & & \\ & & & & \end{pmatrix} \begin{pmatrix} u_{1,j+1} \\ u_{2,j+1} \\ \vdots \\ u_{n-1,j+1} \\ u_{n,j+1} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{1,j} + \mu\alpha \\ u_{2,j} \\ \vdots \\ u_{n-1,j} \\ u_{n,j} + \mu\beta \end{pmatrix}$$

L M M

fərq tənliklər sisteminin həllinə gətirilir, harada

$$\mu = \frac{a\tau}{h^2}, \quad \alpha = 0, \beta = 1.$$

Şəbəkənin düyün nöqtələrinin sayını n = 30 və μ = 5 qəbul etsək, məsələnin həlli üçün Mathcad sənədi aşağıdakı şəkildə olacaq:

$$\mu := 5 \quad n := 30 \quad i := 0..n \quad j := 0..n \quad k := 0..n - 1 \quad \alpha := 0 \quad \beta := 1$$

$$u_{i,0} := \sin\left(\pi \cdot \frac{i}{n}\right) + \frac{i}{n}$$

$$u_{0,j} := \alpha \quad u_{n,j} := \beta$$

$$A_{i,i} := 1 + 2\mu \quad A_{m, m-1} := -\mu \quad A_{m-1, m} := -\mu$$

$$\mu\alpha_i := 0 \quad \mu\alpha_0 := \mu \cdot \alpha \quad \mu\beta_1 := 0 \quad \mu\beta_0 := \mu \cdot \beta$$

$$u_{\langle j+1 \rangle} := A^{-1} \cdot (u_{\langle j \rangle} + \mu\alpha + \mu\beta)$$

Elliptik tip tənlik

$$A \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} + C \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + a \frac{\partial u}{\partial x} + b \frac{\partial u}{\partial y} + cu = F(x, y), \quad (1.13-3)$$

$$D = AC - B^2 > 0,$$

elliptik tənliyinə sonlu fərqlər üsulunu tətbiq etdikdə

$$a_{i,j}u_{i+1,j} + b_{i,j}u_{i-1,j} + c_{i,j}u_{i,j+1} + d_{i,j}u_{i,j-1} + e_{i,j}u_{i,j} = f_{i,j}$$

fərq tənliklər sistemini alırıq. Sərhəd şərti verildikdə fərq tənliklər sisteminə $relax(a, b, c, d, e, f, u, rjac)$ funksiyasını tətbiq etməklə həll etmək olar və bu həll (1.13-3) tənliyi üçün sərhəd məsələsinin şəbəkənin düyün nöqtələrində təqribi həlli olacaqdır. $Relax$ funksiyasının arqumentləri olan a, b, c, d, e, f -elementləri $a_{i,j}, b_{i,j}, c_{i,j}, d_{i,j}, e_{i,j}, f_{i,j}$, olan kvadrat matrislər, u -elementləri axtarılan funksiyanın həll oblastının sərhədlərindəki qiymətlərindən və oblastın daxili nöqtələrində həllin başlanğıc yaxınlaşmalarından ibarət kvadrat matris, $rjac$ -relaksasiya prosesini idarə edən parametrdir və $0 < rjac \leq 1$.

Misal olaraq Laplas tənliyi üçün sərhəd məsələsinə baxaq.

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad (1.13-4)$$

$$u(x,1) = -1, u(x,0) = 1, u(0,y) = 1 - 2y, u(1,y) = 1 - 2y \quad (1.13-5)$$

(1.13-4)-(1.13-5) məsələsinə uyğun, fərq tənliklər sistemi aşağıdakı şəkildə olacaqdır.

$$u_{i,j}^{k+1} = \frac{1}{4}(u_{i-1,j}^k + u_{i+1,j}^k + u_{i,j-1}^k + u_{i,j+1}^k) \quad (1.13-6)$$

$$u_{i,n} = -1, u_{i,0} = 1, u_{0,j} = 1 - 2\frac{j}{n}, u_{n,j} = 1 - 2\frac{j}{n}$$

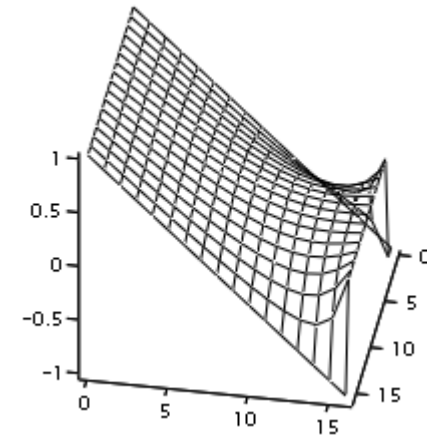
(1.13-6) fərq tənliklər sistemini relaksiya üsulu ilə həlli isə aşağıdakı *Mathcad* sənədində verilmişdir.

$$n := 16 \quad i := 0..n \quad j := 0..n$$

$$a_{i,j} := 1 \quad c := a \quad d := a \quad f_{i,j} := 0 \quad e := -4 \cdot a$$

$$u_{i,j} := 0 \quad u_{1,n} := -1 \quad u_{0,j} := 1 - 2 \cdot \frac{j}{n} \quad u_{i,0} := 1$$

$$u_{n,j} := 1 - 2 \cdot \frac{j}{n} \quad Z := relax(a, b, c, d, e, f, u, 0.95)$$



FƏSİL 2

MATLAB 7

Matlab riyazi proqram paketi keçən əsrin 70-ci illərində S.B.Moller tərəfindən yaradılmışdır və əsasən böyük elektron hesablama maşınlarında tətbiq edilirdi. 80-ci illərdə *Math Works Inc.* firmasının əməkdaşı Jon Little paketin IBM, VAX, Macintosh və Sun tipli fərdi kompüterlərdə və işçi stansiyalarda tətbiq edilməsinə nail oldu. Paketin təkmilləşmiş versiyası olan, *Matlab 7* müxtəlif sinif kompüter və əməliyyat sistemi platformasında fəaliyyət göstərən, elm və texnikanın ən müxtəlif sahələrində geniş tətbiq olunan sistemdir. *Matlab* vasitəsilə həll olunan problemlər spektri çox genişdir. Belə ki, paket siqnal və təsvirlərin işlənməsi, riyazi fizika, optimallaşdırma məsələlərinin, statistik verilənlərin analizi, neyron şəbəkələri, qeyri-səlis məntiq, elektrotexniki və radiotexniki hesablamaların və s. məsələlərin həllində əvəzsiz vasitədir.

Matlab 7 müasir ədədi və analitik üsulların həll alqoritmlərini reallaşdıran universal bir sistemdir. Bunun nəticəsində, məsələlər yüksək dəqiqliklə və operativ həll olunur. Paket həmçinin hesablamaların nəticəsinin qrafik və animasiya vasitəsilə vizuallığını təmin edir. *Matlab*-ın əsas xüsusiyyəti onun «açıq» arxitektura malik və genişlənmə bilən olmasıdır. Təcrübəli istifadəçilər nəinki, *Matlab*-da reallaşmış həll alqoritmlərindən istifadə edə bilər, həmçinin *Matlab*-ın

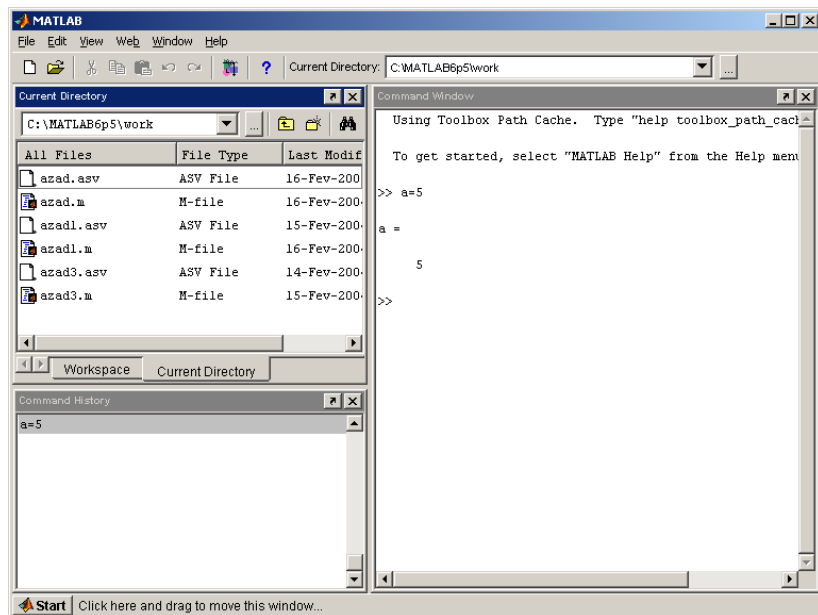
proqramlaşdırma vasitələrilə, C və ya *Fortran* proqramlaşdırma dillərində proqram tərtib etməklə fərdi alqoritm kitabxanası yarada bilər.

Matlab 7-də qrafiki proqram əlavələrin yaradılması üçün sadə interfeys vasitələri nəzərdə tutulmuşdur. Bundan başqa, paketdə tətbiq olunan API interfeysi, C və ya *Fortran* dilində yazılmış hazır proqram modullarını *Matlab*-ın əmr sətirindən və ya fayl funksiyasından çağırmağı və əksinə, həmin proqram modullarından *Matlab* funksiyalarını yerinə yetirməyi təmin edir.

2.1 İNTERFEYS ELEMENTLƏRİ VƏ ƏSAS ANLAYIŞLAR

Proqram yükləndikdə ekranda proqramın əsas interfeys pəncərəsi açılır (şək.2.1-1). Pəncərənin ən yuxarı hissəsində başlıq sətiri, ondan aşağıda menyu sətiri, alətlər paneli, işçi sahə, ən aşağıda isə cari vəziyyət sətiri yerləşir. İşçi sahənin görünüşü *View* menyusu vasitəsilə tənzimlənir. Adətən, işçi sahənin sağ hissəsində *Command History* pəncərəsi, *Launch Pad*, *Workspace*, *Current Directory* bölmələrindən ibarət pəncərə, sol hissəsində isə *Command Window* pəncərəsi yerləşir. İstifadəçi *View* menyusunun *Command History*, *Command Window*, *Launch Pad*, *Workspace*, *Current Directory* əmrlərinin qarşısında √ işarəsini götürməklə müvafiq bölmə və pəncərələri ekranda görünməz edə bilər¹. İşçi sahənin ilkin görünüşünü bərpa etmək üçün menyunun *Desktop layout*→*Default* əmrini yerinə yetirmək kifayətdir.

¹ Qeyd olunan əmrlərdən hər hansı birini təkrar yerinə yetirməklə onların qarşısında √ işarəsi yenidən əks olunacaq və müvafiq pəncərə və ya bölmə ekranda təkrar əks olunacaqdır.



şək.2.1-2

Matlab-da hesablamalar əsasən riyazi ifadələr üzərində yerinə yetirilir. Riyazi ifadə *Command Window* pəncərəsinin əmr sətirində hər hansı dəyişənin adına mənimsədilə bilər və ya `>>` işarəsindən sonra birbaşa daxil edilə bilər. Qeyd edək ki, mənimsətmə işarəsi olaraq `«=»` işarəsi qəbul edilmişdir. Dəyişənin adı hərflə başlamalıdır və maksimum 31 simvoldan ibarət olmalıdır.¹ Bu zaman kompilyator böyük və kiçik hərfləri fərqləndirir. Xüsusi sözlərdən: *for*, *if*, *then*, *end*, *go to* və s. dəyişən adı kimi istifadə etmək olmaz. İfadəni daxil edib *Enter* düyməsini sıxdıqdan sonra ifadənin qiyməti ekranda əks olunur. Əgər ifadə birbaşa əmr sətirinə daxil edilmişdirsə ifadənin qiyməti avtomatik olaraq *ans* adlı sistem dəyişəninə mənimsədilir. İstifadəçi həmçinin hesablamaların nəticəsinin

¹ 31-ci simvoldan sağdakı simvollar sistem tərəfindən nəzərə alınmır.

formatını dəyişə bilər. Bunun üçün o, *File*→*Reference* əmrini yerinə yetirməli və açılan dialoq pəncərəsinin *General* bölməsində tələb olunan formatı müəyyən etməlidir. İfadə təyin olunmamış dəyişənə malik olduqda, hesablama əməliyyatı yerinə yetirilmir və bu halda səhv haqqında məlumat ekranda əks olunur. İstifadə olunan dəyişənlərin siyahısına baxmaq tələb olunduqda *Whose* əmri yerinə yetirilməlidir. Dəyişənlərin siyahısına həmçinin, interfeys pəncərəsinin işçi sahəsində, *Workspace* bölməsinə daxil olmaqla da baxmaq olar.

Matlab-da massiv tipli dəyişənlərdən istifadə olunur. Massivlər indeksləşmiş bircins elementlər toplusudur. İndeks elementin mövqeyini bildirir. Vektorlar bir indekslə, matrislər isə iki indekslə xarakterizə olunur. Massivi təyin etmək üçün massivin adına kvadrat mötərizə (`[]`) daxilində, bir-birindən vergül və ya probellə ayrılmaqla massivin elementlərini mənimsətmək lazımdır. Vektorlardan fərqli olaraq matrisin sətir elementlərini daxil etdikdən sonra nöqtə-vergül (`;`) işarəsi qoymaq və ya klaviaturanın *Enter* düyməsini sıxmaq lazımdır. Məsələn,

```
>> F=[1 3 4; 4 6 7; 6 7 8]
F =
     1     3     4
     4     6     7
     6     7     8
>> G=[1 2 3
      2 3 4]
G =
     1     2     3
     2     3     4
```

Ədədi massivin elementləri müəyyən addımla fərqlənərsə, massiv siyahı vasitəsilə `a:h:b` kimi təyin oluna bilər. Məsələn,

```
>>A=[3:2:11;2:2:10]
A =
     3     5     7     9    11
     2     4     6     8    10
```

Müəyyən sinif massivlər müvafiq funksiyalarla da təyin oluna bilər. Bu məqsədlə aşağıdakı funksiyalar nəzərdə tutulmuşdur:

- **Eye** (n), **eye**(n,m) funksiyaları müvafiq olaraq $n \times n$ ölçülü kvadrat və $n \times m$ ölçülü düzbucaqlı vahid matrisi; Məsələn,

```
>>eye(2,3)
ans =
     1     0     0
     0     1     0
```

- **Hadmarad** (n) funksiyası Adamar matrisini; Məsələn,

```
>> B=hadamard(2)
B =
     1     1
     1    -1
```

- **Hilb**(n), **invhilb** (n) funksiyaları Hilbelt və tərs Hilbelt matrislərini; Məsələn,

```
>> f=hilb(3)
f =
    1.0000    0.5000    0.3333
    0.5000    0.3333    0.2500
    0.3333    0.2500    0.2000
```

```
>> g=invhilb(3)
g =
     9    -36     30
    -36    192   -180
     30   -180    180
```

- **Pascal**(n) funksiyası Paskal matrisini; Məsələn,

```
>> A=Pascal(4)
A =
     1     1     1     1
     1     2     3     4
     1     3     6    10
     1     4    10    20
```

- **Wilkinson**(n) funksiyası Uilkinson matrisini; Məsələn,

```
>>D=wilkinson(5)
D =
     2     1     0     0     0
     1     1     1     0     0
     0     1     0     1     0
     0     0     1     1     1
     0     0     0     1     2
```

- **Rosser** funksiyası Rosser matrisini;

```
>> rosser
ans =
    611    196   -192    407     -8    -52    -49     29
    196    899    113   -192    -71    -43     -8    -44
   -192    113    899    196     61     49     8     52
    407   -192    196    611     8     44     59    -23
     -8    -71     61     8    411   -599    208    208
    -52    -43     49     44   -599    411    208    208
    -49     -8     8     59    208    208     99   -911
     29    -44     52    -23    208    208   -911     99
```

- **Zeros**(n), **Zeros**(n,m) funksiyaları müvafiq olaraq kvadrat və düzbucaqlı sıfır matrislərini; Məsələn,

```
>> zeros(3)
ans =
     0     0     0
     0     0     0
     0     0     0
```


- $\text{Ones}(n)$, $\text{ones}(n,m)$ funksiyaları müvafiq olaraq kvadrat və düzbucaqlı vahid matrisləri təyin edir. Məsələn,

```
>>ones(3,2)
ans =
     1     1
     1     1
     1     1
```

Qeyd edək ki, *Matlab* vektoru, $1 \times n$, ədədləri isə 1×1 tərtibli matris kimi qəbul edir. Əmr sətirində $\text{size}(A)^1$ funksiyasını tətbiq etməklə buna əmin olmaq olar. Məsələn,

```
>> A=7;
>> size(A)
ans =
     1     1
>> A=[1 2 3];
>> size(A)
ans =
     1     3
```

Massivin ölçüsü haqqında məlumat almaq tələb olunduqda $\text{ndims}(A)$ əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Massivin konkret elementlərinə müraciət onun indeksi vasitəsilə həyata keçirilir. Məsələn, vektorun 4-cü elementini müəyyən etmək üçün $V(4)$ yazılışından istifadə olunur. $A(:, 4)$ yazılışı isə A matrisinin 4-cü sütununu təyin edir.

Massivlər üzərində bir sıra əməliyyatlar aparmaq olar. Bunlardan bir neçəsini qeyd edək:

- 1) Matrisdən konkret sətir və sütunu ləğv etmək olar. Bunun üçün verilmiş matrisin konkret sütununa və ya sətirinə boş matris mənimsətmək kifayətdir. Məsələn,

```
>> A=[2 3 4;4 5 6;5 6 7];
```

¹A-ixtiyari massivdir.

```
>> A(1,:)=[]
A =
     4     5     6
     5     6     7
```

- 2) Eyni tərtibli massivləri toplamaq və çıxmaq olar. Bu zaman matrislər nəzəriyyəsinin məlum xassələri ödənilir:

a) $A \pm (B \pm C) = (A \pm B) \pm C$

b) $A \pm B = B \pm A$

c) $A \pm [0] = A^1$

Məsələn,

```
>> A=[2 3 4;4 5 6;3 2 1]
A =
     2     3     4
     4     5     6
     3     2     1
>>A-zeros(size(A))
ans =
     2     3     4
     4     5     6
     3     2     1
```

- 3) Eyni tərtibli massivlərin elementlərinin hasilini tapmaq olar. Bu əməliyyat «.*» operatoru vasitəsilə yerinə yetirilir və bu zaman aşağıdakı xassələr ödənilir:

a) $a_{ij} \cdot (b_{ij} \cdot c_{ij}) = (a_{ij} \cdot b_{ij}) \cdot c_{ij}; a_i \cdot (b_i \cdot c_i) = (a_i \cdot b_i) \cdot c_i$

b) $(a_{ij} \cdot b_{ij}) = (b_{ij} \cdot a_{ij}); (a_i \cdot b_i) = (b_i \cdot a_i)$

- 4) Eyni tərtibli massivlərin elementlərinin sağ və sol nisbətlerini tapmaq olar. Bu əməliyyatlar müvafiq olaraq «./» və «.\» operatorları vasitəsilə yerinə yetirilir. Aydındır ki, $a_{ij} / b_{ij} = b_{ij} / a_{ij}; a_i / b_i = b_i / a_i$.

¹ [0] ilə ölçüsü A massivi ilə eyni olan sıfır matris işarə olunmuşdur..

5) Matris və vektorlarının hasilini tapmaq olar. Bu əməliyyat «*» operatoru vasitəsilə yerinə yetirilir. Nəzərə almaq lazımdır ki, matrislərin riyaziyyatdan məlum olan vurulması qaydasına görə birinci matrisin sətir elementlərinin sayı ikinci matrisin sütun elementlərinin sayına bərabər olmalıdır və matrisləri hasilə üçün aşağıdakı xassələr ödənilir:

- $A(B C) = (A B) C$
- $(A+B) C = A C + B C$
- $C(A+B) = C A + C B$
- $\alpha \cdot (A \cdot B) = (\alpha \cdot A) \cdot B$, (α -ixtiari skalyar ədəddir).

6) Massivi transponirə etmək olar. Bu əməliyyat «.'» operatoru vasitəsilə yerinə yetirilir. Məsələn,

```
>> d=[12 3 4]
d =
    12    3    4
>> d.'
ans =
    12
     3
     4
```

7) Massivin kompleks qoşmasını tapmaq olar.. Bu əməliyyat «'» operatoru vasitəsilə yerinə yetirilir. Məsələn,

```
>> d=[1 2-2i 3+4i];
>> d'
ans =
    1.0000
    2.0000 + 2.0000i
    3.0000 - 4.0000i
```

8) Massivi qüvvətə yüksəltmək. Bu əməliyyat «^» operatoru vasitəsilə yerinə yetirilir və aşağıdakı xassələr ödənilir:

$$A^p A^q = A^{(p+q)}, (A^p)^q = A^{(pq)}$$

Məsələn,

```
>> A=[2 3 4;4 5 6 ;3 2 1];
>> A^3*A^4
ans =
    2557622    2791961    3026300
    4311804    4706831    5101858
    1827833    1995214    2162595
>> A^(3+4)
ans =
    2557622    2791961    3026300
    4311804    4706831    5101858
    1827833    1995214    2162595
>> (A^2)^3
ans =
    257948    281557    305166
    434846    474665    514484
    184297    201213    218129
>> A^(2*3)
ans =
    257948    281557    305166
    434846    474665    514484
    184297    201213    218129
```

10) Massivlərin sağ və sol nisbətini tapmaq olar. Bu əməliyyat müvafiq olaraq «\» və «/» operatorları vasitəsilə yerinə yetirilir.

11) Verilmiş matrisləri şaquli və üfüqi istiqamətdə birləşdirmək olar. A, B matrislərini üfüqi istiqamətdə birləşdirmək üçün [A B], şaquli istiqamətdə birləşdirmək üçün isə [A; B] əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Məsələn,

```
>> A=[2 4; 4 5];
>> B=[3 4; 5 6];
>> C=[A B]
C=
```

```

    2  4  3  4
    4  5  5  6
>> C=[A;B]
C =
    2  4
    4  5
    3  4
    5  6

```

Həmçinin vektorlara ədədi çoxluq kimi baxmaqla, ədədi çoxluqların birləşməsini, kəsişməsini və fərqi təyin etmək olar. Bunun üçün müvafiq olaraq, $union(x,y)$, $intersect(x,y)$, $setdiff(x,y)$ funksiyaları nəzərdə tutulmuşdur. Məsələn,

```

>> x=[2 3 4]; y=[4 5 6 7];
>> union(x,y)
ans =
    2  3  4  5  6  7
>> intersect(x,y)
ans =
    4
>> setdiff(x,y)
ans =
    2  3

```

Massivlər üzərində hesablama əməliyyatı aparmaq üçün həmçinin, aşağıdakı funksiyalardan da istifadə olunur:

- **length(A)** funksiyası A vektorunun uzunluğunu təyin edir. Məsələn,

```

>> a=[2 4 5 6 7]; length(a)
ans =
    5

```

- **diag(A)** funksiyası elementləri A matrisinin diaqonal elementlərindən təşkil edilmiş vektoru təyin edir. Məsələn,

```

>> B=[1 2 3;

```

```

    13 14 15;
    15 16 17];
>> diag(B)
ans =
    1
    14
    17

```

- **fliplr(A)** funksiyası matrisin soldan sağa sütunlarının yerini dəyişir. Məsələn,

```

>> B=[1 2 3;
    13 14 15;
    15 16 17];
>> fliplr(B)
ans =
    3  2  1
    15 14 13
    17 16 15

```

- **flipud(A)** funksiyası matrisin yuxarıdan aşağıya sətirlərin yerini dəyişir; Məsələn,

```

>> B=[1 2 3;
    13 14 15;
    15 16 17];
>> flipud(B)
ans =
    15 16 17
    13 14 15
    1  2  3

```

- **repmat(A, m, n)** funksiyası eyni matrisdən təşkil edilmiş çoxbloklı matrisi yaradır¹; Məsələn,

¹ m və n müvafiq olaraq şaquli və üfüqi istiqamətlərdə blokların sayını bildirir.

```
>> B=[1 2 3;
      13 14 15;
      15 16 17];
> repmat(B,2,1)
ans =
     1     2     3
    13    14    15
    15    16    17
     1     2     3
    13    14    15
    15    16    17
```

• **reshape(A, m1, n1)** funksiyası $m \times n$ tərtibli matrisin tərtibini $m1 \times n1$ -ə dəyişir. Bu zaman matrisin forması dəyişir. Aydın məsələdir ki, $m \times n = m1 \times n1$ olmalıdır. Məsələn,

```
>> B=[1 2 3;
      13 14 15;
      15 16 17];
>> C=repmat(B,2,1)
C =
     1     2     3
    13    14    15
    15    16    17
     1     2     3
    13    14    15
    15    16    17
>> reshape(C,2,9)
ans =
     1    15    13     2    16    14     3    17    15
    13     1    15    14     2    16    15     3    17
```

• **rot90(A, k)** funksiyası matrisi saat əqrəbi istiqamətində 90k dərəcədə fırladır. Məsələn,

```
>> c=[2 3 4 5; 3 4 5 6]
c =
     2     3     4     5
```

```
      3     4     5     6
>> rot90(C,3)
ans =
     3     2
     4     3
     5     4
     6     5
```

• **tril(A), triu(A)** funksiyaları müvafiq olaraq aşağı və yuxarı üçbucaq matrisi yaradır. Məsələn,

```
>> D=[1 2 3 4; 2 3 4 5; 6 7 8 9; 3 4 5 6]; tril(D)
ans =
     1     0     0     0
     2     3     0     0
     6     7     8     0
     3     4     5     6
>> triu(D)
ans =
     1     2     3     4
     0     3     4     5
     0     0     8     9
     0     0     0     6
```

• **sum(A), prod(A)** funksiyaları müvafiq olaraq, vektorun elementlərinin cəmini və hasilini, matrisin isə sütun vektorunun elementlərinin cəmini və hasilini hesablayır. Məsələn,

```
>> A=[2 3 4; 4 5 6]; sum(A)
ans =
     6     8    10
>> prod(A)
ans =
     8    15    24
```

• **sort(A)** funksiyası vektorun elementlərini , matrisin isə sütun vektoru elementlərini artma ardıcılığına görə nizamlayır.

Məsələn,

```
>> A=[-2 3 4;4 -5 6];
>> sort(A)
ans =
    -2    -5     4
     4     3     6
```

• **det(A)** funksiyası matrisin determinantını hesablayır.

Məsələn,

```
>> D=[1 2 3;2 4 5;3 5 6];det(D)
ans =
    -1
```

• **rank(A)** funksiyası matrisin rəngini hesablayır. Məsələn,

```
>> D=[1 2 3;2 4 5;3 5 6]; rank(D)
ans =
     3
```

• **inv (A)** funksiyası kvadrat matrisin tərs matrisini hesablayır.

Məsələn,

```
>> D=[1 2 3;2 4 5;3 5 6]; inv(D)
ans =
    1.0000   -3.0000    2.0000
   -3.0000    3.0000   -1.0000
    2.0000   -1.0000     0
```

• **norm (A,k)** funksiyası matrisin normasını hesablayır. $k=inf$ yazılışı normanı $\|A\| = \max_i \sum_j |a_{ij}|$ düsturu ilə, $k=-inf$ yazılışı

normanı $\|A\| = \max_j \sum_i |a_{ij}|$ düsturu ilə, $k=2$ yazılışı isə normanı

norma $\|A\| = \sqrt{\sum_{i,j} |a_{ij}|^2}$ düsturu ilə hesablanmasını təmin edir.

Məsələn,

```
>> A=[2 3 4 5; 4 5 6 7;6 7 8 9;3 4 5 6];
```

```
>> norm(A,2)
```

```
ans =
    22.2393
```

```
>> norm(A,inf)
```

```
ans =
     30
```

```
>> norm(A,-inf)
```

```
ans =
     30
```

• **trace(A)** funksiyası matrisin izini hesablayır. Məsələn,

```
>>>> A=[2 3 4 5; 4 5 6 7;6 7 8 9;3 4 5 6]; trace(A)
ans =
     21
```

• **cross(X,Y)** funksiyası üç elementli X və Y vektorlarının hasilini hesablayır. Məsələn,

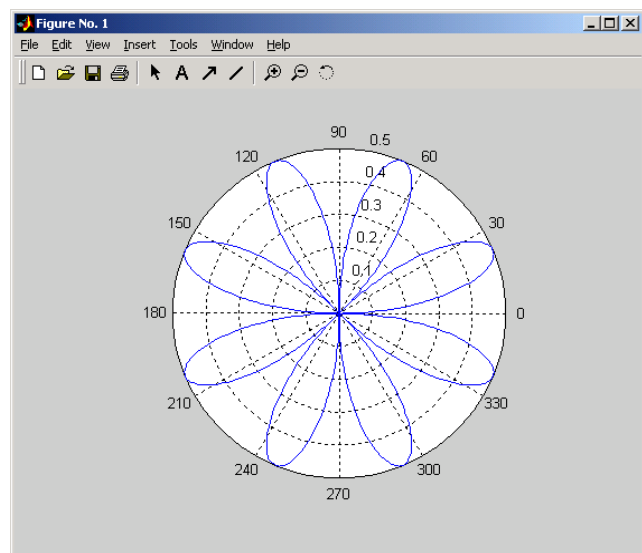
```
>> X=[1 2 3]; Y=[2 3 4]; cross(X,Y)
ans =
    -1     2    -1
```

2.2 QRAFİKLƏR VƏ DİAQRAMLARIN QURULMASI

Ədədi informasiyaların vizuallığını təmin etmək üçün *Matlab*-da qrafik və diaqramların qurulması imkanı nəzərdə tutulmuşdur. Qrafiklər adətən iki və artıq ədədi çoxluqlar

arasında birqiymətli funksional asılılığı əks etdirir. *Matlab*-da iki ölçülü qrafiklərin qurulması onluq və loqorifik şkalada Dekart və polyar koordinat sistemlərində yerinə yetirilə bilər. Onluq şkalada qrafikin qurulması üçün əmr sahəsində *Plot(x, y)* əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Burada x, y əvvəlcədən təyin edilmiş eyni ölçülü ixtiyari vektorlardır. Əmri yerinə yetirdikdə açılmış qrafik *Figure<n>*¹ adlı qrafik pəncərəsində əks olunur. Qrafikin pəncərədə optimal görünüşünə nail olmaq üçün proqram avtomatik olaraq miqyas müəyyən edir. Polyar koordinat sistemində qrafiklərin qurulması üçün *polar(f,r)* əmrini yerinə yetirmək lazımdır (şək.2.2-1).

```
>> f=0:0.01:2*pi; r=sin(2.*f).*cos(2.*f); h=polar(f,r)
```



şək.2.2-1

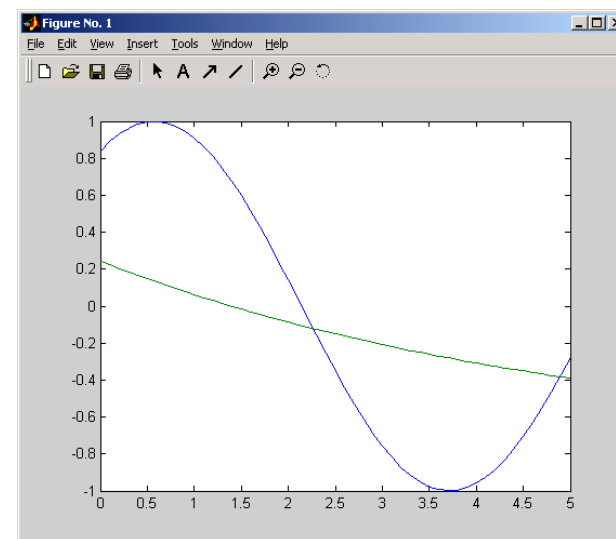
Bir koordinat müstəvisində bir neçə qrafikin əks olunması üçün *plot(x1,g,x2,f,...,xn,y)* əmri yerinə yetirilir. Məsələn,

¹ n-açılmış qrafik pəncərənin nömrəsini bildirir.

$$f(x) = \sin(x+1), g(x) = \exp(-0.2x) - \frac{x}{x+1}, x \in [0, 5]$$

funksiyalarının qrafikin qurulması üçün əmr sahəsində aşağıdakı əmrlər daxil edilməlidir (şək.2.2-2).

```
>>x=[0:0.1:5]; g=exp(-0.2*x)-x/(x+1);f=sin(x+1);
>>plot(x,f,x,g)
```



şək.2.2-2

Qeyd edək ki, bir koordinat müstəvisində bir neçə qrafikin qurulması həmçinin növbəti qrafikin qurulmasından əvvəl əmr sahəsinə daxil edilən *hold on* əmri vasitəsi ilə yerinə yetirilə bilər. Məsələn, yuxarıda qeyd olunan funksiyaların qrafiklərinin qurulması aşağıdakı əmrləri yerinə yetirməklə də mümkündür.

```
>>x=[0:0.1:5];g=exp(-0.2*x)-x/(x+1); f=sin(x+1);plot(x,g)
>> hold on
>> plot(x,f)
```

Bir koordinat müstəvisində iki funksiyanın qrafikin qurulması zamanı, hər hansı funksiyanın qiymətlər oblastı digər funksiyanın qiymətlər oblastından bir neçə tərtib fərqləndikdə, $plot(x_1, g, x_2, y)$ əmrini yerinə yetirdikdə, qiymətlər oblastı kiçik olan funksiyanın qrafiki “görünməz” olur. Bu halda $plotyy(x_1, g, x_2, f)$ əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Nəticədə qrafiklər funksiyanın qiymətlər oblastına müvafiq miqyasda ordinat oxlarına malik koordinat müstəvisində əks olunacaqdır və qrafiklərin rəngi ordinat oxunun rənginə müvafiq olacaqdır. İki ölçülü qrafikin loqarifmik şkalada qurulması üçün $loglog(x, y)$, $semilogx(x, y)$, $semilogy(x, y)$ əmrlərindən istifadə olunur. Müvafiq olaraq bu əmrlər qrafikin, absis və ordinat oxları, yalnız absis və yalnız ordinat oxu loqarifmik şkalaya malik koordinat müstəvilərində əks olunmasını təmin edir. Eyni qayda ilə, loqarifmik şkalalı koordinat müstəvisində bir neçə qrafik əks oluna bilər.

İstifadəçi qrafikin tərtibatını öz tələbatına uyğun tənzimləyə bilər. Məsələn, istifadəçi qrafikin rəngini, əyrinin tipini, əyri üzərində markerlərin tipini seçə bilər. Bunun üçün $Plot(x, y, <parametrlər>)$, $loglog(x, y, <parametrlər>)$, $semilogx(x, y, <parametrlər>)$, $semilogy(x, y, <parametrlər>)$ əmrlərini yerinə yetirməlidir. Parametrlər apastrof daxilində yazılır, bir-birindən vergüllə ayrılır və müvafiq olaraq qrafik əyrisinin rəngini, markerin tipini və əyrinin stilini bildirir. Parametrlərin aldığı qiymətlər aşağıdakı cədvəldə əks olunmuşdur.

Cədvəl 2.2-1

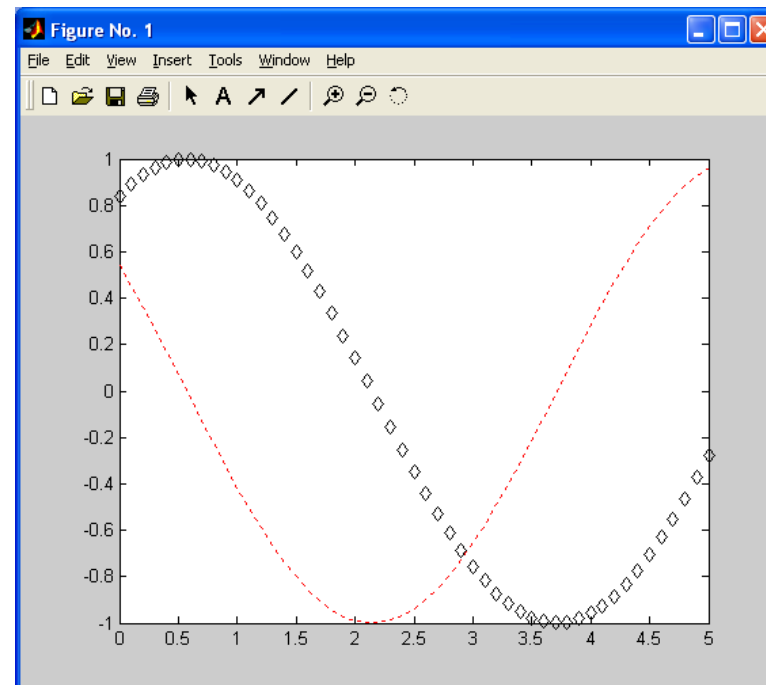
	Rəng	Markerin tipii		Xəttin tipii	
y	Sarı	.	nöqtə	—	Bütöv xətt
m	Çəhrayı	o	kiçik radiuslu çevrə	:	punktir xətt
c	Mavi	X	×	-.	nöqtəli qırıq
r	Qırmızı	+	+	--	ştrix xətt
g	Yaşıl	*	*		
b	Göy	S	□		

	Rəng	Markerin tipii		Xəttin tipii	
w	Ağ	D	◇		
k	Qara	V	▼		
		^	▲		
		>	►		
		<	◄		
		P	☆		
		H	★		

Məsələn,

```
>> x=[0:0.1:5]; g=sin(x+1);f=cos(x+1); plot(x,f,'r:', x,g,'kd')
```

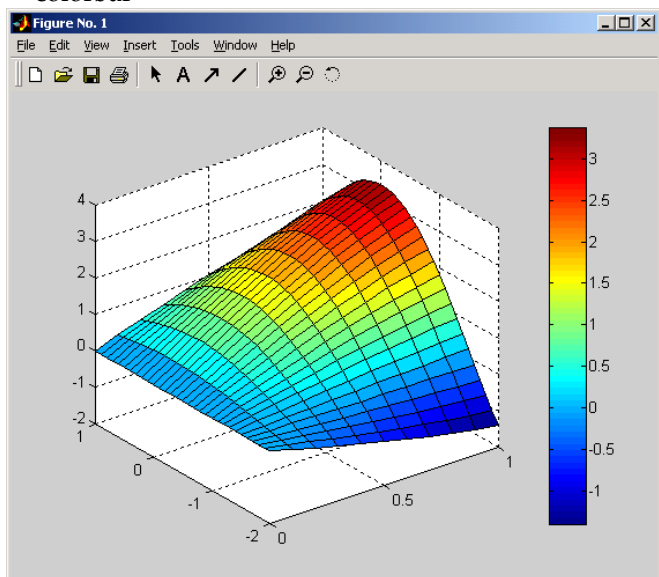
yazılışı müxtəlif stilli əyrilərin qrafik pəncərəsində əks olunmasını təmin edəcək (şək.2.2-3).



şək.2.2-3

Üçölçülü qrafiklər ikidəyişənli funksiyalar əsasında qurulur. Bunun üçün ilk növbədə funksiyanın təyin oblastı *meshgrid* funksiyası vasitəsi ilə şəbəkəyə bölünür və şəbəkənin düyün nöqtələrində funksiyanın qiymətləri hesablanır. Daha sonra *mesh* (x, y, z) və ya *surf* (x, y, z) əmrləri vasitəsi ilə funksiyanın qrafiki qurulur. *mesh* (x, y, z) funksiyası «karkasşəkilli» qrafik qurur. *surf* (x, y, z) funksiyası isə hər bir xanası rənglənmiş «karkasşəkilli» qrafiki qurur. Rəng çaları x, y, z , vektorlarının qiymətlərinə uyğun olur. Rəng palitrasının ədədi qiymətlərdən asılılığını qrafiklə birlikdə əks olunması üçün əlavə olaraq *colorbar* əmrini yerinə yetirmək lazımdır (şək.2.2-4). Məsələn,

```
>> [X,Y]=meshgrid(0:0.1:1,-2:0.1:1);
>> Z=4*sin(X).*cos(Y);
>> surf(X,Y,Z)
>> colorbar
```

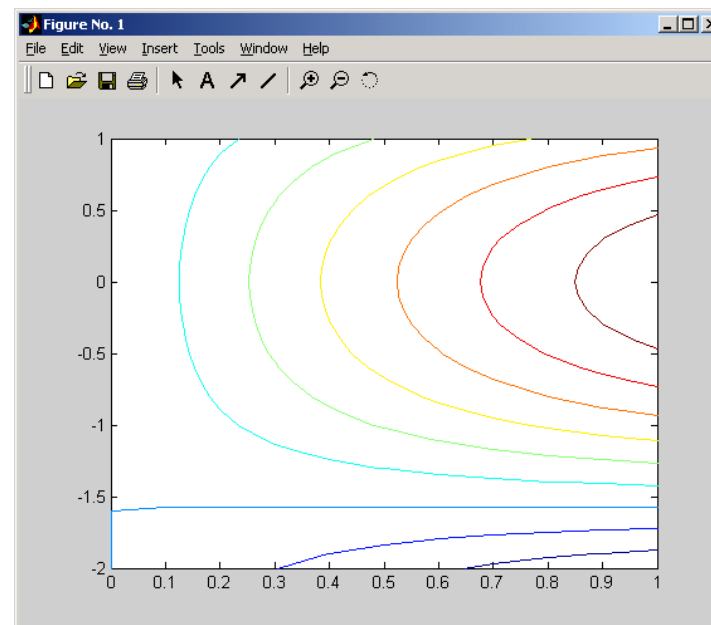


şək.2.2-4

Rəngli, üçölçülü səth fiquru əldə etmək üçün isə yuxarıdakı yazılışa *Shading interp* əmrini əlavə etmək lazımdır. Bu əmr «karkas» xətlərini görünməz edir. Təkrar karkas xətlərini əks etdirmək tələb olunduqda *Shading faceted* əmrini yerinə yetirmək kifayətdir. *Hidden off* və *hidden on* əmrləri isə əyrinin «görünməz» hissələrinin ekranda əks olunmasını tənzimləyirlər.

Praktikada kontur qrafiklərindən geniş istifadə olunur. Kontur qrafik qurmaq üçün *Contour(X,Y,Z,n)* əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Burada n -səviyyə xəttlərinin sayını bildirir. Əgər n istifadəçi tərəfindən müəyyən olunmayıbsa, sistem avtomatik olaraq $n=10$ qəbul edir (şək.2.2-5). Məsələn,

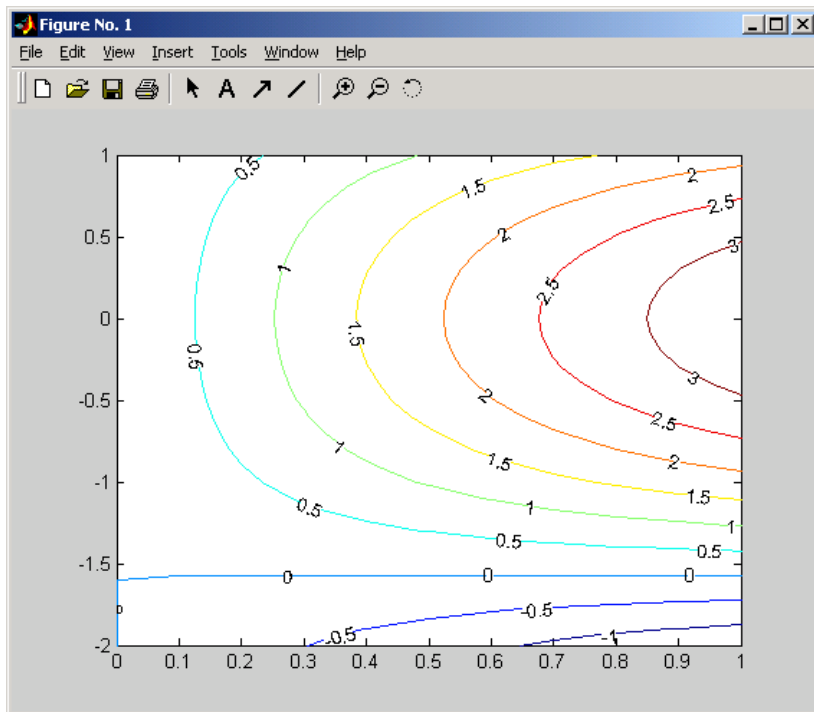
```
>> [X,Y]=meshgrid(0:0.1:1,-2:0.1:1);
>> Z=4*sin(X).*cos(Y);
>> Contour(X,Y,Z)
```



şək.2.2-5

Əgər istifadəçini funksiyanın səviyyə xətlərində aldığı qiymətlər də maraqlandırırsa, onda əlavə olaraq *clabel* əmrindən istifadə edilməlidir (şək.2.3-6). Məsələn,

```
>> [X,Y]=meshgrid(0:0.1:1,-2:0.1:1);
>> Z=4*sin(X).*cos(Y);
>> clabel(CMatr,h)
>> [CMatr,h]=contour(X,Y,Z)
```

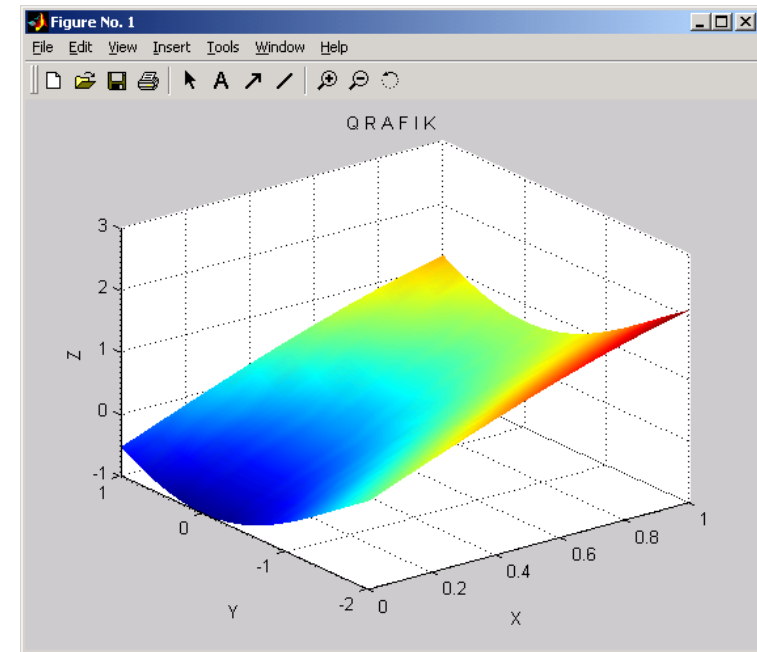


şək.2.2-6

Qrafikin tərtibatı üçün aşağıdakı elementlər: *xlabel* ('<mətn>'), *ylabel* ('<mətn>') funksiyaları vasitəsilə koordinat oxlarının adı, *title* ('<mətn>') funksiyası vasitəsilə qrafikin sərlövhdəsinə,

legend ('<mətn>') funksiyası vasitəsilə əyrilər haqqında şərh daxil edilir (şək.2.2-7). Məsələn,

```
>> [X,Y]=meshgrid(0:0.1:1,-2:0.1:1);
>> Z=2*sin(X)-cos(Y);
>> surf(X,Y,Z)
>> Title(' Q R A F I K ')
>> ylabel('Y');xlabel('X');zlabel('Z');
>> shading interp
```

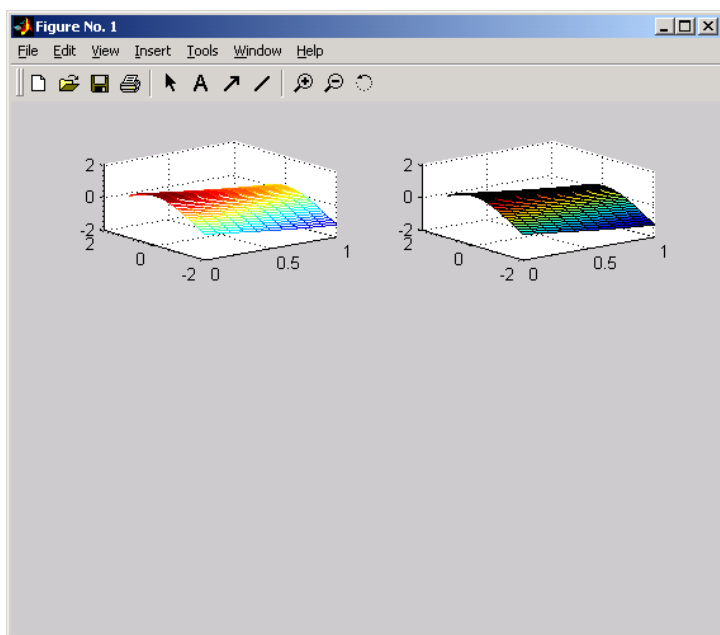


şək.2.2-7

Koordinat müstəvisində şəbəkənin əks olunması üçün *grid on* əmrindən istifadə edilməlidir. Hər bir qrafikin ayrı qrafik pəncərəsində əks olunması üçün *figure* əmri vasitəsilə yeni qrafik pəncərəsi açılmalıdır. Bir qrafik pəncərəsində bir neçə qrafikin əks olunması üçün isə *subplot* (*i,j,n*) əmrini yerinə

yetirmək lazımdır. Burada i, j – üfüqi və horizontal istiqamətdə qrafiklərin sayı, n isə cari qrafikin nömrəsini bildirir (şək.2.2-8). Məsələn,

```
>> [X,Y]=meshgrid(0:0.1:1,-2:0.1:1);
>> Z=-1*sin(X)+cos(Y);subplot(3,2,2);
>> surf(X,Y,Z)
>> subplot(3,2,1);mesh(X,Y,Z)
```

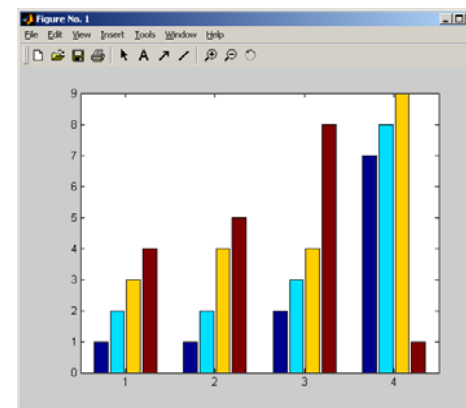


şək.2.2-8

Matlab vektor və matris vasitəsilə verilmiş ədədi informasiyalar əsasında diaqramların qurulmasını da təmin edir. Bunun üçün $Bar(X,k)$, $Bar3(X,k)$, $pie(X)$, $pie3(X)$, $pie(X,y)$, $pie3(X,y)$ əmrləri nəzərdə tutulmuşdur. Belə ki, $Bar(X,k)$, $Bar3(X,k)$ funksiyaları X ədədi massivi əsasında sütunvari iki və üçölçülü diaqram qurulmasını təmin edir. k parametri ilə sütunların eni təyin edilir. Əgər k parametri

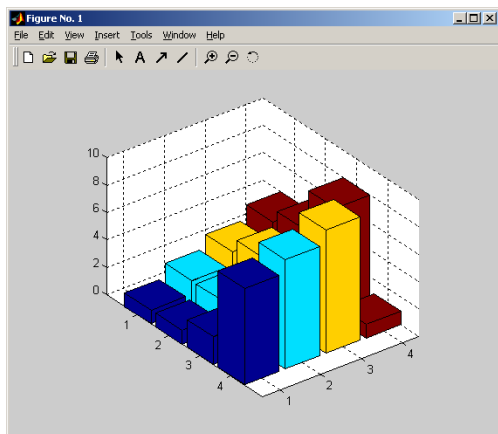
verilməyibsə, paket avtomatik $k=0.8$ qəbul edir (şək.2.2-9, 2.2-10). $pie(X)$, $pie3(X)$, $pie(X,y)$, $pie3(X,y)$ funksiyaları isə müvafiq olaraq, Y vektoru əsasında iki və üçölçülü dairəvi diaqram və ayrılmış sektorlu diaqram qurulmasını təmin edir (şək.2.2-11, 2.2.-12). Burada b vektoru ayrılmış sektoru təyin edir. b vektoru 0 və 1 elementlərindən təşkil olunmuşdur və $length(Y)=length(b)$. 1 elementinin indeksi ayrılacaq sektorun dairədəki mövqeyini xarakterizə edir. Məsələn,

```
>> X=[1 2 3 4;1 2 4 5;2 3 4 8;7 8 9 1];
>> Y=[12 34 56 67];
>> Bar(X,0.85)
```



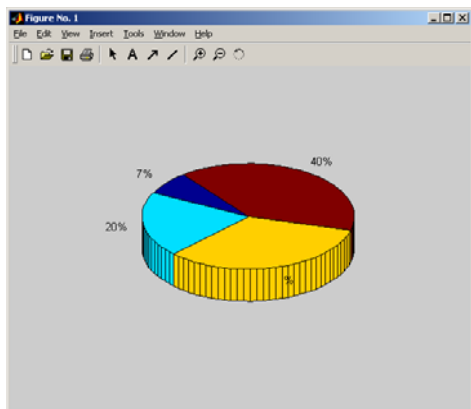
şək.2.2-9

```
>> X=[1 2 3 4;1 2 4 5;2 3 4 8;7 8 9 1];
>> Bar3(X,0.85)
```



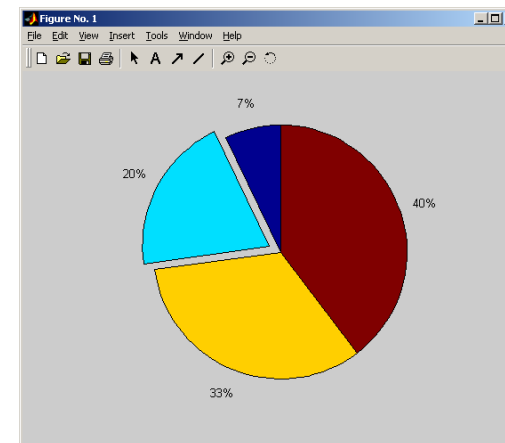
şək.2.2-10

```
>> Y=[12 34 56 67];
>> pie3(Y)
```



şək.2.2-11

```
>> X=[1 2 3 4;1 2 4 5;2 3 4 8;7 8 9 1]; b=[0 1 0 0]; pie(Y,b)
```



şək.2.2-12

2.3 QRAFİKLƏRİN REDAKTƏ OLUNMASI

Matlab obyekt yönümlü sistem olduğundan bütün qrafiki elementlər: qrafiki pəncərə, koordinat oxları, əyriyə, səthlər, mətn sahəsi müstəqil obyektlər hesab olunur və bu obyektlərin xassələri xüsusi funksiyalar vasitəsilə istifadəçi tərəfindən idarə oluna bilər. Belə ki, bu məqsədlə nəzərdə tutulmuş *Set*(<obyekt>) funksiyası cari qrafiki obyektin xassəsi üçün yeni qiymət müəyyən edilməsini, *get* (<obyekt>) əmri isə obyektin xassəsi haqda məlumat əldə etməyi təmin edir. Bu funksiyaların arqumentləri üçün aşağıdakı standart funksiyalardan istifadə olunur:

gcf – cari qrafiki pəncərə;

gca – cari koordinat oxu;

gco – cari qrafiki obyekt.

Qeyd edək ki, bu obyektlər üçün xassələr aşağıdakı cədvəldə əks olunmuşdur.

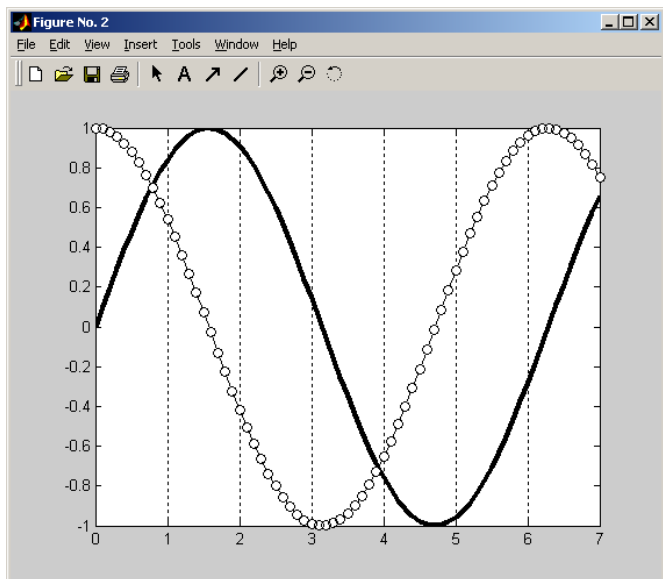
Cədvəl 2.3-1

Xassənin adı	Aldığı qiymətlər	Mənası
Koordinat oxları üçün		
Box	On, off	Çərçivə
Color	R, G, B	Rəng
Font Angle	Normal, italic	Şriftin stili
FontName	Məs.Arial	Şriftin adı
FontSize	8,10,...,72	Şriftin ölçüsü
FontWeight	Normal, bold, light, demi	Şriftin qalınlığı
Gridline Style	-, --, :, -, none	Şəbəkə xətlərinin tipi
Visible	On və ya off	Oxların görünməz olması
Line Width	Tam ədəd	Oxların qalınlığı
XColor, YColor	R, G, B	Rəng
XDir, YDir	Normal, reverse	Oxun istiqaməti
X Axislocation	Top, botom	Oxların yerləşməsi
Y Axislocation	Right, left	
Xlim, Ylim	[a, b]	Aldığı qiymətlər intervalı
XScale, YScale	Linear, log	Şkala
XTick, YTick	Vektor	Bölünmə markerlərinin koordinatları
Ticklabel	Zero, one, three, Vive	Bölünmə markerlərinin adı
Əyri üçün		
Color	R, G, B	Rəngi
Line Style	-, --, :, -, none	Xəttin növü
Line Width	Tam ədəd	Xəttin qalınlığı
Marker	o, s,... (bax cədvəl	Markerin tipi

Xassənin adı	Aldığı qiymətlər	Mənası
	2.2-1)	
Marker Edge Color	R, G, B	Markerin sərhəddinin rəngi
Marker Face Color	R, G, B	Markerin rəngi
Marker Size	Tam ədəd (punkt)	Markerin ölçüsü

Obyektə yeni xassə mənimsətmək üçün *Set* (<obyektin adı> və ya <obyekt göstəricisi>, <xassə>, <qiymət>) yazılışından istifadə edirlər. Məsələn, >> *set(gsa,'XGrid','on')* yazılışı absis oxu boyu şəbəkənin əks olunmasını təmin edir. Obyekt göstəricisi olaraq *figure*, *axes*, *plot*, *mesh*, *surf* sözlərindən istifadə olunur. İstifadəçi özü obyekt göstəricisi yaradıb, xassələri dəyişməklə də qrafiki redaktə edə bilər. Məsələn,

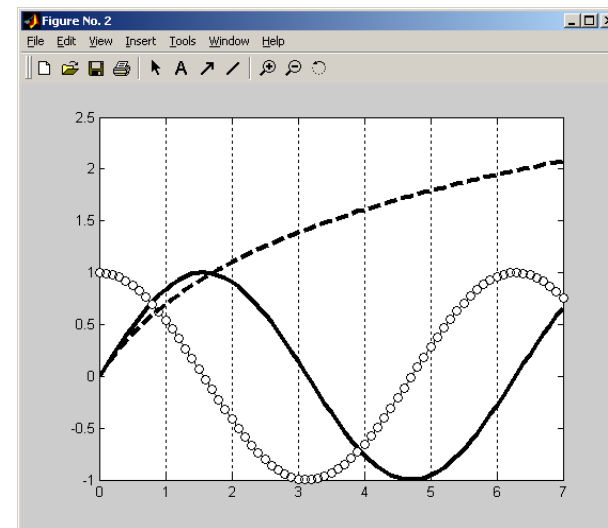
```
>>t = [0:0.1:7];
>>x = sin(t);
>>y = cos(t);
>>HFig = figure;
>>HAX = axes;
>>HLines = plot(t,x,t,y);
>>set(HAX,'XGrid','on')
>>set(HLines(1), 'Color', 'k')
>>set(HLines(1), 'LineWidth', 3)
>>set(HLines(2), 'Color', 'k')
>>set(HLines(2), 'Marker', 'o')
>>set(HLines(2), 'MarkerFaceColor', 'w')
>>set(HLines(2), 'MarkerEdgeColor', 'k')
```



şək.2.3-1

Obyektin xassəsi üçün yeni qiymətlər mənimsətməklə yanaşı qrafikə yeni obyektlər: koordinat oxu, əyri, səth əlavə etmək və ləğv etmək olar. Bunun üçün *hold on* və *delete* (<obyekt göstəricisi>) əməllərindən istifadə olunur. Məsələn, aşağıdakı yazılış qrafik pəncərəsinə yeni əyri əlavə edir.

```
>>z = log(t+1);axes(HAx);hold on
>>HLog = plot(t,z);set(HLog, 'Color', 'k');
>>set(HLog, 'LineStyle', '--');set(HLog, 'LineWidth', 3);
```



şək.2.3-2

Obyektin xassəsini həmçinin obyekt göstəricisinin arqumenti kimi də vermək olar. Məsələn, *axes* ('*x Grid*', '*on*'). Bundan əlavə, qrafiki pəncərənin və koordinat oxlarının yerləşməsini də idarə etmək olar. Bunun üçün pəncərənin və koordinat oxlarının *Position* xassəsinin yeni qiymətlərini müəyyən etmək lazımdır. Bu zaman ekranın vizual imkanları nəzərə alınmalıdır. Məsələn,

```
>>SCRsize = get(0, 'ScreenSize')
>>left = SCRsize(1);
>>bottom = SCRsize(2);width = SCRsize(3);
>>height = SCRsize(4)-19;
>>figure('Position', [left bottom width height], 'Menu', 'none')1.
```

¹Bu yazılış ekranda menüsüz qrafiki pəncərə yaradır.

Qrafiklərin sərlövhəsini, koordinat oxlarının adlarını yazmaq üçün *Text* mətn obyektindən istifadə olunur. Mətn obyektini öz növbəsində aşağıdakı xassələrə malikdir:

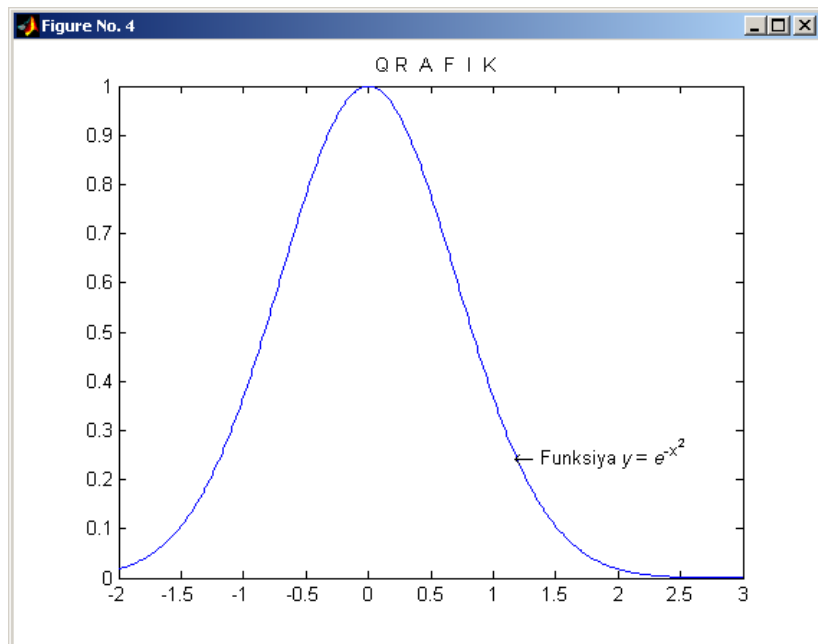
Cədvəl 2.3-2

Xassə	Qiymət	Mənası
Color	R,G,B və onların kombinasiyası	Şrift üçün rəng
Font Angle	Normal, italic	Şriftin mailliliyi
Font Name	Courier, arial və s.	Şriftin Adı
Font Size	8,10,...,72	Şriftin ölçüsü
Font Width	Normal, bold, light, demi	Şriftin qalınlığı
Interpreter	Tex, none	TEX formatının müəyyən edilib, edilməməsi
Horizontal Alignment	Left, center, right	Mətnin üfüqi istiqamətdə nizamlanması
Position	2 və ya 3 elementli vektor	Mətnin mövqeyi
Rotation	Tam ədəd	Mətn üçün dönmə bucağı
String	İxtiyari mətn	Mətn

Xassə	Qiymət	Mənası
Units	Inches, centimeters, points, pixels, normalized, data	Ölçü vahidi
Vertical Alignment	Top, cap, midde	Şaquli istiqamətdə nizamlama
Visible	On, off	Mətn sahəsinin ekranda əks olunması

Məsələn,

```
>> HTxt=title(' Q R A F I K')
>>set(HTxt,'FontName','Arial');HAX = axes;x = [-2:0.01:3];
>>y = exp(-x.^2);plot(x,y)
>>Xtext = 1.17;Ytext = exp(-Xtext.^2);
>>HTxt = text(Xtext, Ytext, '\leftarrow Funksiya {\ity} =
{\ite}^{-x^2}');
```



şək.2.3-3

2.4 M-FAYLLARI

Matlab-da çoxsaylı əmrlərin yerinə yetirilməsi üçün ən əlverişli vasitə M-fayllardan istifadə olunmasıdır. Bunun üçün istifadəçi *File*→*New*→*M-file* əmrini yerinə yetirib, açılmış redaktor pəncərəsində əmrləri daxil edib, onu M-fayl kimi yaddaşda saxlamalıdır. Daha sonra *Debug*→*Run* əmrini yerinə yetirməlidir. Qeyd edək ki, istifadəçi M-faylı hissə-hissə yerinə yetirə bilər. Bunun üçün o, M-faylında müəyyən sətirləri qeyd edib, *Debug*→*Run* əmrini yerinə yetirməlidir. M-faylı redaktə etmək üçün *File*→*Open* əmrini yerinə yetirib və ya əmr sətirində `>>edit<M-faylının adı>` yazıb, *Enter* düyməsini sıxmaqla onu redaktor pəncərəsinə çağırmaq lazımdır.

M-faylı əmr sətirindən yerinə yetirmək üçün cari kataloqu müəyyən etmək və əmr sətirində faylın adını yazıb *Enter* düyməsini sıxmaq lazımdır.¹ Cari kataloqu müəyyən etmək üçün isə alətlər panelində və ya *Current Director* pəncərəsində `...` düyməsini sıxmaq və açılan *Browse For Folder* dialoq pəncərəsindən tələb olunan qovluğunu seçmək lazımdır, həmçinin *path* ('<ünvan>') əmrini yerinə yetirməklə cari kataloqu müəyyən etmək olar.

M-faylı iki: fayl-proqram (Script M-File) və fayl funksiya (Function M-File) şəklində olur. Fayl-proqram ardıcıl daxil edilmiş *Matlab* əmrlərindən və proqramlaşdırma operatorlarından ibarət olur. Fayl funksiya formal arqumentlər əsasında hesablamalar apararaq nəticəni çıxış arqumentlərində saxlayır. O, aşağıdakı ümumi yazılış qaydasına malikdir:

```
Function <çıxış arqumenti>=<funksiyanın adı (<formal arqument>)>
<çıxış arqumenti>=<riyazi ifadə>
```

Məsələn,

```
Function r = radius3(x, y, z)
r = sqrt(x.^2 + y.^2 + z.^2);
```

Fayl funksiyasını yerinə yetirmək üçün onun adına müraciət etmək lazımdır. Bu zaman formal arqument faktiki parametrlərlə əvəz olunur. Məsələn,

```
>>r= radius3(1, 1, 1)
r=
1.732
```

2.5 MATLABDA PROQRAMLAŞDIRMA VASİTƏLƏRİ

¹ Bu zaman proqram cari kataloqda faylın axtarışını həyata keçirir və yalnız tapdıqda onu yerinə yetirir. Əks halda səhv haqqında `??Undefined function or variable '<faylın adı>'` informasiyası əks olunur.

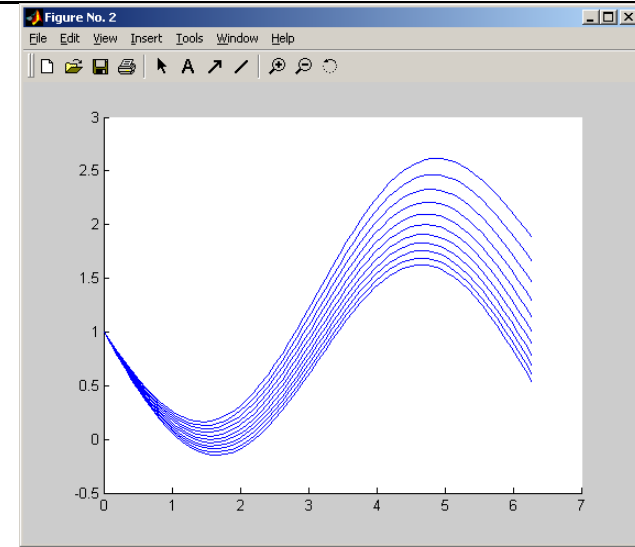
Matlab-da proqramlaşdırma vasitəsi kimi aşağıdakı operatorlardan istifadə edilir:

1. Dövr operatoru. Dövr operatoru müəyyən əməliyyatların təkrar yerinə yetirilməsinə xidmət edir. İki növ dövr operatorundan istifadə olunur: *For/End* və *While/End*. *For/End* operatorundan təkrarlamanın sayı məlum olduqda istifadə olunur və o, aşağıdakı ümumi yazılışa malikdir:

```
For <i> = <m1:m2:m3>
<Matlab-ın əmrlər ardıcılığı>
End
```

Bu yazılışda *i* dövr parametri olub, m_2 addımla m_1 -dən m_3 -ə qədər qiymətlər alır. Məsələn,

```
figure
x = [0:pi/30:2*pi];
for a = -0.1:0.02:0.1
    y = exp(-a*x)-sin(x);
    hold on
    plot(x, y)
end
```



şək.2.5-1

While/End operatorundan isə təkrarlamanın sayı məlum olmadıqda istifadə olunur. O, aşağıdakı yazılışa malikdir:

```
While <şərt>
<əmrlər>
End
```

Bu operator yerinə yetirildikdə əvvəlcə şərt yoxlanılır. Əgər şərt doğrudursa, dövr daxilində yazılmış operatorlar yerinə yetirilir, əks halda isə dövr operatorundan sonra yazılmış operator yerinə yetirilir. Məsələn, $\sin(x)$ funksiyasını sıraya ayırmaqla qiymətlərini hesablayaq:

```
function s = mysin(x)
s = 0;
k = 0;
while abs(x.^(2*k+1)/factorial(2*k+1)) > 1.0e-5
    s = s + (-1)^k * x.^(2*k+1)/factorial(2*k+1);
```



```

k = k + 1;
end
>> >> mysin(3)
ans =
    3.1416

```

Qeyd edək ki, dövrdən vaxtıdan əvvəl çıxmaq üçün break operatorundan istifadə olunur.

2. **Keçid operatoru.** Keçid operatoru yalnız müəyyən şərt ödənildikdə müəyyən əməliyyatların yerinə yetirilməsinə xidmət edir. Ümumi halda operator aşağıdakı kimi yazılır:

```

if <şərt1>
    <əməllər>
else if <şərt2>
    <əməllər>
else
    <əməllər>
End.

```

Şərt olaraq istənilən məntiqi ifadə işlənə bilər. Operator yerinə yetirildikdə ilk öncə şərt₁ yoxlanılır, əgər bu şərt ödənilməyibsə, digər şərt yoxlanılır. Bu şərt də ödənilmədikdə isə *else* identifikatorundan sonrakı əməllər yerinə yetirilir. Qeyd edək ki, şərtin sayı bir olduqda operatorun qısa yazılışından istifadə olunur:

```

if <şərt>
    <əməllər>
End

```

Məsələn, $y(x) = \begin{cases} \sin x, & x < -\pi \\ x/\pi, & -\pi \leq x < \pi \\ -\cos x, & x \geq \pi \end{cases}$ funksiyanı hesablamaq

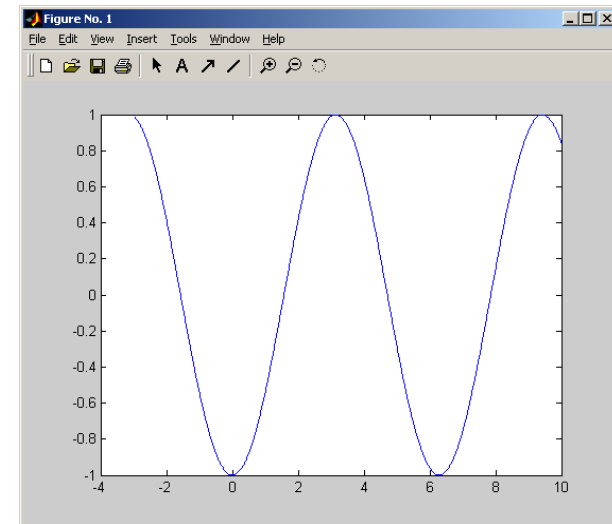
üçün şərti keçid operatorundan istifadə etmək olar.

Function y=pwun(x)

```

if x < -pi
y=sin(x)
else if (x < pi) and x > -pi
y=x/pi
else
y=cos(x)
End
>> x=[-3:0.01:10];
y=pwfun(x);
>> plot(x,y)

```



şək.2.5-2

4. Variant operatoru. Variant operatoru dəyişənin qiymətindən asılı olaraq müəyyən əməliyyatı yerinə yetirir. Operatorun yazılış forması ümumi olaraq aşağıdakı kimidir:

```
Switch < dəyişən >
Case < qiymət1 >
    < əmr >
Case < qiymət2 >
    < əmr >
other wise
    < əmr >
End
```

Hesablamanın nəticəsini fayla yazmaq və verilənlərin başlanğıc qiymətlərini fayldan «oxumaq» olar. Bunun üçün ilk öncə mövcud faylı çağırmaq və ya yeni fayl yaratmaq lazımdır. Bunun üçün *fopen* (< faylın adı >, < parametr >) operatorundan istifadə olunur. Parametr faylın atributunu bildirir və aşağıdakı qiymətlərdən birini alır:

```
rt-açılan fayl yalnız oxumaq üçündür;
rt+-açılan fayl oxumaq və yazmaq üçündür;
wt-yeni yaradılan fayl yalnız yazmaq üçündür;
wt+-yeni yaradılan fayl həm oxumaq, həm də yazmaq üçündür.
```

Fayldan informasiya oxunması *fscanf* operatoru vasitəsilə yerinə yetirilir. Fayl *fclose* əmri ilə bağlanır. Informasiya fayla *fprintf* (< faylın adı >, < informasiya >) operatoru ilə yazılır.

2.6 M –FAYLLARININ KOMPİLYASIYA EDİLMƏSİ

M-faylının sürətlə yerinə yetirilməsini təmin etmək üçün onu kompilyasiya etmək məsləhətdir. Bu zaman fayl funksiyası *C* dilində yazılmış koda çevrilir və MEX-faylı

adlanan “.dll” genişlənməsinə malik dinamik modul yaranır. Bunun nəticəsində fayl funksiyasını *C* dilinin kompilyatoru vasitəsilə yerinə yetirmək olar. MEX-faylında M-faylından fərqli olaraq alqoritm istifadəçi üçün gizli qalır. Fayl funksiyasını yerinə yetirmək üçün ilk öncə *mex – setup* əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Bu zaman *Command Window* -əmr pəncərəsində kompilyatorun seçilməisini təklif edən aşağıdakı məlumat əks olunur:

```
Please choose your compiler for building external interface
(MEX) files:
```

```
Would you like mex to locate installed compilers [y]/n?
```

İstifadəçi klaviaturanın «y» düyməsini sıxdıqda mümkün kompilyatorların siyahısı əks olunur:

```
Select a compiler:
```

```
[1] Digital Visual Fortran version 6.0 in C:\Program
Files\Microsoft Visual Studio
```

```
[2] Lcc C version 2.4 in C:\MATLAB6P5\sys\lcc
```

```
[3] Microsoft Visual C/C++ version 6.0 in C:\Program
Files\Microsoft Visual Studio
```

```
[0] None
```

```
Compiler:
```

Əgər kompüterdə fortran və *C* dilinin kompilyatorları yüklənməyibsə, onda Lcc C Version 2.4 in *c:\Matlab\sys\lcc* variantına uyğun düyməni (bizim halda «2») sıxmaq lazımdır. Bundan sonra fayl funksiyasını kompilyasiya etmək olar. Məsələn, fərz edək ki, *azad.m* fayl funksiyasını kompilyasiya etmək lazımdır. Bunun üçün cari kataloq olaraq fayl funksiyasının saxlanıldığı qovluğu müəyyən edək və *mcc- x azad* əmrini yerinə yetirək. Kompilyasiya prosesi zamanı cari kataloqda *azad.c* , *azad.h* , *azad_mex.c* və *azad.dll* faylları yaranacaq. Qeyd edək ki, *azad.dll* mex faylını yerinə yetirmək üçün istifadəçi əmr sətirindən *>> azad* əmrini yerinə

yetirməlidir. Qeyd edək ki, `azad.c`, `azad.h`, `azad_mex.c` faylları *Matlab* vasitəsilə MEX faylını yerinə yetirmək üçün zəruri deyil. Bu fayllar yalnız *C* kompilyatoru vasitəsilə fayl funksiyasının yerinə yetirilməsi üçün vacibdir və *Matlab* istifadəçiləri onu poza da bilər. Əgər fayl funksiyası daxilində digər fayl funksiyaya müraciət olunursa, hesablama əməliyyatını sürətləndirmək məqsədilə bütün fayl funksiyaları kompilyasiya etmək məsləhətdir. Bunun üçün əmr sahəsindən aşağıdakı əmri yerinə yetirmək lazımdır:

```
>> mcc -x <əsas fayl funksiyanın adı> <müraciət olunan funksiyanın adı> .
```

Məsələn, aşağıdakı `aq` fayl funksiyası daxilindən digər `aq1` fayl funksiyasına müraciət edilmişdir:

```
function d=aq(n)
d=zeros(1,n);
for i=1:n
    A=aq1(i);
    d(i)=det(A);
end
function M=aq1(k)
M=zeros(k);
for i=1:k
    for j=1:k
        M(i,j)=1/(i^2+j^2);
    end
end
```

`mcc -x aq aq1` əmrindən fərqli olaraq, `mcc -x aq` əmrini yerinə yetirdikdə məsələnin həlli üçün daha çox vaxt sərf olunacaq. İstifadəçi aşağıdakı əmrləri yerinə yetirməklə vaxt fərqi görə bilər¹:

¹ Fayl- funksiyanın yerinə yetirilməsi üçün sərf olunan vaxt `elapsed_time` dəyişəninə mənimsədir.

```
>> mcc -x aq
>> tic,v=aq(100);toc
elapsed_time =
                1.8830
>> mcc -x aq aq1
>> tic,v=aq(100);toc
elapsed_time =
                0.8610
```

2.7 MATLABDA ƏDƏDİ HESABLAMALAR

Matlab məsələlərin ədədi üsulla həlli üçün çox böyük alqoritmlər kitabxanasına malikdir. Kitabxananın konkret alqoritmə müvafiq funksiyalarla müraciət olunur. Bu vasitə ilə analizin, cəbrin diferensial və integral tənliklərinin variasiya hesabı, riyazi proqramlaşdırma, avtomatik və optimal idarəetmə nəzəriyyələrinin çoxsaylı məsələləri həll edilir.

Qeyri-xətti transtendent tənliklərin həlli üçün *fzero* (*func*, *x0*) funksiyasından istifadə etmək olar. Burada *func* – tənliyin sol hissəsinə uyğun fayl- funksiya və ya funksiya, *x0* – isə axtarılan kök üçün başlanğıc yaxınlaşmadır. Aydın məsələdir ki, tənliyin bir neçə kökü olduqda bu funksiyayı kökün sayı qədər təkrar tətbiq etmək lazımdır. Əsas məsələ tənliyin köklərinə uyğun başlanğıc yaxınlaşmaları düzgün müəyyən etməkdir¹. Əgər qeyri-xətti tənliyin sol tərəfi çoxhədlidirsə, onda tənliyin bütün köklərini təyin etmək üçün *roots* (*p*) funksiyasından istifadə etmək məsləhətdir. Burada *p*- çoxhədlinin əmsallarından tərtib olunmuş vektordur. Məsələn,

¹ Adətən tənliyin köklərinə uyğun başlanğıc yaxınlaşmaları qrafiki üsulla təqribi təyin edirlər.

fərz edək ki, $x^7+2x^5-6x^4-0,5x^2-x+5=0$ tənliyini həll etmək lazımdır. Bunun üçün əmr sətirinə aşağıdakı sətirləri daxil etmək və *ENTER* düyməsini sıxmaq lazımdır:

```
>> p=[1 0 2 -6 0 -0.5 -1 5];
>> roots(p)
```

Onda çoxhədlinin kökü olaraq alırıq:

```
ans =
-7.5964e-001 +1.8704e+000i
-7.5964e-001 -1.8704e+000i
1.3535e+000
1.0580e+000
2.0952e-003 +9.7770e-001i
2.0952e-003 -9.7770e-001i
-8.9633e-001
```

Matlab-da həmçinin çoxhədlinin qiymətini arqumentin ixtiyari nöqtəsində hesablamaq üçün *polyval(p,x)*, çoxhədlinin törəməsini hesablamaq üçün *polyder(p)*, iki çoxhədlinin hasilinin tapılması üçün *conv(p,q)*, qalıqla birlikdə qismətinin tapılması üçün *deconv(p,q)*, hasilin törəməsini hesablamaq üçün *polyder(p,q)* funksiyaları nəzərdə tutulmuşdur, burada *d* – nisbət, *r* – qalıq çoxhədliləridir. Məsələn,

```
>> p=[1, 0, 1, 0, 0, 1];
>> q=[1, 2, 3];
>> s=conv(p, q)
s=
1 2 4 2 3 1 2 3
>> [d, r]=deconv(p, q);
d=
1 -2 2 2
r=
0 0 0 0 -10 -5
>> pd=polyder(p,q)
```

```
pd=
7 12 20 8 9 2 2
>> p1=polyder(p)
p1=
5 0 3 0 0
```

Çoxhədlilərdən cədvəl vasitəsilə verilmiş birdəyişənli funksiyaların interpolyasiyası üçün də istifadə olunur. Bu məqsədlə *polyfit(x, y, n)*¹ funksiyası nəzərdə tutulmuşdur, burada *x, y* –vektorlar, *n>0* olub, interpolyasiya çoxhədlisinin tərtibini bildirir. Funksiyaların interpolyasiyası üçün həmçinin *interp1(x, y, n, <options>)*, *interp2*, *interp3*, *interp n(x, y, n, <options>)* funksiyalarından da istifadə etmək olar. Bu funksiyaları müvafiq olaraq bir, iki, üç və *n* ölçülü funksiyaları <options> parametri vasitəsilə təyin olunan üsullarla interpolyasiya edir. <options> parametri birdəyişənli funksiyalar üçün 'nearest'², 'linear'³, 'spline'⁴, ikidəyişənli funksiyalar üçün 'nearest', 'bilinear'⁵, 'bicubic'⁶ qiymətləri ala bilər. Aşağıda verilmiş fayl funksiya cədvəl vasitəsi ilə verilmiş funksiyanın qeyd olunan üsullar ilə interpolyasiyasını, funksiyanın qrafikini və müvafiq interpolyasiya əyrilərinin qurulmasını təmin edir.

```
x = [0.1 0.2 0.4 0.5 0.6 0.8 1.2];
```

¹ *polyfit(x, y, n)* funksiyası birdəyişənli funksiyanın kiçik kvadratlar üsulu ilə interpolyasiya çoxhədlisini təyin edir.

² Parametr qonşu düyün nöqtələrinə görə funksiyanın interpolyasiyasını təmin edir.

³ Parametr xətti interpolyasiya üsulu ilə funksiyanın interpolyasiyasını təmin edir.

⁴ Parametr kubik splayn üsulu ilə funksiyanın interpolyasiyasını təmin edir.

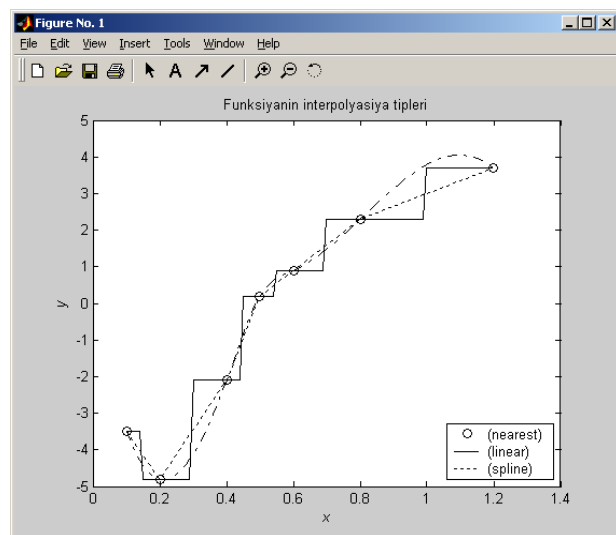
⁵ Parametr bixətti interpolyasiya üsulu ilə funksiyanın interpolyasiyasını təmin edir.

⁶ Parametr bikubik splayn üsulu ilə funksiyanın interpolyasiyasını təmin edir.

```

y = [-3.5 -4.8 -2.1 0.2 0.9 2.3 3.7];
plot(x, y, 'ko')
xi = [x(1):0.01:x(length(x))]; ynear = interp1(x,y,xi,'nearest');
yline = interp1(x,y,xi,'linear'); yspline = interp1(x,y,xi,'spline');
hold on
plot(xi, ynear, 'k', xi, yline, 'k:', xi, yspline, 'k-')
title('Funksiyanın interpolasiya tipləri')
xlabel('\itx')
ylabel('\ity')
legend('(nearest)', '(linear)', '(spline)',4)

```



şək.2.7-1

Müəyyən inteqralın hesablanması üçün $quad('fun', a, b, e, n)$ və $quad8('fun', a, b, e, n)$ funksiyalarından istifadə olunur. Burada a, b inteqralın sərhədlərini, e hesablamının dəqiqliyini, n isə bölgü nöqtələrini sayını bildirir. Funksiyalar inteqralı müvafiq olaraq Simpson və Nyuton-Kotteks düsturu ilə hesablayır. Ümumiyyətlə, e və n parametrləri buraxıla bilər. Bu zaman paket avtomatik olaraq $e = 10^{-3}$, $n = 10$ qəbul edir.

n parametri aşkar şəkildə verildikdə funksiyanın qrafiki qrafiki pəncərədə əks olunur. İkiqat inteqralın hesablanması üçün $dblquad('func', a, b, s, d, e, n)$ funksiyasından, parametrdən asılı inteqralın hesablanması üçün isə $quad('func', a, b, p_1, p_2, \dots)$ funksiyasından istifadə olunur, burada p_1, p_2, \dots parametrləridir.

Matlab-da diferensial tənliklər üçün Koşi və sərhəd məsələsinin həlli üçün nəzərdə tutulmuş funksiyaları *solver* adlandırırlar. n tərtibli diferensial tənlik üçün Koşi məsələsinin həll etmək üçün onu birtərtibli diferensial tənliklər sisteminə gətirmək, sistem tənliklərə uyğun fayl funksiyanı tərtib etmək, məsələyə uyğun solveri tətbiq etmək və tənliyin həllinin qrafikini qurmaq lazımdır. Koşi məsələsinin həlli üçün *ode45*, *ode23*, *ode113*, *ode15s*, *ode23t*, *ode23tb*, sərhəd məsələsinin həlli üçün isə *bvp4c* solverləri nəzərdə tutulmuşdur¹. Məsələn

$$y'' + 2y' + 10y = \sin t \quad (2.7-1)$$

$$y(0) = 1, \quad y'(0) = 0 \quad (2.7-2)$$

Koşi məsələsinin həll etmək üçün ilk öncə o, aşağıdakı məsələnin həllinə gətirilir:

$$\begin{cases} y_1' = y_2 \\ y_2' = -2y_2 - 10y_1 + \sin t \end{cases} \quad (2.7-3)$$

$$\begin{aligned} y_1(0) &= 0 \\ y_2(0) &= 1 \end{aligned} \quad (2.7-4)$$

Sonradan (2.7-3)-(2.7-4) məsələsinin həlli üçün aşağıdakı M-faylları hazırlanır:

```

function F = oscil(t, y)
F = [y(2); -2*y(2)-10*y(1)+sin(t)];

```

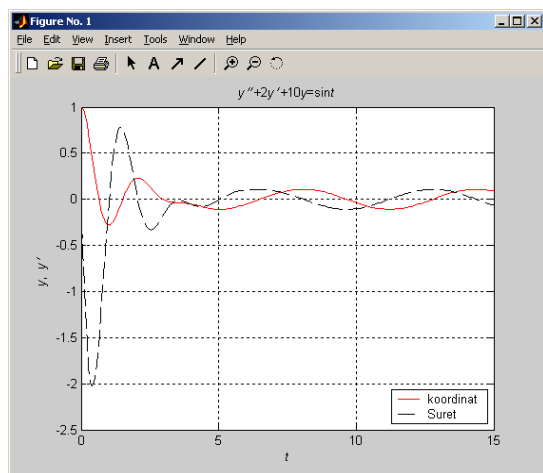
¹ Bu solverlər Runge-Kutta üsuluna əsaslanır.

```

Y0 = [1; 0]; [T, Y] = ode45('oscil', [0 15], Y0); plot(T, Y(:,1), 'r')
hold on
plot(T, Y(:,2), 'k--')
title(' \it{y} \prime \prime + 2 \it{y} \prime + 10 \it{y} = \sin \it{t} ')
xlabel(' \it{t} ')
ylabel(' \it{y} \prime, \it{y} \prime \prime ')
legend('koordinat', 'suret', 4)
grid on
hold off

```

M-faylımı yerinə yetirdikdə məsələnin həll qrafiki qrafiki pəncərədə əks olunacaq (şək.2.7-2)



şək.2.7-2

Bir sıra riyazi və elmi-texniki məsələlərin həlli funksiyasının müəyyən oblastda minimum, maksimum və müəyyən şərtləri ödəyən qiymətlərin tapılması məsələsinə gətirilir. *Matlab*-da birdəyişənli funksiyaların verilmiş $[a,b]$ parçasında minimumunun tapılması üçün $fminbnd('fun', a, b)$, çoxdəyişənli funksiyaların minimumunun tapılması üçün isə $fminsearch('fun', a, b)$ funksiyaları nəzərdə tutulmuşdur. Əgər minimum

nöqtəsində funksiyanın qiymətini də tapmaq tələb olunarsa, bu zaman müvafiq olaraq $[x,f]=fminbnd('fun', a,b)$ və $[x,f]=fminsearch('fun', [a,b])$ yazılış formalarından istifadə olunur. Burada funksiyanın minimum nöqtələrinin qiymətləri x dəyişəninə, minimum nöqtələrində funksiyanın qiymətləri isə f dəyişəninə mənimsədilir.


2.8 PDE Toolbox

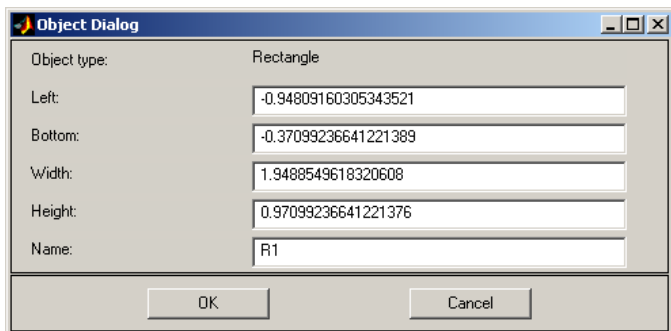
İstilikkeçirmə, elektrostatika, elektrodinamika, maye axını, mexanika və fizikanın bir sıra məsələlərinin həlli xüsusi törəməli diferensial tənliklər üçün sərhəd və qarışıq məsələlərin həllinə gətirilir. *Matlab 7*-də bunun üçün xüsusi *ToolBox-PDE Toolbox* nəzərdə tutulmuşdur. *PDE Toolbox* istifadəçiyə sadə qrafiki işçi mühit təklif edir. İstifadəçi interfeys elementləri - alətlər paneli, menyunun əmrləri və açılan pəncərələr vasitəsilə həll oblastını, tənliyin tipini və əmsallarını, sərhəd və başlanğıc şərtlərini müəyyən edib oblastı sonlu elementlərə böldükdən-trianqulyasiya əməliyyatı apardıqdan sonra məsələ həll olunur və məsələnin həlli vizual şəkildə PDE pəncərəsində əks olunur.

İstilikkeçirmə tənliyi üçün qarışıq məsələnin misalında *PDE Toolbox*-un iş prinsipi ilə tanış olaq. Bu məqsədlə dairəvi dəyişə malik oblastda 20 san müddətində istiliyin yayılması məsələsinə baxaq. Fərz edək ki, oblastın sərhədi istilik keçirmir. Dəyişin sərhədində istilik mənbəyi vardır və istilik zamana mütənasib artır. Başlanğıc zamanda oblastın bütün hissəsində temperatur sıfır bərabərdir.

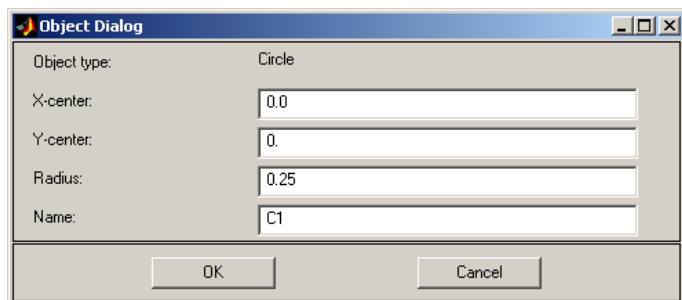
Məsələni həll etmək üçün ilk növbədə əmr sətirindən *pdetool* əmrini yerinə yetirmək lazımdır¹. Açılan PDE

¹ *PDE Toolbox*-u interfeys pəncərəsinin LaunchPad bölməsinin Toolboxes siyahısından seçmək olar.

ToolBox pəncərəsinin koordinat müstəvisi üzərində,  aləti vasitəsilə düzbucaqlı oblast müəyyən etdikdən sonra, kursoru çəkilmiş oblastın üzərinə qoyub siçanın sol düyməsini iki dəfə sıxmaq və açılan dialoq pəncərəsində oblastın ölçülərini, sol və yuxarı koordinatlarını müəyyən etmək lazımdır (şək.2.8-1). Daha sonra *Draw*→*Ellipse/Circle* əmrini yerinə yetirməklə düzbucaqlı oblastın mərkəzində dairəvi oblast ayırmaq, kursoru ayrılmış oblastın üzərinə qoyub siçanın sol düyməsini iki dəfə sıxmaqla açılan dialoq pəncərəsində dairə mərkəzinin koordinatlarını və radiusunu müəyyən etmək və *PDE Toolbox* pəncərəsinin düstur sətirinə R1-C1 daxil etmək lazımdır (şək.2.8-1,2.8.2).

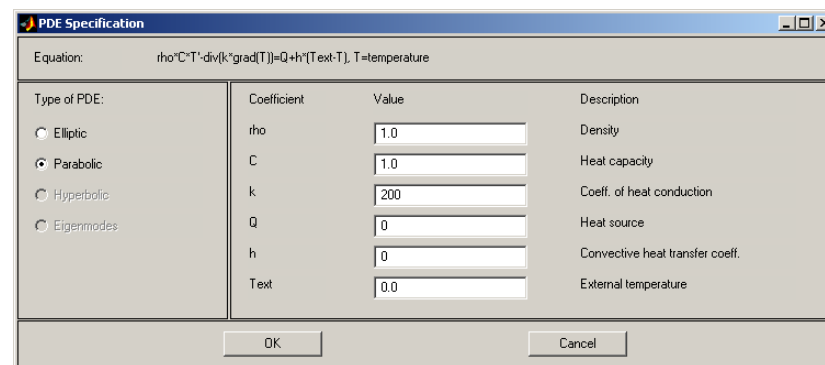


şək.2.8-1



şək.2.8-2

Növbəti addımda ardıcıl olaraq *Options*→*Applisation*→*Heat Transfer*¹ və *PDE*→*PDE Mode*² əmrini, daha sonra *PDE*→*PDE Specification* əmrini yerinə yetirmək, açılan dialoq pəncərəsində tənliyin tipini-*Parabolic* və tənliyin əmsallarını- $k = 200$, $C=1$, $\rho=1$, $Q=0$, $h=0$, $Text=0$ müəyyən edib *OK* düyməsini sıxmaq lazımdır(şək.2.8-3).

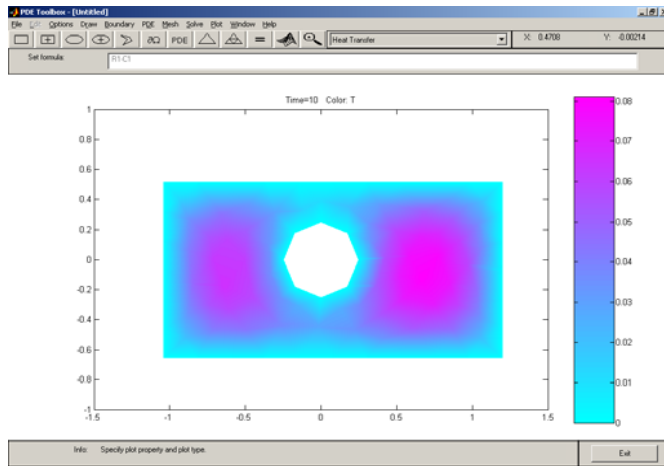


şək.2.8-3

Ardıcıl olaraq oblastın sərhədlərində sərhəd şərtlərini təyin etmək lazımdır. Bunun üçün sərhəd xəttlərini qeyd etmək, *Boundary*→*Specify Boundary Conditions* əmrini yerinə yetirmək və açılan dialoq pəncərəsində sərhəd şərtlərini müəyyən etmək lazımdır. Bundan sonra başlanğıc şərti və zamanın dəyişmə intervalını vermək üçün *Solve*→*Parameters* əmrini yerinə yetirmək, açılan pəncərədə başlanğıc şərt, zaman intervalını və hesablamaların xətasını müəyyən etmək lazımdır. Sonra *Solve*→*Solve Mode* əmrini yerinə yetirib, məsələni həll edirik və məsələnin nəticəsi ekranda əks olunur (şək.2.8-4).

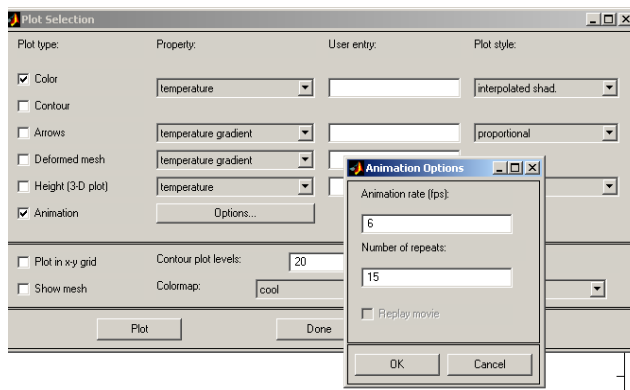
¹ Əmr məsələnin tipinin-istilikkeçirmə məsələsi olduğunu müəyyən edir.

² Əmr differensial tənliyin tipini müəyyən edir



şək.2.8-4

Temperaturun yayılma dinamikasını vizual olaraq izləmək üçün *Plot*→*Plot Selection*→*Animation* əmrini yerinə yetirib açılan *Plot Selection* dialoq pəncərəsində *Animation* variant sahəsini aktivləşdirmək və *Options* düyməsini sıxmaq lazımdır. Açılan növbəti *Animation Options* dialoq pəncərəsində animasiya kadrların və təkrarlamaların sayını müəyyən etmək lazımdır (şək. 2.8-5).



şək.2.8-6

2.9 TOOLBOX SYMBOLIC MATH

ToolBox Symbolic Math Maple riyazi proqram paketinin kitabxanasından istifadə edərək simvolik hesablama əməliyyatı yerinə yetirir. Simvolik ifadələr iki üsulla yaradılır:

1. İlk öncə `>>syms <dəyişənin adı>` əmrini yerinə yetirməklə dəyişənlər təsvir olunur. Sonra isə operatorlar vasitəsilə ifadə tərtib edilir. Məsələn,

```
>>syms a, b
>> d=a^2+b/2
```

2. İfadə *Sym* funksiyaının arqumenti olaraq apostrof daxilində yazılır. Məsələn,

```
>>Sym ('a^2+b/2').
```

Simvolik ifadənin «təbii» yazılışının ekranda əks olunması üçün *pretty*(<simvolik ifadə>) funksiyası nəzərdə tutulmuşdur. Məsələn, *pretty* (d) əmrini yerinə yetirdikdə ekranda aşağıdakı yazılış əks olunacaq:

$$a^2 + 1/4 b^3$$

Kompleks simvolik dəyişənləri təsvir etmək üçün *syms* <dəyişənin adı> *unreal* əmrindən istifadə olunur. Simvolik massivləri təyin etmək üçün isə ilk növbədə onun elementlərini *syms* <elementlər> əmri vasitəsilə təsvir etmək lazımdır. Sonra elementlər massivin adına kvadrat mötərizə arasında, bir-birindən probel və ya vergüllə ayrılmaqla mənimsədir. Məsələn,

```
>>syms a b j d
>>A=[a, b; j, d]
A=
 [a, b]
 [j, d]
```


Simvolik massivlər üzərində matrislər cəbrinin qanunlarına uyğun hesablama əməliyyatları: massivlərin toplanması, hasili, qüvvətə yüksəldilməsi, transponirə olunması, determinantın və tərs massivinin tapılması əməliyyatı aparılır. Matrisin transponirə olunması üçün «.'» operatorundan, matrisin determinantını hesablamaq üçün $\det(\langle \text{massiv} \rangle)$, tərs matrisini tapmaq üçün isə $\text{inv}(\langle \text{massiv} \rangle)$ funksiyalarından istifadə olunur. Məsələn,

Misal 1

```
>> syms x a z x c v b n;
>> A=[x a; z x];
>> B=[c v; b n];
>> C=A*B
C =
    [ x*c+a*b, x*v+a*n]
    [ z*c+x*b, z*v+x*n]
```

Misal 2

```
>> A=[x a; z x];
>> B=[c v; b n];
>> C=B^2
C =
    [ c^2+v*b, c*v+v*n]
    [ b*c+n*b, v*b+n^2]
```

Misal 3

```
>> syms x a z x c v b n;
>> A=[x a; z x];
>> B=[c v; b n];
>> C=A+B
C =
    [ x+c, a+v]
    [ z+b, x+n]
```

Misal 4

```
>> syms x a z x c v b n;
>> A=[x a; z x];
>> A.'
ans =
    [ x, z]
    [ a, x]
```

Misal 5

```
>> syms x a z x c v b n;
>> B=[c v; b n];
>> det(B)
ans =
    c*n-v*b
```

Misal 6

```
>> syms x a z x c v b n;
>> B=[c v; b n];
>> inv(B)
ans =
    [-n/(-c*n+v*b), v/(-c*n+v*b)]
    [ i.(-s*t+m*i)b -s.(-s*t+m*i)j]
```

Qeyd edək ki, *Sym* funksiyası həmçinin ədədi massivi simvolik massivə çevirir. Məsələn,

```
>> A=[1.1, 2.3; 3.1, 4.2];
>> B=Sym(A)
B=
    [11/10 23/10]
    [31/10 21/5]
```

Misaldan görüldüyü kimi bu zaman ədəd rəşional kəsir şəklində yazılır. Simvolik ifadəni tələb olunan dəqiqliklə hesablamaq olar. Bu məqsədlə $\text{vpa}(\langle \text{simvolik ifadə} \rangle, n)$ funksiyası nəzərdə tutulmuşdur, harada n -hesablamanın dəqiqliyini bildirən tam ədəddir. Məsələn,

```
>> c=sym('sqrt(5)'); d=vpa(c,10)
d =
2.236067978
```

Simvolik dəyişənləri ədədi dəyişənlərə çevirmək üçün isə *double array* (<simvolik dəyişən>) funksiyasından istifadə olunur.

Birdəyişənli simvolik funksiyanın qrafikinin qurulması üçün *ezplot* (<arqument>, <təyin oblasti>) və *ezpolyar* (<arqument>, <təyin oblasti>) funksiyasından istifadə olunur. Bu funksiyalar müvafiq olaraq qrafiklərin Dekart və polyar koordinat sistemlərində qurulmasını təmin edirlər¹. İkidəyişənli funksiyaların qrafiklərinin qurulması üçün isə *Ezsurf*(<arqument>, <təyin oblasti>), *ezsurf*(<arqument>, <təyin oblasti>), *ezmech*(<arqument>, <təyin oblasti>), *ezmehc*(<arqument>, <təyin oblasti>) funksiyalarından istifadə olunur. Funksiyanın təyin oblasti [<a, b, c, d>] şəklində verilir və burada ilk 2 qiymət əlifba sırasında əvvəl təyin olunan arqumentin təyin oblasti hesab olunur. Məsələn,

```
>>f=sym('x+x^ 2+a'); f=ezsurf(f, [2, 3 10, 50])
```

Baxılan misalda x arqumenti [10, 50], a arqumenti isə [2, 3] parçasında təyin edilmişdir.

Symbolic Math Tool simvolik ifadələr üzərində əməliyyatlar aparmaq üçün bir sıra funksiyalardan istifadə edir:

1. *Collect* (<çoxhədli>, <dəyişən>). Funksiya simvolik çoxhədli üzərində müəyyən edilən dəyişənə görə qruplaşdırma aparır. Məsələn,

```
>>d=sym('x^3-(x-a)^2-x-5');
>>Collect(d,'x')
ans =
x^3-x^2+(-1+2*a)*x-a^2-5
```

¹ Funksiyanın təyin oblasti verilmədikdə, sistem arqumentin $[-2\pi; 2\pi]$ intervalında dəyişdiyini qəbul edir.

2. *Expand*(<ifadə>). Funksiya simvolik çoxhədlinin və triqonometrik ifadənin «açılışını» təmin edir. Məsələn,

```
>> d=sym('sin(2*x)');
>> expand(d)
ans =
2*sin(x)*cos(x)
```

3. *Factor*(<ifadə və ya ədəd>). Funksiya çoxhədlini vuruqlara ayırır, ədədi sadə ədədlərin hasilində göstərir.

```
>> a=sym('sin(x)^2-cos(x)^2');
>> factor(a)
ans =
(sin(x)-cos(x))*(sin(x)+cos(x))
> syms a
>> a=sym('245'); factor(a)
ans =
(5)*(7)^2
```

4. *Simple*(<çoxhədli>), *simplify*(<ifadə>). Funksiyalar simvolik ifadəni sadələşdirir. *Simplify* funksiyası daha mükəmməl alqoritmə malik olub, çoxhədli ilə yanaşı triqonometrik, loqarifmik, eksponensial, hiperbolik, Bessel, Qamma funksiyalarını da sadələşdirir. Məsələn,

```
>> a=sym('exp(ln(a))');
>> simplify(a)
```

5. *Horner*(<çoxhədli>). Funksiya məşhur Horner sxemi ilə çoxhədlini vuruqlara ayırır və qalıq həddini hesablayır. Məsələn,

```
>> a=sym('x^3-2*x-x^2-1'); horner(a)
ans =
-1+(-2+(-1+x)*x)*x
```

6.Sybs (<ifadə>,<dəyişən və ya ifadə>,<ifadə>).
Funksiya simvolik ifadədə dəyişəni və ya ifadəni digər ifadə ilə əvəz edir. İfadədə dəyişəni konkret qiymətlə əvəz etməklə, ifadənin qiymətini hesablamaq olar. Məsələn,

```
>> f=sym('x^3-x^2-6'); f1=subs(f,'x','a-1')
f1 =
(a-1)^3-(a-1)^2-6
>> f1=subs(f,'x',23)
f1 =
11632
```

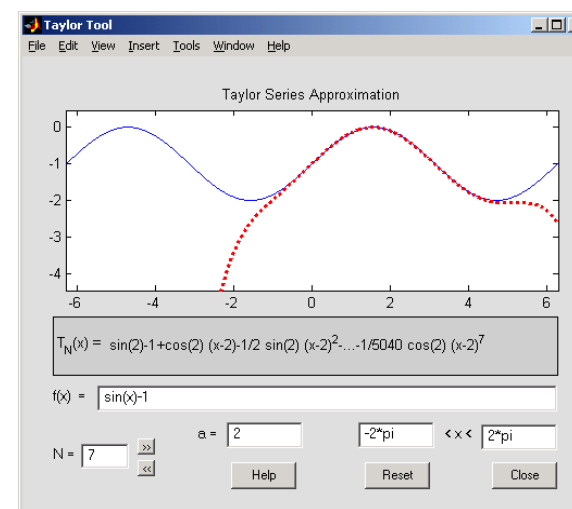
Praktikada bir sıra məsələlərin həllində funksiyaları Teylor sırasına ayırmaq tələb olunur. *Matlab*-da bu əməliyyat *Taylor* (<f>,<n>, <x>, <a>) funksiyası ilə yerinə yetirilir. Burada, <f> - funksiyayı, <n> həddlərin sayını, <x> hansı dəyişənə görə, <a> hansı nöqtənin ətrafında sıraya ayrılmasını təyin edir¹. <n> verilmədikdə sistem n=6, <a> verilmədikdə isə a=6 qəbul edir. Məsələn,

```
>> f = Sym ('1/(1+x)'); t=taylor (f);
t =
1-x+ x^2-x^3 +x^4-x^5
>> syms x;
>>taylor(exp(x), 4, x,1/2)
ans =
exp(1/2)+exp(1/2)*(x-1/2)+1/2*exp(1/2)*
(x-1/2)^2+1/6*exp(1/2)*(x-1/2)^3
```

Qeyd edək ki, funksiyaları Teylor sırasına *taylor* adlı qrafiki əlavə vasitəsilə də ayırmaq olar. Bunun üçün əmr sətirində *taylor* əmrini daxil etmək açılan əlavə pəncərəsinin f (x) sahəsində funksiyayı, N sahəsində hədlərin sayını, “a=” sahəsində nöqtəni və arqumentin dəyişmə intervalını müəyyən

¹ Çox dəyişənli funksiyalar üçün <x> dəyişənini vermək zəruridir.

etmək lazımdır. Bu zaman funksiyanın taylor sırasına ayrılışı və funksiyanın qrafiki pəncərədə əks olunacaq (şək.2.9-1).



şək.2.9-1

Riyaziyyatın əsas anlayışlarından biri olan sıranın hesablanması üçün *Symsym* (<'hədd'>, <indeks>, <indeksin yuxarı sərhədi>, <indeksin aşağı sərhədi>) funksiyasından istifadə olunur. Məsələn,
$$S = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{x^{2k+1}}{(2k+1)!}$$
 sırasını hesablamaq üçün aşağıdakıları əmr sətirinə daxil etmək lazımdır.

```
>> syms x k
>>s=symsum((-)^(k)*x^(2*k+1)/sym('(2*k+1)!'),k,0,inf)
s =
sin(x)
```

Funksiyanın konkret nöqtədə limitinin hesablanması üçün *limit*(<funksiyanın adı>, <dəyişən>, <nöqtə>), sağ və sol limitin tapılması üçün isə müvafiq olaraq *limit*(<funksiya>, <dəyişən>, <nöqtə>, 'Left'), *limit* (<funksiya>, <dəyişən>

<nöqtə>, 'Right') funksiyaları nəzərdə tutulmuşdur. Məsələn,

$\lim_{x \rightarrow +1} (10+x)^{\frac{1}{x}}$ və $\lim_{x \rightarrow -0} (10+x)^{\frac{1}{x}}$ hesablayaq. Onda əmr sətirində

aşağıdakıları daxil etmək lazımdır.

```
>> syms x
>> limit((10+x)^(1/x),x,0,'left')
ans =
    0
>> limit((10+x)^(1/x),x,1,'right')
ans =
    11
```

Funksiyanın ixtiyari tərtibindən diferensialı *diff* (<funksiya>, <dəyişən>, <n-tərtib>) funksiyası vasitəsilə, qeyri müəyyən inteqral *int*(<funksiya>, <dəyişən>), müəyyən inteqral *int*(<funksiya>, <dəyişən>, <a,b>)¹ funksiyaları vasitəsilə hesablanır. Çoxqat inteqral isə *int* funksiyasını təkrar tətbiq etməklə hesablanır. Məsələn, fərz edək ki, $\int_c^d \int_a^b y \sin x dx dy$

inteqralını hesablamaq tələb olunur. Onda,

```
>> f=sym('y*sin(x)'); ix=int(f,x,a,b);
>> yx=int(ix,y,c,d)
yx =
    1/2*(-cos(b)+cos(a))*(d^2-c^2)
>> diff(atan(1/x),x,1)
ans =
   -1/x^2/(1+1/x^2)
```

Cəbri tənlikləri və xətti sistem tənlikləri analitik həll etmək üçün müvafiq olaraq *solve* (*f,x*) və *solve* (*f1, f2, x1, x2...*) funksiyasından istifadə olunur. Məsələn,

```
>> f=sym('x^2-2*x+1'); p=solve(f)
```

¹ a və b müvafiq olaraq inteqralın aşağı və yuxarı sərhdlərini təyin edir.

```
p =
    [ 1]
    [ 1]
>> syms s x1 x2 f1 f2
>> f1 = sym('x1*(2-x2)- cos(x1)- exp(x2)');
>> f2 = sym('2+x1-x2- cos(x1)- exp(x2)'); s=solve(f1, f2, x1, x2);
>> s.x1
ans =
   -2.7892533412300041640480097492662-
  2.4038123717177356373665914548970*i
>> s.x2
ans =
   1.1881759686903336861349749893128-
  .11937436768241059658057945114116*i
```

Diferensial tənlikləri analitik həll etmək üçün isə *dsolve* funksiyasından istifadə olunur. Məsələn, fərz edək ki, $y'+y^2 = -x^2$ $y(0.5) = -1$ Koşi məsələsini həll etmək tələb olunur. Onda aşağıdakı əmri yerinə yetirməliyik:

```
>> y=dsolve('Dy+y^2=x^(-2)', 'y(0.5)=-1', 'x')
y =
    1/2*(1-5^(1/2)*tanh(-1/2*5^(1/2)*log(x)+1/2*log(9+4*5^(1/2))-
    1/2*log(2)*5^(1/2)))/x
```

FƏSİL 3

SCIENTIFIC WORK PLACE 5.0

Keçən əsrin 70-ci illərinə qədər elmi-texniki kitabların, məqalə və sənədlərin nəşri yalnız mətbəə yığımına əsaslanırdı. 1979-cı ildə Stanford universitetinin professoru Donald Knut tərəfindən TEX dilinin və sonradan onun əsasında *AMS-TEX*, *LaTeX*, *Scientific Word*, *Scientific Work Place* və s. elektron nəşriyyat sistemlərinin yaradılması, yüksək poliqrafik kefiyyətli məhsulların hazırlanmasını təmin etdi. Bu sistemləri dünyanın əksər nəşriyyatları, elmi mərkəzləri istifadə edir. Bu səbəbdən, bir sıra jurnal redaksiyaları, beynəlxalq konfrans təşkilatçıları məqalə və məruzələrin məhz TEX sənədi kimi hazırlanmasını tələb edir.

Scientific Work Place 5.0 yüksək poliqrafik kefiyyətli elmi-texniki sənədlərin hazırlanması və riyazi, elmi-texniki məsələlərin həlli üçün nəzərdə tutulmuş inteqral sistemdir. Belə ki, paket özündə *Scientific Word* mətn redaktorunu, *Maple* və *MuPAD* riyazi proqram paketlərinin hesablama prosessorlarını birləşdirir. *Maple* və *MuPAD* hesablama prosessorları məsələni analitik və ədədi üsullarla həll etməyi təmin edir.

Scientific Work Place 5.0 paketi həmçinin, mətnin avtomatik yoxlanılması təmin edən orfoqrafik korrektora, digər proqramlarda hazırlanmış mətn, şəkil, cədvəl və qrafiklərin idxalını təmin edən əliliyə yaxın xüsusi filtrə malikdir. Bundan əlavə, paket vasitəsilə istifadəçilərin və tələbələrin bilik səviyyəsini təyin etmək üçün elektron testlər hazırlamaq olar.

3.1 SCIENTIFIC WORK PLACE 5.0: YENİ SƏNƏDİN HAZIRLANMASI

Scientific Work Place 5.0 paketi yükləndikdə Windows əlavələri üçün standart qrafiki işçi interfeys pəncərəsi açılır. Interfeys pəncərəsi başlıq, menyu sətrindən, alətlər panellərindən, sənəd pəncərəsindən, *Tag* panelindən, cari vəziyyət sətrindən ibarət olub, istifadəçinin avtomatlaşmış İşçi Yeri hesab olunur. Onun vasitəsilə istifadəçi sənəd yaradıb, onu səhifələyə, redaktə və çap edə, hesablama əməliyyatı yerinə yetirə, müəyyən riyazi məsələləri həll edə bilər.

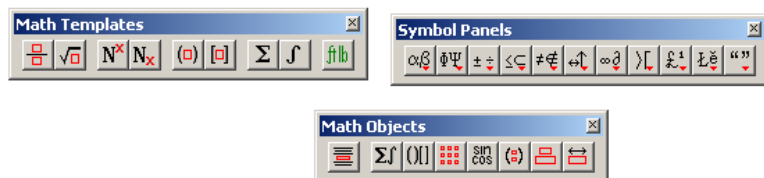
Yeni sənəd konkret sənəd tipinə uyğun stil əsasında sənəd pəncərəsində yaradılır. Proqram yükləndikdə avtomatik olaraq açılan sənəd pəncərəsində sənəd elmi məqalələr üçün nəzərdə tutulmuş *Blank- Standart LaTeX Article* stilinə əsaslanır¹. Avtomatik müəyyən olunan stildən fərqli stildə sənəd yaratmaq tələb olunduqda, *File*→*New* əmrini yerinə yetirmək, açılan pəncərədə sənədin növünə müvafiq digər stili seçmək və *OK* düyməsini sıxmaq lazımdır.

Sənəd özündə mətn, düstur, hesablamanın nəticəsini, riyazi məsələnin həllini, qrafikləri, şəkilləri, cədvəlləri əks etdirə bilər. Sənədə mətn əsasən klaviatura vasitəsilə daxil olunur². Bu zaman mətni daxil etmə rejimini aktiv etmək lazımdır. Bunun üçün standart alətlər panelində *Togglr/Math*

¹ Proqram yükləndikdə açılan sənəd pəncərəsində yeni sənədlər üçün nəzərdə tutulmuş stili istifadəçi yenisi ilə əvəz edə bilər. Bunun üçün *Tools*→*User Setup* əmrini yerinə yetirib açılan eyni adlı dialoq pəncərəsində *Start-up-Document* bölməsində *Shell Directories* siyahısından konkret sənəd növünü, *Shell Files* siyahısından isə ona müvafiq stili seçib *OK* düyməsini sıxmaq lazımdır

² Mətn həmçinin digər sənədlərdən mübadilə buferi vasitəsilə daxil edilə bilər.

aləti **T** formasında olmalıdır. Düsturlar, hesablama üçün nəzərdə tutulmuş riyazi ifadələr, «təbii» yazılışla, riyazi rejimdə¹ daxil edilir. Bu zaman düsturlar və riyazi ifadələr ekranda qırmızı rəngdə əks olunur². Düsturu və ya ifadəni cari sətirin mərkəzinə doğru nizamlamaq üçün onu qeyd edib, **Insert**→**Display** əmrini yerinə yetirmək və ya «Ctrl+D» qızğın düyməsini sıxmaq lazımdır. Riyazi simvollar arasına probel daxil etmək üçün probel düyməsini «Shift» düyməsi ilə birlikdə sıxmaq lazımdır. Dusturların və riyazi ifadələrin tərtibi zamanı *Math Objects*, *Math Templates* və *Symbol Panels* alətlər panelinin alətlərindən (şək.3.1-1) istifadə edilə bilər.



şək.3.1-1

TEX dilini bilən istifadəçilər riyazi simvolları həmçinin dilin yazılış elementləri əsasında klaviaturadan daxil edə bilər. Məsələn, α hərfinin yazmaq üçün *o, /alfa* yazmalıdır[27].

İfadənin təbii yazılışında bəzi hallarda istisnalara riayət etmək tələb olunur. Belə ki, bir sıra funksiyaların yazılışı fərqlənir [27]. Digər tərəfdən proqram *cosxy* yazılışını *xy*-i funksiyanın arqumenti kimi deyil, *cos(x)y* kimi qəbul edir. Belə halda, *cos(xy)* yazmaq məsləhətdir.

Mürəkkəb düsturların və riyazi ifadələrin yazılışında makroslardan istifadə etmək məsləhətdir. Makroslar düstur və riyazi ifadələrin daxil edilməsini sürətləndirməyə xidmət edir.

¹ Bunun üçün standart alətlər panelində *Togglr/Math* aləti **M** formasında olmalıdır

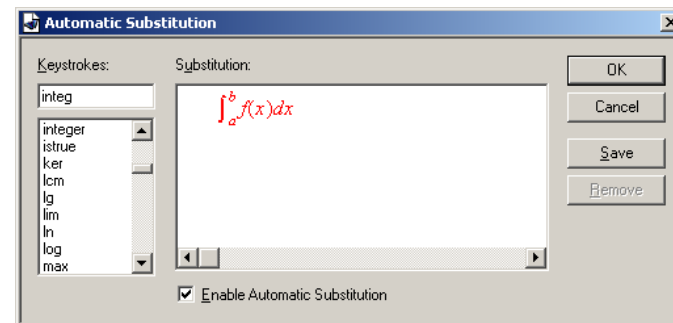
² Standart funksiyalar, məsələn sin, cos və s.istisna olmaqla.

Məsələn,
$$\int_0^b f(x)dx + \int_c^d g(x)dx - \int_a^b \alpha g(x + \alpha)dx \quad (3.1-1)$$

düsturunu yazmaq üçün üç inteqral daxil etmək lazımdır. Bu düsturu daxil olunmasında makrosu tətbiq edək. Bunun üçün

Math Objects panelinin köməyi ilə $\int_0^b f(x)dx$ dusturunu daxil

etdikdən sonra onu qeyd edib mübadilə buferində saxlayaq və **Tools**→**Automatic Substitution** əmrini yerinə yetirib makros yaradaq. Bunun üçün əmri yerinə yetirdikdə açılan *Automatic Substitution* dialoq pəncərəsində *Substitution* sahəsinə «Ctrl+C» qızğın düyməsini sıxmaqla mübadilə buferindəki düsturu daxil edək. *Keystrokes* sahəsində makorsa müəyyən ad, məsələn *integ* mənimsəyib *Save* düyməsini sıxaq. (şək.3.1-2).



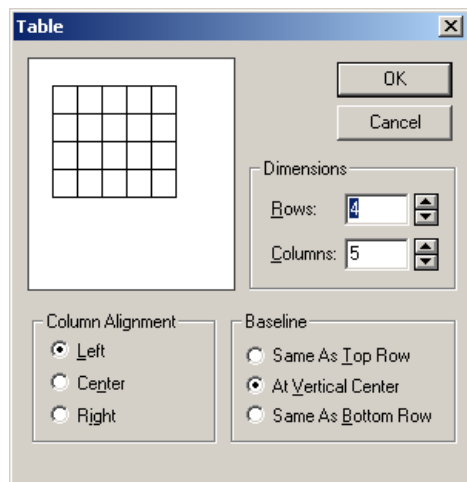
şək.3.1-2

Düsturun tərkib hissəsi olan ikinci və üçüncü inteqralı daxil etmək üçün sadəcə olaraq sənəddə onların yerinə makrosun adını, yəni *integ* sözünü klaviaturadan daxil edirik və bu zaman

sənədə daxil olunan makrosa uyğun $\int_0^b f(x)dx$ düsturu üzərində

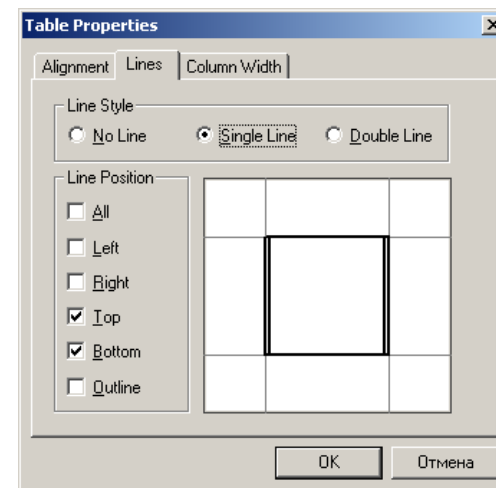
kiçik redaktə işi aparmaqla (3.1-1) düsturunun yazılışına nail oluruq.

Sənədə cədvəl daxil etmək üçün **Insert**→**Table** əmrini yerinə yetirib, açılan pəncərədə sətir və sütunların sayını, sütunların nizamlama parametrini müəyyən etmək və **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.1-3).



şək.3.1-4

Daha sonra ekranda əks olunan cədvəl şablonunda müvafiq xanalara informasiya daxil etmək lazımdır. Cədvələ yeni sətir və sütun əlavə edilməsi və cari sütunun ləğv edilməsi kontekst menyunun **Insert Row(s)**, **Insert Column(s)**, **Delete Columns** əmrini, qeyd olunmuş xanaların birləşdirilməsi isə **Merge Cells** əmrini yerinə yetirməklə təmin olunur. Cədvəlin formatlaşması isə **Edit**→**Table Properties** əmrini yerinə yetirdikdə açılan **Table Properties** dialoq pəncərəsinin müvafiq bölmələrində proqram tərəfindən avtomatik müəyyən olunan parametrləri (məsələn, cədvəlin xanalarının sərhədləri üçün xətt stilini, xanalarda informasiyanın nizamlanmasını, xanaların enini və s) dəyişməklə həyata keçirilir (şək.3.1-5).



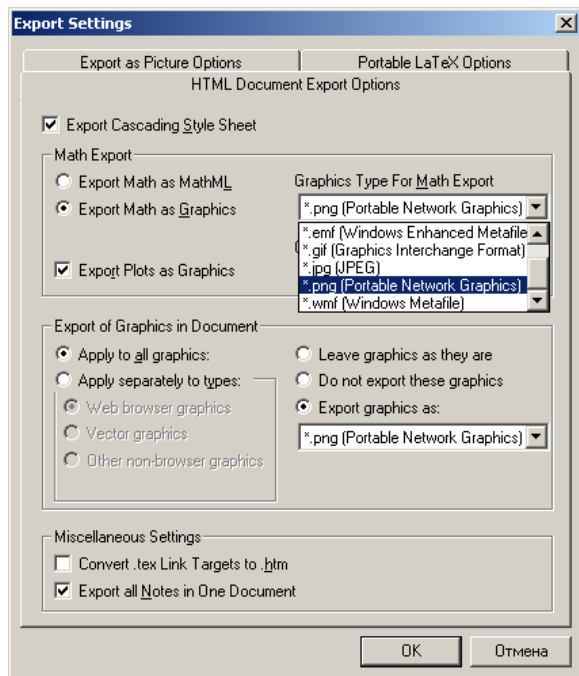
şək.3.1-5

Sənədə şəkil daxil etmək üçün isə **File**→**Import Picture** əmrini yerinə yetirmək və şəkil faylının ünvanını açılan dialoq pəncərəsində müəyyən etmək və **Open** düyməsini sıxmaq lazımdır.

Yeni sənədin yaddaşda saxlanması **File**→**Save** əmri vasitəsilə təmin olunur. Əmri yerinə yetirdikdə istifadəçi açılan pəncərədə sənədin ünvanını müəyyən etməlidir. Proqramla seans müddədində yaradılmış bütün sənədlərin hamısını yaddaşda saxlamaq üçün **File**→**Save All** əmrini yerinə yetirmək, sənədi başqa ünvanda yaddaşda saxlamaq üçün isə **File**→**Save As** əmrini yerinə yetirmək, açılan **Save As** dialoq pəncərəsində sənədin yeni ünvanını müəyyən etmək lazımdır.

Paket **TEX** sənədini **HTML** sənədinə konvert etməyi də təmin edir. Bunun üçün **File**→**Export Document As** əmrini yerinə yetirmək və açılan eyni adlı dialoq pəncərəsində **HTML** sənədinin ünvanını müəyyən etmək və **Save** düyməsini sıxmaq lazımdır. Konvert zamanı sənəddəki düsturlar istifadəçinin tələbatından asılı olaraq şəkil və ya **MathML** faylı kimi yaddaşda saxlanılır. Sənəddəki düsturları **MathML** faylı kimi

yaddaşda saxlamaq üçün istifadəçi **Tools**→**Settings** əmrini yerinə yetirib açılan dialoq pəncərəsinin **Math Export** sahəsində **Export Math as MathML** variantını, şəkil kimi yaddaşda saxlamaq üçün isə **Export as Graphics Type For Math Export** açılan siyahısında şəkil faylının tipini seçməlidir (şək.3.1-6).



şək.3.1-6

Hazırlanmış sənədi **LaTeX 2 ϵ** sənədi kimi səhifələmək üçün **Typeset**→**Preview** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Səhifələnmə uğurlu həyata keçirildikdə eyni adlı **dvi** genişlənməsinə malik fayl yaranır və səhifələnməmiş sənəd **TruTex Dvi Previewer** proqram pəncərəsində əks olunur. İstifadəçi «Ctrl+*» qızğın düyməsini sıxmaqla sənədin səhifəsinin görünüşünü böyüdə, «Ctrl+/» qızğın düyməsini sıxmaqla kiçildə, «Ctrl+0» qızğın düyməsini sıxmaqla isə

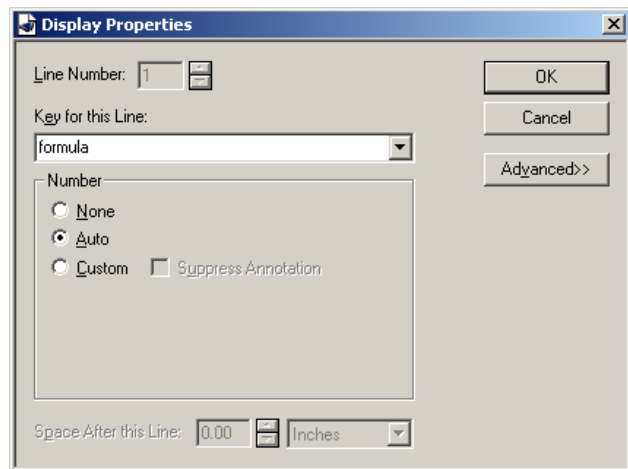
səhifənin ölçüsünün real görünüşünə (1:1 miqyasda) nail ola bilər. Səhifələnməmiş sənədin görünüşü istifadəçini qane edərsə o, **File**→**Print** əmrini yerinə yetirməklə sənədi tamamilə, konkret nömrəli səhifələri, qeyd olunmuş sənəd fraqmentini bir və ya bir neçə nüsxədə çap edə bilər¹. İstifadəçi sənədi **LaTeX 2 ϵ** sənədi kimi həmçinin **Typeset**→**Print** əmrini yerinə yetirməklə də çap edə bilər².

3.2 SƏNƏDDƏ İSTİNADLARDAN İSTİFADƏ

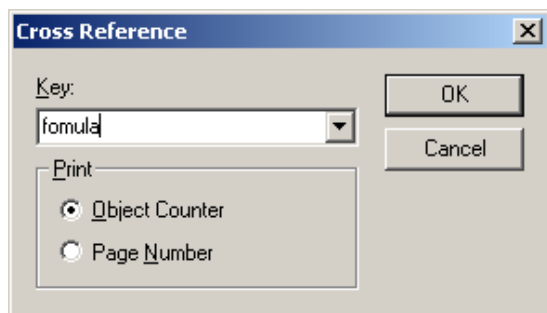
Sənəddə konkret düstura, səhifəyə istinad oluna bilər. Konkret düstura istinad yaratmaq üçün düsturu daxil edib, onu mərkəzə doğru nizamlamaq, **Edit** →**Properties** əmrini yerinə yetirmək və açılan **Display Properties** dialoq pəncərəsində **Auto** variantını seçərək, **Key for this line** sahəsində istinad göstəricisinə ad, məsələn, **formula** yazıb **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.2-1). Bu zaman sətirin sonunda qonur rəngli düzbucaqlı **#(formula)** sahəsi yaranır. Daha sonra kursoru düstura istinad mətninin sonunda yerləşdirib, **Insert**→**Typeset Object**→**Cross Reference** əmrini yerinə yetirmək və açılan dialoq pəncərəsinin (şək.3.2-2) **Key** sətirində də **formula** yazıb, **Object Counter** variantını seçmək və **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır. Bu zaman isə sənəddə **ref:formula** sahəsi yaranır. Sənədi **LaTeX** sənədi kimi səhifələdikdə sənəddə nömrələnmiş düstur və düstura istinad yaranıdığını görəyik.

¹ İstifadəçi nüsxələrin sayını və çap diapozonunu əmri yerinə yetirdikdə açılan dialoq pəncərəsindən müəyyən etməlidir.

² Eyni qayda da, nüsxələrin sayını və çap diapozonunu istifadəçi əmri yerinə yetirdikdə açılan dialoq pəncərəsindən müəyyən etməlidir

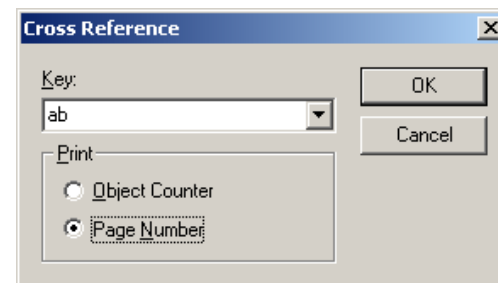


şək.3.2-1



şək.3.2-2

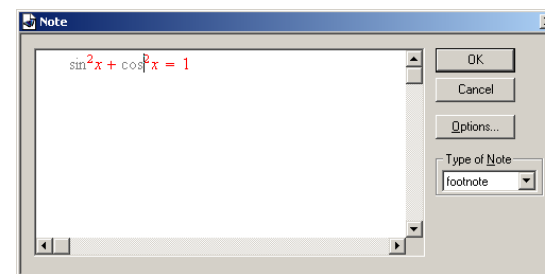
Cari səhifəyə istinad yaratmaq üçün ilk öncə, **Insert**→**Marker** əmrini yerinə yetirib, açılan pəncərədə markerə ad, məsələn *ab*, verib **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.2-3). Bu zaman səhifədə `marker:ab` sahəsi yaranır. Daha sonra kursoru səhifəyə istinad mətninin sonunda yerləşdirib, **Insert**→**Typeset Object**→**Cross Reference** əmrini yerinə yetirmək və açılan dialoq pəncərəsinin *Key* sətirində daxil edilmiş markerin adını-*ab* yazıb *Page Number* variantını seçib **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.2-2).



şək. 3.2-3

Nəticədə sənəddə səhifəyə istinad mətnindən sonra `pageref:ab` sahəsi yaranır ki, **Typeset**→**Preview** əmrini yerinə yetirdikdə *True TeX Dvi Preview* pəncərəsində onun yerində avtomatik olaraq səhifənin nömrəsi əks olunur.

Sənəddə müəyyən termin və fikirlərə izah vermək üçün səhifənin sonunda verilən izahatlara istinad etmək olar. Bunun üçün **Insert**→**Note** əmrini yerinə yetirib, açılan *Note* dialoq pəncərəsində *Type of Note* açılan siyahısından istinadın tipini-*footnote* variantını seçmək və istinadın mətnini daxil edib, **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.2-4).

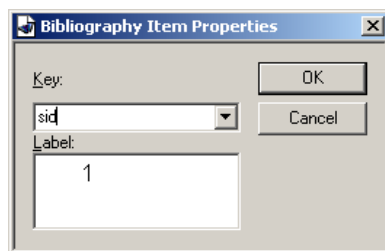


şək.3.3-4

3.3 ƏDƏBİYYAT SIYAHISININ TƏRTİB EDİLMƏSİ VƏ ƏDƏBİYYATA İSTİNAD

Fərz edək ki, *Chapter3.tex* adlı sənəd hazırlamışıq. Bu sənədin sonunda ədəbiyyat siyahısı tərtib edək və sənədin

mətn hissəsindən siyahının ikinci ədəbiyyatına istinad etmək. Sənədin sonunda ədəbiyyat siyahısı tərtib etmək üçün ilk növbədə kursoru sənədin sonunda yeni sətirdə yerləşdirib, **Typeset**→**Bibliography Choise** əmrini yerinə yetirmək və açılan **Bibliography Choise** dialoq pəncərəsində **Manual Entry** variantını seçib **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır. Sonra **Item Tag**¹ panelində teqlər siyahısından **Bibliography item** teqini seçmək lazımdır. Bu zaman sənəddə **bibitem** sözü yaranır və **Bibliography Item Properties** dialoq pəncərəsi açılır, burada **Label** sahəsində 1 və **Key** açılan siyahısında konkret nişan, məsələn **sid** yazıb **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.3-1).



şək. 3.3-1

Sonrakı addımda, sənəddə yaranan və 1 (*sid*) ilə başlayan yeni sətirdə ədəbiyyatın biblioqrafik təsvirini (məsələn, Knuth D.E. The TEX book.-Addison-Wesley Publishing Company, 1986) daxil etmək və **ENTER** düyməsini sıxmaq lazımdır. Təkrarən açılan **Bibliography Item Properties** pəncərəsinin **Label** sahəsində 2 və **Key** açılan siyahısında isə **pet** yazıb yenə **ENTER** düyməsini sıxmaq və yeni yaranan 2 (*pet*) sətirində ikinci ədəbiyyatın biblioqrafik təsvirini daxil etmək lazımdır. Bu qayda ilə digər ədəbiyyatların təsviri də siyahıya daxil edilir. Siyahıya yeni ədəbiyyat təsvirinin daxil olunmasını dayandırmaq üçün **ENTER** düyməsini sıxdıqda təkrarən açılan

¹ Panel interfeys pəncərəsinin sol aşağı küncündə üzərində yaşıl ox piktoqramı olan **Remove Item Tag** -Teqin ləğvi alətinin yanında yerləşir.

Bibliography Item Properties pəncərəsinin **Cancel** düyməsini və bundan sonra **Remove Item Tag alətini**¹ sıxmaq lazımdır.

Sənədin mətn hissəsindən ədəbiyyat siyahısının konkret ədəbiyyatına istinad etmək üçün **Insert**→**Typeset Object**→**Citation** əmrini yerinə yetirmək və **Citation** dialoq pəncərəsinin **Key** açılan siyahısından istinad olunan ədəbiyyatın nişanını, məsələn, baxdığımız misalda siyahıda ikinci ədəbiyyata istinad etmək üçün **pte** seçmək və **OK** düyməsini sıxmaq lazımdır. Bu zaman sənəddə qonur rəngli sahə-**site:pet** sahəsi əks olunur. **Typeset**→**Preview** əmrini yerinə yetirib sənədi LaTeX sənədi kimi səhifələdikdə, **TrueTeX DVI Previewer** pəncərəsində sənəddə [2] şəklində ikinci ədəbiyyata istinad yarandığını görürük.

3.4 MÜRƏKKƏB STRUKTURLU SƏNƏDLƏRİN HAZIRLANMASI

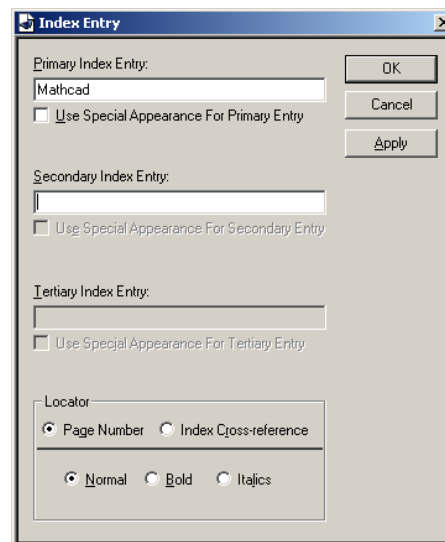
Mürəkkəb strukturlu sənəd olaraq kitab hazırlanması texnologiyası ilə tanış olaq. Fərz edək ki, kitab mündəricatdan, üç fəsildən, ədəbiyyat siyahısından, mövzu, şəkil, cədvəl göstəricilərindən və kitaba əlavədən ibarətdir. Fəsillər, kitaba əlavə və ədəbiyyat siyahısı **Standart LaTeX Book** stili əsasında ayrıca sənəd kimi hazırlanmışdır və müvafiq olaraq **Chapter1.tex**, **Chapter 2.tex**, **Chapter3.tex**, **Mapp.tex**, **Biblio.tex** fayllarından ibarətdir.

İlk öncə kitab üçün mövzu göstəricisi yaradaq. Bunun üçün **Chapter1.tex**, **Chapter 2.tex**, **Chapter3.tex**, **Mapp.tex** sənədlərində kursoru göstəriciyə daxil olunacaq termindən sonra və ya əvvəl yerləşdirib **Insert**→**Typeset Object** → **Index Entry** əmrini yerinə yetirək və açılan **Index Entry** dialoq pəncərəsində **Primary Index Entry** sahəsində termini daxil

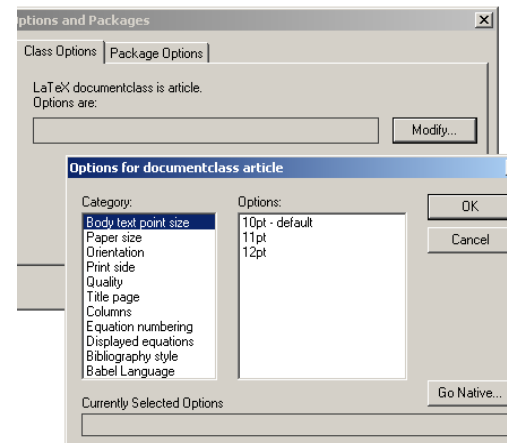
¹ Alət interfeys pəncərəsinin sol aşağı küncündə yerləşib, yaşıl rəngli ox piktoqramına malikdir.

edək. Əgər termin bir neçə sözlə ifadə olunursa *Primary Index Entry* sahəsində terminin birinci, *Secondary Index Entry* sahəsində ikinci, *Tertiary Index Entry* sahəsində isə üçüncü sözü daxil edərək, termin üçün yazı stilini və *Page Number* variantını seçib, *OK* düyməsini sıxırıq (şək3.4-1). Bu zaman cari sənəddə index və termin sözünün qeyd olunduğu düzbucaqlı çərçivə yaranacaq¹. Daha sonra, *Book.tex* adlı master sənəd yaradaq. Bunun üçün *Standart LaTeX Book* stili əsasında yeni sənəd pəncərsi açıb, onu *Book.tex* faylı kimi yaddaşda saxladıqdan sonra sənəddə aşağıdakı əməliyyatları yerinə yetirmək lazımdır:

1. *Typeset*→*Options and Packages* əmrini yerinə yetirmək və açılan eyni adlı dialoq pəncərəsinin *Class Options* bölməsində *Modify* düyməsini sıxmaq və açılan növbəti pəncərədə kitab üçün parametrləri-səhifənin və şriftin ölçüsünü, düsturların nömrəsinin yerləşmə istiqamətini və s. seçmək lazımdır (şək.3.4-2). *Packages Options* bölməsində isə *Add* düyməsini sıxıb termin göstəricisi yaratmaq üçün *makeidx* paketini əlavə etmək (şək.3.4-3), sonra *Typeset*→*Preamble* əmrini yerinə yetirib açılan *Latex Preamble* dialoq pəncərəsinə *makeindex* sətirini daxil etmək lazımdır;

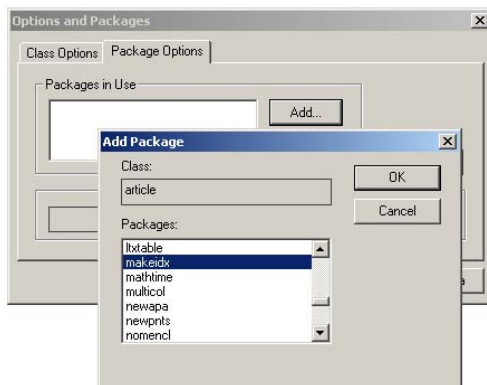


şək. 3.4-1



şək.3.4-2

¹ Əgər View menyusunda Index Entries əmri aktivdirsə.



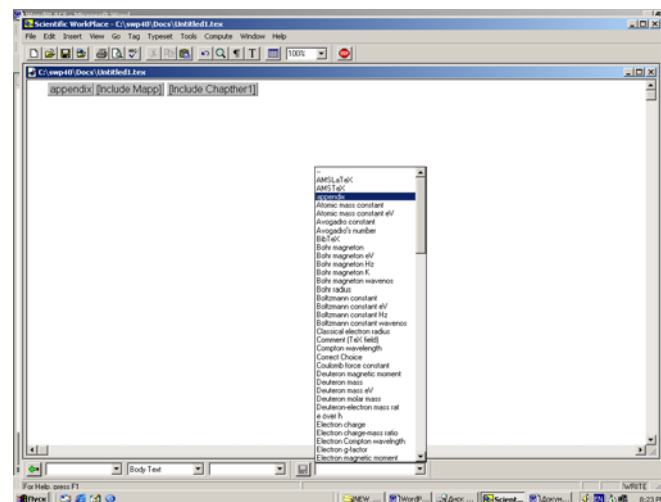
şək.3.4-3

2. *Book.tex* sənədində **Insert**→**Typeset Object** → **Subdocument** əmrini yerinə yetirib, açılan diaaloq pəncərəsində *Chapter1.tex*, *Chapter 2.tex*, *Chapter3.tex*, *Mapp.tex*, *Biblio.tex* fayllarının adlarını əlavə etmək lazımdır. Bu zaman sənəddə qonur rəngli `[Include Chapter1]`, `[Include Chapter2]`, `[Include Chapter3]`, `[Include Mapp]`, `[Include Biblio]` çərçivələri əks olunacaqdır;

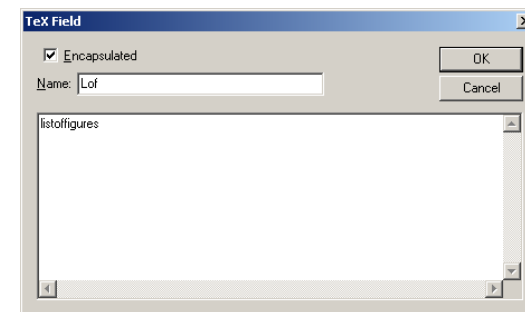
3. Kursoru `[Include Mapp]` çərçivəsinin əvvəlinə qoyub, *appendix* fragmentini ekranın aşağı sağ küncündə yerləşən *Fragments* panelindən daxil etmək lazımdır¹ (şək.3.4-4);

4. Şəkil göstəricisi yaratmaq üçün **Insert**→**Typeset Object**→**Text Field** əmrini yerinə yetirib, açılan pəncərədə *Encapsulated* sahəsini aktivləşdirmək, *Name* sahəsinə LOF, ondan aşağıdakı mətn sahəsinə isə `\listoffigures` sətirlərini daxil edib *OK* düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.4-5). Bu zaman sənəddə qonur rəngli düzbucaqlı çərçivə- `[LOF]` yaranır.

¹ *Fragments* panelinin ekranda əks olunması **View** → **Toolbars** əmri vasitəsilə tənzimlənir.



şək.3.4-4



şək.3.4-5

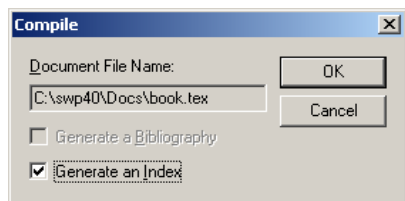
5. Cədvəl göstəricisi yaratmaq üçün **Insert**→**Typeset Object**→**Text Field** əmrini təkrar yerinə yetirib, açılan pəncərədə *Encapsulated* sahəsini aktivləşdirmək, *Name* sahəsinə LOT, ondan aşağıdakı mətn sahəsinə isə `\listoftables` sətirlərini daxil edib *OK* düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.4-5). Bu zaman sənəddə qonur rəngli düzbucaqlı çərçivə- `[LOT]` yaranır

6. Mövzu göstəricisi yaratmaq üçün isə eyni qaydada, **Insert**→**Typeset Object**→**Text Field** əmrini yerinə yetirib, açılan

pəncərədə *Encapsulated* sahəsini aktivləşdirmək, *Name* sahəsinə TOC, ondan aşağıdakı mətn sahəsinə isə \tableofcontents sətirlərini daxil edib OK düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.4-5). Bu zaman sənəddə qonur rəngli düzbucaqlı çərçivə- **TOC** yaranır

7. Kursoru **Include Biblio** sahəsinin əvvəlinə qoyub, *Fragments* panelindən *index* fraqmentini daxil etmək lazımdır. Bu zaman sənəddə qonur rəngli **Plac Index Here** çərçivəsi yaranır.

8. **Typeset** → **Compile** əmrini yerinə yetirib, açılan *Compile* dialoq pəncərəsində *Generate an Index* parametrini aktivləşdirib OK düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.4-6). Bu zaman sənəd kompilyasiya olunur. Əməliyyat müvəffəqiyyətlə yerinə yetirildikdə *book.ind*¹, *book.lot*², *book.lof*³, *book.toc*⁴ və *book.dvi* faylları yaranır. *book.dvi* faylına *TruTex Dvi Previewer* proqram pəncərəsində baxdıqda mündəricatdan, üç fəsildən, ədəbiyyat siyahısından, mövzu, şəkil, cədvəl göstəricilərindən, əlavədən ibarət kitab əks olunduğunu görürük.



şək.3.4-6

3.5 ELEKTRON TESTLƏRİN YARADILMASI

¹ Mövzu göstəricisi faylı

² Cədvəl göstəricisi faylı

³ Şəkil göstəricisi faylı

⁴ Mündəricat faylı

Scientific Work Place 5.0 paketi istifadəçinin bilik, intellekt səviyyəsini müəyyən etmək üçün əvəzsiz vasitədir. O, elektron testlərin yaradılmasını təmin edir. İstifadəçi sualın cavabını təklif olunan variantlardan seçir. Bu zaman düzgün cavab 1, səhv cavab -1 ilə qiymətləndirilir. Suala cavab verilmədikdə həmin sual üçün «0» qiyməti hesablanır. Sual və cavablar ixtiyari qaydada istifadəçiyə təklif olunduğu üçün testlərin tərtibi üçün aşağıdakı təsadüfi ədəd funksiyalarından istifadə olunur:

- $\text{rand}(n)$ – (0, n-1) intervalında təsadüfi ədəd;
- $\text{rand}(m, n)$ ($m < n$) – [m,n] parçasında təsadüfi tam ədəd;
- $\text{rand}(\langle \text{çoxluq} \rangle)$ – verilmiş çoxluqdan təsadüfi tam ədəd;
- $\text{randmat}(m, n, k, D)$ – $m \times n$ ölçülü, elementləri D çoxluğundan olan təsadüfi ədədlərdən ibarət matrisi təyin edir ($k=1$ olduqda matris ixtiyari, $k=2$ olduqda matris simmetrik, $k=3$ olduqda isə matris asimmetrik formaya malik olur).

Konkret misal üzərində testin yaradılması ilə tanış olaq. Fərz edək ki, cəbrdən test yaratmaq tələb olunur. Bunun üçün ən sadə üsul *Quizzess* qovluğunda yerləşən hər hansı bir şablonu, məsələn, *Statistics.tex* faylını seçib, açılmış sənədi **File** → **Save As** əmrini yerinə yetirməklə yeni adla, məsələn, *test1.tex* faylı kimi yaddaşda saxlayaq. Bundan sonra sənəddə *Exam* sözünü *Test*, *Statistics* sözünü *ALGEBRA*, *Question* sözünü *Sual*, *Your Name* sözünü isə *S.A.A.* ilə əvəz edək. Daha sonra sənəddə soyadın daxil edilməsi sahəsindən sonra yerləşən *Setup* sahəsində test üçün əsas parametrləri müəyyən etmək üçün aşağıdakı sətirləri daxil edək:

*Choice Space: 2*¹

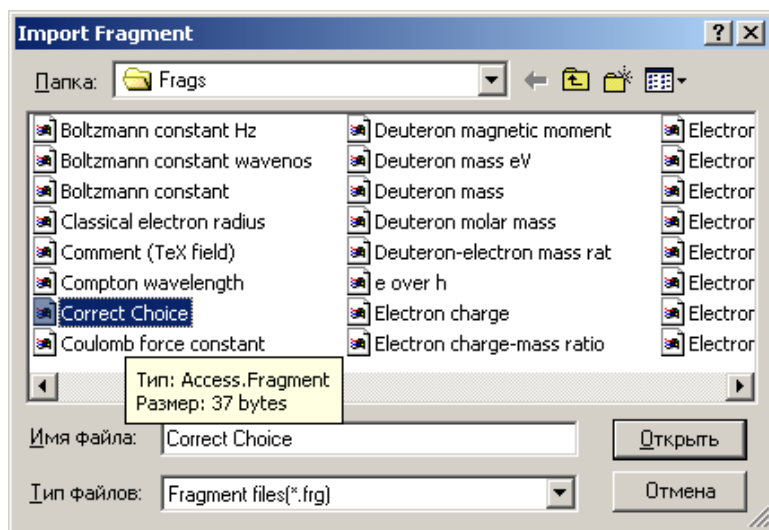
*Choices: No Break, Radio Button*¹

¹ Choice Space parametri cavab variantları arasında buraxılan boş məsafəni bildirir.

Choices: Permute²

Submit: Results.

Sonra *Statement* sahəsində sual daxil edilməlidir. Növbəti addımda sualın cavab variantları müəyyən edilir. Bunun üçün variant düymələrindən sonra cavablar daxil edilir. Cari variantı düzgün cavab kimi fiksə etmək üçün **File** → **Import Fragment** əmrini yerinə yetirib açılan eyni adlı dialoq pəncərəsində *Correct choice.frg* faylını seçmək və *Open* düyməsini sıxmaq lazımdır (şək.3.5-1).



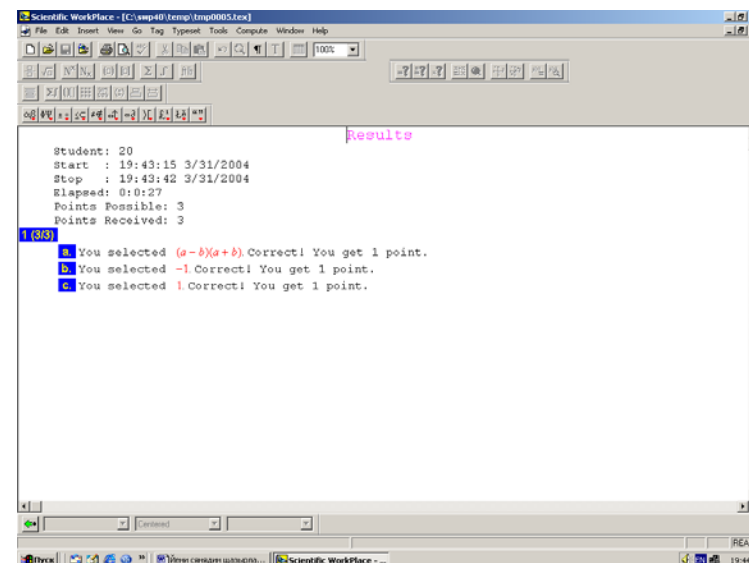
şək.3.5-1

Bu qayda ilə digər sualları və ona uyğun cavab variantlarını müəyyən edib **File** → **Export** əmrini yerinə yetirib sənədi *Test1.qiz* faylı kimi yadda saxlayırıq. Bundan sonra *Test1.qiz* faylını açırıq. Əgər testin hazırlanmasında səhvə yol verilibsə, bu zaman böyük qırmızı hərflərlə səhvin aşkar

¹ Choices: No Break, Radio Buton parametrləri cavab variantlarının üfüqi istiqamətdə yerləşməsinə və düzgün cavabın variant düymələri ilə seçildiyini bildirir.

² Cavab variantlarının ardıcılığının təsadüfi olduğunu bildirir.

olunduğu haqqında məlumat əks olunur. Səhv olmadıqda istifadəçi öz soyadını, adını, atasının adını daxil edib, təklif olunan sualların düzgün cavab variantını seçir. Bütün suallara cavab verdikdən sonra, *Click to grade* düyməsini sıxmaqla testin nəticəsi ilə tanış ola bilərik. Testin nəticəsi olaraq, testin cavablarına sərf olunan vaxt¹, qazınan ümumi bal² və hər bir sualın düzgün olub-olmaması haqqında məlumat və ona uyğun bal³ və s. informasiyalar əks olunur (şək.3.5-2).



şək. 3.5-2

Qeyd edək ki, **File** → **Print** əmrini yerinə yetirməklə testi və onun nəticəsini çap etmək olar.

¹ Elapsed: 0:0:27

² Points Possible: 3

³ a. You selected (a-b)(a+b). Correct! You get 1 point

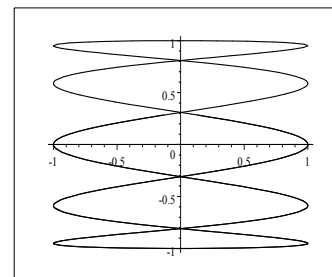
3.6 QRAFİKLƏRİN QURULMASI

Scientific Work Place 5.0 iki və üç ölçülü koordinat sistemlərində funksiyaların qrafiklərinin, diferensial tənliklərin həll ayrılmasının və səviyyə xəttlərinin, vektor və gradient sahələrinin qurulmasını təmin edir. Funksiyanı qrafikini qurmaq üçün ilk öncə funksiya təyin olunmalıdır. Funksiya aşkar və ya qeyri aşkar şəkildə təyin edilə bilər. İstifadəçi funksiyanı aşkar şəkildə təyin etdikdən sonra koordinat sistemində müvafiq olaraq *Compute*→*Plot 2D* → *Rectangular*, *Compute* → *Plot 2D*→*Polar*, *Compute* → *Plot3D* → *Rectangular*, *Compute*→ *Plot 3D*→ *Cylindrical*, *Compute*→ *Plot3D* →*Spherical* əmrlərindən birini yerinə yetirməlidir. Belə ki, *Compute*→*Plot 2D*→*Rectangular* əmri təyin edilmiş funksiyanın qrafikini iki ölçülü Dekart, *Compute* → *Plot2D*→*Polar* əmri polyar, *Compute* →*Plot 3D* → *Rectangular* əmri üç ölçülü düzbucaqlı, *Compute* → *Plot 3D* →*Cylindrical* əmri silindirik, *Compute*→*Plot 3D* → *Spherical* əmri isə sferik koordinat sistemlərində qrafiklərin qurulmasını təmin edir. Funksiya qeyri aşkar şəkildə təyin edildikdə isə iki ölçülü koordinat sistemində qrafikləri qurmaq üçün *Compute*→*Plot 2D*→*Implicit*, üç ölçülü koordinat sistemində isə *Compute*→*Plot 2D*→*Implicit* əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Kompleks dəyişənli funksiyanın qrafikinin qurulması isə *Compute*→*Plot 2D*→*Conformal* əmrini yerinə yetirməklə təmin olunur.

Funksiya həmçinin parametrik şəkildə təyin edilə bilər. Bu tip funksiyaların qrafiklərinin qurulması üçün *Compute*→*Plot 2D*→ *Parametric* əmri nəzərdə tutulmuşdur. Məsələn, fərz edək ki, parametrik şəkildə: $x = -\sin 5t$, $y = \cos t$ verilmiş funksiyanın qrafikini qurmaq tələb olunur. Bunun üçün *Insert*→*Matrix* əmrini yerinə yetirib sənədə (1×2) və ya (2×1) ölçülü matris şablonunda $(-\sin(5t) \cos(t))$ və ya $\begin{pmatrix} -\sin(5t) \\ \cos(t) \end{pmatrix}$

daxil etmək və *Compute*→*Plot2D*→*Parametric* əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Bundan sonra funksiyanın qrafiki sənədə əks olunacaq(şək. 3.6-1).

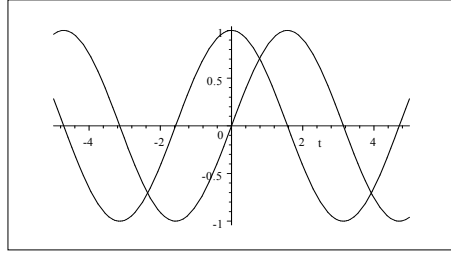
$-\sin(5t)$	$\cos(t)$
-------------	-----------



şək.3.6-1

Bir koordinat müstəvisində bir neçə funksiyanın qrafikini qurmaq tələb olunduqda, funksiyaların yalnız sağ tərəfi riyazi rejimdə, bir-birindən vergüllə ayrılmaqla sənədə daxil edilməli və *Compute*→*Plot 2D*→*Rectangular*, *Compute* → *Plot 2D*→*Polar*, *Compute*→*Plot 3D*→*Spherical*, *Compute*→ *Plot 3D*→*Rectangular*, *Compute*→*Plot 3D*→*Cylindrical* əmrlərindən biri yerinə yetirilməlidir (şək.3.6-2)

$\sin(t), \cos(t)$



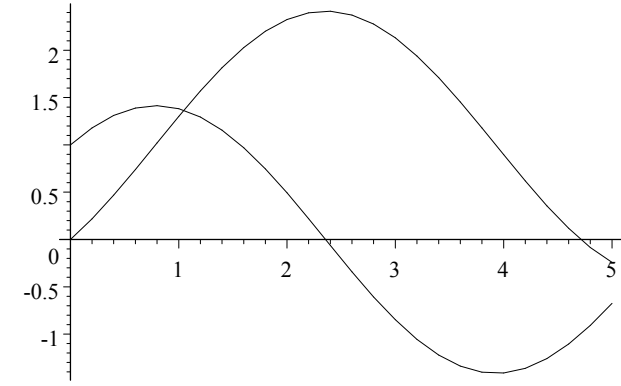
şək.3.6-2

Diferensial tənliyin həllinin və iki tərübli diferensial tənliyin səviyyə xəttinin qurulması üçün tənlik ədədi üsulla həll olunmalı və bundan sonra müvafiq olaraq **Compute**→**Plot 2D**→**ODE** və **Compute**→**Plot 2D**→**Phase Plane** əmrləri yerinə yetirilməlidir.

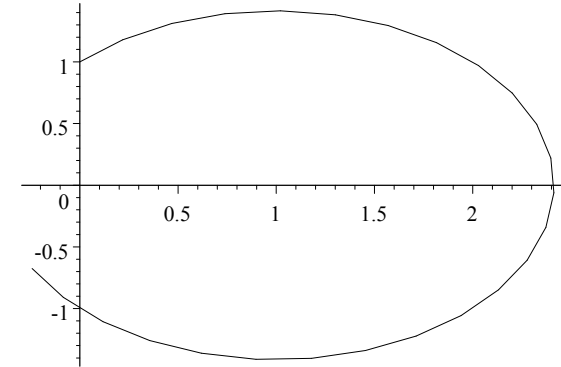
Misal 1.

$$\begin{cases} D_t x = y \\ D_t y = 1 - x \\ x(0) = 0 \\ y(0) = 1 \end{cases}$$

diferensial tənliklər sisteminin həllinin səviyyə xəttlərinin qrafikini qurmalı. Bunun üçün, ilk öncə **Insert**→**Matrix** əmrini yerinə yetirib tənliklər sistemini sənədə daxil etmək, **Compute**→**Solve ODE**→**Numeric** əmrini yerinə yetirib sistemi ədədi üsulla həll etmək lazımdır. Daha sonra **Compute**→**Plot 2D**→**ODE** əmrini yerinə yetirib məsələnin həllinin qrafikini, **Compute**→**Plot 2D**→**Phase Plane** əmrini yerinə yetirməklə isə səviyyə xəttlərini qurmaq olar (şək.3.6-3, 3.6-4).



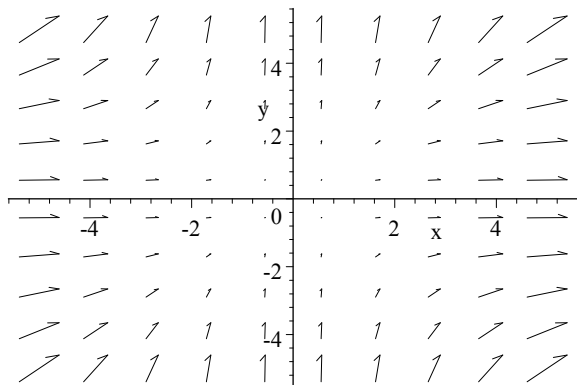
şək.3.6-3



şək.3.6-4

Funksiyaların qradient və vektor sahələrini qurmaq üçün isə müvafiq olaraq funksiya və vektor təyin edildikdən sonra iki ölçülü koordinat sistemində **Compute**→**Plot 2D**→**Gradient** və **Compute**→**Plot 2D**→**Vector Field** əmrlərini, üç ölçülü koordinat sistemində **Compute**→**Plot 3D**→**Gradient** və **Compute**→**Plot 3D**→**Vector Field** əmrlərini yerinə yetirmək lazımdır. Məsələn

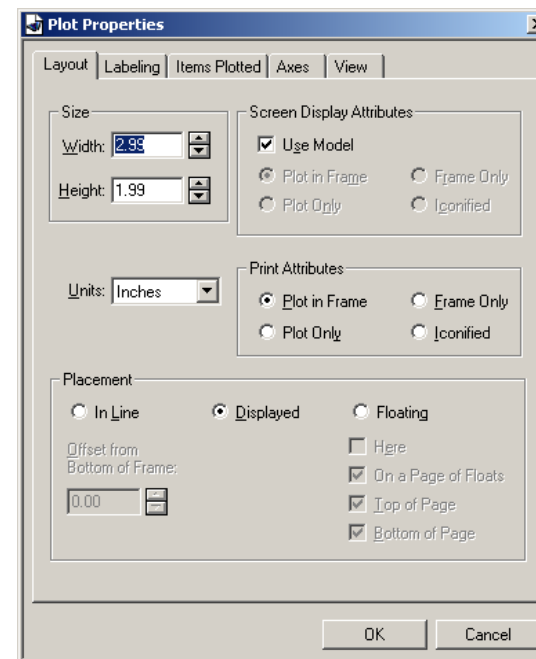
$f(x, y) = x^3 - 1 + y^3$ funksiyasının qradient sahəsi aşağıdakı kimi olacaqdır (şək.3.6-5).



şək.3.6-5

Qeyd edək ki, funksiyanın qrafikləri proqram tərəfindən müəyyən olunan parametrlər əsasında qurulur. İstifadəçi **Compute**→**Settings** və ya **Tools**→**Computation**→**Setup** əmrlərini yerinə yetirib, açılan dialoq pəncərəsinin **2D Plots**, **3D Plots**, **Plot Layout**, **Plot Behavior** bölmələrində bu parametrlərlə tanış ola və ya onları dəyişə bilər. Hər hansı parametrlərdə dəyişiklik edildikdə proqramla cari seans müddətində qurulan bütün qrafiklər yeni müəyyən edilmiş parametrlər əsasında qurulacaqdır.

Konkret qrafik üçün avtomatik müəyyən edilmiş parametrləri dəyişdirmək və ya başqa sözlə qrafiki formatlaşdırmaq üçün qrafiki qeyd edib, kontekst menyunun **Properties** və ya **Edit**→**Properties** əmrini yerinə yetirmək lazımdır. Bu zaman **Layout**, **Labeling**, **Items Plotted**, **Axes**, **View** bölmələrinə malik **Plot Properties** adlı dialoq pəncərəsi açılır (şək.3.6-6).



şək.3.6-6

Dialoq pəncərəsinin **Layout** bölməsinin **Size** sahəsində qrafikin ölçülərini, **Screen Display Attributes** və **Print Attributes** sahələrində qrafikin ekran və çap atributlarını (məsələn, qrafikin çərçivəsiz əks olunmasını və çap olunmasını), **Placement** sahəsində qrafikin sənəddə yerləşməsinə tənzimləmək olar. Sənəddə qrafikin altında və yuxarisında qrafikə aid şərhin, məsələn qrafikin hansı funksional asılılığı bildirməsi, sənəddə qrafikin nömrəsi və s. haqda informasiyanın əks olunması üçün istifadəçi dialoq pəncərəsinin **Labeling** bölməsinin **Caption** sahəsində qrafikə aid şərhin yerləşməsinə müvafiq olaraq **Above** (yəni aşağı) və ya **Below** (yəni yuxarı) variantlarından birini seçməli, **Text Caption** mətn sahəsində isə qrafikə aid şərh yazmalıdır. Qrafikin rəngləri isə **Items Plotted** bölməsinin **Plot Color** açılan rəng siyahısından dəyişdirilə bilər. İstifadəçinin istədiyi rəng

siyahıda olmadıqda o, *Editor Color* düyməsini sıxıb, açılan rəng palitrasından tələb olunan rəngi müəyyən edə bilər. Bundan əlavə *Plot Style* sahəsində qrafikin stilini-xətti və ya nöqtəvi olmasını, *Line Style* açılan siyahısında isə xətti stil üçün xəttin tipini (məsələn bütöv, qırıq-qırıq və s.) dəyişmək olar. Qeyd edək ki, koordinat sistemində bir neçə qrafik əks olunmuşsa, *Items Plotted* bölməsinin *Items Numbers* siyahısı vasitəsilə tələb olunan qrafiki ayrını seçmək olar. Bölmənin *Expressions and Relations* sahəsində seçilmiş qrafikin bildirdiyi asılılığın funksiyası əks olunur. İstifadəçi bu funksiyayı dəyişməklə qrafiki redaktə edə bilər. Həmçinin *Add Item* düyməsini sıxıb, *Expressions and Relations* sahəsində yeni funksiya daxil etməklə cari koordinat müstəvisində yeni qrafikin qurulmasını, *Delete Item* düymələrini sıxmaqla seçilmiş qrafikin ləğv olunmasına nail olmaq olar. *Plot Properties* adlı dialoq pəncərəsinin *Axes* bölməsi koordinat oxları üçün parametrləri əks etdirir və onları dəyişdirməklə koordinat oxları üçün yeni parametrlər müəyyən etmək olar. Belə ki, bölmənin *Axes Type* açılan siyahısı koordinat oxlarının görünüşünün tənzimlənməsi üçün, *Axes Scaling* sahəsi koordinat oxları üçün bərabər miqyas müəyyən edilməsi üçün¹, *Tick Marks* sahəsi koordinat oxları üçün başlanğıc koordinatın müəyyən edilməsi üçün, *xAxisLabel*, *yAxisLabel*, *zAxisLabel*² sahələri koordinat oxlarının adlandırılması üçün nəzərdə tutulmuşdur. Dialoq pəncərəsinin *View* bölməsinin *View Intervals* sahəsində koodinatların dəyişmə intervalını dəyişmək olar. *View* bölməsinin *Generate Snapshot* düyməsi qrafikin, *wmf* genişlənməsinə malik rəsm faylı kimi yadda saxlanmasını təmin edir.

¹ Müstəvi düzbucaqlı koordinat sistemi üçün həmçinin xətti və ya loqarifmik miqyasın müəyyən olunmasını da tənzimləyir

² Bu sahə yalnız üç ölçülü koordinat sistemləri üçün nəzərdə tutulmuşdur.

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	3
FƏSİL 1. MATHCAD 12 PROFESSIONAL	
1.1 Mathcad 12 Professional: əsas anlayışlar və interfeys elementləri.....	6
1.2 Sənədin yaradılması və yaddaşda saxlanması .	11
1.3 Hesablama rejimləri	15
1.4 Simvolik hesablama	18
1.5 Qrafiklərin qurulması və formatlaşdırılması.....	24
1.6 Animasiyaların yaradılması	30
1.7 Sənəd üzərində redaktə əməliyyatları	32
1.8 Sənəd üzərində formatlaşma əməliyyatları.....	35
1.9 Mathcad-da proqramlaşdırma vasitələri	38
1.10 Qeyri-xətti tənliklərin və tənliklər sisteminin həlli.....	42
1.11 Massivlər və xətti tənliklər sisteminin həlli ..	45
1.12 Adi differensial tənliklərin həlli	58
1.13 Xüsusi törəmli differensial tənliklərin həlli.....	69
FƏSİL 2. MATLAB 7	
2.1 İnterfeys elementləri və əsas anlayışlar	76
2.2 Qrafiklər və diaqramların qurulması	90
2.3 Qrafiklərin redaktə olunması.....	101
2.4 M-faylları	108
2.5 Matlabda proqramlaşdırma vasitələri	109
2.6 M –fayllarının kompilyasiya edilməsi	113
2.7 Matlab-da ədədi hesablamalar	116
2.8 Pde Toolbox	122
2.9 Toolbox Symbolic Math	126
FƏSİL 3 SCIENTIFIC WORK PLACE 5.0	
3.1 Scientific Work Place:yeni sənədin hazırlanması	136

3.2 Sənəddə istinadlardan istifadə	142
3.3 Ədəbiyyat siyahısının tərtib edilməsi və ədəbiyyata istinad	145
3.4 Mürəkkəb strukturlu sənədlərin hazırlanması....	146
3.5 Elektron testlərin yaradılması	152
3.6 Qrafiklərin qurulması	155
Ədəbiyyat siyahısı	163
Mündəricat	165