

A.Q.Əhmədov

# Geofiziki məlumatlar və onların interpretasiyası

*Azərgeofizika ETİ-nin Elmi Şurasının  
qərarı ilə çap olunmağa tövsiyə edilmişdir.  
Protokol №3, 2001.*

Bakı – Qanun - 2001

UDK 550.834

550.8  
+ 296

Azərbaycan Neftçi  
Geoloqlar Cəmiyyətinin  
maliyyə yardımı ilə  
çap olunmuşdur

Az2

**Redaktor:** g.-m. e. d. B.M. Qarayev (*Azərgeofizika ETİ*)

**Rəyçi:** g.-m. e. d. Ş.A. Balakişibəyli  
(*Azərbaycan EA Geologiya İnstitutu*)

**A.Q.Əhmədov.** **Geofiziki məlumatlar və onların interpretasiyası.** Azərbaycan dilində. Bakı – Qanun – 2001, 152 s.

Dərs vəsaitində müəllifin Azərbaycan Neft Akademiyasında, Bakı Dövlət Universitetində, Bakı Neft Texnikumunda oxunmuş mühəzirələrinin toplusu verilmişdir. Vəsaitdə sadə dildə, mürəkkəb riyazi, nəzəriyyə və ifadələrsiz, seysmologyanın bəzi məsələləri, çöl geofiziki kəşfiyyat metodlarının əsasları, onların verdiyi məlumatlar, geoloji-geofiziki məsələlərin həllində rolu və qısa interpretasiyası öz əksini tapmışdır. Aktual kəşfiyyat problemlərindən qeyri-antikinal, o cümlədən riflər və rifəbanzər qalxım zonalarında neft və qaz yataqlarının proqnozu, geofizikada düz və tərs məsələlərin həlli haqqında məlumatlar verilmişdir.

Kitab geoloqlar, geofiziklər, müəllim, tələbələr və geniş oxucu kütləsi üçün faydalı vəsaitdir.

БДУ-нун
Елми
китабханасы
0100010021-281
Q ————— AB022051

Az2  
Qanun – 2001  
Sif.  
© A.Əhmədov

24914

## ƏHMƏDOV AYDIN QAFFAR OĞLU



*Əhmədov Aydin Qaffar oğlu 1934-cü ildə Şəki şəhərində anadan olmuşdur. O, Bakı Dövlət Universitetini 1958-ci ildə bitirdikdən sonra Türkmenistan, Özbəkistan və Sibirdə geoloji-geofiziki kəşfiyyat ekspedisiyalarında işləmiş, Moskvada aspiranturani bitirmiştir. 1968-ci ildə namizədlik, 1991-ci ildə isə doktorluq dissertasiyasını müdafiə edərək, geologiya-minerologiya elmləri doktoru adını almışdır. A. Əhmədov Azərbaycan Geofizika Elmi-Tədqiqat İnstитutunda laboratoriya müdürü vəzifəsində işləyir. Amerika geoloq-neftçi cəmiyyətinin Azərbaycan bölməsinin üzvüdür. Elmi fəaliyyəti neft kəşfiyyatı problemlərinə yönəlmışdır. O, neft və qaz kəşfiyyatı üçün tomografiya prinsipi əsasında yeni üsulu - "Şinan dalğalarla dinamik eninə profiləmə metodu"nu yaratmışdır. Bu üsulla Qərbi Özbəkistanda 21 qaz və "Şəki" adlandırılmış neft yatağı tapılmışdır.*

Aydın Əhmədovun ilk elmi işi dağ süxurlarında seysmik dalğanın udulma mexanizminin öyrənilməsinə həsr olunmuşdur. Onun rəhbərliyi və yaxından iştirakı ilə Azərbaycanın quru və dəniz hissəsində yayılmış mezokaynozoy çöküntülərinin elastiliklik xüsusiyyətləri araşdırılmış və sürət modelləri atlasi tərtib edilmişdir. Eyni zamanda nəzəri modeləşdirmə işləri nəticəsində ilk dəfə respublikamızın quru və dəniz sahələrində mövcud olan rif və rifəbənzər qurumların kataloqu yaradılmışdır.

A. Əhmədovun elmi fəaliyyəti çoxsa həlidir. O, antiklinal və qeyri-antiklinal quruluşlarda neft və qaz yataqlarının axtarışı ilə yanaşı türk dilli ölkələrdə neft hasilatı və onun artırılma yollarını işləmişdir, dərin quyu kəsilişində neft, qaz, gil, qum və s. layların birbaşa seçilmə sxemini hazırlamış, ekoloji məsələlərin həllində, zəhərli və çirkab sulardan xilasolma yolları haqqında, fəlakətli zəlzələlərdən qorunmaq və onun dağıdıcı təsirini azaltmaq üçün təkliflər vermişdir. O, həmçinin doğma Şəki şəhərinin problemləri ilə bağlı "Şəkidən başlandı uzaq səfərlər" elmi-populyar kitabının müəllifidir.

A. Əhmədov bir çox beynəlxalq konfrans, simpozium və müşavirələrdə elmi məruzələrlə çıxış etmişdir. O, elmi fəaliyyəti ilə bərabər ali məktəblərdə pedoqoji fəaliyyət də göstərir. Onun neft kəşfiyyatı işlərində tədqiqatı sovet dövründə yeni elmi nailiyyət kimi qəbul olunmuş, müəllif isə bürünc medalla, həmçinin "İxtiraçı" və "Əla kəşfiyyatçı" döş nişanları ilə təltif olunmuşdur.

A. Əhmədov kütləvi informasiya vasitələrinin həmkarlar ittifaqının "Vətən mükafati laureati" diplomuna layiq görülmüşdür. O, 9 ixtira, 30 səmərəli təklifin müəllifidir. Onun neft kəşfiyyatı sahəsində 100-dən çox elmi əsəri vardır, əsərləri ingilis və türk dillərində dərc edilmişdir.

## GİRİŞ

Son illerdə geofizika sahəsinin əsas nailiyyətlərindən biri geoloqlar tərəfindən geologiya elminin inkişafının geofizikasız qeyri-mümkün olmasına qəbul etməsidir. Bu baxımdan geofizika elminə böyük diqqət verilir, hətta müxtəlif texnikum və institutların qeyri-geofiziki bölmələrində bu ixtisasın tədrisinin lazımı səviyyədə aparılmasının vacibliyi meydana çıxır. Lakin bu sahənin daha da genişlənməsi nəzərə alınmalıdır və tədris üçün ayrılmış saatın miqdarı çoxalmalıdır. Qeyri-geofizik qruplar üçün geofizikadan ana dilində interpretasiya (yozulma) bölməsi üzrə dərs və saitinin olmaması, tələbələr tərəfindən bu elmin mənimsənilməsini çətinləşdirir. Təqdim edilən geofiziki kəşfiyyat üsulları kursu üzrə "Geofiziki məlumatlar və onların interpretasiyası" adlı dərs vəsaitində, kursun vacibliyini nəzərə alaraq, bəzi müasir məsələlərin izahı etrafı verilmişdir. Dərslikdə seysmologiya, geofiziki kəşfiyyat metodları və geofiziki məsələlərin həllində və interpretasiyasında mühüm yer tutan düz və ters məsələlərin həllinə də geniş yer verilmişdir. Metodik dərsliyin aktuallığı həmçinin neft və qaz axtarışı və çıxarılmasının artması ilə əlaqədar olan antiklinal və qeyri-antiklinal, o cümlədən böyük problem olan rif və rifə-bənzər neft və qaz yataqlarının proqnozu ilə bağlı məsələlərin həllinin tələbələrə öyrədilməsi ilə də şərtləşir.

Dərslik əvvəller dərc edilmiş müxtəlif metodik göstərişlərin, sorğu və tərcümə edilmiş kitabların müvafiq bölmələrini özündə birləşdirir. Bundan başqa müəllifin 40 ildən çox istehsalatda və geofiziki elmi-tədqiqat müəssisələrində əldə etdiyi şəxsi təcrübəsindən də geniş istifadə olunmuşdur. Bu baxımdan 1987-ci ildə çapdan çıxmış "Neft və qaz yataqlarının axtarışında sinan dalğalar üsulu ilə dinamik eninə profilləmə" metodik tövsiyə (Əhmədov A.Q., Lapidus V.Y. 1987) mühüm yer tutur. Bu metodik tövsiyədən Daşkənd Dövlət və Texniki Universitetlərində geofizikanın tədrisində geniş istifadə olunmuşdur. Təqdim olunan dərsliyin həmin metodik göstərişə əsaslanaraq geofiziki tədqiqatların gələcək inkişafi haqqında təsəvvür yaratmağa, zəlzələlərin proqnozu və geofiziki metodların interpretasiyasında düz və ters məsələlərin həlli üçün ali məktəb tələbələrinin təcrübə və bilik qazanmasına kömək edəcəyinə şübhə yoxdur.

Müəllif, dərsliyin yazılıb başa çatdırılmasında göstərdikləri əvəzsiz xidmətə görə rəhbərlik etdiyi Azərgeofizika ETİ-nin seysmik tomoqrafiya laboratoriyasının əməkdaşlarına və dərsliyin redaktoruna öz minnətdarlığını bildirir.

## GEOFİZİKA ELMİ VƏ GEOFİZİKİ MƏLUMATLARIN İNTERPRETASIYASI HAQQINDA ÜMUMİ ANLAYIŞ

Geofiziki kəşfiyyat metodları vasitəsilə Yer kürəsinin yaratdığı geofiziki (seysmik, maqnit, qravitasiya, radasiya, elektrik və s.) sahələr Yer səthində ölçülür. Həmin sahələrin təbiətini öyrənməklə və onların müəyyən metod və üsullarla araşdırıb geofiziki sahəni yaradan yeraltı kütlənin, neft və qaz yataqlarının, filiz və qeyri-filiz mədənlərinin və s. təyin edilməsinə interpretasiya - yozulma deyilir. Belə interpretasiya geofizikada tərs məsələnin həlli adlanır, yəni yeraltı kütlə və qeyri-bircinsli qurumun Yer səthində yaratdığı anomal sahəyə görə onun parametrlərinin təyin edilməsini təşkil edir. Interpretasiya geofizikanın əsas və mürəkkəb bölməsindən biridir. Interpretasiya vasitəsilə geofiziki sahəni yaradan mənbənin - obyektin dərinliyi, fiziki xüsusiyyətləri, forması, ölçüləri və onların Yer üzərində, yəni planda vəziyyəti öyrənilir. Bir sözlə, neft-qaz və dağ-mədən yataqlarının geofiziki parametrlərinin dəyişmə qanuna uyğunluqları onların Yer üzərində yaratdığı fiziki sahənin interpretasiyası vasitəsilə təyin edilir.

Yer kürəsinin daxili quruluşunu, onun əmələ gəlmə mexanizmini və inkişaf qanuna uyğunluqlarını öyrənmək müasir elm qarşısında duran əsas məsələlərdən biridir. Yer qabığı, onun hava və su örtüyü, sonradan əmələ gəlmiş yataqlar onun inkişafının nəticələridir. Alımlar müxtəlif üsullarla yer qabığının geoloji quruluşunu və tarixini öyrənirlər. Bu öyrənme iki istiqamətdə aparılır: - Yerin indiki quruluşunun vəziyyətinin öyrənilməsi, - nisbəton çətin də olsa, Yer quruluşunun əvvəlki vəziyyətinin, yəni yer kürəsinin 5 milyard il ərzində nə kimi dəyişikliklərə məruz qalmışının öyrənilməsi. Bütün bu məsələlərin öyrənilməsi geofizika elminin əsasını təşkil edir. Belə ki, yerin dərin qatlari əsasən geofiziki tədqiqat üsulları vasitəsilə öyrənilir. Geofizika elminin (seysmologiyanın və seysmik kəşfiyyatın) əsasını böyük rus alımları akademik B.B. Qolitsin (1862-1916) və Q.A. Qambursev (1903-1955) qoymuşdur. Yer qabığının öyrənilməsində əsas etibarılə seysmologiya, geofiziki kəşfiyyat üsulları, nəzəri və təcrübə araşdırırmalar və geoloji proseslərin modelləşdirilməsindən geniş istifadə edilir. Sonrakı bölmələrdə bu metodların ayrı-ayrılıqda geoloji məsələlərin həllində imkanları nəzərdən keçirilir.

## 1. SEYSMOLOGİYA

Seysmologiya zəlzələləri öyrənən elmdir. Bu elmin fiziki əsasını böyük rus alimi B.B. Qolitsin qoymuşdur. Seysmologiya elmi vasitəsilə zəlzələ zamanı yaranan seysmik dalğaları öyrənib təhlil etməklə zəlzələlərin təbiətini proqnozlaşdırır və yer kəsilişinin qatlarını təyin edirlər. B.B. Qolitsin demişdir ki, hər hansı zəlzələni fənərə bənzətmək olar. Bu fənər qısa müddətdə Yerin içərisini işıqlandırır və orda nə baş verdiyini görməyə imkan verir. Zəlzələ yer qatları haqqında bizə dəyərli məlumatlar çatdırır. Odur ki, zəlzələlərin öyrənilməsi böyük elmi məna kəsb etməklə bərabər, bugünkü vacib məsələlərdən biri sayılır.

### 1.1. Zəlzələ baş verdikdən sonra onun tədqiqi

Zəlzələ baş verdikdən sonra onun öyrənilməsinə xüsusi diqqət yetirilir. İlk növbədə makro və mikro məlumatlar toplanılır. Onun episentri, koordinatı, maqnitudası və s. parametrləri təyin edilir. Bu parametrlərin araşdırılmasından təcrübi və elmi nəticələr əldə edilir. Bu nəticələrdən ölkə və respublikaların seysmik rayonlara bölünməsində, zəlzələlərin proqnozlaşdırılmasında və zəlzələ dağıntılarına qarşı mübarizədə istifadə edilir.

**Makroməlumatlar.** Makroməlumatları əldə etmək üçün zəlzələ baş verdikdən sonra, müvafiq təşkilatlarda və institutlarda dərhal xüsusi dəstələr yaradılır. Dəstələr zəlzələnin episentri zonasına və ətraf rayonlara göndərilir. İlk növbədə zəlzələ zonasında yer tərpənməsini bilavasitə hiss edən adamlardan zəlzələnin düzgün vaxtını, dağıdıcı gücünü, zəlzələ ilə əlaqədar baş vermiş hadisələr, binalara etdiyi təsir və s. öyrənilir. Zəlzeləni müşahidə edən adamlardan yeraltı təkanlar, titrəyişlər, yeraltı uğultular, ev əşyalarının hərəkəti, qab-qacağın cingiltisi və siması haqqında geniş məlumat toplanılır. Bundan başqa divarlarda əmələ gələn çatlar, onların dərinliyi və istiqaməti, yer səthində yaranmış pozğunluqlar, çatlar, sürüşmələr təyin edilir.

İnsanların hiss etmədiyi zəif yer titrəyişləri çox olur. Məsələn, gün ərzində Azərbaycanda irili-xirdalı 80-100 [10] dəfə, bütün dünyada isə 3 mindən çox zəlzələ qeyd edilir. Bunlardan təxminən on faizi güclü, yəni insanlar tərəfindən hiss ediləcək dərəcədə olurlar (şkalaya bax, cədvəl 1).

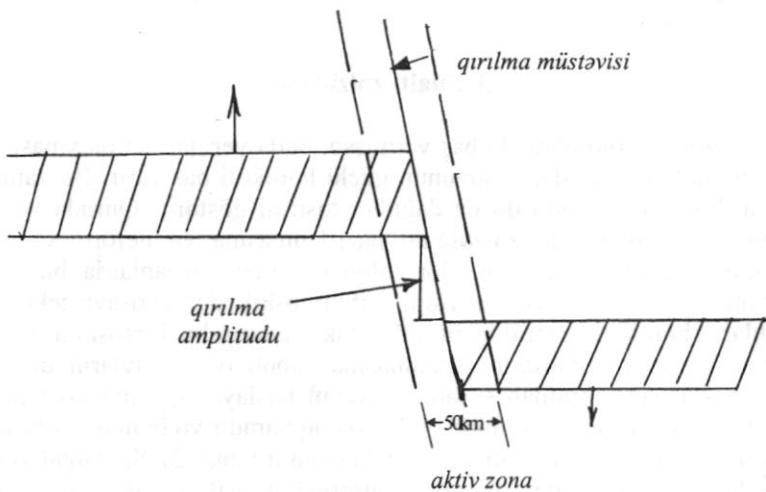
Bəzi həvəskarlar öz gündəliklərində zəlzələni təsvir edir, dağlışmış sahələr haqqında məlumat toplayırlar. Baş vermiş zəlzələlərin tarixini öyrənməklə, qədim zəlzələlər haqqında mükəmməl məlumatlar toplamaq olur (Məsələn, öz gözəlliyi ilə dünyada məşhur olan Göy-göl 1139-cu ildə zəlzələ zamanı uçurumla çayın qarşısının kəsilməsi nəticəsində əmələ gəlmışdır). Əsas etibarilə zəlzələarası vaxtlar, yəni zəlzələnin təkrarlanması müddəti və s. göstərilir. 1901-ci il yanvarın 31-də baş vermiş Şamaxı zəlzələsini öz gözü ilə görüb dəhsətə gəlmış xeyriyyəçi rus şairi Vladimir Şuf (Barey) bu hadisəni poeziya ilə təsvir etmiş və zəlezələ haqqında geniş elmi məlumat vermişdir. Qonorarını zəlzələdən zərərçəkənlərə bağışlamışdır. Professor Qara Namazovun səlis tərcümə etdiyi şairin poemasından Şamaxı zəlzələsinin gücü, istiqaməti, dağının səviyyəsi və başqa parametrlərini asanlıqla bilmək olur. Zəlzələlərə ən çox məruz qalan Yaponiya əraziyində min il əvvəl baş vermiş yer tərpənmələri öyrənilmiş və sənədləşdirilib böyük kataloq yaradılmışdır.

**Mikroməlumatlar.** Zəlzələnin mükəmməl öyrənilməsi seysmoqraf adlanan xüsusi dəqiq cihaz vasitəsilə əldə edilir. Zəlzələni qeyd edən cihazı - seysmoqrafi seysmologiya elminin banisi rus alimi B.B.Qolitsın yaratmışdır. Bu cihazlar mütəmadi olaraq zəlzələ zamanı baş verən tekanları və sonrakı zəif titrəyişləri maqnit lentləri və yaxud kağız üzərində qeyd edir. Yer titrəyişinin kağız üzərində yazılışı seysmoqramlar adlanır. Müasir stansiyalarda bu yazılar rəqəmlər şəklində qeyd edilir. Bu rəqəmlər və seysmoqramlar vasitəsilə baş vermiş uzaq və yaxın zəlzələlərin bütün parametrləri öyrənilir.

Zəlzələni qeyd edən cihazlar faydalı qazıntı yataqlarının axtarışında istifadə edilən seysmoqbuledicilərdən fərqlənir. Bu cihazlar binaların sakit yerlərində, zirzəmilərdə yerləşdirilir və bunlara məntəqə seysmik stansiyalar deyilir. Hər bir ölkədə seysmik stansiyalar şəbəkəsi yaranır. Bu stansiyalar əsas etibarilə seysmik aktiv zonalarda yerləşdirilir. Ölkə daxilində seysmik stansiya şəbəkəsi nə qədər geniş və çoxsaylı olsa, orada zəlzələnin öyrənilməsi bir o qədər dəqiq olar. Azərbaycanın seysmik aktiv zonalarında və böyük şəhərlərində (Bakı, Şamaxı, Ağsu, Şəki, Lənkəran, Naxçıvan və b.) belə stansiyalar yerləşdirilmişdir [52].

## 1.2. Zəlzələnin əmələgəlmə səbəbləri. Tektonik zəlzələlər

Litosferi və Yer qabığı altındaki qatları təşkil edən maddələrin hərəkəti Yer qabığında gərginlik və deformasiya yaradır. Bunlar Yer qabığında baş verən geoloji proseslərə və zəlzələlərin əmələ gəlməsinə səbəb olur. Yer qabığında əmələ gəlmiş gərginlik elə həddə çatır ki, onu təşkil edən laylar artıq bu gərginliyə müqavimət göstərə bilmir. Yer qabığı bu gərginlikdən azad olduqda yer qatlarında deformasiyalar (çatlar, qırılmalar, qalxma və çökmələr) yaranır. Bu vaxt yeraltı təkanlar və yer (səthinin) tərpənməsi - zəlzələ baş verir. Tektonik qırılmaların mexanizmi şəkil 1-də göstərilmişdir. Çox qısa müddət ərzində qırılma nöqtələrindən laylar bir-birinə əks istiqamətdə hərəkət edirlər. Bəzən qırılma müstəvisinin uzunluğu 100 km-ə çatır və bu müstəvi-ətrafi dəyişmələrin (aktiv zonanın) eni 50 km olur. Qırılmanın amplitudu 10 m-lərlə və daha çox olur. Yerin deformasiyası son həddə çatdıqda qırılma zonasında ayrı-ayrı bloklar və qırılma qanadları hərəkətə gəlir. Amerikanın San-Fransisko əyalətində qırılma qanadının hərəkəti əlli il müddətində 3,2 m olmuşsa, zəlzələ neticəsində bu hərəkətin qiyməti 6,5 m olmuşdur.



**Şəkil 1. Lay qırılması sxemi.**

Göstərilən kəskin yeraltı dəyişmələr **tektonik hərəkətlər** adlanırlar. Bu hərəkətlərin parametrləri yuxarıda göstərilən ədədlərə bərabər olduqda 8 bal gücündə olan zəlzələ yaranır. Bu baxımdan Xəzər dənizində, Abşeron yarımadasının şimalında, Bakı şəhərindən 110 km şimali-şərqdə 25 noyabr 2000-ci ildə baş vermiş 6-7 ballıq zəlzələ tektonik zəlzələ qrupuna aiddir. Bu zəlzələnin ocağı Mahaç Qala-Xəzər-Krasnovodsk regional tektonik qırılma zonasında yerləşmişdir. Yer qabığında baş verən zəlzələlərin 95%-i tektonik zəlzələlərdir. Tektonik hərəkətlər birdəfəlik olmur, onlar müntəzəm və müəyyən periodla təkrar olunur. Bu periodların vaxtı bir neçə ildən yüz ilə qədər və daha çox olur.

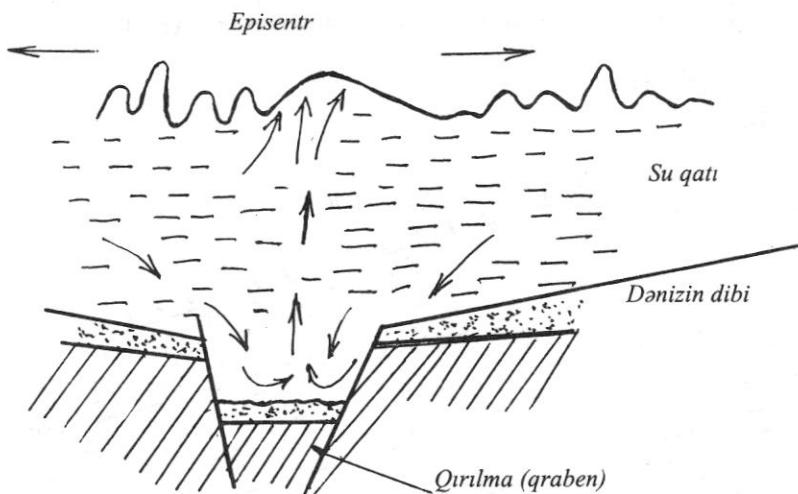
Tektonik tipli zəlzələyə 1966-ci ildə Daşkənd şəhərində baş vermiş faciəli zəlzələni misal göstərmək olar. Daşkənd zəlzələsinin mexanizmini çox da dərin olmayan paleozoy yaşı fundamentin şaquli hərəkəti ilə əlaqələndirirlər. Fundament blokunun qırılması yer səthinin (episentr zonasında) 5 sm hərəkətinə səbəb olmuşdur. Zəlzələnin maqnitudası 5,3, dağdırıcı qüvvəsi 8 bala çatmışdır. Zəlzələ zonasında tektonik gərginliyin fasiləli azalması təkrar yer tərpənmələrinə səbəb olmuşdur. Təkrar yer tərpənməsində zəlzələnin ocağı əsas zərbə ocağı ilə üst-üstə düşür.

### 1.3. Sualtı zəlzələlər

Əgər zəlzələ dənizdə baş vermişsə, onda yer qatının qalxması və enməsi nəticəsində dəniz suyunun güclü hərəkəti baş verir. Bu zaman suyun hərəkəti sahildə də öz dağdırıcı təsirini göstərir. Quruda və ya kontinental rayonlarda zəlzələnin hazırlanmasına və deformasiyanın yaranmasına çox vaxt min illər tələb olunursa, okeanlarda bu vaxt nisbətən az (100-200 il) olur. Dəniz dibini təşkil edən ayrı-ayrı tektonik blokların hərəkəti vaxtı dənizin dibindəki layların bir hissəsinin qırılıb düşməsi böyük çuxurların yaranmasına səbəb olur. Layların qırılıb-düşmə zonasına ətrafdan sürətli su axımı başlayır. Çuxura kəskin su axımının eks təsiri su səthində güclü təzyiq yaradır və bunun nəticəsində nəhəng su dalğaları - sunami meydana gəlir (şəkil 2). Su dalğalarının dağdırıcı qüvvəsi onun axımının sürətindən asılıdır. Bu sürət 800 km/saat-a çata bilər [4].

Episentr dənizdən sahilə doğru dənizin dərinliyinin azalması su dalğasının hündürlüyünün - amplitudunun artmasına səbəb olur. Onun hündür-

lüyü isə 10-30 m ola bilər. Böyük və güclü su dalğası sürətlə sahilə cırilan vaxt 1-2 dəqiqə ərzində sahili 15 km-ə qədər məsafədə yuyaraq dağıdır. Əgər sahil zonasında terraslar, pillələr yaranırsa, bu, zəlzələlərin təkrarlığını göstərir. Terras və təkrarlamalara görə zəlzələnin vaxtını, onların hündürlüklərinə görə zəlzələnin məqnitudasını təyin etmək olar.



*Şəkil 2.*

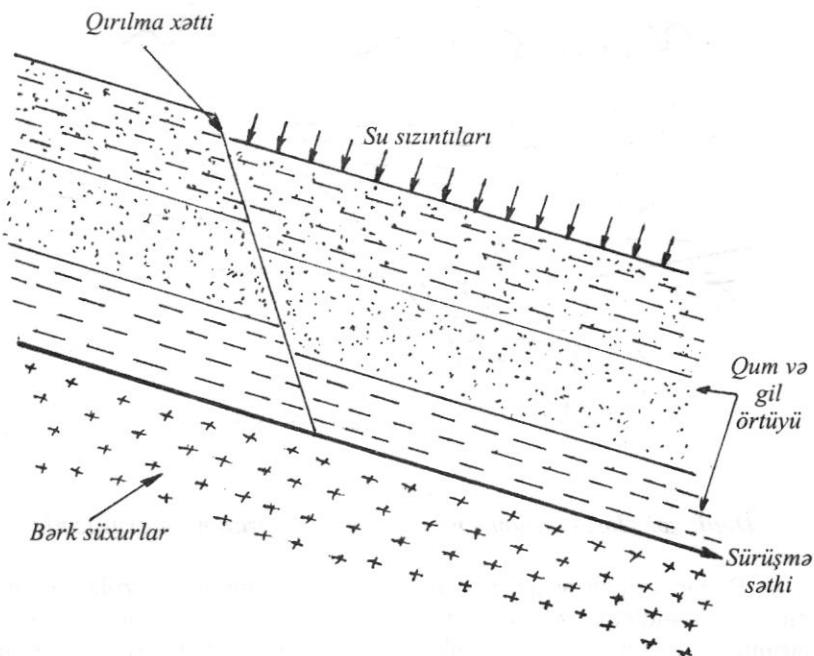
*Dəniz zəlzələsi (sunami) və su axımının yaranma mexanizmi.*

Bəzən vulkan püşkürməsindən də yer tərpənməsi - zəlzələ yaranır. Fəaliyyətdə olan və od püşkürən vulkanlar ərimiş yeraltı dağ sükurlarının, qaz və buxarların böyük sürətlə hərəkəti yer titrəyişləri əmələ gətirir. Belə yer tərpənmələri Xəzər dənizi hövzəsində və adalarda da tez-tez baş verir.

#### 1.4. Sürüşmələr

Sürüşmələr də təbii felakətin bir növüdür. Bunlar az, yer səthinə yaxın dərinliklərdə baş verdiyi üçün onların dağıdıcı təsiri böyük olur. Sürüşmələrin əmələ gəlməsi layların morfologiyası, yəni onların yatım şəraiti ilə bağlıdır. Maili yamaclarda bərk ana sükurlar üzərində yum-

şaq gil və gilli qum ləyərinin maili yatması, bu ləyələr ilə bərk ana səxur sərhədlərində ilişmə qüvvəsinin zəif olması nəticəsində sürüşmələr baş verir. Bu cür yamaclarda yaşayış binaları, sənaye obyektləri tikildikdə sürüşmələrin baş vermə vaxtı tezləşir. Bundan əlavə, həmin yamaclara yağıntı, suvarma, kanalizasiya sızıntılarının düşməsi gilli və gilli-qumlu ləyərin fiziki və kimyəvi xassələrini dəyişir, onların plastiklik, axıçılıq qabiliyyətini artırır. Beləliklə, maili yatan yumşaq ləyərlər bərk səxurlar arasında ilişmə əlaqəsi zəifləyir və sürüşmə baş verir (şəkil 3).



*Şəkil 3. Sürüşməni izah edən sxem.*

Sürüşmələri əvvəlcədən proqnozlaşdırmaq üçün kompleks geofiziqi tədqiqat işlərinin aparılması vacibdir. "Delta-Geon" tipli rəqəmli xüsusi stansiyalarla seysimik, elektrik, georadioloji işlər sürüşmələrin proqnozlaşdırılmasında istifadə edilə bilər. Bu tədqiqatlar nəticəsində ləyərin mailliyyi, yeraltı suların mənbəyi, onların kimyəvi tərkibi, nəmlik və məsaməliliyi, suların axma istiqaməti təyin edilib, bərk ana sü-

xurlarla yumşaq gil və gilli qum laylarının ilişmə qüvvəsinin azalıb və ya çoxalmasını müəyyən etmək və sürüşmə baş verəcəyini əvvəlcədən xəbər vermək mümkündür.

Dağıdıcı və böyük tələfat verən sürüşmələrdən 6-7 mart 2000-ci ildə Bakı şəhərinin cənub-şərqində baş vermiş məşhur Bayıl sürüşməsini göstərmək olar. Burada yerləşən layların meyl bucağının yüksək ( $30^{\circ}$ ) və mailliyyin uzunluğunun 450 m olması, sürüşmə müstəvisinin 30-35 m dərinlikdə yerləşməsi maili yatmış sükurlar üzərinə ağır yük düşməsinə səbəb olmuş və su sızmaları nəticəsində fəlakətli sürüşmə baş vermişdir. Bu sürüşmə nəticəsində 20 yaşayış binası tamamilə dağılmış, 180 m şose yolu və elektrik xəttləri sıradan çıxmışdır. Ümumiyyətlə, dövlətə 50 milyard manat həcmində ziyan dəymışdır [29].

### 1.5. Zəlzələdən yaranan seysmik dalğalar

Yerin daxilində zəlzələ baş verdiyi sahəyə (fəza hissəsinə) **zəlzələ ocağı** və ya **hiposentr** deyilir. Zəlzələ ocağının yerindən eyni mesafəyə proyeksiyası **episentr**, eyni uzaq məsafəyə proyeksiyası isə **antiepisentr** adlanır (şəkil 4). Zəlzələ ocağında yaranan seysmik dalğalar müxtəlif istiqamətdə yayılaraq yer səthinə çatırlar. Bu dalğaların yolu düzxətli olmur, onlar öyri xətt boyunca yayılırlar. Lakin episentre və antiepisentre çatan dalğalar düzxətli yayılırlar.

Zəlzələ ocağından hər tərəfə uzununa və eninə seysmik dalğalar yayılır və yer səthində onlar xüsusi cihazlar vasitəsilə qeyd edilirlər. Bundan başqa, zəlzələ ilə əlaqədar yaranan səthi dalğalar da yerində qeyd edilir. Səthi dalğalar zəlzələ ocağından episentre düşən dalğalardan yaranırlar. Bu halda episentrin özü dalğa mənbəyi rolunu oynayır. Bu dalğalar yerin səthi boyu yayıldığından onlara "**səthi dalğalar**" deyilir. Səthi dalğalar horizontal istiqamətdə yayıldığından böyük dağıdıcı qüvvəyə malik olurlar. Zəlzələdən əmələ gələn dalğaların yayılma sürəti müxtəlif olur. On böyük sürətə uzununa dalğalar malikdirlər. Eninə dalğalar bu dalğalardan sonra yer səthinə gəlib çatır. Eninə dalğaların sürəti uzununa dalğaların sürətindən 1,7-1,8 dəfə az olur. Bilavasitə zəlzələ ocağında yaranan dalğalardan fərqli olaraq səthi dalğaların yayılma sürəti çox az olur. Odur ki, yer səthində qoyulmuş seysmik qəbuləcilişlər ilk olaraq uzununa, sonra eninə, axırdı isə səthi dalğaları qeyd edirlər (şəkil 4 b). Səthi dalğaların yerində qeyd (müşahidə) edildiyi nöqtədən episentre qədər olan məsafə

**episentral məsafə** adlanır. Episentral məsafəni ( $D$ ) təyin etmək üçün dalğaların yayılma süretinin fərqlindən istifadə edirlər. Bunun üçün uzununa ( $t_p$ ) və eninə ( $t_s$ ) dalğaların gəlib çatma vaxtlarının fərqi əsas götürülür.  $t_s - t_p = \Delta t$ . Bu vaxt fərqinə **eninə dalğanın gecikmə vaxtı** da deyilir (şəkil 4 b).

Yuxarıda göstərilən kəmiyyətlərdən istifadə edərək episentral məsafə aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$\Delta = \Delta t \frac{V_p \cdot V_s}{V_p - V_s}$$

Burada  $\Delta$ -episentral məsafə,  $\Delta t$  -eninə dalğanın gecikmə vaxtı,  $V_p$  və  $V_s$  -uzununa və eninə dalğanın yayılma sürətləridir.

Episentral məsafə təyin edildikdən sonra zəlzələ ocağının hiposentri - yer üzərindən olan dərinliyi aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

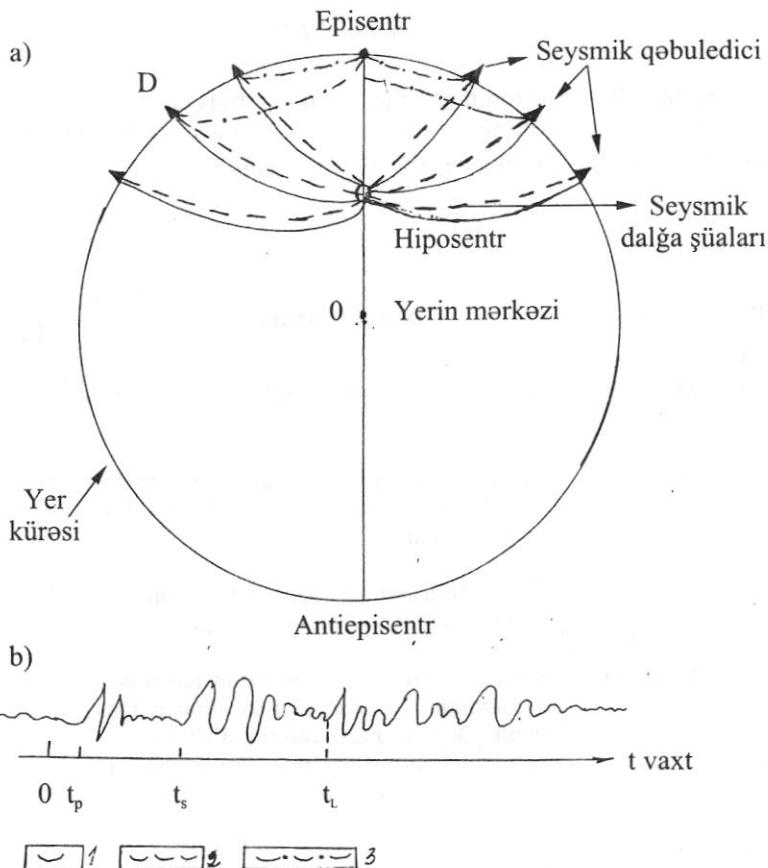
$$h = \sqrt{t_p V_p^2 - \Delta^2}$$

Burada  $h$ -zəlzələ ocağının hiposentri,  $t_p$ -uzununa dalğanın yer səthinə gəlib çatdığı vaxt,  $\Delta$ -episentral məsafə,  $V_p$ -uzununa dalğanın yayılma sürətidir.

Zəlzələlərin təhlilində əsas məsələ onun intensivliyinin və zəlzələdən əmələ gelən enerjinin təyinidir. Zəlzələnin qüvvəsi 12 ballıq şkalası ilə təyin edilir. Balın ölçüsü zəlzələnin dağıdıcı qüvvəsindən asılıdır (cədvəl 1). Zəlzələlərin intensivliyini obyektiv və dəqiq təyin etmək üçün yer hissəciklərinin rəqsi hərəketlərinin amplitudu təyin edilir. Yer hissəciklərinin hərəkətinin amplituduna görə təyin edilən intensivlik zəlzələnin maqnitudası adlanır. Elmi və texniki işlərdə ən çox istifadə edilən zəlzələnin maqnitudasıdır. Zəlzələnin maqnitudası aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir:

$$M = \lg \frac{A}{A_e}$$

Burada  $M$ -maqnituda,  $A$ -yer üzerinde hissəciklərin maksimum amplitudu,  $A_c=100$  km məsafədə zəif etalon zəlzələdən alınan hissəciklərin rəqsiz hərəkətinin amplitududur.



**Şekil 4.** Zəlzələdən yaranan seysmik dalğa şüalarının trayektoriyası (a), seysmik dalğanın yazılışı (seymoqram) (b). 1-uzununa dalğalar  $P$ , 2-eninə dalğalar  $S$ , 3-səthi dalğalar  $L$ .  $t_p$ -düzünə uzununa dalğaların birinci gəlib çatma vaxtı,  $t_S$ -eninə dalğaların gəlib çatma vaxtı,  $t_L$ -səthi dalğaların gəlib çatma vaxtı.

Zəlzələnin maqnitudasından istifadə edərək, onun ocağından ayrılan enerjini də təyin etmək olur. Bunun üçün aşağıdakı empirik ifadədən istifadə edilir:

$$\lg E_M = 11 + 1,6M$$

Burada  $E_M$ -zəlzələnin enerjisi,  $M$ - maqnitudasıdır.

Böyük zəlzələlərin enerjisi ( $6 \times 10^{18}$ Coul) atom bombasının ( $8,4 \times 10^{14}$ Coul) yaratdığı enerjidən qat-qat çoxdur.

*Cədvəl 1*

Ball	Titrəyiş	Xarakteristikası	Tə'cild Mm/s <sup>2</sup>
1	2	3	4
1	Mikrosey-smik	Ancaq seysmik qəbuledici cihazlar qeyd edir	<2.5
2	Çox zəif	Binanın yuxarı mərtəbələrində yaşayan və tam sakitlik şəraitində olan şəxslər tərəfindən hiss olunur	2.5-5.0
3	Zəif	Rayon əhalisinin az hissəsi tərəfindən hiss olunur. Silkələnmə zəif hiss olunur	5-10
4	Mülayim	Əhalinin böyük hissəsi (binanın içərisində və zirzəmidə yerləşənlər) tərəfindən hiss olunur. Qapı və pəncərələrin silkələnməsi, otağın divarlarının çatlaması, asılı vəziyyətdə olan əşyaların yellənməsi müşahidə olunur	10-25
5	Hissolu-nacaq	Binanın içərisində olanların hamısı və küçədə olanların kiçik bir hissəsi tərəfindən hiss olunur, yatanlar oyanır. Qapı və pəncərələrin açılıb bağlanması, kiçik ev zənglərinin səslənməsi, asılı vəziyyətdə olan əşyaların güclü yellənməsi və kəfkirli saatların dayanması müşahidə olunur	25-50

1	2	3	4
6	Güclü	Binanın içinde olan adamlar tərəfindən hiss olunur. Evdəki əşyalar yerə düşür, suvaq töküfür və tikintisi zəif olan binalar zədələnir	100-250
7	Çox güclü	Qüllə zənglərinin səsi eşidilir, tüstü boruları yixılır, bir çox binalar yüngül zədələnir	
8	Dağıdıcı	Bəzi binalar dağılır, qalan binalarda ümumi zədələnmə nəzərə çarpır, ayrı-ayrı bədbəxt hadisələr baş verir	250-500
9	Tələfedici	Binalar təqrübən bütünlükə dağılır, insanın yaşayışı üçün yararsız olur. Ölüm hadisəsi təsadüf edilir	500-1000
10	Qeyriadi məhvədici	Bir çox binalar dağılır. Çoxlu insan tələfatına rast gəlinir. Yer qabığında çatlar əmələ gəlir, dağlar sürüşür və s.	1000-2500
11	Fəlakətli	Daş tikililərin və körpülərin daş dayaqları kütłəvi surətdə bütünlükə dağılır. Yer qabığında geniş çatlar əmələ gəlir, qayalar yere batır	2500-5000
12	Qeyri-adi fəlakətli	Bütün binalar, hətta seysmik nöqtəyi-nəzərdən etibarlı olan binalar dağılır. Dağ süxurlarında qırışq və qırılmalar, böyük sahələrdə çoxlu sayıda uğurum və buna bənzər hadisələr baş verir	>5000

244914

### 1.6. Zəlzələlərin qabaqcadan xəbər verilməsi (proqnozlaşdırılması)

Zəlzələnin proqnozlaşdırılması ilə alimlər hələ qədim zamanlardan maraqlanmağa başlamışlar. Onlar hesab edirlər ki, zəlzələ ocağında gedən prosesləri, onların təbiətini **Elm** və **Zəlzələnin** baş verəcəyini xəbər verən siqnalları öyrənməklə zəlzələni dəqiq proqnozlaşdırmaq olar. Bu

məsələnin həlli çətin olsa da, son vaxtlar alımlar elmi araşdırımlar aparmış və bu sahədə xeyli irəliləyişlər əldə etmişlər. Bir çox dəqiq ölüyə malik cihazlar əldə olunmuş; baş vermiş zəlzələlər ətraflı öyrənilmişdir. Zəlzələdən əmələ gələn dalğalar öyrənilmiş və yozulmuş, alınmış məlumatlar EHM-də yüksək elmi səviyyədə işlənilmiş və yerin geoloji quruluşu haqqında geniş məlumatlar əldə edilmişdir. Yer qabığının hərəkətinin izlənilməsi, bu hərəkətlərin mexanizmi öyrənilərək və ölçü sistemlərinin dəqiqliyi artırılaraq, geniş stansiyalar şəbəkəsi yaranmışdır.

Zəlzələri öyrənmək üçün yer qabığında gedən dəyişmələri və zəlzələni əvvəlcədən xəbər verən faktiki məlumatları öyrənmək lazımlıdır. Bu məlumatlardan ən əsası aşağıdakılardır:

1. *Yer qabığının hərəkətləri (qabarma və enmələr, qırılmalar və çatlar), lay və plitədaxili proseslər və s.;*
2. *Dilatansiya-seysmik dalğaların yayılma sürətinin anomaliyaları;*
3. *Yer qabığının seysmik aktivliyi (zəlzələlərin gücü, təkrarlanma periodları və s.);*
4. *Radon emissiyası (səpələnməsi, migrasiyası, sularda həllolma dərəcəsi, miqdarı);*
5. *Yer səthində baş verən hadisələr (deformasiya, yatom formasının, meylliliyinin dəyişməsi, sürüşmələr və s.).*

Zəlzələnin proqnozu iki müddətli - uzun və qısa müddətli olur.

Zəlzələnin qabaqcadan xəbər verilməsi üç mühüm məsələnin həlli ilə əlaqədardır. **Birinci**, zəlzələnin harada baş verəcəyini söyləmək, **ikinci**, onun gücünü təyin etmək və **nəhayət** onun nə vaxt baş verəcəyini əvvəlcədən söyləmək. Bu üç problemdən birinci və ikincisi nisbətən həll edilmiş və onlara cavab vermək mümkün olmuşdur. Belə ki, ölkəmizdə baş vermiş zəlzələlərin tədqiqatı nəticəsində baş verəcək zəlzələlərin gücünə görə respublika ərazisi bir çox seysmorayonlara bölünmüştür [17,18,36,42,52]. Azerbaycanda ən seysmik aktiv rayonlardan biri Şamaxı rayonudur. Burada ardıcıl olaraq 1192, 1667, 1828, 1859, 1902, 1928-ci illərdə 8-9 bal gücündə zəlzələlər baş vermişdir. İkinci seysmik aktiv zonalardan İsmayıllı rayonunu göstərmək olar [33]. Bu rayon Büyük Qafqaz dağ silsiləsinin tektonik qırılma xətti üzərində yerləşdiyindən tez-tez yer tərpənməsinə məruz qalır. Beləlik-lə, böyük zəlzələlər baş verəcək rayonlar əvvəlcədən müəyyənləşdirilmişdir. Ona görə bu rayonlarda zəlzələyə qarşı tədbir görülür. Büyük

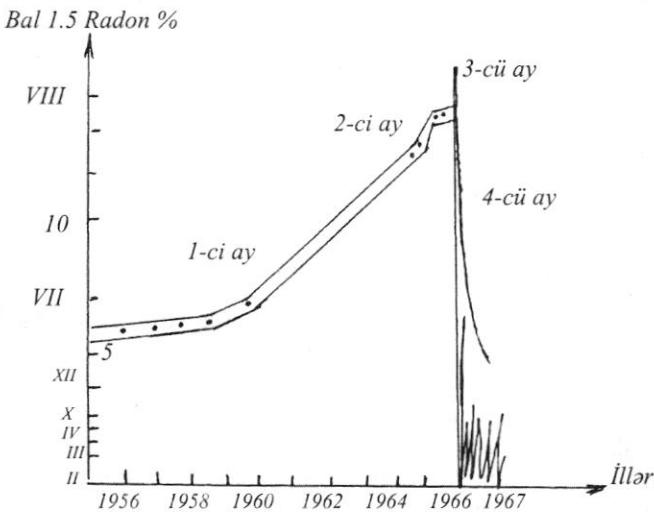
tikintilərin zəlzələyə qarşı davamlı olması üçün tikinti normativləri yaradılır.

Seysmik təkanların harada və hansı güclə baş verməsi məsələsinin həllindən sonra "zəlzələ nə vaxt baş verəcək" suali ortaya çıxır. Bu məsələnin həlli birincilərə nisbətən çox çətindir. Bu suala cavab vermək üçün daha mürəkkəb elmi məsələlərin həlli, daha dəqiq ölçü cihazlarından istifadə olunması tələb olunur. Birinci olaraq zəlzələdən əvvəl hansı geoloji amillərin və fiziki sahənin dəyişməsi məlumatlarını və onun qeydetmə mexanizmini müəyyən etmək lazımlıdır. Bu məlumatları əldə etmək üçün seysmik aktiv zonalarda daimi ölçü şəbəkəsi yaradılır. Daimi ölçmələr vasitəsilə yer səthində baş verən elektrik sahələrinin dəyişməsi, yerin deformasiyası, yerin mailliyyinin dəyişməsi, seysmik dalğaların yayılma süretinin dəyişməsi (dilatansiya), yeraltı suların səviyyəsinin və sularda radon qazının miqdarının dəyişməsi, dəniz səviyyəsinin kəskin dəyişməsi, suyun qalxması və çökilməsi araşdırılır və ölçülür. Alımlar müəyyən etmişlər ki, yuxarıda göstərilən parametrlərin zəlzələdən əvvəl anomal dəyişmələri baş verir. Bu dəyişmələr haqqında məlumatları əldə edib təhlil etməklə zəlzələlərin baş vermə vaxtını təxminən proqnozlaşdırmaq olar. Bu məlumatları əldə etmək isə o qədər də asan məsələ deyil. Sonra isə bu dəyişmələrin başvermə səbəblərini, onların zəlzələ ocaqları ilə əlaqəli olmasını teyin etmək lazımdır. Onu da qeyd edək ki, bu məlumatlar əsasında zəlzələ vaxtının proqnozlaşdırılması rüseyim vəziyyətindədir. Bu məsələnin həlli tam formalşamamış və əldə ziddiyyətli məlumatlar vardır.

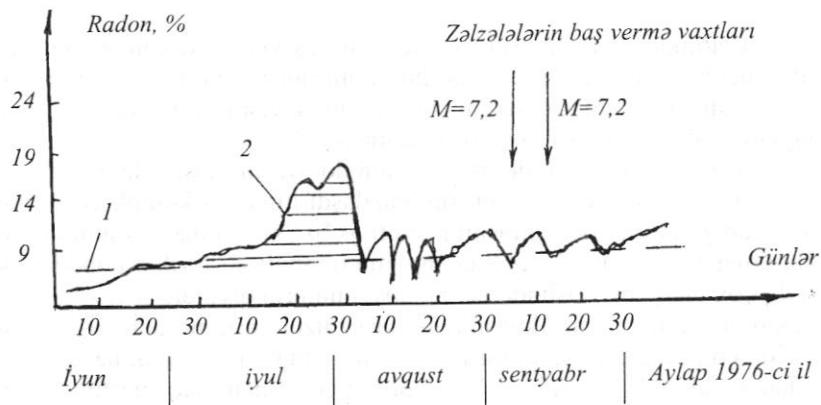
### 1.7. Radon qazının zəlzələlərin proqnozlaşdırılmasında rolü

Yer qabığını təşkil edən süturlarda külli miqdarda radon vardır. Radon parçalanaraq qaz formasında miqrasiya edərək yer səthinə qədər gəlib çatır. Onlar yer daxilində olan sularda da həll olunur, onlara qarışırlar. Radonun ölçü vahidi emandır. **1 eman=10<sup>-10</sup> küril**. 1 küri  $3,7 \times 10^{-10}$  saniyədə parçalanmanın miqdardır. Bu özü radioaktivlik deməkdir. Bir sözlə, radioaktivlik radonun dağ süturlarında parçalanmasından asılıdır. Radon yer daxilində kanallar, çat və qırılmalar vasitəsilə yayılır. Yeraltı sularda və süturlarda radonun miqdarı normal halda çox az dəyişilir, demək olar ki, sabitdir. Lakin zəlzələ zonasında gedən proseslərlə əlaqədar olaraq radonun miqdarı dəyişilir. Zəlzələ baş vermemişdən qabaq radon qazının konsentrasiyası kəskin dəyişilir. Zəlzələ zonasında gərginliyin dəyişməsi süturlarda kiçik çatların və məsaməliliyin art-

masına səbəb olur, ona görə radonun miqrasiyası intensivləşir və anomal artır. Beləliklə, süxurlarda radonun anomal artması ilə əlaqədər zəlzələləri proqnozlaşdırmaq mümkün olur. Bu məsələ məşhur Daşkənd zəlzələsində (1966) ilk dəfə öz həllini tapmış və o zaman böyük mübahisəyə səbəb olmuşdur. Belə ki, həmin zəlzələdən (M-5,5) bir neçə saat qabaq qrunt sularında radonun miqdarının kəskin artması müşahidə olunmuşdur. Zəlzələdən qabaq onun miqdarı maksimum həddə çatmış, normadan 3 dəfə çox olmuşdur. Zəlzələdən sonra isə radonun konsentrasiyası öz normal vəziyyətinə qayılmışdır (şəkil 5). İlk dəfə bu ölçülər 8 km dərinlikdə baş vermiş zəlzələnin episentrində yerləşən quyuda 2 km dərinlikdə aparılmışdır. Bu hadisəni ilk dəfə özbek alimləri Ulamov V.İ., Mavaşev B.Z. və başqaları kəşf etmişlər [49]. Bu hadisə sonralar bir çox ölkələrdə - Yaponiyada, Çində yoxlanılmış və öz təsdiqini tapmışdır (şəkil 6).



*Şəkil 5. Daşkənd (1966) zəlzələsindən qabaq və sonra sularda radonun miqdarının dəyişməsi [49].*



Şəkil 6.

*Çində zəlzələdən qabaq sularda radon qazının anomal artması [4].  
1- radon qazının orta səviyyəsi, 2- radon qazının anomal artması,  
M – zəlzələnin məqnitudası.*

Yağış sularının və yeraltı qrunut sularının səviyyəsinin nasoslarla su vurulmasının və sair işlərin təsiri olmadan dəyişməsini də zəlzələlərlə əlaqələndirirlər. Qrunut sularının səviyyəsi 23 sutka ərzində yüksəlir, lakin zəlzələyə 1-2 gün qalmış yenə əvvəlki normal hala qayıdır [4, 49].

Beləliklə, yuxarıda göstərilən anomal hallardan istifadə edilərək zəlzələləri proqnozlaşdırırlar.

### 1.8. Yerin deformasiyası

Yaponiya alimlərinin fikrinə görə zəlzələni qabaqcadan öyrənmək üçün birinci növbədə yerin deformasiyasına diqqət yetirmək lazımdır. Dəniz səviyyəsinə nisbətən yer səthinin qalxması və enməsi yerin deformasiyası sayılır. Zəlzələlər uzun müddət deformasiyaya məruz qalan layların qısa müddət ərzində gərginliyindən azad olması nəticəsində yaranır. Əgər deformasiya yaradan qüvvə layın davamlılığının hüdudlarından (bərklikliliyinin  $10^4$ -dən) böyük olarsa, onda layda

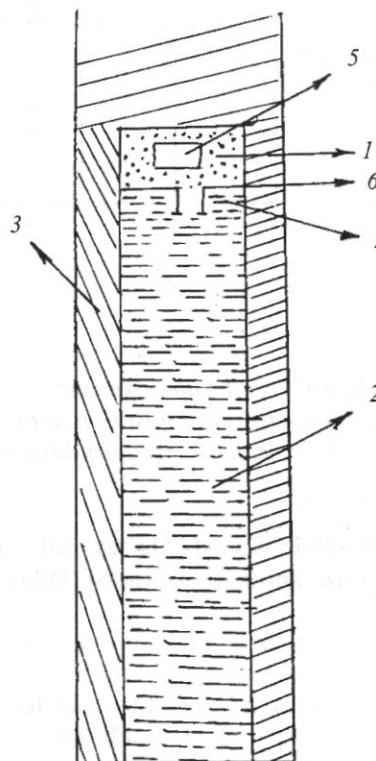
qırılmalar baş verir. Bu qırılmalar da zəlzələlərin yaranmasına səbəb olur.

Beləliklə, zəlzələlərin əvvəlcədən baş vermə vaxtını xəbər vermək üçün yer qabığının anomal hərəkətlərini öyrənmək lazımdır. Bunun üçün yer səthinin əyilmə bucağının dəyişməsini, dərində yatan layların qalxıb-enməsini izləmək lazım gəlir.

Yer qabığının üfqı dəyişmələrinin də öyrənilməsi zəlzələlərin qabaqcadan baş vermə vaxtının proqnozlaşdırılmasına kömək edə bilər. Yer qabığının üfqı dəyişməsinin sürtəti  $5 \times 10^{-7}$  m/s olması məlumudur [4]. Bu dəyişməni dəqiq ölçmək üçün onun qiyməti göstərilən ədəddən iki dəfə çox olmalıdır. Əslində isə bu dəyişmələrin qiyməti ölçü xətalarına yaxın olduğundan üfqı dəyişməyə görə zəlzələlərin proqnozlaşdırılması çox çətin olur. Yerin deformasiyasını ölçmək üçün optik uzaq ölçmə cihazlarından da istifadə edilir. Optik ölçü zamanı işıq şüasının tərkib hissəsindən (spektrindən) istifadə edilir. Bunun üçün yer səthində işıq şüa mənbəyi yerləşdirilir. Onun şüaları uzaqda yerləşən linzadan keçir. Əgər yer deformasiyaya məruz qalırsa, linzadan keçən işığın yaşıllı, qırılımı və bənövşəyi şüalarının istiqaməti və qiymətləri dəyişir. Bu qiymətlər havanın temperaturundan asılı olduğundan onlara temperatura görə düzəliş verilir. Sonra isə bu deyişmələrin köməyi ilə deformasiyanı təyin edirlər. Deformasiya ölçülerinin dəqiqliyini artırmaq üçün ölçmə əməliyyatını təkrar aparırlar. Adətən məlum yer hərəkətlərini və onun mailliyyini ölçmək üçün ölçmə işlərini saxtalarda və mədən dəhlizlərində (ştolnlarda) aparırlar. Göstərilən işlərdən fərqli olaraq indiki dövrde başqa prinsipə işləyən cihazdan geniş istifadə edilir. Deformografl adlanan bu cihazı Yaponiyada yaratmışlar [4].

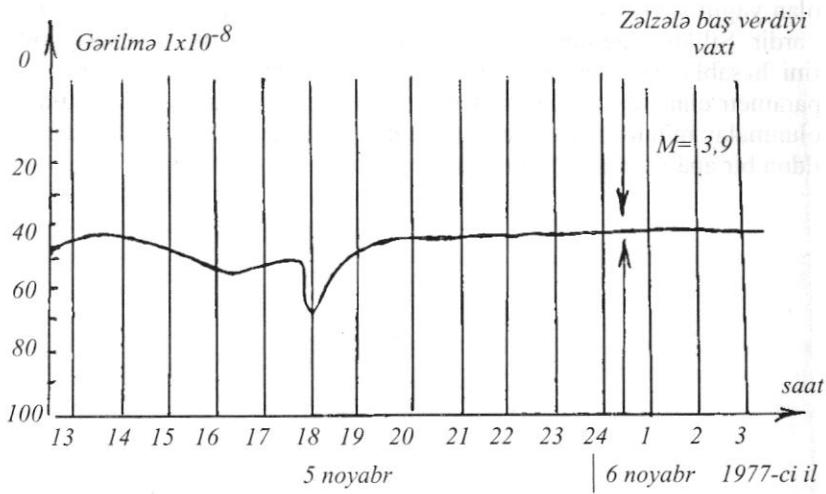
**Deformografl**. Bu cihaz çox da dərin olmayan (50-300 m) quyu larda sement halqasının içində yerləşdirilir. Quyuətraftı mühit sement halqasının soyumaqla sıxılmasından və istidən genişlənməsindən asılı olaraq quyu cihazına təzyiq göstərir. Əgər ətraf süxurlarda sıxılmalar və genişlənmələr baş verərsə, bu dəyişmələri quyu deformografi dərhal hiss edir. Quyu deformografi 11,4 sm diametrlı silindr formasındadır (şəkil 7). Onun aşağı hissəsi silikon yağı ilə doldurulur. Yağın üst hissəsi nazik dəliyi olan elastik pərdə (sifon) ilə örtülür. Ətraf süxurlarda genişlənmə və sıxılma baş verirsə, bu deformografa təsir edir. Süxurlarda sıxılma baş verdikdə yağıñ səviyyəsi artaraq sifonun nazik dəliyindən sızılıb çıxır. Çıxan yağıñ həcmindən istifadə edərək süxurların deformasiyası təpilir. Əgər quyu divarlarında süxurlarda boşalma

və genişlənmə baş verirsə, cihazda yağıın səviyyəsi aşağı düşür. Sifonda olan yağıın səviyyəsinin  $0,001 \text{ mm}$  dəyişməsi  $10^{-8}$  deformasiyaya bərabərdir. Silikon yağıının sıxılma qabiliyyətini və elastiklik xüsusiyyətlərini hesablamamaq olur. Beləliklə zəlzələrin proqnozu üçün ən vacib parametr olan yer qatlarında baş verən deformasiyalar ölçülür. Bu təyin olunmalar müntəzəm və təkrar olunmalıdır. Təkrar ölçülər ən azı beş ildən bir aparılmalıdır (şəkil 8).



*Şəkil 7. Quyu deformoqrafının sadələşdirilmiş sxemi.*

- 1- qaz, 2- təzyiqin dəyişməsini göstərən silikon yağı,
- 3-sıxılıb-genişlənən sement halqası, 4- nazik dəlik (uzunluğu 20 mm), 5- nazik dəlikdən sıxılan yağıın elektrik çeviriciləri və ölçü hissələri, 6- elastik pərdə.



*Şəkil 8. 6 noyabr 1977-ci il Yaponiya zəlzələsindən 6 saat əvvəl deformasiyanın dəyişməsini göstərən deformografiya [4].  
M – zəlzələnin maqnitudasıdır.*

### 1.9. Zəlzələdən qabaq süxurlarda seysmik dalğaların yayılma sürətinin anomal dəyişməsi (Dilatansiya)

Bir çox ölkələrdə zəlzələ hadisəsi baş verməzdən qabaq yer qətündə seysmik dalğaların sürət dəyişmələri qeyd edilmiş və bir neçə amilin buna səbəb olduğu deyilmişdir. Zəlzələyə hazırlıq başladıqda mühitdə gərginlik, təzyiq artır. Bu səbəbdən də laylarda çatlar və həcmi genişlənmələr yaranır. Bu cür dəyişmələr mühitdə dalğa sürətinin azalmasına səbəb olur. Dalğanın yayılma sürətinin anomal azalmasına "dilatansiya" deyilir. Zəlzələ hadisəsi baş verməmişdən əvvəl süxurlarda dalğa sürətinin 10 %-ə qədər azalmasını yapon alimləri qeyd etmişlər. Süxurlarda dalğanın sürəti 6 km/s olduğu halda, zəlzələyə hazırlıq dövründə bu sürət azalaraq 5,4 km/s olmuşdur. Bu azalma dal-

ğa sürəti böyük olan süxurlarda da baş verir. Belə süxurlarda dalğanın sürəti 8 km/s olduğu halda, zəlzələyə hazırlıq dövründə azalaraq 7,2 km/s olmuşdur. Sürət azalmaları süxurlarda gərginlik və təzyiqin artması, sixlığın azalması və məsaməliliyin artması ilə əlaqədardır. Zəlzələ baş verdikdən sonra isə bu azalmalar kəsilir, laylarda sürət öz əvvəlki vəziyyətinə qaydır. Zəlzələdən əvvəl seysmik dalğanın yayılma sürətinin dəyişməsini böyük rus seysmoloqu E.F.Savarenksi (1976) öz əsərlərində qeyd etmişdir. Dilatansiya hadisəsini isə ilk dəfə Tacikistan Respublikasının Qarm şəhərində qeyd etmişlər. Burada uzununa seysmik dalğanın (P) yayılma sürətinin eninə dalğa sürətinə nisbətinin ( $\frac{V_p}{V_s}$ ) kəskin dəyişməsi öyrənilmişdir.

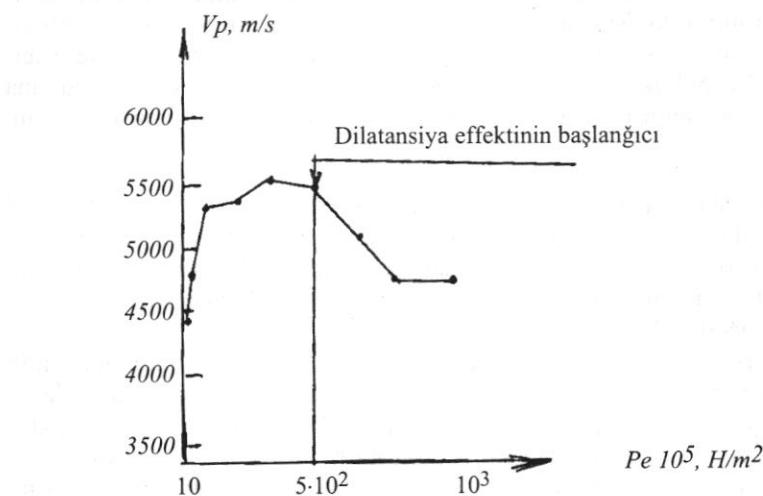
Dilatansiya hadisəsi Azərbaycanda laboratoriya şəraitində qeyd edilmişdir [46]. Yevlax-Ağcabədi rayonunun Carlı sahəsində 3100-3107 m dərinlikdə 3 saylı quyudan götürülmüş rif süxur nümunəsinin laboratoriya şəraitində öyrənilməsi dilatansiya hadisəsinin mövcudluğunu təsdiq etmişdir.

Sixlığı 2,65 q/sm<sup>3</sup>, məsaməliliyi 20,45 % olan süxur nümunəsində təzyiqin artması ilə dalğa sürətinin artması qeyd edilir. Seysmik dalğa sürətinin qanunauyğun artması təzyiqin  $5 \times 10^7$  H/m<sup>2</sup> qiymətinə qədər davam edir. Bu zaman dalğanın sürəti 4400 m/s-dən 5500 m/s-ə qədər artır. Sonra isə təzyiq artdıqca seysmik dalğanın sürəti artmir, əksinə onun sürəti azalır. Bu azalma 5500 m/s-dən 4600 m/s-ədək davam edir (şəkil 9).

Dilatansiya təzahürü daha kəskin ən dərin Saatlı-1 quyusunun 3200 m dərinliyindən götürülmüş mərcan rif qurumu nümunəsində qeyd edilmişdir. Burada təzyiqin artması ilə seysmik dalğanın sürətinin 30% azalması qeyd edilmişdir. Belə ki, elastik dalğanın sürəti 6 km/s-dən 4,2 km/s-yə qədər azalmışdır [24<sup>a</sup>].

Beləliklə, süxur nümunəsi öz davamlılığını təzyiqin  $10^7$  H/m<sup>2</sup> həddinə qədər saxlamışdır. Sonra isə süxur nümunəsi daha yüksək təzyiq altında parçalanmış, xirdalanmış, onun məsaməliliyi artmışdır. Bu fiziki dəyişmələr sürətin azalmasına səbəb olmuşdur. Beləliklə süxur nümunəsində dilatansiya effekti bir daha öz təsdiqini tapmışdır. Ona görə təzyiqin və gərginliyin artması ilə yer qatlarında seysmik dalğa sürətinin anomal azalmasına faktını güclü zəlzələlərin baş verəcəyi ilə əlaqələndirmək olar. Lakin bir cəhəti nəzərə almaq lazımdır: uzununa (P) və eninə (S) seysmik dalğaların sürət hesablamalarına görə zəlzələ ocaqlarının təyinində böyük xətalara yol verilə bilər və dalğa sürətinin

ocaqlarının təyinində böyük xətalara yol verilə bilər və dalğa sürətinin variasiyaları həqiqətə uyğun alınmaz. Odur ki, güclü zəlzələlərin proqnozunda dilatansiya hadisəsinin öyrənilməsinə xüsusi diqqət yetirməli, seysmik dalğa parametrlərinin və zəlzələ ocağıının yeri düzgün təyin edilməlidir.



*Şəkil 9. Dalğa sürətinin təzyiqdən asılılığı [46]. Yevlax-Ağcabədi rayonunun Carlı sahəsi. Quyu №3, dərinlik 3100-3107 m, rif tipli səxur nümunəsi, sıxlığı  $\sigma = 2,65 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ , məsaməliliyi - 20,45 %.*

Zəlzələlərin proqnozunun böyük çətinlikləri də vardır. Bunlardan birincisi, ölçmələrin böyük xətalara malik olmasınadır. Bu xətaları yaranan obyektiv və subyektiv amillər vardır. Zəlzələni əvvəlcədən xəbər verən parametrləri (deformasiya, dilatansiya, radon qazı və s.) bütün zəlzələlərə aid etmək olmur. Çünkü zəlzələlərlə əlaqədar olan anomal dəyişmələr bir halda əmələ gəlirlərsə, digər halda onlar yaranmırlar. Bu hallar zəlzələlərin birmənalı proqnozunu vermək üçün böyük problemlər yaradır. Ona görə qeyd edilmiş anomal parametrlərin elmi izahını vermək və zəlzələlərin bir neçə təsnifatını yaratmaq lazımlı gəlir. Bu təsnifatda hansı tip zəlzələlərin hansı anomal sahə yaratması aşkar-

lanmalıdır. Zəlzələlər yaratdığı anomal faktlara görə ayrılmalı, hansı tip zəlzələlərin hansı faktdan (dəyişikliklərdən) asılı olması və hansı tip zəlzələlərə bu faktların şamil edilməsi ayırd edilməlidir. Odur ki, zəlzələləri öyrənmək üçün hazırkı metodları təkmilləşdirmək, zəlzələ ocaqlarını qruplaşdırmaq və onların əmələ gelmə səbəblərini öyrənmək üçün yeni üsullar yaratmaq lazımdır. Ola bilsin ki, tektonik qırılmalar, yer qabığının deformasiyası, dilatansiya, sürüşmələr və s. səbəbindən əmələ gələn zəlzələlər bir-birindən fərqli fiziki sahələr və proqnoz faktları yaradırlar.

Beləliklə zəlzələlərin proqnozu üçün məqsədyönlü geniş instrumental və nəzəri və s. tədqiqatlar aparmaq lazımdır.

### **1.10. Zəlzələnin dağıdıcı təsirini azaltma yolları**

Müasir dövrdə zəlzələdən xilas olmaq və ya onun dağıdıcı qüvvəsinin təsirinin azaldılması üçün bir neçə sahədə müükəmməl elmi işlər aparılmış və müəyyən nəticələr əldə olunmuşdur. Misal üçün təhlükə yaranan zəlzələ ocağında yerüstü şərait imkan verirsə, atom bombası partlatmaqla zəlzələnin formalışmasına maneə yaratmaq, onun baş və rəcayı vaxtı tezləşdirmək, beləliklə onun dağıdıcı qüvvəsinin təsirini zəiflətmək mümkündür. Ümumiyyətlə, bəzi tədbirlərlə zəlzələləri bir neçə saniyə əvvəl xəbər vermək və yaxud onları vaxtından əvvəl oyamaqla gücünü müəyyən dərəcədə zəiflətmeyin real imkanı vardır. Deyilənləri həyata keçirmək üçün seysmik dalğaları qeyd edən müasir və təkmilləşdirilmiş cihaz və avadanlıqlardan istifadə edilməsi zəruri-dir. Qarşıya qoyulan məsələni həll etmək üçün elektrik cərəyanının böyük (300000 km/s) süretlə və itkisiz, dağıdıcı seysmik dalğaların isə dağ sükurlarında 40 min dəfə az süretlə (6-7 km/s) yayılması zamanı əmələ gələn vaxt fərqində istifadə edilməsi kitabın müəllifi tərefindən təklif edilir. Bunun üçün şəhər ətrafında və əyalətlərdə dərin quyular qazılmalı və onların dibində yalnız dağıdıcı seysmik dalğaları qəbul edən və elektrik cərəyanına çevirmək qabiliyyətinə malik olan seysmoqraflar yerləşdirilməlidir. Bu quyuların dibindəki seysmoqrafın verdiyi elektrik həyəcan siqnalı vaxt itirmədən şəhərlərdə qəbul edilir və lazımı yerlərə – evlərə, böyük tikinti və sənaye obyektlərinə həyəcan siqnalı kimi çatdırılır. Elektrik siqnalını qəbul edəndən 20-30 və bəzən daha çox saniyə sonra dağıdıcı seysmik dalğalar bu obyektlərə çatır. Elektrik cərəyanının və seysmik dalğaların gəlib çatma

vaxtlarının fərqi dərin quyu və şəhərlərarası məsafədən asılıdır. Bu məsafə nə qədər böyük olsa, dalğaların gəlib çatma vaxt fərqi də bir o qədər böyük olar. Azərbaycan şəraiti üçün bu fərqlər cədvəl 2-də göstərilmişdir. Cədvəldən göründüyü kimi Abşeronun şimal ətrafında və dəniz kənarında qazılmış dərin quyularla Bakı arası məsafə 50-100 km olduqda əldə olunan zaman fərqi 20-30 saniyə arasında dəyişir. Bu zaman fərqi daxilində insanlar özlərini necə xilas etməlidir? Bu haqda qəzet və jurnallarda, kitabçalarda geniş məlumat verilmişdir (E.N.Xalilov, 1993, 2001). Onu da qeyd etmək lazımdır ki, 20-30 saniye ərzində insanlar bəzi xilasedici işləri həyata keçirə bilərlər. Məsələn, otaqda, böyük tavan plitələrinin və cilçıraqların altında dayanmışsa, bu vaxt ərzində özlərini qapı kandarına və ya nisbətən təhlükəsiz yere çatdırıa bilərlər. Uca hasar, qüllələr və ocaqxana boruları yaxınlığında dayanmışsa və ya hərəkətdədirse, bu vaxt ərzində təhlükəli yerlərdən uzaqlaşa bilərlər. Mərkəzi işıq, su və qaz mənbələrini dərhal bağlamaqla zəlzələ nəticəsində törənəcək bəzi fəlakətlərin qarşısını almaq və ya onların təsirini azaltmaq mümkündür.

Beləliklə, dağıdıcı zəlzələlər nəticəsində baş verən insan tələfatını xeyli azaltmaq olar.

#### Cədvəl 2

Seism. Mərkəz-SQ məsafəsi	Seismoloji mərkəz-quyu seysmoqrafi məsafədən asılı dalğanın gəlib çatma fərqi		
	$\Delta t^P$ , s	$\Delta t^S$ , s	$\Delta t^{elek}$ , $10^{-3}$ s
50	10	17,5	0,18
100	18	30	0,33
150	26	44,5	0,50
200	34	58	0,60
250	42	73,5	0,82
300	49,5	87	1,0
350	57,5	100,5	1,28
400	65	114	1,32
450	73	126,5	1,50
500	80,5	143	1,70

Yuxarıda qeyd edilənlərdən başqa, zəlzələləri öyrənmək üçün seismik təhlükəli ərazilərin dərinlik geoloji quruluşunun öyrənilməsi də vacib məsələlərdən biridir. Zəlzələ gözlənilən sahələrin dərinlik quruluşunu, ehtimal olunan zəlzələ ocaqlarını, orada baş verən geoloji

və geofiziki prosesləri öyrənmək üçün müxtəlif geofiziki üsullarla xüsusi işlər aparıb həmin sahələrin geodinamikasını dəqiq öyrənmək lazımdır. Seysmik təhlükəsi olan sahələrdə geofiziki və başqa üsullarla monitorinq işlərinin də aparılması vacibdir.

### 1.11. Geofiziki məlumatların interpretasiyası əsasında Yer kürəsi qatlarının təyini

Yer kürəsinin daxili quruluşu əsas etibarı ilə geofiziki metodların köməyiylə öyrənilir. Yerin sıxlığının dəyişmə qanuna uyğunluqları, qravimetrik, maqnit sahəsinin və seysmik dalğa sürətinin dəyişmələrinin öyrənilməsi geofiziki metodların əsasını təşkil edir. Bu metodların verdiyi məlumatlara görə Yer kürəsi üç böyük qata bölünür (şəkil 10):

*1. Yer qabığı; 2. Mantiya; 3. Nüvə.*

Yer kürəsi qütblərdən basılmış ellipsoidə benzeyir. Onun səthi mürəkkəb geoid formasındadır. Yer kürəsini bir yumurta kimi təsəvvür etsək, onda yumurtanın qabığı - Yer qabığı, ağı - mantiya, sarısı isə Yer kürəsinin nüvəsi olar.

Yer kürəsinin üç qatından birincisinin - Yer qabığının qalınlığı 35-40 km-ə bərabərdir. Lakin bu qalınlıq çox dəyişkəndir. Okeanların altında Yer qabığının qalınlığı azalaraq 5 km olur. Bundan başqa daxili və xarici qüvvələrin təsiri nəticəsində Yer qabığında bir çox dəyişikliklər baş verir. Daxili qüvvələr dedikdə, vulkan, zəlzələ, sürüşmə, qırılma və s. nəzərdə tutulur. Xarici qüvvələr isə atmosferin, su qatının, hava qatının hərəkəti, günəş şüalarının təsiri addır. Yer qabığının dəyişmələri temperatur və təzyiqin təsirindən də baş verir. Yer qabığının üst hissəsi nisbətən yaxşı öyrənilmişdir.

Yer qabığı üç tip səxurlardan ibarətdir:

**1. çökmə səxurlar** - yer səthində səxurların dağıılması və müəyyən şəraitdə alçaq yerlərdə və yaxud su hövzələrinin dibində çökmə-sindən əmələ gəlir. Çökmə səxurların qalınlığı 15-20 km-ə çatır.

**2. metamorfik** - səxurların yüksək termodinamik şəraitdə dəyişilməsi.

**3. maqmatik** - maqmanın qalxaraq müxtəlif dərinliklərdə soyulması nəticəsində əmələ gəlmış səxurlar.

Yer qabığında hər km-dən bir temperatur orta hesabla  $30^{\circ}\text{S}$  artır. Bəzi şaxtalarda bu qiymət  $50^{\circ}\text{S}$  olur. Yer qabığında temperaturun əmələ gəlməsinə səbəb onun daxilində kimyəvi və radiaktiv proseslərin və həmçinin özünün daxili temperaturunun olmasıdır.

Yer əmələ gələndə çox yanar olmuş, sonradan sönmüşdür. Buna baxmayaraq o, hal-hazırda az da olsa öz hərəketini saxlayır. Yer qabığı bir tərəfdən də termoizolyatordur, yeni dərində olan temperaturu yer səthinə buraxmir. Yer qabığının şüalanması zəif də olsa, o, günəş şüalarını yaxşı qəbul edir.

**Mantiya** - Yer qabığına nisbətən ağır maddələrdən ibarətdir. Yerin 80 % həcmi mantiyadır. O, 40-2900 km dərinlik intervalında yerləşmişdir.

Mantiya üç hissəyə bölünür - *üst, orta, aşağı*.

Mantiyada bir neçə sərhəd vardır. 40 km-dən 410 km-ədək olan hissə - üst mantiyadır. Burada dərinlik artıqca P uzununa dalğanın süreti artır. Lakin üst mantianın aşağısında seysmik dalğa sürətinin nisbətən azalması qeyd olunur. Bu zona - **astenosfera** adlanır. Bəzən buna "dalğaverən" qat da deyilir. Astenosferanın lügəti mənası "zəif" deməkdir. Bəzən ona yer qabıqlı (litosferən döşəyən) maye qat deyirlər. Burada özlülük də həmçinin azalır. Bu səbəbdən də astenosfera qatı plastik, ərinmiş halda olub, axma xassəsinə malikdir. Bu sfera Yer qabığının şaquli və horizontal hərəkətlərini yaradan bir zonadır.

Mantiya haqda məlumatı seysmik dalğaların yayılma sürətini və vulkan püşkürməsi zamanı yer səthinə çıxmış ərinmiş sükurları öyrənməklə əldə etmək olur.

Aşağı mantiya böyük qalınlığa malik olub, nisbətən bircinslidir. Dərinliyin artması ilə seysmik dalğanın yayılma sürəti burada səlis ar-taraq maksimum qiymətə - 13,7 km/s malik olur.

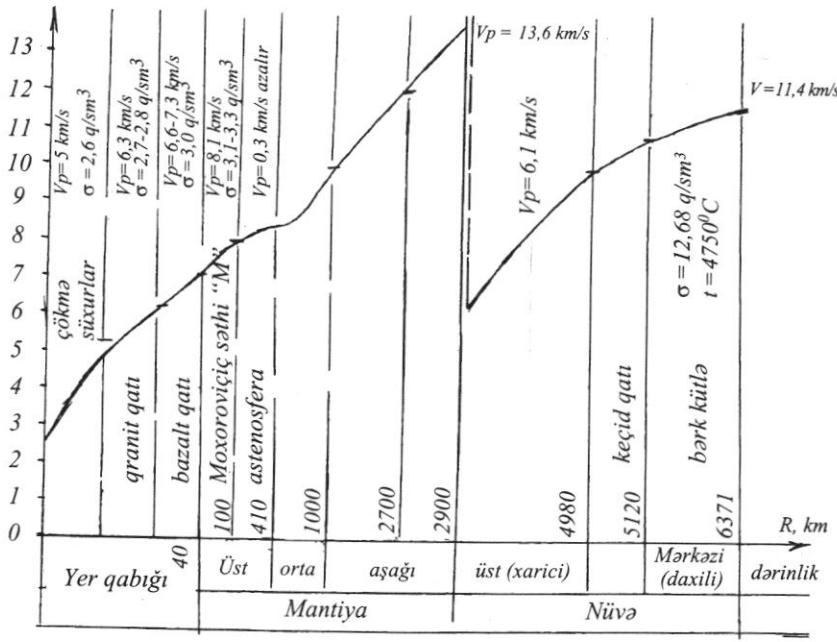
**Nüvədə** fiziki parametrlər kəskin fərqlənir. Burada dalğanın sü-rəti sıçrayışla azalaraq 8,1 km/s olur. Bu qat bərk maddələrdən – dəmir, kobalt, nikeldən ibarətdir. Elektrik keçirmə qabiliyyəti çox yüksəkdir. Nüvə əsas etibarilə dəmir və nikeldən ibarət olduğu üçün Yer kürəsinin maqnit sahəsinin mənbəyidir. Temperatur və təzyiq nüvədə çox yüksəkdir:  $t=4750^{\circ}\text{C}$ ,  $\sigma=12,68 \text{ q/sm}^2$ . 4980-5120 km dərinlikdəki keçid zo-nası ilə ərinmiş halda olan xarici nüvə bərk maddə kimi təsəvvür edilən daxili nüvədən ayrıılır.

### 1.12. Seysmik dalğaların yayılma sürətinə görə Yer qatlarının seçilməsi

Güclü zəlzələlər nəticəsində yaranan seysmik dalğalar Yer kürə-sində yayılır və onu tam əhatə edə bilir. Lakin dalğanın yayılma sürəti

Yer daxilində çox dəyişkən olur. Bu dəyişkənlilik Yer küresinin ayrı-ayrı qatlara bölünməsinə imkan yaradır (şəkil 10).

Şəkildən göründüyü kimi, yer qabığında dalğanın yayılma sürəti 2-3 km/s-dən başlayaraq 6,6 km/s qədər artır. Çökəmə süxurlarda dalğa sürəti 5 km/s, qranit layında 5-6,3 km/s olur. Yer qabığının aşağı hissəsində bazalt tipli süxurlarda bu süret 7,3 km/s qədər artır. Yer qabığının alt hissəsi Moxoroviç sərhəddi ilə ayrılır. Bu sərhəd yaxın və uzaq zəlzələdən yaranmış dalğaların yer üzərinə çıxmasının ilk dəfə araşdırılması nəticəsində 1909-cu ildə yuqoslav alimi Moxoroviç tərəfindən təyin edilmiş və "M" hərfi ilə işaret olunmuşdur. Böyük bir sahədə bu sərhəd daxilində dalğanın sürəti az dəyişkənlilikə məruz qalır (8,1 km/s-yə bərabər olur).



Şəkil 10. Yer kürəsi qatlarının seysmik dalğa sürətinə görə seçiləsi.

Yer qabığının altında üst mantiyada dalğanın sürəti səlis artır. Lakin üst mantıyanın aşağısında, 100-410 km dərinlik arasında dalğanın yayılma sürətində 300 m/s azalma baş verir. Bu qat astenosfera qatıdır. Astenosferadan dərində yatan orta və aşağı mantiyada dalğanın sürəti artaraq 2900 km dərinlikdə 13,6 km/s-ə çatır. Lakin daha dərinlikdə, nüvənin səthində bu qiymət kəskin azalıb 8,1 km/s olur. Nüvənin daxilində isə bu qiymət yenidən artır və 6371 km dərinlikdə onun qiyməti 11,4 km/s-ə çatır.

Yer kürəsində uzununa seysmik dalğalara münasib eninə dalğalar da yayılır. Eninə dalğanın sürəti nisbətən az olur, onun yayılması isə 2900 km-ə qədər davam edir. Sonra isə yer kürəsinin nüvə hissəsində bu tip dalğa yayılmır. Odur ki, alımlar nüvənin maye xassəli olmasını ehtimal edirlər.

Beləliklə, seysmik dalğaların yayılma sürətini öyrənməklə yer kürəsinin bir neçə qata ayrıldığı müəyyən edilmişdir.

## 2. KƏŞFİYYAT GEOFİZİKASINA GİRİŞ

### 2.1. Geofiziki məlumatların geoloji məsələlərin həllində rolü

Geofizika elminin inkişafı yüksək mərhələyə çatdığınından onun həll etdiyi məsələlərin dairəsi də çox böyümüşdür. Buraya faydalı qazıntıların yaranması və onların yerləşməsinin geniş miqyasda öyrənilməsi kimi məsələlər daxildir. Bu işlər ondan ötrüdür ki, gələcək kəşfiyyat işlərinin istiqaməti müəyyənləşdirilsin və bu işlərin səmərəliliyi artırılsın. Yerin strukturu ilə faydalı qazıntı yataqlarının sıx əlaqəsi vardır. Odur ki, geofiziki işlərin nəticəsində faydalı qazıntı yataqlarının yayılma zonası, neft və qaz yataqlarının və daş kömür daşıyan süxurların yayılma qanuna uyğunluqları müəyyənləşdirilir. Bundan başqa yer qabığının və çökəm süxurların qalılığı, vulkan püskürmə zonaları və s. təyin edilir. Bu məqsədlə dərin seysmik zondlama işləri də aparılır.

### 2.2. Neft və qaz yataqlarının axtarışı

Azərbaycanda neft-qaz yataqlarının axtarışı və çıxarılması çox qədimdir. İlk dəfə 1594-cü ildə əl üsulu ilə və 1848-ci ildən isə mexaniki üsulla dərin quyulardan neft çıxarmağa başlamışlar. İkinci dünya müharibəsi illərində keçmiş Sovet İttifaqının neftinin 70%-dən çoxu Azərbaycanın payına düşmüşdür. Həmin illərdə neft hasilatı 22 milyon tondan çox olmuşdur. İlk dəfə neft antiklinal və braxiantiklinal quruluşlardan çıxarılmışdır. Bu antiklinal neft qurumları əsas etibarilə geofiziki üsullar vasitəsilə aşkar edilir, seysmik kəşfiyyat üsulu ilə dəqiq öyrənilir, dərin quyu qazılmasına hazırlanır və qazma idarələrinə təhvil verilir. Uzun illər ərzində bu antiklinal qurumlar respublikamızda ətraflı öyrənilmiş və bir çox böyük neft və qaz yataqları açılmışdır. Antiklinal qurumlardan neft hasilatı getdikcə azalmış və 10 milyon tona enmişdir. Bu neftin də 75%-i dərin dəniz yataqlarının payına düşür. Azərbaycanın quru hissəsində neft hasilatının belə kəskin azalmasına səbəb “elçatan dərinliklərdə və nisbətən asan kəşf edilə bilən antiklinal quruluşlarda yataqların tükənməsidir. Odur ki, respublikamızda neft hasilatının artırılması üçün qeyri-antiklinal tipli neft və qaz tələlərinin axtarışı çox vacibdir. Aparılan tədqiqatlar onu qeyd etməyə imkan verir ki, Azərbaycanda qeyri-antiklinal tələlərdəki neft və qazın miqdarı

antiklinal quruluşlardakı neft və qazın miqdardan az deyil. Qeyri-antiklinal tələlərin bir çox növləri vardır. Bunlardan layların pazlaşma zonası, linzavari qumlar (barlar), qum yığımları, qədim çay məcraları, çayların delta zonaları, vulkanogen-karbonatlı çıxıntılar və rifləri göstərmək olar. Bu qurumlara geofiziki sahəyə təsiri keşkin olub, anomaliya yaradır. Qeyri-antiklinal tələlərin axtarışı yeni metodun yaradılmasını, mövcud kəşfiyyat metodlarının təkmilləşdirilməsini və kompleks metodlardan istifadə edilməsini təlob edir. Bu kompleks metodların əsasını seysmik kəşfiyyat, qravimaqnit kəşfiyyatı və elektrik kəşfiyyatı metodları təşkil edir. Odur ki, qeyri-antiklinal tələlərin öyrənilməsi üçün AzərGeofizika ET-nin Seysmik Tomoqrafiya laboratoriyasında kompleks geofiziki metodlardan geniş istifadə edilir. Müəyyən edilmişdir ki, qeyri-antiklinal tələlərin axtarış və kəşfinin əsasını aşağıdakı amillər təşkil edir:

1. *Sahəyə dair əldə edilmiş faktiki və aprior məlumatlar sistemləşdirilir, sahənin geoloji-geofiziki quruluşu haqqında ümumi təsəvvür yaradılır;*
2. *İlkin çöl məlumatları müasir elmi baxımlarla və programlarla təkrar emal edilir. Alınmış məlumatlar neft-qazlılıq baxımından bir daha araşdırılır, yəni geoloji və geofiziki parametrlər təyin edilir və ya aşkar olunanlar dəqiqləşdirilir və onların informativliyi dəyərləndirilir. Mövcud məlumatların əsasını (vaxt və dərinlik kəsilişlərinin analizi), qravitasiya və elektrik sahələrinin anomal dəyişmələri təşkil edir;*
3. *Yeni və dəqiqləşdirilmiş məlumatlara əsaslanaraq sahənin geoloji və geofiziki modeli tərtib edilir. Bu anomaliyaların ölçü və intensivliklərini təyin edərək onların nefli və qazlı laylarla əlaqəsi təxmin edilir;*
4. *Sahənin geoloji-geofiziki modeli əsasında nəzəri işlər aparılır. İşlərin nəticəsi eksperiment məlumatları ilə müqayisə edilir və nəhayət, sahənin neft və qazlılığı haqqında proqnoz verilir.*

Yuxarıda göstərilən amillərə əməl edilərək Azərbaycanda Şimalı Naftalan, Şimalı Soyuqxanlı, Dəliməmmədli, Korçay, Zərdab, Bozyeri, Fəxrəli, Carlı, Sorsor, Saathı, Mil obyektləri proqnozlaşdırılmışdır [25-28].

Rif tipli qeyri-antiklinal tələlər Azərbaycanda az öyrənildiyi və geoloji ədəbiyyatda zəif işıqlandırıldığı üçün bu növ qurumlara xüsusi diqqət yetirək.

### 2.3. Rif qurumlarının axtarışı

**Rif və rifəbənzər qurumlar.** Son illər bir çox ölkələrdə neft və qaz yataqlarının artımı əsas etibarilə keşf edilmiş rif qurumlarının hesabına olmuşdur. Odur ki, rif qurumlarının neft-qaz sənayesinin inkişafında həllədici rolü vardır. Bu baxımdan birinci onun böyük neft və qaz tutumuna malik olmasıdır. Belə ki, dünyada 1965 nəhəng neft yatağının 26%-i, yəni 509-u riflərdədir. Bu riflərdən ümumi neftin 47%-i alınır. Son illərdə riflə əlaqədar keşf edilmiş nəhəng neft yataqlarından bir milyard ton neft ehtiyatına malik olan Tengiz və 850 milyon ton ehtiyati olan Qaraçaqanaq (Qazaxstan) neft yataqlarını göstərmək olar. Məşhur nəhəng Kokdumalak, Şurtan, Ortabulaq, Zevarda (Özbəkistan) yataqları da rif mənşəlidir. Başqırdstanda neft hasilatının 42 milyon tona qalxması elə rif qurumlarından alınmış neftin hesabına olmuşdur. Bu ölkədə 60 rif qurumundan hazırda 29-dan neft çıxarılır.

Azərbaycan ərazisində riflərin axtarışına lazımi diqqət yetirilməmişdir. AzərGeofizika İnstitutu bu qurumların öyrənilməsinə 1992-ci ildən başlamış və məqsədyönlü elmi-tədqiqat işləri aparır [5,12,13,26].

Riflərin xalq təsərrüfatında, neft və kimya sənayesində, tikintidə, balıqcılıqda, dənizçilikdə, faydalı qazıntı yataqlarının axtarışında, ekoloji məsələlərin həllində, eləcə də yerin geoloji inkişaf tarixinin, fauna və florasının öyrənilməsində böyük əhəmiyyəti vardır [28].

**Rif kütləsi nədir?** Riflər dənizin sahilə yaxın hissəsinin 40-60 m-lik dərinliyində ekoloji şərait tarazlığının keskin pozulması nəticəsində kütləvi məhv olmuş heyvanat, bitki qalıqları və ehəng çöküntüləri qarışığından ibarət olub, mürəkkəb geoloji bir qurum kimi, təpələr şəklində sahilboyu zəncirvari səpələnirlər. Bu təpəciklər dəniz dibinin qalxım və ya düz hissəsində əmələ gəlir, özü yaşlı süxurlar daxilində müxtəlif formalarda (linza, göbələk, piramida, konus, günbəzvari, kəlləqənd və s.) boy atıb yüksəlir və sonradan tavan yaşılı çöküntülərlə örtülərək böyük yeraltı kütlələrə çevirilir. Bu kütlələr müxtəlif adlarla (biotekt, biogerm, biogerm massiv, biostrom, onkoid, biostel və s.) tanınmışlar. Bio – həyat, germ - təpə mənası daşıyır. Ümmüniləşdirərək bu növ geoloji qurumlara onlarla əlaqədar olan süxur qırıntıları ilə birlikdə **rif** deyirlər [34].

**Riflər harada və necə əmələ gəlir?** Rif qurumları böyük göllərdə, okeanlarla əlaqədar böyük su hövzələrində müəyyən hıdro-geomor-

foloji şəraitdə yaranırlar. Onlar yer qabığının müəyyən inkişaf dövrlərində, əsas etibarilə okeanların şelf zonalarında, geosinklinal hövzələrde, qalxımların qanadlarında, vulkanların və əhəngdaşı çöküntülərinin ən çox inkişaf etdiyi yerlərdə yayılırlar. Yer qabığının çatları və qırılma zonalarında, həmçinin yaxın, vulkan sükurları olan sahələrdə əmələ gələn riflər daha məhsuldar olurlar. Dənizlərin ekoloji şəraitinin tarazlığının pozulmasının əsas səbəblərindən tektonik qalxımları, vulkan püşkürmələrini və günəş şüasının təsirinin kəskin dəyişməsini göstərmək olar. Bu dəyişmələrdən sonra külli miqdarda koloniyalar şəklində yaşayın canlı orqanizmlər məhv olub dənizin dibinə tökülr. Sonra isə bu təpələr üzərində oturaq həyat sürən heyvan və bitkilər tərəfindən "tikinti" işləri başlanır. Bu tikintidə iştirak edən orqanik növlərin sayı 2 minə çatır. Onlar əhəng ifraz edənlərdən, karkas yaradanlardan, karkası yeyib yuva salanlardan, rif sevənlərdən, bunları sementləşdirən dəniz yosunlarından ibarət olur. Əmələ gəlmış rifi sonrakı geoloji dövrlərdə başqa çöküntü sükurları (əhəng, gil, qum) əhatə edir, onun formasına uyğun qoruyucu örtük layları yaradır ki, bu da rifin bütövlüyünü və faydalı olmaq imkanını artırır, maye, qaz və s. maddələrin rifdən süzüllüb yer səthinə çıxıb dağılmışının qarşısını alır.

Riflər əmələ gəlmə yerinə görə bir neçə növə bölündürler. Dənizin lap sahilində əmələ gələn riflərə "sahil rifi" deyilir. Sahildən nisbətən uzaq yerdə əmələ gələn riflər, dənizlə sahilboyu hissəni iki yere bölgür və bunların birləşməsinə sanki manəy yaradır. Bu riflər nal formasında olub "manəy rifləri" adlanır, sahildən çox uzaqda dənizin dərinliyində ayrı-ayrı yarananlar isə "tənha" riflər adlanır. Bunlardan ən çox əhəmiyyəti olan "manəy" rifləridir. Bu riflərin sahile yaxın qanadının meyli az, açıq dənizə olan tərəfinin meyli çox olur, hündürlüyü 300-500 m, eni 3-5 km, uzunluğu isə 10-15 km-ə çatır (şəkil 11, 52, 54).

Sahillə manəy rifləri arasında çəlləkə bənzər (laqun) sahə yaranır. Bu sahədə bəzən kiçik rif kütlələri yaranır, bunlar da "aralıq riflər" adlanır. Dənizin çəllək hissəsində olan suyun açıq dənizlə əlaqəsinin pisləşməsi və keşkin buxarlanması çəllək suyunun konsentrasiyasını, duzluluğunu anomal olaraq 30 dəfə artırır və nəticədə burada sulfat, holloid, karbonat və başqa kimyəvi maddələr çöküb yığılırlar. Dənizin çəllək hissəsi bəzən əhəmiyyətli kimyəvi xammal bazasına çevrilir (məs. Qaraboğaz-Qol göl çəlləyi).

**Riflərin xassələri.** Riflər özünəməxsus formada olub, kiçik bir sahəni əhatə edir, hündürlüyü bəzən özü yaşılı sűxurlardan böyük olur. Rifin yaranmasının əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, onların əmələ gəlmə sürəti onu əhatə edən sűxurların əmələ gəlmə sürətindən 30 dəfə çox olur. Bir ildə onların artımı 1,5 mm-dən 3-5 sm-ə çatır. Onların hündürlüyü bəzən dəniz səviyyəsindən yüksək olur. Beləliklə, riflər ətraf sűxurlardan yaşa fərqli və yer təkində ayrıca kütlə şəklində olub, ətraf sűxurlardan öz fiziki, kimyəvi xassələri və forması ilə seçilirlər. Riflərin tərkibi onu əmələ gətirən əhəngin, heyvan və bitki qalıqlarının skeletlərinin növündən və orada gedən çürümə prosesindən asılıdır. Bunlar riflərin tərkibində 8 növdə böyük ölçüdə məsaməliklər, boşluqlar, çatlar və s. yaradırlar. Bəzən yuyuntular və uçurumlar nəticəsində riflərdə mağara və kahalar əmələ gəlir. Bunlarda rif kütlələrinin maye və qaz tutumunu artırır və öz daxilində çoxlu miqdarda maye şəkilli faydalı qazıntılar saxlayan rezervuara çevrilir. Bu növ sűxurlara zərbə vuranda onlar səslənir və əks-səda verirlər (Qobustan qavaldaşı). Faydalı riflərin özünəməxsus xassələrindən on mühümü onlarda yüksək elektrik cərəyanını keçirmə qabiliyyəti və seysmiq dalgaların yayılmasına az müqavimət göstərməsidir. Onlarda qamma şüalanması yox dərəcəsindədir. Qazla doyduqda yerin təbii cazibə qüvvəsinə təsiri mənfi olur.

**Riflərin faydası.** Xalq təsərrüfatının bir çox sahəsində riflərdən geniş istifadə edilir. Onlar yüksək məsaməliyə, boşluqlara, yaxşı süzgəc qabiliyyətinə malik olduğu üçün faydalı qazıntılar, boksitlər, marqanit, polimetal, qeyri-metal elementləri, termal və içməli suları özünə yiğir və yataq mənbəyinə çevirilirlər. Riflər on təmiz əhəngdaşı mədəni olduğu üçün karbit, soda, kalsit, flüs istehsalında geniş istifadə olunur. "Flüs" torpaqların münbitliyinin artırılmasında mühüm rol oynayır. Eyni zamanda riflər tikinti əhəmiyyətli monolit blok plitələr, üz çəkmə işlərində və s. işlədir. Rifləri yaradan mərcanlar isə hədiyyə və zərgərlik məmulatıdır. Riflərdə sözüllüb yığılmış yüksək keyfiyyətli şirin sular sənayedə və yaşayışda işlədir. Yüksək təzyiq altında onlarda isti (termal) sular cəmlənir, bunlar da müalicə və istilik mənbəyi kimi istifadə oluna bilir. Azərbaycanda Carlı sahəsinin 3 sayılı quyusundan sutkada  $1000 \text{ m}^3$ ,  $103^\circ\text{S}$  isti termal su alınır [19<sup>a</sup>]. Riflərdəki geniş boşluqlarda bəzən insan və heyvan qalıqlarına rast gəlirlər. Rif sűxurlarını öyrənməklə biz o dövrün ekologiyasını, iqlim şəraitini, heyvanat alemini və bir çox tarixi məsələləri öyrənə bilirik.

Yeraltı və sualtı riflərin indiki yaşayışımızın ekologiyasının qorunub saxlanmasında böyük rol ola bilər. Ekologiyani korlayan çirkab və zəhərli suların yeraltı riflərə vurulması, yaşayışdan uzaqda saxlanması və nəhayət, rif süzgəcindən keçirib təkrar istehsala qaytarılması, onlara qaz vurub ehtiyat qaz ambarı yaratmaq kimi məsələlərin həlli üçün riflər yararlı ola bilər.

**Rif və neft-qaz.** Məsaməliliyi və boşluqları çox olan riflərdə özünə rezervuar kimi məskən tapan faydalı qazıntılarından ən mühümü yanacaq materiallarıdır. Yanacaq materiallarının rifdə əmələ gəlməsi üzrə üç nəzəriyyə vardır. Birincilər rifləri əmələ gətirən flora və faunanın cürümə və yanma prosesi nəticəsində yarandığını iddia edirlər. İkincilər yanacaq materiallarının kənardan gəlməsini əsas götürürərlər. Onlara görə çatlar, qırılmalar və ya vulkan püşkurmə kanalları ilə maddələr miqrasiya edib riflərə toplanır. Üçüncülər isə hər iki prosesin birgə fəaliyyətdən yanacaq materiallarının əmələ gəlməsini iddia edirlər. Ancaq onu demək lazımdır ki, neft və qaz potensialı çox olan riflər yer kürəsində müxtəlif yaşılı çöküntülərdə geniş yayılmış və onlarda neft çıxarma əmsali yüksək olur. Neft və qaz yataqları riflərlə əlaqədar olan səxurlarda da tapılır. Bunlardan rifi örtən məsaməli tavan laylarını və etraf rif qırıntılarını göstərmək olar.

**Azərbaycan rifləri.** Tarix boyu Azərbaycanda riflər müxtəlif "əcaib daş-qaya", "zoogen qayalar" və s. adlar altında öyrənilib. Burada üç təbii şəraitdə - yerüstü, sualtı və gömülümiş riflərə rast gəlinmişdir [44]. Azərbaycan geoloqlarının araşdırımları göstərmişdir ki, Büyük Qafqaz dağının hər iki yamacında, Kiçik Qafqazın cənub ətəklərində, Abşeron arxipelaqının şimalında, Alazan, orta Kür-Araz düzənliyində, Yevlax-Ağcabədi rayonunda, həm də ən dərin Saatlı-I quyusunun kəsilişində rif səxurları vardır. Riflər ən çox Cənub-Şərqi Qafqazın, Beşbarmaq, Dibrar, Vəndam, Hacınohur (Burqut, Qırmızı quyu) sahələrində inkişaf tapmışdır [9,21,45]. Azərbaycan rifləri ən təmiz və ağ rəngdə əhəngdən ibarət olub, Alt Təbaşir və Üst Yura yaşılı çöküntülərdə yerləşirlər. Nəhəng qayalar adlanan Beşbarmaq rayonunun Çıraqqala, Cek, Soqyub və Zəyzid rifləri aşkar edilsə də demək olar ki, öyrənilməmişdir. Bu rif zonasının cənubunda yerləşən Dibrar rifləri Verdağ, Altıağac, Sarıdaş-Hermik, Təkçay, Sitalçay sahələrində çox maraq doğurur. Vəndam rifləri vulkanik püşkurmələr ilə əlaqədar yaranmış, zəncirvari olub Talıştan, Dialmin, Sərdarçay,

Şabians sahələrini əhatə edirlər. Rif qurumlarının Şahdağ və Sudur zonasında valanjin və hoteriv yaşlı çöküntülərdə də geniş yayılması güman edilir (şəkil 12).

Cənub-şərq Böyük Qafqaz riflərinin davamı dənizdə, yəni Abşeron arxipelaqının şimalında 5-6 km dərinlikdə yayılması ehtimal olunur. Bu riflərin Qoşa-daş, Ağburun-dəniz, Pirşağı-dəniz, Qədisi-Nardaran, Kürdəxan-dəniz zonalarında daha çox yayılması güman edilir. Təbaşir - Üst Yura yaşlı riflərin orta Kür ovalığında, Müsüslü, Qarabulaq, Seyidlər, Gədəbəy-Qazax zonasının Soyuqxanlı, Fəxrəli sahələrində yayılması da geoloqların yeni fikridir. Bir sözlə Azərbaycanın bir çox rayonlarında riflər aşkar edilmiş və ya proqnozlaşdırılmışdır (şəkil 12). Geofiziki metodlardan istifadə edilərək Şimali Soyuqxanlı sahəsində rif qurumunun geoloji-geofiziki modeli tərtib edilmişdir [27]. Modelin tərtibində bu sahəni kəsən seysmik profillərin geoloji-geofiziki kəsilişinin və layların fiziki parametrlərinin (lay, orta, interval və sərhəd sürətləri) ümumiləşdirilməsi əsas götürülmüşdür. Seysmik dalğa sahəsinin və geoloji-geofiziki parametrlərinin dəyişmə qanunauyğunluqlarının analizi nəticəsində üst Təbaşir çöküntülərində 600 m qalınlığa malik rifbənzər qurumun olması dəqiqləşdirilmişdir. Bu qurum daxilində seysmik yazının xaotik izlənilməsi, onun tezliyinin, amplitudunun və interval dalğa sürətinin anomal azalması qeyd edilmişdir (piket 110-145) (şəkil 13). İnterval sürətinin anomaliyası V-VI laylar arasında daha kəskin və qabarlıq qeyd edilmişdir ki, bu da rif qurumunun varlığını bir daha təsdiqləyir. Belə bir anomal azalma (200 m/s) Eosen çöküntülərini səciyyələndirən III<sup>a</sup>-V horizontlar arasında da ayrılmışdır. Bundan əlavə dalğa enerjisinin udulma əomsalı ( $\alpha$ ) rif qurumu daxilində nisbətən yüksək olmuşdur ( $\alpha=4 \times 10^{-2}$  1/m).

Seysmik dalğanın amplitud, tezlik və sürətinin anomal azalması layın məsaməliliyinin çox, sixığının isə az olması ilə əlaqədardır. Beləliklə, yuxarıda göstərilən seysmik dalğa parametrlərinin anomal azalması Şimali Soyuqxanlı rifbənzər qalxımının perspektivliyini göstərir.

**Neft və qazlı riflərin axtarışı.** Faydalı riflərin təpilib öyrənilməsi üsulları qədimdən alimləri düşündürmişdir. Yerüstü, yəni gözən görünən riflərin laboratoriya şəraitində öyrənilməsinin öz dəqiqliyinə görə böyük əhəmiyyəti vardır. Bundan başqa dərin olmayan quyular

qazıb onlardan nümunə götürülür, şaxta üsullarından da istifadə edilir. Neft və qazla əlaqədar olan yeraltı riflərin kəşfi daha əhəmiyyətlidir və bu, öz-özlüyündə böyük bir problemdir. Dərin qazma quyusu ilə yeraltı riflərin aşkar edilib öyrənilməsi çox baha başa gəlir, qazılan quyuların çoxu rıfdən kənara düşür. Ona görə bu problemin həlli üçün ilk növbədə çöl geofiziki kəşfiyyat üsullarından istifadə edilir.

Riflərin xüsusiyyətlərinə və əlamətlərinə uyğun olaraq axtarış işləri aparılır. Onların yaratdığı anomal fiziki sahələrdən istifadə edərək, müvafiq elektrik, qravi və seysmik kəşfiyyat üsulları tətbiq edib, rifləri aşkar edirlər. Riflərin geoloji laylar içərisində sərbəst bir kütlə kimi yerləşməsi, özünəməxsus forması və fərqli elastiklik xüsusiyyətinə malik olması, böyük dəqiqliyə malik olan seysmik kəşfiyyat üsulundan istifadə etməyə zəmin yaradır. Hal-hazırda bu məqsədlə kəşfiyyat zamanı eks olunmuş dalğa metodundan və seysmostratiqrafiya üsulundan istifadə edilir [24]. Bu metod süni partlayış nəticəsində yaradılmış və rif ətrafi laylardan eks olub qayıdan dalğaların yer səthində qeyd edilib, araşdırılmasına əsaslanır. Seysmik dalğalar neftli-qazlı rif kütlələrindən keçib difraksiyaya və enerjinin udulmasına məruz qalırlar, onların tezliyi və yayılma sürəti azalır, yer səthində kor və ya yataq tipli anomal rif zonaları yaradırlar. Seysmik dalğa sahəsində riflərin yaratdığı bu dəyişikliklər - rif tipli anomaliyalar (RTA) bəzən elə az olur ki, bunları yer səthində qeyd etmək çox çətinləşir. Bundan başqa riflərin yaratdığı dalğa sahəsinə rıfdən yuxarıda yatan layların da təsiri olduğundan, bu təsir riflərin təsirini görünməz edir. Dalğa sahəsinə on çox mane olan, yer səthinə yaxın geoloji kəsilişin yuxarı hissəsinin təsiri olur. Bundan başqa, rif kütləsinin kənarları çox girintili-çixıntılı və formasız olduğu üçün bunlardan eks olan dalğalar bəzən yer səthinə çatmır və ya da çox mürəkkəb bir formada qeydə alınır. Onların araşdırılması çətinləşir, bəzi halda "yanlış" riflərin göstərilməsinə gətirib çıxarır. Belə məlumatlara əsaslanıb dərin quyu qazdıqla, bu quyular bəzən riflərin üzərinə düşmür, ondan yan keçirlər, bu da böyük itkiyə səbəb olur. Bu onu göstərir ki, gümbəz tipli struktur yataqlar üçün yararlı olan geofiziki üsullar riflərin kəşfində yüksək nəticə verə bilmir. Odur ki, kəşfiyyat işlərinin dəqiqliyini və etibarlığını artırmaq üçün hazırkı metodların təkmilləşdirilməsi və xüsusi rif-kəşfiyyat metodunun yaradılması tələb olunur.

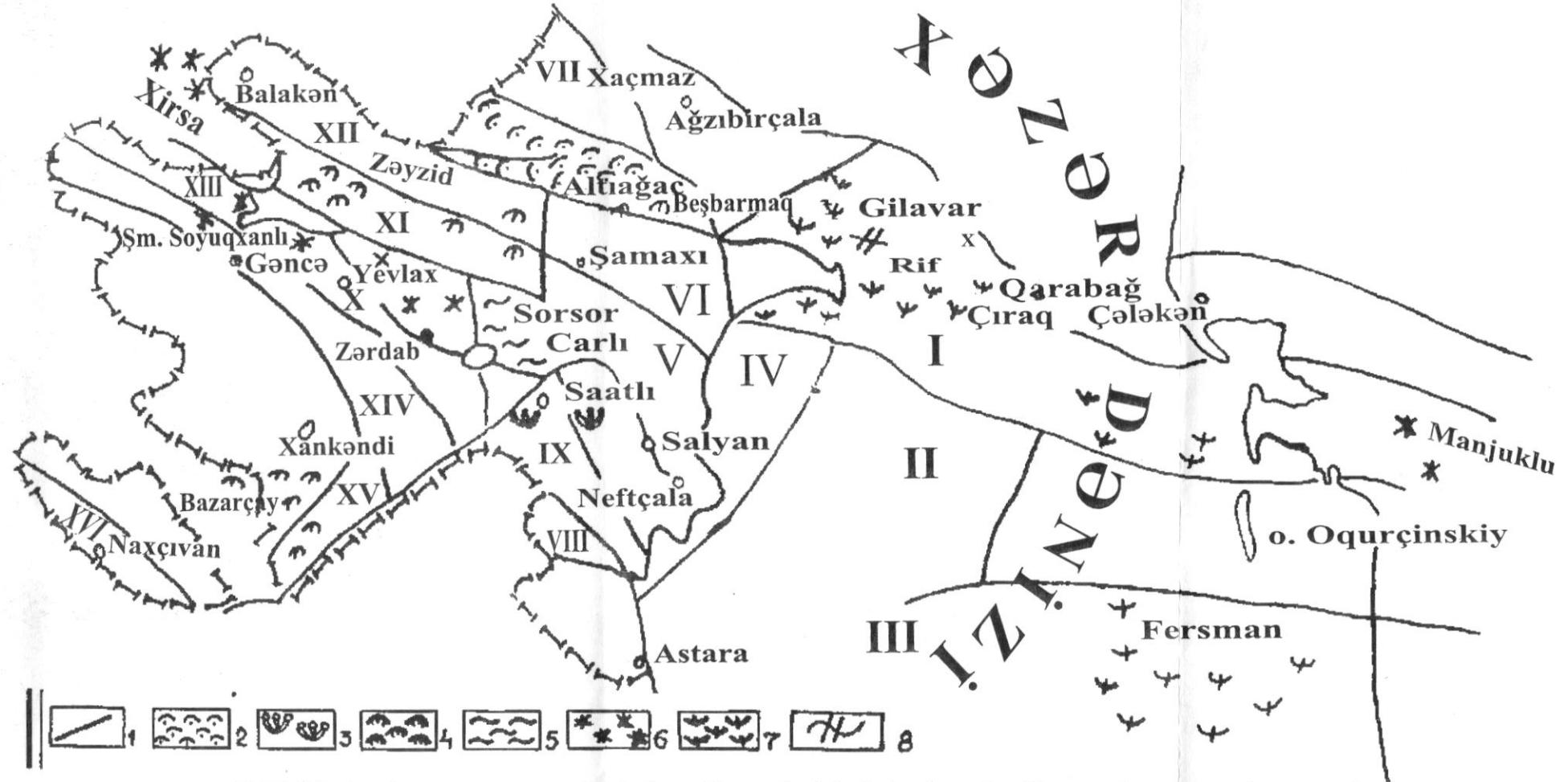
Tenqin-Besbarmaq antiklinorisi



Şəkil 11. Tenqin-Besbarmaq antiklinorisinin eninə kəsilişi (R.Q.Babayev və b., 1974)

Sərti işarələr

Mi2- orta miosen; MiI+OL - alt miosen və oligosen (maykop); E+Pc - eosen və paleosen; K2 - üst təbaşir; Klbr+apt1 - barrem və alt qat; Klbr-ht - barrem, valanjin, qoteriy; J3 - üst yura; J1+2- alt və orta yura; ≈ - Rıf



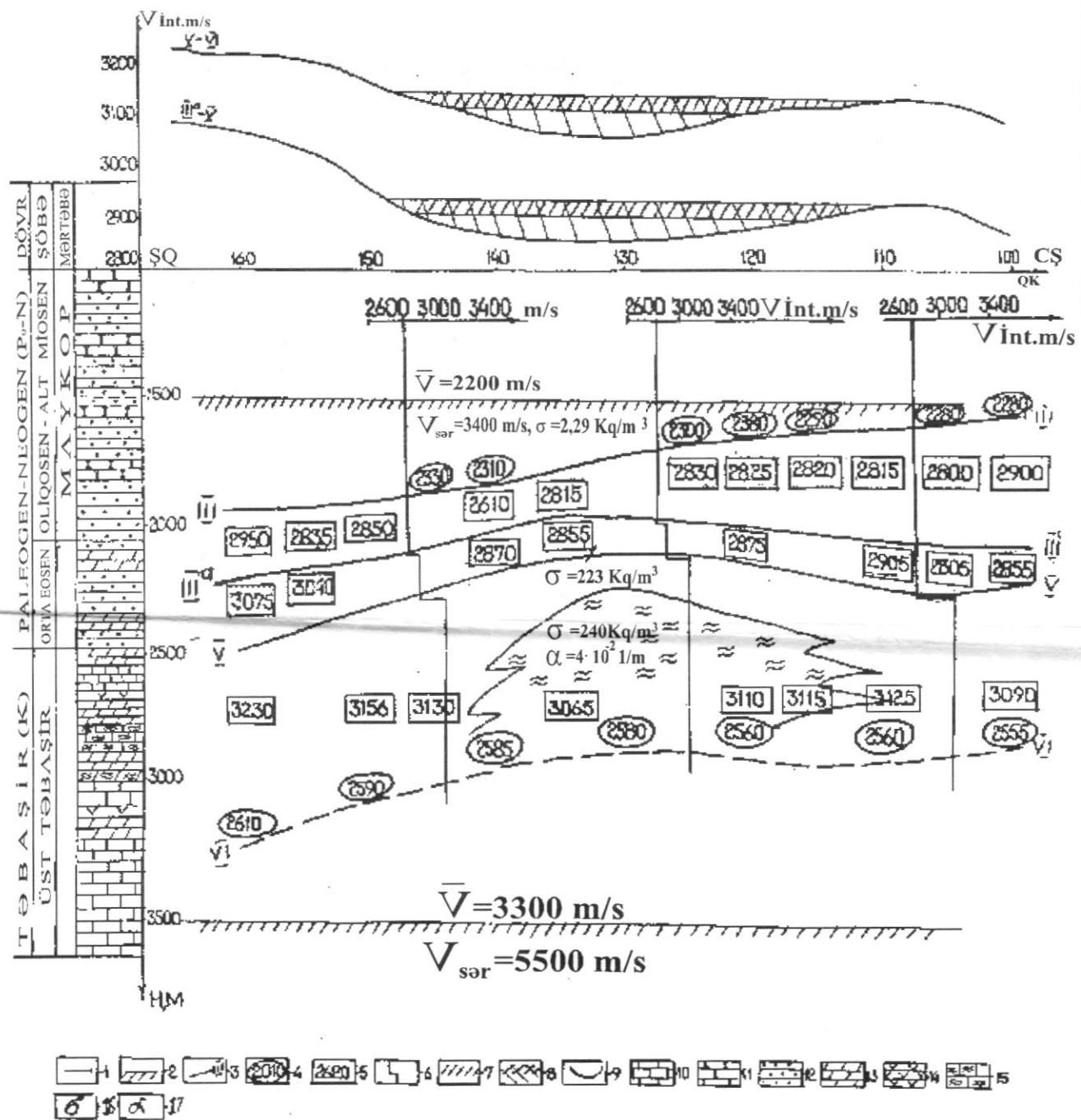
Şəkil 12. Azərbaycanın quru sahəsində və Xəzər dənizində karbonatlı rif qurumlarının yayılma sxemi.

Neftli-qazlı rayonlar (NQR)

I - Abşeron Balxanətrafi, II - Cənubi Xəzər, III - Perspektivli NQR (PNQR) Abix qırışılılığı, IV - Bakı arxipelağı, V - Aşağı Kür, VI - Şamaxı-Qobustan, VII - Xəzəryani-Quba, VIII - Cəlilabad güman edilən PNQR (GEPNQR), IX - Mil-Muğan PNQR, X - Yevlax-Ağcabədi, XI - Hacınohur GEPNQR, XII - Alazan-Əyriçay GEPNQR, XIII - Kür-Qabırrı çaylararası, XIV - Gəncə, XV - Araz GEPNQR, XVI - Naxçıvan GEPNQR.

#### Şəkilaltı yazılar

1. Neftli-qazlı sahələrin sərhədləri (Mehdiyev Ş.F. və b., 1988), 2. Rif çöküntülərinin subformasiyası, 3. Mərcan rifi, 4. Yerüstü riflər, 5. Quyu vasitəsilə açılmış gömülümiş riflər, 6. Proqnozlaşdırılmış gömülümiş riflər, 7. Proqnozlaşdırılmış dəniz rifləri, 8. Sualtı riflər.



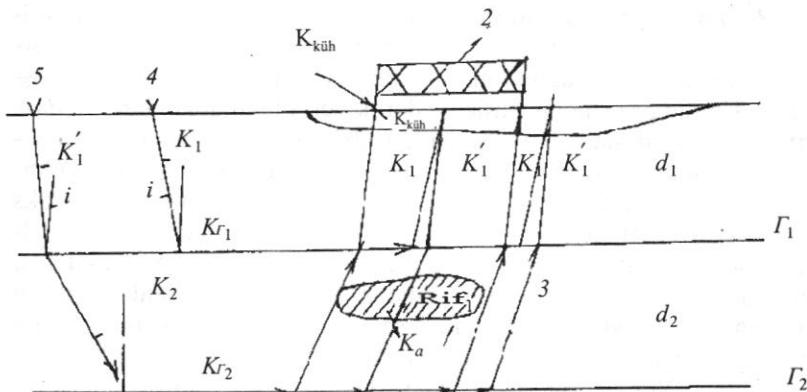
*Şəkil 13. Şimali Soyuqxanlı obyektiinin geoloji-geofiziki modeli [27].*

## *Sørti işaretler*

1. Müşahidə profili, 2. Sindirici sərhədlər, 3. Əksetdirici sərhədlər, 4. Orta sürət, 5. İnterval sürəti, 6. Pikenlər üzrə şaquli interval sürəti əyriləri, 7. Sürət anomaliyası, 8. Sürət xətası, 9. Lay sürəti əyriləri, 10. Əhangdaşı, 11. Qumdaşı, 12. Qum, 13. Mergel, 14. Porfirit, 15. Güman edilən rif qurumu, 16. Sükurların sıxlığı, 17. Seysmik dalğanın udulma əmsali.

**Rif-kəşfiyyat metodunun mahiyyəti.** Bu kəşfiyyat üsulunun əsasını tibbi diaqnostikada tətbiq edilən, rentgen şüalanması ilə xəstə orqanların teyinində istifadə olunan, tomoqrafiya elminin prinsipləri təşkil edir. Həmin prinsipdən istifadə edərək yerin təkindəki nefli və qazlı riflərin seysmik dalğalarla "şüalandırılıb" onların yer səthində (planda) vəziyyətinin və dərinlinin təyin edilməsi qarşıya məqsəd qoyulur. Bu mürəkkəb və mühüm məsələnin həllini həyata keçirmək üçün öks olunmuş dalğa metodundan yox, sinan dalğalardan istifadə edib bu dalğaların yer üzərində yazma metodikası kəşf edilmişdir [7,8] (şəkil 14). Bunun üçün axtarılan rif çöküntülərindən yuxarıda və aşağıda yerləşən laylardan sinaraq yer səthinə qayıdan seysmik dalğalar seysmoqramlara yazılırlar. Bu dalğalar yer üzərində əvvəlcədən hazırlanmış profillər boyu qeyd olunur. Yer üzərində her iki sərhəddən gələn sinan dalğaların qeyd edilməsinin əsas xüsusiyyəti ondan ibarətdir ki, bu dalğaların gəlib çatma vaxtlarının fərqini ( $\Delta t$ ) və amplitudlarının nisbətini ( $A_2/A_1$ ) öyrəndikdə. Yer səthindən birinci ( $\Gamma_1$ ) sərhədə qədər mühitin təsirini yox etmək və iki sərhəd arası qatı səciyyələndirmək mümkün olur. Yer səthinin dəyişkənliliyindən və örtük qatının təsirindən azad olmaqla nefli və qazlı rif kütləlerinin təyininin daqiqliyi xeyli artır. Bu metod haqqında geniş məlumat ədəbiyyat və jurnallarda verilmişdir [7,8,28].

Yer üzərində profillər düz, uzununa və eninə, çevrə, ellipsvari şəkildə olub, bir-biri ilə əlaqəli, ümumi qeyd etmə şəbəkəsi yaradır. Bu şəbəkə dalğaların dəqiq və etibarlı yazılmamasını təmin edir. Alınan materialların elektron hesablama maşınlarında xüsusi yaradılmış program ilə emalından sonra "kor" və ya "yataq tipli anomal" zonalar (YTAZ) tapılır ki, bunlar da neft-qazlı riflərlə əlaqələndirilir. Bir neçə ixtira əsasında yaradılmış sinan dalğalarla rif-kəşfiyyat metodunun mahiyyəti şəkil 14-də göstərilmişdir. Bu üsul Azərbaycan və Özbəkistan alimlərinin birgə səyi ilə Buxara-Xivə, Üst-Yurt, Şərqi və Qərbi Türkmenistanda rif axtarışı işlərində geniş tətbiq edilmiş, bir neçə yeni qaz yataqları (Pirnəzər, Markovski, Kapalı, Şimali Urtabulak, Şəki) tapılmış və böyük qənaətə nail olunmuşdur [7,8]. Azerbaycanda aparılmış geoloji araşdırımlar onu göstərir ki, Azerbaycanda da sualtı, yerüstü və yeraltı rif və rif tipli kütlələr geniş yayılmışdır. Bunların faydalı qazıntıları ilə zəngin olması mübahisə doğurmur, beləliklə, rif qurumları dövrün tələbatına uyğun xammal olub, xalq təsərrüfatının inkişafı üçün geniş zəmin yaradır.



*Şəkil 14. Sinan dalgalarla rif kəşfiyyat müşahidə sxemi.*

$\Gamma_1$  və  $\Gamma_2$  – sindirici sərhədlər,  $d_1, d_2$  – birinci və ikinci lay, 1 - rif kütlesi, 2 - rif kütləsinin yer səthində əksi, 3 - dalğa şüaları,  $K'_1, K_1$  – birinci layın dalğa keçiriciliyi əmsali,  $K_2$  – ikinci layın dalğa keçiriciliyi əmsali,  $K_a$  – rif qurumunun dalğa keçiriciliyi əmsali,  $K_{\Gamma 1}, K_{\Gamma 2}$  – sindirici sərhədlərdə dalğa keçiriciliyi əmsali,  $K_{küh}$  – Yer səthinə yaxın qeyri-bircins layın dalğa keçiriciliyi əmsali ( $KÜH$  – geoloji kəsilişin üst hissəsi), 4, 5 - Birinci və ikinci laylardan keçən seysmik dalğaları yaradan mənbələr.

Bu mənada Azərbaycan ərazisindəki riflərin aşkar edilməsi, öyrənilməsi və onların neft-qazlılığının tədqiq edilib çıxarılması vacib məsələlərdən biridir.

#### 2.4. Filiz yataqlarının axtarışı

Tərkibində sənaye əhəmiyyətli metallar və minerallar olan dağ sükurlarına filiz deyilir. Neft-qaz geofizikasına nisbətən dağ-mədən geofizikası respublikamızda geniş inkişaf etməmişdir. Dağ-mədən geofizikasının tətbiqinin çətinliyi ondan ibarətdir ki, filiz mədənləri bəzən çox kiçik, dağ və dağ ətəyi zonalarda olurlar. Onların geofiziki sahəyə təsiri yer səthinin mürəkkəbliyi nəticəsində görünməz olur.

Bununla belə dağ-mədən filizlərinin kəşfində geofiziki kəşfiyyat üsulları, o cümlədən seysmik kəşfiyyat və elektrik kəşfiyyatı mühüm rol oynayır. Bu metodların köməyi ilə bir çox faydalı qazıntılar aşkar edilmişdir [50].

## 2.5. Şaxta və dağ mədən geofizikası

Bəzən məlum şaxtaların öyrənilməsi, faydalı qazıntı mədənlərinin hüdudlarının təyin edilməsi və genişləndirilməsi üçün şaxta içərisində geofiziki işlər aparılır. Filizin quruluşunu, tutduğu sahəni, tektonik qırılmalarla əlaqəsini öyrənmək üçün seysmik kəşfiyyat işləri aparılır. Filiz yataqlarının pazlaşma zonası, dağ-mədən sahəsində sükurların gərginlik vəziyyətinin öyrənilməsi elastiki dalğaların dinamik və kinematik xarakteristikasının dəyişməsi ilə təyin edilir. Bu və başqa məsələlərin həlli seysmik kəşfiyyat işlərinin geoloji səmərəliliyinin artırılmasını tələb edir.

## 2.6. Dəniz geofizikası

Dəniz geofizikasının vətəni Azərbaycandır. Burada ilk dəfə dəniz seysmik kəşfiyyat işləri 1941-ci ildə aparılmışdır. İlk dəfə dənizdə aparılan seysmik işlər quruda aparılan işlərdən az fərqlənmişdir. Lakin bu işlərin nəticəsi göstərmişdir ki, dəniz kəşfiyyatının imkanları çox böyükdür. Sonralar dəniz geofizikası təkmilləşdirilmiş, xüsusi su mühitində uyğun yeni dəniz seysmik kəşfiyyat metodikası və texnikası yaradılmışdır [53]. Su mühitində yayılan dalğaların dinamikası və kinematikası araşdırılmış, partlayış mexanizmi yaradılmışdır. Su qatında partlayış, dənizin dibində və su üzərində partlayış mənbələri yoxlanılmışdır. Dalğaların su mühitində yaradılması və qeyd edilməsi dəniz kəşfiyyatının səmərəliliyini artırmışdır. Bu məqsədlə xüsusi seysmik pycəzoseysmoqəbuləcicilər yaradılmışdır. Hal-hazırda seysmik dalğaların dənizdə qeyd edilməsi gəminin hərəkəti zamanı aparılır.

Son vaxtlar dəniz seysmik kəşfiyyat işlərinə maraqlı daha çox artmışdır. Xəzər hövzəsində böyük neft ehtiyatlarının olması xarici neft

şirkətlərinə bu sahəyə sərmayə qoymağa imkan vermişdir. Azərbaycanda dənizdən çıxarılan neftin miqdarı qurudan çıxarılan neftin miqdardından çoxdur.

Geofiziki işlər dənizdə neft-qaz kəşfiyyatı ilə məhdudlaşdır. Burada dəniz sahili işlərində də geofizika tətbiq edilir. Limanların salınmasında, dəniz dibi neft-qaz kəmərlərinin və kabel xətlərinin çəkilişində, dəniz dibinin morfologiyasının öyrənilməsində geofiziki üsullardan istifadə olunur.

Dəniz dibi zonasının süxurlarının yatım şəraitinin öyrənilməsi, onların fiziki-mexaniki xüsusiyyətlərinin təyin edilməsi geofiziki üsullarla aparılır. Dəniz yataqlarının axtarışında və kəşfiyyatında dəniz dibinin geoloji quruluşunun öyrənilməsində əsas etibarı ilə seysmiq, qra-vimaqnit, elektrik kəşfiyyat metodları geniş tətbiq edilir. Azərbaycanın quru hissəsində neft-qaz istehsalının kəskin azalması ilə əlaqədar dəniz kəşfiyyatının aparılmasına xüsusi diqqət yetirilir. Seysmiq kəşfiyyat işlərinin yüksək səviyyəsi olan üç ölçülü həcmi üsullar dənizdə müvəffeqiyyətlə tətbiq edilir.

Yer səthinin 70%-i su örtüyündən ibarət olduğu üçün dəniz və okeanların geoloji quruluşunun, tektonik blokların, şelf zonalarının, onlar arasında gedən geotektonik proseslərin öyrənilməsi və nəhayət, dəniz və okean sahələrində Yer qabığının quruluşunun təyin edilməsi mühüm məsələlərdəndir. Bu məsələlərin həllində kompleks metodlardan - seysmiq, qravimetrik, elektrik və maqnitometrik üsullardan istifadə edilir.

Dəniz geofiziki kəşfiyyat işləri ilk dəfə Xəzər dənizində aparılmışdır. Əldə olunan təcrübədən Qara dəniz, Barens dənizi, Oxot dənizi və Azov dənizlərinin geoloji quruluşunun öyrənilməsində geniş istifadə edilmişdir [30]. Xəzər və başqa dəniz və okeanların öyrənilməsində qravikəşfiyyat üsulundan da istifadə edilir.

Dəniz qravikəşfiyyat işlərinin aparılması metodikası quruda aparılan işlərin metodikasından kəskin fərqlənir. Dənizdə qravitasiya işlərinin çətinliyinin əsasını ölçü aparılan gəminin daimi hərəkəti yaradır. O, su dalğasının təsirindən daim qalxır və enir. Bundan başqa gəminin hərəkətinin istiqaməti və sürəti də qravitasiya ölçülərinə təsir edir [43].

Belə ki, gəminin hərəkətinin istiqaməti qərbdən şərqə doğru olduqda, onun hərəkətinin istiqaməti Yer küresinin fırlanma istiqaməti ilə üstüste düşür. Odur ki, bunlar cəmlənir və mərkəzdən qaçma qüvvəsi böyük. Əksinə, gəmi şərqdən qərbə doğru hərəkət edirsə, onun istiqaməti Yerin fırlanma istiqamətinin əksinə olur. Belə olan halda mərkəzdən qaçma qüvvəsinin qiyməti azalır. Yer üzərində hərəkət edən insan da bu təsire məruz qalır. 100 kq çəkidə olan adam  $45^0$  en dairəsi rayonunda 3,6 km/saat sürətlə şərqə doğru hərəkət etsə, onun ağırlığı 2 qram azalır. Gəminin hərəkət istiqaməti və yerin fırlanma sürəti məlum olduqda ağırlıq qüvvəsinin qiymətinə düzəliş verilir. Bu düzəliş Etveş düzəlişi adlanır [38]. Etveş düzəlişi bu düsturla teyin edilir:

$$\Delta q = \pm 4.05 \cdot V_1 \cdot \cos\varphi$$

Burada  $\Delta q$ - Etveş düzəlişi;  
 $V_1$ - gəminin sürəti;  
 $\varphi$  - en dairəsinin dərəcəsi.

**Misal.** Əgər gəmi  $60^0$  en dairəsi rayonunda 1 km/saat sürətlə qərbə doğru hərəkət edirsə Etveş düzəlişi

$$\Delta q = -4,05 \times 1 \text{ km/saat} \times \cos 60^0$$

Burada "-" işarəsi gəminin qərbə doğru hərəkətini göstərir. Etveş düzəlişinin qiyməti dənizdə 10 və daha böyük mQal-a çatır. Əgər gəmi meridian istiqamətində hərəkət edirsə, Etveş düzəlişinin qiyməti sıfır bərabər olur.

Quruda aparılan qravitasiya işlərində olduğu kimi dənizdə "dayaq" məntəqəsi teyin edilir. Həmin nöqtənin koordinatı xüsusi üsulla, yəni radiogeodeziya metodu ilə teyin edilir. Dənizdə aparılan ölçülər dayaq nöqtəsinin qiyməti ilə əlaqələndirilir. Qravikəşfiyyatın dəqiqliyini artırmaq üçün təkrar müşahidə işlərinin həcmi daha çox olur. Həm də bu təkrar ölçü işlərində müxtəlif qravimetrlərdən istifadə edi-

lir. Əldə olunmuş ölçülərin emalında və interpretasiyasında EHM-dən geniş istifadə olunur.

Xəzər dənizində bir çox neft yataqları və strukturlar kəşf edilmişdir. Bu strukturlar dəniz geofizikası vasitəsilə aşkar edilmişdir. Əsas dəniz neft yataqları aşağıdakılardır:

Xəzər dənizinin qərb zonasında yerləşən yataqlar - Neft daşları, Palçıq pilpiləsi, Səngəçal-dəniz, Duvannı-dəniz, Xərə-Zirə adası, Bulla-dəniz, Bahar, Qum-dəniz, Pirallahi, Çıraq, Azəri, Kəpəz, Güneşlidir. Bunlardan başqa şərqi Xəzər dəniz şelf zonasının Türkmenistan hissəsində Azərbaycan geoloq və geofiziklərinin böyük fəaliyyəti nəticəsində bir çox neft yataqları açılmışdır. Bunlardan Banka Jdanova, Banka Lam, Çələkən günbəzi, Livanova, Barinov, Qubkin və s. göstərmək olar.

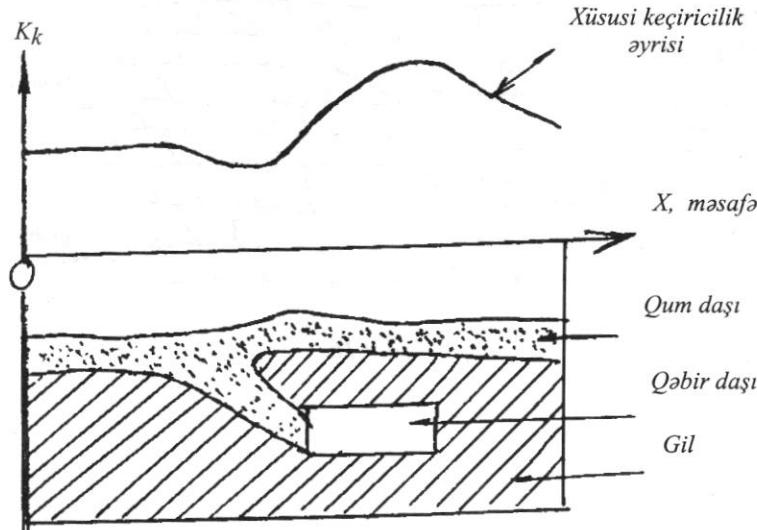
## **2.7. Mühəndis geofizikası**

Mühəndis geofizikası ayrıca bir metod olub, kəşfiyyat geofiziğinin inkişafda olan bir hissəsidir [39]. Mühəndis geofizikası işləri kəsilişin üst hissəsini öyrənmək üçün xüsusi metodla aparılır. Kəsilişin üst hissəsi mürəkkəb quruluşa malik olub, həm horizontal və həm də şaquli istiqamətlərdə kəskin dəyişilir. Bu işlərdə süxurların fiziki xassəleri öyrənilir, ona görə də xüsusi dəqiqlik tələb olunur. Büyük tikinti işləri apararkən obyektlərin əvvəlcədən seysmik xüsusiyyətləri təyin edilir və mikroseysmik rayonlaşdırma aparılır. Rayonun mikroseysmikası öyrənilərkən 15-20 m dərinlikdə yatan süxurların xassələri müəyyən edilir. Onlarda dalğaların yayılma sürəti və seymik dalğa enerjisinin udulma əmsali öyrənilir. Mühəndis geofizikası su elektrik stansiyalarının, böyük tikintilərin, kanal xətlərinin yerinin seçilməsində, neft və qaz kəmərlərinin çəkilişi işlərində geniş istifadə edilir. Dəmir və şose yolları xətlərinin çəkilişi və buzlaqların öyrənilməsi mühəndis geofizikasının köməyi ilə aparılır.

## 2.8. Arxeologiya geofizikası

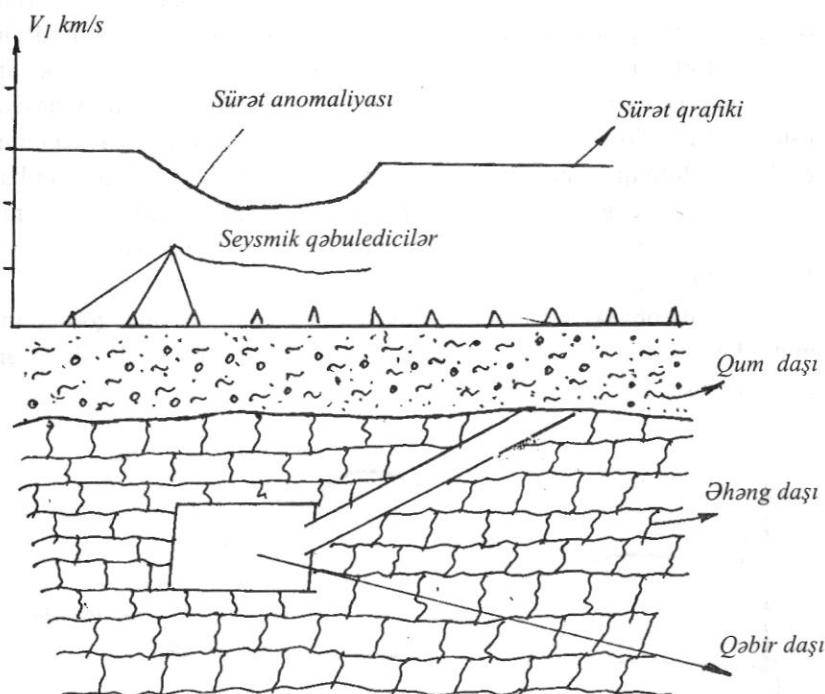
Neft və mədən dağ geofizikası yeraltı yataqları aşkar edir. Arxeologiya geofizikası isə yeraltı abidələri, qədim şəhərləri, məşhur binaların qalıqlarını, köhnə dağ-mədən yataqlarının və xəzinələrin yerini, dambaları, müqəddəs qəbirləri aşkar etmək üçün istifadə edilir. Belə dəqiq işlərin aparılmasına səbəb geofizika elminin yüksək inkişafı olmuşdur. Yeni-yeni dəqiq geofiziki cihazlar, metodlar və interpretasiya üsulları, EHM-lərin inkişafı arxeologiya geofizikasının inkişafı və onun bu işlərdə tətbiqi üçün zəmin yaratmışdır. Arxeoloji işlərdə əsas etibarilə elektrik, maqnit, seysmik kəşfiyyatı və başqa metodlardan geniş istifadə edilir [51]. Bu metodlardan istifadə çox ucuz başa gəlir və 1958-ci ildən başlayaraq geniş tətbiq edilmişdir.

Yeraltı obyekt öz elektrik sahəsinə və keçiriciliyinə görə ətraf mühitdən kəskin fərqlənirsə onu elektrik kəşfiyyatı üsulu ilə asan tapırlar (şəkil 15).



Şəkil 15.

Seysmik kəşfiyyat üsulu ilə də yeraltı divar, kanal, qəbir və başqa yeraltı arxeoloji qazıntılar aşkar edilir. Bu əşyalarda seysmik dalğanın yayılma sürəti ətraf sűxurlardan fərqlənir, ona görə bu obyektlər sürət anomaliyası yaradırlar (şəkil 16).



Şəkil 16.

### 3. MAQNİTOMETRİYA

Yerin maqnit sahəsi "geomaqnitizm" öz-özlüyündə böyük dərslik kursudur. Hər bir planetin özünə məxsus maqnit sahəsi vardır (Cədvələ bax).

Yer qatında maqnit sahəsinin kəskin dəyişməsi onun öyrənilməsinə böyük kömək edir. Yerin nüvəsi demək olar ki, maqnit mənbəyidir. Bu da onun yaxşı öyrənilməsinə imkan yaradır. Başqa sahələrdə belə imkan çox zəifdir. Bəzən Yer kürəsinin maqnit sahəsi günəşin aktivliyi ilə əlaqədar olur. Yerin keçmişini öyrənmək üçün paleomaqnit metodları yaranmışdır [37,48]. Lava axıntılarının, vulkan püskürmələrinin maqnit sahəsini öyrənməklə onların soyuma vaxtının periodunu öyrənirlər. Beləliklə, yer maqnitizminin dəyişmə müddətlərini, qütbələrin dəyişmələrini müəyyən edirlər.

Yer böyük bir kürə formasında maqnit kütləsidir. Yerin maqnit sahəsi 1540-ci ildən başlayaraq öyrənilir. Müəyyən edilmişdir ki, Yerin maqnit sahəsi dəyişilir. Bununla əlaqədar Yerin maqnit qütbləri də yerini dəyişir. Yerin maqnit sahəsinin dəyişmə istiqaməti qərbə doğrudur.

Yerin maqnit sahəsindən istifadə edərək onun dərin qatlarının quruluşunu öyrənirlər və maqnitaktiv dağ-mədən yataqlarını tapırlar. Intruziv, metamorfik, vulkanogen tipli yataqlar maqnit kəşfiyyatı ilə də öyrənilir.

Süxurların maqnit sahəsi belə ölçülür:

$$M_i = \chi H$$

Burada  $M_i$  - maqnitlənmə intensivliyi,  $H$  - maqnit sahəsinin qüvvəsi,  $\chi$  - süxurların maqnitlənmə qabiliyyəti əmsalıdır [38,48].

Bu əmsaldan asılı olaraq süxurlar üç qrupa bölündürələr:

1. **diamaqnit** - əgər  $\chi$ -nin qiyməti mənfidirsə, belə süxurları diamaqnit adlandırırlar. Məsələn: kvars ( $\chi = 1,2 \times 10^{-6}$  SQSN), qrafit ( $\chi = -0,8$ ), daş duz, gips və s.;

2. **paramaqnit** - qneys, peqmatit, dolomit ( $\chi = 1600$ ), sianit və s.

3. **ferromaqnit** - gematit (200-300), titanomaqnetit, ilmenit (2500), maqnetit və s.

Yerin maqnit sahəsinin intensivliyinin vahidi ( $E$ ) **ersteddir**. 1 mq kütleyə veriləcək  $1\text{mm/san}^2$  təcilin yaranmasına lazım olan qüvvə  $1E$  adlanır.

Kəşfiyyat işlərində maqnit ölçü vahidi qamma -  $\gamma$  çox işlədir.

$$\gamma = 10E.$$

Coğrafi meridian xətti ilə maqnit meridian xətti üst-üstə düşmür. Bunlar bir-birindən fərqlənirlər. Azərbaycanda bu fərq  $5^\circ$ -dir.

### **3.1. Maqnit sahəsinin təşkilediciləri**

Yer üzərində hər bir nöqtənin özünəməxsus maqnit sahəsi vardır. Bu sahənin müəyyən istiqaməti və qiyməti, yəni vektoru vardır. Bu vektorları koordinat sistemində göstərək [54]. Koordinat sisteminin mərkəzində maqnit hissəciyini yerləşdirək. Horizontal ox "x" coğrafi meridian boyu şimala, "y" oxu şərqə, "z" oxu isə yerin mərkəzinə doğru aşağı yönəlmış olsun (şəkil 17). Maqnit sahəsinin tam vektoru  $T$  maqnit hissəciyində yer səthinə perpendikulyar olur. Maqnit sahəsinin tam vektorunun yer səthində (horizontal məstəvi üzərində) qəbul edilmiş koordinat sisteminin oxları üzrə proyeksiyaları maqnit sahəsinin təşkilediciləri adlanır. Bunlar aşağıdakılardır:

**T**-tam gərginlik vektoru, yer səthinə perpendikulyar olur.

**H<sub>x</sub>** – **T** vektorunun **x** oxu üzərində proyeksiyası, tam maqnit vektorunun şimal tərkib hissəsi;

**H<sub>y</sub>** – **T** vektorunun **y** oxu üzərində proyeksiyası, tam maqnit vektorunun şərq tərkib hissəsi;

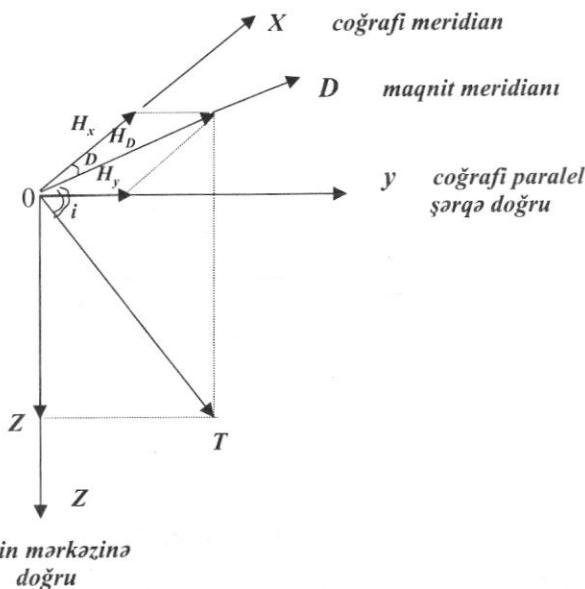
**H<sub>z</sub>** – **T** vektorunun vertikal **z** oxu üzərində proyeksiyası, vertikal tərkib hissəsi;

**H<sub>D</sub>** – **T** vektorunun **D** maqnit meridiani xətti üzrə proyeksiyası, horizontal tərkib hissəsi;

**D** – maqnit inhiraf meyllənmə bucağı, coğrafi və maqnit meridianı arasındakı bucaq;

**i** – maqnit əyilmə bucağı, maqnit sahəsinin tam vektoru **T** ilə maqnit meridianı arasındakı bucaq.

Bütün bu kəmiyyətlər bir-birilə əlaqədardır və yer maqnetizminin elementləri adlanırlar.



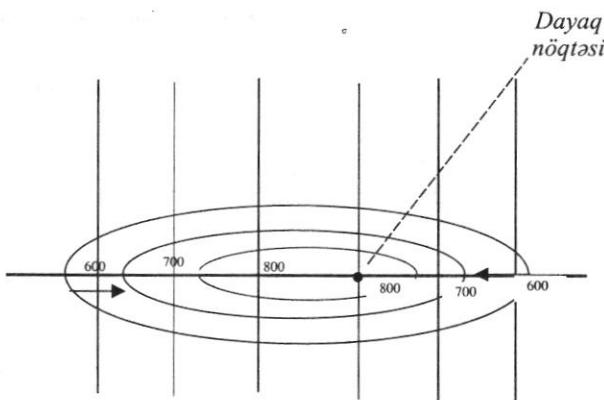
Şəkil 17.

### 3.2. Maqnit çöl işlərinin məlumatları

Yerin maqnit sahəsinə ən kəskin təsir edən qüvvələr yerin maqnit qasırgası və sutka variasiyasıdır. Bu təsirlər olan hissələrdə maqnit çöl işləri aparmaq mümkün olmur. Çöl işlərində əsas Z vertikal komponent ölçülür. Bir müşahidə nöqtəsindən başqasına keçidkədə yeraltı maqnit sahəsi dəyişdiyi üçün bu kəmiyyətin fərqi  $\Delta Z$  təyin edilir.

Çöl işlərinin aparılması üçün kəşfiyyat obyekti üzərində profillər şəbəkəsi yaradılır. Birinci profil layların uzanma istiqaməti boyu götürülür. Bu profil üzərində "dayaq" nöqtələri seçilir (Şəkil 18). Sonra perpendikulyar profillər şəbəkəsi yaradılır. Bu profillər üzərində hər 100-500 m-dən bir ölçülər aparılır. Bu ölçülərin dayaq nöqtəsindən fərqi  $\Delta Z$  və  $\Delta T$  təpilir. Alınmış məlumatlara aşağıdakı düzəlişlər verilir:

1. sutka ərzində variasiya düzəlişi;
2. temperatur və cihaz düzəlişi;
3. relyef düzəlişi.



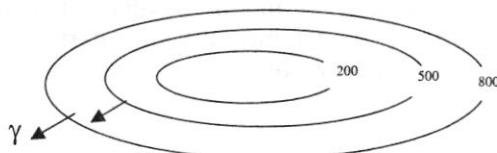
Şəkil 18

### 3.3. Interpretasiya

Maqnit məlumatlarının interpretasiyasının (yozulmasının) əsası alınmış məlumatların geoaudiologiya mənasının izahından ibarətdir. Maqnit anomaliyalarının həndəsi formasının, dərinliyinin və başqa parametrlərinin təyini əsas məsələdir. Interpretasiya iki mərhələdə aparılır: **keyfiyyət** və **kəmiyyət** mərhələsi. Keyfiyyət analizi zamanı bütün məlumatlar (geofizika, geologiya, qazma və s.) araşdırılır. Kəmiyyət mərhələsində isə  $\Delta Z$  və  $\Delta T$  əyrilərinin forması, anomaliyanın təbiəti, qiyməti və s. təyin edilir. Interpretasiya işləri də iki mərhələdə aparılır.

1. çöl şəraitində ilkin interpretasiya;
2. laboratoriya işləri dövründə interpretasiya.

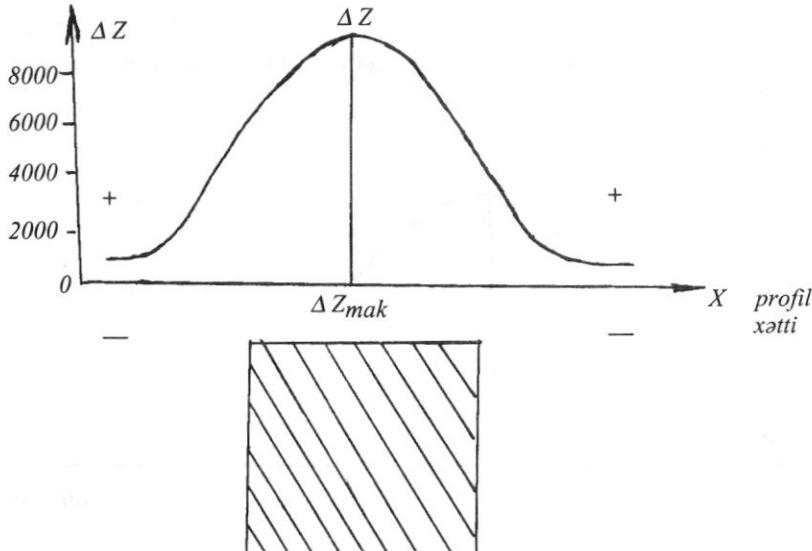
İkinci mərhələdə kəşfiyyat sahəsi üçün nəzəri maqnit sahəsi hesablanır və nəzəri qiymətlərin müşahidə qiymətləri ilə müqayisəsi verilir. Məlumatlar uzlaşmadıqda nəzəri qiymətlərin yeni variantları hesablanır. Uzlaşma baş verənə qədər bu işlər tekrar aparılır. Sonra maqnit xəritəsi qurulur, fon tapılır, izoanomal xətlər keçirilir (Şəkil 19). Bundan sonra ilkin yoxlama xəritə qurulur. Bu xəritədə konsentrik çevrələr əmələ gəlir. İntensivliyin mərkəzə doğru artması orada anomaliya yaranan maqnit obyektinin olmasını göstərir (Şəkil 18). Əgər mərkəzə doğru intensivliyin qiyməti azalırsa, deməli mərkəzdə sűxurların maqnitlik xüsusiyyəti zəifləyir (Şəkil 19).



Şəkil 19

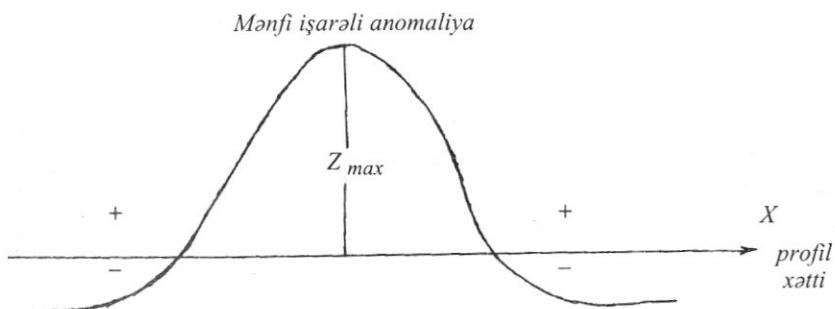
Yeraltı maqnit kütləsinin formasından və ölçülərindən asılı olaraq yerüstü maqnit sahəsinin qiymətləri dəyişilir. Maqnit kütləsinin yatım şəraitindən asılı olaraq yerüstü maqnit sahəsinin forması da müxtəlif olur. Interpretasiya zamanı aşağıdakı hallara rast gəlmək olar:

1. Əgər anomaliya izometrikdirse, yəni bərabər tərəfli və eyni işarəlidirsə, belə anomaliya sütunvari yataqla əlaqədardır (şəkil 20).



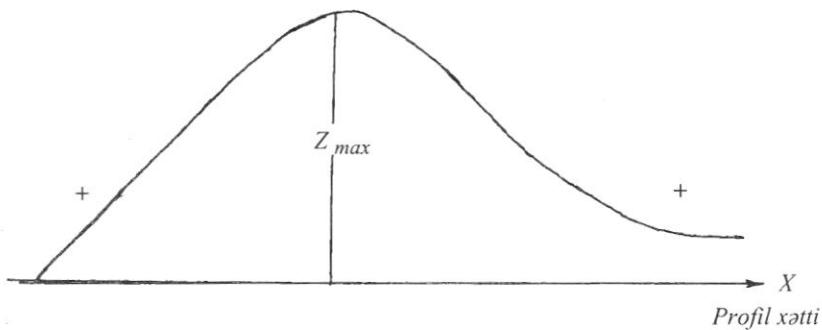
Şəkil 20.

2. Əgər kəşfiyyat sahəsində "mənfi" işaretli anomaliya alınıbsa, bu o deməkdir ki, anomaliya yaradan maqnit kütləsi dərində deyildir və o böyük bir sahəyə yayılmamışdır (şəkil 21).



*Şəkil 21.*

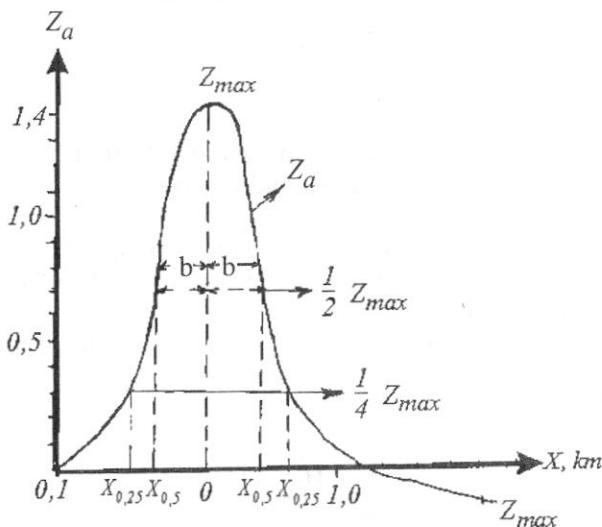
3. Əgər maqnit sahəsi asimmetrikdirsə, onda anomaliya yaradan kütlə maili yatır (şəkil 22).



*Şəkil 22.*

### 3.4. Maqnit anomaliyasının parametrləri

Yeraltı maqnitləşmiş kütlə anomaliyasının parametrləri şəkil 23-də verilmişdir.



Şəkil 23.

Maqnit kütləsinin əsas parametri onun yaratdığı maksimum maqnit sahəsi -  $Z_{max}$ -dur. Sonra isə onun yarısı və  $1/4$  hissələridir.

$$Z_{0.5} = \frac{1}{2} Z_{max}$$

$$Z_{0.25} = \frac{1}{4} Z_{max}$$

Maqnit anomaliyasının  $Z_{max}$ ,  $Z_{0.5}$ ,  $Z_{0.25}$  parametrlərinin X oxu üzərində qiymətləri -  $X_{max}$ ,  $X_{0.5}$ ,  $X_{0.25}$ -dir. Bu parametrlərdən istifadə edilərək kütlənin dərinliyi tapılır.

$$h = \frac{x_{0.25}^2 - x_{0.5}^2}{2x_{0.5}}$$

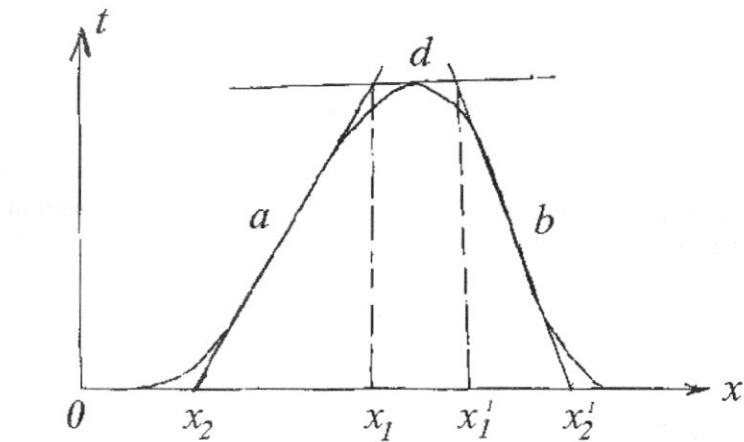
**Qalınlıq** isə aşağıdakı ifadə ilə təyin edilir.

$$2\sigma = \sqrt{x_{0.5}^2 - h^2}$$

### **3.5. Maqnit kütləsinin parametrlərinin toxunanlar üsulu ilə təyini**

Maqnit anomaliyası yaradan kütlənin dərinliyini təxmin etmək üçün toxunanlar üsulundan istifadə edilir. Toxunanlar üsulunun mahiyyəti aşağıdakindan ibarətdir:

Çöl şoraitində alınmış maqnit anomaliyası qrafikinin yanlarına a  
və b toxunanları çökilir (şəkil 24).



### *Şəkil 24.*

Sonra isə anomaliyanın maksimumuna toxunan d xətti çəkilir. Bu toxunan X oxuna paralel olur. «a» və «b» toxunalarının X oxunu kəsdiyi nöqtələrin ( $x_1$  və  $x'_1$ ) və əyriinin maksimumuna çəkilmiş d toxuna-

ninin «a» və «b» toxunanları ilə kəsişdiyi nöqtələrin X oxu üzərindəki proyeksiyalarını ( $x_1$  və  $x'_1$ ) təyin edirlər. Bu nöqtələrin X oxundakı qiymətlərindən istifadə edərək anomaliya yaranan kütlənin dərinliyini (h) aşağıdakı bərabərliklə təyin edilirlər.

$$h_1 = \frac{x_2 - x_1}{2}; \quad h_2 = \frac{x'_2 - x'_1}{2}; \quad h = \frac{h_1 + h_2}{2}$$

Əgər anomaliya qrafiki bərabər tərəflidirsə, onda bir tərəfin toxunanından istifadə edərək kütlənin dərinliyi aşağıdakı kimi təyin edilir.

$$h = \frac{x_2 - x_1}{2}$$

Əgər maqnit anomaliyası minimumdan ibarətdirsə (mənfi işaretli), yuxarıda göstərilən üsuldan eyni ilə istifadə edilir.

## 4. QRAVİMETRİYA

Yerin qravitasıya sahəsi yer kütləsinin formasını, onun sıxlıq xüsusiyyətlərini özündə əks etdirir. Qravitasıya sahəsi həm də kəşfiyyat işlərində geniş istifadə edilir. Regional geoloji axtarış, tektonik rayonlaşdırma, qeyri-bircinsli kütlələrin, neft və qaz strukturlarının aşkar edilməsində, dağ-mədən filiz yataqlarının, effuziv və intruziv kütlələrin tapılmasında və s. aktual məsələlərin həllində qravikəşfiyyat üsulu tətbiq edilir [19, 47, 34].

Qravitasıya elminin inkişafı Nyuton tərəfindən aşkar edilmiş "Yerin cazibə qanunu"nın kəşfi ilə başlanılmışdır. Nyuton birinci olaraq yerin formasını təyin etmişdir. O, müəyyən etmişdir ki, yerin ekvatorial radiusu qütb radiusundan 21 km böyükür. Yerin özüne məxsus oval forması vardır, buna "geoid" deyilir. Əslində yerin səthi çox girintiliçixintilidir.

Yerin qravitasıya sahəsi havada, yer səthində və quyuda ölçülə bilir. Bu ölçmə havada peyk və təyyara vasitəsilə yerinə yetirilir. Qravitasıya sahəsinin ölçü vahidi italyan alimi Qalileyin (1564-1642) şərəfinə "Qal" adlandırılmışdır ( $1 \text{ Q}=10^{-2} \text{ m/s}^2$ ). Kəşfiyyat işlərində mQal-dan ( $1 \text{ mQal}=10^{-5} \text{ m/s}^2$ ) istifadə edilir.

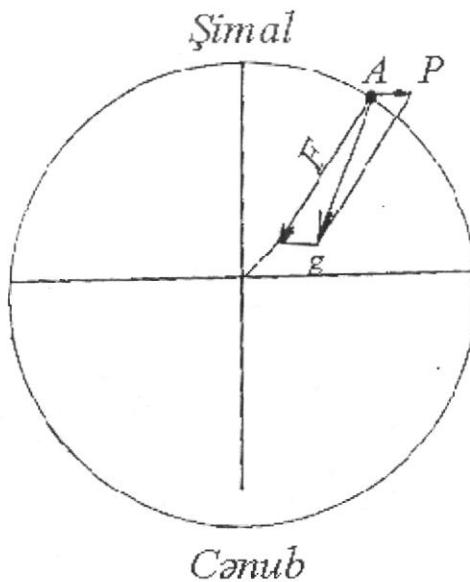
Yer səthində sərbəstdüşmə təciliinin qiyməti  $981, 274 \text{ sm/s}^2=9,81274 \text{ m/s}^2$ -dir. Günəşin, ayın, dəniz səviyyəsinin qalxması və enməsinin təsiri nəticəsində yerin ağırlıq qüvvəsinin qiyməti dəyişilir. Atmosfer təzyiqinin dəyişməsi, yağıntılar, vulkan püskürmələri və s. yerin cazibə qüvvəsinin qiymətinə təsir edir və qravitasıya variasiyaları yaranır. Qravitasıya sahəsi gün və əsr ərzində periodik olaraq dəyişir.

Qravitasıya sahəsi maqnit və elektrik sahəsindən kəskin fərqlənir. Bu sahələr arasında heç bir əlaqənin olmamasını söyləyirlər. Yerin cazibə qüvvəsinin əmələ gəlmə təbiəti-sirri hələ tam açılmamışdır. Bunu dahi alim Nyuton da etiraf etmişdir.

### 4.1. Yerin ağırlıq qüvvəsinin tərkib hissəsi

Yerin formasını dairə şəklində qəbul etsək, onun səthində yerləşən hər hansı nöqtəyə (A) üç istiqamətdə qüvvə təsir edir (şəkil 25). Bunlardan biri F-yerin cazibə qüvvəsidir, Yerin mərkəzinə doğru yö-

nəmişdir. P-mərkəzdənqəçmə qüvvəsi Yerin fırlanma oxuna perpendikulyar istiqamətdə olub ekvatorda maksimuma, qütblərdə isə 0-a bərabərdir. P-nin ədədi qiyəti Yerin cazibə qüvvəsindən 288 dəfə kiçidir.



Şəkil 25.

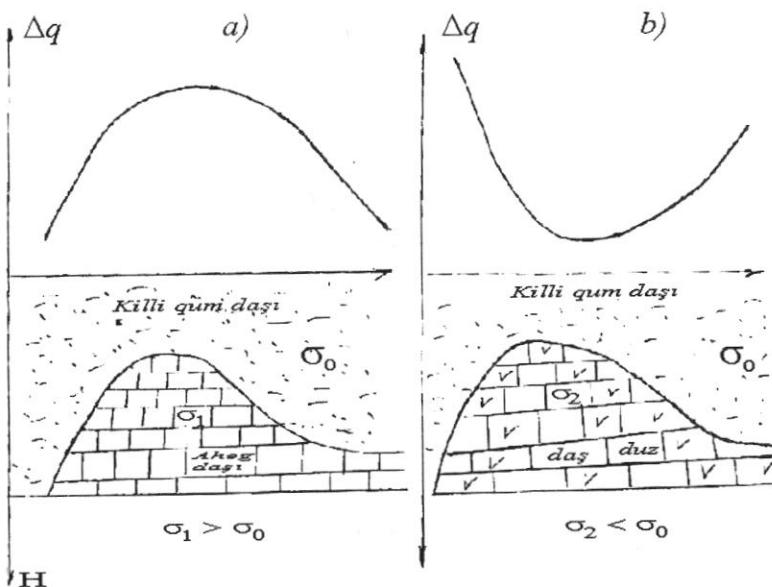
$g$  -ağırlıq qüvvəsi birinci iki qüvvə vektorlarının cəmindən əmələ gəlib, yerin (geoidin) səthinə perpendikulyar yönəlmüşdir.

$$g = \frac{GM}{R^2}$$

Burada M-yerin kütləsi, R-yerin radiusu, G-qravitasıya sabitidir. Süxurların sıxlığından ( $\sigma$ ) asılı olaraq ağırlıq ( $g$ ) qüvvəsinin dəyişməsinin misallarla izahı şəkil 26-da verilmişdir.

1. **Birinci** halda antiklinal quruluşlu kütlə sıxlığı ( $\sigma_1$ ) böyük olan

əhəng daşlarından, ətrafi isə az sıxlığa malik gilli qumdaşından ibarətdir. Qumdaşının sıxlığı ( $\sigma_0$ ) əhəng daşlarının sıxlığından azdır:  $\sigma_1 > \sigma_0$ . Bu halda kütlə çoxluğu (izafî kütlə) yaranır.  $m_1 = V_1(\sigma_1 - \sigma_0)$ . Belə olan halda yer səthində müsbət qravitasiya anomaliyası qeyd olunur (şəkil 26 a). Burada  $m_1$  - izafî kütlə,  $V_1$ -süxurun həcmidir.



*Şəkil 26. Sükurların sıxlığından asılı olaraq gravitasiya sahəsinin dəyişməsi.*

**2. İkinci hal.** Antikinal quruluşlu kütlə az sıxlaklıqlı ( $\sigma_2$ ) duz güm-bəzindən ibarətdir:  $\sigma_0 > \sigma_2$ . Gilli qumdaşının sıxlığı duzun sıxlığından böyükdür. Bunu nəzərə alsaq izafî kütlə  $m_2 = V_2(\sigma_0 - \sigma_2)$  - mənfi alınır, bu da kütlə çatışmamazlığı adlanır (şəkil 26, b).

Beləliklə, qravikəşfiyyat metodunun fiziki əsası yer daxilində yerləşən sükurların, neft-qaz yataqlarının, qeyri-filiz və faydalı qazıntılarının sıxlığından asılıdır. Bu asılılıqlardan istifadə edərək qravikəşfiyyat üsulu ilə iş aparılır.

## 4.2. Qravikəşfiyyat çöl işləri

Maqnit kəşfiyyatında olduğu kimi qravikəşfiyyat işlərində də ağırlıq qüvvəsinin qiyməti nisbi ölçülür. Bu işləri aparmaq üçün bir-birindən 0,5-1 km aralı profiller şəbəkəsi yaradılır, dayaq nöqtəsi təyin edilir. Bu nöqtədə gün ərzində cazibə qüvvəsinin dəyişməsi təyin olunur. Sonra həmin nöqtəyə görə profillər üzərində nisbi  $\Delta g$  qiymətləri ölçülür.

Ölçülər profil boyu aparılır və bir neçə dəfə tekrar olunur.

Qravitasiya sahəsi çöl şəraitində ölçüldükdə alınmış qiymətlərə aşağıdakı düzəlişlər edilir:

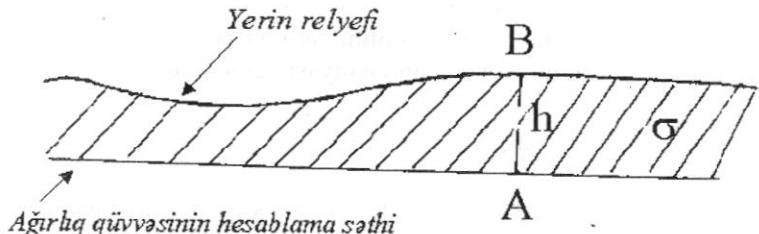
1. *Sistematik xətalar*. Bu xətalar ölçünün götürülməsində emələ gələn xətalardır.

2. *Yarı sistematik xətalar*. Qravimetrin özünün yaratdığı xətalardır. Müxtəlif ölçü cihazlarından istifadə edən zaman yaranır.

1. *Təsadüfi xətalar*.

4. *Coğrafi en dairəsinə görə düzəliş*. En dairəsinin artması ilə ağırlıq qüvvəsi artır. En dairəsinə görə müşahidə nöqtəsinə düzəliş vermək üçün xüsusi cədvəllər hazırlanmışdır. Hər en dairəsində ağırlıq qüvvəsinin qiyməti bu cədvəldə göstərilmişdir.

5. *Hündürlüyüə görə düzəliş*. Məlumdur ki, ağırlıq qüvvəsinin qiyməti yerin radiusunun kvadratı ilə tərs mütənasibdir. Yer səthindəki "B" nöqtəsində cazibə qüvvəsinin qiyməti az, "A" nöqtəsində çox olmalıdır (şəkil 27). Yerin orta radiusu  $R=6371$  km-dir. Əgər ölçü nöqtəsi "h" hündürdədirsə, onda "h"-a görə düzəliş verilir. Əgər  $h/R$  çox kiçik ədəd olarsa, onda bu düzəliş nəzərə alınır. Hündürlüyüün hər metrində ağırlıq qüvvəsinin qiyməti 0,3086 mQal azalır. Hündürlüyüə görə düzəliş **Fay düzəlişi adlanır**.



Şəkil 27.

6. Ara laya görə düzəliş. Bu düzəliş müşahidə nöqtəsi ilə dəniz səviyyəsi arasında olan kütlənin cəzibəsini nəzərə alır.

Beşinci və altıncı düzəliş, yeni hündürlük və ara laya görə düzəlişlər birlikdə **Buge düzəlişi** adlanır. Onun düsturu aşağıdakı kimidir:

$$\Delta g_b = (0,3086 - 0,0419\sigma)h$$

#### 4.3. Qravimetriya məlumatlarının interpretasiyası

Qravimetriya məlumatlarının interpretasiyası (yozulması) Yerin maqnit sahəsinin interpretasiyasına oxşardır. Qravitasiya sahəsinin interpretasiyasının məqsədi yeraltı kütlənin (süxurların) sıxlıq (ağırlıq) əlamətinə görə paylanması təyin etməkdir.

Qravitasiya müşahidə məlumatlarının emalı və interpretasiyası iki mərhələdə aparılır.

1. **Cari emal işləri.** Bu mərhələdə məqsəd çöl müşahidə işlərinin yüksək səviyyədə və xətasız aparılmasına nəzarət etməkdən və profil boyu müşahidə nöqtələrində alınan məlumatları dayaq (istinad) nöqtəsində aparılmış ölçülərlə müqayisə etməkdən ibarətdir. Əvvəlcə sahədə normal qravitasiya sahəsi təyin edilir. Bu normal sahə iki cür tapıla bilir: birinci nəzəri hesablama yolu ilə, ikinci ölçü yolu ilə. Bunun üçün sahənin  $\Delta g_{orta}$  orta qiyməti tapılır.  $\Delta g_{orta}$ -nın təyin etmək üçün sahədə ölçülümiş ağırlıq qüvvəsinin cəmini  $\sum \Delta g_i$  müşahidə nöqtələrinin sayına ( $n$ ) böülürlər.

$$\Delta g_{orta} = \frac{\sum \Delta g_i}{n}$$

Bu qayda ilə hesablanmış ağırlıq qüvvəsinin qiyməti orta arifmetik qiymət adlanır.  $\Delta g_{orta}$  orta qiymətinə **sahəvi (yerli) fon** da deyilir. Bundan sonra ağırlıq qüvvəsinin anomaliyası hesablanır:

$$\Delta g_{anomaliya} = \Delta g_i - \Delta g_{orta}$$

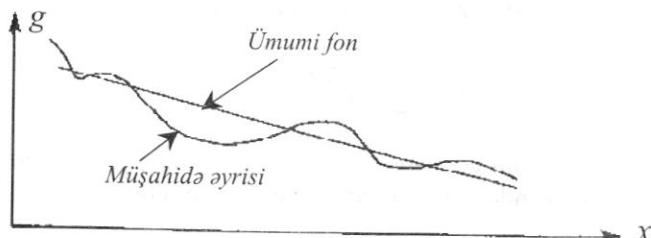
Burada  $\Delta g_i$ -ayırı-ayırı nöqtələrdə ölçülümiş ağırlıq qüvvəsinin qiymətidir.

Çöl müşahidə nöqtələrinin qiymətinə verilən düzəlişlərdə elektron hesablama maşınlarından istifadə olunur. Nəticədə Buge anomaliya xəritəsi tərtib edilir.

**2. Kamerallı emal işləri.** Çöl işləri qurtardıqdan sonra laboratoriya şəraitində emal işləri aparılır. Bu dövrdə relyefə görə düzəlişə və süxurların sıxlığının təyininə xüsusi diqqət yetirilir. Sonra statik hesablamalar aparılır, yəni xətalar təpilir və onun sahə boyu paylanması öyrənilir, xəritənin miqyası təyin edilir, müxtəlif qrafiklər qurulur və nəhayət yekun xəritəsi tərtib olunur. Bundan sonra yeraltı kütlənin sadələşdirilmiş modeli yaradılır, bu model üzərində nəzəri işlər aparılır və alınmış nəzəri nəticələr müşahidə qrafikləri ilə müqayisə edilir. Model elə seçilir ki, onun nəzəri nəticələri müşahidə qrafikləri ilə üst-üstə düşsün. Qeyri-uyğunsuzluq olduqda iterativ əməliyyat apararaq modelin parametrləri dəyişdirilir və yenidən qravitasiya sahəsi hesablanır. Yeraltı kütlənin formasından asılı olaraq alınan qravitasiya sahəsinə nəzər salaq.

Əvvəlcə kəşfiyyat sahəsinin qravitasiya fonu ( $g_{fon}$ ), sonra isə müşahidə nöqtəsində ölçülülmüş cazibə qüvvəsinin ( $g_{müs}$ ) qiyməti təyin edilir (Şəkil 28). Lokal qravitasiya anomaliyası bu iki qravitasiya sahəsinin (fon ilə qravitasiyanın müşahidə qiymətinin) fərqindən ibarətdir, yəni:

$$\Delta g_{\text{lokal}} = g_{\text{müs}} - g_{\text{fon}}$$



Şəkil 28

#### 4.4. Sferik kütlənin yaratdığı qravitasiya sahəsinin təyini

*Geologiyada yeraltı sferik kütlə dedikdə, antiklinal quruluş, diapir qırışığı, sinklinal quruluş və s. başa düşülür.* Belə bir geoloji quruluşların qravitasiya sahəsini hesablaşmaq üçün həmin quruluşları sadələşdirib sferik kütle kimi qəbul edirlər (şəkil 29).

Əvvəlcə düz geofiziki məsələni həll edək, yəni verilmiş sferik kütlənin parametrlərinə görə onun yaratdığı qravitasiya sahəsini hesablayaq. Sferik kütlənin yer səthində yaratdığı ağırlıq qüvvəsinin ifadəsi sadə şəkildə  $x=0$  nöqtəsində belədir:

$$\Delta g = f \frac{M}{Z^2}; \quad M = \frac{4}{3} \pi R^3 \sigma$$

Burada və şəkildə  $\Delta g$  - ağırlıq qüvvəsi,  $f$  - qravitasiya sabiti:  $6,67 \times 10^8 \text{ sm}^3/\text{s}^2$ ,  $M$ - sferanın kütləsi,  $R$ - sferanın radiusu,  $\sigma$ -onun sıxlığı,  $Z$  və  $h_1$  - sferanın mərkəzinin və səthinin dərinliyi, -,  $h_2$ -sferanın alt sərhəddinin dərinliyidir.

Bu düsturdan istifadə etməklə qravitasiya sahəsi hesablanır. Bu sahəni qrafik üsulla da tapmaq olar.

Əvvəlcə qravitasiya əyrisinin əlamətdar nöqtələrinin mənasını izah edək (şəkil 29).

$x=0$  olanda  $\Delta g$  maksimum olur ( $\Delta g_{\max}$ ).

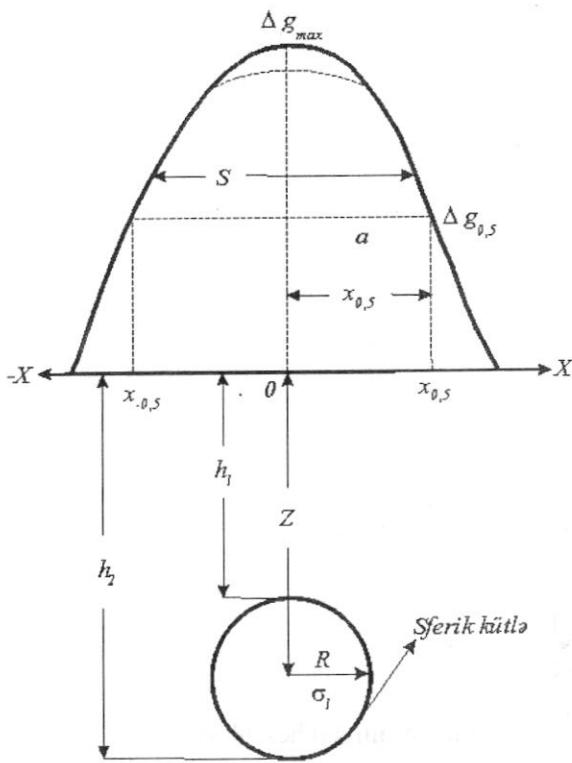
$\frac{\Delta g_{\max}}{2}$  - tənbölən-şəkildə "S" xətti.

Tənbölən xəttinin başlangıç və sonunun koordinatları  $-\frac{x}{2}, +\frac{x}{2}$  -dir.

$$x_{0,5} = \frac{S}{2} = \frac{1}{2} \Delta g_{\max}$$

Sferanın mərkəzinin yer üzərində proyeksiyasından keçən profilin hər hansı bir  $X$  nöqtəsində ağırlıq qüvvəsi belə teyin olunur.

$$\Delta g_x = fM \frac{Z}{(x^2 + Z^2)^{\frac{3}{2}}}$$



Şəkil 29.

Bütün profil boyu hər 100 m-dən bir ağırlıq qüvvəsini təyin etsək  $\Delta g$  əyrisini alarıq.

Tərs məsələnin həlli verilmiş  $\Delta g$  əyrisinə görə həll edilir. Çöllərinində cihazla ölçü nəticəsində alınmış əyriyə görə qravitasiya sahəsini yaradan kütlənin parametrləri belə təyin olunur.

Əvvəlcə sferanın dərinliyi Z- təyin edilir.

$$Z = \frac{X_{0,5}}{\sqrt[3]{4-1}}$$

Sonra sferanın kütləsi təyin edilir.

$$\Delta g_{\max} = f \frac{M}{Z^2}$$

düsturundan

$$M = \frac{\Delta g_{\max} \cdot Z^2}{f} = \frac{\Delta g_{\max}}{f} \cdot \frac{X_{0,5}^2}{\sqrt[3]{4-1}}$$

Bundan sonra radius tapılır.

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \sigma$$

ifadəsindən

$$R = \sqrt[3]{\frac{3M}{4\pi\sigma}}$$

Sonra isə sferanın dərinliyini hesablayırlar.

$$h_1 = Z - R$$

$$h_2 = Z + R$$

Göstərilən qayda ilə hesablama o vaxta qədər tekrar olunur ki,  $\Delta g$ -nin nəzəri qiyməti müşahidə nəticəsində alınan qiymətlərlə üst-üstə düşsün, yəni qurulmuş əyrilər bir-birini tekrar etməlidir. Bu bərabərliyi almaq lazımlı gələrsə, sferanın nəzəri parametrləri dəyişilir.

Sferanın səthinin dərinliyi  $h_1 = Z - R$  və sferanın alt sərhəddinin dərinliyi  $h_2 = Z + R$ . Bu hesablamalar program əsasında EHM-də hesablanır.

#### 4.5. Ağırılıq qüvvəsinin dərin quyu kəsilişində ölçülməsi

Dağ-mədən filiz yataqlarının daxilində və onun ətraf səxurlarında ağırılıq qüvvəsinin qiymətini və sıxlığı öyrənmək və Yer üzərində aparılmış qravitasiya ölçülərinin birmənalı interpretasiyası üçün quyu kəsilişli boyu ağırılıq qüvvəsinin qiymətinin ölçülməsi (qravikarotaj) mühüm məna kəsb edir. Bunun üçün xüsusi cihaz - qravimetrdən (QS-110) istifadə edilir [38].

Beləliklə, qravikarotaj ilə bir çox geoloji məsələnin həlli dəqiqlişdirilir. Səxurların sıxlığına görə litoloji stratiqrafik bölgülərin aparılması, neft-qaz və dağ-mədən filiz yataqlarının kəşfində və s. geniş istifadə edilir.

## 5. ELEKTRİK KƏŞFİYYATI

Elektrik cərəyanının kəşfi və onun yaratdığı sahənin öyrənilməsi ilə əlaqədar elektrik kəşfiyyat üsulu yaradılmışdır. Elektrik cərəyanının yaradılma tarixinə qısa nəzər salaq.

Mahud çubuqlarının yun parçaya sürtünməsindən çubuqlarda elektrik cərəyanının əmələ gəlməsi qədim zamanlardan məlum olmuşdur və bu məsələ ilə bir çox alımlar məşğul olmuşlar. Danimarka alimi Erstet 1820-ci ildə aşkar etmişdir ki, naqıldən cərəyan keçidkə maqnit sahəsi yaranır və induksiya hadisəsi baş verir. Sonra isə həmin ildə fransız alimi Amper icad etmişdir ki, əgər iki paralel naqıldən cərəyan axırsa bu naqillər bir-birini itəleyir və bunlar arasında qarşılıqlı mexaniki qüvvə yaranır. Bu qüvvə alimin adı ilə Amper adlandırılmışdır.

1831-ci ildə ingilis alimi Faradey isə naqıl maqnit sahəsini keşdikdə naqilde cərəyan yarandığını sübut etmişdir.

1860-ci ildə ingilis fiziki Maksvel naqıldə yaranan cərəyanın və maqnit sahəsinin riyazi düsturunu vermiş və bu tədqiqatları geniş inkişaf etdirmişdir. Maksvelin tənliyi sənayenin bütün sahələrində elektro-maqnit işlərində tətbiq edilmişdir.

1895-ci ildə rus alimi Popov naqilsiz elektromaqnit dalğalarının yayılmasını (ilk qəbuledicini), 1897-ci ildə bu dalğaların əvvəlcə 600 m-ə, sonra isə 5 km-ə, 901-ci ildə isə 150 km-ə qədər məsafədə qəbul edilməsini göstərmişdir.

1924-cü ildə isə rus alimi-fizik A.A.Petrovski elektrik cərəyanını ilk dəfə dağ-mədən sənayesində (Qazaxstanda) tətbiq etmişdir. Beləliklə, elektrik cərəyan sahəsinin öyrənilməsi və tətbiqi bir neçə inkişaf mərhələsi keçərək kəşfiyyat geofizikasında özünə mühüm yer tutmuşdur [22].

Bu üsul Yer daxilində təbii və səni yolla yaradılmış elektrik sahəsinin öyrənilməsinə əsaslanır. Təbii və səni elektrik cərəyanı dağ sükurlarının və faydalı qazıntı yataqlarının öyrənilməsində geniş istifadə edilir. Çünkü hər bir sükurun və ya faydalı qazıntı yatağının özünəməxsus elektrik sahəsi və elektrik keçirmə qabiliyyəti vardır. Sükurların elektrik keçirmə qabiliyyətini və müqavimətini təyin etmək üçün bir neçə üsuldan istifadə edirlər. **Birincisi** - dağ sükur nümunələrinin laboratoriya şəraitində elektrik keçiriciliyinin ölçüləsini göstərmək olar. **Ikinci** - layların elektrik keçiriciliyi təbii yatırı şəraitində, yerin üstündə müxtəlif üsullarla ölçülür. Bu üsula elektrik kəşfiyyatı

üsulu deyilir [22]. **Üçüncü -** dərin quyuda layların elektrik xüsusiyyətini öyrənən üsuldur [32]. Bu üsul **elekrokarotaj** adlanır. Bütün üslüllarda dağ səxurlarının və ya faydalı qazıntı yataqlarının xüsusi elektrik müqaviməti ölçülür. Xüsusi müqavimət  $\rho$  -  $1 \text{ m}^3$  dağ səxurunun elektrik cərəyanına göstərdiyi müqavimətdir. Bu müqavimət  $\text{Om.m-lə}$  ölçülür:

$$\rho_{xüs} = \frac{RS}{L}$$

Burada  $\rho_{xüs}$  - səxurun xüsusi elektrik müqaviməti,  $\text{Om.m}$ ;  
 $R$  - səxurun müqaviməti,  $\text{Om}$ ;  
 $S$  - səxurun en kəsiyi,  $\text{m}^2$ ;  
 $L$  - səxurun ölçüsü,  $\text{m}$ .

Dağ səxurlarının xüsusi müqaviməti onların mineral tərkibindən, strukturundan, temperaturundan asılıdır. Səxurlar öz xüsusi müqavimətinə görə bir neçə sinfə bölünürler:

**1. çox az və az müqavimətlə səxurlar.** Bu səxurlarda elektrik müqaviməti  $10^{-6}$ - $10^{-2}$   $\text{Om.m}$  olur (grafit, sulfidlər, titanomagнетit, ilmenit);

**2. orta müqavimətə malik səxurlar.** Bu səxurlarda müqavimət  $10^2$ - $10^6$   $\text{Om.m}$  olur (dəmir, boksit, xromit, serpantin, gil);

**3. elektrik müqaviməti böyük olan səxurlar.** Bu səxurlarda müqavimət  $10^4$ - $10^6$   $\text{Om.m}$  olur (daş, duz, qranit, bazalt);

**4. yüksək müqavimətə malik minerallar.** Bu səxurlarda müqavimət  $10^6$ - $10^{10}$   $\text{Om.m}$  olur (kvarts, gematit, limonit, anhidrid və b.);

**5. müqaviməti böyük qiymətə malik səxurlar.** Bu səxurlarda müqavimət  $10^{10}$ - $10^{14}$   $\text{Om.m}$  olur (almaz, çöl şpatı və b.);

**6. ən böyük müqavimətə malik minerallar** - izolyatorlardır, (küükürd, slyuda, karbonat səxurlar, xloridlər, neft və b.).

Səxurların xüsusi müqavimətini ölçməklə yer dərinliyində olan dayaq elektrik sərhədlərinin və onların kəsilişlərinin vəziyyəti təyin edilir, ayrı-ayrı litoloji qatların dərinliyini və nəhayət səxurların neft və qazlılığını müəyyən edirlər.

Quyu kəsilişində səxurların təbii elektrik sahəsi ölçülür ("PS).

Bundan başqa səxurların güman edilən elektrik müqaviməti də təyin edilir. Güman edilən müqavimət səxurların həqiqi müqavimətlərindən fərqlənir. Təbii elektrik sahəsi sulfid yataqlarının ətraf səxurlarla turşulaşması və dəmir filizlərinin bu səxurlarla reaksiyası nəticəsində

də əmələ gəlir. Bu cür yaranmış təbii elektrik sahəsindən elektrik kəşfiyyati işlərində geniş istifadə edilir.

Elektrik kəşfiyyat üsullarının müxtəlif növləri, modifikasiyaları vardır. Elektrik kəşfiyyatı istifadə edilən cərəyanın növündən asılı olaraq iki qrupa bölünür:

1. *sabit cərəyanlı elektrik kəşfiyyati,*
2. *dəyişən cərəyanlı elektrik kəşfiyyati.*

Dəyişən cərəyanlı elektrik kəşfiyyatı öz növbəsində **süni dəyişən cərəyan** və **təbii dəyişən cərəyan** növlərinə bölünür.

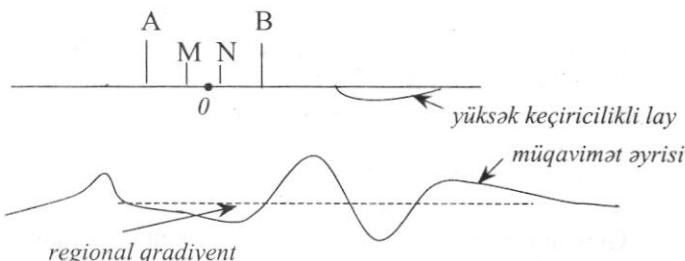
Cöl elektrik kəşfiyyatı işlərində xüsusi cihaz və avadanlıqlardan istifadə edilir. Bu cihazlar əsasən aşağıdakılardan ibarətdir:

1. *yerə cərəyan verən qidalandırıcı elektrodlar (AB);*
3. *ölçü elektrodları (MN);*
4. *elektrik mənbələri - generator, batareya, akkumulyator;*
5. *elektrik kəşfiyyat ölçü cihazı - elektrik kəşfiyyat stansiyaları.*

Qidalandırıcı AB və ölçü MN elektrodlarını Yer üzərində (profil xəttində) müxtəlif variantlarda birləşdirərək cöl elektrik kəşfiyyatı işləri müxtəlif metodika ilə aparılır.

### 5.1. Elektrik profilləmə üsulu

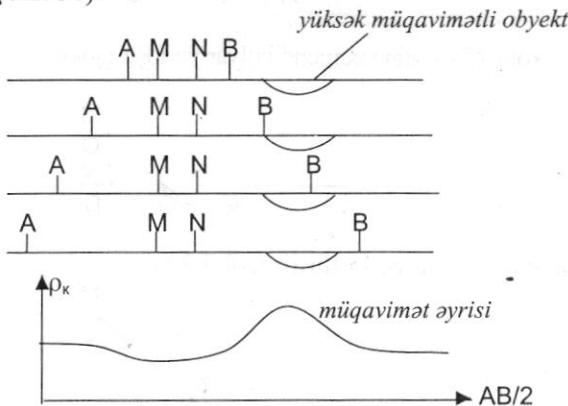
Bu üsul struktur məsələlərin həllində və dağ-mədən yataqlarının kəşfində istifadə olunur. Burada AB və MN elektrodları dəyişməz halda profil boyu hərəkət etdirilir və hər dayanacaqdə ölçü götürülür. Güman edilən elektrik müqaviməti profil boyu mütəmadi ölçülür. Ölçü nəticəsində alınmış müqavimət əyrisi şəkil 30-da göstərilmişdir. Burada yüksək keçiriciliyə malik lay müqavimət əyrisində öz əksini tapmışdır.



Şəkil 30

## 5.2. Şaquli elektrik zondlama üsulu (ŞEZ)

Bu üsul Yer daxilində olan elektrik keçirici layların qalınlığının təyinində, yüksək müqavimətə malik yeraltı kütlələrin axtarışında geniş tətbiq olunur. Yer qabığında kristallik fundamentin öyrənilməsində bu üsulun böyük əhəmiyyəti vardır. Adətən yüksək müqavimətli layların xəritəyə alınması ŞEZ üsulu ilə həyata keçirilir. Üsuldan yeraltı suların və onların minerallaşma səviyyəsinin öyrənilməsində də istifadə edilir (K.S. Qumarov). Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, ölçü elektrodları MN arasında məsafə sabit saxlanılır və profil boyu dəyişilmir. Ancaq cərəyan verici AB elektrodları simmetriklərən əzələnmişdir. Cərəyan verici elektrodlar (AB) arasında məsafə artıqca cərəyanın yerə daxil olma dərinliyi də artır. MN elektrodları arasında müqavimətin bu üsulla ölçülməsi şaquli zondlama ölçü işlərini əsasını təşkil edir (şəkil 31).



Şəkil 31.

## 5.3. Dipol elektrik zondlama üsulu (DEZ)

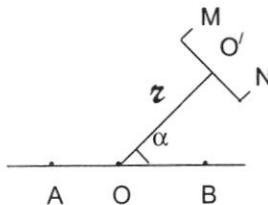
Elektrik keçiriciliyinə malik olan layların xəritələnməsində, onların yatım bucağının təyinində və dənizdə elektrik keşfiyyatı işlərində DEZ üsulu geniş istifadə edilir. Dipol elektrik qurğuları bu üsulda müxtəlif formada yaradılır:

MN elektrodları bir-birindən çox da uzaq olmayan məsafədə yerləşdirilir və beləliklə dipol yaradılır. Bu dipol cərəyan verici AB elektrodlar xəttinə görə müxtəlif istiqamətdə yerləşdirilir. AB xəttinin orta

nöqtəsi ilə dipolun mərkəzi arasındaki məsafə  $OO'$  dipolun radiusu  $r$  adlandırılır.  $MN$  elektrodlarında aparılmış ölçü isə  $r/2$  nöqtəsinə aid olunur. Dipolların qarşılıqlı vəziyyətinə görə müxtəlif növ dipol qurğuları mövcuddur:

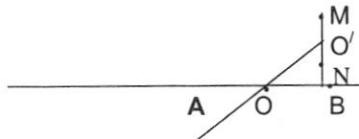
1. Ən geniş yayılmış azimuthal ölçü sistemi. Bu halda radius xətti  $r$   $AB$  xətti ilə müəyyən  $\alpha$  bucağı təşkil edir, dipol xətti  $MN$  isə radiusa perpendikulyar olur. Ölçü isə radiusun ortasına aid edilir (şəkil 32 a).

a)



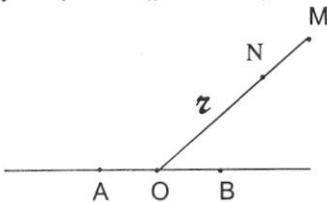
2. İkinci halda  $MN$  dipol xətti  $AB$  xəttinə perpendikulyar yerləşir (şəkil 32 b).

b)



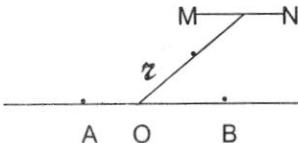
1. Dipol xətti radiusun davamında yerləşdirilir (şəkil 32 c).

c)



2. Dipol xətti AV elektrodu xəttinə paralel yerləşdirilir (şəkil 32 ç).

ç)

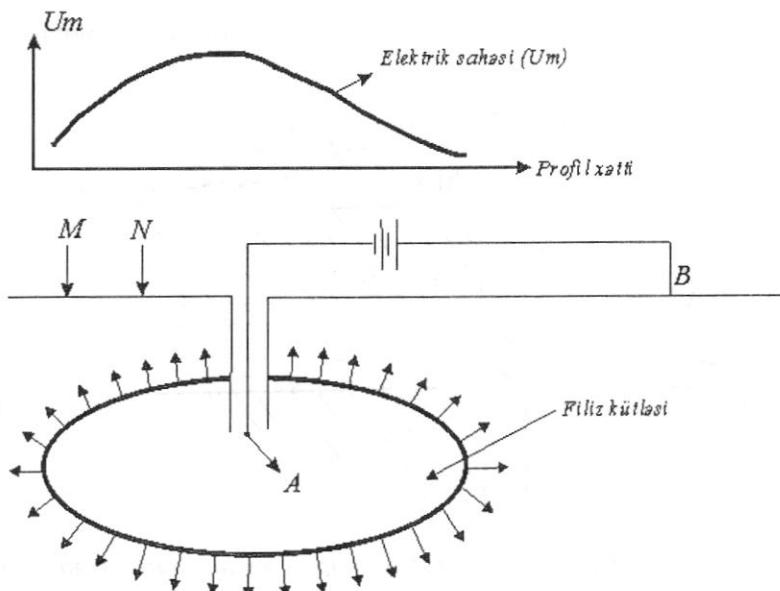


*Şəkil 32.*

Dipol üsulunun üstün cəhətləri çoxdur. Burada uzun elektrik xətti tələb olunmur, səthi effektin mənfi təsiri azalır, az vaxtda böyük sahə öyrənilir. DEZ üsulunun interpretasiyası ŞEZ kimidir. Çatışmamazlığı ondan ibarətdir ki, güclü cərəyan mənbələri tələb olunur.

#### 5.4. Elektrikləşdirilmiş kütlə üsulu

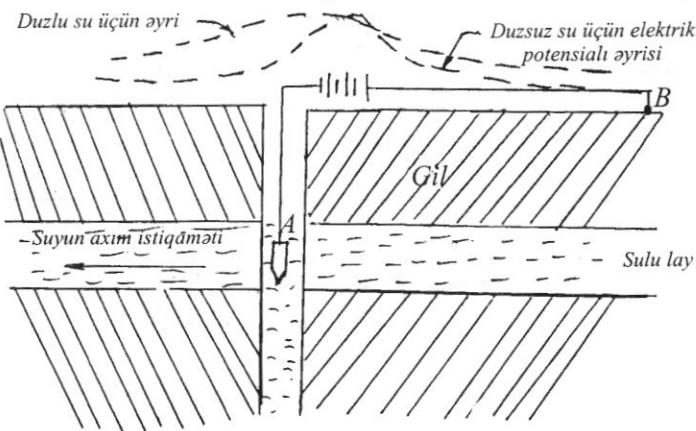
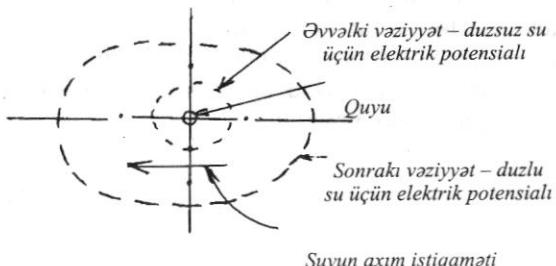
Dağ-mədən filiz yataqlarının axtarışında və məlum filiz yataqlarının ölçülərinin və sərhədlərinin təyinində elektrik kəşfiyyatından istifadə edirlər. Belə kütlələrin təyini üçün A elektrodu filiz üzərində (içərisində) oturdulur. Bunun üçün qazma quyusundan istifadə edirlər. B elektrodunu isə uzaq məsafədə yerləşdirirlər. Bu elektrodun təsiri yox dərəcəsində olmalıdır.



Şəkil 33.

A elektrodunu filiz kütləsi ilə birləşdirməklə filiz yatağı elektrikləşdirilir. Yer səthində isə elektrikləşdirilmiş filiz kütləsinin elektrik sahəsini profillər boyu ölçürlər və beləliklə elektrikləşdirilmiş kütlənin formasını və ölçülərini təyin edirlər (şəkil 33).

Bu üsulla filiz mədəninin yer üzərində (planda) vəziyyətini təyin edirlər. Sulfid, maqnetit, qrafit yataqları bu üsulla aşkar edilir. Onun köməyi ilə tektonik qırılmaları və filiz mədənlərinin morfologiyasını yaxşı öyrənmək olur.



*Şəkil 34. Elektrikləşmiş kütlə üsulu ilə su yataqlarının öyrənilməsi.*

Elektrikləşmiş kütlə üsulundan su yataqlarının öyrənilməsində də istifadə edirlər. Şirin su yataqlarını, onların hüdudlarını, suyun axma istiqamətini və axma sürətini təyin edirlər. Bu üsulun mahiyyəti ondan

ibarətdir ki, su layına duz vurulur (onun minerallaşma dərəcəsini artırırlar) və həmin layın qarşısında A elektrodunu yerləşdirməklə onu elektrikləşdirirlər. Yer səthində isə ölçülər lay suyunun duzlaşdırılmasından əvvəl və sonra aparılır (şəkil 34). Sonra bu iki hal üçün ayrılıqda elektrik sahəsinin xəritəsi qurulur. Su axarı istiqamətində duzlu lay üçün elektrik sahəsinin genişlənməsi müşahidə olunur. Beləliklə suyun axma istiqaməti və onun sürəti təyin edilir.

### 5.5. Radiodalğalarla şüalandırma üsulu

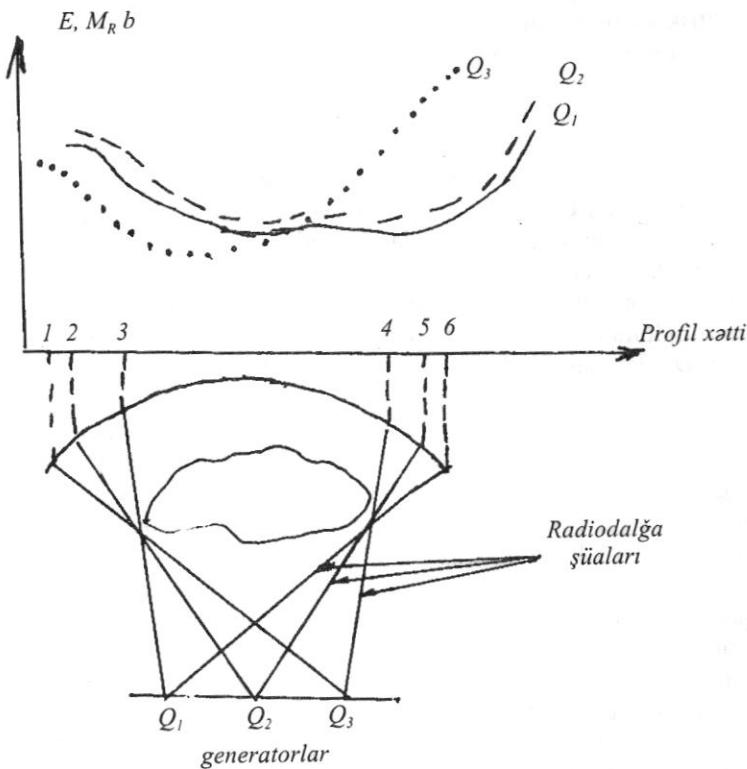
Müasir elektrik kəşfiyyat üsullarından biri olan radiodalğa üsulunda MN və AB elektrodlarından istifadə edilmir. Burada geoloji kəşfiyyat məqsədi ilə radiodalğaldan istifadə edilir. Əgər radiodalğalar filiz yatağından keçərsə, o filiz mədənini aşkar etməyə imkan verər. Əgər ayrı-ayrı profillər boyu yataqdan keçmiş radiodalğaların yer üzərində amplitudunu ölçsək, elektrik keçiriciliyə malik olan hər hansı kütlə və ya filiz olan sahələrdə bu dalğaların amplitudunun anomal dəyişməsi müşahidə ediləcəkdir.

Bu üsul dağ səxurlarında radiodalğaların udulmasına əsaslanmışdır. Əgər filiz yatağı iki qazma quyusu arasında və ya şaxta ilə yer səthi arasında yerləşmişsə, onda şüalandırma üsulundan istifadə edərək elektrik keçiriciliyinə malik olan bu yatağı radiodalğaların anomal udulması ilə aşkar etmək mümkündür (şəkil 35).

Şəkildən göründüyü kimi, yüksək radiodalğa enerjisini udma qabiliyyətinə malik filiz yataqlarını müxtəlif nöqtələrdən  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$  mənbələri ilə şüalandırsaq, yer səthində dalğanın intensivliyi filiz yatağının ölçülərindən asılı olaraq anomal dəyişəcəkdir. Yer səthində bu dəyişikliklər şüalandırma bucağından asılı olaraq müxtəlif ölçüdə qeyd ediləcəkdir.  $Q_1$  mənbəyindən şüalandırılan filiz kütləsinin yer üzərində çıxışı 3-6 nöqtələri arasında,  $Q_2$  mənbəyindən 2-5,  $Q_3$  mənbəyindən isə 1-4 nöqtələr arası məsafədə qeyd ediləcəkdir (şəkil 35). Uyğun olaraq, həmin nöqtələr arası intervalda radiodalğanın anomaliyası yerləşəcəkdir.

Radiodalğa şüalandırma üsulu müxtəlif variantlarda tətbiq edilir. Birinci variantda radioverici (dalğa mənbəyi) şaxtada yerləşdirilir, müşahidələr isə yer üzərində aparılır. İkinci variantda – quyulararası şüalandırmada – quyuların birində radioverici cihaz, o birində isə radioqəbuledici cihaz yerləşdirilir. Üçüncü variantda radioverilişi stan-

siyalardan dalğa mənbəyi kimi istifadə edərək, yeraltı şaxtada elektromaqnit sahəsinin gərginliyini ölçürlər. Bütün bu işlərdə yüksək tezlikli (100 kilohersdən 10 meqahersə qədər) elektromaqnit sahə-sindən istifadə edilir.



*Şəkil 35.*

## 6. SEYSMİK KƏŞFIYYAT ÜSULU

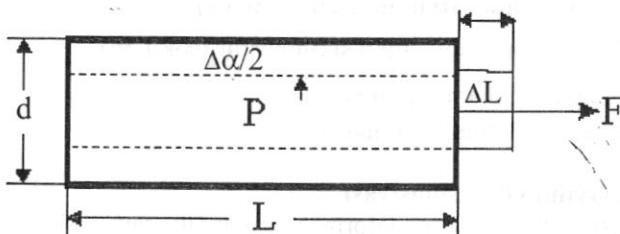
Geofiziki metodlar arasında seysmik kəşfiyyat üsulu xüsusi yer tutur. Bu kəşfiyyat üsulu süni və təbii yolla yaranan seysmik dalğaların yerin daxili qatlarında yayılmasının sistemli şəkildə öyrənilməsinə əsaslanır [20]. Təbii dalğa mənbələrinə zəlzələlər, sürüşmələr və vulkan püşkürmələri aiddir. Süni dalğa mənbəyinə isə dayaz quyularda və yerin səthində edilən partlayışlar və sınaq partlayışları aiddir. Seysmik dalğalar səxurlarda baş verən elastiki deformasiya nəticəsində yaranır.

### 6.1. Səxurların elastiki xassələri

Elastiki deformasiya nədir?

Əgər cisim xarici qüvvə təsirindən formasını dəyişirse və qüvvəni yox etdikdə cisim əvvəlki formasını alırsa, buna elastiki deformasiya deyilir. Deformasiya iki cür olur: elastik və plastik deformasiya. Əgər xarici qüvvə kəsildikdən sonra cisim əvvəlki vəziyyətini almırsa, buna **plastik deformasiya** deyilir. Dağ səxurlarına qüvvə təsir etdikdə iki cür deformasiya baş verir [20, 30 və b.].

#### 1. Uzununa genişlənmə (deformasiya).



*Şəkil 36.*

Cismə xarici qüvvə ( $F$ ) təsir etdikdə en kəsiyi ( $d$ ) azalır, uzunluğu ( $L$ ) isə çoxalır (şəkil 36).  $L$  boyunca uzanma **uzununa deformasiya**

və ya **həcmi deformasiya** adlanır. Hüq qanununa görə gərginlik qüvvəsi  $P$  ilə  $F$  deformasiya qüvvəsi düz mütənasibdir. Uzanmanın cismin uzunluğununa nisbəti  $(\frac{\Delta L}{L})$  - **nisbi uzanma** adlanır.

$$\Delta L = aP, \quad \Delta d = bP.$$

Burada **a** və **b** mütənasiblik əmsalıdır.

Cisin uzanmasına və ya sıxılmasına göstərilən müqavimətə **E-Yunq modulu** və ya **uzununa genişlənmə əmsalı** deyilir. Belə ki,

$$\frac{\Delta L}{L} = \frac{aP}{L}.$$

Buradan  $\frac{a}{L} = \frac{1}{E}$  qəbul etsək,  $E = \frac{1}{\frac{a}{L}}$ .

Bir çox sükurlar üçün Yunq modulu  $E=10^{11}-10^{12}$  dina/sm olur.  
 $1 \text{ dina} = 1 \text{ q sm/s}^2$ .

### **2. Nisbi eninə sıxılma (deformasiya)**

$\frac{\Delta d}{d}$  - cismin nisbi eninə sıxılmasıdır (şəkil 36).

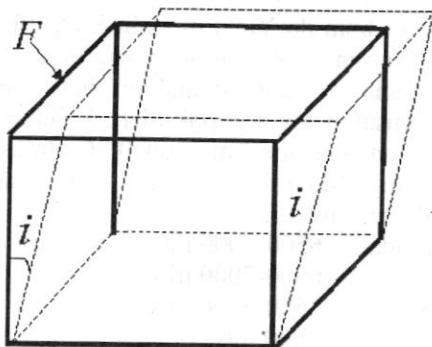
d - sükürün diametri və ya eni,

$\Delta d$ - cismin eninə sıxılmasıdır.

### **3. Əyilmə deformasiyası**

Cisimlərdə əyilmə deformasiyası maili, tanğensial qüvvənin  $F$  təsirindən əmələ gəlir. Əyilmə deformasiyasında cisimlərin tərəfləri arasında bucaq dəyişmələri baş verir (şəkil 36<sup>a</sup>).

Əyilmə deformasiyası eninə dalğaları, uzununa deformasiya uzununa dalğaları yaradır. Uzununa dalğalar istənilən mühitdə (bərk, maye, qaz) yaranır və yayılı bilir. Eninə dalğalar yalnız bərk mühitdə yayılır, mayelərdə isə yayılmır.

Şəkil 36<sup>a</sup>.

Dağ səxurlarında eyni vaxtda uzununa və eninə dalğalar yayılabilir. Eninə dalğaların sürəti nisbətən az olur.

$$V_p = 1,7 V_s$$

Burada  $V_s$ - eninə dalğanın,  $V_p$  isə uzununa dalğanın yayılma sürətidir.

Seysmik dalğaların dağ səxurlarında yayılma sürəti əsasən səxurların sıxlığından, mineral tərkibindən və struktur, tekstur və s. xassələrindən asılıdır.

#### 4. Puasson əmsali

Puasson əmsalının təyini üçün nisbi uzanmadan ( $\frac{\Delta L}{L}$ ) və nisbi eni-nə sıxılmadan ( $\frac{\Delta d}{d}$ ) istifadə edilir. Səxurun eninə sıxılmasının uzununa genişlənməyə nisbətinə **Puasson əmsali** deyilir.

$$\frac{\Delta d}{d} \cdot \frac{\Delta L}{L} = \sigma$$

Puasson əmsali  $\sigma$  dağ səxurlarının fiziki, kollektor xassələrini və onların neft və qazla doymasını xarakterizə edən bir kəmiyyətdir. Puas-

son əmsalının qiyməti 0,5-dən böyük olmur. Orta hesabla  $\sigma = 0,25$ . Həm Puasson əmsalı  $\sigma$ , həm də Yunq modulu E elastiklik sabitləridir. Bu ədədlər cisimlərin forma və ölçülərindən asılı olmur.

Süxurlarda uzununa və eninə dalğaların sürəti məlum olduqda onlar üçün Puasson əmsalını təyin etmək olar. Abşeron yarımadasının neftli laylarında Puasson əmsalının qiyməti 0,36 olmuşdur ( $V_p=2580$  m/s,  $V_s=1200$  m/s) [6]. Müxtəlif süxurlar üçün uzununa dalğanın yayılma sürəti aşağıda verilmişdir:

vulkan süxurlarında	- 6500-7000 m/s;
qranit	- 6000-7000 m/s;
metaformik süxur	- 3500-6500 m/s;
dolomit-əhəngdaşları	- 6000 m/s;
qumdaşı	- 1500-2000 m/s;
gil layında	- 1200-2500 m/s.

Dalğa sürəti dərin quyularda seysmik karotaj üsulu, laboratoriya şəraitində isə skleroskop, seysmoskop cihazlarının köməyi ilə təyin edilir. Bundan başqa, əks olan və sinan dalğaların hodoqraflarından istifadə edərək dalğanın yayılma sürəti təyin edilir. Bu sürətlərə **effektiv sürət** deyilir.

## 6.2. Quyu seysmik tədqiqatları

Çöl seysmik kəşfiyyat məlumatlarının interpretasiyasının dəqiqliyi seysmik dalğaların yayılma sürətindən çox asılıdır. Bu asılılıq kvadratik və daha çox olur. Belə ki, sürətin təyini zamanı 10 m/s qədər xətaya yol verdikdə, seysmik kəsiliş və struktur xəritələr qurarkən 100 m və daha artıq səhvə yol verilir. Odur ki, seysmik kəşfiyyat işlərində sürətin tə'yininə xüsusi diqqət verilir.

Seysmik dalğa sürətinin qiyməti seysmik karotaj (SK) üsulu ilə, ilkin gəlışlərlə daha dəqiq tə'yin edilir. Sürətin bu üsul ilə tə'yininin çox böyük üstünlükleri vardır. Bunlardan ən başlıcası ölçmənin yer daxilində layların təbii yatım şəraitində aparılmasından ibarətdir. Azərbaycanın quru və dəniz kəşfiyyat sahələrində bu məqsədlə 200-dən çox dərin quyuda SK işləri aparılmışdır və bu işlərin aparılmasında müxtəlif quyu seysmik müşahidə üsullarından istifadə edilmişdir. Bunlardan düz və çevrilmiş SK, dinamiki SK, akustik karotaj (AK) və ən geniş yayılmış şaquli seysmik profilləmə (SSP) işlərini göstərmək olar. Bir çox fərqli xüsusiyyətləri olmasına baxmayaraq, bu üsulların

$\alpha$  - dalğanın ortalama amplitüsüdir.

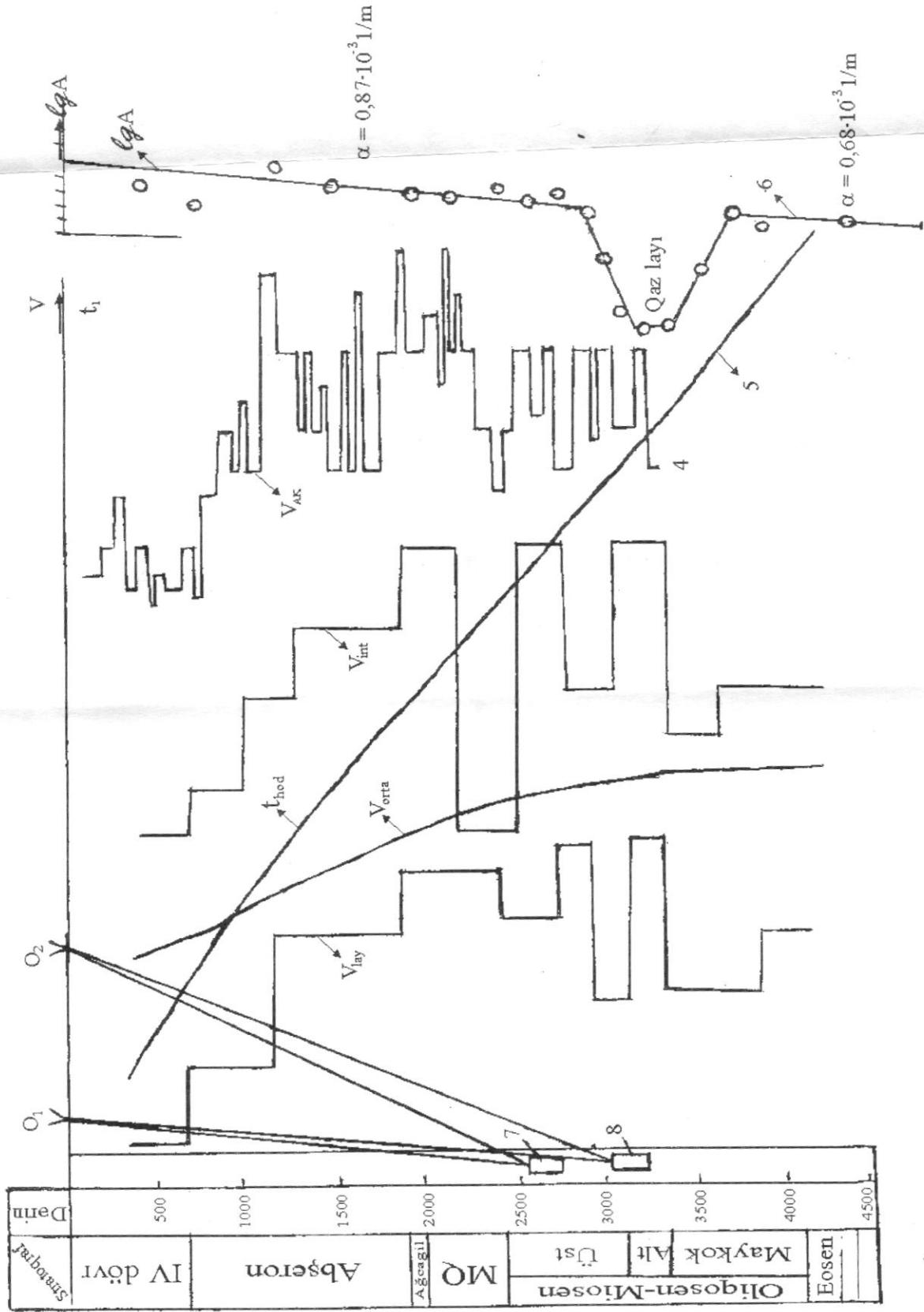
A<sub>1</sub> ve A<sub>2</sub> - uygun olaray intervalin başlangıcından ve sonundan dalğan amplitüdünü ifade ederler.

O<sub>1</sub> ve O<sub>2</sub> - partiyaların meşaiyerini ifade ederler.

6 - amplitud draftedi (dalğanın təzhiyi 30 Hz, Qazax-Mammediyə şəhəsi), 7, 8 - əyvun seysmik 1, 2, 3, 4 - ləy stirratı, orta stirrat, interval stirrat, AK stirrat draftedikləri, 5 - əyvun həddərəs.

draftkələr, Zərdab şəhəsi.

Səkil 37. Dərin əyvun seysmik karotus işlərinə təyyin edilən seysmik dalğanın stirratı



əksəriyyətini ümumiləşdirən bir cəhət vardır. Bu, seysmik qəbuledicinin quyuda, partlayış məntəqəsinin isə yer səthində yerləşdirilməsindən ibarətdir. Bu metodika uzun müddət dəyişməz qalmışdır.

ŞSP üsulu meydana gələnə qədər ən çox istifadə olunan üsul düz seysmik karotaj olmuşdur. Düz SK üsulunda yer səthində yaradılmış dalğalar quyu kəsilişi boyu yayılıraq hər 10-25 m-dən bir yerləşdirilmiş seysmik qəbuledicini hərəkət etdirməklə seysmik siqnal qeyd edilir. Quyu seysmik qəbuledicisinin yerləşdiyi dərinliyin ( $H$ ) qiymətini dalğanın bu nöqtəyə gəlib-çatma vaxtına ( $t$ ) bölməklə həmin nöqtə (lay) üçün seysmik dalğa sür'əti təyin edilir (şəkil 37).

Əgər yer üzərindəki partlayış nöqtəsi quyu ağızından uzaqda yerləşibsə, dalğanın qəbulediciyə gəlib-çatma vaxtına ( $t$ ) düzəliş verilir və bu vaxt şaquli vaxta görürülür. Beləliklə, bütün quyu kəsilişi boyu seysmik dalğanın sür'əti təyin edilir.

Düz SK işlərinin əsas nəticəsi dalğanın quyuda qeyd edilmə vaxtının dərinlikdən asılılığını xarakterizə edən qrafikdir:  $t=f(H)$ . Bu qrafikə **şaquli hodoqraf** deyilir.

Qeyd etdiyimiz kimi, əgər hodoqraf quyu ağızından uzaqda yerləşən partlayış nöqtəsindən (şəkil 37-də  $O_2$  nöqtəsi) gələn dalğalar əsasında qurulubsa, bu hodoqrafa düzəliş verilir və o şaquli hodoqraf halına götürürlər. Bunun üçün quyu içerisinde hər bir nöqtə dalğanın qeyd edilmə vaxtına (müşahidə vaxtına) aşağıdakı ifadədən istifadə edərək düzəliş verilir:

$$t_{\text{düzəliş}} = t_{\text{müş}} \frac{H}{\sqrt{H^2 + X^2}}$$

Burada

$t_{\text{müş}}$  – quyuda müşahidə edilmiş zaman;

$H$  – qeydiyyat nöqtəsinin dərinliyi;

$X$  – partlayış nöqtəsindən quyu ağızına qədər olan məsafə;

$t_{\text{düzəliş}}$  – düzəldilmiş zaman vaxtıdır.

Müşahidə nöqtələrində alınmış zaman vaxtına düzəliş verdikdən sonra quyu kəsilişi boyu orta sür'ət qrafiki qurulur. Yer səthindən seysmik qəbulediciyə qədər olan hissəni bircinsli qat kimi qəbul edərək təyin edilen sür'ətə **orta sürət** deyilir. Orta sür'ət sadə düsturla təyin edilir:

$$V_{orta} = \frac{H}{t_{düz}}$$

Orta sürət əyrisindən əsasən zaman seysmik kəsilişlərindən əks etdirici və sindirici sərhədlərin dərinliyini və bu dərinliklərin profil boyu dəyişməsini təyin etmək üçün geniş istifadə edilir. Sonra isə interval sürətləri təyin olunur, interval sürət qrafiki qurulur və interval sürətinin quyu boyu 50, 100 m-dən bir dəyişməsi öyrənilir. İnterval süreti

$$V_{int} = \frac{\Delta H}{\Delta t}$$

İfadəsi ilə təyin edilir.

Burada

$\Delta H$  – seçilmiş interval;

$\Delta t$  – hər interval arası zaman fərqidir.

Seysmik keşfiyyatda ən çox istifadə olunan lay ( $V_{lay}$ ) sür'ətidir. Lay sür'ətində  $\Delta H$ -ın qiyməti öyrəndiyimiz layın qalınlığına bərabər olur. Əgər laylarda sürət bir-birindən kəskin fərqlənirsə, bu, şaquli hodoqrafda öz əksini göstərir. Çünkü lay sür'ətinin qiymətindən asılı olaraq şaquli hodoqrafın meylliliyi dəyişilir. Hodoqrafda olan zaman dəyişmələrinə görə geoloji kəsiliş seysmik laylara bölünür.

Yuxarıda qeyd edilən sür'ət dəyişmələri Zərdab sahəsinin dərin quyuşusu timsalında şəkil 37-də verilmişdir.

Düz SK-nın əksi olan çevrilmiş SK işlərində partlayış məntəqəsi ilə seysmik qəbuledicinin yeri dəyişdirilir. Yəni qəbuledicilər yer səthində müəyyən profil boyu düzülür, partlayış işləri isə quyuda müəyyən addımla aparılır. Quyu içərisində partlayış işlərinin aparılması bir çox problemlər yaratdığı üçün bu üsulun tətbiqi geniş yayılmamışdır.

Son vaxtlar quyu kəsilişini təşkil edən sükurların sürət xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi ilə yanaşı seysmik dalğanın amplitud (dinamik) dəyişmələri və udulma əmsali da təyin edilir. Bu parametrlərin təyini

dinamik seysmik karotaj (DSK) üsulu ilə daha dəqiq həyata keçirilir [6,41]. Bunun üçün quyu kəsilişi boyu dalğa amplitudunun dəyişmə əyrisi qurulur ( $A=f(H)$ ). Bu amplitud əyrisindən istifadə edərək müxtəlif laylarda dalğanın udulma əmsalı ( $\alpha$ ) təyin edilir:

$$\alpha = \frac{I}{\Delta H} \lg \frac{A_2}{A_1}$$

Burada

$\Delta H$  – quyu kəsilişində öyrəndiyimiz intervaldır.

DSK əsasında neft və qaz layları quyu kəsilişində daha aydın seçilir, çünki onlar yüksək udma qabiliyyətinə malikdirlər. Neft və qaz laylarında dalğa enerjisinin udulma əmsalı ətraf sükurlara nisbətən 10 dəfəyə qədər çox olur.

Şəkil 37-də Qazax-Məmmədtəpə sahəsinin quyusunda amplitudun dəyişmə qrafiki verilmişdir. Bu qrafikdə qazla doymuş Xadum horizontu amplitudun kəskin azalması ilə səciyyələnir.

1937-ci ildən bu günə qədər tətbiq edilmiş quyu seysmik müşahidə üsulları içərisində ən geniş vüsət tapanı şaquli seysmik profiləmədir (ŞSP). Bu üsulla dalğanın nəinki ilkin, hətta növbəti gəlişlərini də qeyd etmək mümkün olur. Yerüstü müşahidələrdən fərqli olaraq ŞSP üsulu real mühitdə seysmik dalğaların əmələgəlmə və yayılma proseslərini və həmçinin dalğa sahəsinin formalşmasını müşahidə etməyə və öyrənməyə imkan verir. ŞSP-də hər bir sərhəddən əksolma və sıurma proseslərini daha aydın izləmək mümkündür. Bu üsulun üstünlüyü ondadır ki, o, kəsilişi təkcə quyu xətti boyu deyil, həmçinin quyu ətrafi sahəni də (3 km-ə qədər) öyrənməyə imkan verir.

Beləliklə, ŞSP vasitəsilə dalğa sahəsinin harada və necə baş verdiyini izləmək, burada müxtəlif növ dalğaların və mühitin qeyri-bircinsiliyinin nə kimi rol oynadığını müəyyənləşdirmək mümkün olur. Bundan əlavə əksetdirici və sindirici sərhədlərin xassələrinin, mürəkkəb quruluşlu strukturların, onların tağ hissələrinin vəziyyətinin, layların pazlaşma zonalarının və rif qurumlarının öyrənilməsində ŞSP üsulinun böyük əhəmiyyəti vardır. Sadalanan faktlar isə neft-qaz kəşfiyyatının səmərəliliyinin artırılmasına kömək edir.

Yüksək tezlikli elastiki dalğaların yayılma sürətinin öyrənilməsində isə akustik karotaj (AK) üsulundan istifadə edilir. Belə növ dalğa-

lardan istifadə etməklə kiçik qalınlıqlı (5-10 m) layların sürət xüsusiyyətlərini və udulma əmsalını öyrənmək mümkündür. AK-nin digər seysmik karotaj üsullarından fərqli cəhəti ondadır ki, burada qəbuledici və dalğa mənbəyi quyuda yerləşdirilir. Belə ki, quyuya içərisində bir-birindən 2-3 m aralı iki qəbuledici və onlardan 2-5 m aralı dalğa mənbəyi yerləşdirilmiş zond buraxılır. AK-nin iki əsas modifikasiyası mövcuddur: **sürətə və sənməyə görə AK**. Birincidə üçelementli zondu quyu boyu aşağıdan yuxarıya doğru hərəkət etdirərək, qəbuledicilər arasında dalğanın gəlmə vaxtlarının fərqi –  $\Delta t$  qeyd edilir. Yəni üçelementli zonda akustik dalğaların vahid S məsafəsini keçmə vaxtı

$$\Delta t = \frac{I}{V} = \frac{t_2 - t_1}{S} \text{ mks/m}$$

ölçülür. AK məlumatlarına görə əsasən aşağıdakı məsələlər həll edilir:

- dağ səxurlarında elastiki dalğaların yayılma sürətinin təyini;
- məsaməlilik növünün və əmsalının təyini;
- səxurların kollektor və doyumluluq xarakterinin təyini.

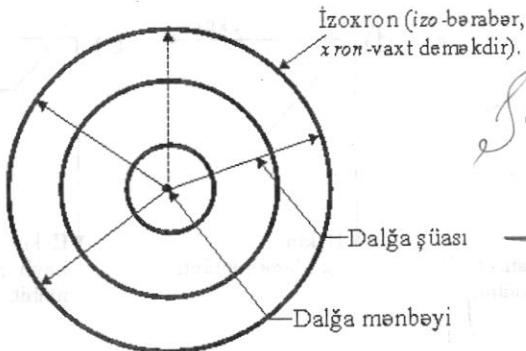
Yuxarıda deyilənləri əyani görmək üçün Zərdab sahəsinin quysunda aparılan SK və AK işləri nəticəsində qurulmuş sürət qrafiklərinin müqayisəsinə baxaq. Şəkil 37-dən görünür ki, Abşeron mərtəbəsində bu qiymətlər uyğun olaraq artur. Məhsuldar qat çöküntülərinin aşağısında isə sürətlərin azalaraq bir-birini təsdiqləməsi görünür. Onu da qeyd edək ki, adətən quyu kəsilişi boyu AK və SK vasitəsilə təyin edilən lay sürətlərinin qiymətləri bəzən üst-üstə düşmür. Buna səbəb bu metodlarda istifadə edilən dalğaların tezliklərinin kəskin fərqli olmasıdır. Belə ki, AK işlərində 10-75 kHz ultrasəs tezlikli dalgalardan istifadə edildiyi halda, SK işlərində 30-60 Hz tezlikli elastik dalgalardan istifadə olunur. Bundan əlavə, ölçmələrin müxtəlif avadanlıqlarla aparılması, səxurların heterogenliyi, sürət dispersiyası, qazmada istifadə olunan məhlulun laya daxil olması və s. amillər buna səbəb olur.

Quyu seysmik kəşfiyyat məlumatlarının müasir EHM-lərdə hesablanması üçün müxtəlif alqoritm və proqramlar tərtib edilmişdir ki, bunlardan istifadə edərək seysmik yazıların emal və təhlili avtomatlaşdırılmış və alınan nəticələrin yüksək səviyyəyə malik olması təmin edilmişdir.

### 6.3. Geoloji mühitdə sürət modelləri

Dərinlikdən asılı olaraq seysmik dalğanın geoloji mühitdə yayılması mühitin litoloji xassəsindən və səxurların çökmə qanuna uyğunluğundan asılı olaraq müxtəlif olur. Geoloji mühit iki cür olur: **bircinsli izotrop mühit və qeyri-bircinsli anizotrop mühit**.

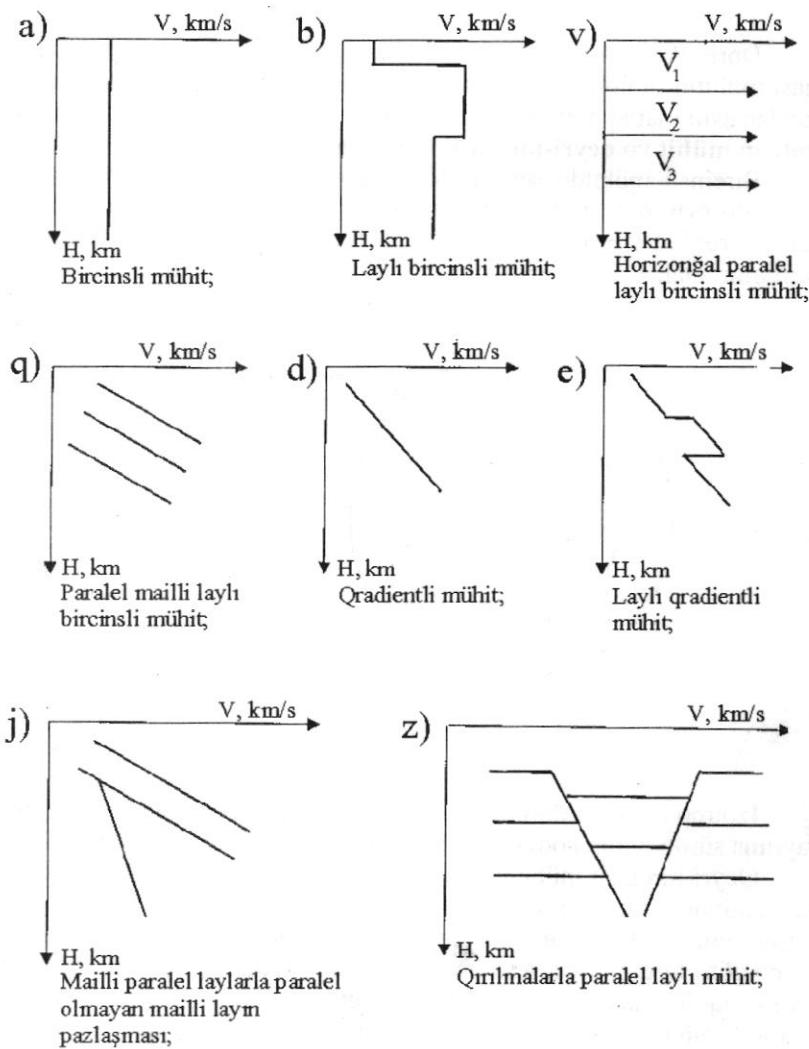
Bircinsli mühitdə seysmik dalğanın yayılma süresi bütün istiqamətlərdə eyni olur. Belə mühit izotrop adlanır. Izotrop mühitdə dalğanın izoxronları konsentrik çevreler şəklində, dalğanın şüaları isə düzxətli olur. Dalğa şüaları izoxronlara perpendikulyar çəkilir (şəkil 38).



Şəkil 38.

Izotrop mühitdə dərinlikdən asılı sürət qrafiki dəyişilmir, dalğanın yayılma süresi bütün nöqtələrdə bir-birinə bərabər olur (şəkil 39 a).

Qeyri-bircinsli mühitdə seysmik dalğanın yayılma süresi müxtəlif istiqamətlərdə müxtəlif olur. Belə mühit **anizotrop mühit** adlanır. Anizotrop mühitdə horizontal və şaquli istiqamətdə yayılan dalğalar sürətlərinə görə fərqlənirlər. Adətən horizontal istiqamətdə yayılan dalğanın sürəti şaquli istiqamətdə yayılan dalğanın sürətindən böyük olur. Anizotropik mühitdə dalğa izoxronları konsentrik çevre olmayaraq sürətdən asılı olaraq bu və ya digər tərəife meyl edir. Uyğun olaraq seysmik dalğa şüası da düzxətli olmur, izoxrona uyğun olaraq istiqamətini dəyişir.



*Şəkil 39. Geoloji mühitdə sürət modelinin növləri.*

Bircinsli laylı mühitdə laylar bir-birindən sürətə görə fərqlənirlər, lakin hər lay daxilində dalğa sürəti dəyişmir ( $V=\text{const}$  olur) (şəkil 39 b). Belə laylı mühitdə laylanma paralel və ya mailli ola bilər (şəkil 39 v, q).

Qradiyentli və laylı qradiyentli mühitlər şəkil 39 d, e-də göstərilmişdir. Bu növ mühitlərə təbiətdə çox rast gəlinir.

Yer qabığında başqa növ sürət modellərinə də rast gəlmək olur: paralel olmayan pazlaşan lay və ya qırılmalarla müşahidə olunan paralel laylı mühit (şəkil 39 j, z).

#### 6.4. Seysmik dalğa növləri

Hər hansı mühitdə yayılan seysmik dalğalar seysmik sərhədə rast gəldikdə eks olunur, ikinci laya keçir və ya sınaraq lay boyu yayılırlar.

Seysmik kəşfiyatda istifadə olunan dalğa növləri bunlardır:

1. **uzununa dalğa** (P) – mühitin hissəcikləri dalğanın yayılma istiqamətində rəqsli hərəkət edirlər;

2. **eninə dalğa** (S) - hissəciklər dalğanın yayılma istiqamətinə perpendikulyar rəqsli hərəkət edirlər;

3. **səthi dalğa** (R) - şəquli müstəvidə hissəciklər ellipsoidal rəqsli hərəkət edirlər;

4. **Lyava dalğası** L - yer səthində hissəciklər horizontal trayektoriyada rəqsli hərəkət edirlər.

Şəkil 40-da dalğa növləri və onların yayılma trayektoriyası sxematik verilmişdir.

Dalğaların sinifləri aşağıdakılardır:

1. Uzununa düz dalğalar (P). Bu tip dalğalar partlayış-qəbul mənətəqələri arası məsafədə düz yayılırlar, eks olmaya, sınmaya məruz qalmırlar.

2. eks olan dalğa  $P_1P_1$ ;

3. sinan dalğa  $P_1P_2P_1$ ;

3. növünü dəyişən dalğalar  $P \rightarrow P_s$ ;

5. refraksiya dalğaları  $P_{\text{ref}}$ ;

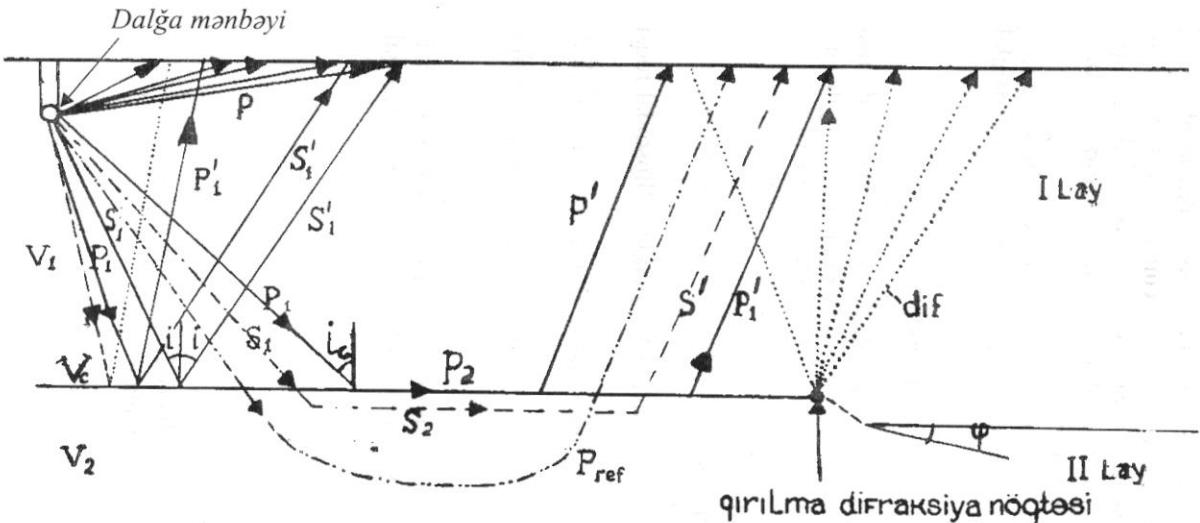
1. difraksiya dalğaları  $R_{\text{dif}}$ .

P işarəsindəki indeks dalğanın hansı layda yayılmasını göstərir.

Şəkil 41-də müxtəlif tip sinan dalğaların yer üzərində profil boyu qeyd edilməsi göstərilmişdir.

## Şəkil 2

88



**Şəkil 40. Müxtəlif növlü dalğaların yayılma trayektoriyası.**

P – uzununa düz dalğalar;

$P_1S_1$  – düşən dalğalar;

$P'_1S'_1$  – qalxan dalğalar;

$P_1P'_1$  və  $S_1S'_1$  – eks olunan dalğalar;

$P_2S_2$  – sürüsən dalğalar;

$P_1P_2P'_1$  – sinan uzununa dalğalar;

$S_1S_2S'_1$  – sinan eninə dalğalar;

$P_1S'_1$  – dəyişən eks olan dalğalar;

$P_{ref}$  – refraksiya dalğaları;

$V_1, V_2$  – I və II laylarda dalğa sürəti;

i – düşmə bucağı;

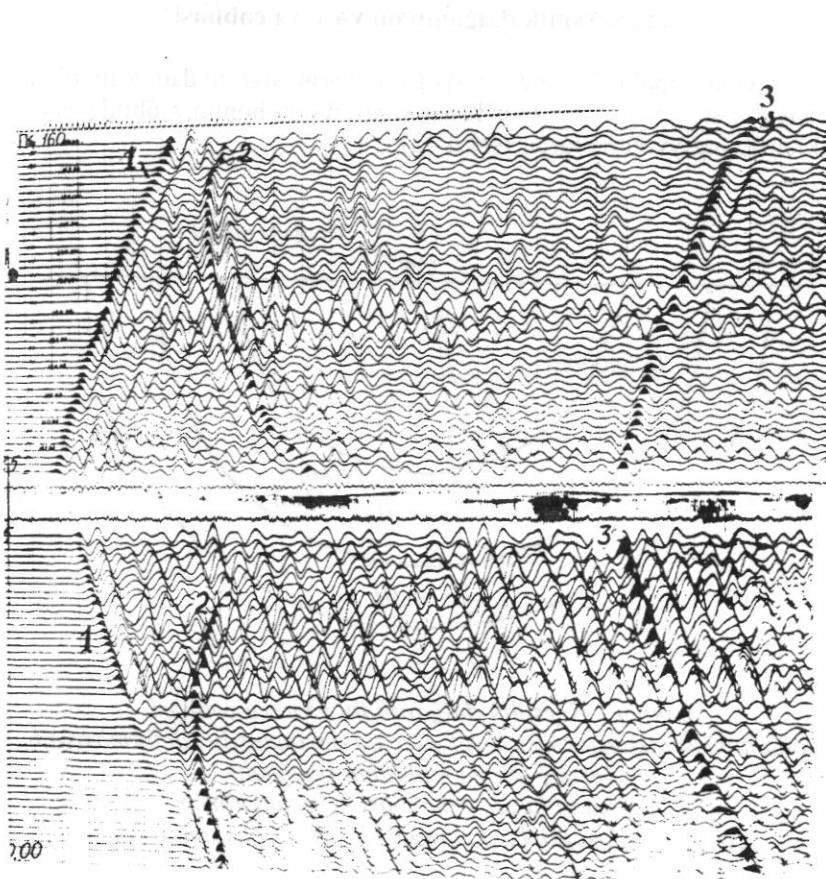
$i'$  – eks olunma bucağı ( $i = i'$ );

$i_{sin}$  – dalğanın sinma bucağı ( $i_{sin} = \arctg V_1/V_2$ );

$\varphi$  – layın yatım bucağı;

$V_s$  – sərhəd sürəti;

dif – difraksiya dalğaları

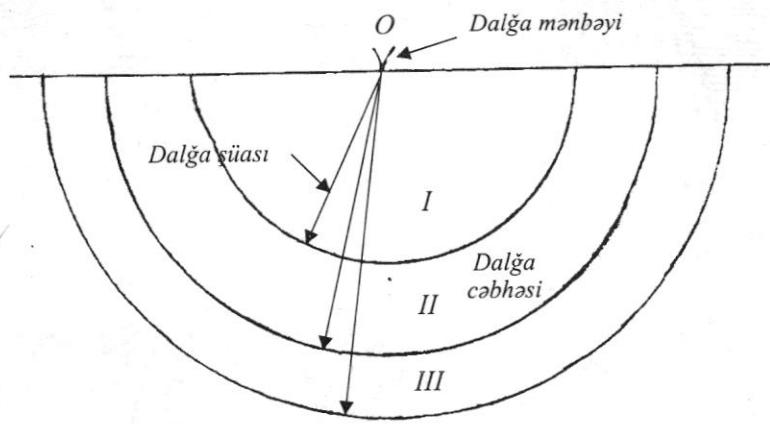


**Şəkil 41. Uzununa və eninə sinan və difraksiya dalğalarının profil boyu yazılışı**  
 (Buxara-Xivə neft-qazlı rayonu).

- 1 – sinan uzununa dalğalar ( $P_1P_2P_1$ );
- 2 – difraksiya dalğaları;
- 3 – sinan eninə dalğalar ( $S_1S_2S_1$ ).

### 6.5. Seysmik dalğanın ön və arxa cəbhəsi

Geoloji mühitdə yaranan dalğa layların sıxlığından asılı olaraq müəyyən sürətlə yayılır. Hər hansı vaxt anında həmin mühitdə hissəciklər üç vəziyyətdə olurlar (şəkil 42).



*Şəkil 42. Seysmik dalğanın ön və arxa cəbhəsi.*

I zonada hissəciklərin rəqsi hərəkəti artıq dayanmışdır, deformasiya baş vermiş, dalğa mühitdən keçmişdir.

II zonada hissəciklər rəqsi hərəkətdədirlər.

III zonada hissəciklər hələ rəqsi hərəkətə başlamamışlar.

I zona ilə II zonanı ayıran səthə **dalğanın arxa cəbhəsi** deyilir. II zona ilə III zonanı bir-birindən ayıran səthə **dalğanın ön cəbhəsi** deyilir. Vaxt keçdikcə dalğa cəbhələri öz yerlərinə döyişirlər. Bu dəyişmə dalğanın yayılma istiqamətində dalğa şüası boyunca olur. Dəyişmənin sürəti dalğanın mühitdə yayılma sürətinə bərabər olur. Qradiyent mühitdə dalğa şüası əyri trayektoriyaya malik olur. Dalğanın sürəti, dalğa uzunluğu və onun periodu bir-biri ilə aşağıdakı kimi əlaqədədirlər:

$$\lambda = VT = \frac{V}{f}; \quad T = \frac{1}{f}; \quad T = \frac{\lambda}{V}.$$

Burada  $\lambda$  - dalğanın uzunluğu,  
 V- onun yayılma sürəti,  
 T - periodu,  
 f - tezliyidir.

### 6.6. Dalğanın amplitudunun azalma səbəbləri

Seysmik dalğa geoloji mühitdə yayıldıqca məsafədən asılı olaraq onun enerjisi və amplitudu azalır. Buna aşağıdakılardır səbəb olur:

1. **dalğa seysmik sərhədə düşdükdə** bir neçə dalğa növüne ayrılır və enerjisinin bir hissəsini itirir.

2. **həndəsi aralanma.** Bircinsli mühitdə dalğa izoxronlar (konsentrik çevrələr) üzrə yayılır. Seysmik şüalar isə mənbədən başlayaraq bu konsentrik çevrələrə perpendikulyar istiqamətdə olurlar (Şəkil 42,43). İki qonşu şüa arasında dalğanın enerjisi sabit qalsa da, dərinliyə getdikcə və ya məsafə artıqca şüalarası sahə genişlənir. Bu genişlənmə məsafənin kvadrati ilə düz mütənasibdir. Beləliklə hər kvadrat metr sahəyə düşən dalğa enerjisi məsafə artıqca azalır. Şəkildən göründüyü kimi hər kvadrat metr AB səthinə düşən dalğa enerjisi hər kvadrat metr A' B' səthinə düşən enerjidən azdır. Bu azalma radiusun ( $OA^n$ ,  $OB^n$ ) kvadratı ( $R^2$ ) ilə mütənasib olduğundan mənbədən uzaqlaşdıqca seysmik dalğanın amplitudu azalır. Bu hadisəyə məsafəyə görə **dalğanın sönməsi** deyilir.

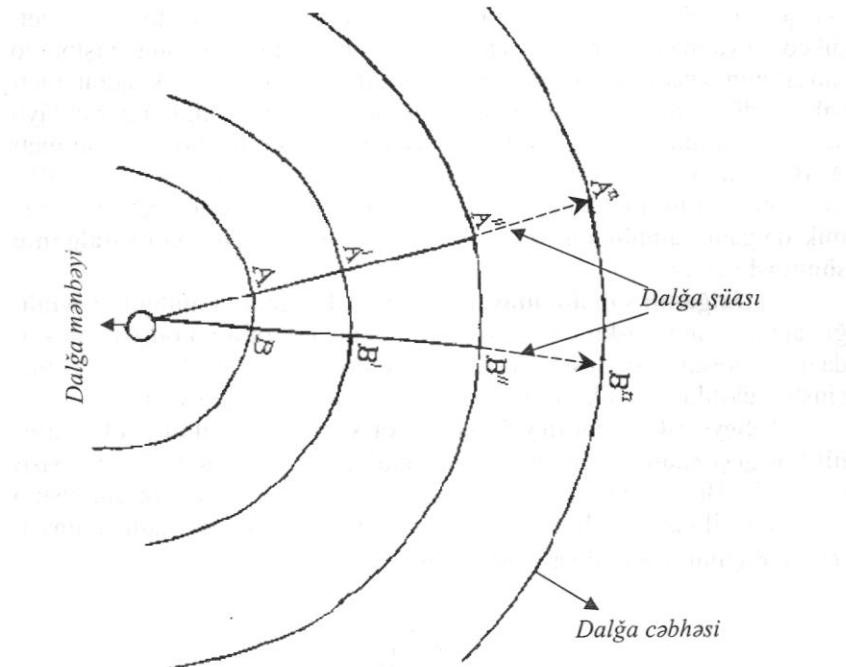
3. **Dalğanın səpələnməsi.** Seysmik dalğa geoloji mühitdə yayıldığı zaman mühiti təşkil edən sūxurların dənəciklərinə və onların arasında olan məsamələrə rast gəlir. Ona görə də seysmik dalğa bu qeyri-bircinsli mühitdən keçidkə səpələnir, onun enerjisi və amplitudu azalır.

4. **Seysmik dalğa qeyri-elastik xassəyə malik olan geoloji mühitdən geçərkən** bu mühitdə onun udulması (amplitudunun azalması) baş verir. Bu udulma dalğa enerjisinin əsas etibarilə istilik enerjisine çevriləməsi ilə izah edilir [11]. Dalğa enerjisinin azalması udulma əmsali ( $\alpha$ ) ilə ölçülür. Bu ifadə aşağıdakı kimidir:

$$\alpha = \frac{I}{R} \ln \frac{A_2}{A_1}$$

Burada  $\alpha$ - dalğa amplitudunun azalması (udulma əmsali),  $A_1$  və  $A_2$  - birinci və ikinci nöqtələrdə dalğanın amplitudu,  $R$ - iki nöqtə arasındakı məsafədir.

Dalğa enerjisinin və amplitudunun neft və qazla doymuş kollektörlarda ətraf laylara nisbətən anomal (4-5 dəfə) azalmasına əsaslanaraq birbaşa kəşfiyyat üsulları yaradılmışdır. Neft və qaz laylarında dalğanın anomal udulması ilk dəfə Azərbaycan neft və qaz yataqları timsalında müəyyən edilmişdir. Belə ki, Qala-Buzovna yatağında neftlə doymuş kollektorda seysmik dalğanın udulma əmsali  $(5,5-9) \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ , qazla doymuş kollektorda  $1,4 \times 10^{-2} \text{ m}^{-1}$  olduğu halda, su ilə doymuş kollektorda (Gödək-Boz) azalaraq  $0,28 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$ , Qazax-Məmmədtəpə sahəsindəki su layında  $0,78 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1}$  olmuşdur [6, 41].



*Şəkil 43. Şüalar arası sahənin məsafə artıqca genişlənməsi, dalğa amplitudunun azalması.*

## 6.7. Əks olan və sınan dalğa üsulları

Seysmik kəşfiyyat işlərinin əsasını iki başlıca üsul təşkil edir. Bunlar əks olan dalğa üsulu (ƏDÜ) və sınan dalğa üsuludur (SDÜ) [2, 8, 20, 31]. Bu üsulları təkmilləşdirərək seysmik kəşfiyyatın bir çox modifikasiyaları yaradılmışdır. Bunlardan ən geniş yayılanı ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN), dərin seysmik zondlama (DSZ), mühəndis və mədən seysmik kəşfiyyatı, dəniz seysmik kəşfiyyatı və b. üsullardır [11, 14, 30]. Seysmik kəşfiyyat üsullarının ən çox inkişaf edəni üçölçülü seysmik kəşfiyyat üsuludur.

Əks olunan dalgalardan istifadə edən üsul geniş tətbiq sahəsi ilə yanaşı yüksək inkişaf səviyyəsinə çatmışdır. Sınan dalğa üsulu isə az inkişaf etmişdir. Sınan dalğa üsulu elmi-tədqiqat işlərində və birbaşa neft-qaz axtarışında, rif və rifəbənzər qalxımların kəşfiyyatında istifadə edilir.

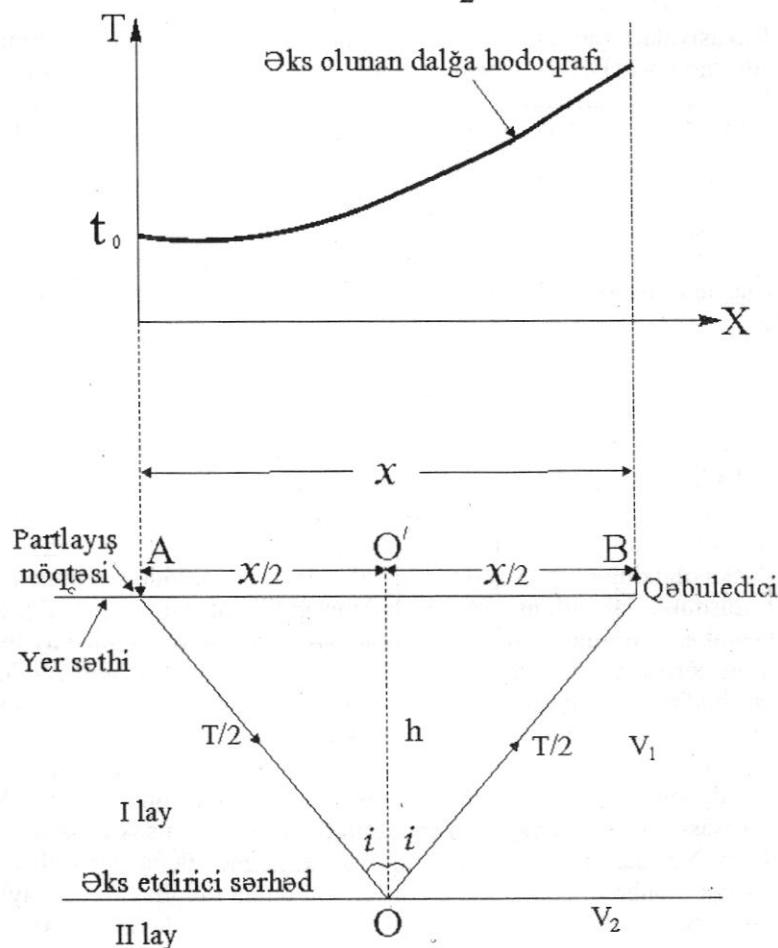
### 6.7.1. Əks olan dalğa üsulu (ƏDÜ)

Əks olan dalğa üsulunun ilk yaradıcıları 1917-1919-cu illərdə Amerikada Fessenden R.A. və Karcer J.S. olmuşlar. Bunlardan xəbərsiz 1923-cü ildə Rusiyada Vayutski V.S. bu üsulu yaratmışdır. Bu alimlər ilk dəfə olaraq isbat etmişlər ki, işıq şüası hər hansı bir səthə düşərək əks olunduğu kimi seysmik dalğalar da yer daxilində seysmik sərhədə düşdükdə əks olunur və yer səthinə gəlib çatırlar. Yer daxilində bir-birindən sıxlığına, litoloji tərkibinə və sesymik dalğanın yayılma sürətinə görə fərqlənən laylar arasında seysmik sərhədlər mövcuddur. Bu sərhədlərdən gil-qum, qum-əhəngdaşı, metomorf süxurlar sərhədlərini və s. göstərmək olar. Seysmik dalğaları zəif əks etdirən sərhədlər timsalında neft-su, qaz-su-neft kontaktlarını göstərmək olar.

Dalğanın yayılma sürətinə görə bir-birindən fərqlənən iki lay ( $V_1$  və  $V_2$ ) arası sərhəddən əks olan dalğanın həndəsi sxemi şəkil 44-də verilmişdir. Yer daxilində seysmik dalğanın yayılması üçün yer səthində səni dalğa mənbəyindən istifadə edirlər. Bu dalğa mənbəyini partlayış, zərbə və ya titrəyiş üsulları vasitəsilə yaradırlar. A partlayış nöqtəsində yaranan seysmik dalğa laylar arası sərhədin  $O$  nöqtəsindən əks olunaraq  $B$  nöqtəsində qeyd edilir. AOB nöqtələri arasında dalğanın gəlmə vaxtı  $T$  olsa, AO və OB məsafəsinə sərf olunan vaxt  $T/2$ -yə bərabər olur. Laylar horizontal yatıldığı üçün düşmə və qayıtma

bucaqları  $i$ -yə bərabər olacaq və  $AO=OB$  bərabərliyi alınacaqdır.  $O'$  nöqtəsinin yer üzərində proyeksiyası  $O'$  isə  $AB$  xəttini tam iki hissəyə böləcəkdir.

$$AO' = O'B = \frac{x}{2}$$



*Şəkil 44. Əks olunan seysmik dalğanın həndəsi sxemi.*

Belə olduqda AO məsafəsinə AOO' üçbucağından tapmaq olar:

$$AO = \sqrt{h^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2}.$$

Burada  $h=OO'$ .

AO və OB bir-birinə bərabər olduğundan

$AOB = 2\sqrt{h^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2}$  olacaqdır. Onda AOB məsafəsinə sərf olunan vaxt

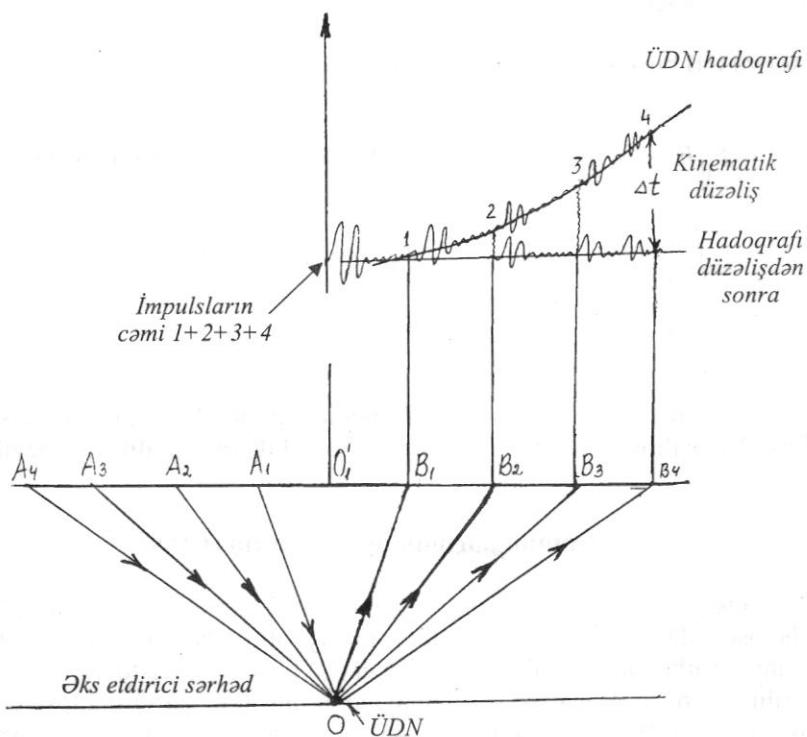
$$T_{AOB} = \frac{2\sqrt{h^2 + \left(\frac{x}{2}\right)^2}}{V_1} = \frac{\sqrt{4h^2 + x^2}}{V_1} \text{ olacaqdır.}$$

Alınan tənlikdə  $x$ -a müxtəlif qiymət versək,  $T$  vaxtının  $x$  məsafəsindən asılılıq qrafikini alarıq. Bu qrafikə **dalğanın hodoqrafi** deyilir (şəkil 44).

### 6.7.2. Ümumi dərinlik nöqtəsi üsulu (ÜDN)

Əks olan dalğa üsulunun ən geniş yayılmış növü ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN) üsuludur. Bu üsulun mahiyyəti ondan ibarətdir ki, əks olunma sərhəddi üzərində bir nöqtədən ( $O$ ) kəsiliş təkrar-təkrar şüalanırlı. Belə ki,  $A_1$  partlayış mənbəyindən düşən dalğa  $O$  nöqtəsindən əks olunaraq  $B_1$  nöqtəsində (şəkil 45),  $A_2$  partlayış mənbəyindən çıxan seysmik dalğa həmin  $O$  nöqtəsindən əks olunaraq  $B_2$  nöqtəsində və sonra  $A_3, A_4, \dots, A_n$  partlayış mənbələrindən çıxan seysmik dalğalar uyğun olaraq  $B_3, B_4, \dots, B_n$  nöqtələrində yazılır. Yazılan dalğaların əks olunma nöqtəsi eyni olsa da, onların yer səthinə gəlib çatma vaxtı müxtəlif olur, hodoqrafları isə hiperbola təşkil edir. Əgər məsafəni nəzərə alaraq dalğanın qeyd olunma vaxtına kinematik düzəliş versək, düzxətti ÜDN hodoqrafi alınacaqdır (şəklo bax). Kinematik düzəlişdən sonra 1, 2, 3 və 4 impulslarını toplasaq alınan ümumi impuls qüvvət-lənəcəkdir. İmpulsların toplanması lazımsız xaotik seysmik yazıları və təkrar əksolunmaları zəiflədəcəkdir.

Faydalı eks olan dalğalar cəmləşdirildikdə onların amplitudu  $\sqrt{n}$  qədər artacaq ( $n$ - eksolunmaların sayıdır), qeyri-müntəzəm manə dalğalar toplandıqda isə onların amplitudu  $\sqrt{n}$  qədər azalacaqdır. Beləliklə bütün profil boyu göstərilən qayda ilə müşahidə apararaq yüksək keyfiyyətli vaxt kəsilişləri əldə olunur.



*Şəkil 45. ÜDN üsulunda seysmik dalğaların həndəsi sxemi.*

### 6.7.3. Sınan dalğa üsulu (SDÜ)

Sınan dalğa üsulu 1919-cu ildə alman alimi L.Mintrop tərəfindən yaradılmışdır. Sonradan bu üsul Rusiyada akademik A.Q. Qambursevin rəhbərliyi ilə inkişaf etdirilmişdir [14].

Əks olan dalğalar kimini sinan dalğalar da bir-birindən sıxlığına görə fərqlənən iki mühit arasında əmələ gelir. Lakin sinan dalğaların çox fərqli təbiəti və yayılma trayektoriyası vardır. Geoloji mühitdə sinan dalğaların yaranması üçün əsas iki şərt vacibdir. Bunlardan birincisi ondan ibarətdir ki, birinci laya nisbətən ikinci layda seysmik dalğanın yayılma sürəti mütləq böyük olmalıdır ( $V_2 > V_1$ ). Əks halda sinan (sürüşən) dalğa yaranır. İkinci şərt ondan ibarətdir ki, böhran bucağından sonra sinan dalğanının yayılma istiqaməti ikinci sərhəd boyunca olsun (şəkil 46). Beləliklə, sinan dalğanının əmələ gəlməsi üçün  $\sin i = \frac{V_1}{V_2}$  olmalıdır ( $i$  – böhran bucağıdır).

Bu şərt ödənilidikdə sinan dalğa sindirici sərhəd boyu sürüşür. İkinci sərhəddə dalğanın sürəti böyük olduğu üçün B nöqtəsinə sinan dalğa düz dalğadan (OB-ni qabaqlayaraq) tez çatır, yəni  $t_{OAB} < t_{OB}$ . Bu sinan dalğanının əmələ gəlməsi üçün əsas şərtdən biridir. Odur ki, yer səthində  $x_1, x_2, \dots, x_n$  nöqtələrində sinan dalğalar başqa dalğalara nisbətən tez qeyd edilir.

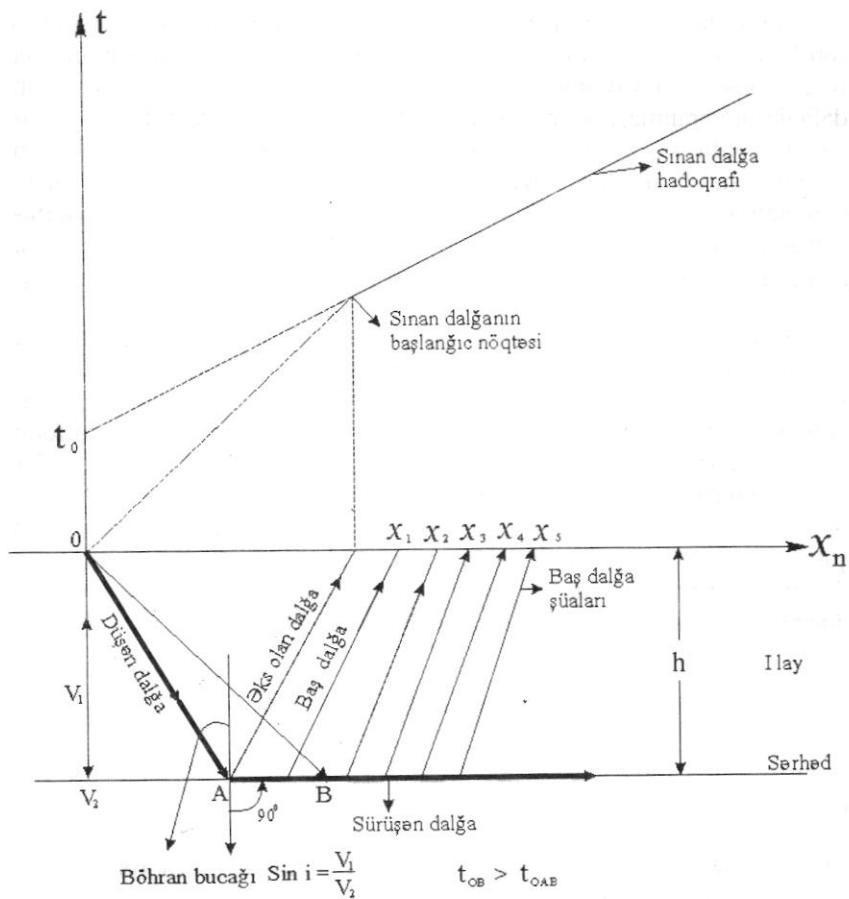
Qəbuledicilər partlayış nöqtəsindən uzaqlaşdıqca dalğanın gəlib çatma vaxtı çoxalır. Sinan dalğanın qeyd olunma vaxtı t əsas etibarilə ikinci və birinci ləylarda dalğanın yayılma sürətindən və sindirici layın dərinliyindən asılıdır. Profil boyu dalğanın gəlib çatma vaxtı aşağıdakı tənliklə ifadə olunur.

$$t = \frac{x}{V_2} + \frac{2h}{V_1} \cos i$$

Burada   
 **$h$**  – sindirici sərhədin dərinliyi,  
 **$x$**  – dalğa mənbəyi-qəbuledici məsafə,  
 **$V_2$**  – sindirici sərhəddə sinan dalğanının yayılma sürəti,  
 **$V_1$**  – birinci layda dalğa sürəti.

Sindirici sərhədin horizontal yatırımda sinan dalğanının gəlib çatma vaxtının məsafədən asılılığı hodoqrafi düzxətli olur (şəkil 46).

Beləliklə, düşən dalğa böhran bucağından sonra sinaraq sərhəd boyu sürüşən dalğa yaradır. Sərhəd boyu sürüşən dalğa isə öz növbəsində dalğa mənbəyi kimi yeni dalğalar yaradır. Həmin bu dalğalar “baş dalğalar adlanır və yer səthində qeyd olunurlar.



#### 6.7.4. Sinan dalğanın yayılma sürətinin və sindirici sərhədin dərinliyinin təyini

Sindirici sərhədin dərinliyini və sinan dalğanın yayılma sürətini təyin etmək üçün sinan dalğanın hodoqrafından istifadə edilir. Bunun üçün azı iki kəsişən sinan dalğa hodoqrafinin olması vacibdir. Kəsişən müxtəlif istiqamətdən eyni sindirici sərhəddə sinan dalğaları qeyd edib onların hodoqraflarını qururlar (Şəkil 47<sup>a</sup>), yəni  $O_1$  partlayış nöqtəsin-

dən alınmış sınmış dalğaları  $O_2$  nöqtəsində,  $O_2$  nöqtəsindən əmələ gəlmış sınan dalğaları isə  $O_1$  nöqtəsində qeyd edirlər. Hər iki partlayış mənbəyindən yaranmış sınan dalğaların yolu bir-birinə bərabər olduğundan, onların  $O_1$  və  $O_2$  nöqtələrinə gəlmə vaxtı  $T_1$  və  $T_2$  eyni olmalıdır.  $T_1$  və  $T_2$  nöqtələrinə qarşılıqlı əlaqə nöqtələri deyilir.

Seysmik dalğaların hodoqraflarının qarşılıqlı əlaqə nöqtəsindəki T zaman vaxtından istifadə edərək  $x$  nöqtələrində sindirici sərhədin dərinliyi tapılır. Əvvəlcə sınan dalğaların sərhəd boyu yayılma sürətini hesablayırlar. Bunun üçün profilin hər bir nöqtəsində qeyd edilmiş sınan dalğaların gəlib çatma vaxtinin fərqiinə T vaxtını əlavə etməklə zaman fərqi hodoqrafi  $t_{f(x)}$  qurulur.

$$t_{f(x)} = \bar{t}_{l(x)} - \bar{t}_{2(x)} + T$$

Zaman fərqi hodoqrafları  $t_{f(x)}$  bir çox hallarda düzxətli olur. Bu xəttin tangens bucağı fərqli sürətin qiyəmetinə bərabərdir.

$$\frac{\Delta x}{\Delta t} = V_f$$

$V_f$ - fərqli sürətdən istifadə edərək sərhəd sürəti təyin edilir.

$$V_{sor} = 2 \frac{\Delta x}{\Delta t}$$

Sindirici sərhədin dərinliyini ( $h$ ) təyin etmək üçün partlayış məntəqəsindən sərhədə düşən və eks olan dalğanın vaxtını ( $t_0$ ) təyin etmək lazımlı gəlir. Partlayış nöqtəsində bu vaxtı təyin etmək üçün sınan dalğa hodoqrafını zaman oxu ilə kəsişənə qədər davam etdirirlər. Kəsişmə nöqtəsində zaman  $t_0-a$  bərabər olur (şəkil 47<sup>a</sup>).  $t_0$  vaxtını profil boyu təyin etmək üçün  $V_f$ - sürətinin təyinində olduğu kimi kəsişən hodoqraflardan istifadə olunur. Profilin bütün nöqtələrində  $t_{0(x)}$  təyin etmək üçün aşağıdakı düsturdan istifadə edilir.

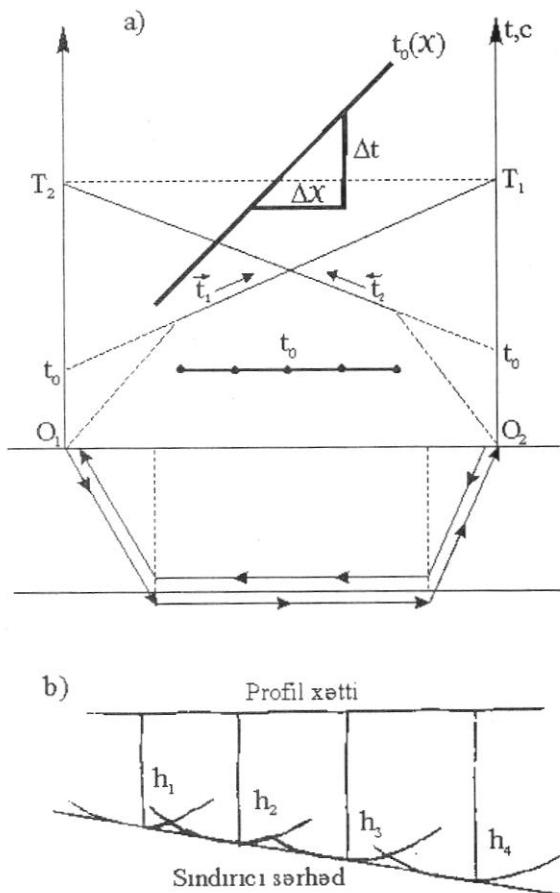
$$t_{0(x)} = \bar{t}_1 - [T - \bar{t}_2]$$

Bu düsturdan istifadə etməklə profil boyu  $t_{0(x)}$  xətti qurulur. Sonra isə dərinlik təyin edilir.

$$h_x = \frac{V_{\text{orta}} t_{o(x)}}{2}$$

Burada  $V_{\text{orta}}$ -birinci layda dalğanın orta sürətidir.

Bütün  $x$  nöqtələrində dərinlik tapıldıqdan sonra  $\mathbf{h}$  radiusunda hər bir  $x$  nöqtəsindən qövslər çəkilir (şəkil 47<sup>b</sup>). Bu qövslərə toxunan xətt seysmik sərhədin dərinliyini və formasını göstərir.



Şəkil 47. Kəsişən hodograflardan istifadə edərək sindirici sərhədin dərinliyinin ( $\mathbf{h}$ ) və sərhəd sürətinin ( $V_{\text{sa}}$ ) tayini.

## 7. GEOFİZİKADA DÜZ VƏ TƏRS MƏSƏLƏNİN HƏLLİ (MODELLƏŞDİRİMƏ)

Geofiziki tədqiqatların bütün mərhələlərində, mürəkkəb məsələlərin həllində, onların izahı, şərhi və nəhayət keyfiyyətli interpretasiyada düz və tərs məsələnin həlli prinsipindən istifadə edilir. Bu tədqiqatların özü elmin bir sahəsi olub, xüsusi əhəmiyyət kəsb edir.

Baxdığımız məsələ üzrə metodik işlər iki hissədən ibarətdir. Birinci hissə Yerin quruluşu ilə bağlı olan çətin geoloji məsələlərin həllində geniş istifadə olunan modelləşdirmə tədqiqatlarıdır. Bu hissədə birölcülü, ikiölcülü və üçölcülü modelləşdirmədə istifadə olunan müxtəlif sinifli və növlü dalğaların təbiəti öyrənilir. İkinci hissə isə geofizikaya dair bəzi məsələlərin həllinə yönəlmüşdir.

### 7.1. Geofizikada düz və tərs məsələnin mahiyyəti

Elm və texnikanın elə bir sahəsi yoxdur ki, orada modelləşdirmədən, düz və tərs məsələnin həlli prinsiplərindən istifadə edilməsin. Müvafiq olaraq bu məsələlər geofizikada geoloji mühitin modelləşdirilməsində, onun həqiqətə yaxın qiymətlərinin təyinində və geofiziki tədqiqatların sistemləşdirilməsində geniş tətbiq olunur. Çöl materiallarının emalı və interpretasiyası daxil olmaqla düz və tərs məsələnin həlli aşağıdakı mərhələləri əhatə edir:

*Formallaşma → sistemli giriş → optimallıq meyarları → avtomatlaşdırma → nəticələr.*

Düz məsələ (düz modelləşdirmə) verilən mühitin məlum modelinin yaratdığı geofiziki sahənin təqibinə yönəldilmişdir. Geofiziki məlumatlar hər şeydən əvvəl düz modelləşdirmənin həlli yolu ilə interpretasiya olunur. Bunun üçün mühitin sadələşdirilmiş modeli yaradılır, fiziki və nəzəri hesablamalar aparılır, alınan kəmiyyətlər eksperimental çöl məlumatları ilə müqayisə olunur. Təcrübə materialalar uyğun gəlmədikdə sadələşdirilmiş model mürəkkəbləşdirilir, müşahidə olmuş və hesablanmış məlumatlar arasında daha çox uyğunluğa nail olmağa çalışılır. Düz modelləşdirmə metodunun əsas problemi mövcud olan müxtəlif modellərin ümumiləşdirilmiş modelini təyin etməkdən, müşahidədə alınmış məlumatı təmin edən mühitin modelini seçməkdən

və analiz olunan məlumatların bir mənalılıq dərəcəsini artırmaqdan ibarətdir.

Tərs məsələ (tərs modelləşdirmə) yer səthində ölçülümiş geofiziki sahənin məlumatları əsasında mühitin modelinin bərpa edilməsindən ibarətdir. Tərs məsələ aşağıdakı şərtlər əsasında həll olunur:

- çoxlu sayıda hesablama tələb edən aprior məlumatla və çox-yaddaşlı aparaturanın köməyi ilə integral bərabərliklərin həlli;

- daha çox effektli diskret müşahidə məlumatları və onların EHM-də alqoritmləşməsi və programlaşması.

Geofiziki məlumatların maşınla emalının inkişafı ilə bağlı olaraq, son zamanlar geofiziki keşfiyyatda tərs və düz məsələnin həll olunma imkanı əhəmiyyətli dərəcədə genişlənmişdir. Bununla əlaqədar riyazi modelləşdirmə böyük inkişaf tapmışdır. Lakin bu fiziki modelləşdirməyə marağın azaldığını göstərmir. Maşınla emalın inkişafı ilə əlaqədar çətin geoloji qurumlarının və çeşidli geoloji qeyri-bircinsliyin, o cümlədən qeyri-antiklinal tələlərin öyrənilməsində seysmik keşfiyyatın, graviko-keşfiyyatın, elektrik keşfiyyatın, radiometriyanın imkanları sürətlə genişlənmişdir.

Geofizikada tərs məsələnin həlli zamanı alınmış materialların interpretasiyası həmişə birmənali olmur. Çətin interpretasiya olunan materialların birmənali interpretasiyası üçün modelləşdirmə prinsipindən istifadə olunur. Birinci növbədə mühitin fiziki-geoloji modeli qurulur. Riyazi və fiziki modelləşdirmənin köməyi ilə sahənin müşahidə məlumatları və modelin parametrləri arasında analitik ifadələr alınır.

## 7.2. Geofiziki tədqiqatların ayrı-ayrı mərhələlərində modelləşdirmənin rolü

**Geofiziki işlərin formallaşma mərhələsi. Formallaşma** – geoloji mühitdə idealize olunmuş kütlənin modelinin öyrənilməsidir. Geoloji mühit çox mürrəkkəbdür, buna görə də mühitin idealizə olunma dərəcəsinin və geofiziki sahənin təyin edilməsi, həmçinin onların model şəklində eks etdirilməsi tələb olunur.

Əsasən iki cür modelləşdirmə mövcuddur - **fiziki** və **riyazi**. Bundan başqa müxtəlif modelləşdirmə növləri də vardır: **analoji**, **maddi**, **bənzətmə** və s.

**Fiziki-geoloji modelləşdirmə.** Fiziki-geoloji modelləşdirmə (FGM) geofiziki tədqiqatlarda geniş istifadə olunur. FGM real geoloji kəsilişdə baş verən mürəkkəb geoloji proseslərin tədqiqatı üçün tətbiq

olunan metoddur. Əgər mühitin geoloji modeli riyazi modelləşdirmə ilə çətin öyrənilirsə, onda tədqiqatlar fiziki modelləşdirmə əsasında aparılır. FGM kəsilişin geoloji quruluşu, fiziki, mexaniki, kollektorluq xüsusiyyətləri, morfoloji və obyektin ölçüləri haqda ümumiləşdirilmiş məlumatları özündə saxlayır. Belə modelə fiziki-geoloji model deyirlər.

Fiziki-geoloji model kompleks laboratoriya tədqiqatlarını və texniki vəsaitləri özündə əks etdirir. FGM-in köməyi ilə yer üstü, quyu və dənizdə seysmik keşfiyyat məsələlərini həll edirlər. FGM interferensiya, difraksiya, refraksiya hadisələri və həmçinin dalğanın müxtəlif sinif və növleri ilə (düz, uzununa, əks olunan (PP), sınan (PPP), eninə (S) və dəyişən dalğalarla (PS)) bağlı məsələləri həll etməyə imkan verir. Fiziki modeləşdirmə ilə axtarış və keşfiyyat işlərinin aktual məsələləri həll edilir: məsələn, neftli-qazlı terrigen və karbonat çöküntülərində dalğanın udulması, sönməsi, anizotropiya, dispersiya hadisəsi və s.

FGM-dən həmçinin geoloji qeyri-bircinslinin, qeyri-antiklinal tələlərin, düz künbəzlerinin, riflərin öyrənilməsi üçün istifadə olunur. FGM-in formallaşması tədqiqatın ayrı-ayrı mərhələlərində aşağıdakı ardıcılıqla aparılır:

- modelləşdirilən geoloji-geofiziki kütlənin (obyektin) seçilməsi,
- modelin geoloji-geofiziki parametrlərinin təyini,
- statistik xarakteristikakanın hesablanması və qiyməti, nəzəri oxşarlıq aparatının köməyi ilə modelin parametrlərinin hesablanması.
- düz məsələnin həlli.

### 7.3. Fiziki-geoloji modelin çeşidləri

FGM-in ayrı-ayrı modifikasiyaları və buna müvafiq tədqiqat metodları vardır. Bunlardan ən yüksək effektivliyə malik olanı və geniş yayılanı aşağıdakılardır:

**Natur modelləşdirmə üsulu.** Natur model geoloji və geofiziki şəraiti ətraflı öyrənilmiş mühitin təbii hissəsidir. Natur modelin üstünlüyü ondan ibarətdir ki, geoloji və geofiziki informasiyalar mühitin təhərif olunmamış şəklində əldə olunur. Natur modelləşdirmənin çatışmayan cəhəti onun idarə olunmaması və tənzimlənməməsindədir. Statistik, ümumiləşdirilmiş məlumatlar almaq üçün natur modellər sistemin-də tədqiqat aparılması tələb olunur.

Geoloji və geofiziki üsullarla dəqiq və ətraflı öyrənilmiş natura modeli verilən region və ya müəyyən sahə üçün etalon kimi seçilir. Etalon modelin məlumatları kiçik dəqiqliklə öyrənilmiş analoji obyektləri

öyrənmək üçün istifadə edilir. Azərbaycanda rifəbənzər qurumların natura etalon obyekti kimi geofiziki metodlarla ətraflı öyrənilmiş Yevlax-Ağcabədi rayonunun Soyuqxanlı qalxımını göstərmək olar. Buxara-Xivə neft-qazlı əyalətində isə qazma və kompleks geofiziki metodlarla tam öyrənilmiş Şimali-Dənizgül və Zevarda rif yataqları seçilmişdir.

**Fiziki modelləşdirmə üsulu (FMÜ).** Fiziki modelləşdirmə üçün xüsusi texniki vəsaitlərdən və cisimlərdən istifadə olunur. Fiziki model bərk-maye mühit və bərk mühitdən ibarət olur.

Bərk mühitlərin fiziki modellərinin hazırlanması üçün aşağıdakı maddələrdən istifadə edilir:

- metal təbəqə və bloklardan, düralüminiumdan, dəmirdən, poladdan, ftoroplastdan, şüşədən, plastik kütlədən, qum sement qarışığından və b.

Bu materiallardan lazımı formada və ölçüdə model hazırlanır və sonra su ilə dolu hovuza yerləşdirilir.

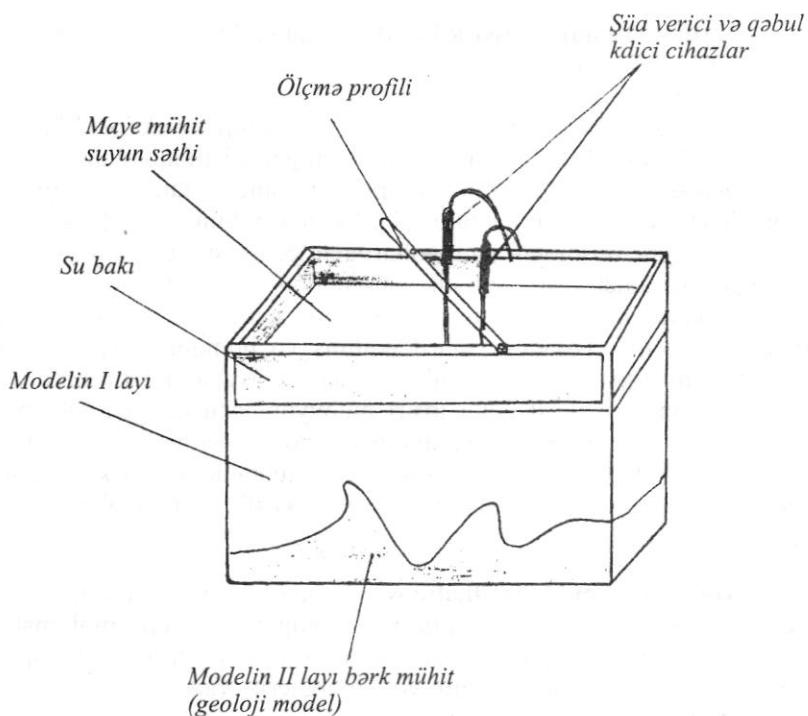
Modelləşdirmə zamanı istifadə olunan cihazlar əsas etibarilə pyczoçevirici və pyczoelektrik şüalandırıcılarından ibarət olur (şəkil 48).

Fiziki modelləşdirmə birbaşa keşfiyyat məsələlərinin həllində, mürəkkəb dalğa sahəsinin təbiətinin aydınlaşdırılmasında geniş istifadə olunur. FMU AzərGeofizika ETİ-də inkişaf etdirilir [15,16].

**Riyazi modelləşdirmə.** Fiziki - geoloji modelləşdirmənin müeyyən məsələləri riyazi modelləşdirmə vasitəsilə həll olunur. Bu metodla geoloji məsələlər riyazi bərabərliklərdən, emal etmədən, avtomatik sistemlərdən istifadə edərək müxtəlif alqoritmələrin və programların köməyi ilə həll olunur.

**Coxalternativli model (ÇAM).** Coxalternativli modellərin köməyi ilə kompleks keşfiyyat üsullarına aid olan məsələlər həll olunur (seysmik keşfiyyat, qravikəşfiyyat, elektrik keşfiyyatı, maqnit keşfiyyatı və b.). Burada aşağıdakı məsələlər həll edilir:

- geoloji mühitin struktur-tektonik modelinin yaradılması;
- müxtəlif tip yataqların çoxməqsədli axtarışı, litofasial proqnozlaşdırma və s.;
- geofiziki məlumatların kompleks interpretasiyası;
- kompleks geofiziki işlərin metodikasının işlənib hazırlanması.



*Şəkil 48. Bərk-maye fiziki-geoloji model  
(AzərGeofizika ETİ).*

**İkialternativli model.** İkialternativli modelləşdirmə ilə konkret olaraq iki məsələ həll olunur «hə» və ya «yox». Məsələn, «filiz» - «qeyri filiz», «neftqazlılıq» - «boş struktur», «faktor var» - «faktor yoxdur» və s. .

**Deterministik FGM.** Bu model riyazi-fiziki bərabərliyi həll etmək üçün yaradılır. Burada mühitin parametrlərinin dəqiq və mütləq qiymətlərini bilməyə ehtiyac yoxdur, lakin sərhəd şəraiti haqda, yəni mühitin parametrlərinin hüdudunun dəyişməsi haqda məlumatı bilmək vacibdir. Adətən, deterministik model geofizikada güman edilən neft-qazlı yataqların yaradacağı anomaliyanın hesablanması məqsədi ilə düz məsələnin həllində istifadə olunur.

**Ehtimal olunan statistik FGM.** Metod iki hissəyə bölünür:

- statistik ehtimal olunan model;
- statistik model.

Statistik FGM ziddiyətli, zəif təzadlı geoloji obyektlər üçün yaradılır. Burada eksperimental məlumatlar geniş istifadə olunur.

Geofiziki məlumatların interpretasiyasında statistik analiz və modelləşdirmə mühüm yer tutur [1]. Bu məsələnin həllində həm düz və həm də tərs məsələnin həlli yollarından geniş istifadə edilir. Belə ki, geofiziki parametrlərin statistik təhlilindən sonra bu parametrlərin ədədi qiymətləri təyin edilir, bu ədədlər içindən əsas və nisbətən dəqiqləri seçilir. Təsadüfi, təhrif edilmiş və həqiqətə yaxın ədədlər qruplaşdırılır (qıstıqlıqlar qurulur). Cihaz və avadanlıqların optimal iş rejimi və onların təhrif edici təsiri müəyyənləşdirilir, geofiziki parametrlərin dəyişmə qanuna uyğunluqları anomal halların təbiəti təyin edilir. Beləliklə, əldə edilmiş statistik məlumatlar mürəkkəb geoloji məsələlərin həllini müəyyən edir, geofiziki kəşfiyyat nəticələrinin keyfiyyətini artırır.

**Kompüter modelləşdirilməsi.** Öyrənilən mühitin (strukturun, yatağın və başqa qeyri-bircinslilərin) «kompüter modeli» məlumat və ya fayl sistemi bazasında, sistemli idarəetmə qaydası ilə kompüter dilində rəqəmli şəkildə yazılır və kompüterin yaddaşında saxlanılır. İnfomasiya çox sayılı əksetdirilmə, şəkil və ya cədvəl kimi də ola bilər. Bu modeldə infomasiyanın dəqiqliyi adı əl ilə qurulan modelə nisbətən xeyli yüksək olur. Modelləşdirilən obyektin riyazi təsvirindən, riyazi gözəlmədən, dispersiyadan, anomal obyektin korrelyasiyasından istifadə edərək düz məsələlər həll olunur və beləliklə statistik model formalasılır.

#### **7.4. Modelləşdirmə metodları**

Geoloji məsələnin həllindən asılı olaraq mühitin modeli üç qrupa bölünür:

**Bir ölçülü modelləşdirmə.** Bir ölçülü modelləşdirmə geoloji sərhədin vəziyyətinin və süxurların xüsusiyyətlərinin ancaq dərinlik boyu -  $f(H)$  öyrənilməsi zamanı tətbiq olunur.

**İkiölçülü modelləşdirmə.** Geoloji sərhədlərin konfiqurasiyasını və onun xüsusiyyətinin dəyişməsini öyrənmək üçün ikiölçülü model-

ləşdirmədən istifadə olunur. İkiölçülü modeli tə'min etmək üçün geofiziki tədqiqatlar zamanı əsasən düzxətli profilləmə tədbiq olunur. Profilin düzxətliliyi müəyyən olunmuş müstəvi üzərində geoloji kəsilişin öyrənilməsini tə'min edir. Bu cür ölçmənin üstünlüyü kəsilişin geoloji quruluşunun qiymətinin nisbətən sadəliyindədir.

Düz xətti ölçmə tətbiq edilən metodikanın yerinə yetirilməsində, alınmış materialların e'mal və interpretasiyasında sadəlik yaradır. Lakin düzxətli profilləmə bir neçə çatışmamazlıqlara malikdir:

- öyrənilən tədqiqat obyektiinin fəza koordinatlarının müəyyən edilməsi tə'min olunmur,
- öyrənilən səthin həqiqi vəziyyəti-azimutu tə'yin olunmur, - seysmik şüalar nəinki düzxətli profil xəttindən keçən şaquli müstəvidə, həmçinin yan müstəvilərdə yayılır.

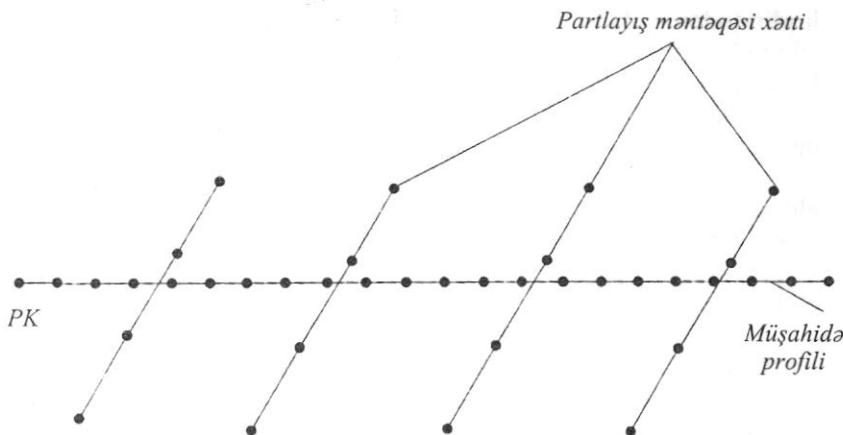
İkiölçülü modelləşdirmə belə hallar üçün yarasıdır. Düzxətli profilləmədə ölçmənin məhdudluğunu səbəbindən mühitin mürəkkəb quruluşunu öyrənmək mümkün olmur. Ona görə bu və digər fəza məsələləri üçölçülü modelləşdirmənin köməyi ilə həll olunur.

**Üçölçülü modelləşdirmə.** Üçölçülü modelləşdirmə yuxarıda göstərilən çatışmamazlıqları aradan qaldırır və modellərin başqa xüsusiyyətlərinin öyrənilməsini tə'min edir.

Bu modelləşdirmə öyrənilən səthin fəzada yerləşmə vəziyyətini, konfiqurasiyasını (həqiqi düşmə bucağı və nöqtələrin koordinatlarını), kiçik lokal qeyri-bircinsliliyi və kənar obyektlərin tə'sirini tə'yin etməyə imkan verir (yan dalğalar və s.). Bu məsələlər profillərin xaçvari dayanacaqlarında ölçmə aparmaqla həll olunur.

Seysmik kəşfiyyatda üçölçülü ölçmə enli profil metodu (EPM) ilə tə'min edilir. Bu metodu tətbiq etməklə fəzada ixtiyari istiqamətlənmiş geoloji sərhədləri öyrənmək olur. Metod 1971-ci ildə fransız alimi D.Mişon tərəfindən işlənib hazırlanmışdır. Enli profilin müxtəlif modifikasiyaları vardır. Enli profilləmə metodu ilə ölçmə zamanı partlayış məntəqələri əsasən qəbul profili ilə bucaq əmələ gətirən xətt boyu yerləşdirilir (şəkil 49).

Çoxkanallı (1000-ə qədər) qeydetmə cihazlar vasitəsilə çöl şəraitdə Sahə üzrə planalma metodikası tətbiq olunur. Bu metodika həmçinin fiziki modelləşdirmə işlərində istifadə edilir (şəkil 50). EPM ilə ölçmə real geoloji kəsilişə maksimum yaxınlaşan həqiqi kəsilişin alınmasına imkan verir.



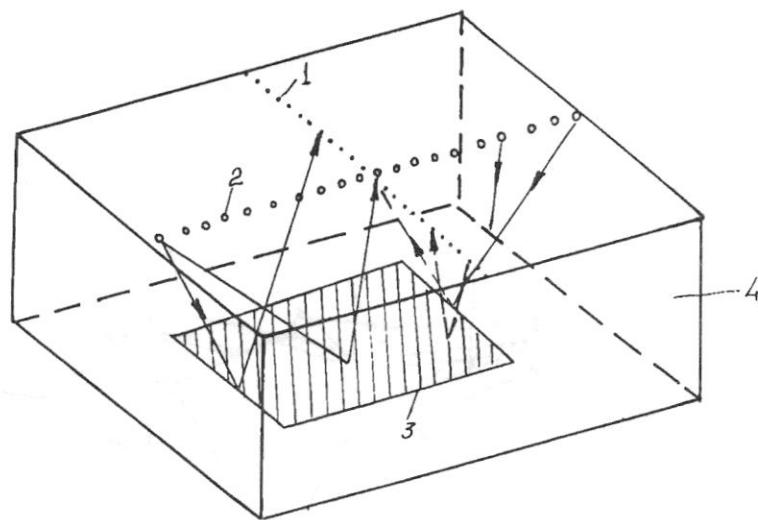
Şəkil 49. Üçölçülü modelləşdirmədə enli profil üsulunun sxemi.

### 7.5. Geoloji-geofiziki mühit

Mühitin modeli tədqiqat miqyasına və fəzada geoloji-geofiziki parametrlərin paylanmasına görə seçilir.

**Regional miqyasda modelləşdirilən obyektlər.** Yer kürəsi özünlüyündə xüsusi həcmə, formaya və fiziki sahəyə (maqnetizm, cəzibə qüvvəsi, seysmiklik, elektriklik, radioaktivlik və s.) malikdir. Yer kürəsinin forması geoid adlanır. Bu figur ellipsoidə çox yaxındır. Ümumiyyətlə yer kürəsi müstəqil həyəcanlandırıcı obyektdir, öz xüsusi sahəsinin dəyişməsinin və başqa planetlərin, ayın cəzibə qüvvəsinin, günəş şüasının, kosmik işıqlanmanın, komet və meteoritlərin zərbəsinin tə'siri altında dəyişkənliyə mə'ruz qalır. Yer kürəsinin ayrı-ayrı elementlərinin dəyişkənliyi nəticəsində yerin fiziki sahəsi pozulur. Bə'zən yer şari (geoid) tam şəkildə modelləşdirilir. Bunun üçün sahələrin regional dəyişmələri öyrənilir. Geofiziki sahələrin qlobal miqyasda öyrənilməsi üçün yerin müxtəlif elementləri üçün modellər yaradılır [15,16] (Şəkil 51). Əsas elementlərə litosfera, yer qabığının ayrı-ayrı blokları, kontinentlər, okeanlar, meqantiklinorilər, sinklinorilər və başqları aiddir. Yerin pulsasiyası və tektonik genişlənməsi ilə bağlı olaraq geodinamiki proseslər modelləşdirilir. Qlobal (regional) planda yerin modelini öy-

rənmək üçün nəzəri modelləşdirmə prinsipindən geniş istifadə edilir. Məsələn, nəzəri modelləşdirmə prinsipini tətbiq etməklə mərcan rifloinin boyatma sürəti (orogenezisi) öyrənilir və litosferanın tarazlıq və termik vəziyyəti haqda mə'lumat alınır. Litosferanın, yer qabığının plitələrinin yerdəyişməsini, yer kürəsinin horizontal hərəkətini öyrənmək üçün Vegenera hipotezi (mobilizm) əsasında modellər yaradılır.



*Şəkil 50. Maye içərisində yerləşdirilmiş bərk mühitin üçölçülü modelləşdirmə sxemi [23].*

1 – seysmik qəbuledicilərin düzülüşü;

2 – partlayış məntəqələri;

3 – göstərilmiş partlayış və qəbul məntəqələrindən öyrənilən sahə;

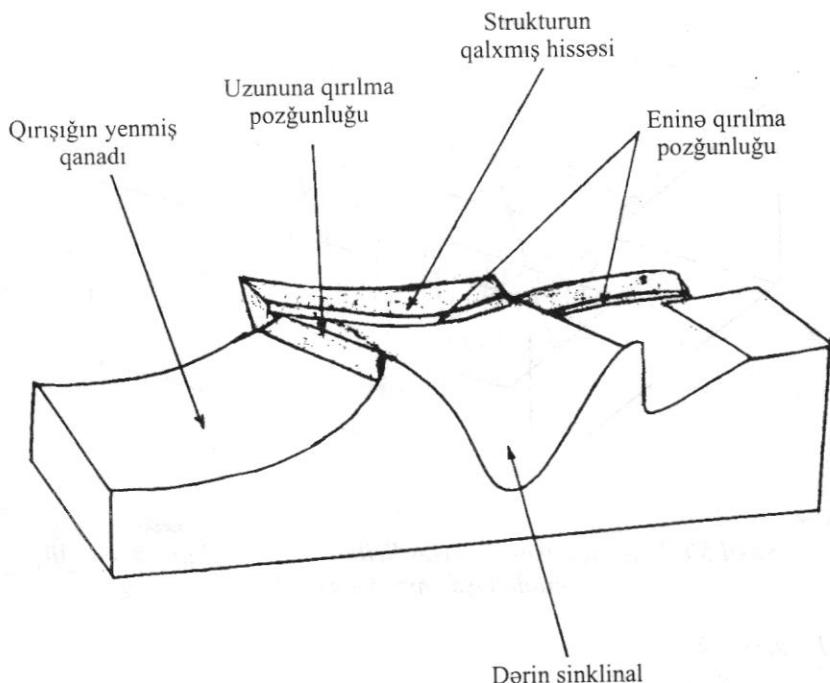
4 – içərisində maye olan çən.

**Geofiziki kəşfiyyatın modelləşdirmə obyektləri.** Kəşfiyyat geofizikasında modelləşdirmə əsasən Yer qabığının ayrı-ayrı lokal elementlərinin, neft-qaz, filiz yataqlarının və geofiziki sahənin dəyişməsinin öyrənilməsinə yönəlmüşdür. Düz məsələnin həlli seysmik, qravi-

metrik, maqnit, radioaktiv sahələrin öyrənilməsinə və fəzada geoloji-geofiziki parametrlərin müəyyən edilməsinə əsaslanır.

Seysmik nöqtəyi nəzərdən geoloji mühitin modelini tə'yin edən faktorlar bunlardır:

- laylanma,
- dərinlik parametrlərinin görə süxurların təzyiqi,
- mühitin tektonik xüsusiyyətləri, qalınlıq, struktur forma və s.



*Şəkil 51. Mürəkkəb quruluşlu dağətəyi rayonlarının fiziki-geoloji modeli (B.M. Qarayev).*

Göstərilən faktorlardan istifadə edərək, xüsusilə sıxlıq və seysmik dalğaların yayılma sürətinin birlikdə tə'sirini nəzərə alaraq mühitin modelini tə'yin edirlər. Seysmik kəşfiyyatda mühitləri aşağıdakı növlərə böylərlər:

- bircinsli və qeyri bircinsli mühit;
- lokal qeyri-bircinsliyi özündə saxlayan laylı mühit (şəkil 52).

Düz və tərs məsələnin həllində, həmçinin FGM zamanı seysmik kəşfiyyatda dalğaların aşağıdakı sinif və növlərindən istifadə edirlər:

- Müxtəlif dalğa növləri (6.3 bölməsində verilmişdir);
- modeləşdirmə zamanı istifadə olunan seysmik sahələr;
- əks olan ( $P_1P_1$ ) və sinan ( $P_1P_2P_1$ ) dalğa sahələri;
- heterogen sistemin dalğa sahəsi;
- lokal elementlərdə (qeyri-bircinslikdə) səpələnmiş dalğa sahəsi;
- müstəvi əyrixətli elementlərin dalğa sahəsi;
- udulma mühitinin dalğa sahəsi.

## 7.6. Geofizikada düz və tərs məsələlərin həllinə sistemli yanaşma

Sistemli modelləşdirmə geofizikada sistemli yanaşmanın analoqudur və onun köməyi ilə düz və tərs məsələlər həll olunur. Geofizikada sistemli yanaşma aşağıdakı məsələləri özündə birləşdirir:

1. *Geofiziki kəşfiyyat metodlarının komplekslaşdırılması;*
2. *Sistemli yanaşmanın ayrı-ayrı elementlərinin bir-birinə qarşılıqlı tə'siri. Elementlər fiziki, kimyəvi, mexaniki xüsusiyyətlərinə görə geoloji kütlə kimi qəbul edilə bilər;*
3. *Regionların, əyalətlərin, qurşaqların, vilayətlərin, filiz kütləsinin, qeyri-filiz yataqlarının və s. qarşılıqlı tə'siri;*
4. *Mühitin modelinin fiziki-geoloji parametrlərinin real şəraitə maksimum yaxınlaşması;*
5. *Sistemli yanaşma qoyulan geoloji məsələnin effektli həllinin tə'min edilməsi. Buna misal sinan dalğalarla dinamik eninə profilləmə üsulu (SDDEPÜ) ilə rif və rifəbənzər obyektlərin aşkar edilməsi və qiymətləndirilməsi zamanı sistemli yanaşmanın ümumiləşdirilmiş sxemini göstərmək olar (şəkil 53).*

SDDEPÜ-nün tətbiqi zamanı sistemli yanaşma müəyyən ardıcıllıqla yerinə yetirilən və öz aralarında qanuna uyğun şəkildə bağlı olan bir sıra mərhələləri özündə birləşdirir.

**I mərhələ** - maneедici dalgaların sahəsi, müxtəlif interferensiya hadisələri öyrənilir, istifadə olunan dalğanın növü tə'yin edilir.

**II mərhələ** - hodoqrafin analizi aparılır, kəsilişin sür'ət xarakteristikası öyrənilir, mühitin sür'ət modeli tərtib edilir.

**III mərhələ** - dinamik analiz aparılır, müxtəlif növ və sinif dalğaların dinamik xüsusiyyətləri tə'yin olunur. Mühitin udulma xassələri nəzərə alınmaqla düz və tərs məsələlər həll olunur.

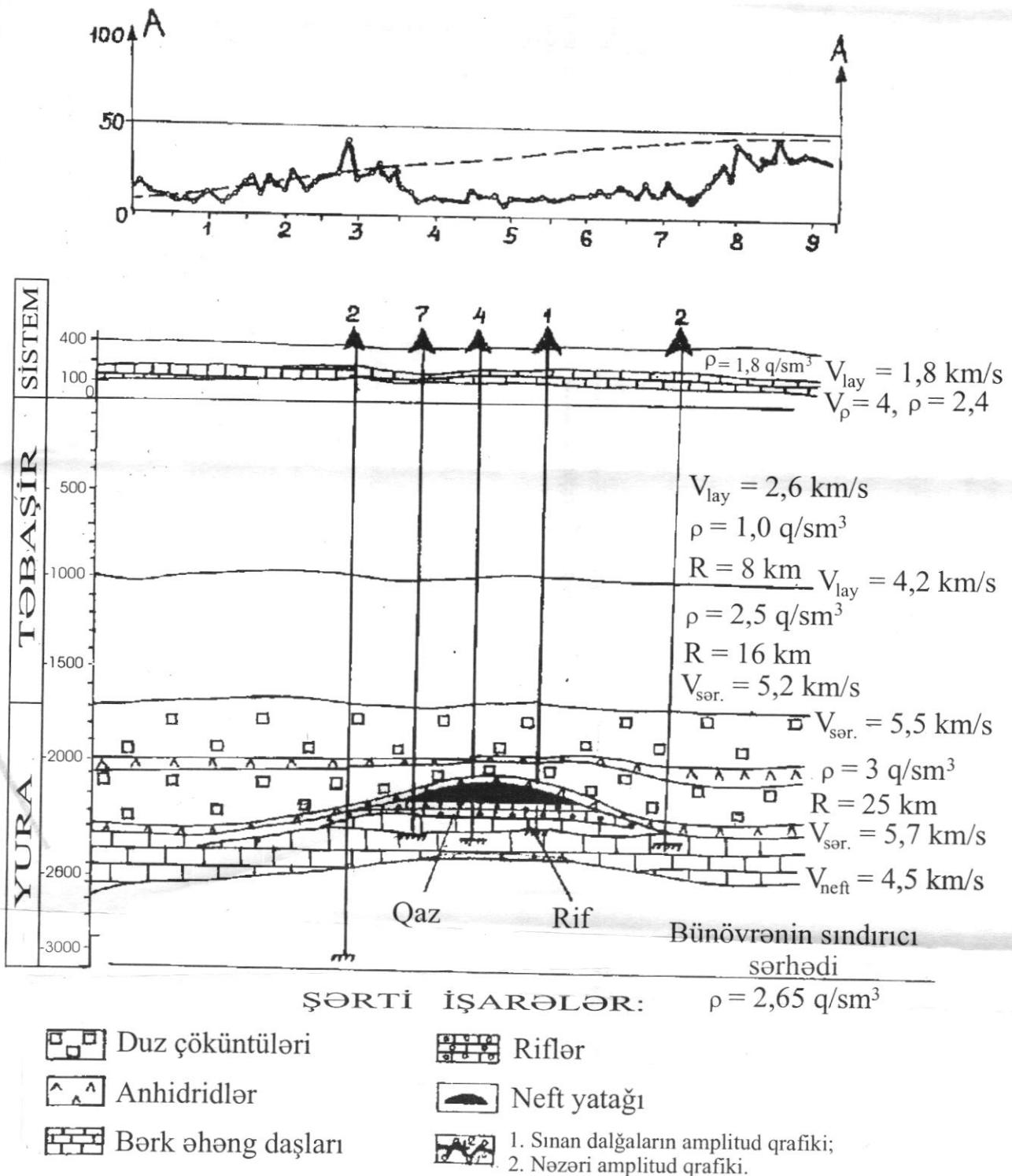
**IV mərhələ** - mühitin effektiv modeli işlənilir, eksperimental məlumatlarla uyğun nəzəri mə'lumatların üst-üstə düşməsinə əsaslanan düz məsələ həll olunur. Real mühitə nisbətən yaxın olan mühitin modeli tə'yin edilir. Nəzəri modelin və çoxşəkilli real mühitin hesaba alınması mümkünşüzlüyündən meydana gələn eksperimentlər və hesablamalar arasındaki bə'zi ziddiyətlərin mahiyyəti aydınlaşdırılır. Əvvəlcədən tə'yin olunmuş parametrlərin dəqiqləşdirilməsi məqsədi ilə iterasiya (təkrar) üsulu tətbiq olunur. Anomal zona seçilir, onların həqiqilik qiyməti müəyyənləşdirilir, düz məsələdə olduğu kimi tərs məsələnin modelləşdirilməsində də yeni tapşırıqlar qoyulur.

### 7.7. Optimallıq kriteriyalarına görə düz və tərs məsələlər (nəticələrin etibarlığının qiymətləndirilməsi)

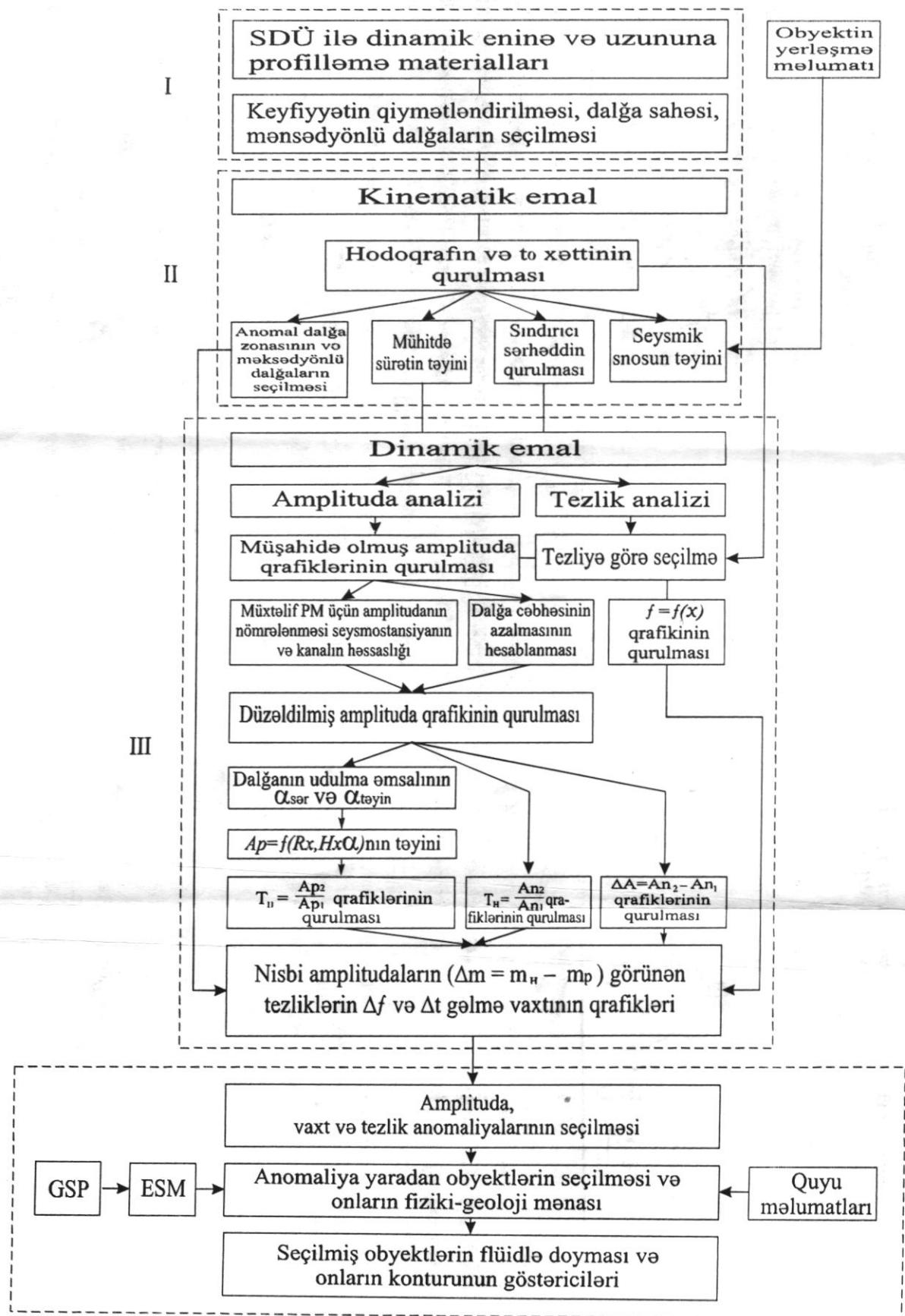
Ayrılıqda və kompleks şəkildə müxtəlif metodların köməyi ilə geoloji məsələlərin həll edilmə səviyyəsi geofizikada kəşfiyyatın optimallıq kriteriyasını təşkil edir. Metodun məsələni həll etmə vəziyyəti şaquli və horizontal istiqamətdə düz və tərs məsələnin həlli ilə tə'yin edilir.

**Üsulen şaquli həll etmə imkanı.** Ayrı-ayrılıqda obyektləri xarakterizə etməyə və öyrənməyə imkan verən, iki obyekt arasında kiçik fərqi seçmə mümkünlüyü üsulen şaquli həll etmə imkanıdır. Məsələn, seysmik kəşfiyyatda iki obyekt-horizont, şaquli səthdə və fəzada bir-birindən elə məsafədə dayanmalıdır ki, onları iki müstəqil obyekt kimi ayırmak mümkün olsun.

Seysmik kəşfiyyatda üsulen həll etmə imkanı əsasən impulsun uzunluğundan asılıdır, bu impulslar bir-birinin ardınca gəlir və yer sət-



Şəkil 52. Şimali Urtabulaq yatağının modeli.



Şəkil 53.

Sınıfçı dalğalarla rif qurumlarının kəşfi üçün sistemli yanaşma sxemi.

hində qeyd olunur. Seysmik impuls çox kiçik (yüksek tezlikli) olarsa, üsulun həll etmə imkanı bir o qədər böyük olar. Lakin seysmik kəşfiyyatda istifadə olunan impulsların rəqsərin tezliyindən və mühitin udulma xüsusiyyətindən ( $\alpha$ ) asılı olaraq müəyyən uzunluğa malikdirlər. Əgər əksetdirici sərhədlər bir-birindən  $\Delta Z$  məsafəsi qədər aralıdırsa, onda bu sərhədlərdən gələn dalğalar  $\Delta Z / \lambda$  fazası qədər ( $\lambda$  - dalğanın uzunluğu) fərqlənilirlər. Əgər bu şərt yerinə yetirilirsə, muxtəlif sərhədlərdən gələn dalğalar ayrı-ayrı qeyd olunur, bu da üsulun həll etmə imkanını artırır.

Geoloji kəsilişdə üsulun həll etmə imkanı bir-birinə yaxın sərhədlərdən qəbul olunan seysmik impulsların qəbul olma vaxtlarının fərqi ilə ( $t_2 - t_1 = \Delta t$ ) müəyyən edilir.  $\Delta t$ -ni müəyyən etmək üçün öyrənilən dalğaların amplitudları maneədici dalğanın amplitudundan yüksək olmalıdır.

Seysmik yazıların bir-birindən ayrıılma imkanlığı aşağıdakı meyarlarla ölçülür [35]:

- süzkəclənmənin iş diapazonunda dayaq horizontlarının izlənməsi;
- dalğaların interferensiyasız və səlis qeyd olunması;
- kəsilişin üst hissəsinin (KÜH) sür'ət xarakteristikası haqqında kifayət qədər mə'lumatın olması.

Məsələn: seysmik kəşfiyyatda optimallıq me'yarları dalğanın uzunluğundan ( $\lambda$ ) və obyektin modelinin ölçüsündən ( $d$ ) çox asılıdır.

1. Əgər  $\lambda < d$  isə, onda modelin blok qrupunu öyrənmək olar,
2.  $\lambda > d$  isə, onda mühit qarşıqdır, heterogendir, nazik laylidir,
3.  $\lambda \gg d$  - isə onda mühit kvazibircinslidir.

Bu me'yarların əsas tə'yinedici faktorları aşağıdakılardır [35]:

Layın qalınlığı ( $\Delta H$ ) və tezliyin maksimumu ( $f_{\max}$ ) arasındakı əlaqə ( $\Delta H \sim f_{\max}$ )

*spesifikasi uyğunluğuna malikdir:*

1.

$$\Delta H \geq \frac{m}{2f_{\max}} \cdot V_{\text{lay}} \quad \text{olduqda mühit qalın laylı sayılır.}$$

Burada  $m$  - impulsun periodlarının sayıdır;  $V_{\text{lay}}$  - lay sür'ətidir.

Məsələn:  $m = 2$ ,  $f_{\max} = 30 \text{ hc}$ .  $V_{\text{lay}} = 3000-5000 \text{ m/s}$  olarsa,

$\Delta H = 100 - 170 \text{ m}$  olacaqdır.

2.  $\frac{m}{2f_{\max}} \cdot V_{lay} > \Delta H \geq \frac{1}{4f_{\max}} \cdot V_{lay}$  olarsa, mühit nazik laylıdır, yəni

$$100 - 170 \text{ m} > \Delta H \geq 30 - 40 \text{ m}.$$

3.  $\Delta H < \frac{1}{4f_{\max}} \cdot V_{lay}$  götürülərsə,  $\Delta H = 10 \text{ m}$  olacaqdır.

Belə laylanmaya malik olan mühit öyrənilə bilməz. Çünkü ikinci dalğanın gəlməsi birinci dalğanın formasının nəzərə çarpacaq dərəcədə dəyişməsinə səbəb olacaqdır.

## 8. PRAKTIKİ MƏSƏLƏLƏRİN HƏLLİ ÜÇÜN TAPŞIRIQLAR VƏ NÜMUNƏLƏR

### 8.1. Tapşırıqlar

**İki ölçülü modeləşdirmə tapşırığının həlli.** Oprior və faktik geoloji-geofiziki məlumatların əsasında (vaxt kəsilişi, seysmoqram) mühitin modeli iki variantda yaradılır:

**I variant.** Mühit üçün bir və ya iki profilin vaxt kəsilişi ilə əlaqəli modelin tərtibi;

**II variant.** Kəsilişin perspektivli hissəsində qeyri bircinsli obyektləri də daxil etməklə (vulkanik çıxıntılar, rif və rifbənzər qurumlar) geoloji kəsilişin modelinin qurulması.

Geoloji-geofiziki model tərtib edildikdən sonra düz məsələ həll olunur. Bunun üçün tələbələrə neft-qazlılığı yaxşı öyrənilmiş bir obyekt və aşağıdakı materiallar verilir:

1. konkret geoloji obyekt;
2. yaxşı izlənilən dalğalarla səciyyələnən SDÜ və ÜDNÜ seysmoqramları (zaman kəsilişləri);
3. çöl müşahidələrinin metodikası və sxemi.

Tələbə müəllimin nəzarəti altında aşağıdakı tapşırıqları müstəqil yerinə yetirir.

1. Verilən obyekt üçün mövcud olan geoloji-geofiziki məlumatların toplanması (obyektin tektonikası, stratiqrafiyası, neftqazlılığı və s.),
2. Modelin təfsilatını dəqiqləşdirmək, birölcülü, ikiölcülü, üçölcülü modeləşdirmə tapşırıqlarının həlli yollarının mənimsənilməsi,
3. İmkan daxilində tələbələr bir və ya bir neçə tras üzrə seysmiq yazılarının və ya modelin sərhədinə uyğun olan sintetik seysmoqramları ümumi düsturlarla hesablayıb qururlar,
4. Sinan və eks olunan dalğaların hodoqraflarının hesablanması. Verilən modelin sərhədi üçün orta ( $V_{\text{orta}}$ ), interval ( $V_{\text{int}}$ ), lay ( $V_{\text{lay}}$ ), sərhəd ( $V_{\text{sər}}$ ) sürətləri hesablanılır (ümumi formulalar ilə),
5. Geoloji qeyri-bircinslilik nəzərə alınmaqla və alınmamaqla kəsilişin parametrlərinin təyin edilməsi,

6. Verilən mühitin modeli üçün dərinliyə görə geofiziki parametrlərin dəyişmə qanuna uyğunluğunun tə'yini.

Müəllim tapşırıqları tələbələr arasında bölə bilər. Bu zaman hər tələbə üçün müxtəlif variantda tapşırıq verilir.

Məsələn:

1. Geoloji modelin yaranması,
2. Kinematik parametrlərin tə'yini,
3. Dinamiki parametrlərin tə'yini,
4. Qeyri-bircinslilik daxil edilməklə mühitin parametrlərinin hesablanması (hodoqraf, udulma əmsalının tə'yini),
5. qeyri-bircinslilik daxil edilməklə dalğanın parametrlərinin hesablanması.

Beləliklə, tələbə düz məsələnin həllini öyrənir. Tərtib olunmuş geoloji-geofiziki modelin əsasında yuxarıda göstərilən parametrlərin tə'yini və hesablama yollarını mənimşəyir. Parametrlərin tə'yini və hesablama yollarını tələbə dərslikdən öyrənir. Beləliklə, tələbə öz üzərində işləməli olur.

### Düz modelləşdirmə tapşırıqlarının həlli nümunələri

**Tapşırıq 1.** Verilmiş ÜDNÜ məlumatlarına görə qeyri-bircinslilik nəzərə alınmadan interval sürətinin Yevlax-Ağcabədi neftli-qazlı rayonunun Soyuqxanlı timsalında hesablanması.

Verilir: 1) seysmik sərhədlər (sinfaz oxları) köstərilməklə geoloji zaman kəsilişi;  
2) Rayon üçün orta sürət qrafiki

$$V_{\text{orta}} = f(H); ^{\circ}$$

3) Diks düsturu

$$V_{uhm} = \left[ \frac{t_V V_V^2 - t_T V_T^2}{t_V - t_T} \right]^{\frac{1}{2}};$$

Burada  $V_t$ ,  $V_v$  layın tavanı və dabanında yayılan dalğanın orta kvadratik sürətləridir, rayonun orta sürət qrafikindən təyin edilir.

$t$ ,  $t_V$  - uyğun əksolma vaxtıdır, zaman kəsilişindən təpilir.

$V_{int}$  - iki əks etdirici sərhəd arasındaki interval sürətdir.

Vaxt kəsilişində ayrı-ayrı intervalda dalğanın yayılma sürətini tə'yin etmək üçün profil boyu 300-500 m intervalda iki seysmik sərhəd arasındakı vaxt ( $t_0$ ) götürülür və cədvəl şəklində yazılır.

İki sərhəd üçün aşağıdakı cədvəl doldurulur.

Cədvəl

PK	Öyrəni -lən lay	$t_V$	$t_t$	$\Delta t$	$V_{Vt}$	$V_T$	$V_{int}$
1	2	3	4	5	6	7	8
-5	III-III <sup>a</sup>	1,6	1,92		2340	2435	
-2,5		1,6	1,92		2340	2435	
0		1,61	1,93		2345	2440	
2,5		1,61	1,94		2345	2440	
5		1,62	1,96		2350	2450	
7,5		1,63	1,965		2350	2450	
10		1,64	1,98		2355	2455	
12,5		1,65	1,98		2355	2455	
15		1,66	1,99		2360	2460	
17,5		1,66	2		2360	2460	
20		1,67	2,01		2365	2465	
22,5		1,67	2,02		2365	2465	
25		1,67	2,04		2365	2470	
27,5		1,67	2,04		2365	2470	
30		1,665	2,05		2365	2480	
32,5		1,67	2,05		2365	2480	
35		1,66	2,05		2360	2480	
37,5		1,66	2,04		2360	2470	
40		1,65	2,03		2355	2470	
42,5		1,65	2,02		2355	2465	
45		1,64	2		2350	2460	
47,5		1,64	1,99		2350	2460	
50		1,62	1,98		2345	2455	
52,5		1,6	1,97		2340	2450	
55		1,6	1,96		2340	2445	
57,5		1,59	1,97		2340	2450	
60		1,58	1,96		2335	2445	
62,5		1,57	1,96		2330	2445	

1	2	3	4	5	6	7	8
65		1,58	1,95		2335	2445	
67,5		1,57	1,94		2330	2440	
70		1,57	1,94			2440	
72,5		1,57	1,94			2440	
75		1,57	1,93			2435	
77,5		1,56	1,92			2435	
80		1,54	1,91		2325	2430	
82,5		1,53	1,9		2320	2430	
85		1,52	1,88		2320	2425	
87,5		1,5	1,86		2310	2420	
90		1,5	1,84		2310	2415	
92,5		1,51	1,82		2315	2405	
95		1,52	1,8		2320	2400	
97,5		1,53	1,81		2320	2405	
100		1,54	1,83		2325	2410	
102,5		1,53	1,85		2320	2415	
105		1,53	1,86			2420	
107,5		1,53	1,89			2425	
110		1,52	1,9		2320	2430	
112,5		1,51	1,9			2430	
115		1,5	1,89			2425	
117,5		1,48	1,88		2305	2425	
120		1,48	1,88			2425	
122,5		1,48	1,88			2425	
125		1,48	1,89			2425	
127,5		1,48	1,89			2425	
130		1,49	1,89		2310	2425	
132,5		1,5	1,89		2310	2425	
135		1,5	1,88		2310	2425	

Tələbə verilmiş düstur əsasında interval sürətini hesablayır və cədvəldə sonuncu boş sütunu ( $V_{int}$ ) doldurur. İnterval sürətinin tə'yin olunması nəticəsində 1-6 sərhədlər arasındakı intervallar üçün  $V_{int} = f(x)$  qrafikini qurur (şəkil 54).

**Tapşırıq 2.** Şimali Soyuqxanlı sahəsində, özündə iri qeyri-bircinsilik saxlayan lay üçün interval sürətinin hesablanması. Tələbələrə işi yerinə yetirmək üçün müvafiq material və mə'lumatlar təqdim olunur:

- güman olunan iri qeyri-bircinsli kütlənin aşağıdakı 6 və yuxarılarındakı 5 sərhədlərini (dalğanın sinfaz oxlarını) göstərməklə vaxt kəsilişi (şəkil 54, 13),
- öyrənilən laylar arası interval üçün orta sür'ət qrafiki.
- hesablama Diks düsturundan istifadə etməklə aparılır.

Tələbələr aşağıdakı tapşırıqları yerinə yetirirlər:

- vaxt kəsilişindən seysmik dalğaların gəlmə vaxtını tə'yin edir;  
*Miqyas:* horizontal 1 : 25000  
şaquli 1sm - 0,1s

- sərhədlər arası çöküntülərin qalınlığını ( $h$ ) müəyyən edir.
- cədvəldə profilin piketlərinin nömrəsi, dalğaların  $t_v, t_g$  gəlmə vaxtları və bunlara uyğun orta sürətləri doldurulur.

Diks düsturuna görə interval sür'ətinin kompüter vasitəsilə hesablanması aşağıdakı programla aparılır.

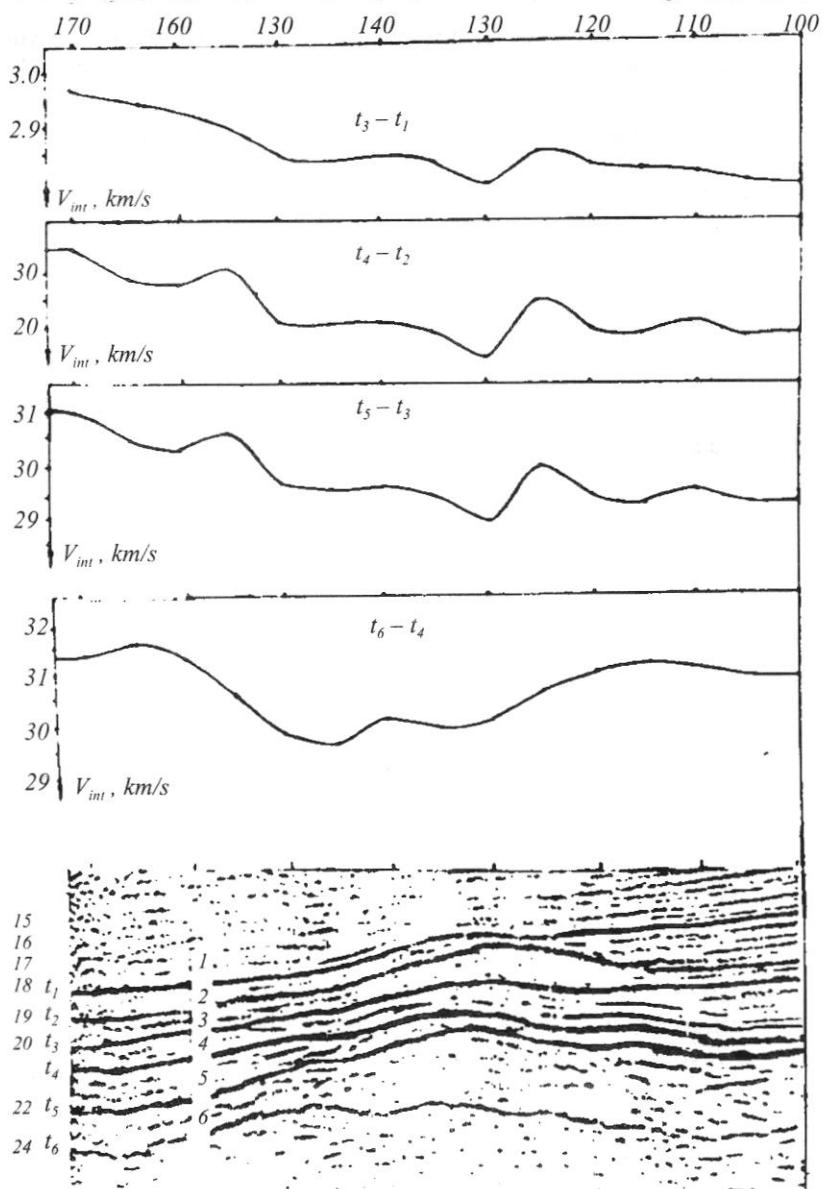
1.	V/o	⌚ F	⌚ PRQ	11.	-----	20.	F avt.
3.	P x 4			12.	P x 2	21.	-----
4.	F x 2			13.	P x 1	22.	t1 - x P1
5.	P x 2			14.	-----	23.	t2 - x P2
6.	X			15.	.	24.	V1 - x P3
7.	P x 3			16.	-----	25.	V2 - x P4
8.	F x 2			17.	.	26.	-----
9.	P x 1			18.	F✓	27.	İşə salma
10.	X			19.	C/P	28.	V/o + S/P.

- Diks düsturundan istifadə edərək  $V_{int} = f(x)$  interval sür'ət qrafikini qurur;
- Profildə anomali intervalları müəyyən edir.

**Tapşırıq 3.** Düz məsələnin həlli. Bircinsli iki laylı mühit üçün eninə profildə sınan dalğaların hodoqraflarının hesablanması (Yevlax-Ağcabədi rayonunun Soyuqxanlı sahəsi).

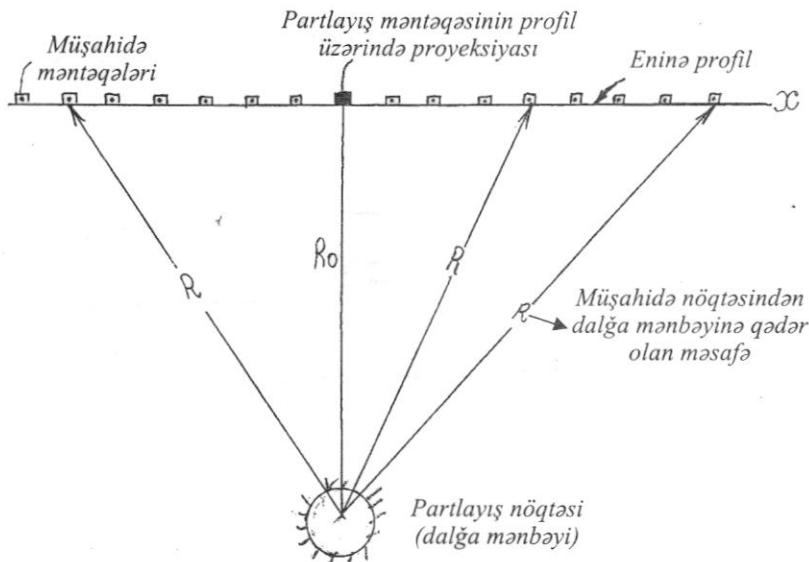
Tələbələrə tapşırığı yerinə yetirmək üçün aşağıdakı materiallar verilir:

- verilən mühitin modeli, dərində yatan seysmik sərhədlər (şəkil 56);
- Mühitin parametrlərinin qiyməti ( $V_{orta}$ ,  $V_{ser}$ ,  $R_1$ ,  $H$ ) (cədvəl 3).



Şəkil 54.

Seysmik zaman kəsilişi nümunəsi və interval sürət qrafikləri [25].



*Şəkil 55. Eninə profil üzərində müşahidə sxemi.*

Tələbə aşağıdakı tapşırığı yerinə yetirir:

1. ədəbiyyat və fond materialları əsasında sahənin geoloji-geofizi ki xarakteristikası haqda qısa mə'lumat toplayır,
2. geoloji kəsilişin sərhədlərini sınan dalğalarla öyrənilməsini əsaslandırır (şəkil 56),
3.  $t=f(\Delta x, R)$  düsturuna əsasən eninə profil üçün dalğaların hodoqrafları qurulur (burada  $\Delta x$  - kanallar arasındaki məsafə,  $R$  - partlayış məntəqəsindən müşahidə nöqtəsinə qədər olan məsafə).

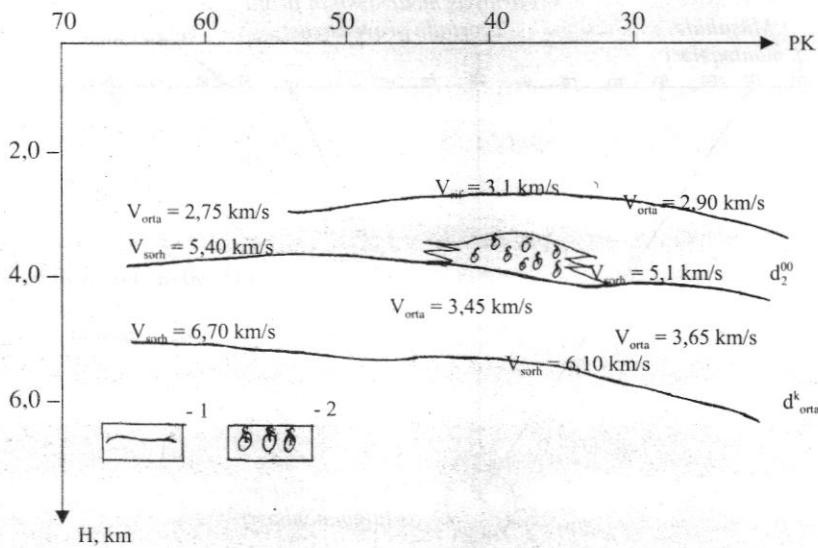
*Miqyas:* horizontal 1:50000

şəquli 1sm - 0,05s

Dalğa mənbəyi yer səthində yerləşir.

Dalğanın gəlmə vaxtı aşağıdakı düsturla hesablanır:

$$t = \frac{2H \cos i}{V_1} + \sqrt{\frac{R_0^2 + x^2}{V_c}}$$



*Şəkil 56. Şimalı Soyuqxanlı sahəsinin sinmiş dalğa sərhədləri və onların parametrləri.*

1 – seysmik sərhədlər (Azərneftqeofizika, 1988),

2 – güman edilən neftli-qazlı rif qurumu.

Burada  $R_0$  – partlayış nöqtəsinin profildən uzaqlığı;  
 X – profil üzərində partlayış məntəqəsinin proyeksiyasından olan  
 məsafə;

H – sindirici sərhəddin dərinliyi;

$V_1$  – 1-ci layda seysmik dalğanın sürəti;

$V_s$  – sərhəd sürəti.

Beləliklə, verilmiş parametrlər əsasında eninə profildə dalğanın hodoqrafi qurulur və nəticədə düz məsələ həll olunur.

## 8.2. Nümunələr

### Tapşırıq 1.

Qərbi Özbəkistanda Şimali-Dənizgül sahəsində SDÜ ilə seysmik profilləmə işləri aparılıb [7,8]. Seysmik qəbulədicilər arasındakı məsafə  $\Delta x=100\text{m}$ , hodoqrafin uzunluğu  $30\text{ km}$ -dir. Cədvəl 2-nin məlumatlarından istifadə edərək düz və eks istiqamətdə sınan dalğaların hodoqrafını və sindirici sərhədin H-dərinliyini təyin etmək tələb olunur.

Tapşırığı yerinə yetirmək üçün tələbələrə aşağıdakı materiallar verilir:

1. tədqiqat aparılan sahənin tektonik sxemi və geoloji xüsusiyyətləri;
2. dalğanın gəlmə vaxtı və qeydolunma koordinatları (cədvəl 2-də);
3. Orta sür'ət cədvəl 3-də.

Tələbə isə növbəti işləri yerinə yetirir.

1. strukturun geoloji-geofiziki xarakteristikası haqda qısa məlumat toplayır,
2. düz  $i$  və eks  $i$  istiqamətdində sınan dalğanın birinci gəlmə vaxtinin hodoqrafını qurur.
3. dərslikdən götürülən uyğun düsturla müxtəlif vaxtlar ( $\Delta t$ ,  $t_0$  və  $V_{sər}$ ) təyin edilir.

Düstur vasitəsilə sindirici sərhəddin yatma dərinliyi -  $H$  tə'yin edilir.

$$H = \frac{V_{orta} t_0}{2 \sqrt{1 - \left( \frac{V_{orta}}{V_s} \right)^2}}$$

Göstərilən qayda ilə sərhəd sürəti təyin edilir (bax. 6.7.4)

**Sinan dalğanın ilk qeyd edilmə vaxtına görə  
düz və tərs hodoqrafin qurulması.**

*Cədvəl 2*

Partlayış məntəqə- sindən olan məsafə <b>X</b>	Dalğanın gəlib çatma vaxtı (düz istiqamətdə) <b><math>\bar{t}</math>, s</b>	Dalğanın gəlib çatma vaxtı (tərs istiqamətdə) <b><math>\bar{t}</math>, s</b>	Dalğanın gəlib çatma fərqi <b><math>\bar{t} - \bar{t} = \Delta t</math></b>	Sindirici sərhə- din dərinliyi <b>H, km</b>
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
-1,0	2,95	5,82		
-0,5	3,09	5,72		
0	3,11	5,64		
0,5	3,17	5,56		
1,0	3,25	5,48		
1,5	3,32	5,40		
2,0	3,40	5,32		
2,5	3,47	5,25		
3,0	3,52	5,16		
3,5	3,60	5,10		
4,0	3,67	5,00		
4,5	3,74	4,90		
5,0	3,82	4,81		
5,5	3,90	4,73		
6,0	3,97	4,63		
6,5	4,05	4,55		
7,0	4,12	4,47		
7,5	4,20	4,41		
8,0	4,30	4,34		
8,5	4,38	4,25		
9,0	4,45	4,14		
9,5	4,54	4,06		
10,0	4,61	3,98		
10,5	4,67	3,85		
11,0	4,73	3,75		
11,5	4,78	3,66		
12,0	4,86	3,56		
12,5	5,07	3,43		

1	2	3	4	5
13,0	5,15	3,30		
13,5	5,22	3,21		
14,0	5,31	3,10		
14,5	5,39	3,00		
15,0	5,47	2,90		
15,0	5,55	2,79		
16,0	5,62	2,68		
16,5	5,71	2,58		
17,0	5,81	2,47		

Cədvəl 3

	Variantlar		
	I	II	III
Orta sür'ət $V_{\text{orta}}$ , km/s	2,47	2,45	2,5
Sərhəd sür'əti $V_{\text{sər}}$ , km/s	3,1	5,0	5,5
Partlayış məntəqəsinin profildən uzaqlığı R, km	8	2,0	2,5
Sindirici sərhədin dərinliyi N, km	3,9	4,1	5,15

## KİTABDA RAST GƏLƏN QISALDILMIŞ ADLAR

AK – akustik karotaj

ETİ - Elmi Tədqiqat İnstитutu

M – Moxoroviçə sərhədi

$V_{\text{sor}}$  – seysmik dalğanın sərhəd boyu yayılma sürəti

$V_{\text{orta}}$  – orta sürət

$V_{\text{int}}$  – interval sürəti

$V_{\text{lay}}$  – lay sürəti

QS – quyu qravimetri

EHM – elektron hesablama maşınları

ŞSP – şaquli seysmik profilləmə

ŞEZ – şaquli elektrik zondlama

DEZ – dipol elektrik zondlama

ref – refraksiya dalğası

dif – difraksiya dalğası

ƏDÜ – eks olan dalğa üsulu

ÜDN – ümumi dərinlik nöqtəsi

SDÜ – sinan dalğa üsulu

SK – seysmik karotaj

FGM – fiziki-geoloji model

FMÜ – fiziki modelləşdirmə üsulu

ÇAM – çox alternativ model

SDDEPÜ – sinan dalğalarla dinamik eninə profilləmə üsulu

GÜH – geoloji kəsilişin üst hissəsi

PM – partlayış məntəqəsi

TR – nəzəri hesablama

ESM – effektiv seysmik model

YTAZ – yataq tipli anomal zonalar

RTA – rif tipli anomaliya

EPM – eninə profilləmə metodu

PK – profil üzərində nöqtələrin say nömrəsi

## ӘДӘВІҮҮАТ

1. Абдуллаев Р.А. Статистические методы при интерпретации сейсмических наблюдений. Азернешр. Баку, 1966, 150 с.
2. Авербух А.Г. Интерпретация материалов сейсморазведки преломленными волнами. М., "Недра", 1975, 223 с.
3. Али-заде А.А. Земля и землетрясения. Баку, Азернефтнешр, 1960, 164 с.
4. Асада Т., Исибаси К., Матсуда Т. и др. Методы прогноза землетрясений. Их применение в Японии. Перевод с англ.. М., "Недра", 1984, 312 с.
5. Ахмедов А.К., Гаджиев Ф.М. и др. Каталог прогнозированных геофизическими методами разведки рифоподобных и рифовых построек Азербайджана и Каспийского моря (результаты предварительных исследований по литературным и фондовым материалам). Баку, 1995.
6. Ахмедов А.К. Исследования динамических особенностей сейсмических волн в нефтяных скважинах Азербайджана. Кандидатская диссертация, Баку, ИГ АН Азерб. ССР, 1968.
7. Ахмедов А.К. Методика и геологические результаты динамического поперечного профилирования преломленными волнами при прогнозировании залежей нефти и газа. Автореферат докторской диссертации. Баку, 1991.
8. Ахмедов А.К., Лапидус В.Я. Методическая рекомендация по динамическому поперечному профилированию методом преломленных волн при разведке залежей нефти и газа. Баку, 1987, 72 с.
9. Бабаев Р.Р., Мустафаев С.С. и др. Некоторые вопросы стратиграфии верхней юры и нижнего мела в условиях образования рифовых известняков на северном склоне юго-восточного окончания Большого Кавказа. Известия АН Азерб. ССР, серия Наука о земле, №4, 1974, с. 14-20.

10. **Бабазаде О.Б.** Исследование глубинных разломов земной коры Азербайджана по геофизическим аномалиям. Автореферат диссерт. на соискание уч степени к. г.-м. н. Баку, 1973, 31 с.
11. **Берзон М.С., Епинатьева А.М.** Динамические характеристики сейсмических волн в реальных средах. М., АН СССР, 1962, 511 с.
12. **Гаджиев А.Н., Кульгавин Л.Д.** Рифогенные образования в Куринской впадине по данным сейсморазведочных исследований. Нефтегазовая геология и геофизика. №6, М., 1977, с. 48-51.
13. **Гаджиев Ф.М.** О наличии рифогенных массивных тел на Мюсюслинской и Карабуджагской площадях. АНХ, №10, 1980.
14. **Гамбурцев Г.А., Ризниченко Ю.В.** и др. Корреляционный метод преломленных волн. Изд-во АН СССР, М., 1952.
15. **Qarayev B.M.** 3-ölçülü fiziki-geoloji modellərdə əks olunmuş dalğalarla neft yataqlarının proqnozlaşdırılması metodikasının işlənməsinin nəticələri. 3-cü Azərbaycan beynəlxalq geofizika konfransının tezisləri. 19-21 oktyabr 2000.
16. **Qarayev B.M.** Neft yataqlarının geoloji kəsilişdə proqnozlaşdırılması üçün seysmik kəşfiyyat metodikasının fiziki modellər üzərində işlənib hazırlanmasının nəticələri (ingilis dilində). Azərbaycanda geofizika yenilikləri. Azərb. Milli Geofizika Komitəsi. №2, 1999, s. 8-10.
17. **Гасанов А.Г., Шафадиев Р.Н.** и др. Шамахинское землетрясение 27 июня 1987 г. в кн. Каталог сейсмопрогностических наблюдений на территории Азербайджана в 1987 году. Баку, 1991, 55 с.
18. **Гасанов А.Г., Шафадиев Р.Н.** и др. Результаты макросейсмических обследований. Саатлы-Сабирabadское землетрясение 19 апреля 1989 г. в кн. Каталог сейсмопрогностических наблюдений на территории Азербайджана в 1989 году. Баку, 1992, 152 с.

19. Гравиразведка: справочник геофизика под редакцией Е.А.Мудрецовой, К.Е.Веселова. М., “Недра”, 1990, 607 с.
- 19<sup>a</sup>. Грачевский М.М., Кравчук А.С. Нефтегазоносность рифов Мирового океана. М., “Недра”, 1989, 189 с.
20. Гурвич И.И. Сейсмическая разведка. М., “Недра”, 1960. 504 с.
21. Дадашев Ф.Г. Газоносность продуктивной толщи юго-восточного Кавказа. Изд-во “Элм”. 1970, 150 с.
22. Дахнов В.Н. Электрическая разведка нефтяных и газовых месторождений. 2-е изд. Гостоптехиздат, 1953.
23. Дор Г. Введение в прикладную геофизику. Пер. с англ. М., “Недра”, 1984, 237 с.
24. Dr. A.Ersin US Sismik yöntemler ve yorumlamaya giriş. Tmmov geofizik muhendisleri odası, 1993, 227 s.
- 24<sup>a</sup>. Ефимова Г.А. Упругое поведение кальцита при высоких давлениях. Физика земли №1, 2001, М., “Наука/интерпериодика”, с. 21-25.
25. Əhmədov A.Q., Hacıyev F.M. Azərbaycan şəraitində neftli-qazlı qeyri-antiklinal yataqların axtarışı və kəşfiyyat vəziyyəti. ANT, №9, 1996, s. 1-4.
26. Əhmədov A.Q. Azərbaycanda qeyri-antiklinal rif tipli neft və qaz yataqlarının proqnozu. Respublika elmi konfransının tezisləri. “Azərbaycanın faydalı qazıntıları, perspektiv sahələrin proqnozlaşdırılması və yeni tədqiqat üsulları” kitabında. BU nəşriyyatı, 1992, s. 60-61.
27. Əhmədov A.Q., Süleymanova R.N., Hacıyev F.M. Seysmik kəşfiyyat materialları əsasında perspektivli rifəbənzər qalxımların öyrənilməsi (Şimali Soyuqxanlı sahəsinin timsalında). ANT, №2, 2000, s. 1-5.

28. **Əhmədov A.Q.** Riflər və onların xalq təsərrüfatında faydası. "Azərbaycan təbiəti" jurnalı. №4-6, Bakı, 1993, s. 21-23.
29. **Əliyev F.S., Tağıyev İ.I., Zamanov Y.D.** və b. Bayıl sürüşmələrini törədən amillər, onların hərəkət mexanizmi və proqnoz konsepsiyası. (Tezislər). Respublika seminar-müşavirəsi. Bakı, 5 iyun, 2000, s. 7-8.
30. **Зверев С.М.** Сейсмические исследования на море. Изд-во МГУ, 1964, 187 с.
31. Интерпретация данных сейсморазведки: справочник под редакцией **Потапова О.А. М.**, "Недра", 1990, 448 с.
32. **Итенберг С.С.** Нефтепромысловая геофизика для геологов. Гостоптехиздат, 1957, 398 с.
33. **Керимов К.М., Велиев Г.О.** Электрические предвестники землетрясений Исмаиллы-Шемахинского сейсмоактивного полигона. Изд-во АН Азерб., серия наук о земле, 1989, №1, с. 101-108.
34. **Королюк И.К., Михайлово М.В.** и др. Ископаемые органогенные постройки риф. Методы их изучения и нефтегазонность. Изд-во "Наука". М., 1975.
35. **Кондратович Ю.В., Кондратович Т.С.** Принципиальные возможности сейсморазведки для обнаружения и картирования рифов. Разведочная геофизика. Отеч. произв. опыт, 1984, вып. 3, с. 4-9.
36. **Кузнецов В.П., Агаларова Э.Б.** и др. Землетрясение в Баку 16.1.1979 года. Сейсмогеологический бюллетень Кавказа. г. Тбилиси, 1979, 1982, с. 190-201.
37. **Логачев А.А.** Курс магниторазведки. Госгеолиздат, изд-во 1-ое, 1951, изд-во 2-ое, 1962. 301 с.
38. **Лукавченко П.И.** Гравиметрическая разведка на нефть и газ. Гостоптехиздат. М., 1956. 336 с.

39. **Ляховицкий Ф.М., Хмелевской В.К.** Инженерная геофизика. М., "Недра", 1989, 252 с.
40. **Мамедов П.З.** Выявление рифогенных образований с помощью сейсмостратиграфических исследований. Геология нефти и газа, №7, 1986, с. 24-27.
41. **Мустафаев К. А., Ахмедов А.К.** и др. О динамических особенностях сейсмических волн при скважинных наблюдениях. Изд-во АНА, серия наук о земле, 1968, №3, с. 40-45.
42. **Мустафаев Т.Г.** О некоторых особенностях сейсмического районирования. Тезисы Межд. Конференции "Геодинамика Черноморско-Каспийского сегмента Альп. Скл. Пояса и перспективы поисков полезных ископаемых". Автorefерат. Баку, Нафта-Пресс, 1999.
43. **Pənahı Ş.A.** Ümumi geologmanın qısa nəzəri və təcrübi kursu. "Maarif, nəşriyyatı, 1993, 301 s.
44. **Рахманов Р.Р.** Закономерности формирования зон нефтегазонакопления в мезокайнозойских отложениях Азербайджана. Баку, Элм, 1985, с. 108.
45. **Салаев С.Г., Григорьяну Б.В., Керимов И.А.** и др. Оценка перспектив нефтегазоносности мезозойских отложений Средне-куринской впадины и Ашхероно-Гобустанской области. Баку, "Элм", 1983, 165 с.
46. **Салехли Т.М., Авчян Г.М.** Упругие свойства вулканогенных и карбонатных пород в различных термодинамических условиях. АНХ, №1, 1974, с. 9-15.
47. **Слепак З.М.** Применение гравиразведки при поисках нефте-перспективных структур. М., "Недра", 1989, 200 с.
48. **Соколов К.П.** Геологическое истолкование магниторазведочных данных. Госуд. научно-техн. изд-во литературы по геол. и охране недр. М., 1956, 236 с.

49. Уламов В.И., Мавашев Б.З. Предвестник Ташкентского землетрясения. В кн: Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 г. Ташкент, ФАН, 1971, с. 188-192.
50. Франтов Г.С., Глебовский Ю.С. Занимательная геофизика. М., "Недра", 1987, 128 с.
51. Франтов Г.С., Пинкевич А.А. Геофизика в археологии. Недра, Ленинград, 1966, 211 с.
52. Шамо Р. Вопросы изучения строения земли (сборник статей). Изд-во АНА, Баку, 1966, 241 с.
53. Шапировский Н.И., Гаджиев Р.М. Морская геофизическая разведка. Азернешр, 1962, 155 с.
54. Xələfli A.A. Geofiziki kəşfiyyat üsullarının əsasları. "Günəş" nəşriyyatı, Bakı, 1998, 212 s.

## MÜNDƏRİCAT

Səh.

<b>Giriş.....</b>	<b>5</b>
Geofizika elmi və geofiziki məlumatların interpretasiyası haqqında ümumi anlayış.....	6
<b>1. Seysmologiya</b>	
1.1 Zəlzələ baş verdikdən sonra onun tədqiqi.....	7
1.2 Zəlzələrin əmələ gəlmə səbəbləri. Tektonik zəlzələlər.....	9
1.3 Sualtı zəlzələlər.....	10
1.4 Sürüşmələr.....	11
1.5 Zəlzələdən yaranan seysmik dalğalar.....	13
1.6 Zəlzələrin qabaqdan xəbər verilməsi (proqnozlaşdırılması).....	17
1.7 Radon qazının zəlzələlərin proqnozlaşdırılmasında rolu.....	19
1.8 Yerin deformasiyası.....	21
1.9 Zəlzələdən qabaq sūxurlarda seysmik dalğaların yayılma sür'ətinin anomal dəyişməsi (dilatansiya).....	24
1.10 Zəlzələlərin dağdıcı təsirini azaltma yolları.....	27
1.11 Geofiziki məlumatların interpretasiyası əsasında yer kürəsi qatlarının teyini.....	29
1.12 Seysmik dalğanın yayılma sür'ətinə görə yer qatlarının seçilməsi.....	30
<b>2. Kəşfiyyat geofizikasına giriş</b>	
2.1 Geofiziki məlumatların geoloji məsələlərin həllində rolu.....	33
2.2 Neft və qaz yataqlarının axtarışı.....	33
2.3 Rif qurumlarının axtarışı.....	35
2.4 Filiz yataqlarının axtarışı.....	42
2.5 Şaxta və dağ-mədən geofizikası.....	43
2.6 Dəniz geofizikası.....	43
2.7 Mühəndis geofizikası.....	46
2.8 Arxeologiya geofizikası.....	47
<b>3. Maqnitometriya.....</b>	
3.1 Maqnit sahəsinin təşkilediciləri.....	50
3.2 Maqnit çöl işlərinin məlumatları.....	51
3.3 İnterpretasiya.....	52
3.4 Maqnit anomaliyasının parametrləri.....	55
3.5 Maqnit sahə kütləsinin parametrlərinin toxunanlar üsulu ilə teyini.....	56
<b>4. Qravimetriya</b>	
4.1 Yerin ağırlıq qüvvəsinin tərkib hissələri.....	58
4.2 Qravikəşfiyyat çöl işləri.....	61

4.3 Qravitasiya məlumatlarının interpretasiyası.....	62
4.4 Sferik kütlənin yaratdığı qravitasiya sahəsinin təyini.....	64
4.5 Ağırlıq qüvvəsinin quyu kəsilişində ölçülməsi.....	67
<b>5. Elektrik kəşfiyyatı.....</b>	<b>68</b>
5.1 Elektrik profilləmə üsulu.....	70
5.2 Şəquli elektrik zondlama üsulu (ŞEZ).....	71
5.3 Dipol elektrik zondlama üsulu (DEZ).....	71
5.4 Elektrikləşdirilmiş kütle üsulu.....	73
5.5 Radiodalğalarla şüalandırma üsulu.....	75
<b>6. Seysmik kəşfiyyat üsulu</b>	
6.1 Sükurların elastiki xassələri.....	77
6.2 Quyu seysmik kəşfiyyat işləri.....	80
6.3 Geoloji mühitdə süret modelləri.....	85
6.4 Seysmik dalğa növləri.....	87
6.5 Seysmik dalğanın ön və arxa cəbhəsi.....	90
6.6 Dalğanın amplitudunun azalma səbəbləri.....	91
6.7 Əks olan və sınan dalğa üsulları.....	93
6.7.1 Əks olan dalğa üsulu (ƏDÜ).....	93
6.7.2 Ümumi dərinlik nöqtəsi üsulu (ÜDN).....	95
6.7.3 Sınan dalğa üsulu (SDÜ).....	96
6.7.4 Sınan dalğanın yayılma sürətinin və sindirici sərhədin dərinliyinin təyini.....	98
<b>7. Geofizikada düz və tərs məsələnin həlli (modelləşdirmə)</b>	
7.1 Geofizikada düz və tərs məsələnin mahiyəti.....	101
7.2 Geofiziki tədqiqatların mərhələlərində modelləşdirmənin rolu.....	102
7.3 Fiziki-geoloji modelin çeşidləri.....	103
7.4 Modelləşdirmə metodları.....	106
7.5 Geoloji-geofiziki mühit.....	108
7.6 Geofizikada düz və tərs məsələlərin həllinə sistemli yanaşma.....	111
7.7 Optimallıq kriteriyalarına görə düz və tərs məsələlər (nəticələrin etibarlılığının qiymətləndirilməsi).....	112
<b>8. Praktiki məsələlərin həlli üçün tapşırıqlar və nümunələr</b>	
8.1 Tapşırıqlar.....	115
8.2 Nümunələr.....	123
Kitabda rast gələn qısalılmış adlar.....	126
Ədəbiyyat.....	127

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ  
И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ  
(на Азербайджанском языке)

А.Г.Ахмедов

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ  
И ИХ ИНТЕРПРЕТАЦИИ

(на Азербайджанском языке)

Баку - Ганун -2001

*Aydın Qaffar oğlu Əhmədov.*  
**Geofiziki məlumatlar və onların interpretasiyası.**  
(Azərbaycan dilində)

“QANUN” nəşriyyatı,  
Bakı 370033 Ağa Nəmetulla küçəsi, 44.  
Tel/faks: 678 887.

Naşir:           Şahbaz XUDUOĞLU  
Redaktor:       Fəxrəddin Ağazadə

Kompüter  
tərtibatçısı:   Rəna Bağırova

Korrektor:       Raife

Çapa imzalanmışdır: 16.07.2001

Formatı 60x84 1/16. Mətbəə kağızı №1.  
Fiziki ç/v 9,5 Şərti ç/v 8,84  
Tirajı 500.  
Sifariş  
Qiyməti müqavilə ilə.

*Kitab hazır plynokalardan ofset üsulu ilə  
«P-Elnur» mətbəəsində çap olunmuşdur.*