

N.P. Yusubov

**SEYSMİK YAZILARIN
EMALI VƏ
SEYSMOGEOLOJİ
MODELLƏŞDİRMƏ
ƏSASINDA GEOLOJİ
DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ**



«Adiloğlu» nəşriyyatı
Bakı-2003

550.3
X Y 93

UDK 550.834.5(479.24)

Redaktor- Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının müxbir üzvü,
geologiya-mineralogiya elmləri doktoru
Məmmədov Pərviz Ziya oğlu
(Azərbaycan Dövlət Neft Akademiyasının «Faydalı qazıntı
yataqlarının geofiziki üsullarla axtarışı və kəşfiyyatı» kafedrasının
müdiri)

Rəy yazan- geologiya-mineralogiya elmləri doktoru
Qarayev Baba Manaf oğlu
(«Azərgeofizika» elmi-tədqiqat institutu)

**Seysmik yazıların emalı və seysmogeoloji modelləşdirmə
əsasında geoloji dəyərləndirilməsi.** Namaz Puti oğlu Yusubov.
Bakı, «Adiloğlu» nəşriyyatı - 2003.

550039

Kitabda seysmik kəşfiyyatın nəzəri və geoloji əsasları qısa şəkildə şərh edilmiş və müşahidə olunan seysmik yazıların emal qrafı əsaslandırılmışdır. Xüsusi bölmədə Azərbaycanın mürəkkəb tektonikalı neftli-qazlı bölgələrinin geoloji kəşfiyyatının səciyyəvi xüsusiyyətləri və onların seysmogeoloji şəraitlərində seysmik kəşfiyyatın effektivliyindən bəhs edilmişdir. Seysmik kəşfiyyat məlumatlarının geoloji dəyərləndirilməsi mərhələsində seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqinin əhəmiyyəti xüsusi vurğulanmışdır. Kitabın son fəslində Azərbaycan geoloq və geofiziklərinin tərtib etdikləri seysmogeoloji profillər və müəllif tərəfindən nəzəri hesablamalar əsasında tərtib edilmiş modellərə görə yerinə yetirilmiş seysmogeoloji tədqiqatların nəticələrinə həsr edilmişdir. Bu fəsildə seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsinə aid bir sıra tövsiyələr verilmişdir.

Kitab istehsalatda çalışan geofizik və geoloqlar, elmi tədqiqatla məşğul olmaq istəyən ali məktəb tələbələri və seysmik kəşfiyyat sahəsində təcrübə toplamaq arzusunda olan gənc mütəxəssislər üçün nəzərdə tutulmuşdur.

1987621309
Y sifarişlə
121-2003

© N.Yusubov

İzahlı lüğət

Avtokorrelyasiya funksiyası (əmsalı) - baş vermiş hadisənin içərisində təkrarlanan prosesin olub-olmadığını təyin etmək üçün istifadə olunan riyazi ifadə. Avtokorrelyasiya funksiyası (AKF) və əmsalı terminləri seysmik kəşfiyyat məlumatlarının emal işlərində tez-tez işlədilir. Bu funksiya hadisələrin fazası haqqında məlumat vermir və proseslərin statistik xarakteristikası kimi qəbul edilir. Elektron qurğu vasitəsi ilə də təyin edilə bilər.

Alqoritm - konkret bir məsələnin müəyyən qanunauyğunluqla həllini təmin edən riyazi və məntiqi əməliyyatlar toplusu.

Amplitud - tezlik xarakteristikası- seysmik yazının Furye çevirməsi nəticəsində xəyali və həqiqi hissələrinin kvadratları cəminin kökaltı ifadəsinin diskret qiymətlərinin qrafiki və ya rəqəmli yazılışı. Başqa sözlə, verilən seysmik yazının hansı tezlikli, enerjili və fazalı sinusoidalardan ibarət olduğunu təyin etməyə imkan verən qrafik.

Analoq-kod qurğusu - mühitin rəqsi hərəkəti fasiləsiz baş verən prosesdir. Belə prosesi kompüterin yaddaşına yazmaq mümkün deyildir. Buna görə də onu rəqəmli şəkllə çevirirlər. Bu əməliyyatı yerinə yetirən elektron qurğu analoq-kod qurğusu adlanır.

Aşağı sürətli dalğa - səthi və səs dalğaları.

Bircinsli geoloji mühit - bütün nöqtələrində dalğanın yayılma sürəti sabit olan mühitdir. Bircinsli mühit izotrop və anizotrop ola bilər. İzotrop mühiddə dalğanın sürəti yayılma istiqamətindən asılı deyildir. Anizotrop mühiddə isə dalğanın sürəti yayılma istiqamətindən asılı olaraq müəyyən qaydada dəyişir. Terrigen çöküntülərdə bircinsli mühit kiçik miqyaslı sahələrdə yarana bilər. Bircinsli anizotrop mühiddə dalğa düzxətli şüa boyu yayılır.

Qarşılıqlı korrelyasiya funksiyası (QKF) - baş vermiş iki hadisə arasında oxşarlıq əlamətini təyin etmək üçün istifadə edilən riyazi ifadə. Qarşılıqlı korrelyasiya funksiyası və əmsalı terminləri seysmik kəşfiyyat məlumatlarının emal işlərində tez-tez işlədilir. Bu funksiya müntəzəm hadisələrin fazası haqqında məlumat verir. Seysmik kəşfiyyat məlumatlarının emalı və geoloji dəyərləndirilməsi işlərini yerinə yetirən bütün proqramların alqoritmləri QKF-ə və ya onun törəmə funksiyalarına əsaslanır. Elektron qurğu vasitəsi ilə də təyin edilə bilər.

Qeyri-müntəzəm dalğa - fazaları heç bir riyazi ifadə ilə təsvir olunmayan dalğalar toplusu.

Hodoqraf - nöqtəvi mənbədən oyađılmış seysmik dalğanın mühitdə yayılma zamanı t ilə müşahidə nöqtəsinin koordinatları x , y və əksətđirici horizontun dərinliyi h arasındakı əlaqə. Bu əlaqənin analitik yazılışı hodoqrafın tənliyi adlandırılır. Əks olunan dalğanın müşahidə nöqtəsinə gəlmə zamanı düz xətt üzərində ölçüldükdə (nöqtəvi dalğa mənbəyi bu xətt üzərində yerləşdirilməlidir) dalğanın xətti hodoqrafı qeyd edilir. Nöqtəvi mənbə müşahidə xəttindən kənarında yerləşdirildikdə eninə hodoqraf formalaşır. Sahəvi hodoqrafın parametrləri Yer üzərində müxtəlif istiqamətlərdə və nöqtəvi mənbə ətrafında müxtəlif (və ya eyni) məsafələrdə yerləşdirilmiş nöqtələrdə müşahidələrin aparılması yolu ilə ölçülür.

Dalğa cəbhəsi - həyəcanlanmış mühitdə istənilən anda sferik səth mövcud olacaqdır ki, onun üzərində hissəciklərin həyəcanlanması yenicə başlayır. Bu həyəcanlanmanı dalğanın ön cəbhəsi yaradır. Dalğanın arxa cəbhəsi isə həyəcanlanmanın sona çatdığı anda yaranır. Bircinsli mühitdə dalğanın ön və arxa cəbhələri mərkəzi həyəcanlandırma nöqtəsində olan sferik səthdir. Qeyri-bircinsli (ləyli) mühitdə isə dalğa cəbhəsini sınıq xətlər təşkil edirlər.

Dalğanın görünən periodu - seysmik dalğanın iki eyniadlı ekstremumu arasındakı zaman fərqi.

Dalğanın görünən tezliyi - dalğanın görünən periodunun tərs qiyməti.

Dalğanın gəlmə (qeyd edilmə) zamanı - dalğanın ön cəbhəsinin qeydedici sistemə çatma vaxtı.

Dekonvolyusiya - tərs süzğəcləmə də adlanır (ingiliscə «dekonvolyusiya», rus dilində «obratnaya filtrasiya»). Mühitdə yayılan seysmik impuls geoloji kəsilişin süzğəcləmə xassəsindən irəli gələn dəyişənliklərə məruz qalır. Bu dəyişənliyin ləğvinə yönəldilmiş emal prosesi dekonvolyusiya adlandırılır. Zaman sahəsində çevirmə əməliyyatının tətbiqi ilə reallaşdırılır. Spektr sahəsində isə Furiye çevirmələrinin tətbiqi ilə yerinə yetirilir.

Dinamik diapazon - seysmik siqnalın maksimum və minimum qiymətlərinin nisbətinin onluq loqarifminin 20-yə hasil. Ölçü vahidi desibeldir (db).

Düz məsələ - deyildikdə verilən geoloji kəsilişi approksimasiya edən seysmik dalğa sahəsinin təyin edilməsi nəzərdə tutulur.

Düşən dalğa - mənbədən (partlayış nöqtəsindən) geoloji kəsilişin dərin qatlarına doğru yönələn dalğaya deyilir.

Elastik dalğa - elastik mühitdə yayılan dalğa. Havada yayılan elastik dalğalara səs, dağ süxurlarında yayılan dalğaya isə seysmik dalğa deyilir.

Elastik mühit - hər hansı bir cismə xarici qüvvə ilə təsir edildikdə o, deformasiyaya məruz qalır. Əgər cisim ona təsir edən qüvvə ləğv edildikdən dərhal sonra öz ilkin vəziyyətini bərpa edirsə, ona elastik cisim deyilir. Cismin deformasiyası ilə ona təsir edən qüvvə düz mütənasib olduqda cisim öz ilkin vəziyyətini bərpa edə bilər. Təsir qüvvəsi zəifdirsə və qısa müddətlidirsə, əksəriyyət bərk cisimlər özlərini elastik cisim kimi aparır. Seysmik kəşfiyyat Yer qabığının məhz bu xüsusiyyətinə əsaslanır.

Emal qrafı - müşahidə olunan seysmik kəşfiyyat məlumatlarının effektiv emalını təmin edən proqramların tətbiqinin ardıcılığı. Bu ardıcılıq proqramların alqoritmi və müşahidə olunan seysmik yazıların səciyyəvi xüsusiyyətləri haqqında tam bilgi əsasında tərtib edilir. Emal qrafı proqramların parametrlərinin testlənməsi yolu ilə də tətbiq edilə bilər. Lakin bu çox uzun və ağır zəhmət tələb edir. Buna baxmayaraq bu ən effektiv üsuldür. Bu halda da proqramların alqoritmləri haqqında bilgilərdən istifadə edilməlidir. Məsələn, seysmik yazılara statik düzəlişlər mütləq qaydada kinematik düzəlişlərdən əvvəl daxil edilməlidir. Bu iki düzəliş daxil edilmədən seysmik yazıların ümumi dərinlik nöqtəsi üsulu ilə cəmlənməsi yolverilməzdir.

Enerji - adətən seysmik yazının verilən pəncərə daxilindəki amplitudalarının kvadratları cəmi nəzərdə tutulur. Bir sıra hallarda verilən tezlikdə enerji terminindən istifadə edilir. Bu növ enerji Furiye çevirmələri nəticəsində təyin edilir. Bu məqsədlə seysmik yazının verilən tezliyə uyğun həqiqi və xəyali hissələrinin amplitudalarının kvadratları cəmi hesablanır.

Zaman kəsilişi - dərinlik kəsilişinin zaman miqyasında ifadəsi. Mərkəzi şüa və ya ümumi dərinlik nöqtəsi üsulu ilə tərtib edilir.

Zaman sırası - seysmik yazının diskret qiymətlərinin qeyd olunduqları zamana uyğun rəqəmli ifadəsi.

Zolaqlı süzəcləmə - seysmik yazının tərkibindən arzuolunan amplitud-tezlik diapazonu ilə səciyyələnən hissənin ayrılmasını təmin edən proses. Zaman sahəsində çevirmə əməliyyatının tətbiqi ilə reallaşdırılır. Spektr sahəsində isə Furiye çevirmələrinin tətbiqi ilə yerinə yetirilir.

İzosəth - eyni zaman anını səciyyələndirən sferik səth nəzərdə tutulur. Seysmik dalğa nöqtəvi mənbədən yayılan andan etibarən istənilən

zaman intervalında sferik səth (izosəth) mövcud olacaqdır ki, onun üzərində mühitin həyəcanlanması yenidən başlayır. Bu həyəcanlanma səthinə dalğa cəbhəsi deyilir. Bircinsli mühitdə dalğa cəbhəsi mərkəzi həyəcanlanma nöqtəsində olan sferik səthdir. Bir sıra hallarda geoloji mühitdə yayılan həyəcanlanmanın ön və arxa cəbhələri haqqında danışılır. Ön və arxa cəbhə deyildikdə həyəcanlanmanın başladığı və sakitləşdiyi fəza aralığı nəzərdə tutulur. Bircinsli mühitdə ön və arxa cəbhə arasında sonsuz sayda sferik səth mövcuddur. Bu səthlər arasındakı məsafə bərabərdir. Qeyri-bircinsli mühitdə bu bərabərlik və izosəthlərin paralelliyi pozulur.

İmpuls reaksiyası - sükunətdə olan hər hansı bir qurğuya (süzgəc, elektrik sxemi, Yer qabığı və s.) vahid impuls təsir edildikdə yaranan cavab reaksiyası.

İmpuls seysmoqramı - vahid impulsun sintetik seysmoqrama təsirindən yaranan cavab reaksiyası. Çevrilmə əməliyyatının tətbiqi ilə hesablanır.

İnterval sürəti - geoloji kəsilişin müəyyən intervalını təşkil edən, bir neçə layı birləşdirən, aralığında seysmik dalğanın yayılmasını səciyyələndirən orta sürət.

Yelpikvari süzgəcləmə - sürət süzgəcləməsi.

Yüksək sürətli maneədar dalğa - adətən təkrar dalğalar nəzərdə tutulur.

Kanal - seysmik stansiyanın eyni anda seysmik yazı qəbul etmək imkanı. Seysmik kanal deyildikdə N sayda seysmik qəbuledicilərdən ibarət qrup, gücləndiricilər sistemi, analoq-kod qurğusu, yaddaş qurğusu və s. nəzərdə tutulur.

Kod-analoq qurğusu - rəqəmli şəkildə verilən zaman sırasının fasiləsiz şəkildə qrafiki ifadəsini təsvir etməyə imkan verən elektron qurğu.

Koherentlik - baş vermiş iki və daha çox prosesin arasında oxşarlıq əlamətini təyin etmək üçün istifadə edilən riyazi ifadə. Koherentlik avto və qarşılıqlı korrelyasiya funksiyalarının hesablanmasında istifadə edilən riyazi düsturların tətbiqi ilə hesablanma bilər. Koherentlik funksiyası Furye çevirmələrinin tətbiqi ilə də təyin edilə bilər.

Kəsilməz mühit - geoloji kəsilişdə yayılan seysmik dalğanın sürəti şaquli və üfüqi istiqamətlərdə dəyişkəndir. Təcrübədən məlumdur ki, terrigen çöküntülərdə seysmik dalğanın sürəti dərinlikdən asılı olaraq tədricən artır və şaquli istiqamətdə sürət qradienti daha yüksəkdir. Belə səciyyəvi xüsusiyyətə malik mühit kəsilməz mühit kimi baxılır. Əslində bu mücərrəd fikirdir. Lakin ondan seysmik

dalğanın geoloji kəsilişdə yayılma mexanizminin izahı üçün istifadə edilirdi. Hazırda isə kompüter texnologiyası vasitəsi ilə dalğanın geoloji kəsilişdə yayılmasını əyani şəkildə izləmək mümkündür. Bu, xüsusi proqramların tərtib edilməsi prosesində nəzərdə tutulur.

Lay sürəti - bircinsli çöküntülərdən ibarət layda seysmik dalğanın yayılma sürəti.

Laylı mühit - laylı mühiti bir və ya bir neçə bircinsli mühitlə approksimasiya etmək olar. Laylı mühitdə yayılan dalğa şüası sınıq xətdir. Snellius qaydasına görə düşən, sınan və qayıdan dalğalar bir müstəvi üzərindədir. Əslində bu bircinsli mühit üçün doğrudur. Ümumi halda isə bu belə deyildir. Geoloji kəsilişi təşkil edən layların yatım istiqaməti ixtiyari şəkildə dəyişdiyindən müxtəlif sərhədlərdən əks olunan və sınan dalğalar müxtəlif istiqamətlərdə yayılırlar. Bu mənada laylı mühitdə yayılan dalğaların müstəviləri hər bir layda dəyişir. Başqa sözlə, əksətdirici sərhədin fəza vəziyyəti dəyişdikdə düşən, sınan və qayıdan dalğaların şüalarının da fəza vəziyyəti dəyişir.

Miqrasiya - əgər tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişi yalnız üfüqi laylardan ibarətdirsə, onda partlayış və qəbul məntəqələri eyni olan nöqtədə düşən və qayıdan dalğaların şüaları mühitə şaquli istiqamətdə (əksətdirici sərhədə normal) daxil olur və geriyyə qayıdır. Bu halda əksətdirici nöqtə müşahidə nöqtəsinin tam altında olur. Belə halda birqat əks olunan dalğanın qeyd olunma zamanının dalğanın mühitdə yayılma sürətinə hasilinin yarıqıyməti əksətdirici sərhədin dərinliyinə bərabər olur. Layların qeyri-üfüqi yatıma malik olduğu halda isə dalğanın mühitdə yayılma trayektoriyası mürəkkəbdir və əks olunan dalğanın səciyyələndirdiyi nöqtə müşahidə məntəqəsinin altında olmur. Başqa sözlə, düşən və əks olunan dalğaların şüaları geoloji kəsilişdə miqrasiyaya məruz qalırlar. Birqat əks olunan dalğaya görə əksətdirici nöqtənin fəzadakı vəziyyəti demiqrasiya (sadəcə miqrasiya adlandırılır) prosesinin nəticəsində bərpa olunur. Digər sözlə, Yer səthində müşahidə olunan dalğa sahəsinin riyazi hesablamalarla elə vəziyyətə gətirilməsi nəzərdə tutulur ki, güya onlar əksətdirici nöqtələrdə qeyd olunurlar.

Mikroseysmik karotaj - geoloji kəsilişin üst hissəsinin öyrənilməsi məqsədi ilə ana süxurları bir neçə metrə qədər kəsən quyuda yerinə yetirilən şaquli seysmik profilləmə.

Müntəzəm dalğa - hodoqrafı müəyyən qanunauyğunluğa tabe olan dalğa.

Mürəkkəb geoloji kəsiliş - geoloji kəsilişin atributlarını təyin edən layların qalınlıqlarının və onları təşkil edən süxurların litofasial tərkiblərinin dəyişkənliyi, yatım bucaqlarındakı uyğunsuzluqlar, ayrı-ayrı stratiqrafik intervalların pazlaşması, bir sıra stratiqrafik aralıqların qismən və ya tam yuyulması, geoloji kəsilişi formalaşdıran layların tektonik hərəkətlərin təsirindən müxtəlif növ dizyunktiv (qırılma, yuyulma, üstəgəlmə, və s.) pozulmalara məruz qalması, tangensial qüvvələrin təsiri nəticəsində yaranan sinusoidal laylanma və nəhayət, geoloji kəsilişi formalaşdıran çöküntü toplanma proseslərindəki fasilələr zamanı relyefin denudasiyaya uğraması səbəbindən yaranan bir sıra kələ-kötürlülük (nahamarlıq) və s. nəzərdə tutulur.

Mürəkkəb tektonika – bax: mürəkkəb geoloji kəsiliş.

Müşahidə xətti - Yer səthinin geoloji kəsilişi kəsən müstəvi ilə kəsişmə xətti.

Mərkəzi şüa - partlayış və qəbul məntəqələrinin koordinatları eyni olduqda düşən və qayıdan dalğaların şüaları eynidir və onlar əksətdirici sərhədə normaldır. Söhbət, geoloji kəsilişi formalaşdıran layların sayından və yatım istiqamətlərindən asılı olmayaraq tədqiq olunan sərhəddən gedir. Deməli, əksətdirici sərhədə normal üzrə düşən və qayıdan dalğanın şüaları eynidir və seysmik dalğa bu məsafəni ən qısa zamanda qət edir (bax: Ferma prinsipi)

Mərkəzi şüa üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişi - mərkəzi şüaların toplandıqları trassaların üfüqi istiqamətdə yan-yana düzülüşü.

Proqram - konkret alqoritmin kompüter vasitəsi ilə reallaşdırılmasını təmin edən komandaların toplusu.

Seysmik qəbuledici - induktiv sarğı və maqnit başlığından ibarət qurğu. Belə qurğu titrədildikdə asılı vəziyyətdə olan induktiv sarğı maqnit seli içərisində hərəkət edir. Nəticədə elektrik cərəyanı yaranır və kabel vasitəsi ilə seysmik stansiyaya ötürülür. Bu qurğu vasitəsi ilə seysmik kəşfiyyatda Yer səthinin titrəyişləri qəbul edilir.

Seysmik dalğanın dinamikası - seysmik dalğanın forması, spektri, amplitudası, enerjisi, tezliyi, periodu, sınıma, keçmə və qayıtma əmsalları və sadalanan parametrlərdən alınan törəmə parametrlər və kəmiyyətlər nəzərdə tutulur.

Seysmik dalğanın kinematikası – müşahidə olunan seysmik dalğa hodoqrafına görə təyin edilən bütün növ sürətlər və seysmik dalğanın geoloji mühitdə yayılmasının həndəsi mənzərəsini təsvir edən kəmiyyətlər nəzərdə tutulur.

Seysmik dalğanın forması - Yer qabığı xarici təsir qüvvəsi ilə həyəcanlandırıldıqda onun hissəcikləri rəqsi hərəkətə gəlir. Onlar sükunət vəziyyətindən hər iki tərəfə (aşağıya və yuxarıya) doğru rəqsi hərəkət edirlər. Rəqsi hərəkətin hər sonrakı maksimum yerdəyişməsi əvvəlkindən zəif olur. Yəni rəqsi hərəkətin qrafiki sönən amplitudalı sinusoidadır. Deməli, seysmik dalğa sönən amplitudalı sinusoidadan ibarətdir. Bu dalğanın formasının dəqiq yazılışı indiyə qədər məlum deyildir. Lakin onu kifayət qədər dəqiq approksimasiya edən impuls forması məlumdur. Onlardan ən çox istifadədə olanı Puzıryov və Berlaqe impulslarıdır.

Seysmik yazının amplitudası - trassadakı kvazisinusoidal yazının diskretləşmiş ani qiyməti.

Seysmik kəşfiyyatın həlledicilik qabiliyyəti - üfüqi və şaquli istiqamətlərdə həlledicilik qabiliyyəti terminləri tez-tez işlədilir. Şaquli istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti deyildikdə layın elə qalınlığı başa düşülür ki, onun dabanı və tavanından əks olunan dalğanı ayırmaq mümkündür. Seysmik kəşfiyyatın şaquli istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti layın qalınlığından və seysmik dalğanın uzunluğundan asılıdır. Qalınlığı seysmik dalğanın uzunluğundan kiçik olan layın tavanı və dabanından əks olunan dalğalar integral bir səciyyə daşıyan vahid dalğa kimi görünür. Üfüqi istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti də dalğanın uzunluğu və əksəidirici elementin eni və ya uzunluğu ilə tənzimlənir. Ölçüləri (üfüqi istiqamətlərdə) seysmik dalğa uzunluğundan kiçik olan geoloji obyektlər əks olunan seysmik dalğa sahəsi yaratmadıqlarından onların seysmik dalğa sahəsində qeydiyyatı mümkün deyildir. Belə obyektlərdən difraksiya dalğaları yarana bilər. Terrigen çöküntülərdə bu dalğaların enerjisi əks olunan dalğanıkindən çox-çox zəif olduğundan onların müşahidə olunan dalğa sahəsinin tərkibində olub-olmadığı məsələsi çətinliklə həll edilir.

Seysmoqram - bir neçə seysmik trassanın qrup halında yazılışı.

Seysmogeoloji şərait - gelolji kəsilişin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq yaranan seysmik dalğa sahəsinin sadə və ya mürəkkəb xassələrə malik olub-olmadığını təsəvvür etmək üçün işlədilən ifadə. Səthi və dərinlik seysmogeoloji şərait termini tez-tez işlədilir. Səthi

seysmogeoloji şərait deyildikdə əks olunan dalğanın parametrlərinin dəyişkənliyini şərtləndirən kiçik sürətlər zonasının xüsusiyyətləri başa düşülür. Dərinlik seysmogeoloji şərait deyildikdə isə mürəkkəb geoloji kəsilişdən söhbət gedir (bax: mürəkkəb geoloji kəsiliş).

Sintetik seysmoqram - geoloji kəsilişi təşkil edən layların təmas xətlərinin yaratdıqları akustik sərtliklər fərqlinin nəticəsində yaranan əksətdirmə əmsallarının zaman və ya dərinlik miqyasında ifadəsi. Xüsusi hesablamalarla təyin edilir.

Snellius qaydası - bu qaydaya görə düşən, sınaq və qayıdan dalğaların şüaları bir müstəvi üzərindədirlər. Ümumi halda bu belə deyildir (bax: laylı mühit).

Spektr - hər hansı bir prosesin (hadisənin) tərkibinin Furiye çevirməsi nəticəsində təyin edilməsi. Hadisənin tərkibi deyildikdə onun hansı tezlikli, fazalı və amplitudalı siqnallardan təşkil edildiyi başa düşülür (fizikada işıq spektri).

Sürət süzgüləməsi - seysmik yazının tərkibindən arzu edilən sürət və tezliklərlə səciyyələnən dalğa sahəsinin ayrılmasını təmin edən riyazi əməliyyat. Zaman sahəsində çevrilmə əməliyyatının tətbiqi ilə reallaşdırılır. Spektr sahəsində isə Furiye çevirməsinin tətbiqi ilə yerinə yetirilir.

Sınaq (keçən) dalğa - əksətdirici sərhədə düşən dalğanın enerjisinin bir hissəsi əks olunaraq geri qayıdır, digər hissəsi isə sərhədi keçərək geoloji kəsilişin dərinliklərinə doğru hərəkət edir. Bu enerjini geoloji kəsilişin dərinliklərinə sınaq dalğa daşıyır.

Trassa - Yer səthində yerləşdirilmiş seysmik qəbuledicinin qeydə aldığı rəqsi hərəkətin amplitudalarını özündə cəmləşdirən kvazisinusoidal yazı.

Tərs məsələ - müşahidə olunan seysmik yazıya görə onu formalaşdıran geoloji kəsilişin müəyyənləşdirilməsi (bərpa) nəzərdə tutulur.

Ferma prinsipi - seysmik dalğanın geoloji mühitdə yayılma prosesi mühiti formalaşdıran qonşu hissəciklərin həyəcanlanması və onların bu həyəcanı bir-birinə ötürməsi hesabına baş verir. Bu mənada nöqtəvi mənbədən çıxan şüalara dalğa enerjisinin ötürücüsü kimi baxmaq olar. Mühitin həyəcanlanma enerjisini bir-birinə ötürən hissəcikləri məhz bu şüa boyu düzülür. Bu xətt boyunca yerləşən nöqtələr arasında həyəcanlanmanın (seysmik dalğanın) yayılma sürəti digər yollarla yayılan enerjinin sürətindən böyükdür. Enerjinin mühitdə yayılmasının qeyri-bircinsli mühit üçün də doğru olan bu səciyyəvi xüsusiyyəti Ferma

prinsipi adlanır. Bu prinsipdən seysmik kəşfiyyatın düz və tərs məsələlərinin həllində geniş miqyasda istifadə edilir.

Ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN) üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişi - müşahidə olunan trassaların ÜDN üsulu ilə cəmlənməsi yolu ilə tərtib edilmiş seysmik kəsiliş. Belə zaman kəsilişi, təxmini olaraq, mərkəzi şüa üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişinin eynidir. Ciddi riyazi baxımdan onların eyniliyi yox, oxşarlığı haqqında fikir söylənə bilər.

Çevrilmə - seysmik signal (mənbə impulsu) geoloji mühitə başaşağı daxil olur və başıyuxarı Yer səthinə qaydır. Bu prosesin riyazi yazılışı çevrilmə əməliyyatı adlandırılır. İngilis dilində «konvolyusiya», rus dilində «svertka» adlandırılır.

Şaquli seysmik profilləmə (ŞSP) - Yer səthində yerləşdirilmiş partlayış nöqtəsindən oyadılan dalğanın dərin quyuda yerləşdirilmiş seysmik qəbuledicilər vasitəsi ilə qeyd edilməsi prosesi nəzərdə tutulur. Bu üsulla seysmik karotaj əyriyə qurulur və şaquli seysmik profil adlanan zaman kəsilişi tərtib edilir. Hazırda bu üsulla quyuaşırı sahə də öyrənilir. Bu üsul geoloji kəsilişin quyuda dibindən aşağı hissəsinin də qazımadan öncə öyrənilməsinə imkan verir. Partlayış və qəbul nöqtələrinin yeri dəyişdirilə bilər. Yəni quyuda partlayış yerinə yetirilə və oyadılan elastik dalğalar Yer səthində yerləşdirilmiş seysmik qəbuledicilər vasitəsi ilə qeyd oluna bilər. Ümumiyyətlə, ŞSP-nin tətbiqi vasitəsi ilə geoloji mühitdə yayılan dalğa sahəsinin kinematik və dinamik xüsusiyyətləri öyrənilir. Seysmik kəşfiyyatın bu üsulu quyuaşırı sahədə əksətdirici sərhədlərin fəza vəziyyətini, təkrar dalğa oyadan əksətdirici sərhədlərin olub-olmamasını və s. aydınlaşdırmağa imkan verir.

Şüa - geoloji mühitdə yayılan enerjinin dalğa cəbhəsinə perpendikulyar istiqamətdə daşındığı xəttə deyilir.

Hyügens prinsipi - istənilən mühit üçün dalğa cəbhəsinin vəziyyətini təyin etməyə imkan verən qayda. Bu prinsipə görə dalğa cəbhəsinin hər bir nöqtəsinə dalğa mənbəyi kimi baxmaq olar. Başqa sözlə, bircinsli mühitdə izosəthlərin eyni zaman anına uyğun gələn nöqtələri dalğa mənbəyindən eyni məsafədə yerləşirlər. Qeyri-bircinsli mühiti sonsuz sayıda bircinsli mühitlərlə approksimasiya etmək mümkündür. Deməli, onun içərisində həyəcanlanmanın istənilən andakı fəza vəziyyətini təyin etmək olar.

Hörük - seysmik qəbuledicilər qrupunu (kanalları) seysmik stansiya ilə birləşdirən kabel. Bu kabel içərisində kanalların sayı qədər cüt

naqillər vardır. Hazırda əsasən telemetrik kabellərdən istifadə edilir. Belə kabellərdə naqillərin sayı 4-6 ədəd olur.

Geoloji dəyərləndirmə - müşahidə olunan seysmik yazılara görə tərtib edilmiş zaman kəsilişindəki dalğa sahəsinin parametrləri əsasında tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişinin bərpası. Geoloji dəyərləndirmə əsasında tədqiqat ərazisinin paleotektonikası, paleocoğrafiyası, tektonikası və s. haqqında məlumatlar əldə edilir. Zaman kəsilişindəki dalğa sahəsinin dinamikası və kinematikası əsasında geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması da geoloji dəyərləndirmə üsuludur.

Görünən amplituda- mühitin rəqsi hərəkətdə olan hissəciklərinin sükunət vəziyyətindən çatdığı ən uzaq məsafə. Bu məsafə qeydedici sistemin xüsusiyyətindən asılı olaraq ölçülür. Onu elektrik gərginliyi, rəqəm və s. ilə ifadə etmək olar.

Əks olunan dalğa - düşən dalğa laylı mühiti ayıran sərhədlərə çatdıqda onun enerjisinin bir hissəsi geriye qayıdır. Bu enerjini Yerin üst qatlarına doğru əks olunan dalğa daşıyır.

GİRİŞ

Seysmik kəşfiyyat Yer qabığının geoloji quruluşunu öyrənən geofiziki üsullar kompleksində aparıcı mövqeyə malikdir. Bunun başlıca səbəbi seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə həll edilən geoloji məsələlər kompleksi spektrinin genişliyi və nəticələrinin daha dəqiq olmasıdır. Ədəbiyyatda olan məlumatlara görə geofiziki kəşfiyyat işlərinə çəkilən xərclərin 90%-i seysmik kəşfiyyatın payına düşür. Maraqlıdır ki, bu xərclərin 90%-i seysmik kəşfiyyatın əks olunan dalğa üsulunun tətbiqinə yönəldilmişdir. Məhz buna görə seysmik kəşfiyyat işlərinə cəlb edilən texnika və texnologiyanın inkişafına xüsusi diqqət yetirilir və nəticədə əldə olunan geoloji nəticələrin keyfiyyəti günbəgün yüksəlir.

Hazırda iki və üçölçülü seysmik kəşfiyyat məlumatlarının emalı və alınmış nəticələrin geoloji dəyərləndirilməsi proseslərinə cəlb edilən elektron-hesablama texnikası və fundamental riyazi və fiziki bazaya əsaslanan emal texnologiyası bir sıra mürəkkəb məsələlərin həllini təmin edir. Bu məsələlər kompleksinə seysmik yazılara görə tədqiqat sahəsinin geoloji quruluşunun öyrənilməsi və onun neftlilik-qazlılığının proqnozlaşdırılması; seysmostratiqrafik təhlil əsasında tədqiqat sahəsinin paleocoğrafiyasının öyrənilməsi və burada baş vermiş paleotektonik proseslərin sxeminin bərpası; geoloji kəsilişin neftli-qazlı intervallarının yaranması və saxlanması şəraitlərinin öyrənilməsi və s. aiddir.

Seysmik kəşfiyyat tədqiqatları üç əsas mərhələdə yerinə yetirilir.

Birinci mərhələdə tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişini mümkün olduğu qədər dəqiq approssimasiya edən seysmik dalğa sahəsinin qeydiyyatı reallaşdırılır. Bu başlanğıc və xüsusi əhəmiyyət kəsb edən mərhələ «çöl işləri» adı ilə mütəxəssislərə yaxşı tanışdır. Çöl işləri deyildikdə müəyyən bir ərazidə süni yolla oyadılan elastik dalğa sahəsinin Yer qabığında yayılması nəticəsində yaranan fiziki hadisələrin elektron qurğuların yaddaşına yazılması prosesi nəzərdə tutulur. Bu yolla toplanan məlumata seysmik yazı və ya qeyd olunmuş seysmik dalğa sahəsi deyilir. Bundan sonra «çöl işləri» ifadəsi deyilən mənada tərəfimizdən tez-tez işlədiləcəkdir. Kitabın ilk fəslə bu mərhələnin qısa şərhinə həsr edilmişdir.

İkinci mərhələ seysmik yazıların emalı ilə əlaqədardır. «Emal» sözü ilə çöl işləri mərhələsində toplanmış seysmik dalğa sahəsinin laboratoriya şəraitində bir şəkildən digər şəkə çevrilməsi ifadə edilir. Hazırda seysmik yazıların emalı tamamilə elektron-hesablama

maşınlarının və fundamental riyazi bazaya əsaslanan proqramların tətbiqi ilə reallaşdırılır.

Üçüncü mərhələdə seysmik dalğa sahəsinin kinematik və dinamik parametrləri əsasında geoloji dəyərləndirmə işləri yerinə yetirilir. Kinematik parametrlər sırasına geoloji mühitdə yayılan seysmik dalğaların həndəsi mənzərəsini xarakterizə edən kəmiyyətlər aiddir (zaman, sürət, qradiyent və s.). Dinamik parametrlərə isə seysmik dalğanın forması, spektri, amplitudası, fazası, enerjisi, tezliyi, periodu, udulma, sınma və keçmə əmsalları və s. aiddir. Adları çəkilən parametrlərdən törəmə xarakteristikalar da sintez edilir və onlar dalğa sahəsinin emalı və geoloji dəyərləndirilməsi üzrə tədqiqatların yerinə yetirilməsində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Törəmə parametrlərə seysmik yazılara görə təyin edilən avto və qarşılıqlı korrelyasiya funksiyaları, ani amplituda, ani faza, ani tezlik, psevdoakustik kəsilişlər və s. aiddir.

Seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının hər üç mərhələsinin nəzəri və təcrübi əsaslarına həsr edilmiş geniş ədəbiyyat fondu mövcuddur.

Çöl işlərinin texnikasına və texnologiyasına aid olan əsas problemlər çoxsaylı elmi əsərlərdə və monoqrafiyalarda geniş formada şərh edilir (Гурвич И.И., 1970; Гальперин Е.И., 1982; Уотерс К., 1981; Шерифф Р., Гелдарт Л., 1987; Уайт Дж.Э., 1986; Шнейерсон М.Б., Потапов О.А., Гродзенский В.А. и др., 1990; Мак-Куиллин Р., Бекон М., Барклай У., 1985; Полшков М.К., Козлов Е.А., Мешбей В.И., 1984; Старобинец А.Е., Старобинец М.Е., 1983; Dale G. Stone, 1994 və s.). Bu əsərlərdə seysmik kəşfiyyat texnikasının yaradılması və tətbiqi ilə əlaqədar bir sıra məsələlər geniş şəkildə müzakirə edilir və çöl işlərinin yerinə yetirilməsi texnologiyası əsaslandırılır. Göstərilən əsərlərdə seysmik kəşfiyyatın bütün üsullarının (əks olunan dalğa üsulunun - ƏDÜ; ümumi dərinlik nöqtəsi üsulunun - ÜDN; sınan dalğa üsulunun - SDÜ; dərin seysmik zondlama üsulunun - DSZ; şaquli seysmik profillemə üsulunun -ŞSP və s.) yerinə yetirilməsi texnologiyası əsaslandırılmış və onların tətbiqinə aid tövsiyələr və metodiki göstərişlər verilmişdir.

Seysmik yazıların emalına həsr edilmiş (Козлов Е.А., Гогоненков Г.Н., Лернер Б.Л. и др., 1973; Уотерс К., 1981; Бат Маркус, 1980; Гальперин Е.И., 1982; Сильвиа М.Т., Робинсон Э.А., 1983; Старобинец А.Е., Старобинец М.Е., 1983; Канасевич Э.Р., 1985; Шерифф Р.Е., Грегори А.П., Вейл П.Р., Митчем Р.М. и др., 1982; Никитин А.А., 1986; Полшков М.К., Козлов Е.А., Мешбей В.И. и др., 1984; Отнес Р., Энноксон Л., 1982; Козлов Е.А., 1986; Зиновьев А.Л.,

Филиппов Л.И.,1975; Лезин Ю.С.,1969; Джонсон Ф. Клаербоут, 1981; Рабинер Л., Гоулд Б., 1978; Джонсон Ф. Клаербоут, 1989; Справочник геофизика. Под. ред. В.И. Дмитриева, 1982; Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.,1981; Тимошин Ю.В., 1971; Зиновьев А.Л.,Филиппов Л.И., 1975; Yusubov N.P. 1974-2001 və s.) elmi əsərlər və ya məqalələrdə emal texnikası və texnologiyasının nəzəri və təcrübi əsasları şərh edilmişdir.

Seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının üçüncü mərhələsinə həsr edilmiş ədəbiyyatda (Абдуллаев Р.А., Джафаров Х.Д., 1964; Бакиров А.А. и др., 1986; Мамедов П.З., 1987, 1988; Пузырев Н.Н., 1959; Пузырев Н.Н., 1979; Шерифф Р., Гелдарт Л., 1987; Шерифф Р.Е., Грегори А.П., Вейл П.Р., Митчем Р.М., и др., 1982; Уотерс К., 1981; Бат Маркус, 1980; Гогоненков Г.Н., 1987; Мак-Куиллин Р., Бекон М., Барклай У., 1985; Лидер М.Р., Селли Р.Ч.,1989; Старобинец А.Е., Старобинец М.Е., 1983; Сильвия М.Т., Робинсон Э.А., 1983; Гальперин Е.И., 1982; Yusubov N.P.,1999-2002 və s.) müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə tədqiqat sahəsinin tektonikasının öyrənilməsi, geoloji kəsilişin neftlilik-qazlılığının proqnozlaşdırılması, seysmostratigrafik təhlil əsasında tədqiqat sahəsinin paleocoğrafiyasının öyrənilməsi və burada baş vermiş paleotektonik proseslərin sxeminin bərpası, geoloji kəsilişin neftli-qazlı intervallarının yaranması və saxlanması şəraitlərinin öyrənilməsi və s. kimi məsələlərin həlli qaydalarının dolğun şərh verilmişdir.

Ayındır ki, müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi tədqiqat ərazisinin geoloji quruluşu haqqında ilkin məlumatlar əsasında reallaşdırılır. Bu məlumatların kifayət qədər əhatəli şərh və geofiziki tədqiqatların istiqamətləri ədəbiyyatda (Ализаде А.А.,Ахмедов Г.А., 1966; Агабеков М.Г., Мамедов А.В., 1960; Мамедов А.В., 1977; Агабеков М.Г. и др., 1977; Хаин В.Е., Шарданов А.Н., 1952; Гаджиев Т.Г.,Ахмедов А.М. и др., 1983 və s.) verilmişdir. Kitabın 8 və 9-cu fəsiləri bu məlumatlar əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmiş tərtib edilmiş seysmogeoloji modellər əsasında hesablanmış seysmik dalğa sahəsinin şərhinə həsr edilmişdir.

Охучуя təqdim olunan bu kitabda seysmik kəşfiyyatın əks olunan dalğa üsulunun əsasları haqqında son məlumatların qısa şərh verilir və müəllifin 30 ildən artıq bir dövrdə istehsalatda əldə etdiyi elmi və təcrübi nailiyyətlərdən bəhs edilir.

Uzununa dalğaların süni yolla oyadılması, qeydiyyatı və geoloji dəyərləndirilməsi problemlərinə həsr edilmiş bu kitab on fəsildən ibarətdir.

Kitabın birinci fəslı hal-hazırda çöl işlərində tətbiq edilən seysmik texnikanın bir sıra elementlərinin və əks olunan dalğa üsulu ilə yerinə yetirilən çöl işlərinin texnologiyasının, mümkün hesab etdiyimiz qədər, qısa şəkildə təsvirinə həsr edilmişdir.

Kitabın ikinci fəsildən yeddinci fəslə qədərki bölümündə müəllifin 1970-2002-ci illərdə müşahidə olunan seysmik yazıların emalı və seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi problemləri ilə əlaqədar yerinə yetirdiyi tədqiqat işlərinin nəticələrindən bəhs edilir.

Sonrakı fəsillər Azərbaycanda seysmik kəşfiyyatın effektivliyinə dair qısa şərhə və müəllifin seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə yerinə yetirdiyi tədqiqatların nəticələrinə həsr edilmişdir. Bu fəsillərdə əsasən seysmik kəşfiyyatın ƏOD üsulunun tətbiqi prosesində, Azərbaycanın neftli-qazlı rayonlarının (NQR) seysmogeoloji şəraiti ilə əlaqədar, qarşıya çıxan problemlərdən və onların həlli yollarından bəhs edilir.

Elmi-tədqiqat işlərinin nəticələrini aydın, yığcam və anlaşılan qaydada şərh etməyi, elmi tədqiqatlar prosesində və həyatda saf davranmağı, ətalətdə olan bilikli gəncləri müvazinətdən çıxarmaq və onlara kömək etmək niyyəti ilə onları çəkinmədən tənqid etməyi, sağlam və xoşniyyətli elmi mübahisələrdən çəkinməməyi mənəndən tələb etdiyinə görə dünyasını dəyişmiş, institut illərində müəllimim olmuş və elmlər namizədliyi dissertasiyamı yazarkən mənə elmi rəhbərlik etmiş Rəsmi Əsəd oğlu Abdullayevi, istehsalatda yerinə yetirilən işlərdə ardıcılığı və inadkarlığı, mütəxəssislərlə elmi və istehsalatla bağlı mübahisələrdə cılıqlıqdan yayınmağı və saf davranış qaydalarına riayət etməyi mənə daima tövsiyə etmiş, dünyasını vaxtsız dəyişmiş, «Azərneftgeofizika» trestinin baş geofiziki vəzifəsində çalışmış Polonski Eduard Mixayloviçi daima xatırlayıram.

Bu kitabda şərhı verilən tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsi zamanı şəxsən özü tərəfindən və ya iştirakı ilə tərtib edilmiş bir sıra geoloji və seysmogeoloji kəsilişlərdən istifadə etdiyimə görə «Azərneftgeofizika» trestinin yerinə yetirdiyi geofiziki tədqiqat və istehsalat işlərinin ilhamçısı, böyük vətənpərvər, dərin elmi bilik və hörmət sahibi, Azərbaycan Respublikası Dövlət Neft Şirkətinin Quruda neft və qaz çıxarma idarəsinin baş geoloqu, təvazökar şəxsiyyət Əli Nəzir oğlu Hüseynova, çalışqanlığın, elmi məsələlərin həllində inadkarlığın, saf davranışlı həyat tərzinin nə zamansa bəhrə verəcəyini mənə daima tövsiyə etdiyinə görə 1969-93-cü illərdə «Azərneftgeofizika» trestinin geofiziki məlumatların emalı və geoloji dəyərləndirilməsi ekspedisiyasının rəisi vəzifəsində çalışmış Rafik Cəfər oğlu Tağıyevə, uzun bir dövr ərzində yaradılmış və istehsalatda

260059

toplanmış elmi və təcrübi biliklərə və onların yaradıcılarına ardıcılıqla hörmət etməyi və bunu digərlərindən tələb etməyi mənə aşılacağına görə trestimizin baş geoloqu və müdiri vəzifələrində səmərəli əmək sərf etmiş Şahvələd Süleyman oğlu Köçərliyə, özünün ensiklopedik yaddaşına topladığı məlumatları istənilən mütəxəssislə bölüşmək həvəsinə, uzun illər birgə çalışdığımız «Azərneftgeofizika» trestinin daima inkişafına çalışdığına və mənə hər zaman verdiyi dəyərli məsləhətlərinə görə adı çəkilən trestin baş geoloqu Firuz Muxtar oğlu Hacıyevə, əldə etdiyim bütün müvəffəqiyyətlərimi bölüşmək istəyində olduqda mənə opponentlik etmiş və bu monoqrafiyanın hazırlanması prosesində mənə daima məsləhət vermiş, uzun illər bir müəssisədə mənimlə sağlam elmi və istehsalat mübahisələrində olmuş, bu kitabda müsbət nə varsa onları məndən daha yaxşı şərh etmək qabiliyyətinə malik olan təvazökar, qayğıkeş və həssas dostlarım Novruz Əkbər oğlu Əhmədova və Hüseyin Ələsgər oğlu Quliyevə, yerinə yetirdiyim bu tədqiqat işinin bir çox hissəsinin düzəlişlərini yerinə yetirmiş, mənim müəllimim olmuş böyük şəxsiyyət Pərviz Ziya oğlu Məmmədova, kitabın əlyazmasına korrektorluq etdiyinə görə Dilarə Popul qızı Əliyevaya, Zivər İsa qızı Musayevaya öz təşəkkürümü bildirirəm.

Uzun illər əməkdaşlıq etdiyim və elmi-tədqiqat işlərinin yerinə yetirilməsində mənə daima yardımçı olmuş «Azərneftgeofizika» trestinin kollektivinə öz xüsusi minnətdarlığımı bildirirəm.

N.P.Yusubov

Fəsil 1. SEYSMİK KƏŞFİYYATIN FİZİKİ ƏSASLARI

XIX əsrin sonlarında seysmologiya elmi sübut etdi ki, zəlzələ baş verdikdə Yer qabığında elastik dalğalar yayılırlar və onların Yer səthində yerləşdirilmiş seysmik qəbuledicilərin köməyi ilə qeydiyyatı mümkündür. Az sonra qeyd edilmiş elastik dalğaların parametrlərinin təhlili onların hansı xüsusiyyətlərə malik sükurlardan keçdiyini təyin etməyə imkan verdi.

Daha sonra Yer üzərindəki hər hansı nöqtədə süni yolla oyadılan dalğaların digər nöqtələrdə qeydiyyatı və onların korrelyasiyasının mümkünlüyü sübut edildi. Nəhayət, Yer üzərindəki nöqtəvi mənbədən süni surətdə oyadılmış dalğanın geoloji mühitdə yayılma sürətinin və onun seysmik qəbulediciyə gəlmə vaxtının ölçülməsi məsələsi həll edildi. Bu iki parametr məlum olduqda seysmik dalğanın geoloji kəsilişdəki hərəkətinin trayektoriyasının təyin edilməsinin mümkünlüyü aydınlaşdı. Bu həlledici amillər seysmik kəşfiyyatın əsaslarını müəyyənləşdirdi. Beləliklə, fizikanın bir qolu olan yeni bir elm sahəsi sərbəst olaraq inkişaf etməyə başladı. Yer qabığının geoloji quruluşunun öyrənilməsinə xidmət edən bu elm sahəsi seysmik kəşfiyyat adlandırıldı. Nəhayət, onun müxtəlif üsulları kəşf edildi və onlardan Yer qabığının geoloji quruluşunun öyrənilməsində istifadə edilməyə başlandı.

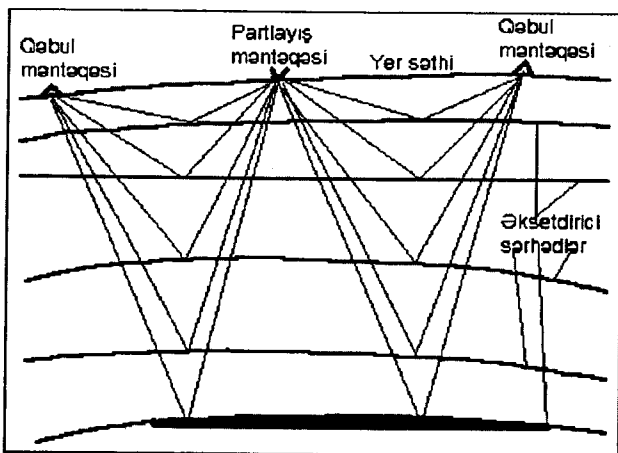
Deməli, seysmik kəşfiyyat Yer səthində və ya ona yaxın dərinlikdə yerləşdirilmiş partlayış nöqtəsində süni üsulla oyadılmış elastik dalğaların çöküntü komplekslərinin təmaslarından əks olunaraq qəbul məntəqəsinə gəlmə zamanlarının qeydiyyatına əsaslanır. Qeyd edək ki, elastik dalğanın oyadılma vaxtı başlanğıc zaman kimi qəbul edilir.

Neft geologiyası məsələlərinin həllində əsasən sınıan və əks olunan dalğalardan istifadə edilir. Sınıan dalğalar iki layın təmas xətti boyu yayılırlar. Əks olunan dalğalar isə Yer qabığında şaquli istiqamətdə dərin qatlara doğru hərəkət edir və bir sıra fiziki sərhədlərdən əks olunaraq geriye, Yer səthinə qayıdırlar (şəkil 1.1).

Bu kitabda seysmik kəşfiyyatın yalnız əks olunan dalğa (ƏOD) üsulunun tətbiqinə aid məsələlərdən bəhs edilir.

ƏOD üsulunun tətbiqi ilə yerinə yetirilən seysmik tədqiqatların əsas məqsədi Yer qabığını formalaşdıran çöküntü kompleksində yerləşən neftli-qazlı obyektlərin axtarışı və kəşfiyyatıdır.

Seysmik kəşfiyyat çöküntü kompleksini təşkil edən layların elastik dalğaları qismən əks etdirmək və ötürmək qabiliyyətinə əsaslanır.



Şəkil.1. Seysmik kəşfiyyat. Müşahidə sxemi

Bu fəsilə uzununa dalğaların süni surətdə oyadılması üsullarından, onların Yer qabığında yayılması və qeyd edilməsi qaydalarından bəhs edilir.

Qeyd edirik ki, burada verilən çox yığcam məlumat elastik dalğaların oyadılması və qeydiyyatı üsulları haqqında bir çox suallara tam cavab vermir. Yaranmış belə sualların cavabı kitabın sonunda siyahısı verilən ədəbiyyatdan əldə edilə bilər.

1.1. Seysmik dalğa və onun bircinsli mühitdə yayılması

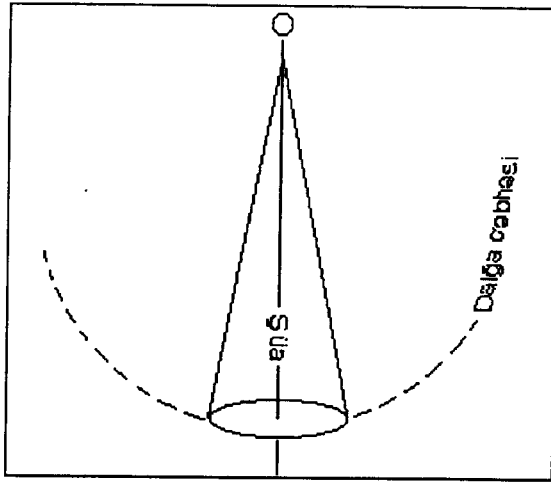
Yer səthində və ya müəyyən (ona yaxın) dərinlikdə qazılmış quyuda yerləşdirilmiş nöqtəvi mənbədən həyəcanlandırılmış bircinsli mühitdə uzununa dalğanın yayılması prosesinə nəzər salaıq.

Seysmik dalğa nöqtəvi mənbədən yayılan andan etibarən istənilən zaman intervalında sferik səth mövcud olacaqdır ki, onun üzərində mühitin həyəcanlanması başlanır. Bu həyəcanlanma səthinə dalğa cəbhəsi deyilir. Bircinsli mühitdə dalğa cəbhəsi mərkəzi həyəcanlanma nöqtəsində olan sferik səthdir. Bəzi hallarda geoloji mühitdə yayılan həyəcanlanmanın ön və arxa cəbhələri haqqında danışılır. Ön və arxa cəbhə deyildikdə həyəcanlanmanın başladığı və sakitləşdiyi fəza aralığı nəzərdə tutulur.

Harmonik rəqslərdə olduğu kimi seysmik dalğanın da fazası haqqında danışmaq olar. Tutaq ki, mühit nöqtəvi mənbədən həyəcanlandırılmışdır. Bircinsli mühitdə istənilən anda sferik səth mövcud olacaqdır ki, onun üzərindəki hissəciklərin həyəcanlanması yenidən başlayır. Həmin sferik səthə dalğa cəbhəsi və ya izofaz səth deyilir. Bircinsli mühitdə izofaz səthlər mərkəzi həyəcanlandırma nöqtəsində yerləşən sferalardır. Həyəcanlandırma nöqtəsindən çıxan və izofaz səthə perpendikulyar yönəldilmiş xətlər (radiuslar) uzununa dalğanın şüalarıdır. Hər bir izosəthin fəza vəziyyəti Hyügens prinsipi əsasında təyin edilə bilər. Bu prinsipə əsasən dalğa sahəsinin hər bir nöqtəsi elastik dalğa mənbəyi kimi qəbul edilir. Başqa sözlə, bircinsli mühitdə izosəthlərin eyni zamana uyğun gələn nöqtələri dalğa mənbəyindən bərabər məsafədə yerləşirlər. Əgər t_1 zamanında dalğa cəbhəsinin vəziyyəti və onun mühitdə yayılma sürəti (V) məlumdursa, onda $t_2 = t_1 + \Delta t$ anındakı həyəcanlanma nöqtələrinin mühitdə yaratdıqları izosəth $V \cdot \Delta t$ məsafəsini qət edəcəkdir. Dalğanın ön və arxa cəbhələri arasında sonsuz sayıda izofaz səthlər mövcuddur. Adətən hər bir izosəthin fəzada nisbi yerdəyişməsinə (bu yerdəyişmə cisimciklərin daşınması demək deyildir) uyğun gələn fazaların ekstremum qiyməti maraqlıdır.

Aydındır ki, nöqtəvi mənbədən başlanaraq dalğanın enerjisi ən kəsiyi sonsuzluqda məhdudlaşan istənilən sayıda konus daxilində yayılır. Hər bir konusun mərkəzi xətti şüa (adətən bu şüaya normal deyilir) adlanır. Hər bir şüa dalğa cəbhəsinə perpendikulyardır (şəkil 1.2). Deyilənlərdən aydındır ki, elastik dalğanın mühitdə yayılma prosesi nöqtəvi mənbədə oyadılan enerjinin ətraf mühitə ötürülməsi hesabına baş verir. Bu mənada nöqtəvi mənbədən çıxan şüalara dalğanın enerji ötürücüsü xətti kimi baxmaq olar. Bu xətt boyunca yerləşən nöqtələr arasında dalğanın yayılma sürəti bütün digər yollarla yayılan dalğaların sürətindən böyükdür. Yəni dalğa bu yolu ən qısa zamanda qət edir. Enerjinin yayılmasının qeyri-bircinsli mühit üçün də doğru olan bu xüsusiyyəti Ferma prinsipi adlandırılmışdır. Ondan laylı mühitdə şüanın yayılma trayektoriyasının təyin edilməsi, başqa sözlə, seysmik kəşfiyyatın düz məsələsinin həlli üçün istifadə edilir. Sonrakı fəsillərdə müəllifin, bu prinsipdən istifadə etməklə, düz məsələnin həlli ilə bağlı tədqiqatların nəticələri ilə tanış olacağıq.

Mühitdə dalğanın yayılma sürəti dəyişdikdə (yəni qeyri-bircinsli mühit) şüa əyilməyə (əslində sınırlı) başlayır. Başqa sözlə, eyni zaman anına aid həyəcanlanma nöqtələri elastik dalğa mənbəyindən müxtəlif məsafələrdə yerləşirlər.



Şəkil 1.2. Dalğa cəbhəsilə şüanın əlaqə sxemi

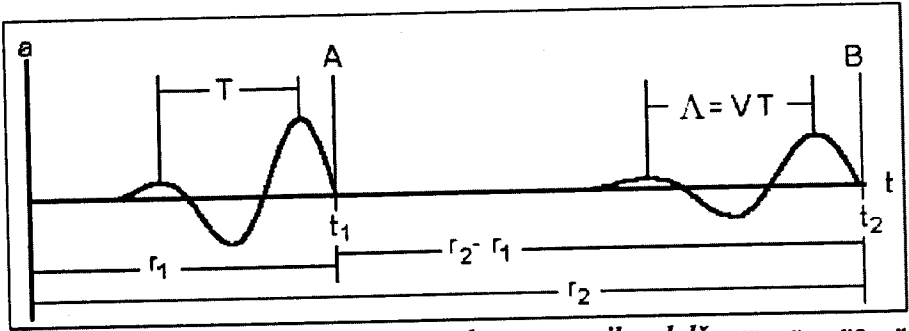
Seysmik dalğanın hər hansı şüa boyu yayılması sxeminə baxaq. Şəkil 1.3-də onun bircinsli mühitdə şüa boyu yayılmasını ifadə edən sxem verilmişdir. Klassik ədəbiyyatda bu sxem dalğanın ən kəsiyi adlandırılmışdır. Biz də bu sxemin adını belə qəbul edək. Sxemdə t_1 və t_2 zamanlarında dalğanın amplitudası, uzunluğu və fazası göstərilmişdir. A nöqtəsindən hərəkət edən dalğa cəbhəsi B nöqtəsinə qədər məsafəni $(r_2 - r_1)$ müəyyən zamanda qət edir. Yəni A nöqtəsində həyəcanlandırılan mühit $t_2 - t_1$ zamanından sonra B nöqtəsində də həyəcanlanır. Buradan dalğanın bircinsli mühitdə yayılma sürətini təyin etmək olar və bu sürət dalğanın fazası ilə əlaqədar olduğundan ona faza sürəti (V_f) deyilir:

$$V_f = (r_2 - r_1) / (t_2 - t_1) \quad (1.1)$$

Şəkil 1.3-də seysmik dalğanın görünən periodu T , görünən uzunluğu isə Λ ilə işarələnmişdir.

Dalğanın sürəti, uzunluğu və periodu arasındakı əlaqə aşağıdakı kimidir:

$$\Lambda_g = V_g T_g = V_g / f_g = 2\pi V_g / \omega \quad (1.2)$$



Şəkil 1.3. Geoloji mühitdə yayılan seysmik dalğanın r_1 və r_2 nöqtələrindəki en kəsiyi

Burada Λ_g -dalğanın görünən uzunluğu, V_g -dalğanın mühitdə yayılma sürəti (görünən sürət), T_g -dalğanın görünən periodu, f_g -dalğanın görünən tezliyi, $\omega=2\pi f_g$ -dalğanın dairəvi tezliyidir.

Dalğanın bircinsli mühitdə yayılması onun enerjisinin fasiləsiz olaraq paylanması hesabına baş verir. Yəni dalğa öz enerjisini mühitin hissəciklərinə ötürdükdən sonra onlar dərhal təsir enerjisinin hesabına sükunət vəziyyətindən çıxaraq öz yükünü qonşu hissəciklərə ötürür və yenidən sükunət vəziyyətinə qayıdırlar. Nəzərdən keçirdiyimiz bu proses fiziki rəqqasın hərəkətinin eynidir.

Dalğa mühitdə yayılarkən onun enerjisi E_0 , sahəsi $4\pi r^2$ olan sferik səth üzərində paylanır. Deməli, vahid səthə düşən enerjinin qiyməti $E_0/4\pi r^2$ olacaqdır. Dalğa enerjisinin sıxlığı onun amplitudasının kvadratı ilə düz mütənasibdir. Yəni

$$E_0/4\pi r^2 = k[A(r)]^2,$$

$$A(r) = (E_0/4\pi k r^2)^{1/2} = A_0/r$$

Burada A_0 -dalğanın başlanğıc amplitudası, E_0 -dalğanın başlanğıc enerjisi, r -nöqtəvi mənbədən (şüa boyu) dalğa cəbhəsinədək məsafə, A -dalğanın nöqtəvi mənbədən r məsafədəki amplitudasıdır. k - dalğanın geoloji mühitdə yayıldığı müddətdə məruz qaldığı dəyişkənliyi (onu mühitin udulma əmsalı kimi də qəbul etmək olar) xarakterizə edir. Nəzərə alsaq ki, nöqtəvi mənbədə süni sürətdə oyadılmış seysmik dalğa ikiölçülü fəzada radiusu r olan yarımhəlqə üzərində yayılır, onun vahid səthə düşən enerjisinin və amplitudasının analitik ifadəsini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$E_0 / 2\pi r = k [A(r)]^2, \quad (1.3)$$

$$A(r) = (E_0 / 2\pi k r)^{1/2} = A_0 / r^{1/2}. \quad (1.4)$$

Göründüyü kimi, dalğanın amplitudası onun keçdiyi məsafənin ədədi qiymətinin kökaltı ifadəsi ilə tərs mütənasibdir.

Təcrübədə sonuncu düsturdan (1.4) müşahidə olunan seysmik yazıların amplitudalarının bərpası üçün və ya onların orta enerjisinin verilən həddə gətirilməsi məqsədi ilə istifadə edilir.

Seysmik kəşfiyyatın tarixi inkişaf mərhələlərinin hər birində seysmik dalğanın formasının təyin edilməsinə cəhdlər edilmişdir. Seysmik kəşfiyyatın tətbiqinə həsr edilmiş çoxsaylı ədəbiyyatdan bu problemin həllinə yönəldilmiş tədqiqatların nəticələri haqqında geniş məlumat əldə etmək mümkündür. Lakin bu problemin dəqiq həlli hələ də tapılmamış qalır. Eyni zamanda seysmik dalğanın formasını əksəriyyət hallarda yüksək dəqiqliklə approksimasiya edən impuls formaları tapılmışdır. Bu impuls formalarından seysmogeoloji modelləşdirmə üzrə tədqiqatlarda geniş miqyasda istifadə edilir. Bunlardan Puziryov və Berlaqe impulsları daha geniş tətbiq edilir. Onların analitik yazılışı aşağıdakı kimidir:

$$\text{Puziryov impulsu } a_t = a_0 e^{-\mu t} \sin(\omega_0 t + \varphi) \quad (1.5)$$

Burada a_0 —dalğanın ilkin amplitudası, $\mu = \alpha t^2$, α — udulma əmsalı, t — zaman, ω_0 —dalğanın tezliyi, φ —başlanğıc fazadır.

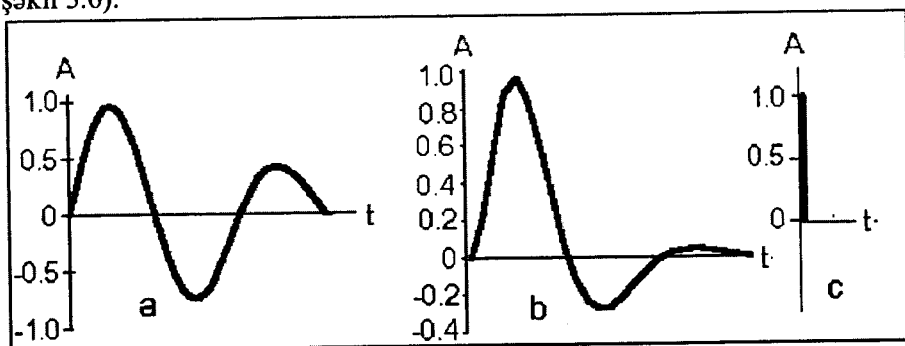
$$\text{Berlaqe impulsu } a_t = a_0 t e^{-\alpha t} \sin(\omega_0 t + \varphi) \quad (1.6)$$

Hər iki funksiyanın qrafiki ifadəsi şəkil 1.4-də verilir. Qeyd edirik ki, funksiyaların qrafikləri qurularkən diskretləmə intervalı $dt=0.002$ s götürülmüşdür. Seysmik yazıların diskretlənməsi probleminə sonrakı fəsillərdə baxacağıq.

Ən bəsit seysmik siqnal delta impulsudur (Dirak impulsu). Bu impulsun amplitudalarının qiymətləri başlanğıc anda vahidə və sonrakı anlarda sıfıra bərabərdir (şəkil 1.4). Yəni:

$$\begin{aligned} a_t &= 1, \quad t = 0; \\ a_t &= 0, \quad t > 0. \end{aligned} \quad (1.7)$$

Bu funksiya bütün tezliklərdə bərabər amplitudaya (enerjisi ən kiçik olan) malikdir (üçüncü fəsildə bu haqda daha geniş məlumat verilir-şəkil 3.6).



Şəkil 1.4. Puzıryov (a), Berlaqe (b) və vahid (c) impulsun qrafikləri

1.2. Seysmik dalğanın laylı mühitdə yayılması

İndiyə qədər biz seysmik dalğanın bircinsli mühitdə yayılma sxemina baxırıdıq. Lakin Yer qabığında belə bir mühit yoxdur və o, çöküntü süxurların eyni bir sedimentologiya şəraitində uzun geoloji dövr ərzində müəyyən ərazi daxilində toplanması nəticəsində yaranmış laylardan ibarətdir. Bu laylar müxtəlif xarakteristikalara malikdir və hər biri müəyyən paleocoğrafi şəraitdə mövcud olmuş paleohövzədə çöküntü toplanması nəticəsində yaranmışdır (Лидер М., 1986; Селли Р.Ч., 1989; Шерифф Р.Е., Грегори А.П., Вейл П.Р., Митчем Р.М. и др, 1982;). Yəni Yer qabığını formalaşdıran hər bir lay çöküntü hövzəsinin parametrlərinin dəyişilməz qaldığı bir şəraitdə formalaşmışdır. Paleocoğrafi və paleotektonik şəraitin dəyişməsi nəticəsində bütün hövzə daxilində toplanmış çöküntünün miqdarı eyni olmamışdır. Sonradan, çöküntü kompleksinin möhkəmlənməsi prosesində, iri miqyaslı tektonik proseslər nəticəsində onların ilkin yatım formaları dəyişmiş, müxtəlif forma və məzmunlu qırışıqlıqlar yaranmışdır. Bir sıra hallarda çöküntü toplanma prosesində və ya daha sonra əmələ gəlmiş qırılma pozulmaları layların şaquli və üfüqi istiqamətlərdə yerdəyişmələrə məruz qalmasına səbəb olmuşdur. Bütün bu səbəblərə görə Yer qabığında ideal bircinsli mühit yoxdur.

Deməli, Yer qabığı konkret bir stratigrafik intervalda (geoloji dövrdə) toplanmış süxurların laylanmasından ibarətdir. Bu layların təmaslarında akustik sərtliliklər fərqi mövcuddur. Geoloji mühitə daxil olan (düşən) dalğa enerjisi bu sərhədlərə çatdıqda sınan (keçən) və əks

olunan (qayıdan) dalğa cəbhələri yaranır. Burada eyni zamanda uzununa və eninə dalğa cəbhələri yaranır. Bu kitabda yalnız uzununa dalğalardan bəhs edilir.

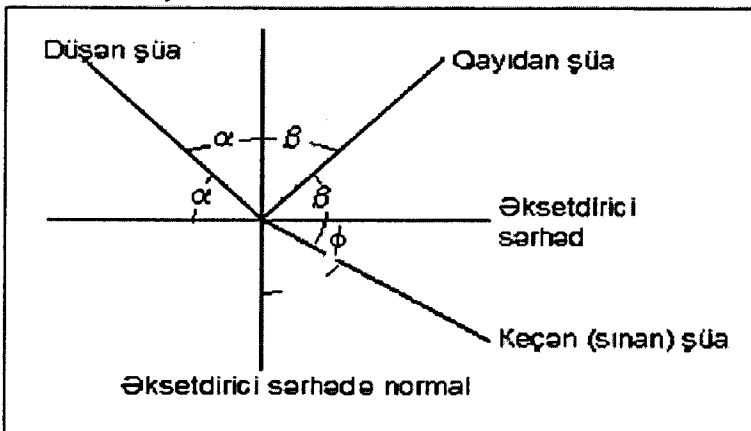
Sadə bir sxemdə laylı mühitdə dalğanın yayılması prosesinə baxaq. Hesab edək ki, laylı mühit vahid impulsda həyəcanlandırılmışdır.

Snellius qaydasına görə ikiölçülü koordinat sistemində düşən, qayıdan və sınan dalğalar bir müstəvi üzərindədirlər (şəkil 1.5) və onların yayılma istiqamətləri arasında aşağıdakı əlaqə vardır:

$$\sin\alpha/V_1 = \sin\beta/V_1 = \sin\varphi/V_2 = V_g \quad (1.8)$$

Burada α , β və φ —uyğun olaraq düşən, qayıdan və sınan (ikinci mühitə keçən və ya sadəcə keçən) dalğaların əksedirici sərhədə (hər iki tərəfdən) nəzərən normal xətlə yaratdığı bucaqlardır.

Göründüyü kimi, düşmə bucağı ilə qayıtma bucağı bərabərdir və sınma bucağı laylarda dalğanın yayılma sürətindən asılı olaraq dəyişir. Bu düstur izofaz səthlərin əksedirici sərhədlə yaratdığı bucağı da təyin etməyə imkan verir (şəkil 1.5). Burada sferik səthin əksedirici sərhədlə yaratdığı təmas nöqtəsində toxunan və əksedirici sərhəd arasındakı bucaq nəzərdə tutulur. Yalnız bu halda eyniadlı bucaqlar düşən, qayıdan (əks olunan) və sınan dalğa cəbhələri ilə əksedirici sərhəd arasında ölçülür.



Şəkil 1.5. Düşən, qayıdan və sınan dalğalar bir müstəvi üzərindədirlər

Laylı mühitdə düşən dalğanın enerjisi qayıdan və sınan dalğalar arasında paylanır. Belə mühitdə dalğanın yayılma prosesini izləmək üçün akustik sərtliklər terminindən istifadə olunur. Mühitin akustik bərkliyi layın daxilində dalğanın yayılma sürətinin (V) və layı təşkil

edən sükurların sıxlığının (ρ) hasili kimi ($Z=V \cdot \rho$) təyin edilir. Düşən dalğa əksedirici sərhədə normal üzrə düşdükdə yalnız keçən və əks olunan dalğalar yaranır. Əksedirici sərhədə düşən (A_d), əks olunan (A_q) və keçən (A_k) dalğalar arasında aşağıdakı əlaqə mövcuddur:

$$A_d = A_q + A_k \quad (1.9)$$

və

$$V_1 \rho_1 A_d = V_2 \rho_2 A_k - V_1 \rho_1 A_q \quad (1.10)$$

Bu tənliklərin həllindən

$$R = A_q/A_d = (V_2 \rho_2 - V_1 \rho_1)/(V_2 \rho_2 + V_1 \rho_1) = (Z_2 - Z_1)/(Z_2 + Z_1) \quad (1.11)$$

alınır ki, buna da əksölünmə əmsalı deyilir. Burada $Z_1 = V_1 \rho_1$, $Z_2 = V_2 \rho_2$ – mühitin akustik sərtlikləridir.

Eyni qaydada keçmə əmsalı (K_k) da təyin edilə bilər:

$$K_k = A_k/A_d = 2V_1 \rho_1 / (V_2 \rho_2 + V_1 \rho_1) = 2Z_1 / (Z_2 + Z_1) \quad (1.12)$$

Düsturlardan göründüyü kimi, $Z_2 < Z_1$ olduqda əksölünmə əmsalı mənfi və keçmə əmsalı müsbətdir. Qeyd edək ki, düşən və qayıdan dalğa cəbhələri mühitdə əks istiqamətlərdə də yayılırlar. Bundan biz sonralar istifadə edəcəyik.

Seysmik kəşfiyyata aid ədəbiyyatda tez-tez əks olunan (E_q) və keçən (E_k) dalğaların enerjisindən danışılır. Dalğanın enerjisi deyildikdə onun amplitudalarının kvadratları cəmi nəzərdə tutulur. Bunlara bəzən əksölünmə və keçmə əmsalları da deyilir. Aydınır ki, $E_q + E_k = 1$ -dir və onlar aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$E_q = (Z_2 - Z_1)^2 / (Z_2 + Z_1)^2 \quad (1.13)$$

və

$$E_k = 4Z_1 Z_2 / (Z_2 + Z_1)^2 \quad (1.14)$$

Düşən dalğanın hansı mühitdə yayılmasından asılı olmayaraq əks olunan və ya keçən dalğanın enerjisini akustik sərtliklərin nisbəti təyin edir, yəni akustik sərtliklərin nisbəti azaldıqca əks olunan dalğanın enerjisi azalır və əksinə, keçən dalğanın enerjisi artır. Əmsalların işarələri nəzərə alınmalıdır. Belə ki, düşən dalğa yüksək sürət və sıxlıqla səciyyələnən laydan aşağı sıxlığa və sürətə malik sükurlardan təşkil

olunmuş laya keçirsə, əks olunan dalğanın fazası 180° çevrilir və bu həmin layın tavanından qayıdan dalğaya aiddir.

Adətən Yer qabığını təşkil edən süxurların sıxlıqları arasında və eləcə də layların daxilində seysmik dalğanın yayılma sürətləri arasında fərqlər az olduğundan hər bir seysmik sərhəddən əks olunan dalğanın enerjisi zəif olur. Bu müsbət hal geoloji kəsilişin daha dərin qatlarının öyrənilməsinə imkan verir, yəni düşən dalğanın enerjisi Yer qabığının kifayət qədər dərin qatlarına keçə və geriyyə qayıda bilər. Aşağıdakı cədvəldə (cədvəl 1.1) bir neçə süxur nümunələrinin yaratdığı layların təmaslarında yaranan əks olunan dalğa enerjisinin miqdarı verilir.

Cədvəldən görüldüyü kimi, kiçik sürətlər zonasının (KSZ) və ana süxurların təmas xətti və su qatının dabanı ən güclü əksətdirici sərhədlərdir. Buna görə də bu sərhədlər məqsədyönlü horizontlardan əks olunan dalğaları maskalayan təkrar dalğa sahəsinin yaranmasında əsas rol oynayır. KSZ-nin mühüm bir xüsusiyyəti də onun seysmik dalğanın enerjisini udma əmsalının yüksək olmasıdır. Bu xüsusiyyətin təsirindən onu kəsib keçən dalğa sahəsinin enerjisi kəskin dərəcədə zəifləyir və amplitud-tezlik xarakteristikası aşağı tezlik diapazonuna doğru sıxılır, yəni KSZ aşağı tezlikli süzgeçdir. Bu hal yüksək tezlikli dalğaların enerjisinin udulması hesabına baş verir.

1.3. Əks olunan dalğaların yarandığı geoloji mühit

Birqat əks olunan dalğalar müəyyən bir məsafəyə korrelyasiya oluna bilən xronostratiqrafik sərhədlərdə yaranırlar. Litostratiqrafik sərhədlərdə, adətən onların ölçüləri çox kiçik olduğundan, əks olunan dalğa sahəsi yaranmır (seysmik kəşfiyyatın həlledicilik qabiliyyəti haqqında danışarkən bu məsələyə aydınlıq gətirəcəyik).

Əksətdirici sərhədlər Yer qabığının geoloji kəsilişini təşkil edən layların təmasları və onların uyğunsuzluq sərhədləridir. Məhz bu sərhədlərin hər iki tərəfində yerləşən layları təşkil edən süxurlar bir-birindən fərqli akustik sərtliklərə malikdir.

Əksətdirici sərhədlər çöküntü toplanma prosesində yaranan fasilələr və ya toplanmış çöküntü materialının eroziyası hesabına yaranırlar. Deməli, layların təmaslarında yaranan əks olunan dalğa cəbhəsi sinxron geoloji hadisələri və əksinə, uyğunsuzluq sərhədlərindən əks olunan dalğa cəbhəsi isə bir neçə qeyri-sinxron geoloji hadisələri səciyyələndirir.

Cədvəl 1.1

Sərhəd	Birinci mühit		İkinci mühit		Z ₁ / Z ₂	R	E _q
	Sürət	Sıxlıq	Sürət	Sıxlıq			
	km/s	q/sm ³	km/s	q/sm ³			
Qumdaşı – əhəngdaşı	2.0	2.4	3.0	2.4	0.67	0.2	0.040
Əhəngdaşı - qumdaşı	3.0	2.4	2.0	2.4	1.5	-0.2	0.000
Su qatı - yumşaq okean dibi	1.5	1.0	1.5	2.0	0.50	0.33	0.11
Su qatı - bərk okean dibi	1.5	1.0	3.0	2.5	0.20	0.67	0.44
Dəniz səthi	1.5	1.0	0.36	0.001 2	3800.0	-0.99	0.998
Kiçik sürətlər zonası və ana süxurların təması	0.5	1.5	2.0	2.0	0.19	0.68	0.47
Gil qazlı süxur üzərində	2.4	2.3	2.2	1.8	1.39	-0.16	0.027

Qeyri-sinxron geoloji prosesləri kəsən uyğunsuzluq sərhədlərindən əks olunan dalğa cəbhəsinin fasiləsiz olaraq uzaq məsafələrə korrelyasiya edilməsi mümkündür. Bu halda əks olunan dalğa cəbhəsinin amplitud-tezlik xarakteristikası hər yerdə sabit parametrlərlə səciyyələnə bilməz. Buna səbəb uyğunsuzluq sərhədi boyu əksətdirici əmsalların dəyişməsidir. Aydındır ki, bu dəyişkənlik müəyyən bir geoloji dövrə uyğun gəlməlidir.

Eyni ilə çöküntü materiallarının toplanma prosesində baş vermiş fasilələr nəticəsində yaranan layların təmaslarından əks olunan dalğa cəbhəsinə də uzaq məsafələrə korrelyasiya etmək mümkündür. Belə halda da seysmik yazının amplitud-tezlik xarakteristikası müəyyən fluktuasiyalarla müşayiət oluna bilər. Bu fluktuasiyaların parametrlərini toplanmış süxurların litofasial tərkibləri müəyyənləşdirir.

Çöküntü kompleksində qaz-su, qaz-neft və su-neft kontaktlarına uyğun gələn fasiləsiz əksətdirici sərhədlər də mövcuddur. Bir sıra hallarda bu sərhədlərdən əks olunan dalğa cəbhəsi xronostratigrafik sərhədlərdən əks olunan dalğa cəbhəsi ilə kəşisirlər. Bir çox hallarda bu sərhədlərdən əks olunan dalğa cəbhəsi zaman etibarı ilə faza gecikmələri ilə müşayiət olunur. Buna səbəb əksətdirmə əmsallarının işarəsinin dəyişməsidir.

1.4. Seysmik kəşfiyyatın həlledicilik qabiliyyəti

Seysmik kəşfiyyatın həlledicilik qabiliyyəti dedikdə, iki əksətdirici obyekt arasındakı elə məsafə düşünülür ki, onlardan alınan əks olunan dalğaları ayrılıqda görmək mümkündür. Bu məsafəyə seysmik kəşfiyyatın şaquli (zaman oxu boyu) istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti deyilir. Seysmik kəşfiyyatın üfüqi (müşahidə xətti boyu) istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti trassalar arasındakı məsafə ilə əlaqələndirilir. Bu məsafədə eyniadlı əksətdirici sərhəddən əks olunan dalğaların korrelyasiyası mümkün olmalıdır.

Seysmik kəşfiyyatın hər iki istiqamət üzrə həlledicilik qabiliyyəti dalğa uzunluğu ilə ölçülür.

Layın dabanı və tavanı arasındakı məsafənin dalğa uzunluğuna ($\Delta h/\Lambda$) nisbəti seysmik kəşfiyyatın şaquli istiqamətdə həlledicilik qabiliyyətini təyin etməyə imkan verir.

Seysmik yazıda ən sadə yolla ölçülə bilən parametrlə dalğanın görünən periodudur. Dalğa uzunluğu isə görünən period ilə aşağıdakı əlaqədədir:

$$\Lambda_g = V_g T_g = V_g / f_g = 2\pi V_g / \omega$$

Adətən az dərinliklərdə yatan laylarda seysmik dalğanın sürəti 1600÷2400 m/s və seysmik dalğanın görünən tezliyi 30÷40 Hz arasında dəyişir, yəni bu laylarda yayılan seysmik dalğanın uzunluğu 40-80 m-dir. Daha dərin qatlarda yatan laylarda seysmik dalğalar 4000÷5000 m/s sürətlə yayılırlar. Burada hərəkət edən seysmik dalğaların görünən tezliyi 20÷25 Hz və uzunluğu 160÷250 m-dir. Göründüyü kimi, geoloji kəşfişi formalaşdıran layların yatma dərinliyi artdıqca seysmik dalğanın da uzunluğu artır. Deməli, layların yatma dərinliyi artdıqca seysmik kəşfiyyatın şaquli istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti azalır. Başqa sözlə, aralarındakı məsafə dalğa uzunluğundan kiçik olan əksətdirici horizontlar müşahidə olunan seysmik yazılarda vahid dalğa cəbhəsini yaradan obyektlər kimi təsəvvür yaradırlar.

Seysmik kəşfiyyatın həlledicilik qabiliyyəti subyektiv bir kateqoriyadır və seysmik yazını təhlil edən interpretatorun təcrübəsindən, seysmik yazıda olan maneədar dalğa fonunun intensivliyindən və s. asılıdır.

Ədəbiyyatda olan məlumatların və təcrübəmizdən modelləşdirmə əsasında yerinə yetirilmiş bir sıra tədqiqatların nəticələrinə görə seysmik kəşfiyyatın şaquli istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti $\Delta h/\Lambda=1/8-1/4$ arasında dəyişir. Qeyd edək ki, məsələnin müsbət həlli hətta modelləşdirmə əsasında belə dəqiqliklə çox nadir hallarda əldə

edilə bilər. Təcrübədə bu nisbət 1/2-dən aşağı olmur. Aydınır ki, həlledicilik qabiliyyəti seysmik yazıların tezlik diapazonunun tənzimlənməsi yolu ilə artırıla və ya azaldıla bilər.

Düşən dalğa əksətdirici sərhədə çatdıqdan dərhal sonra dalğa cəbhəsinin bir hissəsi əksətdirici sərhəddən əks olunaraq geriyyə qayıdır və bir hissəsi sınaq ikinci mühitdə yayılmağa başlayır. Nöqtəvi mənbədən geoloji mühitə göndərilən vahid impulsun uzunluğu qısa bir andan sonra bir neçə dəfə artır. Əks olunan dalğa cəbhəsinin yaranan bu seysmik impuls bir və ya bir neçə perioda malikdir. Ona görə də düşən dalğanın başlanğıc cəbhəsinin ardınca ikinci, üçüncü və s. periodlar fiziki rəqqasın hərəkətini xatırladan prosesin yaranmasında iştirak edəcəklər. Nəticədə ilkin dalğa cəbhəsi və əksətdirici sərhədin müəyyən bir hissəsi (üçölçülü fəzada dairəvi, əslində şarın seqmenti və ya sferik bir sahədə) əks olunan dalğanın yaranmasında iştirak edəcəkdir. Bu sahə birinci Frenel zonası adı ilə geofiziklərə tanışdır. Dalğanın sonrakı fazaları da oxşar sahəni yaradacaqdır. Lakin sonrakı zonaların əks olunan dalğa cəbhəsinin oyadılmasında xidməti çox kiçikdir. Birinci Frenel zonasının ölçüləri

$$R=(0.5H \cdot V_{orta}/f_{max})^{1/2} \quad (1.15)$$

düsturu ilə təyin edilir. Burada H-əksətdirici layın yatma dərinliyi, V_{orta} - dalğanın laydan yuxarıdakı mühitdə yayılma sürətinin orta qiyməti, $f_{max} = 1/T_{max}$ - əks olunan dalğanın görünən tezliyi, T_{max} - əks olunan dalğanın görünən periodudur.

Bu düstur seysmik kəşfiyyatın üfüqi istiqamətdə həlledicilik qabiliyyətini müəyyənləşdirməyə imkan verir. Düsturdan aydındır ki, ölçüləri Frenel zonasından kiçik geoloji obyekt əks olunan dalğa cəbhəsinin yaranmasında iştirak edə bilməz. Litoloji sərhədlərin şaquli və üfüqi istiqamətlərdəki ölçüləri kiçik olduğundan onlar əks olunan yox, əks olunan difraksiya dalğaları yaradırlar. Məsələn, 1000 m dərinlikdə yerləşən obyekt sürəti 2000 m/s və tezliyi 60 Hz olan dalğa cəbhəsi ilə toqquşduqda Frenel zonasının ölçüsü 130 m olacaqdır. Əgər əksətdirici sərhəd 4000m dərinlikdə yatırsa və dalğa cəbhəsinin sürəti 3500m/s və tezliyi 40 Hz-dirsə, onda Frenel zonasının ölçüsü 420 m olacaqdır. Göründüyü kimi, seysmik kəşfiyyatın üfüqi istiqamətdəki həlledicilik qabiliyyəti də əksətdirici sərhədin dərinliyi artdıqca azalır. Yəni seysmik kəşfiyyatın hər iki istiqamətdəki həlledicilik qabiliyyəti əks olunan dalğanın tezlik diapazonu (başqa sözlə, uzunluğu) ilə birbaşa əlaqədədir.

Fəsil 2. SEYSMİK DALĞALARIN SÜNİ YOLLA OYADILMASI VƏ QEYDİYYATI

Hazırda neft və qaz yataqlarının axtarışı və kəşfiyyatı seysmik kəşfiyyatın ƏOD üsulunun modifikasiyası olan ÜDN üsulunun tətbiqi ilə yerinə yetirilir. ÜDN üsulunun tətbiqi sadə bir prinsipə əsaslanır. Elastik dalğa mənbəyindən oyadılan seysmik dalğa cəbhəsi Yer qabığında yayılaraq geoloji kəsilişi formalaşdıran layların təmaslarının yaratdığı akustik sərhədlərdən sınaq keçir və əks olunaraq Yer səthinə qaydır. Əks olunan dalğa sahəsi Yer səthində müəyyən qanunauyğunluqla yerləşdirilmiş qəbuledici qurğu və avadanlıqlarla qeydə alınaraq rəqəmli şəkllə salınır və kompüterlərin yaddaşına köçürülür. Bu nəticələrin emalı və interpretasiyası tədqiqat sahəsinin geoloji quruluşu haqqında səhih məlumatların əldə edilməsinə imkan verir.

2.1. Seysmik dalğaların süni yolla oyadılması

Quru sahələrdə seysmik kəşfiyyat üzrə çöl işləri müxtəlif növ dalğa mənbəyindən oyadılan enerjiden istifadə olunmaqla yerinə yetirilir. Azərbaycanda əsasən onların üç növündən:

- müəyyən dərinliyə malik quyuda yerləşdirilmiş partlayış maddəsinin partladılması,
- müəyyən ağırlığa malik olan yükün təcrübə yolu ilə müəyyənləşdirilən yüksəklikdən Yer səthinə buraxılması,
- ağır yük maşınlarının üzərində yerləşdirilmiş vibrator adlanan qurğunun Yer səthinə sıxılmış lövhəni əvvəlcədən verilən amplitud-tezlik diapazonunda bir neçə saniyə ərzində titrəməsi nəticəsində yaranan enerjiden istifadə edilir.

Hər üç halda seysmik dalğa mənbələri qruplaşdırıla bilər və bunda məqsəd səthi dalğaların intensivliyinin zəiflədilməsidir. Yarımfəsil 2.3-də seysmoqəbuledicilərin qruplaşdırılması haqqında məlumat veriləcəkdir. Qeyd edək ki, seysmik qəbuledicilərin və partlayış məntəqələrinin qruplaşdırılması zamanı alınan interferensiya sistemləri eyni amplitud-tezlik xarakteristikalarına malikdir.

Seysmik dalğa mənbələrindən oyadılan siqnalın enerjisi, amplitudası, tezliyi və fazası əvvəlcədən hesablanmalıdır. Lakin əksər hallarda bu mümkün deyildir. Buna görə də təcrübədə bu hesablama testləmə ilə əvəz edilir. Nöqtəvi mənbədən oyadılan seysmik dalğaya mənbə impulsu deyilir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, onun forması

haqqında olan məlumatlar bu gün də dəqiqləşdirilməmişdir. Lakin təcrübə yolu ilə müəyyənləşdirilən bir sıra impuls formalarından (məsələn, avtokorrelyasiya funksiyasından, Puzıryov impulsundan və s.) istifadə edilməklə əksəriyyət məsələlərin qənaətbəxş həlli təmin edilir. Bunlara tərs süzgöclmə, geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması və s. məsələlər daxildir.

Neft-qaz geologiyası ilə əlaqədar məsələlərin həllində tətbiq edilən seysmik kəşfiyyat əsasən uzununa dalğaların qeydiyyatı və tədqiqatına əsaslanır. Son illərdə uzununa dalğalar ekoloji cəhətdən daha təmiz və təhlükəsiz olan, eyni zamanda əvvəlcədən müəyyənləşdirilmiş amplitud-tezlik diapazonunda dalğa sahəsinin yaradılmasına imkan verən (idarə edilə bilən) vibromənbələr vasitəsi ilə yaradılır.

2.2. Seysmik dalğanın tərkibi

Seysmik yazı qəbuledici sistemin çıxışından yaddaş qurğularına köçürülən zaman sırasındadır. Onun elementləri zaman və amplitud oxları boyu diskretlənmiş rəqəmlərdən ibarətdir. Sıranı formalaşdıran rəqəmlər geoloji kəsilişi təşkil edən layların tavan və dabanlarının təmas xəttində yaranan akustik sərhədlərdən əks olunan dalğaların ekvidistant zaman aralığından bir diskretlənmiş amplitudalarıdır. Bu sıranın hər bir elementi özündə (düşən dalğanın hesabına oyadılan) əks olunan dalğanın geoloji mühitin fiziki xassələrindən asılı olaraq məruz qaldıqları dəyişkənliyi əks etdirir. Əks olunan dalğanın forması qeydedici sistemin və əks olunan dalğa sahəsinə yaradan mühitin geoloji kəsilişinin impuls xarakteristikası və həyəcanlandırma mənbəyinin xüsusiyyətlərindən asılıdır. Partlayış zamanı yaranan səthi dalğa və səs-küy tipli dalğa fonu da müşahidə edilən əks olunan dalğa sahəsinə additiv fon kimi müşayiət edirlər. Deməli, müşahidə olunan seysmik yazı = mənbə impulsu * geoloji kəsilişin impuls reaksiyası * qeydedici sistemin impuls reaksiyası + səs-küy tipli dalğalar fonu + səthi dalğalar fonu.

Burada * və + ilə, uyğun olaraq siqnalın çevrilməsi (konvolyusiya) və dalğa sahələrinin additiv cəmlənməsi prosesləri qeyd edilmişdir.

Geoloji kəsilişi təşkil edən layların təmaslarına və ya uyğunsuzluq sərhədlərinə uyğun zamanlarda ($t_i = \sum 2\delta h_i / V_i$) əksölünmə əmsallarını məlum seysmik impulsa vurub alınan nəticəni zaman oxu üzərində cəmləməklə seysmik trassanı əldə etmək olar. Bu əməliyyata çevrilmə (rus dilində «свертка», ingilis dilində «dekonvolyusiya» adlanır) deyilir.

Sonrakı fəsillərdə yuxarıda göstərilən bərabərliyin elementləri haqqında ətraflı məlumatla seysmik trassanın modelini təsvir edərkən tanış olacağıq. Hələlik isə qeyd etməyi lazım bilirik ki, seysmik siqnalları qəbul edən cihazların (seysmoqəbuledicilərin, süzgəclərin, dalğa sahəsinin gücləndiricilərinin və s.) impuls reaksiyaları prinsipcə bu kitabın 2.2 yarımfəsbində təsvir edilən xassələrə malikdir.

2.3. Müşahidə sistemləri

Seysmik dalğaların qeydiyyatını reallaşdıran müşahidə sisteminə daxil olan hörüklər (kabellər), seysmoqəbuledicilər, gücləndiricilər, analoq-kod və kod-analoq qurğuları, maqnit yaddaş qurğuları, seysmik yazıları kağıza köçürən çap qurğuları haqqında ədəbiyyatda geniş məlumat verildiyindən, burada bu məsələ ilə bağlı məlumat verməyi artıq hesab edirik.

Hazırda seysmik kəşfiyyat rəqəmli qeydedici sistemlərin tətbiqi ilə yerinə yetirilir. Rəqəmli qeydedici sistemlər deyildikdə geoloji mühitdən fasiləsiz qaydada əks olunan seysmik dalğa sahəsinin verilən zaman anından bir ədəd rəqəmli ifadəsini təmin edən cihazlar və seysmik yazıları yaddaşında saxlayan qurğular nəzərdə tutulur.

Seysmik yazıların qeydiyyatını təmin edən cihaz və avadanlıqların ən əsas hissələrindən biri müşahidə sistemidir. Hazırda seysmik kəşfiyyat işlərində xətti və sahəvi müşahidə sistemləri tətbiq edilir. Onlara, uyğun olaraq, iki və üçölçülü müşahidə sistemləri də deyilir. Bir sıra hallarda xətti müşahidə sistemləri əyri və ya sınıq xətlər boyunca yerləşdirilir. Bu qayda ilə müşahidə olunan seysmik yazılar üçölçülü emal sistemləri vasitəsi ilə emal və təhlil edilir. Hazırda tətbiq edilən müşahidə sistemləri tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişindən əks olunan dalğa sahəsinin bir neçə istiqamətdən və məsafədən təkrar izlənməsini təmin edirlər. Belə sistemlərə (istər xətti, istərsə də sahəvi) ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN) sistemləri deyilir. Müşahidə sistemlərinin əsas elementləri süni seysmik dalğa oyadan mənbələr, seysmik qəbuledicilər, kabellər, gücləndiricilər, analoq-kod cihazları, yaddaş qurğularıdır. Bu sıraya müşahidə sistemlərini idarə edən proqram kompleksi də daxildir.

Müşahidə sisteminin əks olunan seysmik dalğa sahəsini qeyd etməklə yanaşı digər funksiyası da vardır ki, bu da birqat əks olunan dalğa sahəsini arzu edilməz dalğa fonundan təmizləmək və emal prosesi üçün optimal şərait yaratmaqdan ibarətdir. Bu məsələ müşahidə

sisteminin başlanğıc elementi olan seysmik qəbuledicilərin və dalğa mənbələrinin qruplaşdırılması yolu ilə qismən həll edilir.

Qruplaşdırma termini bir neçə seysmik qəbuledicilərin (adətən 6÷24 ədəd) və ya bir neçə impuls oyadan mənbənin (adətən 5÷11 quyuda yerləşdirilmiş bərabər çəkiddə 400÷500 qr partlayış maddəsinin və ya 3÷5 vibroqurğunun) bir partlayış və ya qəbul məntəqəsində, aralarında uzunluğu əvvəlcədən müəyyənləşdirilmiş ekvidistant məsafə olmaqla, yerləşdirilməsini nəzərdə tutur. Əgər partlayış maddəsinin kiçik sürətlər (KSZ) zonasından aşağıda yerləşdirilməsi mümkündürsə adətən dalğa mənbələri qruplaşdırılır.

Mənbə impulsunun təsiri nəticəsində oyanmış əks olunan dalğa cəbhəsi Yer səthində yerləşdirilmiş seysmik qəbuledicilər qrupuna, demək olar ki, eyni anda gəldiyindən qrupun hər bir elementinin çıxışında ekvivalent amplitud-tezlik diapazonuna malik impuls reaksiyası yaradır və nəticədə sinfaz cəmləmə prosesi reallaşır. Maneedici fon isə seysmik qəbuledicilər qrupunun hər bir elementdə müxtəlif fazalı (amplitudalar eyni və ya müxtəlif ola bilər) impuls reaksiyası yaradır və nəticədə asinfaz cəmləmə baş verir. Belə cəmləmə (əks olunan dalğa)/(səs-küy) nisbətinin əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldilməsinə şərait yaradır.

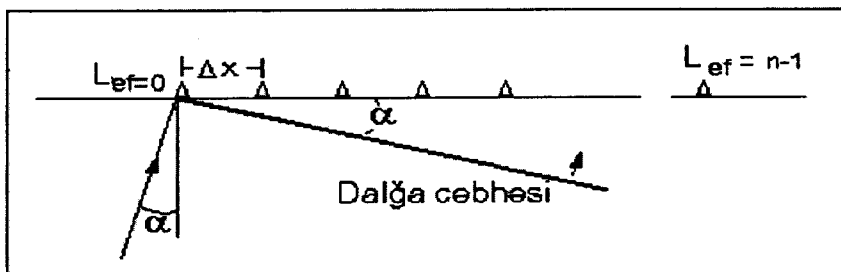
Təsədüfi hadisələrin normal (Puasson) paylanma qanununun şərtlərinin ödənilməyi halda yuxarıda adı çəkilən nisbət artırılması $n^{1/2}$ qədərdir. Burada n -qrupdakı seysmik qəbuledicilərin sayıdır. Deməli, seysmik qəbuledicilər qrupunun çıxışında əks olunan dalğa cəbhəsi $n^{1/2}$ dəfə gücləndirilir, arzu edilməz fon isə zəiflədir. ÜDN üsulu ilə müşahidə sistemlərinin tətbiqində məqsəd əsasən yüksək sürətli dalğaların zəiflədilməsidir. Bu proses seysmik yazıların ÜDN üsulu ilə cəmlənməsi və digər emal prosedurları hesabına reallaşdırılır. Lakin təcrübədə maneedici fonun tam ləğvi yalnız müstəsna hallarda mümkündür.

Müşahidə xətti boyunca bir-birindən Δx məsafədə yerləşdirilmiş n sayda seysmik qəbuledicidən ibarət qrupun (və ya seysmik dalğa oyadan mənbə qrupunun) amplitud-tezlik xarakteristikası F aşağıdakı düsturun tətbiqi ilə təyin edilir:

$$\begin{aligned}
 F &= [\sin((n\pi\Delta x \sin \alpha)/\lambda)] / (n \sin((\pi\Delta x \sin \alpha)/\lambda)) = \\
 &= [\sin((n\pi\Delta x \sin \alpha)/VT)] / (n \sin((\pi\Delta x \sin \alpha)/VT)) = \\
 &= [\sin((n\pi\Delta t)/T)] / (n \sin((\pi\Delta t)/T)) = \\
 &= [\sin(n\pi(\Delta x/\lambda_g))] / (n \sin(\pi(\Delta x/\lambda_g))) = \\
 &= [\sin((n\pi\Delta x)/V_g T_g)] / (n \sin((\pi\Delta x)/V_g T_g))
 \end{aligned} \tag{2.1}$$

Burada n-qrupdakı elementlərin sayı, λ_g -dalğanın görünən uzunluğu, Δx -qrupun elementləri arasındakı məsafə, T_g -dalğanın görünən periodu, $\Delta t = (\Delta x \sin \alpha) / V$ -dalğa cəbhəsinin qrupun qonşu elementinə gəlmə vaxtlarının fərqi, α -dalğa cəbhəsinin müşahidə xətti ilə yaratdığı bucaq, f_g -görünən tezlik, V_g -dalğanın görünən sürəti, λ -dalğanın uzunluğu, T - dalğanın periodu, V -dalğanın sürətidir.

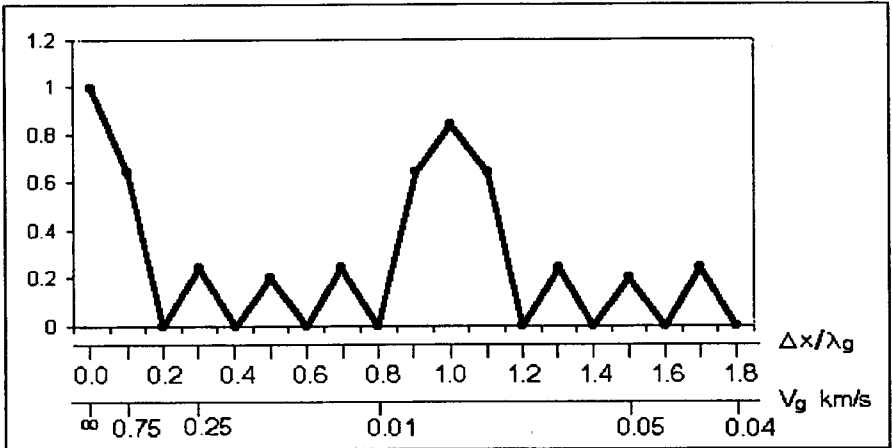
Şəkil 2.1-dən göründüyü kimi, görünən sürəti müxtəlif olan dalğa cəbhəsi seysmik qəbuledicilər qrupunun elementlərinə faza fərqləri ilə təsir edirlər.



Şəkil 2.1. Seysmik qəbuledicilər qrupuna yönəlmiş dalğa cəbhəsi onun elementlərinə $\Delta t = (\Delta x \sin \alpha) / V_g$ zaman fərqi ilə çatır. Qrupun effektiv uzunluğu $L_{ef} = (n-1) \Delta x = V_g / f_g$ kimi təyin edilir

Belə hesab edək ki, dalğa cəbhəsi soldan birinci seysmik qəbulediciyə t zamanında çatır. Onda k sayılı seysmik qəbulediciyə dalğanın gəlmə zamanı $t+k\Delta t$ kimi təyin ediləcəkdir. Burada $\Delta t = (\Delta x \sin \alpha) / V_g$ -dir və şəkil 2.1-dən asanlıqla təyin edilir. Hər bir seysmik qəbuledicinin çıxışında yaranan siqnal $A_0 \sin(2\pi f_g t - k \cdot \phi)$ kimi yazıla bilər. Burada ϕ -ardıcıl birləşdirilmiş seysmik qəbuledicilərin çıxışlarında yaranan siqnalların faza fərqləridir. Aydın ki, əks olunan dalğanın görünən sürəti sonsuzluğa yaxınlaşdığından seysmik qəbuledicilərə təxminən eyni zamanda təsir etməyə başlayır və nəticədə onların sinfaz cəmlənməsi baş verir. Əksinə, səthi dalğaların görünən sürəti əks olunan dalğanın görünən sürətindən çox kiçikdir. Eyni zamanda bu dalğalar geoloji kəsilişin üst qatında yayılırlar. Bu səbəbdən də onlar seysmik qəbuledicilər qrupunun elementlərinə faza fərqləri ilə daxil olurlar, yəni səthi dalğa cəbhəsi seysmik qrupun elementlərinə müxtəlif zamanlarda çatır. Deməli, onların asinfaz cəmlənməsi baş verir. Nəticədə seysmik qəbuledicilər qrupunun çıxışında səthi dalğaların intensivliyi nisbətən azalmış olur. Yuxarıda verilən tənlik (2.1) əsasında qurulmuş qrafikdən (şəkil 2.2) göründüyü kimi, seysmik qəbuledicilər qrupunun girişinə

daxil olan müxtəlif mənşəli seysmik dalğalar onun çıxışında fərqli intensivlikdə dalğa sahəsi yaradır. Bu mənada hər bir qrup zolaqlı süzgəc kimi qəbul edilə bilər. Yəni seysmik qəbuledicilər qrupunun çıxışında arzu edilən amplitud-tezlik xarakteristikasına malik seysmik yazı yaradıla bilər ki, bu da əsasən seysmik qəbuledicilər qrupunun elementləri arasındakı məsafədən asılıdır.



Şəkil 2.2. Beş ədəd seysmik qəbuledicidən ibarət qrupun amplitud-tezlik xarakteristikası. $\Delta x = 2.5$ m qəbul edilmiş və $\Delta x / \lambda_g$ ilə V_g -nin şkalalarının miqyasları bərabərləşdirilmişdir. Xarakteristika 30 Hz tezliyə malik dalğa üçün hesablanmışdır

Qruplaşdırılmış seysmik qəbuledicilərdən ibarət olan müşahidə qurğusunun amplitud-tezlik xarakteristikası (şəkil 2.2) adətən qrafik şəkildə təhlil edilir. $L_{ef} = (n-1)\Delta x$ məsafəsinə qrupun effektiv uzunluğu deyilir və aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$L_{ef} = \pi V / \omega = \pi V / 2\pi f = V / 2f \quad (2.2)$$

İfadə bütün cəmləyici sistemlər üçün doğrudur. Bu mənada 2.1 və 2.2 düsturları müəyyən bazada qruplaşdırılmış partlayış quyularının və ya vibromənbələrin yaratdıqları dalğa sahəsinin (mənbə impulsunun) amplitud-tezlik xarakteristikasının və effektiv uzunluğunun təyin edilməsi üçün də yararlıdırlar.

Seysmik qəbuledicilər qrupu ardıcıl birləşdirilmiş elementlərdən ibarətdir. Qrupun çıxışlarının birləşdirildiyi kabelə seysmik hörük deyilir. Hörükdəki seysmik qəbuledicilər qrupunun birləşdirildiyi

nöqtələrin sayı seysmik stansiyanın kanallar sayından asılıdır. Adətən hər bir seysmik qəbuledici qrupunun çıxışında qeyd olunan yazıya seysmik iz (rus dilində “trassa” adlanır) deyilir. Seysmik stansiyanın kanallar sayına bərabər izlərin yaratdıqları seysmik yazıya seysmoqram (ingilis dilində “rekord” adlanır) deyilir.

Seysmik qəbuledicilər və elastik dalğa mənbələri qrupunun zəiflədə və ya ləğv edə bilmədiyi mane olan dalğa fonu (əsasən təkrar dalğalar, səs-küy tipli qeyri-müntəzəm dalğa fonu, seysmoqraf qrupunun zəiflətdiyi dalğa fonunun qalıq hissəsi və s.) ÜDN üsulu ilə cəmləmə zamanı ləğv edilir. Deməli, müşahidə sisteminin parametrləri elə hesablanmalıdır ki, seysmik yazıların emal prosesində qarşıya qoyulan məsələ həll edilmiş olsun. Müşahidə sistemi ÜDN-i bir neçə (N sayda), biri digərindən asılı olmayan partlayış və qəbul nöqtələrindən izləməyə imkan verməlidir.

Təkrar izləmələrin sayı (N), seysmik kanallar arasındakı məsafə (m_x), seysmik kanalların sayı (K), partlayış nöqtəsindən birinci kanala qədər məsafə (dL), qəbul bazası ($L=dL+(K-1)m_x$), partlayış nöqtələri arasındakı məsafə (p_x) ikiölçülü xətti müşahidə sistemlərinin əsas parametrləridir. Bu parametrlər üçölçülü müşahidə sistemlərinin də əsas parametrləri sırasına daxildir. Bundan əlavə üçölçülü sistemlərin: bir km² sahəyə düşən partlayış nöqtələrinin sayı- N_x , partlayış xətləri arasındakı məsafə- P_x və müşahidə xətləri arasındakı məsafə- M_y , ölçüləri B_x (partlayış xətti istiqamətində) və B_y (müşahidə xətləri istiqamətində) ilə təyin edilən bin (B) adlandırılan parametrləri də vardır.

ÜDN üsulu ilə ikiölçülü müşahidələr düz xətt boyunca yerinə yetirilir. Xətti müşahidə sisteminin parametrləri olan N, p_x , m_x , K arasında aşağıdakı asılılıqla ifadə olunan əlaqə vardır:

$$N = Km_x / 2p_x. \quad (2.3)$$

Diskretləmə nəzəriyyəsinə əsasən müşahidə nöqtələri arasındakı məsafə m_x eyni bir sərhəddən əks olunan dalğa cəbhəsindəki qonşu elementlərin qarşılıqlı korrelyasiyasını təmin edəcək intervala bərabər seçilməlidir. Bu məsafə aşağıdakı düstur ilə təyin edilir:

$$m_x = 0.5 (V_{orta}/f_{max}) / \sin\alpha \quad (2.4)$$

və ya Frenel zonasının uzunluğuna uyğun seçildikdə

$$m_x = 0.25 V_{orta} (T_q/f_{max})^{1/2} \quad (2.5)$$

Burada V_{orta} -əksetdirici horizonta qədər olan məsafədə seysmik dalğanın orta sürəti, f_{max} -qeyd edilmiş seysmik yazıdakı görünən tezliyin maksimum qiyməti, α -əksetdirici horizontun yatım bucağı, T_q -seysmik dalğanın qeyd edilmə zamanıdır.

Partlayış nöqtələri arasındakı məsafə

$$p_x = K m_x / (2.0 N) \quad (2.6)$$

düsturu ilə təyin edilir. Onun digər bir yazılış forması aşağıdakı kimidir:

$$p_x = 0.25(KV_{orta}) / (N f_{max} \sin \alpha)$$

və ya

$$p_x = 0.25(K \cdot T \cdot V_{orta}) / (N \sin \alpha) \quad (2.7)$$

Adətən bir müşahidə xətti boyu p_x , m_x və K sabit saxlandığından N də sabit qalır. Lakin yerüstü şəraitdən asılı olaraq N dəyişkən də ola bilər. Məsələn, partlayış nöqtəsinin yarğanlara (kanala), yaşayış məntəqəsinə və s. düşdüyü halda. Eyni hal qəbul məntəqəsinə də aid ola bilər.

Kanallar (seysmik qəbuledici qruplarının) arasındakı məsafə geoloji kəsilişi formalaşdıran layların yatım bucaqlarından asılı olaraq təyin edilməlidir. Bu məsafə elə seçilməlidir ki, zaman kəsilişində böyük (15 dərəcədən artıq) yatım bucaqlarına malik əksətdirici sərhədlərdən əks olunan dalğa cəbhəsinin fasiləsiz izlənməsi (korrelyasiyası) təmin edilmiş olsun. Bu şərt qəbul məntəqələri (seysmik kanallar) arasındakı məsafənin Frenel zonasından asılı olaraq təyin edilməsini tələb edir və ondan böyük olmamalıdır. Yəni

$$dx \leq 0.25 V_{orta} (T_q / f_{max})^{1/2} \quad (2.8)$$

şerti ödənilməlidir.

Partlayış məntəqəsindən birinci kanala qədər olan məsafə tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişində ən yuxarıda yerləşən layın dərinliyindən asılı olaraq seçilməlidir:

$$dl \leq H_{min} \operatorname{tg} \alpha. \quad (2.9)$$

Burada α - layın yatım bucağıdır.

Qeyd edilən seysmik yazıların diskretləmə intervalı (Dt) Kotelnikov teoreminin şərtlərinə uyğun olaraq

$$Dt \leq 1 / f_{\max} \quad (2.10)$$

kimi qəbul edilməlidir. Bu teoremə görə müşahidə nöqtələri arasındakı məsafə aşağıdakı asılılığın tətbiqi ilə müəyyənləşdirilməlidir:

$$D = V_{\text{orta}} / (2.0 f_{\max}) \sin \alpha. \quad (2.11)$$

Üçölçülü müşahidə sistemlərinin parametrləri aşağıdakı düsturlardan istifadə edilməklə təyin edilir.

Bir km² sahəyə düşən binlərin sayı (B):

$$B = 10^6 / (B_x \cdot B_y) \quad (2.12)$$

Hər bir bin daxilində N sayda əksolunmanın sayının təyin edilməsi üçün birkanallı (K = 1) stansiya ilə N sayda müşahidə aparılır, K=2 olduqda isə N/2 və s. sayda partlayış yerinə yetirilməlidir. Ona görə də bir km² sahəyə düşən partlayış nöqtələrinin sayını təyin etmək üçün hər bir nöqtədəki tələb olunan N- i K -ya bölüb B-yə vursaq N əldə ediləcəkdir:

$$\begin{aligned} N_x &= (N/K) (10^6 / (N_x \cdot B_x)) = \\ &= (N \cdot 10^6) / (K \cdot B_x \cdot B_y) \end{aligned} \quad (2.13)$$

$$P_x = 10^6 / (N_x \cdot B_x) \quad (2.14)$$

$$M_y = 0.5 (V_{\text{orta}} / f_{\max}) / \sin \alpha \quad (2.15)$$

$$dL = (P_x^2 + M_y^2)^{1/2} \quad (2.16)$$

Müşahidə sistemlərinin parametrləri həlli tələb edilən məsələnin şərtlərindən asılı təyin edilməlidir. Bu şərtlərin ən başlıcası müşahidə olunan dalğa sahəsində arzu olunmaz dalğa fonunun birqat əks olunan uzununa dalğa sahəsinə nisbətən zəiflədilməsidir. İmpuls mənbələrinin, seysmik qəbuledicilərin və ÜDN üzrə cəmləmənin tətbiqi siqnal/ (səs-küy) nisbətini xeyli dərəcədə artırır. Səs-küy tipli dalğa fonu təsadüfi hadisələr və birqat əks olunan dalğa cəbhəsi nizamlı hadisələr toplusu olduğundan ÜDN üzrə cəmləmədən sonra siqnal / (səs-küy) n^{1/2} qədər artmış olur. Burada n - qəbuledicilərin sayıdır. Məsələn, bir nöqtəyə düşən partlayışların sayı 5, qəbuledicilərin sayı 8, təkrar

izləmələrin sayı 24-dürsə, onda signal/(səs-küy) nisbəti $(5 \cdot 8 \cdot 24)^{1/2} = 31$ olacaqdır.

Təcrübədə üç növ xətti müşahidə sistemindən istifadə edilir: partlayış nöqtəsi cinahda yerləşdirilir və birinci qeydedici kanalın üzərinə düşür, partlayış nöqtəsi profil xətti boyunca birinci kanaldan $dl = p \cdot dx$ qədər uzaqlıqda yerləşdirilir (p -tam ədəddir) və partlayış nöqtəsi qəbul bazasının ortasında yerləşdirilir. Bütün hallarda partlayış məntəqəsinin sağında və solunda yerləşdirilmiş qəbuledici kanalların yerləşdirildiyi xətti baza bərabərdirsə və kanallar arası məsafə eynidirsə, partlayış nöqtəsi müşahidə bazasının cinahında və mərkəzində yerləşdirildikdə müşahidə sisteminin yalnız statistik xarakteristikaları dəyişir. Lakin təkrar, aşağı və yüksək sürətli maneəedicilərdə dalğalar fonunun zəiflədilməsi baxımından hər iki sistem eyni həlledicilik qabiliyyətinə malikdir. Lakin mərkəzi müşahidə sistemi ikiqat artıq kanal sayı tələb edir. Təcrübə və nəzəri tədqiqatlar göstərir ki:

- partlayış nöqtəsindən ən yaxın qəbul məntəqəsinə (birinci kanala) qədər məsafə öyrənilməsi tələb olunan geoloji kəsilişi formalaşdıran birinci layın tavanının dərinliyindən çox olmamalıdır. Bu məsafənin azlığı, xüsusilə dalğa mənbələrinin qruplaşdırıldığı halda, seysmik yazıların bir hissəsinin aşağı sürətli dalğa fonu ilə maskalanmasına şərait yaradır;
- partlayış məntəqəsindən ən uzaqda yerləşən qəbul məntəqəsinə qədər məsafə öyrənilməsi tələb olunan geoloji kəsilişin sonuncu layının yatma dərinliyindən az olmamalıdır (ona bərabər və ya 10-15 kanal arası məsafə qədər çox ola bilər). Bu şərtin gözlənilməsi təkrar əks olunan və digər müntəzəm dalğa hodoqraflarının kinematik parametrlərinə görə onların müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsindən çıxılması (ayrılması) üçün imkan yaradır. Nəticədə ÜDN üsulu ilə cəmləmə mərhələsindən sonra əldə edilmiş zaman kəsilişlərinin həlledicilik qabiliyyəti yüksəlir. Eyni zamanda seysmik yazıların kinematik və dinamik parametrlərinin öyrənilməsi üzrə yerinə yetirilmiş tədqiqatların nəticələrinin keyfiyyəti yüksəlir, miqrasiya əməliyyatı üçün optimal şərait təmin edilmiş olur. Əgər tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişi qırılma tektonikasına xas olan səciyyəvi xüsusiyyətlərə malikdirsə və ya geoloji kəsilişdə böyük yatım bucağına (30° -dən artıq) malik laylar varsa, onda miqrasiya prosedurlarının tətbiqi üçün optimal şərait yaratmaq məqsədi ilə müşahidə bazasının uzunluğunu və seysmik yazıların qeyd edilmə zamanını 50-60% artırmaq lazımdır. Digər tərəfdən, haqqında

söhbət gedən məsafə elə seçilməlidir ki, müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsində sınaq dalğa sahəsi qeyd olunmasın. Bu iki amil arasında seçim aparmaq lazım gəldikdə birinciyə üstünlük verilməlidir;

- seysmik qəbuledicilər qrupunun effektiv uzunluğu əks olunan dalğaların görünən perioduna uyğun seçilməlidir. Qrupun bu parametrinin ən kiçik ədədi qiyməti, (2.1) bərabərliyi ilə təyin edilən, amplitud-tezlik xarakteristikasının birinci minimumu ilə koordinat başlanğıcı arasındakı məsafədə yerləşməlidir. Tədqiqat ərazisinin relyefi də nəzərə alınmalıdır. Belə ki, relyefin mailliyi qrupun effektiv uzunluğunun qısaldılmasını tələb edir;
- seysmik qəbuledicilər arasındakı məsafə müntəzəm dalğa fonunun sinfaz cəmlənməsini təmin etməlidir. Təcrübə göstərir ki, bu məsafə 2÷5 m olmalıdır. Əgər seysmik qəbuledicilərin sayı kifayət qədərdirsə, onların L_{ef} bazasında aralarındakı məsafə 2÷2.5 m olmaqla yerləşdirilməsi məsləhətdir;
- qəbul məntəqələri arasındakı məsafə (2.4) düsturuna uyğun seçilməlidir. Bu məsafə seysmik kəşfiyyatın üfüqi istiqamətdə həlledicilik qabiliyyətidir. Haqqında söhbət gedən bu məsafə (2.4) düsturu ilə təyin edilən qiymətin iki misindən artıq olmamalıdır;
- bu tövsiyələr üçölçülü müşahidə sistemlərinin parametrlərinin də təyin edilməsi üçün yararlıdır.

Seysmik kəşfiyyat işlərinin planlaşdırılması işləri laboratoriya şəraitində topoqrafik xəritələr üzərində yerinə yetirilir. Adətən tədqiqat sahəsinin relyefinin morfostrukturundan asılı olaraq yerinə yetirilən bu işlərin nəticəsində müşahidə sisteminin ilkin parametrləri təyin edilir. Üçölçülü seysmik kəşfiyyat işlərinin bu mərhələsində aşağıdakı məsələlər həll edilir:

- seçilmiş müşahidə sisteminin parametrləri elə təyin edilməlidir ki, çöl işlərinin reallaşdırılmasından sonra ətraf mühitə ziyan dəyməsin və ya bu ziyan özünü minimum səviyyədə biruzə versin;
- müşahidə sisteminin parametrləri tədqiqat sahəsinin düz xətt boyu seysmik kəşfiyyat işlərinin aparılması mümkün olmayan hissələrində və ya relyefin morfologiyasının mürəkkəbliyi şəraitində seysmik kəşfiyyat işlərinin yerinə yetirilməsini təmin etsin;
- müşahidə sisteminin parametrləri tələb olunan izlənmələrin sayının sahə boyu bərabər paylanmasını təmin etsin;
- seçilmiş müşahidə sistemi iqtisadi cəhətdən də optimal olmalıdır.

Sadalanan parametrlər çoxsaylı testləmə nəticələrinin müqayisə edilməsi yolu ilə təyin edildikdə daha yaxşı nəticələr əldə edilir. Ümumiyyətlə, üçölçülü seysmik kəşfiyyat işlərinin planlaşdırılması mərhələsinin keyfiyyətinin yüksəldilməsi məqsədi ilə bir sıra proqramlardan istifadə edilir. Müəllifin tərtib etdiyi alqoritm əsasında və onun bilavasitə rəhbərliyi ilə «Azərneftgeofizika» trestinin hesablama mərkəzinin proqramlaşdırıcı mühəndisi A.Şahbazovun tərtib etdiyi proqramın nəticələrindən birini nəzərdən keçirək. Qeyd etməliyə ki, proqram Visual Basic dilində tərtib edilmişdir və WINDOWS əməliyyat sistemi mühitində işləyir.

Şəkil 2.3-də öyrənilməsi tələb olunan tədqiqat sahəsinin yerüstü şəraiti təsvir edilmişdir. Göründüyü kimi, ərazinin relyefi kifayət qədər mürəkkəbdir və burada bir çox rayonlarda ikiölçülü seysmik kəşfiyyat işlərinin yerinə yetirilməsi mümkün deyildir.

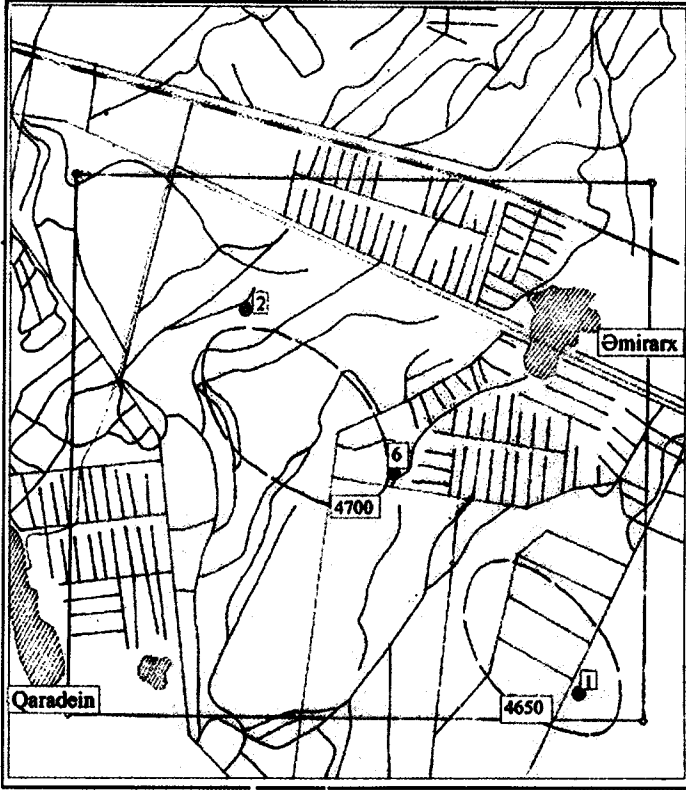
Burada 240 kanallı seysmik stansiyanın tətbiqi ilə 45 km² sahədə üçölçülü seysmik kəşfiyyat işlərinin planlaşdırılması tələb edilir. Tərtib edilmiş skateroqramın (şəkil 2.4) təhlili (ÜDN nöqtələrinin sahə boyu paylanma sıxlığını göstərən xüsusi qrafik) qarşıya qoyulan məsələnin həllinin aşağıdakı müşahidə parametrlərinin tətbiqi ilə yerinə yetirilməsinin mümkünliyünü sübut edir: $N=24$, $K=192$, $m_x=50$ m, $L=4750$ m, $p_x=100$ m, $B_x=50$ m, $B_y=50$ m, $N_x=50$. Skateroqramda N -in ədədi qiyməti 24 ilə 192 arasında dəyişir. N -in belə geniş diapazonda dəyişkənliyi partlayış və qəbul məntəqələrinin yerləşdirildiyi xətlər arasında sabit ədədi qiymətə malik məsafələrin (söhbət P_x və M_x haqqında gedir) saxlanması tələbinin təmin edilməsinin qeyri-mümkünlüyü və kənar effektlə izah olunur.

2.4. Seysmik yazıların diskretlənməsi və rəqəmlərlə ifadəsi

Geoloji mühitdən əks olunan seysmik dalğa sahəsi müşahidə sistemə fasiləsiz olaraq gəlir və müəyyən zaman intervalında qeyd edilir. Proses analoq (fasiləsiz) və ya rəqəmli (diskretlənmiş) şəkildə yerinə yetirilə bilər. Lakin onun emalı kompüterdə yerinə yetirildiyindən hazırda yalnız rəqəmli qeydedicilərdən istifadə edilir.

Rəqəmli qeydedici sistemin əsas elementlərindən biri analoq-kod qurğusudur. Bu elektron qurğu fasiləsiz şəkildə qəbul etdiyi seysmik yazıların amplitudalarını əvvəlcədən təyin olunmuş zaman intervalından

(dt) bir ölçərək onu özünün yaddaşında yerləşdirilmiş etalonla müqayisə edir və alınan nəticəni rəqəm şəklində seysmik stansiyanın (hazırda kompüterin) yaddaş qurğusunun girişinə göndərir.



Şəkil 2.3. Tədqiqat sahəsinin yerüstü şəraiti

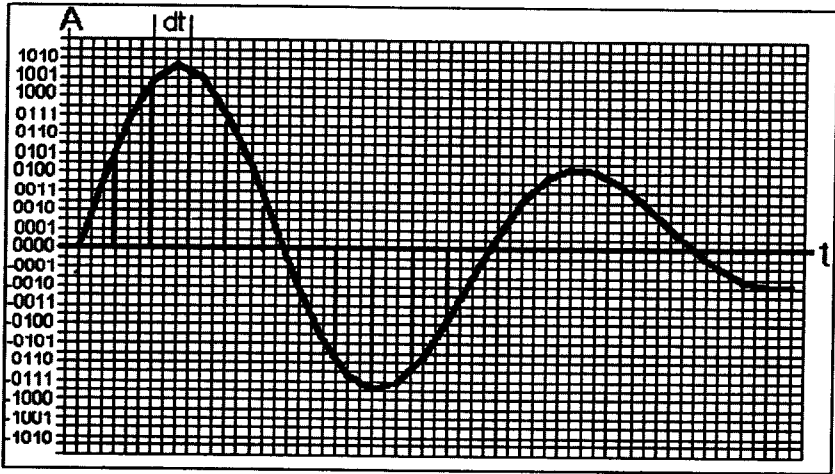
Analoq-kod qurğusunun yerinə yetirdiyi bu əməliyyat seysmik yazıların diskretlənməsi adlanır. Diskretləmə əməliyyatı zaman və amplituda oxları boyunca yerinə yetirilir. Belə hesab edək ki, X oxu boyunca zaman, Y oxu boyunca isə amplituda diskretləmə əməliyyatı aparılır.

Fərz edək ki, seysmik yazıların qeydiyyatı t_0 anından başlanmışdır. Bu zamana uyğun gələn seysmik yazının qiyməti A_0 -dır. Onda seysmik yazının $t_1 = t_0 + dt$ zamanındakı qiyməti A_1 , $t_2 = t_0 + 2dt$ zamanındakı qiyməti A_2 və s. olacaqdır. Beləliklə, qeyd olunan seysmik yazıların rəqəmli ifadəsi

$$A_1 = A_0, A_1, A_2, A_3, \dots, A_{n-1} \text{ olacaqdır.}$$

Bu sıra müşahidə olunan seysmik trassanın diskret qiymətlərini ifadə edir. Kompüterləri idarə edən bir sıra əməliyyat sistemləri sıranın

sistemindəki qiymətləri 1, 2 və 3-dür. Yəni $0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 1$, $1 \cdot 2^1 + 0 \cdot 2^0 = 2$, $1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 3$. Deməli, bu qurğuda mənfi 6-dan müsbət 6-ya qədər rəqəm qeyd edilə bilər. Əgər analoq-kod qurğusunun 10 pilləsi (şəkil 2.5) varsa, onda bizim qeyd edə biləcəyimiz rəqəmlər -2^9 ilə $+2^9$ diapazonunda dəyişəcəkdir. Bu dinamik diapazona uyğun gələn onluq rəqəmlər mənfi 1023-dən müsbət 1023-ə qədər dəyişir. Hazırda istehsalatda tətbiq edilən analoq-kod qurğularının etalonlarının pillələri 24-ə çatır.



Şəkil 2.5. On bir pilləli analoq-kod qurğusunun tətbiqi ilə seysmik yazuların diskretləşməsi. Pillənin hər birinə uyğun gələn amplitudanın ədədi qiyməti ikilik say sistemində göstərilmişdir: dt - diskretləşmə intervalıdır

Bu qurğulara 24-bitlik sistem deyilir. Analıq-kod qurğusunun dinamik diapazonu

$$D = 20 \lg (2^n - 2) \text{ db} \quad (2.17)$$

düsturu ilə təyin edilir və $n=24$ olduqda, $D = 138$ db olur. Bu dinamik diapazonda $-16\,777\,215 \div +16\,777\,215$ intervalında rəqəmləri ifadə etmək olar.

Nəzərdən keçirdiyimiz diskretləşmə sistemi ekvidistant diskretləşmə sistemi adlanır və təcrübədə adətən belə sistemlərdən istifadə olunur.

2.5. Əks olunan dalğanın hodoqrafı

Son illərdə seysmik kəşfiyyat işlərinin əsasən ÜDN üsulu ilə yerinə yetirildiyini qeyd etmişdik. Bunun başlıca səbəbi ÜDN seysmoqramlarına görə birqat əks olunan dalğaların səs-küy tipli və yüksək sürətli maneedici müntəzəm dalğa fonundan asanlıqla təmizlənməsidir. Maskalayıcı fondan azad edilmiş ÜDN trassalarına görə geoloji mühitin bir sıra parametrlərinin təyin edilməsi mümkündür. Bu səbəbdən ÜDN hodoqrafının dinamik və kinematik xüsusiyyətləri kifayət qədər öyrənilmişdir.

Hodoqraf deyildikdə nöqtəvi mənbədən oyađılmış seysmik dalğanın mühitdə yayılma zamanı t ilə müşahidə nöqtəsinin koordinatları x , y və əksətdirici horizontun dərinliyi h arasındakı əlaqə başa düşülür. Bu əlaqənin analitik yazılışı hodoqrafın tənliyi adlandırılır. Əks olunan dalğanın müşahidə nöqtəsinə gəlmə zamanı düz xətt üzərində ölçüldükdə (nöqtəvi dalğa mənbəyi bu xətt üzərində yerləşdirilməlidir) dalğanın xətti hodoqrafı qeyd edilir. Nöqtəvi mənbə müşahidə xəttindən kənarında yerləşdirildikdə eninə hodoqraf formalaşır. Sahəvi hodoqrafın parametrləri Yer üzərində müxtəlif istiqamətlərdə və nöqtəvi mənbə ətrafında müxtəlif (və ya eyni) məsafələrdə yerləşdirilmiş nöqtələrdə müşahidələrin aparılması yolu ilə ölçülür.

Çöl işləri yerinə yetirilərkən dalğa mənbəyi ekvidistant məsafələrdə düzölmüş müşahidə məntəqələrinin formalaşdırdığı müşahidə bazasının sağ və ya sol cinahında, bir sıra hallarda isə mərkəzində yerləşdirilir. Dalğa mənbəyinin xətti müşahidə bazasının mərkəzində yerləşdirildiyi halda ƏOD hodoqrafının tənliyinə nəzər salaq.

Əgər əksətdirici sərhəd üfüqi yatımla səciyyələnirsə, onda onu approksimasiya edən ƏOD hodoqrafının forması şəkil 2.6a-da gördüyümüz kimi olacaqdır. Bu hodoqrafın tənliyi:

$$V^2t^2 = x^2 + 4h^2 \quad (2.18)$$

və ya

$$V^2t^2/4h^2 = x^2/4h^2 + 1 \quad (2.19)$$

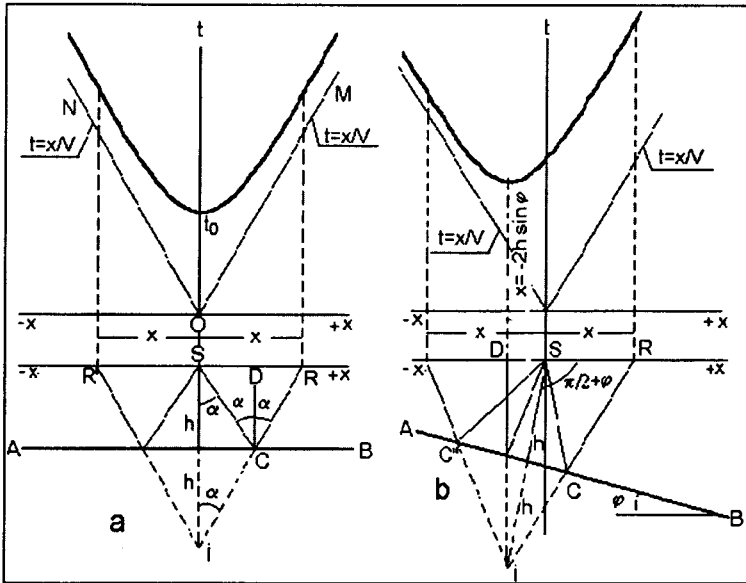
Əksətdirici horizontun dərinliyi hodoqrafın minimum nöqtəsinə görə təyin edilir. Hodoqrafın bu nöqtəsindəki zamanı t_0 partlayış nöqtəsində yerləşdirilmiş seysmik qəbuledici vasitəsi ilə qeyd edilir. Yəni $x=0$ qəbul etsək, onda

$$h = 0.5Vt_0 \quad (2.20)$$

olacaqdır və bu ifadəni nəzərə alsaq (2.18) tənliyini aşağıdakı şəkildə yazı bilərik:

$$t^2 = x^2/V^2 + t_0^2 \quad (2.21)$$

Müşahidə xətti maili yatan layın enmə istiqamətində yerləşdirildikdə şəkil 2.6b-dəki hodoqraf qeyd olunur. Burada layın yatım bucağı φ , nöqtəvi dalğa mənbəyindən əksedirici sərhədə qədər məsafə (laya normal üzrə) h ilə göstərilmişdir.



Şəkil 2.6. Üfüqi (a) və maili (b) sərhədlərdən əks olunan dalğa hodoqrafları

Burada qeyd etmək istərdik ki, hər iki halda nöqtəvi mənbədən qəbul nöqtələrinə qədər gələn dalğanın əks olunduğu nöqtələrin əksedirici sərhəd üzərindəki yerləri xəyali dalğa mənbəyi (hər iki şəkildə I ilə işarə edilmişdir) vasitəsi ilə təyin edilir. Bunun üçün dalğa mənbəyindən normal üzərindəki $2h$ məsafəsinə bərabər xəttin ucu qəbul məntəqələri ilə birləşdirilir. Alınan xətlər əksedirici sərhədi tələb olunan nöqtələrdə kəsir.

Şəkil 2.6b-dən $t = (SC + CR)/V$ və $(SC + SR) = \dot{I}R$ olduğu görünür. SİR üçbucağından kosinuslar teoreminə görə

$$V^2 t^2 = \dot{I}R^2 = x^2 + 4h^2 - 4h x \cos(\pi/2 + \varphi) = x^2 + 4h^2 + 4h x \sin\varphi \quad (2.22)$$

və ya

$$t^2 = x^2 / V^2 + 4h^2 / V^2 + 4h x \sin\varphi / V^2 \quad (2.23)$$

hodoqrafın minimumunun koordinatı x_0 layın qalxma istiqamətində $x = -2h \sin\varphi$ məsafəsi qədər sürüşmüşdür və

$$t_0 = 2h/V, \quad t_{\min} = 2h \cos\varphi / V \text{ dir.}$$

Onda (2.23) tənliyini

$$t^2 = x^2 / V^2 + t_0^2 + 2t_0 x \sin\varphi / V^2 \quad (2.24)$$

şəklində yazıla bilər.

ÜDN üsulu ilə müşahidələr yerinə yetirilərkən çöl işləri eyni bir əksetdirici nöqtənin bir neçə dəfə izlənməsi yolu ilə aparılır. Bunun üçün müşahidə bazası və partlayış nöqtəsi birlikdə sağa və ya sola doğru (qəbul edilmiş müşahidə sisteminin tələblərinə uyğun müəyyən edilir) ekvidistant məsafələrdə hərəkət etdirilir. Əslində bu yerdəyişmələr seysmik stansiyanın kommutatoru vasitəsi ilə operator tərəfindən reallaşdırılır. Adətən partlayış məntəqələri arasındakı məsafə (p_x) qəbul nöqtələri arasındakı məsafəyə (m_x) bərabər və ya onun 2,4,8 və sairə misli qədər götürülür. Bu məsafənin m_x -dan kiçik götürülməsi mümkündür, lakin bu çöl işlərinin məhsuldarlığı ilə bağlı problemdir və səmərəli deyildir. İstənilən müşahidə sistemi üçün tələb olunan təkrar izləmələrin sayının N , seysmik stansiyanın kanallarının K , qəbul (m_x) və partlayış (p_x) məntəqələrinin arasındakı məsafənin (2.3) tənliyi ilə tənzimlənən əlaqəsi vardır.

Təcrübədə seysmik kəşfiyyat tədqiqatları ƏOD hodoqraflarından ÜDN hodoqrafları seçilməklə davam etdirilir. Bunun necə yerinə yetirildiyini xüsusi sxemdən daha aydın görmək mümkündür. Bu məqsədlə ÜDN müşahidə sisteminin iki sxematik forması daha çox istifadə edilir (şəkil 2.7 və 2.8). Bu sxemlərdən istifadə edilməklə eyni partlayış, qəbul və ÜDN məntəqələrinin koordinatlarını təyin etmək mümkündür. Bu sxemlərdən müşahidə sisteminin digər parametrləri də asanlıqla təyin edilir.

Şəkil 2.9a və 2.9b-yə nəzərən uyğun olaraq ÜDN hodoqrafının tənliyini

$$t = [(4h^2 + x^2)^{1/2}] / V \quad (2.25)$$

və

$$t = [(4h^2 + x^2 \cos^2 \varphi)^{1/2}] / V \quad (2.26)$$

kimi yazmaq olar. Burada $h = V \cdot t_0 / 2$ qəbul etsək,

$$t = (t_0^2 + x^2)^{1/2} / V \quad (2.27)$$

və

$$t = [(t_0^2 + x^2 \cos^2 \varphi)^{1/2}] / V \quad (2.28)$$

olacaqdır.

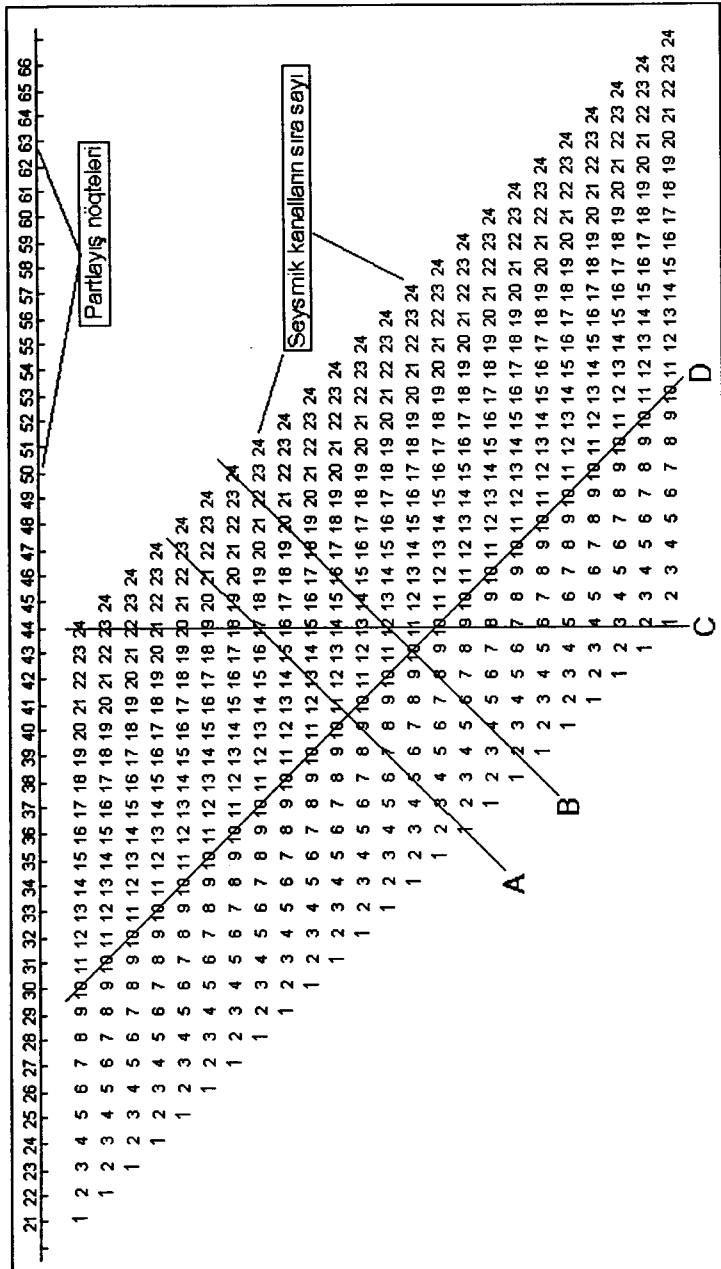
Bu hodoqrafın minimumu $t_{\min} = t_0 = 2h/V$ -dir. Əksətdirici layın yatım bucağı φ sıfırdan fərqlidirsə, onda ÜDN ümumi dərinlik müstəvisi ilə əvəz olunur. Şəkil 2.9b-də verilən sadə geoloji modeldən $R_1 R_2$ məsafəsini təyin edək. ÜDN sisteminin mərkəzindən ($x=0$) əksətdirici müstəviyə normal (h_0) endirək. $x=0$ nöqtəsindən mühiti həyəcanlandırsaq həmin nöqtədə əks olunan dalğa qeyd ediləcəkdir. Göründüyü kimi, h_0 -ın əksətdirici sərhədlə kəsişməsində ÜDN hodoqrafını formalaşdıran birinci əks olunan dalğa oyanır.

Hodoqrafın formalaşmasında iştirak edən sonuncu nöqtənin əksətdirici sərhəd üzərindəki yerini tapmaq üçün ÜDN müşahidə sisteminin mərkəzindən $X_{\max} = -X/2$ və $X_{\max} = X/2$ məsafələrində uyğun olaraq həyəcanlandırma və qəbul nöqtələrini yerləşdirməliyik. Bu zaman, şəkildən göründüyü kimi, əksətdirici nöqtə yerini dəyişəcəkdir. Həmin yerdəyişmə məsafəsi $R_1 R_2$ aşağıdakı düstur ilə

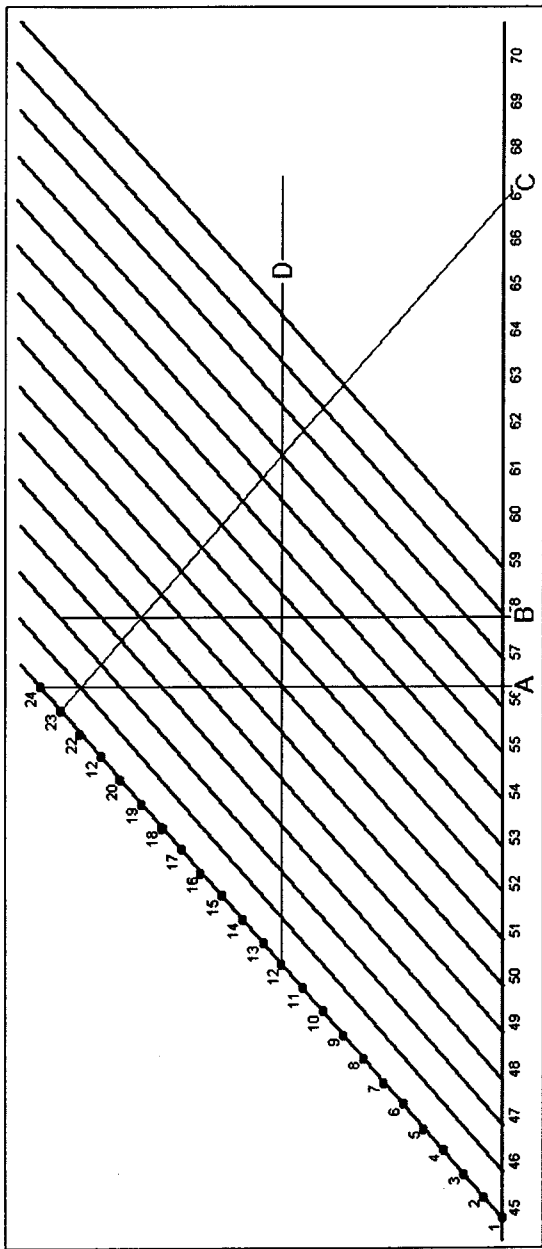
$$R_1 R_2 = (x^2 / 8h) \sin 2\varphi \quad (2.29)$$

təyin edilir.

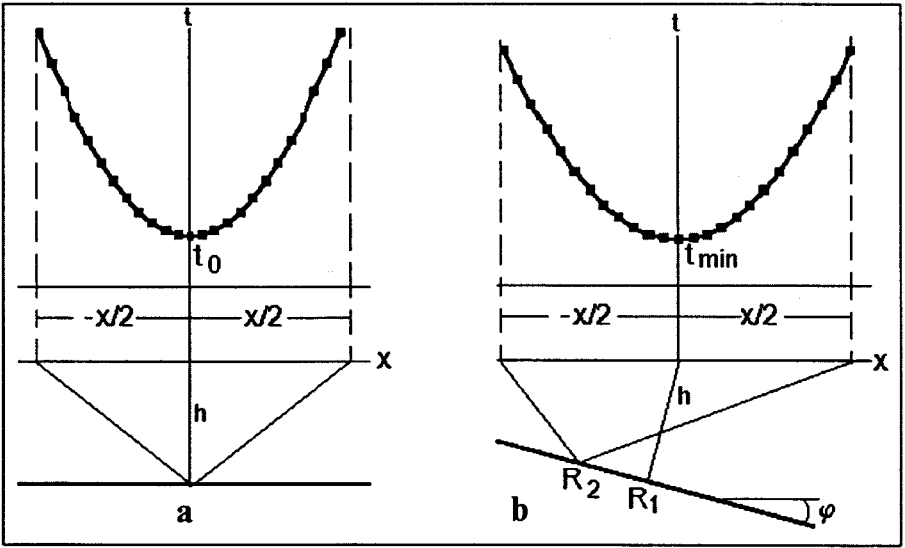
Aydındır ki, φ -nin böyüməsi $R_1 R_2$ (şəkil 2.9b) məsafəsinin artması ilə müşayiət olunacaqdır.



Şəkil 2.7. ƏOD trassalarından ÜDN (A və B), ümumi qəbul (C) və partlayış nöqtəsindən ümumi uzaqlaşmalar (D) seysmoqramlarının sintez edilməsi sxemi: 1+24 və 21+66 uyğun olaraq seysmik kanalların və partlayış nöqtələrinin sıra sayıdır. Bu sxemdə ÜDN-nin maksimum izlənmə sayı (N) 12-dir



Şəkil 2.8. ƏOD trassalarından ÜDN (A və B), ümumi qəbul (C) və partlayış nöqtəsindən ümumi uzaqlaşmalar (D) seysmoqramlarının sintez edilməsi sxemi: 1+24 və 45+70 uyğun olaraq seysmik kanalların və partlayış nöqtələrinin sıra sayıdır. Bu sxemdə ÜDN-nin maksimum izlənmə sayı (N) 12-dir



Şəkil 2.9. Üfüqi (a) və maili (b) sərhədlərdən əks olunan dalğaların formalaşdırdıqları ÜDN hodoqrafları

Yuxarıdakı düsturlara (2.25, 2.26) əsasən h və φ - nin artması ilə, eləcə də əksətdirici sərhəddən yuxarıda yerləşən mühitdə dalğanın yayılma sürətinin artması ilə ÜDN hodoqrafının əyriliyi azalır.

ÜDN hodoqrafına görə V və φ -ni ayırmaq mümkün deyildir, lakin $V/\cos\varphi$ -ni təyin etmək olar. Bu nisbətə effektiv sürət də (rus dilində bu sürət «fiktiv» və ya «effektiv» adlandırılır) deyilir. Bu sürətin ədədi qiyməti orta sürətə bərabər ($\varphi=0$ olduqda) minimal ilə V_{orta} maksimal qiymət $V_{ef}=V/\cos\varphi$ arasında dəyişir.

Layın yatım istiqamətindən və yatma bucağından asılı olmayaraq ÜDN hodoqrafı hiperbola ilə approksimasiya olunur və onun minimumunun absisi sıfıra bərabərdir (yəni $x = 0$ nöqtəsindədir).

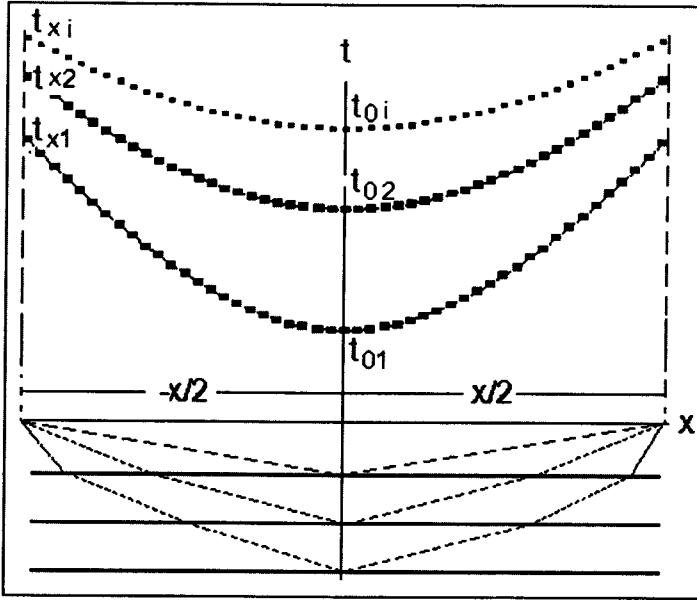
Şəkil 2.10-da horizontal laylanma ilə səciyyələnən geoloji kəsilişin modelinə görə ÜDN hodoqrafını formalaşdıran düşən və əks olunan dalğaların şüa boyu yayılma sxemi və bir neçə hodoqraf verilmişdir.

Şəkildə verilən əksətdirici sərhədlər arasında məsafə bərabər götürülmüşdür. Göründüyü kimi, layların yatım dərinliyi artdıqca müşahidə olunan hodoqrafın $X=0$ və $X=\max$ nöqtələrində qeyd edilən dalğaların zamanları arasındakı fərq $(t_{02}-t_{01}) > (t_{03}-t_{02}) > (t_{04}-t_{05})$ və $(t_{x2}-t_{x1}) > (t_{x3}-t_{x2}) > (t_{x4}-t_{x5})$ daima azalır. Eyni zamanda, şəkildən $(t_{02}-t_{01}) > (t_{x2}-t_{x1})$, $(t_{03}-t_{02}) > (t_{x3}-t_{x2})$, $(t_{04}-t_{05}) > (t_{x4}-t_{x5})$ olması da görünür. Qeyd edək ki,

nəzərdən keçirdiyimiz geoloji modeldə dərinlik artdıqca uzununa dalğanın mühitdə yayılma sürəti artır ($V_1 < V_2 < V_3$).

Daha bir məsələyə diqqət yetirək: t_0 artdıqca $(t_{0,i+1} - t_{0,i}) / (t_{x,i+1} - t_{x,i})$ vahidə yaxınlaşmaqda və hodoqrafların mailliyi azalmaqda davam edir.

Həç zaman $(t_{x,i+1} - t_{x,i}) = 0$ ola bilməz, yəni uzununa dalğanın hodoqrafları hətta geoloji kəsilişdə aşağı sürətlə səciyyələnən aralıq lay olduqda belə kəşifə bilməzlər.



Şəkil 2.10. Üfüqi sərhədlərdən əks olunmuş dalğaların UDN hodoqrafları

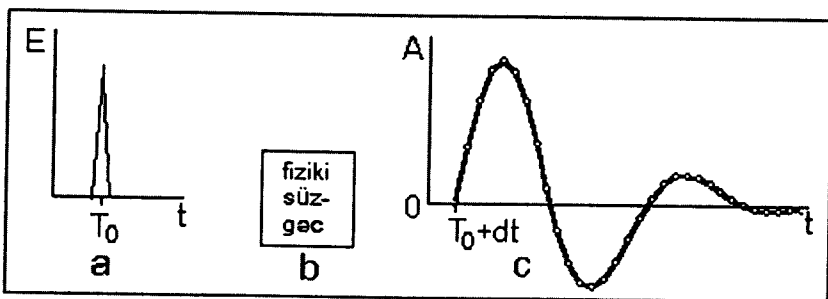
Fəsil 3. GEOLOJİ MÜHİTİN İMPULS REAKSİYASI VƏ SÜZGƏCLƏMƏ XÜSUSİYYƏTİ

Geoloji mühit Yer səthində və ya müəyyən dərinlikdə yerləşdirilmiş nöqtəvi mənbədən həyəcanlandırıldıqda onun təsir reaksiyası yaranır. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, bu reaksiya qəfildən sönmür. Təsir dalğası (mənbə impulsu) Yer qabığında yayılır və əksətdirici sərhədlərdən əks olunaraq geriə, Yer səthinə qaydır. Qaydan dalğaların qeydiyyatı və onların parametrlərinin təhlili bizə Yer qabığının geoloji quruluşu haqqında məlumat əldə etməyə imkan verir. Bu fəsildə mənbə impulsunun (və ya seysmik dalğanın) Yer qabığında yayılma sxeminin izahına çalışılmışdır.

3.1. Çevrilmə əməliyyatı və rəqəmli süzgüləmə

Seysmik dalğanın Yer qabığında yayılma sxemini təsəvvür etmək üçün fiziki süzgülənin vahid impulsa cavab reaksiyasından istifadə edək. Fiziki süzgüləni vahid impulsla həyəcanlandırsaq onun təsir anından başlayan cavab reaksiyasını müşahidə edəcəyik. Adı təcrübəmizdən bilirik ki, cavab reaksiyasının davam etdiyi zaman aralığı onu oyadan qüvvənin təsir etmə müddətindən artıq olur. Deməli, fiziki süzgülənin cavab reaksiyası dərhal sönmə bilməz. Şəkil 3.1-ə nəzər yetirək. Radiotexnikada olduğu kimi, vahid impulsun fiziki süzgülə təsirindən yaranan impuls reaksiyası eksponensial qaydada sönmür. Yəni müəyyən təsir nəticəsində həyəcanlandırılmış hər hansı bir mühit öz ilkin vəziyyətinə asimptotik qaydada qaydır. Yer qabığının hər hansı bir nöqtəsində yerləşdirilmiş mənbədən həyəcanlandırılmış mühit də eynimənalı prosesi təkrarlayır. Bu baxımdan Yer qabığının neft geologiyasını maraqlandıran hissəsinə müəyyən amplitud-tezlik xarakteristikasına malik süzgülə kimi baxmaq lazımdır.

Bəs vahid impulsdan fərqli impulsun təsirinə süzgülə necə reaksiya verməlidir? Belə hesab edək ki, süzgülənin girişinə t_1 , t_2 və t_3 zamanlarında a_1 , a_2 , a_3 impulsları verilmişdir. Şəkil 3.2-də süzgülənin bu impulsun təsirindən yaranmış reaksiyasını nəzərdən keçirək.



Şəkil 3.1. Vahid impulsun (a) təsirinə fiziki süzgəcin (b) təsir reaksiyası (c). Şəkilə süzgəcin cavab reaksiyasının T_0+dt qədər gecikməsi qeyd olunmuşdur

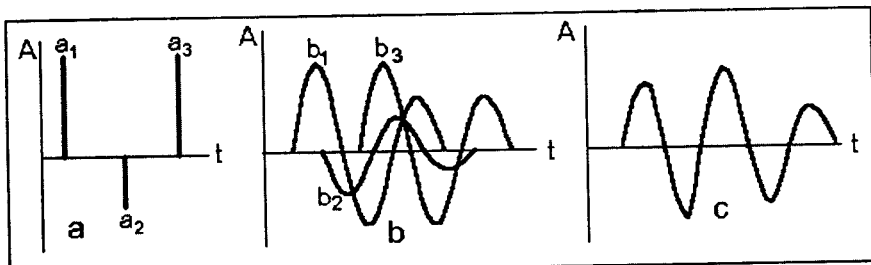
Göründüyü kimi, süzgəcin girişinə ardıcıl olaraq verilən impulsun hər biri süzgəcin reaksiyasını oyadır. Hər üç reaksiyanın cəmi inteqral şəkildə süzgəcin çıxışında qeyd olunur. Hər bir süzgəcin vahid impulsa reaksiyasına onun keçid xarakteristikası deyilir.

Şərh etdiyimiz bu hadisənin riyazi ifadəsi vardır və çevrilmə (rus və ingilis dillərində, uyğun olaraq, “svertka” və “konvolyusiya” adlanır) əməliyyatı adlanır. Onun mənasını başa düşmək üçün verilən $a_t = a_0, a_1, a_2, \dots$ zaman sırasının $k_t = k_0, k_1, k_2, \dots$ zaman sırasının vasitəsi ilə $b_t = b_0, b_1, b_2, \dots$ zaman sırasına çevrilməsi məsələsinin həllinə baxaq. Bunun üçün a_t ardıcılığının üç elementini (sadəlik üçün) indekslərinin azalması istiqamətində, ikinci sıranın isə k_t eyni sayda elementini indekslərinin artımı istiqamətində soldan sağa yazaq:

a_2, a_1, a_0 ardıcılığını giriş funksiyası, k_0, k_1, k_2 ardıcılığını isə hər hansı bir süzgəcin impuls xarakteristikası adlandıraraq.

Giriş funksiyası ilə süzgəcə təsir edək. Yəni onun başlanğıc qiymətinə uyğun amplitudası ilə süzgəcin birinci elementinin hasilini süzgəcin çıxış reaksiyası kimi qəbul edək və sonrakı anlarda bu əməliyyatı a_t -ni k_t -nin üzərində soldan sağa sürüşdürməklə davam etdirək, yəni

$$1. \quad \frac{a_2, a_1, a_0}{k_0, k_1, k_2} \\ \hline b_0 = a_0 \cdot k_0$$



Şəkil 3.2. Fiziki süzgəcin vahid impulslara (a_1 , a_2 , və a_3) cavab reaksiyası: a-vahid impulslar; b-süzgəcin hər bir impulsa cavab reaksiyası (b_1 , b_2 , və b_3) və c-yekun cavab reaksiyası

$$\begin{array}{l}
 2. \quad \begin{array}{l} a_2, a_1, a_0 \\ k_0, k_1, k_2 \end{array} \\
 \hline
 b_2 = a_1 \cdot k_0 + a_0 \cdot k_1 \\
 \\
 3. \quad \begin{array}{l} a_2, a_1, a_0 \\ k_0, k_1, k_2 \end{array} \\
 \hline
 b_3 = a_2 \cdot k_0 + a_1 \cdot k_1 + a_0 \cdot k_2 \\
 \\
 4. \quad \begin{array}{l} a_2, a_1, a_0 \\ k_0, k_1, k_2 \end{array} \\
 \hline
 b_4 = a_2 \cdot k_1 + a_1 \cdot k_2 \\
 \\
 5. \quad \begin{array}{l} a_2, a_1, a_0 \\ k_0, k_1, k_2 \end{array} \\
 \hline
 b_5 = a_2 \cdot k_2
 \end{array}$$

Nəticədə biz

$$b_t = a_0 \cdot k_0, (a_1 \cdot k_0 + a_0 \cdot k_1), (a_2 \cdot k_0 + a_1 \cdot k_1 + a_0 \cdot k_2), \\
 (a_2 \cdot k_1 + a_1 \cdot k_2), a_2 \cdot k_2 \quad (3.1)$$

ardıcılığını əldə etmiş oluruq.

Bu riyazi əməliyyata çevrilmə deyilir. Göründüyü kimi, çevrilmə əməliyyatında iştirak edən giriş funksiyası baş-ayaq şəkildə süzgəcə daxil olur və başı yuxarı halda süzgəcdən çıxır. Məhz buna görə bu əməliyyat çevrilmə əməliyyatı adlandırılır.

Süzgəcin impuls reaksiyasını əldə etmək üçün çevrilmə əməliyyatından istifadə edək. Delta impulsunu (Dirak impulsu) giriş funksiyası kimi qəbul edək. İmpulsun k_t sırası ilə çevrilməsinə baxaq:

$$1. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ k_0, k_1, k_2 \\ \hline b_0 = 1 \cdot k_0 \end{array}$$

$$2. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ k_0, k_1, k_2 \\ \hline b_2 = 0 \cdot k_0 + 1 \cdot k_1 \end{array}$$

$$3. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ k_0, k_1, k_2 \\ \hline b_3 = 0 \cdot k_0 + 0 \cdot k_1 + 1 \cdot k_2 \end{array}$$

$$4. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ k_0, k_1, k_2 \\ \hline b_4 = 0 \cdot k_1 + 0 \cdot k_2 \end{array}$$

$$5. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ k_0, k_1, k_2 \\ \hline b_5 = 0 \cdot k_2 \end{array}$$

Nəticədə

$$b_t = k_0, k_1, k_2, 0, 0 \quad (3.2)$$

sırasını alırıq ki, buna verilən süzgəcin impuls reaksiyası deyilir.

Çevrilmə əməliyyatının riyazi yazılışı

$$b_t = k_t * a_t \quad (3.3)$$

kimidir. Burada * -ilə çevrilmə əməliyyatı qeyd edilmişdir (bu düsturda onu vurma işarəsi ilə qarışdırmaq olmaz). Ədəbiyyatda çevrilmə

əməliyyatı hər zaman bu işarə ilə göstərilir. Qeyd edək ki, tezlik sahəsində çevrilmə əməliyyatı

$$B_{\omega} = K_{\omega} \cdot A_{\omega} \quad (3.4)$$

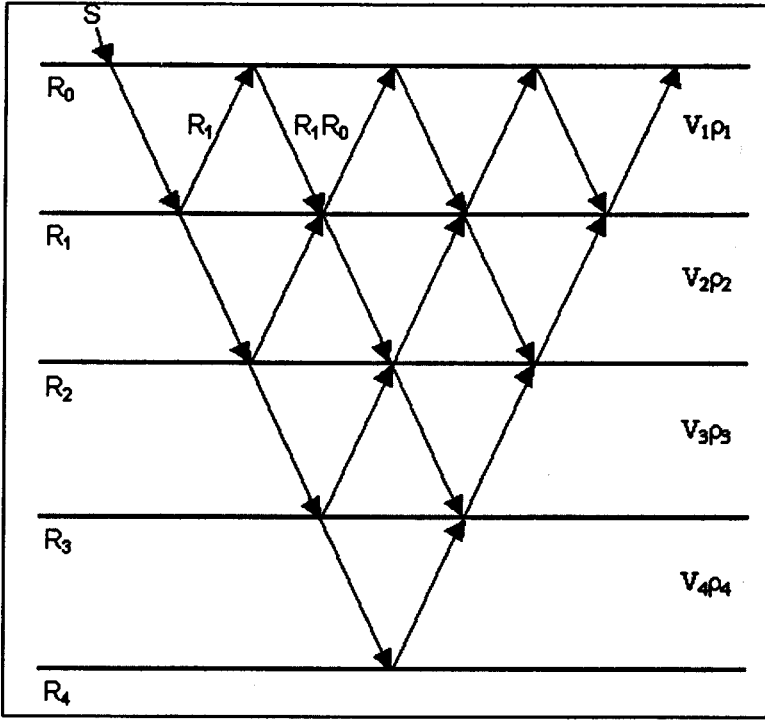
ilə əvəz edilə bilər. Yəni çevrilmə əməliyyatında iştirak edən zaman sıralarının kompleks spektrlərinin hasilinin tərs Furye çevirməsi b₁ sırasını verir.

Çevrilmə əməliyyatının düsturu (3.3) rəqəmli süzgüləmənin modelini səciyyələndirir. Yuxarıda gördük ki, fiziki süzgülə vahid impuls ilə təsir edildikdə onun çıxışında eksponensial qaydada sönən və qrafiki ifadələri şəkil 3.1 və 3.2-də verilən yekun siqnal yaranır. Şəkillərdən görüldüyü kimi, həyəcanlandırılmış fiziki süzgülə özünün sükunət vəziyyətinə asimptotik qaydada qaydır. Yer qabığının hər hansı bir hissəsinin geoloji kəsilişi də eyni xassəli impuls xarakteristikasına malikdir. Deməli, Yer qabığını fiziki süzgülə kimi qəbul etmək olar. Sonrakı fəsillərdən aydın olacaqdır ki, Yer qabığı yüksək tezlikli siqnalları daha sürətlə udmaq qabiliyyəti ilə səciyyələnən fiziki süzgülədir.

3.2. Geoloji mühitin impuls reaksiyası və süzgüləmə xassəsi

Seysmik dalğanın Yer qabığında yayılma sxemini təsəvvür etmək üçün geoloji mühitin impuls reaksiyasından istifadə etmək olar. Nədir geoloji mühitin impuls reaksiyası?

Üfüqi istiqamətdə yatan layların formalaşdırdığı geoloji mühitə şaquli istiqamətdə göndərilmiş vahid impuls (düşən dalğa) birinci layda V_1 sürəti ilə hərəkət edərək, onun dabanı ilə ikinci layın tavanının yaratdığı sərhəddən əks olunur (qayıdan dalğa). Dalğanın bir hissəsi geriyyə (aydındır ki, V_1 sürəti ilə) qayıdır, digər qismi isə (keçən və ya sınan dalğa) ikinci laya daxil olur və orada V_2 sürəti ilə hərəkət edir. Yenidən ikinci və üçüncü layların təmaslarında birinci və ikinci layların təmaslarındakı hadisə baş verir və s. (şəkil 3.3). Şəkildə dalğanın mühitdə yayılma istiqamətləri bilərəkdən 45° bucaq altında göstərilmişdir. Əslində, baxdığımız bu halda, düşən və qayıdan dalğalar əksətədirici sərhəddə normal üzrə hərəkət edirlər. Aydındır ki, dalğa geriyyə qayıdarkən eyni proses baş verəcəkdir. Bu zaman yalnız əksölünmə əmsallarının işarələri dəyişəcəkdir.



Şəkil 3.3. Seysmik dalğanın geoloji mühitdə bütün mümkün şüalar boyu yayılma sxemi

Laylı mühitin əsas parametrləri onun litoloji tərkibinin xüsusiyyətlərini səciyyələndirən sıxlıq əmsalı ρ , səs dalğasının layda hərəkət sürəti V və qalınlığı H -dir. Adları çəkilən bu parametrlərdən istifadə etməklə ixtiyari layın dabanı və tavanı üçün (1.11) və ya (1.13) düsturuna əsasən mühitin əksətdirmə əmsallarını (R) hesablamaq olar:

$$R_i = (V_{i+1} \cdot \rho_{i+1} - V_i \cdot \rho_i) / (V_{i+1} \cdot \rho_{i+1} + V_i \cdot \rho_i) \quad (3.5)$$

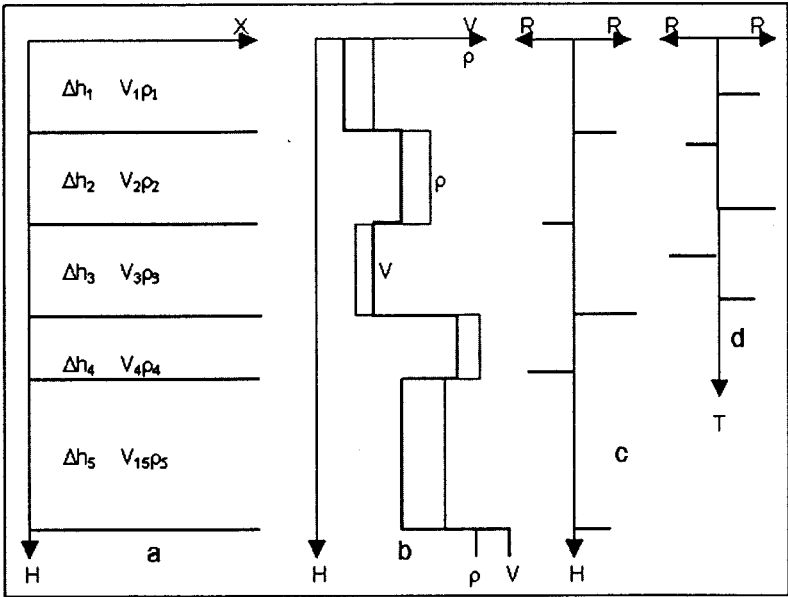
Hesablanmış əksətdirmə əmsalları şaquli istiqamətdə $dt_1=2H_1/V_1$, $dt_2=2H_2/V_2$, $dt_3=2H_3/V_3$,, $dt_i=2H_i/V_i$ sırasına uyğun olaraq $t_1=dt_1$, $t_2=t_1+dt_2$, $t_3=t_2+dt_3$,, $t_i = dt_{i-1}+dt_i$ zamanlarında yerləşdirək (şəkil 3.4). Əldə etdiyimiz bu sıra laylı mühitin, birinci layın səthində verilən nöqtədə, zaman sahəsində ifadəsidir və ona sintetik seysmoqram deyilir. Başqa sözlə, sintetik seysmoqram laylı mühitin zaman oxu üzərində ifadəsidir:

$$R_i = R_1, R_2, R_3, \dots \quad (3.6)$$

Hesablanmış (3.5) və verilən (3.6) sıralarından istifadə olunmaqla, yuxarıdakı qaydada (3.3) çevrilmə əməliyyatı reallaşdırıldıqda mühitin impuls seysmoqramını səciyyələndirən bir sıra alınır:

$$1. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ R_1, R_2, R_3 \end{array}$$

$$R_0 = 1 \cdot R_1$$



Şəkil 3.4. Üfüqi yatıma malik laylı geoloji kəsilişin modeli (a), layları formalaşdırın çöküntülərin sürət və sıxlıq xarakteristikaları (b), sintetik seysmoqram dərinlik (c) və zaman (d) miqyaslarında

$$2. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ R_1, R_2, R_3 \end{array}$$

$$R_2 = 0 \cdot R_1 + 1 \cdot R_2$$

$$3. \quad \begin{array}{c} 0, 0, 1 \\ R_1, R_2, R_3 \end{array}$$

$$R_3 = 0 \cdot R_1 + 0 \cdot R_2 + 1 \cdot R_3$$

Nəticədə

$$R_t = R_1, R_2, R_3 \quad (3.7)$$

Bu sıraya verilən geoloji kəsilişin impuls reaksiyası və ya seysmoqramı deyilir.

Şərh etdiyimiz bu riyazi hesablamaların (3.3) bərabərliyinə oxşar yazılışı aşağıdakı kimidir:

$$A_t = R_t * a_t \quad (3.8)$$

Burada a_t -seysmik impulsun dt -yə bərabər addımla diskretlənmiş qiymətidir. Bu sıranın elementləri böyükdən kiçik indekslərə doğru, yəni çevrilmiş şəkildə düzülməlidir. Aydındır ki, R funksiyası da eyni addımla (dt) diskretlənmişdir. Düsturun diskret şəkildə yazılışı aşağıdakı kimidir:

$$A_t = \sum_{k=0} R_k \cdot a_{t-k} = R_0 a_t + R_1 a_{t-1} + R_2 a_{t-2} + \dots + R_t a_0 \quad (3.9)$$

Bu tənlik vasitəsi ilə $a=(a_0, a_1, a_2, \dots, a_k)$ sırasının $R=(R_0, R_1, R_2, \dots, R_t)$ vektoru üzərində çevrilməsi nəticəsində mühitin impuls reaksiyasının $A=(A_1, A_2, \dots, A_t)$ hesablanması ifadə edilir. Başqa sözlə desək, mənbə impulsu ilə həyəcanlandırılan geoloji mühitin cavab reaksiyasının riyazi ifadəsi (3.9) ilə verilə bilər. Burada R - geoloji kəsilişi formalaşdıran layların təmas xətlərinin yaratdıqları əksölünmə əmsalları, a -seysmik impuls, A -müşahidə olunan dalğa sahəsidir.

Əgər biz $a_0=1$ və $a_1= a_2 = \dots = a_k = 0$ qəbul edərək (3.3) düsturuna uyğun əməliyyatı yerinə yetirsək, onda mühitin impuls reaksiyasını, yəni R sırasını əldə etmiş olarıq.

Nöqtəvi mənbədən həyəcanlandırılmış mühitdə $t=0$ anından başlayaraq uzununa dalğalar yayılmağa başlayır. Ədəbiyyatda olan məlumatlara görə nöqtəvi mənbədən oyadılan dalğanın ən optimal riyazi ifadəsindən biri ilk dəfə Puzıryov (Пузырев Н.Н., 1959) tərəfindən

verilmişdir. Əslində bu impuls eksponensial qaydada sönən sinusoidadır (Бронштейн И.Н., Семендяев К.А.,1981). Geoloji mühitdə dalğanın hərəkətini izləmək üçün bu impulsdan istifadə edək. Onun (1.5) ilə verilən riyazi ifadəsini aşağıdakı kimi yazaq:

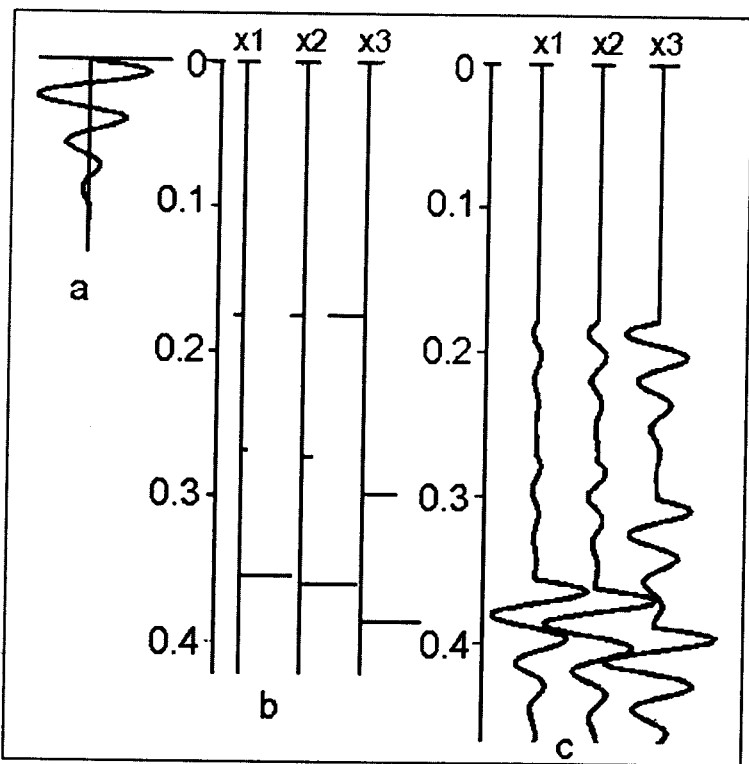
$$a_t = a_0 e^{-\mu t} \sin(2\pi f t + \varphi) \quad (3.10)$$

Burada a_0 -dalğanın amplitudasının başlanğıc qiyməti, e -eksponenta, $\mu = \alpha t^2$, α -udulma əmsalı, t -zaman, f -görünən tezlik, φ -başlanğıc fazadır.

Tutaq ki, bu dalğa geoloji mühitdə V sürəti ilə hərəkət edir. Onun $t=0$ anındakı qiyməti əksedirici sərhədə birinci çatır və əks olunaraq geriye dönür, daha sonra ikinci qiyməti ($t = dt$) və beləliklə $t = 2dt$ qiyməti və s. eyni qayda ilə geriye qaydır. Bu hadisənin riyazi yazılışını (3.8) ilə ifadə edərkən gördük ki, seysmik dalğanın enerjisinin bir hissəsi əslində impulsun hər bir zaman anındakı diskret qiyməti əksolunma əmsalına vurulur və alınan nəticə (qayıdan dalğa) başı yuxarı geriye dönür. Aydın ki, zaman sırasının elementləri əksolunma əmsallarına vurulduqdan sonra mühitə daxil olduqları ardıcılıqla geriye qayıdırlar. Buna görə də bu hadisə, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, çevrilmə əməliyyatı adlanır. Göründüyü kimi, bu əməliyyat eyni zamanda həyəcanlanmış geoloji mühitin cavab reaksiyasını səciyyələndirir. Şəkil 3.5-də Puzıryov impulsu (şəkil 3.5a) ilə müxtəlif qalınlıqlara və litoloji tərkibə malik dörd üfüqi laydan ibarət geoloji mühitin (şəkil 3.5b-də sintetik seysmoqramlar göstərilmişdir) Yer üzərində yerləşdirilmiş nöqtəvi mənbədən həyəcanlandırılması nəticəsində müşahidə olunan nəzəri seysmik trassalar (şəkil 3.5c) verilmişdir.

Qeyd edək ki, hər bir geoloji kəsilişin modeli üçün yalnız bir trassa hesablanmışdır.

Bu əməliyyat Furye çevirmələri vasitəsi ilə də yerinə yetirilə bilər. Bu məqsədlə seysmik impulsun və (bizim misalda Puzıryov impulsunun) geoloji kəsilişin sintetik seysmoqramının Furye çevirmələri hesablanır. Alınmış həqiqi və xəyali hissələrin hasiləri tapılır (yəni eyni tezlikli amplitudaları vurulur) və fazaları cəmlənir. Hesablanmış hasilə və cəmə görə yerinə yetirilən tərs Furye çevirməsinin nəticəsi axtarılan çevrilmə əməliyyatının nəticəsi hesab edilir.



Şəkil 3.5. Puzıryov impulsu (a), sintetik seysmoqram (b) və riyazi yolla hesablanmış impuls seysmoqramı (c)

İndiyə qədər biz mühitin impuls reaksiyası haqqında mülahizələrdə keçmə əmsalından istifadə etmirdik. Doğrudan da, əgər əksedirici sərhəd bir tərəfdən dalğa enerjisinin bir hissəsini geriye qaytarırsa və qalıq hissəni ötürürsə, onda (ikinci layın dabanı və tavanı arasında yayılan dalğanı nəzərə alsaq) əks istiqamətdən gələn dalğa cəbhəsi ilə də eyni münasibətdədir. Burada yalnız əksətdirmə əmsallarının işarələri fərqlidirlər. Əksətdirici sərhədə düşən dalğanın enerjisinin vahidə bərabərliyini qəbul etsək, onda əks olunan dalğanın enerjisi R_1 , keçən dalğanın enerjisi $1-R_1$ olacaqdır. Keçən dalğa daha dərinde yerləşən əksətdirici sərhəddən əks olunaraq $(1-R_1)R_2$ -yə bərabər enerji ilə qayıdan və birinci sərhəddən $(1-R_1)R_2(-R_1)$ enerjiyə malik aşağıya doğru qayıdan və $(1-R_1)R_2-(1-R_1)R_2(-R_1)=(1-R_1)(R_2+R_2R_1)=R_2(1-R_1^2)$ enerjisinə malik birinci laya qayıdan dalğa yaradır ki, bu da seysmik

qəbuledici tərəfindən qeyd edilir. Layların sayının K olduğu halda yuxarıdakı prosesi

$$R_1, R_2(1-R_1^2), R_3(1-R_2^2)(1-R_1^2), \dots, R_k \prod_{i=1}^{k-1} (1-R_i^2) \quad (3.11)$$

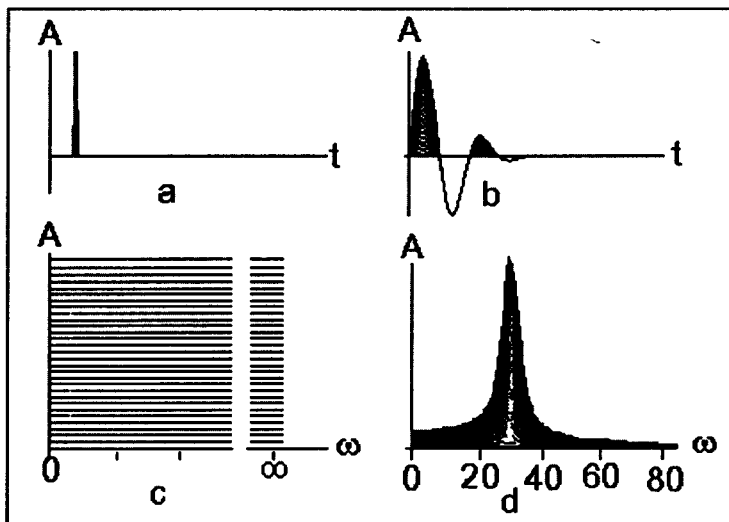
ilə ifadə etmək olar. Alınan bu ifadənin təbiiqi geoloji mühitin impuls reaksiyasının təkrar dalğaların nəzərə alınmaması şərti hesablanmasına imkan verir.

Əgər təkrar dalğaların nəzərə alınması ilə seysmoqram hesablamaq tələb olunursa, onda geoloji modelə süni yolla əksətdirici sərhəd daxil etmək olar.

Aydındır ki, yer səthi ilə hava qatının yaratdığı təmas xətti ən optimal əksətdirici sərhəddir. İkinci bir güclü əksətdirmə qabiliyyəti ilə səciyyələnən əksətdirici sərhəd ana süxurların KSZ ilə yaratdığı təmas xəttidir (cədvəl 1.1-də bir sıra süxurların təmaslarının əksətdirici əmsalları haqqında məlumat verilir). Əgər (3.11) düsturuna diqqətlə nəzər salsaq, görürük ki, ən böyük intensivliyə malik təkrar dalğa sahəsi məhz bu zonada yaranır. Bu növ dalğalara peyk (ikinci dəfə düşən və mənbə impulsunu müşayiət edən dalğa) dalğaları deyilir. Gələcəkdə bu dalğa fonunun müşahidə olunan dalğa sahəsindən çıxılması haqqında müzakirələr apararkən bu məsələyə yenidən qayıdacağıq. Hələlik isə Yer qabığının süzgəcləmə qabiliyyəti haqqında qısa bir şərhə nəzər salaıq.

Mənbə impulsu çox kiçik bir zaman anında yüksək enerjiyə malikdir. Buna görə də onu vahid impuls kimi qəbul etmək olar. İdeal halda onun Yer in sintetik seysmoqramı ilə çevrilməsi nəticəsində (3.7)-ni almalıyıq. Yəni aldığımız trassada yalnız əksətdirici əmsalların zamanlarında sıfırdan fərqli qiymətlər olmalıdır. Təbiidir ki, əksətdirmə əmsalları ilə birgə təkrar əksolunmalar da nəzərə alınmalıdır. Bu belə olsaydı, müşahidə olunan seysmik yazıya görə geoloji məsələ tam həll edilmiş olardı. Lakin nəzərdən qaçmamalıdır ki, vahid impulsla həyəcanlandırılmış mühitin reaksiyası dərhal sönmə bilməz. Buna sübut kimi yarım fəsil 3.1-də həyəcanlanmış mühitin öz ilkin vəziyyətinə asimptotik qaydada qayıtdığını qeyd etmişdik. Amplitud-tezlik xarakteristikasına nəzər salsaq vahid impulsun bütün tezliklərdə eyni enerjiyə malik olduğunu görəcəyik (şəkil 3.6c). Lakin onun süzgəcə təsir reaksiyasının amplitud-tezlik xarakteristikasında (şəkil 3.6d) yüksək tezliklərin azalmasını müşahidə edəcəyik. Bu onu göstərir ki, istənilən

mühit aşağı tezlikli süzgeçdir, yəni geoloji kəsiliş aşağı tezlikli süzgeçdir. Buna görə də geoloji mühitə daxil olan mənbə impulsunun hər bir diskretləşmə zamanındakı amplitudasına vahid impuls kimi baxmaq lazımdır. Bundan əlavə, müşahidə olunan seysmik yazılar səthi, difraksiya, sınan, səs-küy tipli və s. dalğalar hesabına da mürəkkəbləşirlər. Üstəlik bu dalğaların bir qismi geoloji mühitin süzgeçləmə və udma xassələrindən asılı olaraq bir sıra mürəkkəbləşmələrə məruz qalırlar.



Şəkil 3.6. İxtiyari bir süzgeçə vahid impuls təsir edildikdə onun çıxışında aşağı tezlikli signal alınır: a və c- vahid impuls və onun amplitud-tezlik spektri; b və d- vahid impulsun fiziki süzgeç təsirindən yaranmış signal və onun amplitud-tezlik spektri

Süzgeçlərin aşağıdakı xassələrini bilmək vacibdir:

- fiziki və rəqəmli süzgeçlər özlərinin impuls xarakteristikalarına malikdirlər. Bu xarakteristikaya süzgecin impuls reaksiyası deyilir;
- süzgecdən keçirilmiş dalğa sahəsi yalnız süzgecin girişinə verilən dalğanın spektrində olan tezlikləri özündə cəmləşdirə bilər. Yəni süzgeç onun girişinə verilən dalğanın tərkibindən hər hansı bir tezliyə malik dalğa sahəsini zəiflədə və ya gücləndirə bilər, lakin əlavə tezliyə

malik dalğanı çıxışda alınan dalğanın tərkibinə daxil edə bilməz. Hər bir süzgəc qəbul etdiyi dalğanın tərkibindəki dalğaların enerji nisbətərini dəyişdirmək qabiliyyətinə də malikdir;

- bütün süzğəclərin çıxışında dalğanın uzunluğu artır. İdeal tərs süzğəcdən sonra isə əksinə;
- rəqəmli süzğəclər girişə verilən dalğadan öncə də süzğəcləmə prosesinə başlaya bilər. Fiziki süzğəclər bu xassəyə malik ola bilməzlər.

Yarımfəsil 2.2-də qeyd etdiyimiz kimi, müşahidə olunan seysmik trassanın tərkibinə aşağıdakı kimi baxmaq olar: yəni qeyd edilmiş seysmik yazı (A_t) = mənbə impulsu (a_t) * geoloji kəsilişin impuls xarakteristikası (R_t) * seysmik qəbuledicinin impuls reaksiyası (s_t) + səsküy tipli dalğalar fonu (N_t) + səthi dalğalar fonundan ibarətdir (n_t).

Buradan

$$(A_t) = (a_t) * (R_t) * (s_t) + (N_t) + (n_t) \quad (3.12)$$

Bu nəticəni vuruqlara və toplananlara ayıraraq:

$$b_t = (a_t) * (R_t)$$

$$B_t = b_t * (s_t)$$

$$B_t = B_t + (N_t) + (n_t)$$

Göründüyü kimi, (a_t) sırası Yer qabığının impuls xarakteristikasının təsirindən mürəkkəbləşir. Alınan B_t sırası da öz növbəsində seysmik qəbuledici qurğuların impuls reaksiyasının təsirindən bir daha dəyişkənliyə uğrayır. Son nəticə isə additiv fon hesabına bir daha mürəkkəbləşir.

Yuxarıda qeyd etmişdik ki, Yer səthi ilə hava qatı və kiçik sürətlər zonasının dabanı ilə ana süxurların təmas xətləri ən güclü əksətdirici sərhədlərdir (bax: cədvəl 1.1). Kiçik sürətlər zonasının bu xüsusiyyəti partlayış nöqtəsinin yerləşdiyi vəziyyətdən asılı olaraq mənbə impulsuna bənzər, lakin enerjisi ondan az olan təkrar «mənbə impulslarının» ardıcıl olaraq mühidə yayılmasını şərtləndirir. Digər sözlə, əgər partlayış nöqtəsi kiçik sürətlər zonasının altında yerləşdirilmişdirsə, mənbə impulsu

$$a_t = a_t + (-1) \cdot c_1 \cdot a_{t+\tau} + c_1^2 \cdot c_2 \cdot a_{t+2\tau} + \dots \quad \text{şəklini alır.} \quad (3.13)$$

Burada τ – dh/V -yə bərabərdir, dh –kiçik sürətlər zonasının qalınlığı, V -seysmik dalğanın kiçik sürətlər zonasında yayılma sürəti, c_1 və c_2 -uyğun olaraq KSZ-nin hava qatı və ana süxurlar ilə təmasındakı əksətdirmə əmsallarıdır. Partlayış nöqtəsinin yerləşdiyi vəziyyətdən asılı olaraq (3.13) ilə verilən düsturun mahiyyəti dəyişmir. İndekslərin qiymətləri ilə bağlı dəyişikliklər şübhəsiz ki, nəzərə alınmalıdır.

KSZ-nin yaratdığı bu effekti belə izah etmək olar. Partlayışdan sonra mənbə impulsunun bir hissəsi Yer qabığının daxili qatlarına doğru hərəkət edir. Həyəcanlanmış mühit partlayış enerjisinin digər hissəsini KSZ zonası daxilində yer səthinə daşıyır. Yer səthi ilə KSZ zonasının təması güclü əksətdirici sərhəd olduğundan qayıdan enerjini əks-ışarə ilə yenidən Yerə təkinə doğru yönəldir. Sanki Yer səthində ikinci partlayış baş verir. Bu enerjini daşıyan seysmik impuls mənbə impulsundan c (təcrübə göstərir ki, c -nin qiyməti 0.6-dan artıq olmur) qədər zəif enerjiyə malikdir. Üçüncü partlayış sanki ana süxurların səthində baş verir və s. Bu hadisənin sxemi şəkil 3.7-də verilir. Dördüncü fəsilə avtokorrelasiya funksiyası (AKF) seysmik yazılarının tərkibində peyk dalğasının varlığını aşkara çıxarmaq üçün ən yüksək həlledicilik qabiliyyətinə malik statistik xarakteristika kimi şərh edilir. Lakin $t=dh/V$ -nin $T/8$ -dən kiçik qiymətlərində bu, demək olar ki, mümkün deyildir. Peyk dalğalarının mühidə yayılması hesabına mənbə impulsunun uzunluğu artır (şəkil 3.7) və nəticədə müşahidə olunan seysmik yazıların həlledicilik qabiliyyəti azalır. Peyk dalğasının bu təhrifedici xüsusiyyətini çevirmə əməliyyatının köməyi ilə də nəzərdən keçirmək olar.

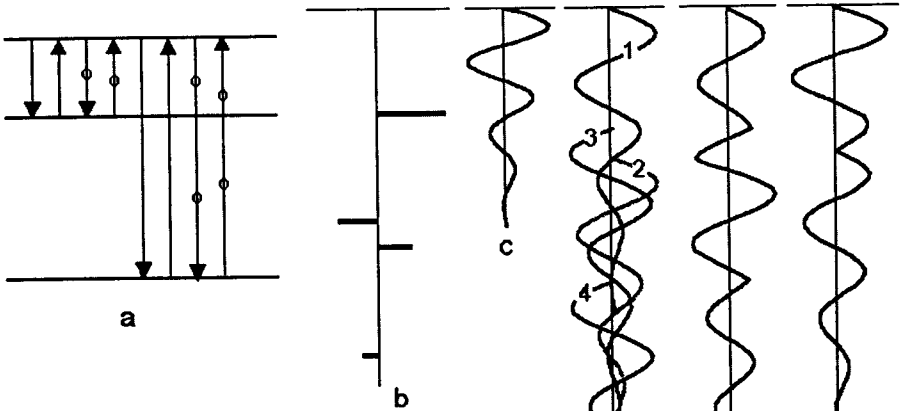
Bu məqsədlə KSZ-nin vahid impulsa reaksiyasını yazaq

$$R_{KSZ} = 1, 0, 0, \dots, -c_1, 0, 0, \dots, c_1^2 \cdot c_2, 0, 0, \dots \quad (3.14)$$

R_{KSZ} ilə mənbə impulsu (a_t) arasında çevirmə əməliyyatını reallaşdıraraq, (3.13) alınacaqdır. Düsturdakı sıfırların sayı τ/dt -dən asılıdır.

Dənizdə seysmik kəşfiyyat zamanı su qatının hava qatı və Yer səthi ilə təmaslarında da eyni effekt yaranır. Yalnız partlayış nöqtəsi suyun 2-4 m dərinliyində yerləşdirilir. Su qatında yaranan təkrar dalğalara

reverberasiya dalğaları deyilir. KSZ-dəki təkrar dalğalar daha tez sönürlər. Partlayış mənbəsi kimi vibroqurğudan və ya düşən yükədən istifadə edildikdə də peyk və ya reverberasiya dalğası yaranır. Lakin onların davam etmə müddəti daha qısadır.



Şəkil 3.7. Kiçik sürətlər zonasında yaranan peyk dalğası seysmik yazının formasını dəyişdirir:
a-seysmogeoloji model; b-sintetik seysmoqram;
c-seysmik impuls; d-əks olunan (1,2) və peyk dalğaları(3,4); e-müşahidə olunan seysmik yazı
peyk dalğaları ilə birlikdə və ə - peyk dalğaları nəzərə alınmadan tərtib edilmiş seysmik yazı.
→ əks olunan və ⇌ peyk dalğalarının yayıldığı şüalar

Göründüyü kimi, KSZ zonasına və su qatına bir süzgəc kimi baxmaq olar. Eyni xassəyə Yer qabığı da malikdir.

3.3. Mərkəzi şüa üsulu ilə qeyd edilmiş seysmik yazı

İkiölçülü mühitdə düşən, sınan və qayıdan dalğalar müşahidə xəttindən keçən və əksətdirici sərhədə perpendikulyar olan müstəvi üzərindədirlər (ümumi halda, yəni geoloji kəsiliş üçün, bu belə deyildir). Belə hesab edək ki, bu müstəvi üzərində K sayda əksətdirici sərhəd vardır və onlar K-1 sayda layın tavanları və dabanlarıdır. Bu layların qalınlıqları ixtiyari şəkildə dəyişir və bəzən sıfıra bərabərdir. Yüksək tərtibli tənliklərlə approksimasiya oluna bilən əksətdirici sərhədlərdən

başqa adı çəkilən müstəvi üzərində qırıq xətlər də vardır ki, onlar da qırılma müstəviləri üzrə layların sürüşmə xəttinin elementləridir. Müxtəlif sərhədlərin əksətdirici əmsalları bir-biri ilə korrelyasiya olunurlar və normal paylama qanununa tabedirlər. Sərhədlərin kəsişmə nöqtələri və qırılmalar difraksiya mənbələridir. Müşahidə xətti relyefin formasını təkrarlayır və kiçik və aşağı sürətlər (KAS) zonasının parametrləri üfüqi və şaquli istiqamətlərdə dəyişir. Aydındır ki, bizim xarakterizə etdiyimiz model real mühitdən öz bəsitliyi ilə fərqlənir. Bu, real mühitin üçölçülü və qeyri-bircinsli olmasından və s. irəli gələn problemdir.

Mühitin parametrləri aşağıdakılardır:

$V_1, V_2, V_3, \dots, V_n$ – uzununa dalğaların laylarda yayılma sürətləri;

$R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$ – sərhədlərin əksətdirici əmsalları;

$H_1, H_2, H_3, \dots, H_n$ – əksətdirici sərhədlərin dərinlikləri;

$h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ – layların qalınlıqları;

$\rho_1, \rho_2, \rho_3, \dots, \rho_n$ – laylardakı süxurların sıxlığıdır.

Qeyd etdiyimiz kimi, bu parametrlər üfüqi və şaquli istiqamətlərdə dəyişkəndirlər. Seçilmiş modelin dəqiqliyi, yəni real mühitə oxşarlığı qarşıya qoyulan məsələdən asılıdır.

Təsviri verilən bu modeli approksimasiya edən nəzəri yolla tərtib edilmiş bir zaman kəsilişinə nəzər salaq. Nədir zaman kəsilişi?

Əvvəl «nədir mərkəzi şüa üsulu» sualına verilən cavabı xatırlayaq. Ferma teoreminə görə seysmik dalğanın müşahidə nöqtəsindən çıxaraq əksətdirici sərhədə çatmasına və əksətdirici sərhəddən normal üzrə əks olunaraq eyni yolla yenidən müşahidə nöqtəsinə qayıtmasına ən qısa zaman sərf edilir. Yəni dalğa bu məsafəni digər yollara nisbətən ən qısa zamanda qət edir. Müşahidə nöqtəsi ilə istənilən əksətdirici sərhədi ən qısa zaman sərfi ilə birləşdirən bu şüa mərkəzi şüa (MŞ) adlanır.

Tutaq ki, geoloji kəsilişin modeli (şəkil 3.8a) təsviri yuxarıda verilən qaydada məlumdur. Şəkil 3.8b-də düşən və əks olunan dalğaların mühitdə yayıldığı yollar ekvidistant məsafələrdən bir qeyd edilmişdir. Şəkil 3.8c-də isə müşahidə xəttinə endirilmiş perpendikulyarların üzərində MŞ-nin əksətdirici sərhədlərdən gəlmə zamanları qeyd edilmişdir (unutmamalıyıq ki, burada düşən və qayıdan dalğaların şüaları üst-üstə düşürlər). Müşahidə xəttinin altında yerləşdirilmiş şaquli xətlərə zaman oxu deyilir. Alınan nəticənin qrafiki ifadəsi, əgər MŞ-nin keçdiyi məsafələrə uyğun zamanlarda əksətdirmə əmsallarını yerləşdirsək (şəkil 3.8c), verilən geoloji modelin impuls seysmoqramı olacaqdır. İmpuls seysmoqramını verilən seysmik dalğa (mənbə

dalğası) ilə süzgəcləsək (çevrilmə əməliyyatını yerinə yetirsək) tələb olunan zaman kəsilişi tərtib edilmiş olur (şəkil 3.8d). Qeyd etməyi lazım bilirik ki, şəkil 3.8-də verilən seysmogeoloji modeləşdirmə nəticələri müəllifin alqoritmi əsasında, bilavasitə iştirakı və rəhbərliyi altında tərtib edilmiş proqramın tətbiqi ilə əldə edilmişdir. Burada təkrar dalğalar nəzərə alınmamışdır.

3.4. Zaman kəsilişinin ÜDN üsulu ilə tərtib edilməsi

Təcrübədə MŞ üsulu ilə zaman kəsilişləri tərtib edilmir. Lakin müşahidə olunan seysmik yazıların ÜDN üsulu ilə cəmlənməsindən sonra əldə edilən zaman kəsilişi MŞ üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişi kimi qəbul edilir. Bundan əlavə, real şəraitdə ÜDN üsulu ilə müşahidə olunan seysmik yazılardan partlayış nöqtəsinə düşən və ya ona çox yaxın yerləşdirilmiş qəbul məntəqəsinə aid trassalardan da MŞ üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinin eynisini almaq olar. Əgər əksətdirici sərhədlər və müşahidə xətti üfüqi və paralel yatıma malikdirsə, onda MŞ və ÜDN üsulları ilə tərtib olunmuş zaman kəsilişlərinin mütləq eyniliyini qəbul etmək olar. Bu yalnız o halda ola bilər ki, geoloji kəsilişi formalaşdıran layların litofasial tərkibi ÜDN müşahidə sisteminin bazasına bərabər məsafədə dəyişilməz parametrlərlə səciyyələnə bilsin. Aydındır ki, təbiətdə belə ideal geoloji mühit yoxdur və layların fasial tərkibləri çox qısa məsafələrdə sabitdirlər. 2.5 yarımfəsildə qeyd etmişdik ki, əksətdirici sərhədin yatım bucağı sıfırdan fərqlidirsə, ÜDN hodoqrafının formalaşmasında onun bir neçə nöqtəsi iştirak edir. Bu nöqtələrin sayı tələb olunan təkrar izləmələrin (N) sayı ilə eynidir (2.3). Deməli, ÜDN və MŞ üsulları ilə tərtib edilən zaman kəsilişlərinin mütləq eyniliyi üçün yenə də hər bir layı formalaşdıran süxurların litoloji tərkibinin R_1R_2 məsafəsində (2.29) biricinsli olması şərti ödənməlidir. Deməli, ÜDN və MŞ üsulları ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişləri müəyyən tərtibli xəta çərçivəsində eynidirlər. Seysmik məlumatların emalı zamanı bu xətalardan bir qismi ləğv edilir. Bu haqda beşinci fəsildə geniş məlumat verilir.

ÜDN üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinin başlıca xüsusiyyəti odur ki, onlar N sayda trassaların cəmlənməsi yolu ilə tərtib edirlər. Bu cəmləmə trassaların zamanlarına statik və kinematik düzəlişlər verildikdən sonra reallaşdırılır. Bu prosesdə birqat əks olunan dalğaların sinfaz və digər dalğaların isə qeyri-sinfaz toplanması baş verir. Yəni tərtib olunan zaman kəsilişlərində birqat əksolunmaları səciyyələndirən

dalğa sahəsi gücləndirilir, digər bütün dalğalar isə əksinə, zəiflədir. Başqa sözlə, signal/səs-küy nisbəti artırılmış olur. Bu nisbət qeyri-müntəzəm dalğa fonu üçün $N^{1/2}$ -dir. Əgər hər trassada 12 seysmik qəbuledici varsa və $N=24$ -sə, onda signal/səs-küy nisbəti $(12 \cdot 24)^{1/2} = 16.97$ olacaqdır.

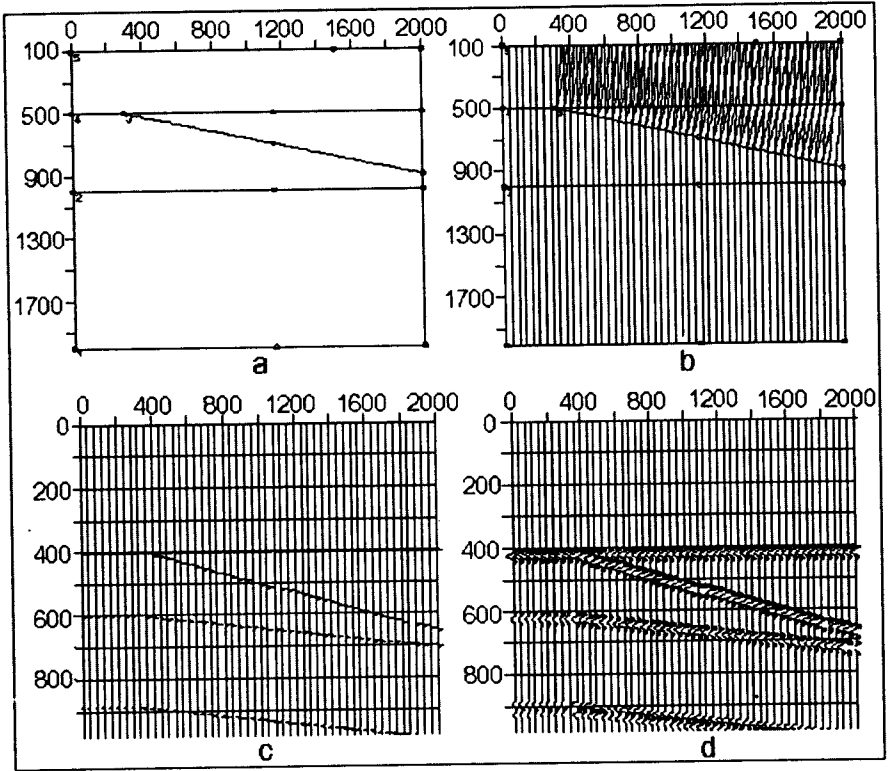
Müntəzəm dalğalar üçün ÜDN üzrə cəmləmə proseduruna isə birqat əks olunan dalğaların uyğunlaşdırılmış süzgəcin tətbiqi ilə gücləndirilməsi kimi baxmaq olar. Doğrudan da statik və kinematik düzəlişlər verildikdən sonra birqat əks olunan seysmik dalğaların düzləndirildiyini nəzərə alsaq, trassalardakı birqat əks olunan dalğalar sinfaz toplanacaqlar.

Aşağı və yüksək sürətlərlə səciyyələnən müntəzəm dalğaların hodoqrafları isə ya düzləndirilməyəcəklər, ya da ki, həddindən artıq düzləndiriləcəklər. Deməli, onların hər ikisi sinfaz cəmlənməyəcəklər. Göründüyü kimi, ÜDN üsulunda tətbiq edilən cəmləmə operatoru ilə seysmoqəbuledicilər qrupu (2.1), demək olar ki, eyni xassələrə malikdir və onların hər ikisi süzgəcləmə əməliyyatını yerinə yetirir.

ÜDN üsulu ilə süzgəcləmə prosedurunun nəticəsinə iki qayda ilə yanaşmaq olar. Belə hesab edək ki, bütün ÜDN trassalarındakı birqat əks olunan dalğaların enerjisi eyni (düşən və qayıdan dalğaların mühitdə yayılma sxemini nəzərə alsaq bu, demək olar, mümkün deyildir), maneəediciləri fonunku isə müxtəlifdir. Bu halda trassaların zamanlarına statik və kinematik düzəlişlər daxil edildikdən sonra ÜDN üsulu ilə cəmləmənin həlledicilik qabiliyyəti həssaslığı müxtəlif olan seysmik qəbuledicilərin qruplaşdırılmasında olduğu kimi araşdırılmalıdır. Seysmik trassalardakı bütün növ signalların enerjilərinin eyniliyi qəbul edildikdə isə ÜDN üsulu ilə cəmləmənin həlledicilik qabiliyyəti həssaslığı eyni olan seysmik qəbuledicilərin qruplaşdırılmasında olduğu kimi araşdırılmalıdır. Hər iki halda ÜDN üsulu ilə cəmləmənin amplitud-tezlik xarakteristikasını hesablamaq üçün (2.1) düsturunda seysmik qəbuledicilərin sayını (n) ÜDN üzrə təkrar izləmələrin sayı (N) ilə əvəzləmək kifayətdir. Belə süzgəclərin amplitud-tezlik xarakteristikaları şəkil 2.1-dəki kimidir. Qeyd edək ki, ÜDN üsulu ilə süzgəcləmənin amplitud-tezlik xarakteristikası digər qaydalarla da araşdırıla bilər. Amma biz yuxarıdakı münasibətə üstünlük veririk.

Laboratoriya şəraitində trassalar arasında üfüqi istiqamətdə koherentlik əmsallarını hesablamaqla ÜDN üsulu ilə cəmləmə prosedurunun gücləndirmə qabiliyyətini optimallaşdırmaq olar. Belə cəmləmə üsulları, o cümlədən müəllifə məxsus alqoritmlər əsasında

tərtib edilmiş proqramların nəticələri ilə kitabın sonrakı fəsilərində tanış olacağıq.



Şəkil 3.8. Mərkəzi şüa üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişi: a- geoloji model; b- düşən və qayıdan dalğaların mühitdə yayılma sxemi; c- əksölünmə əmsalları və d- zaman kəsilişi. Nəticələr müəllifin tərtib etdiyi alqoritm əsasında yazılmış proqramın tətbiqi ilə əldə edilmişdir

Fəsil 4. SEYSMİK YAZILARIN EMALININ ƏSASLARI VƏ EMAL PROQRAMLARI

Seysmik yazıların emalı çoxsaylı proqramların tətbiqi ilə kompüterdə yerinə yetirilir. Emal deyildikdə seysmik yazının bir şəkildən digər şəkə çevrilməsi nəzərdə tutulur. Seysmik yazıların emalı əsasən üç riyazi əməliyyatın tətbiqi ilə yerinə yetirilir: Furiye çevirmələri, çevirmə (svetka və ya konvolyusiya) və korrelyasiya. Furiye çevirmələri zaman sahəsində verilən seysmik yazıların spektral tərkibinin təyin edilməsində, çevirmə əməliyyatı seysmik yazıların süzgəclənməsi ilə əlaqədar problemlərin həllində və korrelyasiya müəyyən ərazinin müxtəlif nöqtələrində müşahidə olunan seysmik yazıların arasındakı əlaqələrin müəyyənləşdirilməsində istifadə edilir. Korrelyasiya əməliyyatından eyni trassanın ayrı-ayrı zaman intervalları arasındakı oxşar əlamətlərin olub-olmaması haqqında məlumat əldə etmək üçün də istifadə edilir. Seysmik yazıların emal prosesində koherentlik funksiyasından da istifadə edilir. Korrelyasiya və koherentlik funksiyalarının təyini üçün istifadə edilən riyazi əməliyyatların ardıcılığı çox oxşardırlar. Əslində ikinciyə birincinin törəmə xarakteristikası kimi baxmaq olar.

Seysmik yazıların emalı zaman və spektr sahələrində yerinə yetirilir. Bu kitabda spektr sahəsində yerinə yetirilən emal işlərindən bəhs edilmir.

4.1. Seysmik yazıların amplitud-tezlik spektrlərinin hesablanması

Seysmik kəşfiyyat müşahidələrinin nəticələri emal prosesinə zaman sırası şəklində daxil olur. Bu növ zaman sırasına $A_t = A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$ spektr sahəsində $X_\omega = X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$ sırası uyğun gəlir. X_ω sırası həqiqi və xəyali hissələrdən ibarətdir. Bu sıraya A_t -nin kompleks və ya amplitud-tezlik spektri deyilir və aşağıdakı düsturlarla hesablanır

$$C_\omega = (Re_\omega + Im_\omega)^{1/2}, \quad tg\varphi_\omega = Im_\omega / Re_\omega. \quad (4.1)$$

Burada

$$Re_\omega = 1/2\pi n \sum_{t=0}^{n-1} A_t \cos \omega t \text{ həqiqi}, \quad (4.2)$$

$$\text{Im}_{\omega} = 1/2\pi n \sum_{i=0}^{n-1} A_i \sin \omega t \quad \text{xəyali hissələr} \quad (4.3)$$

və

$$\text{tg}\varphi_{\omega} = \text{Im}_{\omega} / \text{Re}_{\omega} \quad \text{faza spektridir.}$$

Zaman sırasına görə düz Furye çevirməsi yerinə yetirildikdə, X_{ω} və tərs Furye çevirməsi reallaşdırıldıqda A_i sıraları təyin edilir. Kitabın sonundakı əlavələrdə bu əməliyyatı yerinə yetirən proqramın Beysik dilində mətni verilir. Müəllifin tərtib etdiyi bu proqram təcrübədə sınaqdan keçirilmişdir və kompleks ədədlər üzərində əməliyyatların yerinə yetirilməsinə imkan verir.

Re_{ω} və Im_{ω} ardıcılığı A_i sırasını sonlu sayda kosinusoida və sinusoidalarn cəmi kimi ifadə edirlər. Onların fazaları φ_{ω} -dır.

Nəzərə alınmalıdır ki, Furye çevirməsi yerinə yetirən proqramın girişinə verilən zaman sırasının uzunluğu ilə (sıranın elementlərinin sayı 2^n -ə bərabər götürülməlidir) çıxışda alınan spektrin tezlikləri arasındakı addımın birbaşa əlaqəsi vardır. Yəni $\Delta\omega = 1/n \cdot dt$ -dir. $\Delta\omega$ - nın ölçü vahidi Hs-dir. Spekrtdəki minimum tezlik 2π , maksimum tezlik isə $n \Delta\omega/2$ -dir.

Tutaq ki, uzunluğu 1.024 s olan sıranın spektri hesablanmışdır. Spektrin amplitud-tezlik qrafikində diskretləmə addımı 1 (0.976562) Hs, minimum tezlik 6 Hs, maksimum tezlik isə 250 Hs olacaqdır.

Faza spektrləri hesablanarkən $\text{tg}\varphi_{\omega}$ -nın işarəsi nəzərə alınmalıdır. Belə ki,

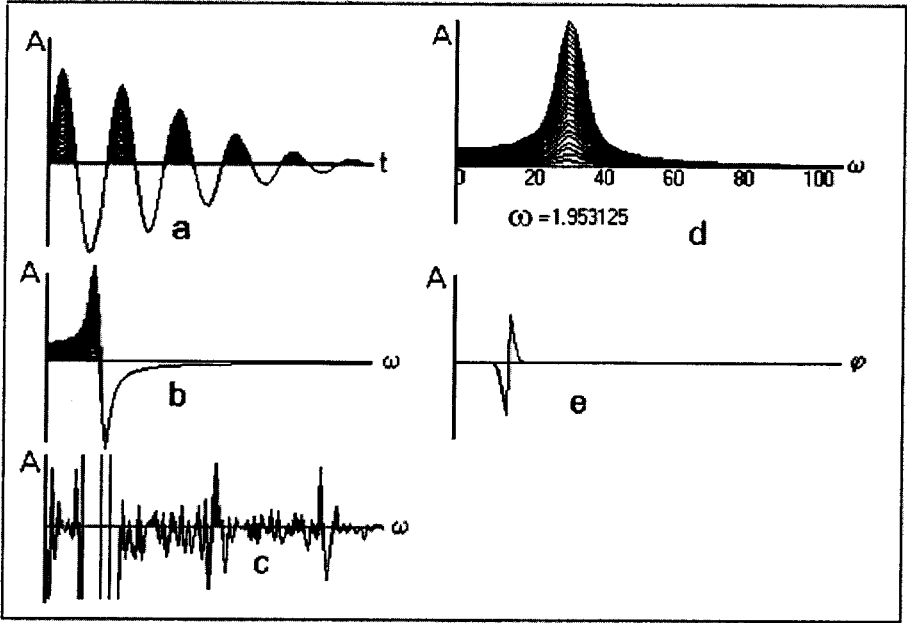
$$\text{Sign} = \text{Argtg}(\text{Im}_{\omega}, \text{Re}_{\omega}) + k\pi/2. \quad (4.4)$$

Burada $k = -1, 0, +1$ olur.

Şəkil 4.1-də seysmik impulsun müəllifin tərtib etdiyi proqram əsasında həqiqi və xəyali hissələri, amplitud-tezlik xarakteristikası və faza spektri verilmişdir.

Furye çevirməsi vasitəsi ilə verilən zaman sırasının hansı tezlikli və fazalı dalğaların formalaşdırdığını, verilən seysmik yazının enerjisini və spektral tərkibini və s. kimi parametrləri təyin etmək olar. Furye çevirmələri istər zaman sırasına, istərsə də onun avtokorrelyasiya funksiyasına görə reallaşdırıla bilər. Yalnız nəzərə alınmalıdır ki,

avtokorrelyasiya funksiyası təmsil etdiyi prosesin fazası haqqında məlumat vermir.



Şəkil 4.1. Seysmik yazının amplitud-tezlik spektrinin hesablanması: a - 30 Hz tezliyə malik sönən amplitudlu sinusoida; b və c - həqiqi və xəyali hissələr; d və e - amplitud-tezlik və faza spektrləri. Nəticələr mətni kitabın arxasında verilən Furiye çevirməsi proqramının tətbiqi ilə əldə edilmişdir

Furiye çevirmələri yerinə yetirilərkən aşağıdakı tövsiyələr nəzərə alınmalıdır:

- seysmik yazının amplitud-tezlik xarakteristikasının dəqiq araşdırılması tələb olunursa, onda Furiye çevirməsi üçün bütün trassa istifadə edilməlidir. Yəni seysmik yazının qeydiyyatı 5 s ərzində aparılmışdırsa, onda Furiye çevirməsini yerinə yetirən proqramın girişinə bu interval bütövlükdə daxil edilməlidir. Bu qaydada hesablanan amplitud-tezlik xarakteristikası stabil xassələrə malik olmur;
- əgər amplitud-tezlik xarakteristikasının əsasında seysmik yazını formalaşdıran hər hansı bir hissənin öyrənilməsi tələb olunursa, onda proqramın girişinə yalnız bu hissə daxil edilməlidir. Bu

- aralığın sifra yaxınlaşması vahid impulsun amplitud-tezlik spektrinə oxşar xarakteristikanın əldə olunmasını şərtləndirir;
- seysmik yazının zaman oxu boyu sağa və ya sola sürüşdürülməsi onun amplituda spektrinə təsir etmir. Lakin faza spektri trassanın zaman oxu boyu sürüşdürüldüyü zaman qədər dəyişir. Amplitud-tezlik və faza xarakteristikalarının bu xüsusiyyəti seysmik yazıların tezlik sahəsində süzgeclənməsi zamanı nəzərə alınmalıdır.

Şəkil 3.6 və 4.1-in müqayisəsi bu tövsiyələrin nəzərə alınmasının vacibliyini bir daha vurğulayır.

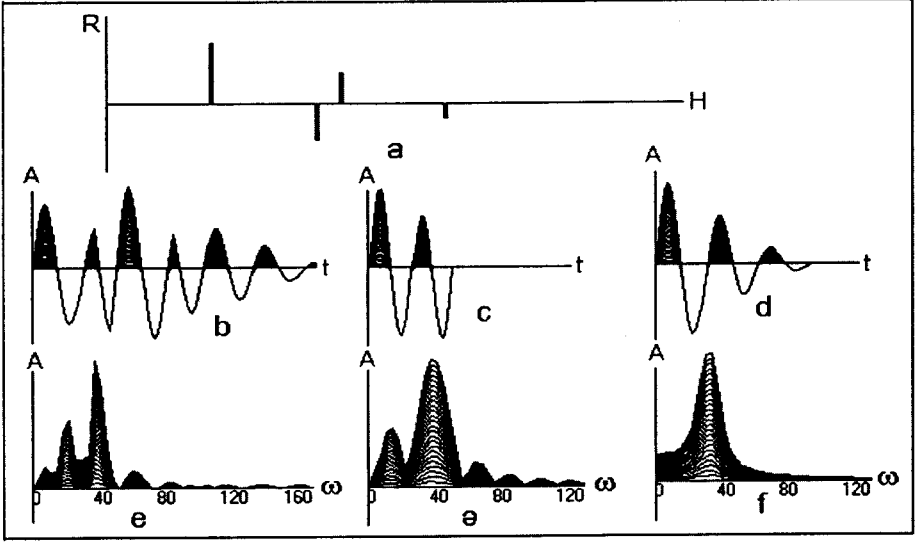
4.2. Avtokorrelyasiya, qarşılıqlı korrelyasiya və koherentlik funksiyaları

Seysmik kəşfiyyat işləri reallaşdırılmamışdan əvvəl hansı forma və məzmunlu seysmik yazıların qeyd ediləcəyi məlum olmur.

Tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişini formalaşdıran layların təmas xətlərinin yaratdıqları akustik sərhədlərin seysmik dalğanı əksətdirmə əmsallarının ədədi qiymətləri şaquli istiqamətdə fərqlidirlər. Üfüqi istiqamətdə də onlar tamamilə təkrarlanmırlar və təkrarlanırlarsa da, bu nisbətən qısa məsafələrdə mümkündür. Bu mənada seysmik yazılara təsadüfi hadisələrin toplusu kimi baxılır. Əslində bu belə deyildir və seysmik müşahidələr nəticəsində qeyd edilən seysmik yazıların tərkibi və məzmunu tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişinin parametrlərindən asılıdır.

Geoloji kəsilişin mənbə impulsuna cavab reaksiyası seysmoqraf vasitəsi ilə qeyd edilir ki, bunu biz seysmik trassa (iz) adlandırırıq. Seysmoqrafın çıxışında qeyd edilən seysmik yazı Yer qabığının titrəyişinin nəticəsi kimi formalaşır. Seysmik kəşfiyyat nəticəsində çoxsaylı trassalar qeyd edilir. Verilən bu çoxluqda hər hansı bir oxşar və ya təkrarlanan hadisənin olub-olmamasını, onun baş vermə tezliyini və periodunu, onun dayanıqlılığını və s. öyrənmək üçün təsadüfi hadisələr nəzəriyyəsində istifadə edilən avtokorrelyasiya və qarşılıqlı korrelyasiya funksiyalarından, amplitud-tezlik spektrlərindən və koherentlik funksiyalarından (əmsallarından) geniş miqyasda istifadə edilir. Seysmik kəşfiyyat işləri zamanı müşahidə olunan dalğa sahəsinin təhlili prosesində də onlardan geniş miqyasda istifadə edilir. Onların bir sıra xüsusiyyətlərinə və hesablanma qaydasına nəzər salmaq. Bu funksiyaların hesablanması zamanı istifadə edilən riyazi düsturlara operator da deyilir.

Avtokorrelyasiya funksiyası (AKF) bir nöqtədə qeyd olunmuş seysmik yazıdakı hər hansı bir hissəsinin (yəni konkret bir hadisəni aproksimasiya edən ardıcılığın) özündən əvvəl və ya sonra təkrarlanmasının baş vermə ehtimalını yoxlamaq üçün istifadə edilir. Şəkil 4.2-də seysmik yazı və onun AKF-i verilir.



Şəkil 4.2. Sintetik seysmoqram (a) görə tərtib edilmiş trassaya (b) əsasən hesablanmış avtokorrelyasiya funksiyasının qrafiki ifadəsi (c): d- trassanın hesablanmasında istifadə edilmiş impuls; e, ə və f- trassanın avtokorrelyasiya funksiyasının və seysmik impulsun amplitud-tezlik spektrləridir

AKF-dən istifadə etməklə baş vermiş hadisənin enerji spektrini də hesablayırlar. Bu məqsədlə AKF-in Furiye çevirməsi hesablanır və əldə edilmiş həqiqi və xəyali hissələrdən istifadə edilməklə təsadüfi funksiyanın enerji spektri hesablanır. AKF aşağıdakı düsturun əsasında hesablanır:

$$U_{\tau_{xx}} = 1/m \sum_{k=1}^m A_k \cdot A_{k+\tau}, \text{ burada } \tau=0,1,2,\dots,r/dt \quad (4.5)$$

Burada A_k və $A_{k+\tau}$ -uyğun olaraq seysmik yazının m və $m+\tau$ uzunluqda hissələri, m -avtokorrelyasiya pəncərəsinin uzunluğudur və

$m=T/dt$ kimi hesablanır, τ - korrelyasiya radiusudur. Aydındır ki, $U_{\tau_{xx}}$ -ların sayı r/dt -dir. Bu düsturun mənası aşağıdakı kimi izah edilə bilər.

Seysmik trassanın istənilən bir hissəsindən m sayda amplitudaları kompüterin yaddaşında digər yerə köçürək (köçürmə ifadəsi məcazi mənada işlədilir və yerinə yetirilmir). Əsas yazının və köçürülmüş hissənin amplitudalarının hasilini hesablayaq və onları cəmləyək. Bu əməliyyatın riyazi yazılışı aşağıdakı kimidir:

$$U_{\tau_{11}} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m A_k \cdot A_k.$$

Sonra köçürülmüş hissəni əsas yazı üzərində dt addımı qədər sürüşdürmək şərti ilə verilən m sayda amplitudaların hasilini və onların cəmini yenidən hesablayaq. Yəni

$$U_{\tau_{22}} = \frac{1}{m} \sum_{k=1}^m A_k \cdot A_{k+1}.$$

Sürüşdürməni korrelyasiya radiusu (r/dt) qədər davam etdirək və hasiləri hesablayaq. Biz r/dt sayda ədəd əldə edəcəyik. Alınan bu nəticə avtokorrelyasiya funksiyası olacaqdır. τ böyüdükcə, $U_{\tau_{xx}}$ -in ədədi qiymətləri vahiddən sıfıra yaxınlaşır. Əgər hadisə korrelyasiya radiusu daxilində təkrarlanırsa, $U_{\tau_{xx}}$ -in ədədi qiyməti yenidən vahidə yaxınlaşır və s. Göründüyü kimi, AKF müşahidə olunan proses içərisində hər hansı bir hadisənin təkrarlanmasını izləməyə imkan verir.

AKF-in $\tau=0$ olduqda hesablanmış qiymətinə seysmik trassanın enerjisi də deyilir.

Hər bir hadisənin AKF-i cüt funksiyadır. Yəni onun xəyali hissəsi bütün tezliklərdə sıfıra bərabərdir. AKF-in $\tau=0$ zamanındakı normalaşdırılmış ədədi qiyməti hər zaman vahiddir. Bu funksiyanın ordinatlarının modulu təsadüfi hadisənin dispersiyasından böyük ola bilməz.

AKF simmetrikdir. Başqa sözlə, onun matrisası diaqonal xassəyə malikdir. Yəni

$$\begin{array}{l} U_0, U_1, U_2, U_3, U_4, \dots, U_{\tau} \\ U_1, U_0, U_1, U_2, U_3, \dots, U_{\tau-1} \\ U_2, U_1, U_0, U_1, U_2, \dots, U_{\tau-2} \\ U_3, U_2, U_1, U_0, U_1, \dots, U_{\tau-3} \\ \dots \\ U_{\tau}, U_{\tau-1}, U_{\tau-2}, U_{\tau-3}, \dots, U_0 \end{array}$$

Qeyd etmək lazımdır ki, eyni bir AKF-ə çoxsaylı funksiya aiddir. Bütün bu funksiyaların fazaları müxtəlifdir. Yəni AKF aid olduğu funksiyanın faza spektri haqqında məlumat vermir. Beləliklə, verilən AKF minimum, maksimum və ya qarışıq fazalı funksiyalara aid ola bilər.

Əgər çoxsaylı seysmik impulslardan ibarət müşahidə olunan seysmik yazılar yalnız qeyd olunma zamanları ilə fərqlənsəydilər, onda onların AKF-ləri eyni olardı. AKF-ə görə hesablanmış amplitud-tezlik xarakteristikasına spektr sıxlığı da deyilir. Seysmik trassanın AKF-nin spektr sıxlığı onun amplitud-tezlik xarakteristikasını səciyyələndirir. Əgər AKF seysmik yazının faza spektri haqqında məlumat daşısaydı, onda o konkret hadisəni approksimasiya edərdi və ona təsadüfi hadisə kimi baxmaq olardı. Buna görə də ondan hər hansı prosesin statistik xarakteristikası kimi istifadə edilir.

Şəkil 4.2-də dörd əksətdirici sərhəddən ibarət geoloji mühitin sintetik seysmoqramı (şəkil 4.2a) əsasında hesablanmış seysmik trassanın qrafiki ifadəsi (şəkil 4.2b) verilmişdir. Seysmik trassa Puzıryov impulsunun (şəkil 4.2c) tətbiqi ilə tərtib edilmişdir. Seysmik trassada verilən pəncərə əsasında hesablanmış avtokorrelyasiya funksiyanın Puzıryov impulsuna oxşarlığı aydın görünür. AKF-in bu xassəsindən müşahidə olunan seysmik yazılara görə mənbə impulsunun forması haqqında məlumat əldə etmək üçün istifadə edilir. Şəkildə seysmik trassanın, avtokorrelyasiya funksiyanın və Puzıryov impulsunun amplitud-tezlik spektrləri də göstərilmişdir. Amplitud-tezlik spektrlərinin hər üçünün nisbi oxşarlığı aydın görünür. Amplitud-tezlik xarakteristikalarının qrafiklərinin sol tərəfləri arasındakı fərq onların Furye çevirməsi proqramının girişinə verilən uzunluqlarının az olması ilə əlaqədardır.

Qarşılıqlı korrelyasiya funksiyası (QKF) AKF-dən fərqli olaraq tək funksiya, qeyri-simmetrikdir və onun maksimumu absis oxunun istənilən nöqtəsində ola bilər.

Yuxarıda qeyd etmişdik ki, QKF iki (bir sıra hallarda daha çox) seysmik qəbuledicinin qeyd etdiyi seysmik yazılar arasındakı əlaqənin xüsusiyyətləri haqqında məlumat əldə etməyə xidmət edir. Ondən adətən seysmik yazıların üfüqi istiqamətdə və ya eyni hodoqrafı formalaşdıran trassalar arasında əlaqələrinin öyrənilməsində istifadə edilir. Onun istifadəsi haqqında daha geniş məlumat kitabın sonrakı fəsilərində veriləcəkdir. Qarşılıqlı korrelyasiya funksiyası aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$U\tau_{xy} = 1/m \sum_{k=1}^m A_k \cdot B_{k-\tau} \quad (4.6)$$

Burada A_k və $B_{k-\tau}$ -uyğun olaraq iki seysmik yazının m və $m+2\tau$ uzunluğunda hissələri, $m=T/dt$ -qarşılıqlı korrelyasiyanın hesablandığı pəncərənin uzunluğu və τ -korrelyasiya radiusudur. Aydındır ki, $U\tau_{xy}$ -lərin sayı τ/dt -dir.

Düsturdan göründüyü kimi, QKF iki trassanın birindən götürülmüş m -ə bərabər hissənin (korrelyasiya pəncərəsi adlandırılır) digəri üzərində τ qədər $t=0$ -a doğru sürüşdürülməsindən sonra AKF kimi hesablanır.

Bir sıra hallarda QKF-in normalaşdırılmış qiymətindən istifadə edilir və o, aşağıdakı kimi hesablanır:

$$U\tau_{xy} = U\tau_{xy} / (U_{xx0} \cdot U_{yy0})^{1/2} \quad (4.7)$$

Aydındır ki, bu düsturun tətbiqi ilə alınmış nəticə qarşılıqlı korrelyasiyada iştirak edən proseslərin oxşarlığından asılıdır və $U\tau_{xy}$ -nun ədədi qiyməti sıfırdan vahidə qədər dəyişir.

Bu düsturun digər bir formasından da istifadə etmək olar

$$U\tau_{xy} = U\tau_{xy} / (U\tau_{xx} \cdot U\tau_{yy})^{1/2} \quad (4.8)$$

Bizim fikrimizcə, bu daha əlverişli düsturdur və korrelyasiyada iştirak edən proseslərin eyniliyi halında onun ədədi qiyməti vahidə bərabərdir.

QKF təsadüfi hadisələrin faza xarakteristikaları haqqında məlumat vermir. Lakin korrelyasiya edilən iki təsadüfi hadisə oxşar olduqda (əslində amplitud-tezlik xarakteristikaları eyni olan) QKF onların faza əlaqələri haqqında məlumat verir. Deməli, QKF vasitəsi ilə müntəzəm hadisələrin birinin digərinə nisbətən yerdəyişməsinin və onlar arasında faza sürüşməsinin ədədi qiymətini təyin etmək olar. Məsələn, onun tətbiqi ƏOD hodoqrafının müxtəlif nöqtələri arasında zaman fərqi təyin etməyə imkan verir və bundan statik və kinematik düzəlişlərin təshih edilməsində istifadə edilir. Bu mənada da QKF müntəzəm və qeyri-təsadüfi hadisənin faza xarakteristikası haqqında məlumatla yüklüdür. Yuxarıda qeyd etmişdik ki, seysmik yazılara təsadüfi hadisələrin toplusu kimi baxmaq olar. Lakin unutmamaq olmasın ki, onlar

konkret geoloji kəsiliş haqqında məlumat verirlər və geoloji kəsilişin parametrləri qısa məsafələrdə eyni xassəlidirlər.

Bir sıra hallarda seysmik siqnalın mühitdə yerdəyişməsi ilə yanaşı onun enerjisi (gücü və ya intensivliyi) də maraq doğurur. Seysmik siqnalın gücü dedikdə, radiotexnikada qəbul edildiyi kimi, siqnalın amplitudasının kvadratı nəzərdə tutulur. Buna uyğun gələn spektr isə enerji spektri adlanır. Seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarında orta enerjidən də istifadə edilir. Zaman sahəsində bu enerji

$$E = (1/(T/dt)) \sum_{k=1} A_k^2 \quad (4.9)$$

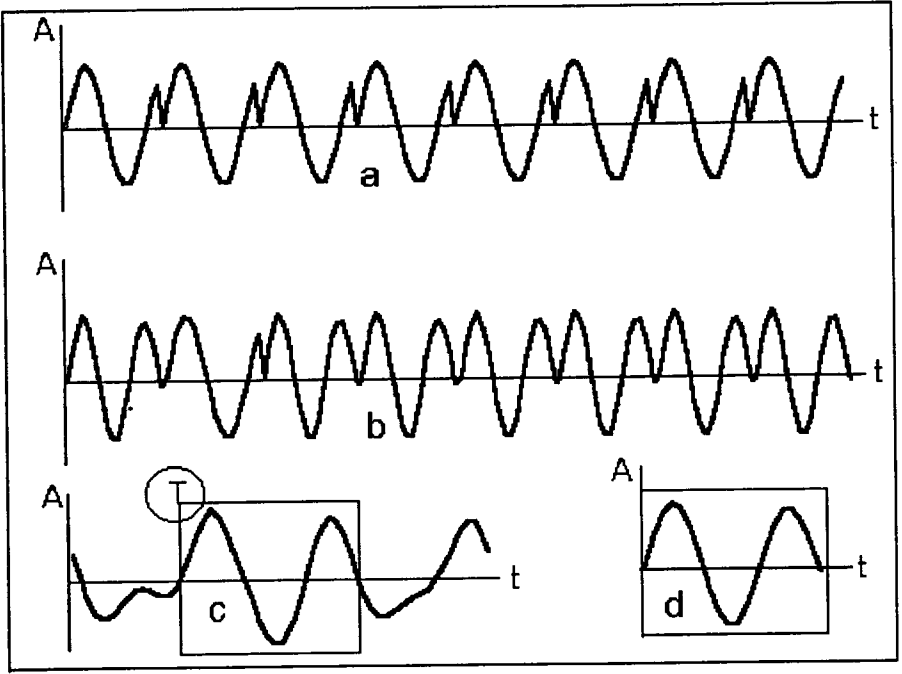
düsturu ilə hesablanır. Təcrübədə T sonlu uzunluğa malikdir. Buna görə də T-nin diskretləmə intervalına bərabər qiymətinə uyğun E ani enerji, T-nin tam qiymətinə uyğun E isə verilən intervalda tam enerji adlanır. Yəni mütləq tam enerji haqqında söhbət gedə bilməz, ona görə ki, həyəcanlanma enerjisi sonsuzluqda sönür.

Seysmik yazının hər hansısa intervalının enerjisi korrelyasiya funksiyalarından istifadə olunmaqla da hesablanı bilər. Bu halda əvvəl AKF hesablanır və onun Furye çevirməsi yerinə yetirilir. Alınan amplituda spektri kvadrata yüksəldildikdə enerji spektri hesablanmış olur. AKF-ə görə tam enerjinin hesablanması üçün amplitud-tezlik qrafikinin bütün tezliklərdəki enerjiləri toplanır.

Eyniadlı parametrlər QKF-dən istifadə olunmaqla da hesablanı bilər. Lakin onlardan seysmik yazıların emalında, demək olar ki, istifadə edilmir.

Spektrlər AKF-dən istifadə edilməklə hesablanmışdırsa, onlar müsbət və həqiqi qiymətlərdir. QKF-dən istifadə olunmaqla hesablanmış spektrlərin qiymətləri kompleks rəqəmlərlə ifadə olunur, yəni onlar həqiqi və xəyali hissələrə malikdir.

Şəkil 4.3-də iki trassa arasındakı QKF-in qrafiki ifadəsi verilmişdir. Şəkildə baş vermiş iki prosesin qarşılıqlı müqayisəsindən aydın görünməyən hadisənin hər iki proses içərisində olduğu QKF-in hesablanması yolu ilə müəyyənləşdirilmişdir.



Şəkil 4.3. QKF-in hesablanmasına aid: a- 30 Hs tezlikli 40 ms-dən bir təkrarlanan prosesin qrafiki ifadəsi; b- tərkibində 30 Hs tezlikli yeganə hadisə olan, 40 Hs tezliklə səciyyələnən və təkrarlanan prosesin qrafiki ifadəsi; c- QKF-in və d- 30 Hs tezliyə malik funksiyanın qrafikləri. c və d-nin müqayisəsindən b-nin tərkibində 30 Hs tezlikli sinusoidanın olduğu aydın görünür

Koherentlik funksiyası (əmsalı) zaman və spektr sahələrində hesablanıla bilər. Ayrı-ayrı trassalardakı müşahidə olunan dalğaların oxşarlığını müəyyənləşdirmək üçün koherentlik əmsallarından istifadə edilir. Əgər seysmik trassalardakı əks olunan dalğaların başlanğıc fazaları eynidirsə və ya müəyyən bir qanunauyğunluqla dəyişirsə, onlar koherentdirlər. Əgər fazaların dəyişkənliyi heç bir qanunauyğunluğa tabe deyildirsə, dalğa toplusu qeyri-koherent adlandırılır. Onların zaman sahəsində hesablanması haqqında müzakirələrə sonrakı fəsillərdə də geniş yer verilmişdir. Koherentlik əmsalının ədədi qiyməti 0 ilə 1 arasında dəyişir. İki prosesin arasındakı koherentlik əmsalı (K_{xy}) AKF və QKF-dən istifadə edilməklə aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$K_{xy} = U\tau_{xy}/(U\tau_{xx} \cdot U\tau_{yy})^{1/2} \quad (4.10)$$

Koherentlik əmsalı QKF və AKF-in Furye çevirmələrinə görə də hesablanı bilər:

$$K_{xy}(\omega)=[U\tau_{xy}(\omega)/(U\tau_{xx}(\omega) \cdot U\tau_{yy}(\omega))]^{1/2} \quad (4.11)$$

İki trassa arasında koherentlik əmsalı aşağıdakı düstur ilə də təyin edilə bilər.

$$K = \left(\sum_{i=1}^{dT} A_{1,i} \cdot A_{2,i} \right) / \left(\sum_{i=1}^{dT} A_{1,i}^2 \cdot \sum_{i=1}^{dT} A_{2,i}^2 \right)^{1/2} \quad (4.12)$$

Burada 1 və 2 indeksləri - seysmik trassaların nömrələri, dT-koherentlik əmsalının təyin edildiyi zaman intervalıdır. Adətən dT seysmik impulsun görünən perioduna (T) və ya T/2-yə bərabər qəbul edilir. İki prosesin koherentliyi qarşılıqlı enerji spektrlərinə görə də hesablanı bilər

$$K(\omega) = E_{12}(\omega)/(E_{11}(\omega) \cdot E_{22}(\omega))^{1/2} \quad (4.13)$$

Burada $E_{12}(\omega)$ -qarşılıqlı, $E_{11}(\omega)$ və $E_{22}(\omega)$ - hər bir prosesin AKF-nə görə təyin edilmiş enerji spektrləridir. K və $K(\omega)$ -nın qiymətləri 0 ilə 1 arasında dəyişə bilər.

Əgər K və $K(\omega)$ -nın qiymətləri vahidə bərabərdirsə, onda iki seysmik trassadan dT zaman intervalında qeyd edilmiş proseslər koherentdirlər. Koherentlik seysmik dalğa cəbhəsinin elementlərinin faza və amplitudaları haqqında məlumat verir. Seysmologiyada koherentlik funksiyasının bu əlamətindən istifadə edilərək müşahidə olunan dalğa sahəsinin tezlik spektrləri təyin edilir və nəticələrin təhlili əsasında seysmik dalğaların müşahidə nöqtəsinə gəlmə istiqamətləri və dalğa radiasiyasının genişliyi təyin olunur (iki şüa arasındakı radial sahə).

İki trassa arasında koherentlik əmsalı aşağıdakı düstur ilə də hesablanı bilər:

$$K = \frac{\sum_{i=1}^{dT} (A_{1,i} A_{2,i})}{\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{dT} (A_{j,i})^2} \quad (4.14)$$

N sayda trassadan ibarət müşahidə olunan seysmoqrama görə isə koherentlik əmsalları aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$K = 2(N-1)^{-1} \cdot \left(\sum_{m=1}^{N-1} \sum_{j=m+1}^N \sum_{i=1}^{dT} (A_{j,i} A_{m,i}) \right) / \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{dT} (A_{j,i})^2 \quad (4.15)$$

Ümumiyyətlə, koherentlik əmsalının hesablanması üçün çoxsaylı operatorlardan istifadə edilir. Ən yüksək həlledicilik qabiliyyətinə malik düstur (4.15)-dir. Bu düstura görə seysmoqramda olan bütün mümkün trassa cütləri arasında qarşılıqlı korrelyasiya əmsalları hesablanır və onların əsasında koherentlik əmsalı təyin edilir. Düstur seysmik yazının amplitud-tezlik xarakteristikasının dəyişkənliyinə çox həssasdır.

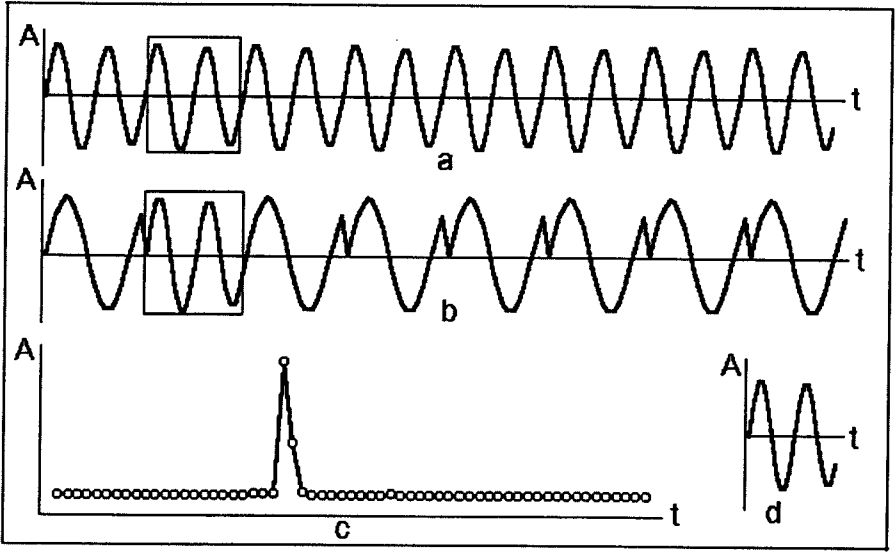
Koherentlik funksiyasının qrafiki ifadəsi şəkil 4.4-də verilmişdir. Göründüyü kimi, koherentlik əmsalı seysmik yazının forması haqqında məlumat vermir. Lakin onun tətbiqi baş vermiş hadisə içərisində verilən prosesin olub-olmadığı haqqında müfəssəl məlumat almağa imkan verir.

Koherentlik funksiyası seysmik kəşfiyyat müşahidələri nəticəsində qeyd olunan seysmik yazıların emalı prosesində daha geniş miqyasda tətbiq edilir.

4.3. Seysmik yazıların orta enerjilərinin verilən səviyyəyə gətirilməsi

Yarımfəsil 3.2-də seysmik yazının modelini (3.12) ilə ifadə etmişdik. Eyni zamanda MŞ üsulu ilə qeyd edilən seysmik trassanın (3.12) ilə verilən ifadəsini toplananlara və vuruqlara ayırmışdıq, yəni seysmik trassanı tərkib hissələrinə ayırmışdıq. Lakin seysmik yazının (3.12) ilə verilən modeli tam deyildir. Seysmik yazının modelinin daha bir variantına baxaq:

$$A(t) = a_0(t) + n_0(t)$$



Şəkil 4.4. *a və b hadisələri arasındakı koherentlik əmsallarının qrafiki ifadəsi (c). Hər iki zaman sırasının tərkibindəki hadisənin qrafiki ifadəsi (d) ayrıca göstərilmişdir və onun a və b hadisələrinin içərisindəki yerləri çərçivəyə alınmışdır*

Burada $a_0(t)$ -birqat əks olunan dalğalar və $n_0(t)$ -çöl işləri zamanı müşahidə olunan bütün digər növ dalğalardır. Hələlik onu nəzərə almadan seysmik trassanın modelini aşağıdakı kimi yazaq:

$$A(t) = a_0(t)$$

Birqat əks olunan hər hansı k saylı dalğanın amplitudasını

$$a_0 = a_0(k) \cdot r(t) \cdot c(t)$$

kimi yazaq. Burada əks olunan dalğanın amplitudası mühitin əksətdirmə əmsalı $r(t)$ və mühitin enerjini udma qabiliyyətini səciyyələndirən c_1 əmsalının hasilini kimi ifadə edilmişdir. $c(t)$ əmsalı mənbə impulsunun ilkin enerjisinin dalğanın əksətdirici sərhədi keçməsi zamanı paylanması (keçən və qayıdan dalğalar) və nöqtəvi mənbədən uzaqlaşdıqca dalğa

cəbhəsinin genişlənməsi hesabına zəifləməsinə ifadə edir. Əslində bu zəifləmənin optimal variantıdır və onun daha mürəkkəb modeli vardır.

Qəbul etdiyimiz bu modelə görə $c(t)$ zamandan asılı olaraq eksponensial qaydada sönür. Bunu nəzərə almaqla trassanın modelini

$$A(t) = a_0(k) \cdot r(t) \cdot c(t)$$

kimi yazmaq olar. Bu sıra seysmik trassanın mənbə impulsunun enerjisinin sönməsinin nəzərə alınması şərti ilə impuls seysmoqramı adlandırılır.

Geoloji mühitin xüsusiyyətindən asılı olaraq yaranan təkrar, difraksiya və s. dalğaların modellərini də eyni qayda ilə izah etmək olar.

Bundan əlavə, seysmik yazıların enerjisi partlayış və qəbul məntəqələri arasındakı məsafədən və müşahidə xətti boyu yerdəyişmələrdən də asılı olan dəyişkənliklərlə xarakterizə edilir.

Bütün deyilənləri nəzərə alsaq görürük ki, seysmik yazının $t=0$ ilə $t=5$ s zamanlarındakı amplituda qiymətləri arasında həddindən çox fərq vardır. Bu fərq adətən 64-dən 256 db qədər dəyişir. Belə bir dinamik diapazonda amplituda dəyişkənliyinin qrafiki ifadəsinin kağız üzərində və ya displeyin ekranında əks etdirilməsi mümkün deyildir. Məsələnin həlli gücləndirmənin avtomatik tənzimlənməsi, seysmik yazının orta enerjisinin verilən həddə gətirilməsi, seysmik trassanın diskret qiymətlərinin zamana görə ədədi qiymətinin dəyişən əmsallara vurulması yolu ilə tənzimlənməsi və s. proqramların tətbiqi ilə reallaşdırılır. Bu alqoritmlərin hamısı c_t -nin əksini təyin etmək yolu ilə trassa boyu amplitudaların tənzimlənməsini və ya onların orta enerjisinin verilən səviyyəyə gətirilməsini təmin edirlər. Bu tələbat eyni zamanda emal texnikasının (kompüterlərin) ədədləri yadda saxlamaq qabiliyyətindən də irəli gəlir. Belə ki, əgər kompüterin yaddaşı 24 bitlik yuvacıqlarla təmin edilmişdirsə (bir bit işarə üçün ayrıldığından 2^{23} götürülür), onda ($2^{23}=8\ 388\ 607$) gətirilmə səviyyəsi 2^{12} -yə qədər verilə bilər.

4.3.1. Gücləndirmənin avtomatik tənzimlənməsi

Gücləndirmənin avtomatik tənzimlənməsi (GAT) proqramları əsasən aşağıdakı məsələlərin həllini təmin edir: seysmik trassanın zaman oxu boyu amplitudalarının tənzimlənməsini, nöqtəvi mənbədən müxtəlif məsafələrdə qeyd edilmiş trassalardakı orta enerjinin

bərabərləşdirilməsini, seysmik yazıların orta enerjisinin emal sisteminin dinamik diapazonunun orta qiymətinə və ya verilən sabit ədədi qiymətə bərabərləşdirilməsini. Bu əməliyyat yerinə yetirilərkən faydalı dalğa cəbhəsi təhrif olunmamalıdır. GAT seysmik yazının hər bir diskret qiyməti üçün onun özündən sintez edilmiş gücləndirmə əmsallarının hesablanması və bu əmsalların seysmik trassanın diskret qiymətlərinə vurulması yolu ilə reallaşdırılır. Gücləndirmə əmsalı $K_{(t)}$ aşağıdakı düstur ilə təyin edilir:

$$K_{(t)} = (1/T) \sum_{i = t+T/2}^{t+T/2} \text{abs}[A_{(i)}] + n \quad (4.16)$$

Burada T-seysmik trassanın amplitudalarının modulunun orta qiymətinin hesablandığı zaman intervalı, n-GAT-ın gücləndirdiyi amplitudanın ən kiçik qiymətidir.

$K_{(t)}$ seysmik yazının hər bir diskret qiyməti üçün hesablanır. Seysmik yazının $t=t_{\text{baş}}$ -dan $t= t_{\text{baş}} + T/2$ -yə uyğun diskret qiymətləri üçün əmsallar eyni götürülür və onların qiyməti $t=T/2$ -yə uyğun hesablanmış birinci ədədə bərabərdir. Eyni qaydada trassanın $t=t_{\text{max}} - T/2$ -dən sonrakı diskret qiymətləri üçün əmsallar seysmik yazının qeyd olunduğu zaman intervalında yerləşən axırıncı T aralığında hesablanmış əmsala bərabər götürülür.

Seysmik yazının amplitudalarının tənzimlənməsi aşağıdakı düstura uyğun yerinə yetirilir:

$$A_{\text{çix}}(t) = (C \cdot A_{\text{gir}}(t)) / K_{(t)} \quad (4.17)$$

Burada C-trassanın amplitudalarının avtomatik gücləndirilməsindən sonrakı orta qiymətidir.

GAT-ın emal qrafında xüsusi yeri vardır və onun hesablanması üçün seçilmiş zaman intervalının, n və C-in ədədi qiymətləri ehtiyatla seçilməlidir. Bu haqda emal qrafı haqqında danışılarkən xüsusi izahat veriləcəkdir.

4.3.2. Seysmik trassaların amplitudalarının verilən səviyyəyə gətirilməsi

Bəzən seysmik yazıların amplituda qiymətlərinin verilən səviyyəyə gətirilməsi tələbatı ortaya çıxır. Bu zaman seysmik trassaların orta

enerjisinin bərabərləşdirilməsi üçün nəzərdə tutulan proqramlardan istifadə edilir. Seysmik trassaların orta enerjiləri aşağıdakı düsturların tətbiqi ilə tənzimlənilir:

$$A_{\text{çix}}(t) = A_{\text{gir}}(t) \cdot C/A_{\text{max}}, \quad A_{\text{çix}}(t) = A_{\text{gir}}(t) \cdot C/Ort,$$

$$A_{\text{çix}}(t) = A_{\text{gir}}(t) \cdot C/E \quad (4.18)$$

Burada C-trassanın amplitudalarının avtomatik gücləndirilməsindən sonrakı orta qiyməti;

A_{max} - seysmik trassanın amplitudalarının ən böyüyünün ədədi qiyməti;

T

$Ort = (1/T) \sum_{i=1}^T \text{abs}[A_{(i)}]$ - trassanın verilən zaman intervalındakı (T) diskret qiymətlərinin modulunun orta qiyməti;

T

$E = [(1/T) \sum_{i=1}^T A_{(i)}^2]^{1/2}$ - trassanın verilən zaman intervalındakı (T) enerjisidir.

Bu gücləndirmə üsulu, yuxarıda verilən düsturlardan göründüyü kimi, seysmik yazının amplitudalarının orta qiymətinin və ya trassanın enerjisinin orta qiymətinin verilən səviyyəyə (C) gətirilməsini təmin edir. Lakin bizim təcrübəmiz göstərir ki, bu alqoritmləri reallaşdıran proqramların nəticələri çox aşağı keyfiyyətə malikdir. Nəzərdən keçirdiyimiz bu normalaşdırma üsulu siqnal/(səs-küy) ifadəsinin aşağı qiymətlərində tamamilə yararsızdır.

Seysmik yazıların normalaşdırılması proqramlarının emal qrafındakı yerləri və onların parametrlərinin seçilməsi qaydaları haqqında məlumat kitabın sonrakı fəsilərində veriləcəkdir.

4.3.3. Enerjinin həndəsi paylanmasına görə normalaşdırma və ya həqiqi amplitudaların saxlanması

Bir sıra hallarda amplitudaların avtomatik tənzimlənməsi əvəzinə həqiqi amplitudaların saxlanması üsulundan istifadə edilir. Bu üsul seysmik dalğa sahəsinə görə geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması məsələsinin həllində istifadə edilməkdədir. Bizim təcrübəmiz göstərir ki,

siqnal/(səs-küy) nisbətinin yüksək qiymətlərində bu üsul gözlənilən nəticəni versə də, siqnal/(səs-küy) aşağı qiymətlərində həmin effekti vermir.

Birinci fəsildə mühitdə yayılan seysmik dalğanın amplitudasının onun keçdiyi məsafənin kökaltı qiyməti ilə tərs mütənəsb olduğunu söyləmişdik (1.4). Amplitudaların həqiqi qiymətlərinin saxlanması mənbə impulsunun geoloji mühitdə yayılması zamanı itirdiyi enerjinin bərpası yolu ilə trassanın amplitudalarının tənzimlənməsi üsuludur. Onun tətbiqi aşağıdakı düstura əsaslanır:

$$A_{\text{çık}}(t) = A_{\text{gır}}(t) \cdot K(t) \quad (4.19)$$

Burada $K(t)$ – seysmik yazının zamana görə zəifləməsini tənzimləyən funksiyadır. Onun ədədi qiymətləri (1.4) düsturuna uyğun olaraq bir neçə yolla hesablanır:

$$K(t) = (V \cdot T)^{1/2}, \quad r = V \cdot T \quad (4.20)$$

Göründüyü kimi, burada $A_t = A_0/r^{1/2}$ effektinin tərsi olan əməliyyat reallaşdırılır.

Bir sıra hallarda

$$K(t) = V \cdot T^2 \text{ və ya sadəcə } K(t) = T^2 \quad (4.21)$$

düsturlarından da istifadə edilir.

Şərhlə etdiyimiz bu normalaşdırma üsulunun emal qrafında yeri haqqında sonrakı fəsillərdə danışılacaqdır.

4.4. Zolaqlı süzgəcləmə

Seysmik yazıların zolaqlı süzgəcləmədən keçirilməsində məqsəd onun tərkibindəki arzu edilməz tezlik diapazonu ilə səciyyələnən dalğa sahəsinin enerjisini ləğv etmək və ya mümkün qədər zəiflətməkdir. Zolaqlı süzgəcləmə zaman və spektr sahəsində yerinə yetirilə bilər. Hər iki üsulun nəticələri eynidir.

Zaman sahəsində süzgəcin çıxışında istənilən amplitud-tezlik xarakteristikasına malik seysmik yazının əldə olunması üçün çevrilmə əməliyyatından istifadə edilir. Bu proses arzu olunan tezliyə və vahid

amplitudaya malik kosinusoida (və ya sinusoida) və verilən seysmik yazı arasında korrelyasiya əməliyyatının yerinə yetirilməsi nəticəsində reallaşdırılır. Çevrilmədə iştirak edən kosinusoidal dalğaya süzgəcin operatoru deyilir. Qeyd edək ki, müxtəlif tezlikli və amplitudalı kosinusoidal dalğaların çevrilməsi (svetka və ya konvolyusiya) prosesindən sonra alınan nəticələrin modul qiymətlərini cəmləsək, Furye çevirməsində olduğu kimi amplitud-tezlik analizi aparmış oluruq. Bunun üçün absis oxu boyu kosinusoidaların tezliklərini, ordinat oxu boyu isə çevirmə əməliyyatının tətbiqi ilə alınan nəticələrin ədədi qiymətlərini yerləşdirmək lazımdır.

Əgər süzgəcin çıxışında seysmik trassanın tərkibindəki dalğa sahəsindən f_1 -dən f_n -ə qədər amplitud-tezlik diapazonuna aid hissəsinin qeydiyyata tələb olunursa, onda süzgəcin operatoru f_1, f_2, \dots, f_n kosinusoidalarının cəmi kimi hesablanmalıdır.

Radiotexnikadan məlumdur ki, eyni amplitudalı sıfır fazalı və tezlikləri sıfırdan sonsuzluğa qədər dəyişən kosinusoidaların cəmi vahid impulsu və tezlikləri f_1, f_2, \dots, f_n intervalında dəyişən, sıfır fazalı və bərabər amplitudalı kosinusoidaların cəmi isə seysmik trassanın avtokorrelyasiyasına bənzər (eksponensial qaydada sönən) impuls verir ki, buna süzgəcin operatoru deyilir. Bu impulsun $t=0$ zamanında ən böyük ədədi qiyməti vahidə bərabərdir. Onun $t=0$ anından sonrakı qiymətlərini simmetrik olaraq ordinat oxundan sola köçürsək, zolaqlı süzgəcin operatorunu alırıq. Bu operatorla seysmik trassanın arasında çevirmə əməliyyatını reallaşdırsaq, alınan trassa yalnız f_1, f_2, \dots, f_n tezliklərini özündə cəmləşdirmiş olacaqdır. Digər tezliklər trassanın tərkibindən çıxarılacaqdır. Bu növ süzgəcləmə zolaqlı süzgəcləmə adlandırılır. Qeyd etmək lazımdır ki, süzgəcin girişinə verilən trassanın tərkibində vahid impulsa bənzər səs-küy tipli dalğa fonu olduqda, onun çıxışında arzuolunan tezlik diapazonuna malik seysmik yazı ilə yanaşı operatorun formasını təkrarlayan impulslar iştirak edəcəklər. Süzgəcin süni sürətdə yaratdığı bu hadisə onun səs-küyü adlandırılır.

Təcrübədə zolaqlı süzgəclərin operatoru aşağıdakı düstur ilə hesablanır:

$$Op(t) = (1/\pi t)[\sin(\pi t f_2) - \sin(\pi t f_1)] \quad (4.22)$$

Burada $t=0, 1\cdot dt, 2\cdot dt, \dots, n\cdot dt$ operatorun uzunluğunu təyin edir, (f_2-f_1) - süzgəcin çıxışındakı arzuolunan tezlik diapazonudur.

Bu düsturun tətbiqi ilə hesablanan operator Hemminq funksiyası ilə tənzimlənməlidir. Bunda məqsəd kənar effektin aradan qaldırılmasıdır. Yəni

$$Op(t) = Op(t) \cdot (0.54 + 0.46 \cos(\pi t/T)) \quad (4.23)$$

tətbiq edilməklə operatorun ədədi qiymətləri hesablanır.

Zolaqlı süzgəcin operatorunun (4.22) ilə hesablanan və (4.23) ilə tənzimlənən operatorunun və onun amplitud-tezlik xarakteristikasının qrafikləri şəkil 4.5-də verilir. Şəkildən zolaqlı süzgəcin operatorunun iki aşağı tezlikli süzgəcin amplitud-tezlik xarakteristikalarının fərqi kimi hesablanması da görünür.

Bəzən təcrübədə kəsici süzgəcləmədən də istifadə edilir. Bu süzgəc seysmik yazının tərkibindən hər hansı bir tezlik intervalını və ya tək bir tezliyi çıxarmaq üçün istifadə edilir. Adətən elektrik xətlərinin yaxınlığında müşahidələr aparılarkən seysmik yazıların tərkibində tezliyi 50 Hz olan monoton dalğalar qeyd olunur. Buna bəzən sənaye tezliyi deyilir.

Seysmik yazıların tərkibindən onları çıxartmaq üçün aşağıdakı düsturun tətbiqi ilə xüsusi operator hesablanır:

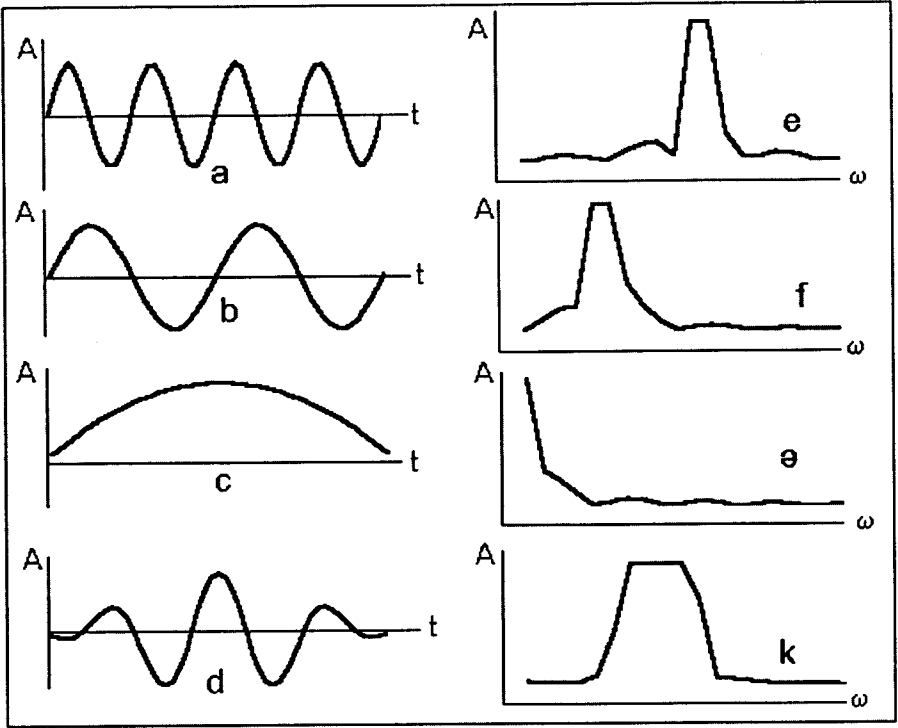
$$Op(t) = (1/\pi t)[\sin(\pi t f_n) - \sin(\pi t f_1) - \sin(\pi t f_2)] \quad (4.24)$$

Bu süzgəcin amplitud-tezlik və keçid xarakteristikaları şəkil 4.6-dakı kimidir. Şəkildən görüldüyü kimi, kəsici süzgəc iki aşağı tezlikli zolaqlı süzgəc kimi işləyir.

4.5. Dekonvolüsiya və ya tərs süzgəcləmə

Adından görüldüyü kimi, tərs süzgəcləmə əməliyyatı konvolüsiya (çevrilmə) əməliyyatının tərsi olan bir əməliyyatdır və müşahidə olunan seysmik yazılara görə geoloji kəsilişin impuls reaksiyasının bərpa edilməsinə xidmət edir. Əslində dekonvolüsiya mənbə impulsunun geoloji mühitə göndərildiyi andan başlayaraq, akustik bərklikləri fərqlənən layların sərhədlərindən əks olunaraq qeydedici sistemə

qədər keçdiyi yolda məruz qaldığı süzgüləmə prosesinin təsirindən təmizlənməsi məqsədilə tətbiq edilir.



Şəkil 4.5. Zolaqlı süzgülənin operatorunun hesablanmasına aid: a və b- 40 Hz və 20 Hz tezliyə malik sinusoidalar; c- Hemming funksiyası; d- zolaqlı süzgülənin operatoru; e, f, ə və k- a, b, c və d-nin amplitud-tezlik spektrləri

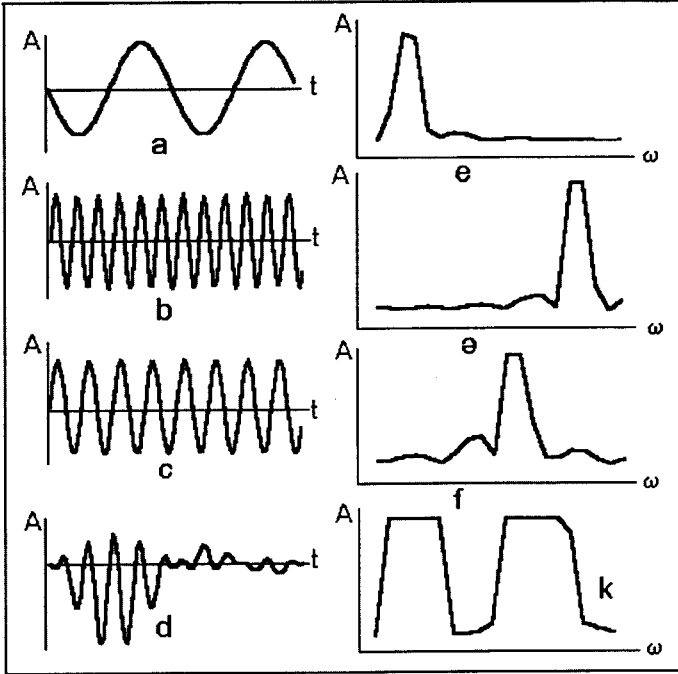
Əvvəlki fəsillərdə seysmik trassanın modelini geoloji kəsilişin impuls reaksiyası ilə mənbə impulsunun konvolyusiyası şəklində yazmışdıq (3.8, 3.12 və s.). Qeydedici sistemin impuls reaksiyasını nəzərə almasaq bu modelin digər bir riyazi yazılışını aşağıdakı kimi qəbul etmək olar:

$$A_t = (a_t \cdot R_t \cdot C_t) \cdot K_t + (a_t \cdot R_{nt} \cdot C_t) \cdot K_t + (n_t + m_t) \cdot K_t \quad (4.25)$$

Göründüyü kimi, seysmik trassa üç additiv tərkiblə ifadə oluna bilər. Yuxarıda qeyd etmişdik ki, $(n_t + m_t) \cdot K_t$ additiv fonu geoloji

kəsilişin KŞZ ilə əlaqədardır və emal işlərinin ilkin mərhələsində ləğv edilir. Bu məqsədlə zolaqlı süzgəcləmədən və ya sürət süzgəclərindən istifadə edilir. Sürət süzgəcləri haqqında sonra məlumat verəcəyik. Deməli, additiv dalğa fonu ləğv edildikdən sonra (tərs süzgəcləmədən əvvəl) (4.25) tənliyini aşağıdakı kimi yazmaq olar:

$$A_t = (a_t \cdot R_t \cdot C_t) \cdot K_t + (a_t \cdot R_{nt} \cdot C_t) \cdot K_t \quad (4.26)$$



Şəkil 4.6. Kəsici süzgəcin operatorunun hesablanmasına aid: a, b və c-10, 60 və 40 Hs tezliyə malik sinusoidalar; d- 40 Hs tezliyi kəsən və 10-60 Hs tezlik diapazonunu özündən ötürən zolaqlı süzgəcin operatoru; e, ə, f və k - a, b, c və d - nin amplitud-tezlik spektrləri

Buradan R_t -nin əldə edilməsi üçün ilk növbədə seysmik trassa təkrar dalğalar fonundan $(a_t R_{nt} C_t) K_t$ azad edilməlidir.

Bu dalğa fonunun yaranma sxeminə nəzər salaq. Təkrar dalğa fonu mənbə impulsunun oyadıldığı nöqtənin fəza vəziyyətindən asılı olaraq əsasən dörd halda yaranır:

1. Dənizdə seysmik kəşfiyyat yerinə yetirildikdə seysmik impuls mənbəyi su qatının müəyyən dərinliyində (3-4m) yerləşdirilir. Bu halda su səthinin tavanı və dabanı güclü əksətdirici sərhədlər olduğundan, oyadılan mənbə impulsunun enerjisinin bir hissəsi göstərilən aralıqda aşağıya və yuxarıya doğru hərəkət edərək mühiti bir neçə dəfə həyəcanlandırır. Nəticədə mühitin impuls reaksiyası müəyyən zamandan bir qeyd edilir. Yəni su qatının tavanı və dabanı mənbə impulsuna nisbətən işarəsinin dəyişməsi və enerjisinin azalması ilə səciyyələnən ikinci, üçüncü və s. mənbə impulsu oyadır. Digər bir tərəfdən, əks olunan dalğa sahəsi aşağıdan yuxarıya doğru hərəkət edərək su qatına keçdikdən sonra su qatının tavanı (su səthinin hava qatı ilə təması) və dabanı (su qatının dəniz dibi ilə təması) arasında yuxarı və aşağı istiqamətlərdə hərəkət edir və bu hadisə seysmik qəbuledicilər (dənizdə seysmik kəşfiyyat işlərində hidrofondlardan istifadə edilir) tərəfindən qeyd edilir. Nəticədə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsi reverberasiya adlanan təkrar dalğa fonu ilə bərgə qeyd olunur. Başqa sözlə desək, müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsini seyr edərkən bizdə elə təsəvvür yaranır ki, mühit eyni mənbədən $t = 2H/V_{su}$ ilə ölçülən zaman fasilələri ilə həyəcanlandırılmışdır və mühitin impuls reaksiyası qeyd edilmişdir. Əlavə olaraq, seysmik dalğa sahəsinin xüsusiyyətləri mühitin impuls reaksiyasının bütövlükdə mənbə impulsu funksiyasını yerinə yetirməsi təsəvvürü yaradır (şəkil 3.7).
2. Quru ərazilərdə seysmik kəşfiyyat işləri yerinə yetirilərkən adətən partlayış maddəsindən istifadə edilir. Bu halda partlayış maddəsi KSZ-nin tavanına yaxın və ondan aşağıda, ana süxurların içərisində yerləşdirilir. Birinci halda, dənizdə olduğu kimi KSZ-nin tavanı (hava qatı ilə Yer səthinin təması) və dabanı (KSZ-nin ana süxurlarla təmas xətti) təkrar dalğa fonunun yaranmasına səbəb olur. Bu dalğalara peyk dalğaları deyilir. Xüsusi halda, əgər partlayıcı maddə KSZ-nin dabanında, ana süxurlarda yerləşdirilmişdirsə, onlar qeydedici sistemə əsas dalğalardan $t = 2H/V_{KSZ}$ qədər gec çatırlar. KSZ bir neçə laydan ibarətdirsə, peyk dalğaları daha mürəkkəb mənzərə yaradırlar. Burada da seysmik dalğa mənbə impulsunun uzadılmış variantı təsəvvürünü yaradır.

3. Mənbə impulsu vibroqurğuların tətbiqi ilə oyadılda KŞZ-nin dabanı və tavanı su qatı funksiyasını daşdığından peyk dalğalarının yaranması qaçılmaz bir hal olur. Lakin Azərbaycanın quru sahələrindəki neftli-qazlı bölgələrdə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsində peyk dalğalarının intensivliyi zəifdir. Bu, geoloji kəsilişin orta sürət əyrisinin xüsusiyyətindən irəli gələn məsələdir. Bir sıra hallarda birqat əks olunan dalğaların və peyk dalğalarının qeyd olunma zamanları arasındakı intervalı çox kiçik olduğundan yalnız əks olunan dalğaların formasına görə peyk dalğaları haqqında fikir yürütmək mümkün olmur.
4. Geoloji kəsilişin laylarından birinin və ya bir neçəsinin onları əhatə edən laylardan öz akustik parametrləri ilə kəskin dərəcədə fərqləndiyi şəraitlərdə baş verir. Bu halda aralıq lay su qatı kimi fəaliyyət göstərir. Bu halda yaranan dalğalara qismən təkrar dalğalar deyilir.

Su qatının dərinliyinin dəyişkənliyi reverberasiya dalğalarının qeyd olunma zamanlarının dəyişkənliyini şərtləndirir. Eyni qaydada KŞZ-nin və aralıq layların litofasial tərkibi və qalınlıqlarının dəyişkənliyi peyk dalğalarının qeyd olunma zamanlarından əlavə onların amplitud-tezlik diapazonuna da nəzarət edir.

Müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin reverberasiya, peyk və aralıq laylarda yaranan təkrar dalğa fonlarından təmizlənməsi üçün tərs süzgəcləmənin (dekonvolyusiya) bir neçə növündən istifadə edilir.

Dekonvolyusiya nədir və onun tətbiqi ilə təkrar dalğalar necə zəiflədilir?

Belə təsəvvür edək ki, su səthinin və dibinin əksətdirmə əmsalları uyğun olaraq (-1) və R-dir. Aydın ki, su səthi ilə hava qatının təmasından əks olunan dalğanın fazası 180°-yə çevrilir. Buna görə də əksətdirmə əmsalının işarəsi mənfidir. Əks olunan dalğa su səthində dayanan seysmoqrafla (suda hidrofonla) qeyd edilir və yenidən su səthindən əks olunaraq geriyyə qayıdır. Dalğanın su qatında hərəkəti zamanı $t=2H/V_{su}$ olacaqdır. Beləliklə, mənbə impulsu su qatı arasında bir neçə dəfə aşağıya və yuxarıya doğru hərəkət edir. Yəni su qatı süzgəc kimi fəaliyyət göstərir. Bu süzgəcin impuls xarakteristikası

$$F_t = (1, -2R, 3R^2, -4R^3, \dots) \quad (4.27)$$

olacaqdır.

Süzgəcin diskret qiymətləri arasındakı zaman intervalı su qatının qalınlığından asılıdır. Bu qalınlığın ikiqat qiyməti diskretləmə intervalına bərabər olduqda

$$F_t = 1, -2R, 3R^2, -4R^3, \dots$$

iki diskretləmə intervalına bərabər olduqda

$$F_t = 1, 0, -2R, 0, 3R^2, 0, -4R^3, \dots$$

üç diskretləmə intervalına bərabər olduqda

$$F_t = 1, 0, 0, -2R, 0, 0, 3R^2, 0, 0, -4R^3, \dots \text{ və s. olacaqdır.}$$

Bu süzgəcin təsirini ləğv etmək üçün Bakusun tərs süzgəcindən istifadə edilir. Onun operatorunun ədədi qiymətlərinin yalnız üçü sıfırdan fərqlənir. Yuxarıda (4.27) ilə verilən süzgəclərin əksi olan tərs süzgəclər uyğun olaraq aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\begin{aligned} F_t &= 1, 2R, R^2 \\ F_t &= 1, 0, 2R, 0, R^2 \\ F_t &= 1, 0, 0, 2R, 0, 0, R^2 \end{aligned}$$

Tərs süzgəcləmə əməliyyatına baxaq. Onun yerinə yetirilməsi üçün çevrilmə əməliyyatından istifadə edilir. Bunun üçün müşahidə olunan zaman sırası onun əksi olan impulsun baş-ayaq çevrilmiş forması ilə korrelyasiya edilir

$$\begin{aligned} &1, 0, 0, -2R, 0, 0, 3R^2, 0, 0, -4R^3 \\ R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 &= 1 \\ &1, 0, 0, -2R, 0, 0, 3R^2, 0, 0, -4R^3 \\ R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 &= 0 \\ &1, 0, 0, -2R, 0, 0, 3R^2, 0, 0, -4R^3 \\ R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 &= 0 \\ &1, 0, 0, -2R, 0, 0, 3R^2, 0, 0, -4R^3 \\ R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 &= 0 \\ &1, 0, 0, -2R, 0, 0, 3R^2, 0, 0, -4R^3 \\ R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 &= 0 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{ll}
1,0,0, -2R,0,0, 3R^2,0,0, -4R^3 & \\
R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 & =0 \\
1,0,0, -2R,0,0, 3R^2,0,0, -4R^3 & \\
R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 & =0 \\
1,0,0, -2R,0,0, 3R^2,0,0, -4R^3 & \\
R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 & =0 \\
1,0,0, -2R,0,0, 3R^2,0,0, -4R^3 & \\
R^2, 0, 0, 2R, 0, 0, 1 & = 0 \\
1,0,0, -2R, 0,0,3R^2,0,0, -4R^3 & \\
R^2,0,0,2R, 0,0,1 & =0 \text{ və s.}
\end{array}$$

Yuxarıdakı ardıcılığın sağındakı sütunda vahid impulsu aldıq ki, bu da tələb olunan məsələnin həlli deməkdir. Buna dereverberasiya süzgüləməsi deyilir. Göründüyü kimi, su qatının süzgüləmə təsirini bu qayda ilə ləğv etmək olur. Eyni qaydada KSZ-nin süzgüləmə təsirini də ləğv etmək olar. Lakin bu süzgüləmə hər zaman effektiv olmadığından təcrübədə ondan istifadə edilmir. Yalnız əyani qaydada asanlıqla yerinə yetirildiyi üçün ondan tərs süzgüləmənin mahiyyətinin açıqlanması üçün istifadə edilir.

Daha effektiv tərs süzgüləmə alqoritmləri məlumdur. Onlardan optimal sıxma süzgüləsi, qısaltma süzgüləsi, düzləndirici süzgülə, proqnozlaşdırıcı süzgülə, uyğunlaşdırılmış süzgülə və s. misal göstərilə bilər. Onların hamısının tətbiqində əsas məqsəd mühitin impuls xarakteristikasının bərpa edilməsidir. Bu məsələnin həll edilməsinə yönəldilən süzgülə mühitin süzgüləmə təsirindən yaranan bütün komponentlərin ləğv edilməsini təmin etməlidir.

Seysmik trassanın (4.25) ilə verilən modelini amplitudaların düzləndirilməsindən sonra aşağıdakı kimi yazmaq mümkündür:

$$A_t = R_t \cdot a_t + n_t \quad (4.28)$$

Burada R_t - seysmik trassadan ayrılması tələb olunan bütün geoloji informasiyanı özündə cəmləşdirir; a_t - peyk və reverberasiya dalğalarını, KSZ-nin süzgüləmə təsirini, mühitin enerjini udma qabiliyyətini, seysmik kanalın və mühitin süzgüləmə xüsusiyyətini özündə birləşdirir, n_t - bütövlükdə additiv fonun (mikroseysmik, səthi, difraksiya, təkrar və s. dalğalar) əvəzləyicisidir.

Seysmik trassanın bu modelinə görə müşahidə olunan dalğa sahəsi bütün növ maneəçici fondan (n_1) azad olduqda seysmik trassaya görə R_1 -nin təyin edilməsi mümkündür. Yəni A_1 və a_1 məlumdursa, onda kompleks sahədə

$$A(\omega) = R(\omega) \cdot a(\omega)$$

Buradan

$$R(\omega) = A(\omega) \cdot (1/a(\omega))$$

Burada $1/a(\omega)$ -axtarılan süzgəcin amplitud-tezlik xarakteristikasıdır. Onun tətbiqi ilə a_1 -nin mühitin impuls seysmoqramına R_1 təsiri nəticəsində (4.28) yaranan effekt ləğv olunur.

Bu süzgəcin tezlik xarakteristikası $L1(\omega)$ seysmik impulsun a_1 tezlik xarakteristikasının tərs qiymətinə $1/a(\omega)$ bərabərdir:

$$L1(\omega) = 1/a(\omega)$$

Buna görə ona tərs süzgəc adı verilmişdir. Onun tətbiqi ilə müşahidə olunan seysmik yazıya görə geoloji mühitin impuls seysmoqramının bərpasına çalışılır. Bunun mümkünlüyünü Bakusun süzgəcinin tətbiqi zamanı gördük. Lakin seysmik yazı maneəçici fonla müşayiət olunduqda məsələnin tam həlli mümkün deyildir.

Seysmik trassada təkrar dalğalar fonu qeyd olunduqda tərs süzgəcdən istifadə edilir:

$$L1(\omega) = a^*(\omega)/b(\omega) = a^*(\omega)/(a(\omega)^2 + b(\omega))$$

Burada $a^*(\omega)$ -çevrilmiş $a(t)$ funksiyasının kompleks qoşmasıdır.

Bu süzgəcə mühitin impuls seysmoqramını optimal bərpa edən süzgəc deyilir və $b(\omega) = 0$ olduqda o, optimal sıxma süzgəcinə çevrilir.

Daha bir süzgəc optimal bərpa süzgəcidir:

$$L2(\omega) = a(\omega)^2/(a(\omega)^2 + b(\omega)).$$

Üçüncü bir süzgəc

$$L3(\omega) = a^*(\omega)/b(\omega)$$

mənbə impulsunun tapılması süzğəcidir.

Sonuncu iki süzğəcə uyğunlaşdırılmış süzğəc də deyilir. Bu süzğəclərin amplitud-tezlik xarakteristikaları faydalı impulsun spektrinə oxşadıqları üçün onlara belə ad verilmişdir.

Bu üç süzğəcin birincisi siqnalı ləğv edib maneedici fonu dəyişmədən özündən keçirir. Əksinə, uyğunlaşdırılmış süzğəclər siqnalı buraxaraq maneedici fonu ləğv edirlər. Əslində isə optimal süzğəc olan $L1(\omega)$ bütün tezliklərdə siqnalın spektrini bərabərləşdirmək və maneedici fonun siqnalından güclü olduğu tezliklərdə onu ləğv etmək funksiyasını daşıyır.

Təcrübədə tərs və uyğunlaşdırılmış süzğəclərdən birlikdə istifadə edilir. Bunu həyata keçirmək üçün $L1(\omega)$ süzğəcindən istifadə edilir. Onun yazılış formasını aşağıdakı kimi dəyişdirirlər:

$$\begin{aligned} L1(\omega) &= a^*(\omega)/(a(\omega)^2+b(\omega)) \cdot (a(\omega)/a(\omega)) = \\ &= a(\omega)^2/(a(\omega)^2+b(\omega)) \cdot (1/a(\omega)) = \\ &= L2(\omega) \cdot (1/a(\omega)). \end{aligned}$$

Buradan görüldüyü kimi, trassada maneedici fon olduqda sıxma süzğəci iki ardıcıl süzğəcin kombinasiyasından alınır. Birinci süzğəc faydalı dalğaları maneedici fondan təmizləyir, ikinci süzğəc isə tərs süzğəcləməni reallaşdırır. Onlara düzləndirici (korrektəedici) süzğəclər deyilir.

Seysmik dalğa mənbələrinin yerləşdirildiyi şəraitdən və KSZ-nin süzğəcləmə xassəsindən asılı olaraq müşahidə olunan seysmik yazıların amplitud-tezlik xarakteristikaları müşahidə xətti (profil) boyu dəyişkənliklərlə səciyyəlidir. Bu dəyişkənliklər emal prosesinin keyfiyyətini aşağı salmaqla yanaşı müşahidə olunan dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi mərhələsinin də nəticəsinə təsir göstərir. Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, düzləndirici süzğəc mühitin süzğəcləmə təsirini aradan qaldırır və profil boyu mənbə impulsunun formasının stabiləşdirilməsini təmin edir. Bu məsələnin həlli düzləndirici süzğəcdən sonra zolaqlı süzğəcləmənin tətbiqi ilə tamamlanır.

Təcrübədə düzləndirici süzgülərin ən geniş miqyasda istifadə edilən növünün Viner tənliyinə uyğun zaman sahəsində yazılışı aşağıdakı kimidir:

$$\sum_{\tau=0}^T L(\tau) b_y(\theta-\tau) = r_{xy}(\theta) \quad (4.29)$$

Burada $L(\tau)$ –tərs süzgülün operatoru, $b_y(\theta-\tau)$ –seysmik yazının AKF-i, $r_{xy}(\theta)$ –süzgülün çıxışında gözlənilən nəticə ilə süzgülün girişinə verilən seysmik yazının qarşılıqlı korrelyasiya funksiyasıdır. Xüsusi halda düzləndirici süzgüləmə proqnozlaşdırıcı və optimal tərs süzgülün ardıcıl olaraq tətbiqi ilə yerinə yetirilir. Proqnozlaşdırıcı süzgülün köklənmə aralığı testləmə üsulu ilə seçilir.

Düzləndirici süzgülün operatoru müşahidə olunan seysmik trassanın AKF-dən və (4.29) düsturundan istifadə edilməklə Levinson qaydasının tətbiqi ilə təyin edilir. Bu süzgülün operatoru $1, 0, 0, 0, L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, \dots, L_n$ şəklindədir. Operatordakı vahid ilə L_1 arasındakı sıfırların sayı α/dt -dir. Bu interval süzgülün köklənmə aralığıdır ki, adətən təkrar dalğa fonunun birqat əks olunan dalğalardan gecikmə intervalına bərabər götürülür. Şəkil 4.7-də tərs süzgüləmənin tətbiqi ilə təkrar dalğaların ləğvinə aid bir misal verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, tərs süzgülün köklənmə aralığını əks olunan və təkrar dalğanın qeyd edilmə zamanlarının fərqi bərabər götürməklə (partlayış nöqtəsi ana süxurlarda yerləşdirilmişdirsə–KSZ-nin qalınlığına bərabər) seysmik yazılardakı peyk və təkrar dalğaların ləğv edilməsi mümkündür. Məsələn, onun qiymətinin mənbə impulsunun yarımperiodu qədər götürüldüyü halda tərs süzgüləmənin tətbiqi ilə seysmik yazılardakı dalğaların uzunluqlarının qısaldılmasına və deməli, zaman kəsilişlərinin həlledicilik qabiliyyətinin yüksəldilməsinə nail olmaq olar. Köklənmə aralığının diskretlənmə intervalına bərabər götürülməsi seysmik impulsun yalnız birinci amplituda qiymətinin süzgülədən keçməsinə və digərlərinin ləğv olunmasına gətirməlidir. Lakin deyilənlər nəzəri cəhətdən doğru olsa da, təcrübədə bu nəticələrin əldə edilməsi bir sıra problemlərin həlli ilə bağlıdır ki, bu da seysmik trassanın yuxarıda izah etdiyimiz modelinin real şəraitdə müşahidə olunan trassa nisbətən bəsitliyi ilə əlaqədardır. Məhz bu

modelə əsasən tərs süzgəcləmə prosedurunun alqoritmi işlənilib hazırlanmışdır.

Tərs süzgəcin operatorunun hesablanma qaydasını nəzərdən keçirək. Yuxarıda seysmik trassanın modelini

$$A_t = R_t \cdot a_t + n_t$$

kimi yazmışdıq və qeyd etmişdik ki, a_t mühitdən əks olunan bütün növ dalğaları özündə cəmləşdirir. Başqa sözlə, biz a_t -ni mənbə impulsunun modeli kimi qəbul etmişdik. Əgər biz müşahidə olunan seysmik trassanın AKF-ni hesablasaq müəyyən xəta çərçivəsində mənbə impulsunun formasını təyin etmiş oluruq (bax: şəkil 4.2). Belə olduqda bizim qarşımızda bu impulsu vahid impulsa çevirmək məsələsi durur. Başqa sözlə, biz elə bir tərs süzgəc təyin etməliyik ki, onun təsiri ilə seysmik profil xətti boyu müşahidə olunan trassalardakı a_t impulsu vahid impulsa çevrilsin.

Trassanın avtokorrelyasiyası məlum olduqda (4.29) tənliyini

$$\begin{pmatrix} b_0 & b_1 & b_2 & b_3 & \dots & b_T \\ b_1 & b_0 & b_1 & b_2 & \dots & b_{T-1} \\ b_1 & b_2 & b_0 & b_1 & \dots & b_{T-2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ b_T & b_{T-1} & b_{T-2} & \dots & b_0 & \dots \end{pmatrix} \cdot \mathbf{x} = \begin{pmatrix} l_0 \\ l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ \dots \\ l_T \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_0 \\ r_1 \\ r_2 \\ \dots \\ \dots \\ r_T \end{pmatrix} \quad (4.30)$$

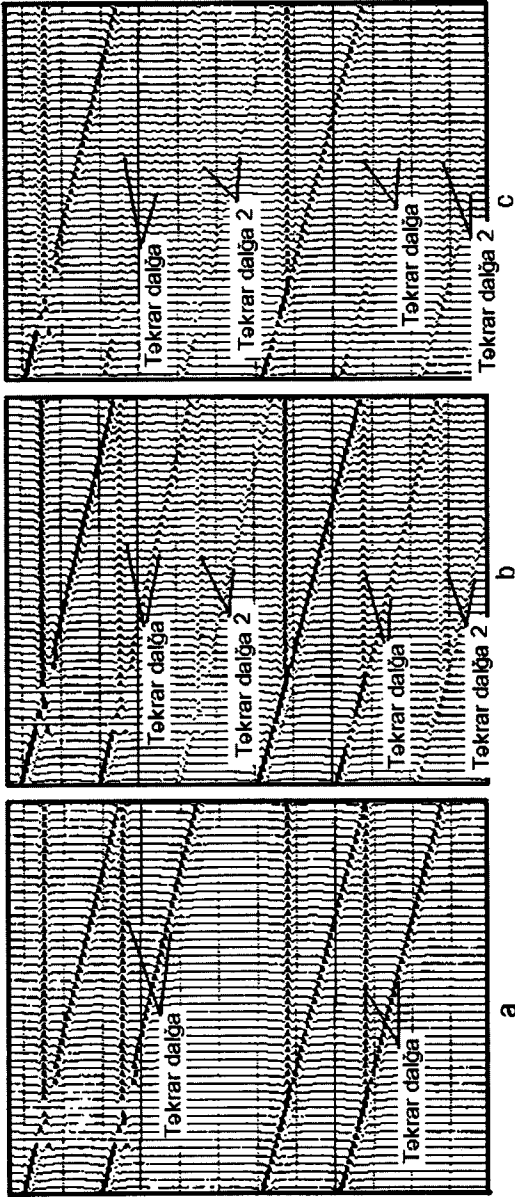
kimi təyin edilir və $1, 0, 0, 0, L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, \dots, L_n$ hesablanır. (4.31)

Əslində tərs süzgəcləmə mənbə impulsunun geoloji mühitin süzgəcləmə təsirindən məruz qaldığı dəyişkənliklərin aradan qaldırılmasına xidmət edir.

4.6. Koherent süzgəcləmə

Çoxkanallı süzgəc növü olan koherent süzgəc müşahidə olunan seysmik yazıların tərkibində olan qeyri-müntəzəm dalğa fonunun ləğvi üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Seysmik dalğa cəbhəsi ayrı-ayrı dalğaların toplusudur. Əgər bu toplunu formalaşdıran dalğaların başlanğıc fazaları eynidirsə və ya hər hansı bir qanunauyğunluqla dəyişirsə, onlara koherent dalğalar deyilir. Əgər fazaların dəyişkənliyi heç bir qanunauyğunluğa tabe deyildirsə, onda dalğa toplusu qeyri-koherent adlandırılır.



Şəkil 4.7. Tərs süzəcləmə prosedurunun tətbiqi ilə təkrar dalğanın ləğvi: a-ilkın zaman kəsilişi; b-həmin zaman kəsilişi 200 ms köklənmə aralığına malik süzəcin bir dəfə tətbiqindən sonra; c-həmin zaman kəsilişi tərs süzəcin iki dəfə tətbiqindən sonra. Şəkindən aydın görünür ki, tərs süzəc hədisənin təkrar olub-olmadığından asılı olmayaraq, süzəcin köklənmə aralığı qədər zamandan başlayaraq baş vermiş hadisənin (birqat əks olunan dalğanın) azalan enerjisi ilk dalğa sahəsindən çıxır. Şəkində təkrar dalğaların zəiflədilməsi ilə yanaşı onların olmadıqları zamanlarda (təkrar dalğa 2) yeni təkrar dalğa sahələri yaranmışdır

Koherent süzgəcin operatoru seysmoqramın (və ya zaman kəsilişinin) trassalarının arasındakı koherentlik əmsallarına görə hesablanır.

Koherent süzgəcləmə (4.12)-(4.15) düsturları ilə təyin edilən K-dan istifadə edilməklə yerinə yetirilir. Süzgəcləmənin reallaşdırılması üçün müəyyən bazada (adətən $N=5-9$ trassadan ibarət) yerləşən trassaların cəmlənməsi yolu ilə $p+1$ sayda modellər tərtib edilir. Cəmləmə əməliyyatı verilən bazanın mərkəzindəki trassanın ətrafındakı $N-1$ sayda trassanın yelpikvarı düz xətlərin (şəkil 4.8) istiqamətində yerinə yetirilir. Hesablama aşağıdakı düstur əsasında reallaşdırılır:

$$M_{j,i}(p) = (1/N) \sum_{k=1}^N A_{k,m,q},$$

$$m=j-(n-k+1),$$

$$q=t+(n-k+1)p$$

Burada p -etalonların sıra sayı, j -seysmoqramda və ya zaman kəsilişindəki trassaların və ya verilən bazanın sürüşdürmələrinin sıra sayı, $n- N/2$ -nin tam hissəsinə bərabər ədəd, k -baza daxilindəki trassanın sıra sayı, t -zaman indeksidir.

Hesablanmış etalonlardan aşağıdakı düsturun tətbiqi ilə yeniləri tərtib edilir:

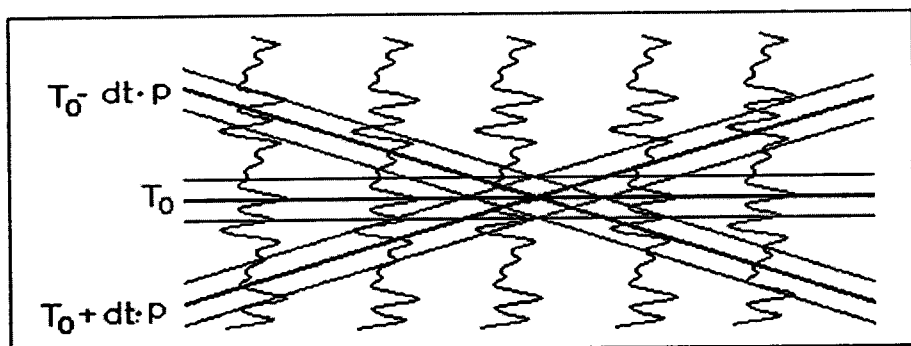
$$M_{j,i}^*(p) = C \cdot M_{j,i}(p) + A_{j,i}.$$

Yəni modellərin enerjisi verilən C qədər azaldılır və baza daxilindəki mərkəzi trassanın enerjisi qədər gücləndirilir. Bunda məqsəd süzgəcin çıxışında mərkəzi trassanın daşdığı məlumatın xüsusi çəkisinin artırılmasıdır.

Bundan sonra (4.14) əsasında $M_{j,i}^*(p)$ ilə $M_{j,i}(p)$ arasında zaman oxu boyu dt qədər sürüşdürülən T uzunluqda pəncərə üçün koherentlik əmsalları hesablanır:

$$K_i(p) = \frac{\sum_{L=t+T/2}^{t+T/2} M_{j,i}^*(p) \cdot M_L(p)}{\sum_{L=t+T/2}^{t+T/2} (M_{j,i}^*(p))^2}$$

Koherentlik əmsallarının $t_{\text{əvvəl}} + T/2 + 1$ və $t_{\text{son}} + T/2 + 1$ zamanlardakı qiymətləri alınan sıranın əvvəlinə və sonuna köçürülür. Alınan koherentlik əmsallarından aşağıdakı qaydada yeni bir $K_i(p)$ sırası tərtib edilir:



Şəkil 4.8. Koherent süzgəcin əmsallarının təyin edilməsinə aid sxem

$$\begin{aligned} K_i(p) &= 0, & \text{əgər } K_i(p) &\leq Q_i \\ K_i(p) &= K_i(p) - Q_i, & \text{əgər } K_i(p) &> Q_i \end{aligned}$$

hesablanır. Burada $Q_i = (C+S)/(1+2S \cdot C/N)$, S - koherentlik əmsallarını nizamlayan parametrdir.

Dəyişdirilmiş $K_i(p)$ -dən aşağıdakı qaydada yeni bir zaman sırası tərtib edilir:

$$a_i(p) = K_i(p) \cdot M_{L_i}^*(p)$$

və onlar toplanır

$$R_i = \sum_{p=1}^P a_{i,i}(p).$$

Nəhayət, süzgəcin çıxışındaki trassalar hesablanır:

$$A_{i(\text{çix})} = (1-E) \cdot R_i + E \cdot A_{j,t}.$$

Burada E -bazanın mərkəzindəki trassanın müəyyən faizini nəticə ilə qarışdırmaq üçün verilən sabitdir.

Növbəti modellər bazanın bir trassa sağa doğru sürüşdürülməsi yolu ilə təyin edilir. Zaman kəsilişinin və ya seysmoqramın əvvəlində və ya sonunda tərtib edilmiş modellər bazanın yarısı qədər solda və sağda yerləşən trassalara da aid edilir. Yəni əvvəldə və sonda bazanın mərkəzi

trassası üçün tərtib edilmiş modellər ona qədərki və ondan sonrakı trassalara da aid edirlər.

Bu riyazi əməliyyat nəticəsində seysmik yazılarda olan qeyri-koherent dalğa fonu ləğv edilir və koherent dalğa cəbhəsi gücləndirilir. Burada qonşu trassalardakı koherent dalğaların enerjiləri müşahidə profili boyu bərabərləşdirilir və eyni zamanda verilən N sayda trassadakı koherent dalğaların enerjisinin bir qisminin mərkəzi trassaya köçürülməsi prosesi reallaşdırılır. Koherent süzgüləmə signal/səs-küy nisbətinin aşağı olduğu hallarda tətbiq edildikdə emal qrafına daxil edilən digər prosedurların həlledicilik qabiliyyəti əhəmiyyətli dərəcədə yüksəldilə bilər.

Çoxillik təcrübəmizdə biz, bir sıra hallarda, aşağı keyfiyyətli seysmik yazıların emalında koherent süzgüləmədən istifadə etməyə çalışmışıq. Bizə qədər bu süzgüləmə proseduru yalnız zaman kəsilişlərinə tətbiq edilirdi.

Azərbaycanın bir sıra mürəkkəb tektonikaya malik olan neftli-qazlı rayonlarında müşahidə olunan seysmik yazıların emalı zamanı yerinə yetirdiyimiz tədqiqatlar koherent süzgüləmənin emal qrafının ilkin mərhələsində yerinə yetirilməsinin, bir sıra hallarda, səmərəliliyini aşkar etdi. Bu prosesi reallaşdırmaq üçün biz xüsusi proqram tərtib etdik (proqram müəllifin tərtib etdiyi alqoritm əsasında C.Y Əliyev tərəfindən 1980-ci ildə yazılmışdır). Emal qrafının ilkin mərhələsində additiv dalğa fonunu ləğv etmək üçün istifadə etdiyimiz bu proqramın ƏOD seysmoqramlarına tətbiqi emal qrafına daxil olan bütün prosedurların həlledicilik qabiliyyətinin yüksəldilməsinə şərait yaratdı. Təbiidir ki, koherent süzgüləmənin tətbiqi ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinə görə geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması haqqında danışmaq olmaz (xüsusi hallarda bu mümkündür). Lakin bu yolla tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinə görə signal/səs-küy nisbətini aşağı olduğu hallarda antiklinal və qeyri-antiklinal tələlərin axtarışı və onların dərin qazımaya hazırlanması mərhələsinin effektivliyinin yüksəldilməsi mümkündür. Emal qrafı haqqında müzakirələrdə (fəsil 5) bu mövzuya bir daha qayıdacağıq.

4.7. Statik düzəlişlərin təyini

Snellius qaydasına əsasən əks olunan dalğa ana süxurlardan KSZ-yə daxil olduqda onun sürəti qəfildən aşağı düşdüyünə görə o, Yer səthinə doğru təxminən normal şüa boyu hərəkət edir. KSZ-ni formalaşdıran

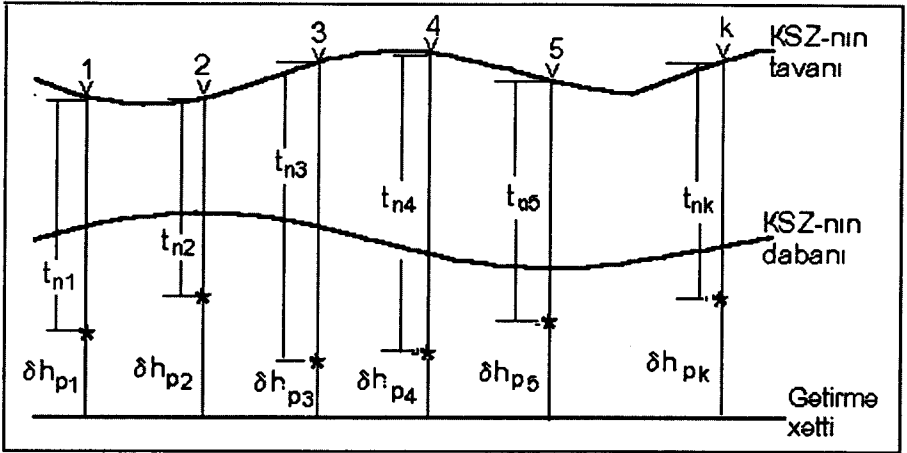
laylar dəyişən qalınlıqlarla səciyyələnir. Eyni zamanda onları təşkil edən çöküntülərin tərkibi şaquli və üfüqi istiqamətlərdə dəyişkənliklə xarakterizə olunur. Deməli, əks olunan dalğa KSZ-dən keçərkən onun sürəti aşağı düşür və qeyd edilmə zamanı artır. Başqa sözlə desək, əks olunan dalğa müşahidə nöqtəsinə gec çatır. Əgər KSZ eyni litofiasial tərkibli və qalınlıqlı laylardan təşkil olunmuş olsaydı, onda bu zonanı keçən dalğalar eyniqiymətli gecikmələrə məruz qaldıqlarından onların formalaşdırdığı ÜDN hodoqrafının forması hiberbola olaraq qalardı. Lakin KSZ-nin parametrlərinin dəyişkənliyi hodoqrafın formasını dəyişdirir. Bu effektin aradan qaldırılması üçün hodoqrafi formalaşdırıcı trassaların zamanlarına düzəlişlər verilir. ÜDN hodoqrafları profil xəttinin relyefinə görə də təhrif olunur. Hodoqrafın formasını bərpa etmək üçün seysmik trassanın zaman oxu boyu sürüşdürülməsi tələbatı yaranır.

Seysmik trassaların hər biri ayrılıqda KSZ və relyefə görə təyin edilmiş müəyyən zaman qədər aşağıya (dalğanın qeyd edilmə zamanı artırılır) və ya yuxarıya doğru (dalğanın qeyd edilmə zamanı azaldılır) sürüşdürülür. Bu sürüşdürmənin ədədi qiyməti zamana görə dəyişmədiyindən ona statik düzəliş deyilir. Sürüşdürmənin ədədi qiymətinin işarəsi müsbət və ya mənfi ola bilər. Profil xətti boyu seysmik trassanın zaman oxuna statik düzəlişlər verildikən bütün trassaların ilkin qeyd edilmə zamanları seçilmiş bir səviyyəyə gətirilməlidir. Buna gətirilmə xətti deyilir. O, KSZ-dən aşağıda olduqda statik düzəlişlərin qiymətləri mənfi, yuxarıda yerləşdirildikdə müsbətdir. Adətən statik düzəliş trassanın zamanından çıxılır. Ona görə də bu düzəlişləri nəzərə alan proqramın alqoritmində və statik düzəlişlərin işarəsinə diqqət yetirilməlidir. Statik düzəlişlər trassalara partlayış və qəbul məntəqələrinə uyğun olaraq verilir.

Belə hesab edək ki, seysmik müşahidələr partlayış maddəsindən istifadə edilməklə aparılmışdır, gətirilmə xətti KSZ-dən aşağıdadır və profil xətti boyu relyef məlumdur (şəkil 4.9). Adətən ÜDN üsulu ilə müşahidələr zamanı partlayış nöqtələri arasındakı məsafə qəbul məntəqələri arasındakı məsafəyə bərabər və ya ondan iki dəfə və daha artıq götürülür. Deməli, qəbul məntəqələrinin bəziləri partlayış nöqtələri ilə üst-üstə düşürlər. Bu əlverişli imkandan istifadə olunmaqla, hər bir trassa üçün statik düzəliş təyin edilə bilər:

$$\delta t = \delta h_p / V_p + \delta h_q / V_q + t_s = \delta t_p + \delta t_q. \quad (4.32)$$

Burada $t_s = t_n$ - partlayış quyusunun ağzından 2-3 m aralıda yerləşdirilən seysmik qəbulediciyə gələn ilk düz dalğanın qeyd edilmə zamanı, δh_p və δh_q -partlayış və qəbul nöqtələrindən gətirilmə xəttinə



Şəkil 4.9. Statik düzəlişlərin hesablanması: V- qəbul məntəqəsi; *- partlayış məntəqəsi

qədər olan şaquli məsafə, V_p və V_q - həmin şaquli parça boyu düşən və qayıdan dalğanın sürətidir. Aydındır ki, (4.32) ilə verilən tənliyin birinci toplananı partlayış, ikinci və üçüncü toplananları isə qəbul məntəqəsinə görə statik düzəlişdir. Partlayış və qəbul məntəqələrinin üst-üstə düşmədiyi halda qəbul məntəqəsi üçün statik düzəliş xətti interpolyasiya yolu ilə iki qonşu partlayış nöqtəsinə görə təyin edilir. İnterpolyasiyanın yüksək tərtibli tənliklərdən istifadə edilməklə yerinə yetirilməsinə ehtiyac yoxdur, ona görə ki, statik düzəlişlərin özləri xətlərlə müşayiət olunur və emal işlərinin sonrakı mərhələlərində onlara təshihlər verilir.

Statik düzəlişlərin qiymətləri mikroseyismik karotajdan istifadə edilməklə təyin edildikdə daha dəqiq olur. Bu üsulla statik düzəlişlərin təyin edilməsi üçün müşahidə xətti boyu ana süxurları açan quyular qazılır. Quyu dibindən başlayaraq 2-4 m məsafədən bir Yer səthinə qədər detonatorlar partladılır. Hər partlayış nəticəsində quyu ağzından 1-2 m aralıda yerləşdirilmiş seysmik qəbuledici vasitəsi ilə düz dalğa

qeyd edilir. Bu üsulla seysmik dalğanın KSZ-də yayılma sürəti V təyin edilir:

$$V_i = h_i / t_i.$$

Burada h-detonatorun yerləşdirildiyi dərinlik, t-dalğanın seysmik qəbulediciyə gəlmə zamanıdır.

Bu üsulla qeyd edilmiş bərabər zamanlar (adətən bu zamanlar arasında 2-4 ms fərq olur) profil xətti boyu quyuların koordinatları və relyef nəzərə alınmaqla interpolyasiya edilir. Alınan qrafikdən (şəkil 4.10) hər bir partlayış və qəbul məntəqəsinə görə statik düzəlişlər təyin edilir:

$$\delta t = \delta t_p + \delta t_q + t_{\text{ş}}$$

Üçüncü bir üsul sınaq dalğa üsulu ilə müşahidələrin yerinə yetirilməsinə əsaslanır.

Fərz edək ki, profil xətti boyu relyef məlumdur və sınaq dalğa üsulunun tətbiqi ilə müəyyən məsafədən bir müşahidələr yerinə yetirilmişdir. Şəkil 4.11-dən görüldüyü kimi, KSZ bir laydan ibarət olduqda

$$t = OM/V_1 + MP/V_2 + PR/V_1 =$$

$$MP/V_2 + 2OM/V_1 =$$

$$(x - 2htg\Theta)/V_2 + 2h/(V_1 \cos\Theta) =$$

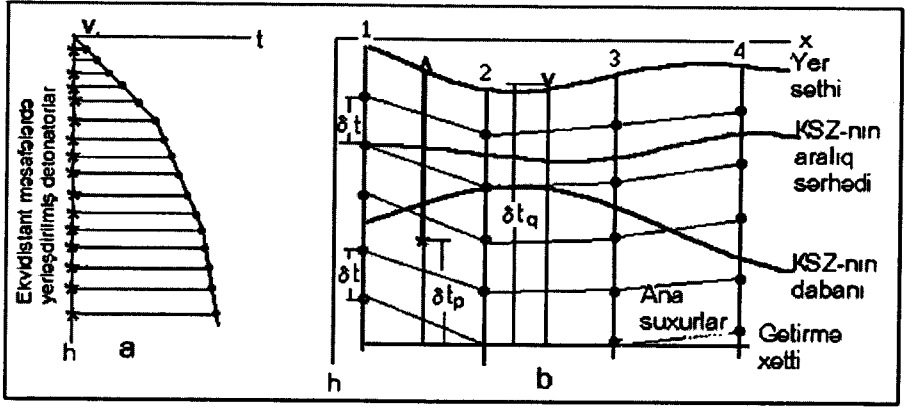
$$x/V_2 + (2h \cos\Theta) / V_1$$

və ya

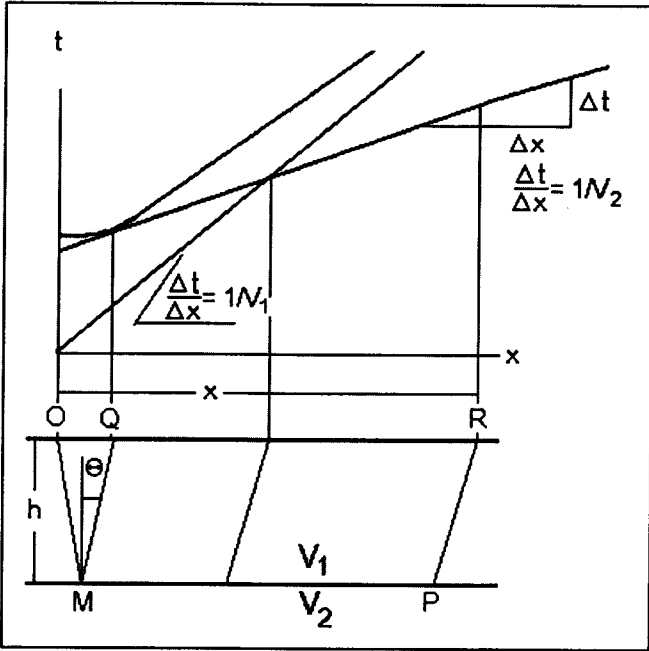
$$t = (x/V_2) + t_1$$

$$t_1 = (2h \cos\Theta) / V_1$$

$$h = 1/2 V_1 t_1 / \cos\Theta$$



Şəkil 4.10. Mikroseyismokarotaj tədqiqatları nəticəsində statik düzəlişlərin təyin edilməsi



Şəkil 4.11. Sınan dalğanın geoloji mühitdə yayılması sxemi

Burada h -KSZ-nin qalınlığı, V_1 -KSZ-də dalğanın yayılma sürəti, V_2 -ana süxurlarda dalğanın yayılma sürəti, 90° - Θ -seysmik dalğanın Yer səthinə gəlmə bucağı (relyef xətti üfüqi olan halda), t - dalğanın ana süxurda yayılma sürəti, x -partlayış və qəbul nöqtələri arasındakı məsafədir.

Yuxarıda qeyd etmişdik ki, əks olunan dalğa KSZ-yə daxil olduqdan sonra onun seysmik qəbulediciyə şaquli istiqamətdə gəlməsini qəbul etmək olar. Onda

$$t = (x/V_2) + t_1$$

$$t_1 = 2h/V_1$$

$$h = V_1 t_1 / 2$$

Şəkil 4.12-dən isə iki və daha artıq laylı mühit üçün

$$t_n = x/V_n + \sum_{i=1}^{N-1} (2h_i \cos \Theta) / V_i$$

və ya

$$h_n = (V_n / (2 \cos \Theta_n)) (t_n - \sum_{i=1}^{N-1} t_{n-1}).$$

Nəzərə alsaq ki, Θ -nın kiçik qiymətlərində $\cos \Theta = 1$ -dir, onda

$$t_n = x/V_n + \sum_{i=1}^{N-1} 2h_i / V_i$$

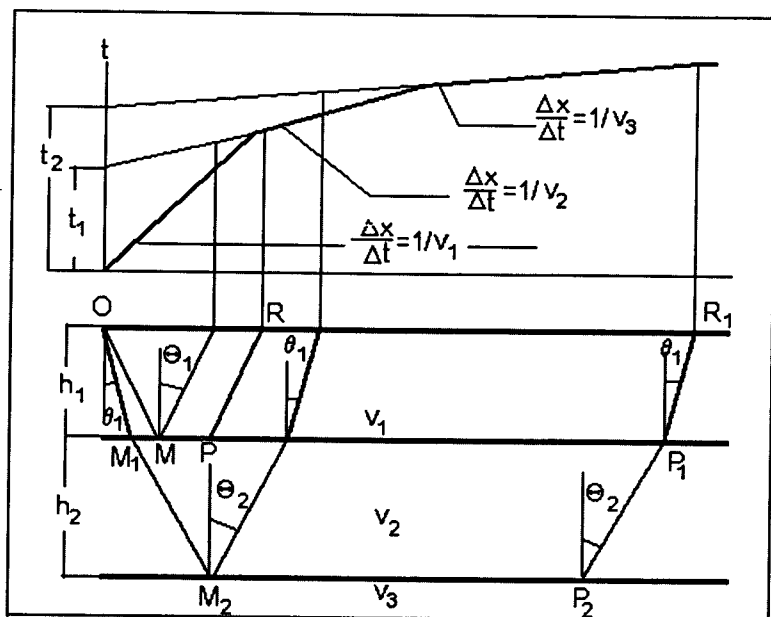
və ya

$$h_n = (V_n / 2) (t_n - \sum_{i=1}^{N-1} t_{n-1})$$

yazmaq olar.

Alınan məlumatların müşahidə profili boyu xətti interpolyasiyası yerinə yetirilərsə, şəkil 4.10-da verilən bərabər zamanlar kəsilişi tərtib edilə bilər və hər bir partlayış və qəbul nöqtəsi üçün statik düzəliş təyin edilə bilər. Qeyd edək ki, interpolyasiya kifayət qədər dəqiq nəticə versin deyərək yüksək tərtibli tənliklərin istifadə edilməsinə çalışmaq lazım

gəlmir. Gələcəkdə görəcəyik ki, emal prosesində statik düzəlişlər xüsusi proqramların tətbiqi ilə dəqiqləşdirilir. İnterpolyasiyadan istifadə edilmək şərti ilə statik düzəlişlərə veriləcək təshihlərin qiymətləri emal prosesində təyin edilən təshihlərin qiymətlərindən kiçik olur.



Şəkil 4.12. Sınan dalğanın ikilaylı geoloji mühitdə yayılması sxemi

Əgər seysmik müşahidələr yer səthində yerləşdirilmiş məntəqələrdən mühitin həyəcanlandırılması üsulu ilə yerinə yetirilmişdirsə, onda partlayış və qəbul nöqtələrinə görə statik düzəlişlər sonrakı iki üsulun tətbiqi ilə təyin edilir və bu halda

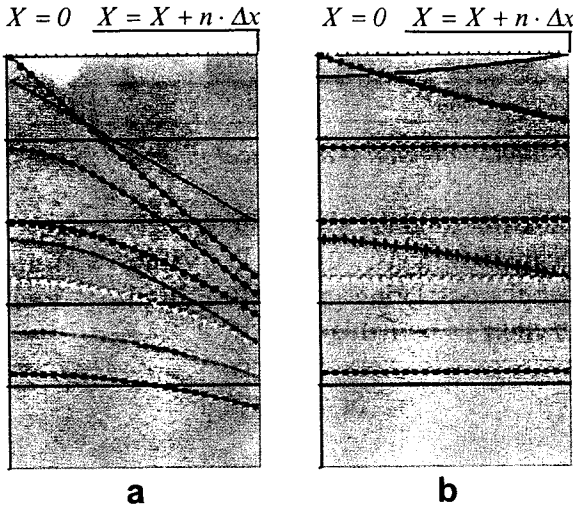
$$\delta t = \delta t_p + \delta t_q$$

düsturundan istifadə edilir.

4.8. Kinematik düzəlişlərin təyin edilməsi

ÜDN üsulu ilə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi mərhələsindən öncəki son nəticə zaman kəsilişidir. Zaman kəsilişi ÜDN trassalarının cəmlənməsi yolu ilə tərtib edilir.

Qeyd etmişdik ki, ÜDN üsulu ilə müşahidələr zamanı profil boyu ekvidistant məsafələrdə yerləşdirilmiş nöqtələrdə partlayış yerinə yetirilir. Hər partlayış nöqtəsinə uyğun məsafələrdə əks olunan dalğa sahəsi qeyd edilir. ÜDN seysmoqramını tərtib etmək üçün profil xətti üzərində, müəyyən baza daxilində, onun mərkəzinə nisbətən simmetrik yerləşən N sayda partlayış və onlara uyğun qəbul məntəqələri seçilir. Əgər əksətdirici sərhədlər üfüqi yatırılsa, belə nöqtələrdə düşən və əks olunan dalğalar seçilmiş bazanın mərkəzinin altında bir nöqtədə fokuslanırlar. Həmin nöqtə ümumi dərinlik nöqtəsi (ÜDN) adlanır. Belə qayda ilə qeyd olunan trassalarda ÜDN hodoqrafları formalaşır. Hodoqrafın minimumu (t_{\min}) $x=0$ nöqtəsində, yəni ÜDN bazasının mərkəzində yerləşir. Əgər şəkil 4.13a-ya nəzər salsaq görürük ki, $X=0$ nöqtəsində yerləşdirilmiş qəbul məntəqəsində iki qonşu sərhəddən əks olunan dalğaların formalaşdırdıqları hodoqrafların zamanları aərasındakı



Şəkil 4.13. ÜDN seysmoqramları. Müşahidə olunan seysmoqram (a) kinematik düzəlişdən sonra (b). Seysmoqrama birqat əks olunan dalğaya görə kinematik düzəliş verildikdən sonra ikiqat təkrar, düz və sınıq dalğaların hodoqrafları düzləndirilməmiş halda qalurlar

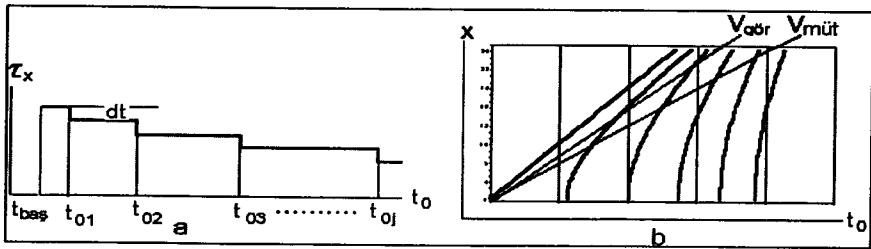
fərq $X=X+n\Delta x$ məsafəsində yerləşdirilmiş qəbul məntəqəsindəki kimi deyildir.

Qəbul və partlayış məntəqələrinin ÜDN bazasının mərkəzindən uzaqlaşması ilə yanaşı müxtəlif horizontlardan əks olunan dalğaların hodoqrafları arasındakı zaman intervalının azaldığı görünür. Buna səbəb, (2.26) tənliyindən göründüyü kimi, h -ın artması ilə yanaşı hodoqrafın əyriliyinin azalmasıdır (hodoqrafın yastılanmasıdır). Biz (2.27) ilə verilən ifadədən istifadə edərək eyniadlı hodoqrafı düzləndirə bilərik. Bunu yerinə yetirmək üçün eyniadlı əks olunan dalğanın bütün qəbul məntəqələrinə uyğun zamanlarını t_{\min} -a gətirmək lazımdır. Hodoqrafın zamanına verilən bu düzəlişlərə kinematik düzəliş deyilir. Onlardan ÜDN trassalarındakı birqat dalğaların sinfaz toplanması məqsədi ilə istifadə edilir. Şəkil 4.13-dən göründüyü kimi, trassaların cəmlənməsindən öncə $x=0$ məsafəsindəki trassadan başqa bütün trassaların uzadılması (dartılması) tələbatı yaranır. Onun trassanın hansı intervallarıda reallaşdırılmasını təyin etmək üçün hodoqrafın (2.28) ilə verilən tənliyindən istifadə edilir. Tənliyi aşağıdakı kimi yazaq:

$$\tau_x = (t_0^2 + x^2/V^2_{\text{ÜDN}})^{1/2} - t_0 \quad (4.33)$$

Burada τ_x -axtarılan düzəlişdir ki, hodoqrafın bütün nöqtələrindəki birqat əks olunan dalğanın zamanlarını t_{\min} -a gətirir (şəkil 4.13b).

Bu düzəlişi trassaya daxil etmək üçün pilləvarı şəkildə olan kinematik şkaladan (şəkil 4.14a) istifadə edilir. Onun hər pilləsinin başladığı anda kinematik düzəlişin qiyməti diskretləmə intervalı Δt qədər azalmalıdır.



Şəkil 4.14. Kinematik düzəlişlərin hesablanmasına aid: a - pilləvarı funksiya; b - ÜDN üsulu ilə cəmləmədən öncə trassalara daxil edilən mütinqin qrafiki. Mütinqin qrafiki ifadələri $V_{\text{gör}}$ ilə və $V_{\text{müt}}$ ilə qeyd edilmişdir.

Deməli, kinematik düzəlişlər diskretləmə intervalına bərabər dəqiqliklə hesablanmalıdır. Yuxarıda verilən düsturdan (4.33) görünür ki, X -in artması ilə yanaşı τ_x -un qiyməti artır və t_0 artdıqca, əksinə, onun qiyməti kiçilir. Şkalanın hazırlanması hər bir trassa üçün $\tau_{baş}$ təyin edilməsindən başlanır. Bundan sonra $t_{baş} = t_0 + \tau_{baş}$ hesablanır. Daha sonra $t_{baş} = t_0 + \tau_{baş} + \Delta t$ təyin edilir və ona uyğun τ hesablanır. Əgər kinematik düzəlişin qiyməti Δt qədər dəyişmişdirsə (azalmışdırsa), onda ona uyğun t_{0i} yadda saxlanılır. Beləliklə, hər bir trassa üçün $t_{x\ baş}$, t_{01} , t_{02} , t_{03} , t_{04} , ... və s. kompüterin yaddaşına köçürülür. Trassaların intervalları məhz bu zamanlarda uzadılır. Bunun üçün t_{01} , t_{02} , t_{03} , t_{04} , ... və s. zamanlarında seysmik trassa üçün yeni amplitudalar hesablanır. Bu amplitudalar kinematik düzəlişin qiymətinin azaldığı t_{0i} və $t_{0i} + \Delta t$ zamanlarına uyğun amplitudaların cəminin yarısı kimi təyin edilir və $t_{0i} + \Delta t$ zamanına daxil edilir. Deməli, trassadakı $t_{0i} + \Delta t$ zamanı Δt qədər artır və $t_{0i} + \Delta t + \Delta t$ olur. Buradan aydın olur ki, kinematik düzəlişin azaldığı hər t_{0i} zamanında trassa Δt qədər uzadılır, yəni növbəti amplitudaların zamanları Δt qədər artırılır. Özlüyündə aydındır ki, trassanın bu hissələrində onun amplitud-tezlik xarakteristikası süni olaraq dəyişdirilir. Trassanın əvvəlində, yəni h -in və ya t_0 -in kiçik qiymətlərində kinematik düzəlişlərin qiymətləri çox tez-tez dəyişir. Əgər onların hər dəyişkənliyi nəzərə alınarsa, trassanın əvvəli həddindən çox uzana bilər və onun bu hissəsi aşağı tezliklərlə səciyyələnər. Bunun qarşısını almaq üçün $t_{x\ baş}$ dəqiqləşdirilir. Qeyd etmişdik ki, X artdıqca t_x -in qiymətinin Δt qədər artması ilə yanaşı τ_x -in qiyməti də Δt qədər azalır. Əgər bu azalmaların sayı verilən zaman intervalının $(\Delta T / \Delta t)$ 30-50%-ni təşkil edərsə, o zaman trassanın başlanğıcı «kəsilir» (şəkil 4.14b-də $V_{müt}$ xətti trassaların başlanğıcından kəsilən hissələri göstərir). Bu əməliyyat mütinq adlandırılır, yəni trassanın əvvəli cəmləmədə iştirak etmir. Başqa sözlə, yeni $t_{x\ baş} = t_{x\ baş} + \Delta T / \Delta t$ hesablanır. $t_{x\ baş}$ digər bir üsulla da hesablanabilir. Bunun üçün $t_x = X / V_{gör}$ və $t_x^2 = t_0^2 + X^2 / V_{ÜDN}^2$ tənliklərinin birlikdə həllindən

$$t_{x\ baş} = X / (1 / V_{gör}^2 + 1 / V_{ÜDN}^2)^{1/2} \quad (4.34)$$

təyin edilir (şəkil 4.14b-də $V_{xətti}$) və hesab edilir ki, bu zamandan sonra trassalara verilən kinematik düzəlişlər trassaların bərabər çəkili cəmlənməsini təmin edir. Təcrübədə mütinqin qiymətinin bu qaydada

təyin edilməsi qənaətbəxş olmadığından yuxarıda təklif edilən variant daha əlverişlidir. Təcrübəmizdən məlumdur ki, (4.34) ilə hər trassa üçün təyin edilmiş mütinqin qiyməti birinci qayda ilə avtomatik rejimdə kompüter tərəfindən dəqiqləşdirilir və adətən artırılır (şəkil 4.14b).

Beləliklə, ÜDN üsulu ilə cəmləməni yerinə yetirməzdən əvvəl trassanın zaman oxuna statik düzəlişlər daxil edildikdən sonra kinematik düzəlişlər verilir. Bundan sonra eyni ÜDN-ə aid trassalar cəmlənir. Bu ardıcılıq bütün profil xətti boyu davam etdirilərək zaman kəsilişi tərtib edilir.

Fəsil 5. SEYSMİK YAZILARIN EMAL QRAFI

Hər bir emal proseduru (proqram) konkret bir məsələnin həllini təmin edir. Deməli, onlar seysmik yazıların emalı prosesində müəyyən bir ardıcılıqla tətbiq edilməlidir. Həmin ardıcılığa emal qrafı deyilir. Bu fəsilə müəllif tərəfindən tərtib edilmiş və uzun bir dövr ərzində Azərbaycanda müşahidə olunan seysmik yazıların emalında tətbiq edilən emal qrafının əsaslandırılmasına çalışılır.

Seysmik kəşfiyyatın tətbiq olunduğu ərazilərin seysmogeoloji şəraiti və həlli tələb olunan geoloji məsələnin xüsusiyyəti müşahidə olunan seysmik yazıların emal qrafının daima təkmilləşdirilməsini tələb edir. Bu səbəbdən burada verilən emal qrafları optimal variantlar kimi qəbul edilməlidir. Aydınadır ki, hazırda yerinə yetirilən tədqiqatlar yeni alqoritmlərin işlənilməsi üçün hazırlanmasını təmin edir və emal qraflarının təkmilləşdirilməsini şərtləndirir. Lakin seysmik kəşfiyyatın hazırkı inkişaf mərhələsində belə yeniliklərin yaranma tezliyi o qədər də yüksək olmadığından, bu fəsilə müzakirə edilən emal qrafı hələ uzun müddət istifadədə olacaqdır.

Şəkil 5.1-də verilən emal qrafının əsaslandırılmasına çalışaq.

5.1. Müşahidə olunan seysmik yazıların emala hazırlanması

Hazırda seysmik kəşfiyyat işləri əsasən ÜDN üsulunun tətbiqi ilə yerinə yetirilir. Müşahidə xətti boyu seysmik hürük açılır və seysmik qəbuledici qrupları ona qoşulur. Seysmik hürüyün cinahlarından birində və ya ortasında (digər hallar da istifadə edilə bilər) yerləşdirilmiş partlayış məntəqəsindən süni yolla həyəcanlandırılan mühitin cavab reaksiyası öncədən müəyyən edilmiş zaman ərzində qeyd edilir. Seysmik hürüyün və partlayış məntəqələrinin yerləri verilən dX qədər dəyişdirilərək profil xətti boyu şərh etdiyimiz qaydada müşahidələr aparılır. Bu qaydada qeyd edilən seysmik yazılara ƏOD seysmoqramı deyilir. Onların hər birində K sayda (seysmik stansiyanın kanallarının sayı) seysmik trassa (iz) vardır. Rus dilində izə seysmik trassa deyilir. Kitabda biz hər iki sözdən istifadə etmişik. Çöldə yerinə yetirilən seysmik müşahidələrin nəticələri maqnit lentində və ya optik disklərdə qeyd edilir və emal üçün hesablama mərkəzinə göndərilir.

Hesablama mərkəzində daxil olan seysmik məlumatların və sənədlərin əsasında hər bir müşahidə xətti üçün məlumat pasportu hazırlanır. Pasport kompüterin yaddaşında ayrılan blokdir. Burada

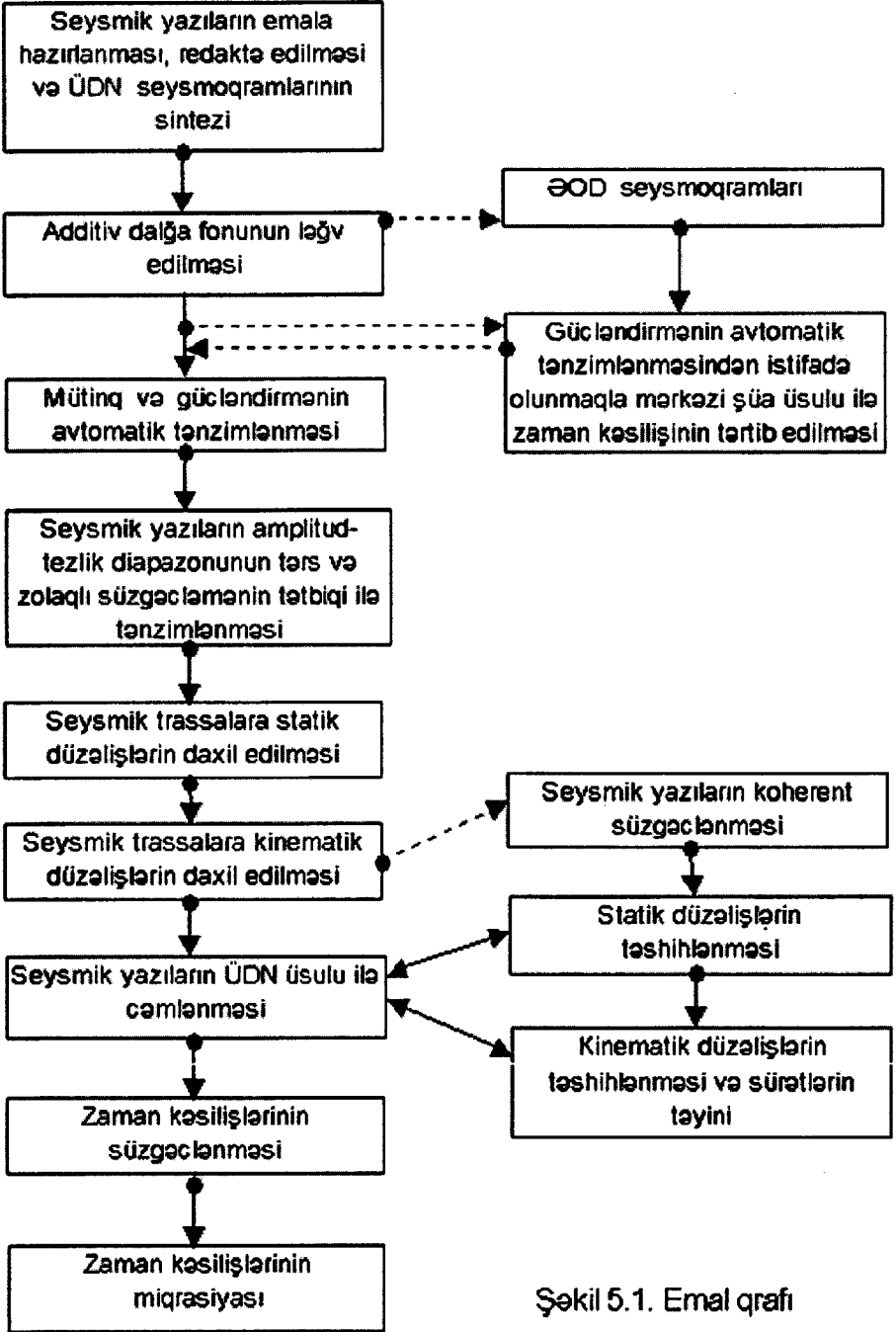
müşahidə xəttinin, partlayış və qəbul məntəqələrinin koordinatları, müşahidə xətti boyu ərazinin relyefi, ilkin statik düzəlişlər, tədqiqat ərazisinin sürət xarakteristikası $V=f(t)$, seysmik yazıların qeydiyyat müddəti və s. kimi məlumatlar cəmləşdirilir. Bundan sonra seysmik yazılar kompüterin yaddaşına köçürülür.

Çöldə müşahidələr yerinə yetirilərkən hər bir seysmoqram (buna rekord da deyilir) etiket adlandırılan xüsusi məlumat bloku ilə təchiz olunur. Bu blokda seysmoqramın sıra sayı, partlayış və qəbul məntəqələrinin koordinatları, seysmik yazının qeydiyyat müddəti, seysmoqramdakı trassaların sayı və s. kimi məlumatlar cəmləşdirilir. Bu seysmoqram xidməti kanallarla da təchiz edilir. Xidməti kanalların birində seysmik yazının qeydiyyatının başlanğıc anı, yəni seysmik stansiyadan işin başlandığı haqqında siqnalın verildiyi zaman qeyd edilir. Digər kanalda isə svip-siqnal (müşahidələr vibromənbələrin tətbiqi ilə yerinə yetirildikdə) və ya şaquli zaman (əgər seysmik müşahidələr partlayış enerjisindən istifadə edilərək yerinə yetirilirsə) qeyd edilir. Son dövrlərdə istehsal edilən seysmik stansiyalar çöldə seysmik müşahidələr yerinə yetirilərkən svip-siqnalın seysmik yazılarla korrelyasiyasını yerinə yetirir. Deməli, svip-siqnalın qeydiyyatına ehtiyac qalmır.

Hesablama mərkəzində hər bir seysmik trassanın başlığına seysmoqramın etikətinə və hazırlanmış pasporta əsasən istifadədə olan emal sisteminin formatına uyğun məlumat bloku yazılır. Cədvəl 5.1-də bu məlumat blokunun ümumiləşdirilmiş tərkibi verilir. Qeyd edək ki, hər bir emal sisteminin istifadə qaydaları haqqında təlimatda trassanın məlumat blokunun tərkibi cədvəl şəklində verilir.

Müşahidə olunan seysmik yazılar çox geniş diapazona malik amplitudaların ədədi qiymətlərindən ibarət zaman sıralarını özlərində cəmləşdirdiyindən, xüsusi emal prosedurundan keçirilmədən displeyin ekranında və ya kağız üzərində köçürüldükdə oxunaqlı olurlar (şəkil 5.2a).

Buna görə də seysmik yazılar GAT, dalğa enerjisinin sferik paylanmasına görə amplitudaların bərpası və ya seysmik trassanın orta enerjisinin verilən səviyyəyə gətirilməsi tətbiq edildikdən sonra kağıza köçürülür və ya kompüterin ekranına çıxarılır (şəkil 5.2b, c, d və e). Bundan sonra seysmik yazının redaktə edilməsi prosesi başlanır. Emal qrafının bu mərhələsində seysmik yazılara yaxşı, orta

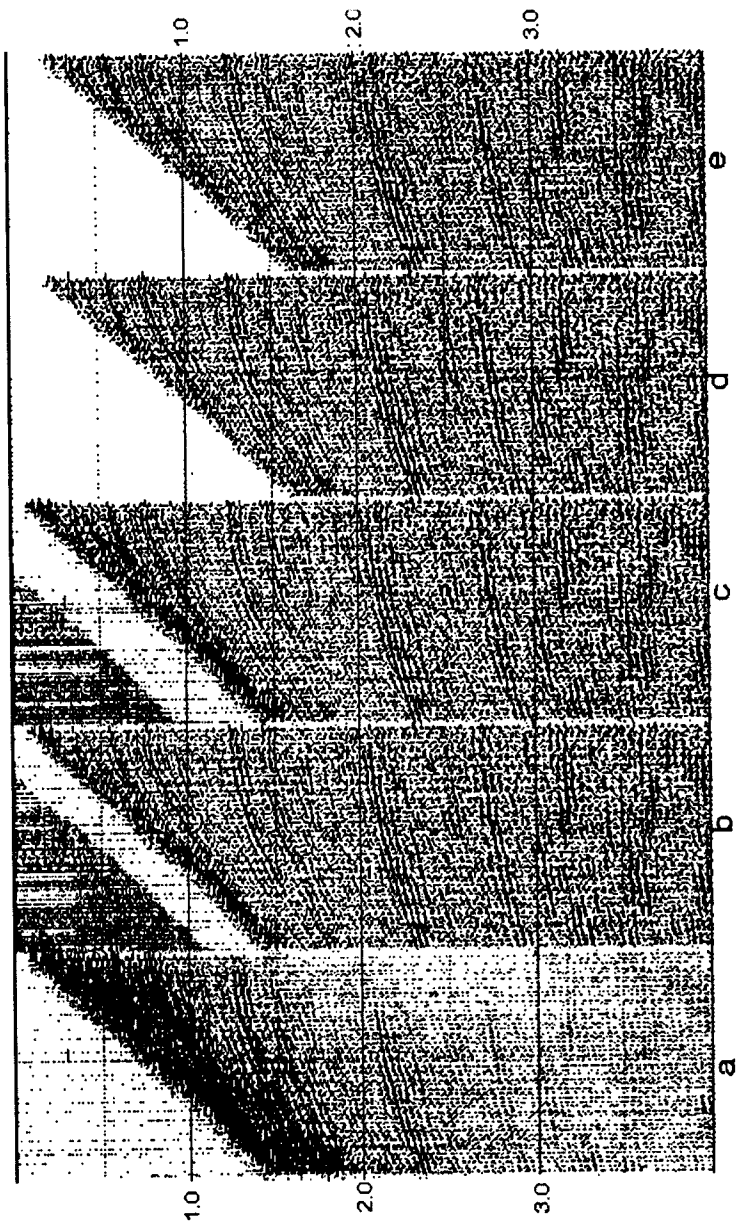


Şəkil 5.1. Emal qrafı

Seysmik trassanın başlığı

Cədvəl 5.1

Bayt sayı	Açıqlama
1-4	Profildə trassanın sıra sayı
5-8	Kompüterin yaddaş qurğusunda trassanın sıra sayı
9-12	Seysmoqramın (rekordun) sıra sayı
13-16	Trassanın seysmoqramı daxilindəki sıra sayı
17-20	Mənbə nöqtəsinin enerjisi - bir partlayış nöqtəsində çox sayda rekord qeyd edildikdə istifadə olunur
21-24	UDN-nin sıra sayı
25-28	UDN-nin trassasının sıra sayı - hər bir UDN seysmoqramının trassalarının sıra sayı vahiddən başlanır
29-30	Trassanın identifikasiya kodu: 1=seysmik trassa 2=zay trassa 3=boş trassa 4=ilkın dalğanın qeyd olunma zamanı 5=şaquli zaman 6=svip-kanal 7=sinxronizasiya kanalı 8=su qatı 9=... N=gələcəkdə ixtiyari istifadə üçün
31-32	Bu trassanı formalaşdıran cəmlənən trassaların sayı - eyni bir nöqtədə qeyd edilmiş trassaların cəmlənməsi yolu ilə tərtib edilir (buna şaquli cəmləmə də deyilir)
33-34	UDN üsulu ilə cəmlənən trassaların sayı
35-36	Trassanın qeyd edilmə üsulu: 1=müşahidə, 2=testləmə
37-40	Partlayış (titrəyiş) və qəbul nöqtələri arasındakı məsafə
41-44	Seysmik qəbuledici qrupunun mərkəzinin yerləşdiyi nöqtənin altitudası: (-)-dəniz səviyyəsindən aşağı, (+)-dəniz səviyyəsindən yuxarı
45-48	Partlayış mənbəyinin altitudası
49-52	Partlayış nöqtəsinin yerləşdirildiyi dərinlik
53-56	Qəbul məntəqəsinin gətirilmə səviyyəsi
57-60	Partlayış məntəqəsinin gətirilmə səviyyəsi
61-64	Partlayış nöqtəsində suyun dərinliyi
65-68	Qəbul məntəqəsində suyun dərinliyi
69-70	41-68-ci baytlarda göstərilən parametrlərin skalyar qiymətləri
.....	
.....	
181-240	Əlavə məlumatlar üçün nəzərdə tutulur və emal prosesində doldurulur.



Şəkil 5.2. ƏOD seysmoqramı: a-gücləndirmənin avtomatik tənzimlənməsi (GAT) tətbiq edilməmişdən əvvəl; b, c-GAT və d, e-müüinq və GAT tətbiq edildikdən sonra. GAT-in köklənmə intervalı b və d-dəki seysmoqramlar üçün 0.7 s, c və e-dəki seysmoqramlar üçün 1.0 s qəbul edilmişdir

və ya «yararsız» qiymətlər verilir. Təbiidir ki, «yararsız» seysmoqramlar və ya trassalar emal prosesinin sonrakı mərhələlərində iştirak etmirlər, yəni onlar ləğv edilir. Təcrübəli mütəxəssis adətən bu mərhələdən sonra seysmik məlumatların emalının hansı prosedurların tətbiqi ilə davam etdiriləcəyini təyin edə bilər. Buna baxmayaraq, emal qrafının əsas pillələrini təyin etmək üçün partlayış nöqtələrinə yaxın yerləşdirilmiş kanallardan ibarət (adətən 2-4 kanal) zaman kəsilişi tərtib edilir. Əgər tədqiqat ərazisində ilk dəfə seysmik kəşfiyyat tətbiq edilsə, onda MŞ üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişinə çox yaxın olan bu nəticə əsasında tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişi haqqında ilkin məlumat əldə edilir. Tədqiqat ərazisində seysmik kəşfiyyat işləri davam etdirilsə, onda bu zaman kəsilişlərindən istifadə olunaraq geoloji kəsiliş haqqında bilgiler nisbətən dəqiqləşdirilə bilər. Eyni zamanda bu zaman kəsilişinə görə additiv dalğa fonunun ləğvi üçün hansı emal prosedurlarından istifadə edilməlidir, profil xəttinin hansı hissələrində sürət analizi yerinə yetirilməlidir, statik düzəlişlərin təshihə üçün hansı zaman intervalından istifadə edilməlidir, seysmoqramlara hansı dərinlikdə müntiq verilməlidir, ikiqat təkrar dalğaların ləğvi üçün ÜDN üzrə cəmləmədən əlavə prosedurların tətbiqinə ehtiyac varmı, tərs süzgüləmənin hansı zaman intervalına əsasən köklənməsi daha əlverişlidir, zolaqlı süzgüləmənin tətbiqi zamana görə dəyişən parametrlərini reallaşdırılmalıdır, seysmik yazıların miqrasiyası emal qrafının hansı mərhələsində tətbiq edilməlidir və s. bu kimi suallara cavablar tapılır.

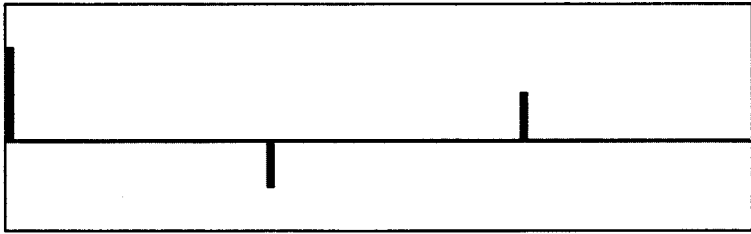
5.2. Additiv dalğa fonunun ləğv edilməsi

Additiv dalğa fonu deyildikdə, əsasən səs, mikroseysmik və səthi dalğalar fonu nəzərdə tutulur. Onlar emal qrafının ilkin mərhələsində ləğv edilməlidir ona görə ki, emal qrafının digər mərhələlərində istifadə edilən proqramların əksəriyyətinin alqoritmləri seysmik yazıların tərkibinin yalnız birqat əks olunan dalğalardan ibarət olduğunu nəzərdə tuturlar. Emal qrafının digər bəndlərinin müzakirəsi zamanı bu mərhələnin vacibliyini bir daha sübut etməyə çalışacağıq. Hələlik bir misal nəzərdən keçirməyi gərəkli hesab edirik.

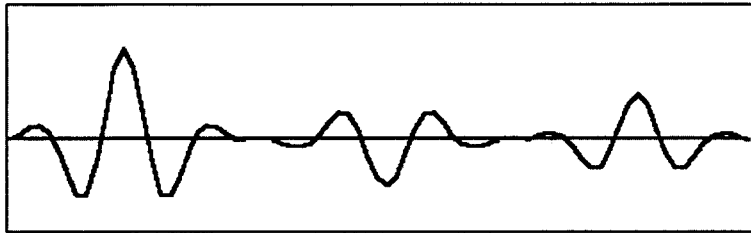
Şəkil 5.3-də impuls seysmoqramı və onun sıfır fazalı operatorun tətbiqi ilə süzgülənməsindən sonrakı vəziyyəti verilmişdir. Şəkil 5.3b-dən görüldüyü kimi, süzgüləmədən sonra vahid impulsu xatırladan səs-küy fonu seysmik impulsu xatırladan yazıya çevrilmişdir. Yəni vahid impulsun enerjisi operatorun uzunluğuna bərabər məsafəyə yayılmışdır.

Buna görə də çevrilmə əməliyyatına və dalğa tənliyinin həllinin tətbiqinə əsaslanan bütün emal proqramlarından əvvəl (zolaqlı və tərs süzgəcləmə, miqrasiya və s.) seysmik yazılarda olan səs-küy tipli fonun təmizlənməsi emal qrafının ən vacib mərhələsi hesab edilməlidir və onun reallaşdırılmasına çox diqqətlə yanaşılmalıdır.

Mikroseysmik dalğa sahəsi təsadüfi (qeyri-müntəzəm) fon kimi müşahidə olunan seysmik yazılara öz təhrifedici təsirini göstərir. Bu tip dalğa fonunun ləğvi problemi ÜDN üsulu ilə cəmləmə prosesində həll edilir və bizə bu məsələnin daha yaxşı həlli üsulu məlum deyildir. Lakin seysmik yazılarda anomal amplitudaya malik mikroseysmik dalğa fonunu xatırladan yazılar varsa, onlar (ekranda və ya kağız üzərində gözlə görünürsə) emal qrafının redaktə mərhələsində ləğv edilməlidir.



a



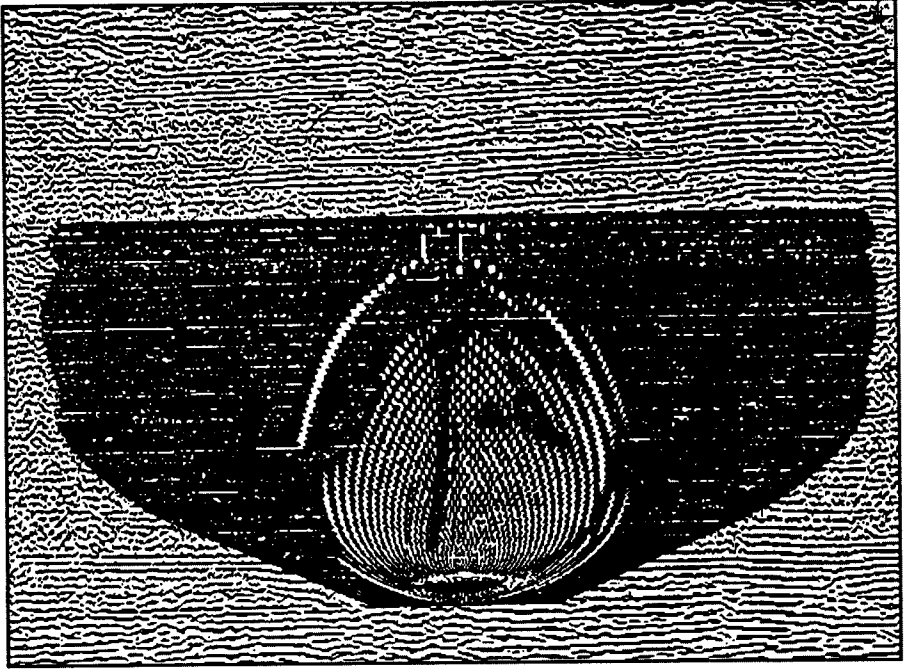
b

Şəkil 5.3. Vahid impulslardan ibarət seysmik yazı (a) zolaqlı süzgəcdən keçirildikdən sonra (b)

Bu funksiyanı yerinə yetirən xüsusi proqramlar mövcuddur. Onlardan biri verilən seysmik yazının orta enerjisini təyin edir və bütövlükdə seysmik trassada olan amplitudaların müqayisəsi yolu ilə orta enerjiden yüksək qiymətə malik amplitudaları qonşu zamanlardakı amplitudalarla tutuşdurmaq yolu ilə onun ləğvi haqqında avtomatik qərar qəbul edir. Beləliklə, seysmik yazılarda olan təsadüfi gurultular ləğv edilir. Bu proqramın tətbiqi hər zaman gözlənilən nəticəni vermir və

bu səbəbdən ondan az-az hallarda istifadə edilir. Bir başqa proqram verilən pəncərə daxilində yerləşən anomal yazıları seysmik trassadan kəşib atır. Bu zaman gələcəkdə cəmlənəcək trassaların sayı azalsa da, bu daha yaxşıdır. Doğrudan da $24^{1/2}$ ilə $20^{1/2}$ arasında fərq çox azdır. İnterferensiya sisteminin həlledicilik qabiliyyəti baxımından 24 və ya 20 elementli hər hansı bir cəmləyici sistemin amplitud-tezlik xarakteristikası arasında fərq, demək olar ki, yoxdur. Lakin anomal amplitudalı səs-küy emal qrafının sonrakı mərhələlərində hətta anlaşılması mümkün olmayan nəticələr verə bilər. Şəkil 5.4-dəki zaman kəsilişinin miqrasiyadan sonrakı görünüşü buna əyani misaldır. Zaman kəsilişinin miqrasiyasından sonra alınmış bu nəticə «miqrasiyanın gülüşü» adı ilə təcrübəli mütəxəssislərə çoxdan tanışdır.

Seysmik yazıların səthi və səs dalğalarından təmizlənməsi adətən çöl işləri prosesində yerinə yetirilir. Seysmik kəşfiyyat işlərinin başlanğıc mərhələsində təcrübə-sınaq işləri aparılır. Alınan nəticələrə əsasən səthi dalğaların mühitdə yayılma sürəti və amplitud-tezlik xarakteristikası müəyyənləşdirilir. Nəhayət, müşahidə sisteminin, əsasən seysmik qəbuledicilərin və partlayış quyularının (vibromənbələrin), qruplaşdırılması üçün gərəkli olan parametrlər təyin edilir. Hesablamalar əsasında quraşdırılmış interferensiya sistemi seysmik kanalın çıxışında səthi dalğaların intensivliyinin minimuma endirilməsinə şərait yaradır. Seysmik qəbuledicilərin qruplaşdırılması məsələsini müzakirə edərkən bu problemin həllinə baxmışdıq (yarımfəsil 2.3). Lakin KSZ zonasının qalınlığının və onu təşkil edən çöküntülərin litofiasial tərkibinin kəskin dəyişkənliyi şəraitində çöl işləri prosesində bu məsələnin tam həlli, yəni səthi dalğalar fonunun maksimum səviyyədə ləğvi mümkün deyildir. Bunun başlıca səbəbi müşahidə sisteminin parametrlərinin istehsalat rejimində tez-tez, KSZ-nin parametrlərinə uyğun, dəyişdirilməsinin qeyri-mümkünlüyüdür. Əslində ÜDN üsulu ilə müşahidələrdən əvvəl KSZ parametrləri öyrənilməlidir. Lakin təcrübədə belə olmur. Bir sıra hallarda buna ehtiyac da yoxdur. Məsələn, seysmik işlər tək quyularda partlayış üsulu ilə yerinə yetirildikdə.



Şəkil 5.4. Miqrasiyanın gülüşü

Məsələnin həllinin bir sıra üsulları mövcuddur və onların hamısı mürəkkəb riyazi bazaya əsaslanır. Bizim təcrübəmiz göstərir ki, seysmik yazıların emalının bu ilkin mərhələsi çoxkanallı sürət və ya birkanallı zolaqlı süzgəcləmənin tətbiqi ilə yerinə yetirilməlidir.

Azərbaycanın neftli-qazlı rayonlarında yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının və təcrübə-sınaq işlərinin nəticələrinə əsasən səthi dalğaların sürətlərinin 900-1900 m/san, tezliklərinin isə 6-20 Hs diapazonunda dəyişkənliyi müəyyənləşdirilmişdir. Bu dalğa fonunun enerjisinin çox böyük bir qismi seysmik qəbuledicilərin və partlayış mənbələrinin qruplaşdırılması hesabına ləğv edilir. Qalıq enerji isə zolaqlı süzgəcləmənin tətbiqi ilə seysmik yazıların tərkibindən çıxılır.

Bizim uzun müddətli tədqiqatlarımız göstərir ki, Azərbaycanın quru ərazilərində əks olunan dalğa sahəsi əsasən 10-70 Hs tezlik diapazonunda müşahidə edilir. Buna görə də emal qrafının başlanğıc mərhələsində 10-70 Hs tezlik diapazonuna malik zolaqlı süzgəclərdən istifadə edilməsi məsləhətdir.

Şəkil 5.5-də müzakirə edilən məsələnin zolaqlı süzgüləmənin tətbiqi ilə həllinə aid bir misal verilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, 10-70 Hs tezlik diapazonu ilə səciyyələnən zolaqlı süzgüləmə operatorunun tətbiqi ilə additiv dalğa fonu, demək olar ki, tamamilə ləğv edilmişdir.

Səthi dalğa fonunun sürət süzgüləməsinin tətbiqi ilə ləğv edilməsi üçün və bu prosedurun emal qrafında yerinin müəyyənləşdirilməsi məqsədi ilə tərəfimizdən bir sıra tədqiqatlar yerinə yetirilmişdir. Lakin onun seysmik yazıların keyfiyyətini yüksəldəcək bir nəticəsini əldə edə bilməmişik. Bunun əsas səbəbini Azərbaycan ərazisində müşahidə olunan seysmik yazılardakı səthi dalğa fonunun geniş bir sürət diapazonu ilə səciyyələnməsi ilə izah edirik. Doğrudan da, çoxkanallı (N) süzgüləmə tipi olan yelpikvarı süzgüləmə operatorunun hesablanmasında tətbiq edilən düstura nəzər salaıq.

$$S(f, V_{g\ddot{or}}, \Delta X, N) = \sin[(N \Delta X \pi f / 2 V_{g\ddot{or}})] / \sin[(\Delta X \pi f / 2 V_{g\ddot{or}})].$$

Burada f - görünən tezlik, $V_{g\ddot{or}} = \Delta X / \Delta T$ - görünən sürət, ΔX - kanallar arasındakı məsafə və ΔT - eyniadlı səthi dalğanın qonşu kanallardakı qeyd edilmə zamanları arasındakı fərqdır.

Göründüyü kimi, düstur adi interferensiya sisteminin analitik modelidir. Yəni onun bu modelinə görə hesablanmış amplitud-tezlik xarakteristikası seysmik qəbuledicilər qrupunun kimidir (2.1). Deməli, bu süzgüləmə yalnız amplitud-tezlik xarakteristikasının əsas maksimumun daxilinə aid olan dalğa sahəsini dəyişdirmədən özündən ötürür və digər $V_{g\ddot{or}}$ sürətə malik qismini zəiflədir. Eyni işi seysmik qəbuledicilər qrupu da yerinə yetirir. Əslində parametrləri tez-tez dəyişən (adaptiv sürət süzgülələri) süzgüləmə məsələnin həllini təmin etməlidir. Lakin, çoxkanallı sürət süzgülələrinin alqoritmləri digər bir sıra arzu edilməz çatışmazlıqlarla da yüklüdürlər. Süzgüləmə girişinə verilən seysmik dalğa sahəsinin əsas parametrləri olan f və $V_{g\ddot{or}}$ süzgüləmə analitik modelinə nisbət şəklində daxildir. Bu o deməkdir ki, yelpikvarı süzgüləmə dalğanın görünən sürəti və tezliyi ilə eyni dərəcədə uzlaşmır. Onun həssaslığı eyni $V_{g\ddot{or}}$ -nə malik aşağı tezlik diapazonunda çox zəif və əksinə, yuxarı tezlik diapazonunda hədsiz dərəcədə yüksəkdir. Göründüyü kimi, bu süzgüləmə emal qrafında tətbiqi çox mürəkkəb tədqiqatlar tələb edir və keyfiyyət baxımından da sərfəli deyildir. Daha bir məsələ də diqqət tələb edir.

Yelpikvarı süzgəcləmə çevrilmə əməliyyatı əsasında reallaşdırılır. Deməli, süzgəc bütün trassa boyu səthi dalğa «axtarışında» olur. Bu mənada trassanın müəyyən hissələrində axtarılan məlumat olmadıqda yelpikvarı süzgəc seysmik trassaya əlavə səs-küy fonu daxil edir. Yəni onun operatoru seysmik yazılara, yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi (şəkil 5.3 ilə verilən misaldakı qaydada), təsir göstərir.

Bu süzgəclərin digər növləri də məlumdur və onların nəticələri haqqında da eyni sözləri söyləmək mümkündür.

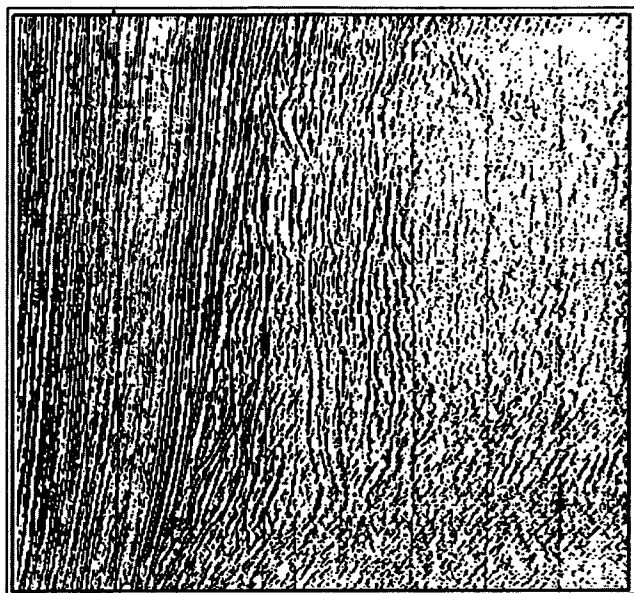
Kəsicici yelpikvarı süzgəcləmə proseduru yalnız görünən, sürətləri çox kiçik diapazonla səciyyələnən səthi dalğaların zəiflədilməsi prosesində effektiv sayıla bilər.

5.3. Mütiq və amplitudaların tənzimlənməsi

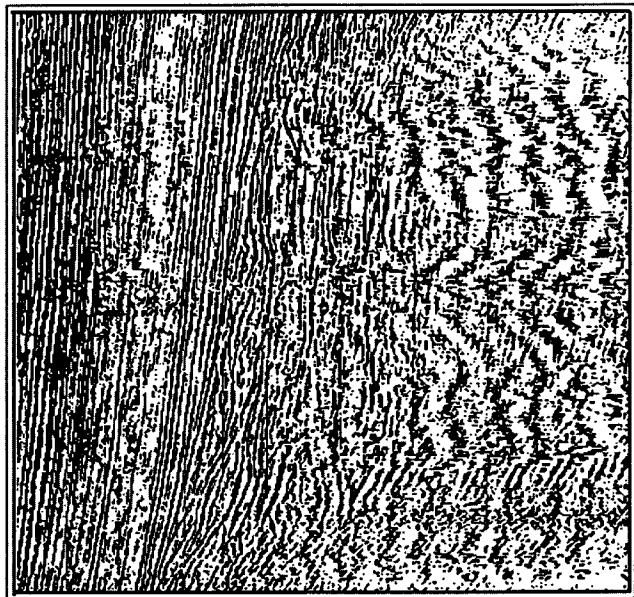
Mütiq sözü ilə yarımfəsil 4.8-də tanış olmuşduq. Bu sadə prosedur emal qrafının amplitudaların tənzimlənməsi mərhələsindən əvvəl yerinə yetirilməlidir.

ƏOD seysmoqramında (şəkil 5.2) qeyd olunan yazının əvvəlində düz, onun ardınca sınaq, daha sonra isə əks olunan dalğa sahələri qeyd olunur. Əvvəlinci iki dalğa cəbhəsi çox yüksək amplitudalı siqnallarla təmsil olunur. Əgər GAT bu dalğa sahəsinin iştirakı ilə yerinə yetirilirsə, onda şəkil 5.2b və c-dəki mənzərəni müşahidə edəcəyik. Yəni GAT prosedurunun köklənmə pəncərəsinin uzunluğu qədər aralıqda hər hansı anomal amplitudalı səs-küy və ya digər dalğa fonu varsa, onda onun enerjisi ətrafdakı amplitudaların tənzimlənməsinə mane olur. Şəkildən görüldüyü kimi, GAT-ın çıxışında seysmoqramın əvvəlindəki düz və sınaq dalğa cəbhəsinin GAT-ın köklənmə aralığına daxil olduğu andan başlayaraq seysmik yazının intensivliyi anomal qaydada dəyişir. Düz və sınaq dalğa cəbhəsindən sonra gələn əks olunan dalğaların amplitudaları sıxılır. Əgər trassanın digər hissələrində də anomal amplitudalı fon varsa, onda da eyni hal müşahidə olunacaqdır.

Deməli, GAT tətbiq edilməzdən əvvəl seysmik trassadakı anomal amplitudaya malik fon ləğv edilməlidir. GAT prosedurunun alqoritmi ilə işləyən proqram öz girişində maneəediciləşən dalğa fonunun olmasını nəzərə almır. Bu GAT prosedurunun riyazi yazılışından da aydındır (4.16). Buna görə də bu növ dalğalar GAT tətbiq edilmədən ləğv edilməlidir.



b



a

Şəkil 5.5. Additiv dalğa fonunun 10-70 Hs tezlik diapazonu ilə səciyyələnən zolaqlı süzgecin (ZS) tətbiqi ilə təmizlənməsi: a-ÜDN seysmoqramlarına ZS tətbiq edilmədən və b-ÜDN seysmoqramlarına ZS tətbiq edildikdən sonra tərtib edilmiş zaman kəsilişləri

Düz və sınaq dalğa hodoqraflarının GAT-dan öncə ləğv edilməsi üçün müntiqdən istifadə edilir. Yəni hər bir trassanın əvvəli düz dalğanın tənliyinə ($t_x = x/V_{g\ddot{r}}$) uyğun olaraq kəsilir (şəkil 5.2d və e) və bu hissə emal işlərinin sonrakı mərhələlərində iştirak etmir. Bəs GAT-ın fiziki mənası nədir və onun əsas parametrləri olan T, C və n necə seçilməlidir?

Bunu izah etmək üçün 4.16 və 4.17 düsturlarını yada salaq. Yəni

$$K_{(t)} = (1/T) \cdot \sum_{i = t-T/2}^{t+T/2} \text{abs}[A_{(i)}] + n$$

$$A_{\text{çix}}(t) = (C \cdot A_{\text{gir}}(t)) / K_{(t)}$$

Göründüyü kimi, GAT-ın tətbiqi nəticəsində bütün trassa boyu seysmik yazının amplitudalarının orta enerjisi C ətrafında fokuslanır. Eyni hal bütün profil xətti boyu amplitudaların tənzimlənməsi üçün doğrudur. Deməli, GAT-dan sonra profil xətti boyu müşahidə olunan seysmik trassalardakı amplitudaların orta enerjiləri verilən C səviyyəsinə gətirilmiş olur. Yəni bu emal prosedurundan sonra ÜDN üsulu ilə cəmləyicinin girişinə verilən seysmik yazılar eyni xüsusi çəkiyə malik olurlar. Bunu təmin etmək üçün GAT-ın köklənmə aralığı düzgün seçilməlidir. Ən sadə yol T-nin testlənməsidir. Lakin onu analitik qayda hesablamaq olar. Ədəbiyyatda T-nin seçilməsi üçün

$$T = (4\pi R / \beta^2)^{1/3}$$

düsturundan istifadə edilməsi məsləhət görülür. Burada R - seysmik dalğanın avtokorrelyasiya radiusu, β - udulma əmsəlidir.

Ədəbiyyatdan və bizim təcrübəmizdən məlumdur ki, tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişi çöküntü süxurlarından təşkil olunduqda, müşahidə olunan seysmik trassa boyunca dalğa enerjisi 1 san zaman intervalında 10-12 db aşağı düşür. Deməli, udulma əmsəlinin ədədi qiymətini (2.17) ilə verilən analitik ifadədən istifadə edərək təyin etsək:

$$10 = 20 \log(2^\beta - 2),$$

onda $\beta = 1.67 - 2$ arasında qiymət alırıq.

Seysmik siqnalın avtokorrelyasiya radiusu orta tezlikli seysmik dalğa üçün təxminən 50 ms-dir. Onda

$$T = (4 \times 3.14 \times 0.05 / 1.8^2)^{1/3} = 0.64 \text{ alırıq.}$$

Deməli, $T=0.64$ san GAT üçün optimal köklənmə aralığı kimi qəbul edilə bilər.

Bizim təcrübəmizdən Azərbaycanda müşahidə olunan seysmik yazılar üçün T -nin optimal qiyməti $0.7-1.0$ s arasında dəyişir. Ən optimal variant isə 0.7 s-dir. Şəkil 5.2 d və e-nin müqayisəsindən görünür ki, tənzimləmə pəncərəsinin uzunluğu 1.0 s götürüldükdə bir sıra müntəzəm dalğa hodoqraflarını formalaşdıran əks olunan dalğaların amplitudaları zəiflədir. 4.17 düsturunda istifadə edilən C əmsalının ədədi qiyməti kompüterin və tətbiq edilən əməliyyat sisteminin xüsusiyyətindən asılı olaraq seçilir. Müəllifin istehsalatda çalışdığı 30 ildən artıq bir dövrdə Azərbaycanda tətbiq edilən çoxsaylı emal proqramları komplekslərinin (KİÇ OFT-1, KİÇ OFT-3, CİÇ OFT-1, CİÇ OFT-2, CİÇ-3, FOC-10, Western GEOPHYSIKL, ProMax) bu parametrin qiyməti eyni götürülmüşdür. Qeyd edək ki, bu proqram kompleksləri müxtəlif markalı elektron-hesablama maşınlarında (БЭСМ-4М, ЕС-1010, ЕС-1040, ЕС-1055, ЕС-1060, ЕС-1061, ЕС-1066) və kompüterlərdə (SUN SPARC STATIONS, PC) tətbiq edilmişdir. GAT-ın bu parametrinin ədədi qiyməti 2000-ə bərabər götürüldükdə, seysmik yazıların oxunaqlılığı təmin olunur.

GAT-ın operatorundakı n gücləndirilməsi arzu olunmayan fonun orta enerjisinə bərabər sabit əmsaldır. Adətən onu mikroseysmik dalğa fonunun səviyyəsinə bərabər götürmək məsləhətdir. Onun operatorun tərkibinə daxil edilməsi tənzimləmə pəncərəsi daxilində hesablanmış orta enerjinin artırılmasını şərtləndirir. Nəticədə operatorun çıxışında amplitudaları orta enerjiden aşağı olan siqnallar kimi səs-küy tipli dalğa fonu da zəiflədir. Lakin səs-küy tipli dalğa fonunun amplitudaları daha çox sıxılır. Bir sıra hallarda n -nin ədədi qiymətinin təyin edilməsi mümkün deyildir. Məhz buna görə də bu parametir son zamanlar tərtib edilmiş GAT operatorlarının tərkibindən çıxarılır. Əgər onun tətbiqinə ehtiyac duyulursa və emal proqramı bu parametirin daxil edilməsini tələb edirsə, onda onun ədədi qiyməti $0.001-0.01$ arasında təyin edilə bilər.

5.4. Seysmik yazıların amplitud-tezlik diapazonunun tənzimlənməsi

Təcrübədən məlumdur ki, mənbə impulsu minimum fazalıdır. Onun maksimum enerjisi başlanğıc hissədə toplanır. Geoloji kəsilişin də impuls xarakteristikası minimum fazalıdır. Yəni fiziki rəqqasın hərəkətində olduğu kimi, Yer qabığının da təsir reaksiyası eksponensial qaydada sönür. Deməli, geoloji kəsilişin mənbə impulsunu süzgecləməsi

nəticəsində zaman keçdikcə tərkibində yuxarı tezliklərin azalması ilə səciyyələnən minimum fazalı əks olunan dalğa sahəsi qeyd edilir. Eyni zamanda, əvvəlki fəsillərdə qeyd etdiyimiz kimi, mənbə impulsunun təsirindən həyəcanlanmış geoloji mühitdə, xüsusilə onun KSZ-də yaranan təkrar dalğalar əks olunan dalğa sahəsinin amplitud-tezlik spektrini kəskin dərəcədə dəyişdirir. Təkrar dalğalar seysmik trassadakı böyük zamanlarda qeyd edilən dalğa sahəsinə daha kəskin təsir edir. Digər tərəfdən, KSZ-ni formalaşdıran çöküntülərin litoloji tərkibinin üfqi istiqamətdə qeyri-bəsitliyi əks olunan və təkrar dalğa fonunun amplitud-tezlik xarakteristikasının dəyişkənliyini şərtləndirir. Müşahidəçiyə elə gəlir ki, vahid impulsu xatırladan mənbə impulsunun mühitdə yayılma zamanı artdıqca onun görünən periodu böyüyür və ləçəklərinin sayı artır. Başqa sözlə, mənbə impulsu uzanır.

Aydınır ki, geoloji mühitin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq yaranan bütün bu süzgüləmə effektləri ləğv edilmədən seysmik yazıların ÜDN üsulu ilə cəmlənməsi nəticəsində arzu olunan nəticə əldə edilə bilməz. Başqa sözlə, seysmik yazılar interferensiya sistemi olan cəmləyicinin girişinə verilməmişdən əvvəl seysmik trassalardakı eyni adlı ÜDN hodoqraflarını formalaşdıran əks olunan dalğaların amplitud-tezlik xarakteristikasının eyniliyi təmin edilməlidir.

Bu məsələ tərs süzgüləmənin tətbiqi ilə optimal qaydada həll edilir. Tərs süzgüləmə prosedurunun alqoritmi əsasında yazılmış proqramlar seysmik trassalardakı dalğa sahəsinin özündən istifadə etməklə onun hansı növ süzgüləmə keçdiyini təyin edir və elə tərs süzgüləmə hesablayır ki, onun tətbiqi ilə geoloji mühitin süzgüləmə effekti ləğv edilir. Məsələnin həlli minimum fazalı seysmik yazıların sıfır fazalı yazılara çevrilməsi və onların amplitud-tezlik spektrinin vahid impulsun amplitud-tezlik spektrinə yaxınlaşdırılması yolu ilə reallaşdırılır.

Belə hesab edilir ki, seysmik trassanın AKF-nin amplitud-tezlik spektri mənbə impulsununki kimidir və onların hər ikisi minimum fazalıdır. Yəni seysmik trassanın AKF-i məlumdursa, onda (4.30)-a görə tərs süzgüləmə hesablanı bilər.

Normalaşdırılmış AKF-in bir sıra xüsusiyyətlərinə baxaq. Əgər AKF-də əsas maksimumdan sonra hər hansı zaman intervalından bir ($\tau, 2\tau, 3\tau, \dots$ və s.) ekstremumlar müşahidə olunursa və sonrakı maksimumlar eksponensial qaydada zəifləyirsə, deməli, seysmik yazıda təkrar dalğalar vardır. Bu dalğalar uzunluğu 2τ olan tərs süzgüləmənin tətbiqi ilə ləğv edilə bilər. Lakin təcrübədə əvvəl qısa uzunluqlu süzgüləmədən istifadə edərək seysmik impulsu sıxırlar, sonra isə təkrar

dalğaları ləğv edirlər. Bu iki funksiyanı eyni zamanda yerinə yetirən tərs süzgəc operatorunun hesablanması mümkündür. Onlara proqnozlaşdırıcı süzgəclər deyilir. Bu süzgəcin yazılışının diskret formasını (4.31) ilə vermişdik. Süzgəcin operatorunun (4.31) ilə verilən formasında sıfırlarla verilən interval (sıfırların sayının diskretləmə intervalına hasili) proqnozlaşdırma intervalı adlandırılır. Bu intervalı elə seçmək olar ki, süzgəcdən keçirilmiş seysmik trassanın AKF-ində birinci maksimum dəyişməz qalsın və sonrakı maksimumlar zəiflədilsin.

Deməli, tərs süzgəcləmə seysmik yazıların emalının ilkin mərhələlərində yerinə yetirilməlidir. Lakin onun tətbiqindən öncə zolaqlı süzgəcləmə və amplitudaların tənzimlənməsi prosedurları yerinə yetirilməlidir. Bunda məqsəd AKF-in nisbətən təmiz şəkildə təyin edilməsi və additiv dalğa fonunun tərs süzgəcləmənin təsirindən gücləndirilməməsidir. Şəkil 4.7-dən görüldüyü kimi, tərs süzgəcləmə proseduru trassa boyu eyni hadisənin təkrarlandığı zamanlarda çıxma əməliyyatını reallaşdırır. Səthi və səs-küy tipli dalğa sahəsi isə təkrarlanmır. Ona görə, əgər trassanın içərisində əks olunan dalğadan fərqli hadisə varsa, tərs süzgəc onun azalan enerjisini trassa boyu yayacaqdır. Bu effekt şəkil 4.7-dən aydın görünür. Diqqət yetirsək görərik ki, şəkil 4.7a-da verilən nəzəri zaman kəsilişində təkrar dalğa yalnız bir dəfə göstərilmişdir. Təbiətdə isə belə hal yoxdur. Əvvəlki fəsillərdə təsir reaksiyasının eksponensial qaydada söndüyünü qeyd etmişdik. Deməli, təkrar dalğa yaranmışdırsa onun enerjisi eksponensial qaydada sönməlidir və o, bir neçə dəfə təkrar qeyd olunmalıdır. Şəkil 4.7a-dakı zaman kəsilişi tərtib edilərkən bu effekt nəzərə alınmadığından, tərs süzgəcləmə nəticəsində birqat əks olunan dalğanın enerjisi hesabına ikiqat təkrar dalğanın enerjisi zəiflədilsə də, onun enerjisinin bir qismi zaman kəsilişinin digər sahələrinə yayılmışdır. Bu yayılma tərs süzgəcin proqnozlaşdırma intervalına bərabər zamanlarda müşahidə olunur (şəkildə 200 ms).

Tərs süzgəcləmə proseduru seysmik yazıların formasını vahid impulsa yaxınlaşdırdığından onun tətbiqindən sonra arzu olunan amplitud-tezlik xarakteristikasına malik seysmik yazı əldə etmək üçün zolaqlı süzgəc tətbiq edilməlidir. Bu iki süzgəcin birlikdə tətbiqi profil boyu seysmik yazıların amplitud-tezlik xarakteristikasının düzləndirilməsini təmin edir.

Adətən tərs süzgəcin parametrləri testləmə üsulu ilə seçilir. Testləmə nəticəsində tərs süzgəcin köklənmə intervalı (AKF-in təyin edilməsi üçün trassadan götürülmüş zaman aralığı), korrelyasiya radiusu (onun

qiyməti tərs süzgəcin operatorunun uzunluğunu təyin edir), proqnozlaşdırma intervalı təyin edilir. Süzgəcin hesablanması daha bir parametrdən də istifadə edilir. Buna tənzimləmə parametri deyilir. Onun (4.29) düsturuna daxil edilməsi aşağıdakı ifadəni verir:

$$\sum_{\tau=0}^T L(\tau) b_y(\theta-\tau) + b_y(\theta-\tau) = r_{xy}(\theta).$$

Burada $b_y(\theta-\tau)$ -səs-küy tipli və ya formaca vahid impulsa yaxın siqnalın avtokorrelyasiya funksiyasıdır. Bu parametrin süzgəcin operatorunun hesablanmasında istifadə edilməsi (4.30) tənliyinin sağ tərəfinə təsir etmir. Sol tərəfdə isə yalnız AKF-in $\tau=0$ zamanındakı qiymətini emal mütəxəssisinin təyin etdiyi qədər artırır. Beləliklə, tərs süzgəcin təsiri bir qədər yumşaldılmış olur. Yəni çıxışdakı yazının amplitud-tezlik xarakteristikasının eni daraldılır. Yada salaq ki, vahid impuls ən geniş amplitud-tezlik xarakteristikasına malikdir.

Azərbaycanın neftli-qazlı rayonlarında müşahidə olunan seysmik yazıların emalı prosesində əldə etdiyimiz nəticələrə əsasən tərs süzgüləmənin parametrlərinin aşağıdakı kimi qəbul edilməsini tövsiyə edirik:

- tərs süzgəcin hesablanmasında istifadə edilən AKF seysmik trassanın 1.0-4.0 s uzunluğunda intervalına görə hesablanmalıdır;
- AKF-in radiusu 200-400 ms götürülməlidir. Qeyd edək ki, bu parametr tərs süzgəcin operatorunun uzunluğunu təyin edir. Operatorun uzunluğunun 400 ms-dən artıq təyin edilməsi tərs süzgüləmənin nəticəsinə təsir etmir. Lakin tərs süzgüləmənin operatorunun uzunluğunun 200 ms-dən az götürülməsi süzgüləmənin nəticəsinə mənfi təsir göstərir;
- tərs süzgəcin proqnozlaşdırma intervalı 2÷8 ms qəbul edilməlidir. KSZ-nin qalınlığının çox olduğu ərazilərdə bu interval hesablama yolu ilə təyin edilməlidir. Əgər KSZ-nin qalınlığı 50 m və bu zonada seysmik dalğanın yayılma sürəti 1400m/s-dirsə, onda tərs süzgəcin köklənmə aralığı seysmik dalğa mənbəyi kimi svip-siqnal (vibratorların tətbiqi ilə oyadılan kvazisinusoidal siqnal) istifadə edilmişdirsə, $50 \times 2 / 1400 = 70 \text{ms}$; əgər dərinliyi 50m olan quyuda partlayış aparmaqla seysmik dalğa oyadılmışdırsa, $50 / 1400 = 35 \text{ms}$ götürülməlidir. Əgər seysmik trassalarda aralıq sərhədlərdən təkrar

olunan dalğa fonu vardırısa, onda tərs süzgəcləmənin proqnozlaşdırma intervalı seysmik yazının AKF-nin xüsusiyyətinə görə təyin edilə bilər. Bizim təcrübəmizdə bu interval 40-100 ms arasında müşahidə olunmuşdur;

- siqnal/səs-küy nisbəti 1-10% arasında dəyişdirilə bilər.

Göstərilən parametrlərin dəqiqləşdirilməsi müşahidə olunan seysmik yazıların emalı prosesində testləmə yolu ilə reallaşdırıla bilər. Lakin bu parametrlərin göstərilənlərdən fərqli ədədi qiymətinin alınacağını güman etmirik.

5.5. Seysmik yazıların cəmlənməsi

Əvvəlki fəsillərdə qeyd etmişdik ki, ÜDN üsulu ilə cəmləmənin emal qrafına daxil edilməsində əsas məqsəd zaman kəsilişlərinin tərtib edilməsi prosesində iştirak edən seysmik yazıların tərkibindən yüksək sürətli dalğaların və mikroseymsmik fonunun təmizlənməsidir. Haqqında danışılan bu proses ÜDN hodoqrafını formalaşdıran seysmik trassaların cəmlənməsi yolu ilə reallaşdırılır. Məlumdur ki, hər bir cəmləyici aşağı tezlikli süzgəclə əvəz edilə bilər. Bu mənada ÜDN üsulu ilə cəmləmə operatoruna çoxkanallı interferensiya sistemi kimi baxmaq olar. Bu sistemin əks olunan dalğaları təhrif etmədən cəmləməsi üçün müşahidə olunan seysmik yazılar redaktə edilməli, onlara geniş tezlik spektrinə malik zolaqlı süzgəcləmə, seysmik yazıların orta enerjilərinin verilən səviyyəyə gətirilməsi, seysmik yazıların amplitud-tezlik diapazonunu tənzimləyən tərs süzgəcləmə, yenidən zolaqlı süzgəcləmə tətbiq edilməlidir. Bundan sonra trassaların zamanlarına statik və kinematik düzəlişlər daxil edilməlidir. Qeyd etdiyimiz kimi, bu prosedurların tətbiqindən sonra müşahidə olunan dalğa sahəsinin amplitud-tezlik xarakteristikası optimal qaydada tənzimlənir və cəmləyicinin girişinə verilən seysmik trassalardakı birqat əks olunan dalğaların sinfaz, digər qeyri-müntəzəm və müntəzəm dalğaların (ikiqat əks olunan, qismən təkrar və s.) asinfaz cəmlənməsi təmin edilir. Yəni ÜDN üsulu ilə cəmləmənin nəticəsində tərtib edilən zaman kəsilişində siqnal/səs-küy nisbəti əhəmiyyətli dərəcədə artırılır.

ÜDN üsulu ilə cəmləmə üfqi istiqamətdə yerinə yetirildiyindən digər dalğa cəbhələri qeyri-müntəzəm dalğalar kimi qəbul edilməlidir. Şəkil 4.13-də müşahidə olunan seysmik dalğaların tipi və onların statik və kinematik düzəlişlərdən sonrakı hodoqrafları verilir. Göründüyü

kimi, ÜDN trassalarının cəmlənməsi zamanı yalnız birqat əks olunan dalğaların formalaşdırdıqları hodoqraflar istiqamətində sinfaz toplanma baş verir. Digər dalğa cəbhələri isə qeyri-sinfaz toplanırlar.

Aydındır ki, ilkin sürət əyrisinə $V=f(t)$ görə, (2.27) ilə verilən tənliyə uyğun hesablanan kinematik düzəlişlər birqat əks olunan dalğanın ÜDN hodoqrafının müşahidə xətti boyu tam düzləndirilməsini təmin edə bilməz. 2.27-də verilən tənlik əsasında tərtib edilmiş alqoritm nəzərdə tutur ki, tədqiqat ərazisi üfüqi yatıma malik paralel laylanmadan ibarət geoloji kəsilişə malikdir. Lakin təbiətdə belə bir mühit yoxdur və bu da aydındır ki, emal işlərinin ilkin mərhələsində verilən $V=f(t)$ əyrisi tədqiqat ərazisinin yalnız bir nöqtəsində təyin edildiyindən (adətən dərin qazıma quyularından toplanmış geoloji məlumatlara əsasən və ya ÜDN hodoqraflarından seçmə yolu ilə təxmini qaydada təyin edilir) profil xəttinin bütün nöqtələrində sürət dəyişkənliyini özündə əks etdirmir. Hər halda Azərbaycan ərazisinin geoloji kəsilişi daha mürəkkəb tektonika və təbii ki, üfüqi istiqamətdə böyük qradiyentə malik $V=f(t)$ ilə səciyyələnir. Deməli, emal qrafının növbəti mərhələsində ÜDN üsulu ilə cəmləyicinin optimal rejimdə işləməsini təmin etmək məqsədi ilə profil xəttinin bütün nöqtələrində $V_{\text{ÜDN}}=f(t)$ əyriləri təyin edilməlidir. Məsələ sürətlərin testlənməsi yolu ilə həll edilir. Sürətlərin testlənməsi bir çox alqoritmlər əsasında tərtib edilmiş proqramların tətbiqi ilə yerinə yetirilir. Onlardan ən optimal alqoritmə malik olanlarını yarımfəsil 5.7-də nəzərdən keçirəcəyik. Hələlik cəmləmə operatorunun optimal rejimdə işləməsinin statik düzəlişlərin təshihlənməsi yolu ilə təmin edilməsi prosesi ilə tanış olaq.

5.6. Statik düzəlişlərin təshihlənməsi

Yarımfəsil 4.7-də qeyd etmişdik ki, KSZ-dəki litofasial dəyişkənliklər seysmik yazıların qeyd edilmə zamanlarının qeyri-bərabər gecikməsinə səbəb olur. Bu qeyri-bərabərliyi tənzimləmək üçün seysmik yazıların qeyd olunma zamanlarına partlayış və qəbul məntəqələrinə görə düzəlişlər verilir. Seysmik yazıların zamanlarına verilən bu düzəlişlər partlayış və qəbul nöqtələrini gətirmə xəttinin üzərinə salır. Onlara statik düzəlişlər deyilir. Lakin təcrübədə yarımfəsil 4.7-də təsvir edildiyi qaydada hesablanmış statik düzəlişlər bir sıra xətlərlə müşayiət olunur. Bunun əsas səbəbləri KSZ-də dalğanın yayılma sürətinin diskret nöqtələrdə təyin edilməsi və onu səciyyələndirən üfüqi qradiyent

haqqında məlumatın qeyri-dəqiqliyi, eyni zamanda statik düzəlişlərin ilkin qiymətləri hesablanarkən qayıdan dalğanın KSZ-nin tavanına (müşahidə xəttinə) normal üzrə gəlməsinin qəbul edilməsidir. Əslində isə, KSZ-nin daxilində qayıdan dalğanın hərəkəti maili şüa boyu reallaşır.

Son illərin təcrübəsi göstərir ki, ilkin statik düzəlişlərin hesablanması prosesində süni surətdə yaranan bu xətlərin yüksək dəqiqliklə təshih olunması mümkündür. Statik düzəlişləridəki xətlərin ləğv edilməsi üçün çoxsaylı proqramlar mövcuddur. Onlardan birinin alqoritmini nəzərdən keçirək.

Belə hesab edək ki, əvvəlki yarımfəsildə təsvir edilən qayda ilə ilkin zaman kəsilişi tərtib edilmişdir. Bu kəsilişə görə hər hansı bir seysmik horizont və ona paralel (bu xətlər paralel olmaya da bilər) iki xətt arasında dT zaman pəncərəsini seçək. Buna korrelyasiya pəncərəsi də deyilir. Bu pəncərənin mərkəzinə aid zamanı $t_x = dT/2$ qəbul edək. Zaman pəncərəsini elə seçmək lazımdır ki, onun əhatə etdiyi aralıqda seysmik dalğa sahəsinin parametrləri nisbətən sabit olsun. Seçilən pəncərədə inamla korrelyasiya olunan bir neçə əks olunan dalğa cəbhəsi mövcud olsun. Belə aralıq olmadıqda dT -ni mümkün qədər geniş seçmək lazımdır. Pəncərə seçilərkən müntəzəm də nəzərə alınmalıdır.

Qeyd edək ki, bir sıra hallarda iki və daha çox korrelyasiya pəncərəsindən istifadə etmək olar. Lakin nəzərə almaq lazımdır ki, statik düzəlişləri təshih edən proqramlar bu pəncərələri birləşdirərək vahid bir pəncərə yaradırlar.

Bəzi proqramlar hər bir pəncərəyə görə ayrıca korrelyasiya aparır və AKF-lərin maksimumlarının zamanlarını ortalaşdırırlar.

Təcrübəmizdən bizə məlumdur ki, bir korrelyasiya pəncərəsindən istifadə etmək daha səmərəlidir.

Tutaq ki, ÜDN seysmoqramlarına statik və kinematik düzəlişlər daxil edilmişdir. İkinci düzəliş haqqında 4.8-də məlumat verilmişdi. Hələlik belə hesab edək ki, ÜDN sürətləri (effektiv sürətlər) bizə yüksək dəqiqliklə məlumdur və trassaların zamanlarına verilən kinematik düzəlişlər də dəqiqdirlər.

Profil xətti boyu bir neçə ÜDN seysmoqramı (adətən 5-21) seçək. Onların aid olduqları profil xətti intervalına etalon bazası deyilir. Tək sayda ÜDN seysmoqramından dT -yə uyğun zaman aralığını kəsək və onları cəmləyək. Alınan trassanı etalon (və ya model) kimi qəbul edək. Bazanın mərkəzinə ($t_x = dT/2$ -yə bərabər şərti zaman) aid olan ÜDN seysmoqramının trassaları ilə etalon trassa arasında QKF-ni hesablayaq.

QKF-in hesablanması üçün korrelyasiya radiusu elə seçilməlidir ki, QKF-də faza keçidi qeydə alınmasın. Korrelyasiya üçün vacib olan bu parametrin ədədi qiyməti seçilmiş zaman intervalında olan seysmik dalğaların görünən tezliklərinin təxminən orta qiyməti kimi götürülür. Azərbaycanda müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə təyin edilən görünən tezliyin orta qiyməti 30 Hs-dir. Ona görə də korrelyasiya radiusunun bu qiymətə bərabər götürülməsi məqsədyönlüdür. QKF-in maksimumlarını təyin edək. Əgər trassa ilə etalon arasında zamana görə faza fərqi yoxdursa, onda QKF-in maksimumu $t_x = dT/2$ zamanında olacaqdır. Əks halda QKF-in maksimumu $t_x = dT/2 - \delta t$ və ya $t_x = dT/2 + \delta t$ zamanında olacaqdır. Bu qayda ilə etalon bazasının mərkəzindəki ÜDN trassaları üçün təyin edilən δt -ləri kompüterin yaddaşında saxlayaq.

Etalon bazasını bir ÜDN qədər sağa (sola) sürüşdürək. Yəni etalondan (soldan) birinci ÜDN-ə aid trassaları çıxmaq və bazadan (sağdakı) sonrakı bir ÜDN trassalarını ona əlavə edək. Yenidən QKF-ni hesablayaq və onun maksimum qiymətlərini kompüterin yaddaşında saxlayaq. Beləliklə, bütün profil xətti boyu əməliyyatı davam etdirək və tamamlayaq. Profil xəttinin əvvəlində və sonunda təyin edilmiş etalon bazanın mərkəzindən solda və sağda yerləşən ÜDN seysmoqramları üçün bir dəfə hesablanır.

ÜDN müşahidə sisteminə uyğun olaraq (şəkil 2.6 və ya 2.7) ümumi partlayış nöqtələrinə aid olan δt -ləri cəmləyək və alınan ədədi prosesdə iştirak edən trassaların sayına (N) bölək:

$$\delta t_{orta} = (1/N) \sum \delta t_j, \quad j=1-K \quad (5.1)$$

Hər bir ÜDN trassasına partlayış məntəqəsinə aid ilkin statik düzəlişə veriləcək təshihin ədədi qiyməti $\Delta t_p = \delta t_j - \delta t_{orta}$ kimi təyin ediləcəkdir. Qəbul məntəqələrinə görə statik təshihlər Δt_q də eyni qayda ilə təyin edilir. Yalnız (5.1) düsturunun tətbiqi ilə ortalaşdırma müşahidə sisteminə uyğun olaraq qəbul məntəqələri istiqamətində reallaşdırılır.

Əslində bu alqoritm ÜDN hodoqraflarını formalaşdıran seysmik dalğaların zamanlarının nəzəri hiperbolanın üzərinə gətirilməsini təmin edir. Əgər dalğaların qeyd edilmə zamanlarının fluktuasiyası normal qanuna tabedirsə və kinematik düzəlişlər tam dəqiqliklə təyin edilmişdirsə, onda bu alqoritm əsasında tərtib edilmiş proqramın tətbiqi müsbət nəticələr verir.

Bir sıra hallarda bu alqoritmlə işləyən proqramların tətbiqi ilə təyin edilmiş statik təshihlər zaman kəsilişinin seçilmiş korrelyasiya pəncərəsi daxilindəki intervalının keyfiyyətinin yaxşılaşmasına gətirir və digər hissələrin keyfiyyətini pisləşdirir. Bu yolla təyin edilmiş təshihlər zaman kəsilişindəki seysmik horizontların zamanlarının sürüşməsinə də səbəb ola bilər. Bu, ona görə belə olur ki, nəzərdən keçirdiyimiz alqoritm kinematik düzəlişlərdə olan xətalara statik təshihlər kimi qəbul edir. Yəni kinematik düzəlişlərdə olan xətalara statik düzəlişlərə köçürürlər. Məhz bu səbəbdən yuxarıdakı alqoritmlərlə işləyən prosedurların tətbiqi zaman kəsilişlərinə görə geoloji dəyərləndirmə tədqiqatlarının nəticələrinə də mənfi təsir edə bilər.

Problemin həlli üçün ÜDN trassalarının etalonla korrelyasiyası nəticəsində hesablanmış QKF-lərin maksimumlarının zamanlarına görə kinematik təshihlər təyin edilir. Bu məqsədlə QKF-lərin maksimumlarının zamanları hiperbola ilə approksimasiya edilir. Approksimasiya nəticəsində QKF-lərin zamanlarında olan aşağı tezlikli hissə təyin edilir. Əgər təyin etdiyimiz zamanlardan bu tezliyi çıxsaq statik təshihlərin təyin edilməsi zamanı kinematik düzəlişlərdəki xətalara iştirak etməyəcək və proqramın nəticələri daha dəqiq olacaqdır.

Statik təshihlərin qiymətlərinin təyin edilməsi üçün dörd faktorlu tənliklər əsasında tərtib edilmiş (Танер и др., 1974) alqoritm ən etibarlı hesab edilir. Hazırda istehsalatda geniş miqyasda istifadə edilən proqramların əksəriyyəti bu alqoritm əsasında tərtib edilmişdir.

Proqram yuxarıda şərh etdiyimiz qaydada QKF-ləri hesablayır və δt -ləri kompüterin yaddaşına köçürür. Sonrakı mərhələdə hesablanmış QKF-lərin maksimum qiymətlərindən istifadə olunaraq hər bir trassanın etalonla nisbətən (aşağıya və ya yuxarıya) sürüşməsi təyin edilir. Bu qiymətlər nəzərə alınmaqla etalon trassa yenidən hesablanır. Aydın ki, ikinci mərhələdə alınan trassanın enerjisi birinci etalonun enerjisindən yüksək olur. Beləliklə, etalonun hesablanması üçün optimal cəmləmə şəraiti yaradılır və onun dəqiqləşdirilməsi mərhələləri bir neçə dəfə təkrarlanır. Bu təkrar hesablamalar o qədər davam etdirilir ki, növbəti mərhələdə hesablanmış etalon trassanın enerjisi əvvəlkinə nisbətən dəyişməz qalsın və ya verilən sabit ədəddən az olsun. Bundan sonra alınan etalon trassa ilə onun mərkəzinə aid olan ÜDN seysmoqramının trassaları arasında QKF hesablanır və onun maksimum qiymətinin etalonun mərkəzinə nisbətən sürüşməsi δt təyin edilir. Belə qəbul edilir ki, bu həqiqətdə də belədir, δt -lər dörd əsas tərkibdən ibarətdir:

$$\delta t_{ij} = R_i + S_j + L_k + M_k(j-i)^2 \quad (5.2)$$

Burada R_i - partlayış noqtəsinə görə statik düzəliş, S_j - qəbul məntəqəsinə görə statik düzəliş, L_k - baza daxilində toplanan trassaların yaratdıqları faza sürüşməsi (və ya struktur faktor) və $M_k(j-i)^2$ -kinematik düzəlişlərdəki xətalardır. L_k profil xətti boyu t_{0x} -in fluktuasiyası kimi də qəbul edilə bilər və aşağı tezlikli funksiyadır. Statik təshihlərin bu tənliklə verilən modeli seysmik qəbuledicilər qrupuna gələn dalğanın R_i qədər ləngiməsini i saylı qəbul məntəqəsi və dalğanın qeyd edilmə zamanının S_j qədər gecikməsini j saylı partlayış nöqtəsi ilə əlaqələndirir.

Tənlikdən göründüyü kimi, ÜDN hodoqrafının formasına dörd əsas faktor təsir edir. Onları ləğv etmək üçün müxtəlif üsullar mövcuddur. Ən effektiv alqoritm tənliyin ən kiçik kvadratlar üsulu ilə həllini nəzərdə tutur. Bu üsulun mahiyyəti xətalарın kvadratları cəminin minimuma gətirilməsindən ibarətdir. Yəni

$$\sum e^2 = \sum (\delta t_{ij} - \delta t_{mn} - R_i + R_m - S_j + S_n - L_{i+j} + L_{m+n} - M_{i+j(j-i)}^2 + M_{i+j(j-i)}^2)^2 = \min$$

Burada

$$dE/dR_i = 0, \quad dE/dS_j = 0, \quad dE/dL_{i+j} = 0, \quad dE/dM_{i+j} = 0$$

qəbul edərək Taner və başqaları aşağıdakı tənliyi yazmışlar:

$$\sum e^2 + \lambda (\sum R_i^2 + \sum S_j^2 + \sum L_{i+j}^2 + \sum R_{i+j}^2) = \min, \quad \lambda > 0.$$

Müəlliflər qeyd edirlər ki, tənliyin həlli λ -dan asılı deyildir və axtarılan statik təshihlərin müəyyən bazada hesablanan etalon trassa ilə mərkəzi ÜDN trassalarının arasındakı QKF-lərə görə təyin edilməsini təmin edir. Bizim uzunmüddətli təcrübəmiz müəlliflərin haqlı olduğunu sübut edir. «Mizer» adı altında məşhur olan bu proqram Azərbaycanda da müşahidə olunan seysmik yazıların emalında istifadə edilmişdir. Hazırda onun modifikasiyalarından istifadə edilməkdədir.

5.7. ÜDN hodoqraflarına görə effektiv sürətlərin testlənməsi və ÜDN sürətlərinin təshihə

Əks olunan dalğanın qeyd olunma zamanı (t_x) əksedirici sərhədin dərinliyi h , seysmik dalğanın mühitdə yayılma sürəti (V) və partlayış nöqtəsi ilə qəbul məntəqəsi arasındakı məsafədən (X) asılıdır. ÜDN hodoqrafın əks etdirdiyi bu asılılıqdan dalğanın mühitdə yayılma sürətinin təyin edilməsi üçün istifadə edilir.

İkinci fəsildə verilən ÜDN hodoqrafının tənliyinin (2.27) bir qədər dəyişdirilmiş formasına baxaq:

$$t^2 = t_0^2 + x^2/V^2_{\text{ÜDN}} \quad (5.3)$$

Əgər t^2 -in x^2 -dan asılılıq qrafikini qursaq, ÜDN hodoqrafı mailliyi $1/V_{\text{ÜDN}}$ olan düz xəttə çevriləcəkdir. Bu xətt t^2 oxundan t_0^2 -a bərabər parça kəsəcəkdir. Buradan $h=0.5 t_0 V_{\text{ÜDN}}$ təyin etmək mümkündür. Bu yolla təyin edilən sürət seysmik yazıların ÜDN üsulu ilə cəmlənməsində istifadə olunduğundan ona ÜDN sürəti ($V_{\text{ÜDN}}$) deyilir. Geoloji mühiti formalaşdıran layların üfüqi yatdığı halda $V_{\text{ÜDN}}$ orta kvadratik sürətlə üst-üstə düşür.

$$V^2_{\text{ÜDN}} = \frac{\sum_{m=1}^n V_m^2 \Delta t_m}{\sum_{m=1}^n \Delta t_m} \quad (5.4)$$

Burada V_m^2 - m sayılı layda dalğanın hərəkət sürəti, Δt_m - dalğanın laydan keçməsinə sərf edilən ikiqat zamandır.

Ümumi halda (5.4) düsturunun yazılışı mümkün deyildir. Xüsusi hallarda isə:

$V_{\text{ÜDN}}=V$ bircinsli mühit və üfüqi lay üçün;

$V_{\text{ÜDN}}=V/\cos\varphi$ bircinsli mühit və maili lay üçün;

$V_{\text{ÜDN}}=V_{\text{or.kv}}$ laylı mühit və üfüqi laylanma üçün;

$V_{\text{ÜDN}}=V_{\text{or.kv}}/\cos\varphi$ laylı mühit və maili yatım üçün yazmaq mümkündür.

Emal qrafının ilkin mərhələlərində ÜDN hodoqrafına görə $\cos\varphi$ ilə V -ni ayırmaq mümkün olmadığından, problemin həllini yalnız $V_{\text{ÜDN}}$ -nin testlənməsi yolu ilə tapmaq mümkündür. $V_{\text{ÜDN}}$ təyin edildikdən sonra xüsusi üsullarla $V_{\text{or.kv}}$ (orta kvadratik sürət) və φ -nin ədədi qiymətləri hesablanı bilər.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, $V_{\text{ÜDN}}$ -nin testlənməsi üçün çoxsaylı proqramlar işlənilib hazırlanmışdır. Ən sadə alqoritm cəmləmə operatoru əsasında tərtib edilmişdir. Bu alqoritmə əsasən $V_{\text{ÜDN}}(t_0)=\text{const}= V_1, V_2, V_3, V_4, \dots, V_n$ seçilir. Seçilmiş sürətlərin ədədi qiymətləri zamana görə dəyişmir, yəni $V_{\text{const}}=f(t)$ kimi qəbul edilir. Sürətlər diapazonu elə seçilir ki, ərazi üçün gözlənilən $V_{\text{ÜDN}}=V/\cos\varphi=f(t)$ interval daxilində qalsın. Eyni zamanda, V_1 ilə V_2 , V_2 ilə V_3 və s. arasındakı fərq elə götürülməlidir ki, onlara görə hesablanmış τ_x partlayış məntəqəsindən maksimum məsafədə yerləşən trassa üçün 4-8 ms qədər azalsın. Söhbət eyni t_0 -a uyğun τ_x -dan gedir. Kiçik zamanlar üçün τ_x -ın 4-8 ms dəyişməsi şərti $\Delta V_{\text{ÜDN}}$ kiçik, böyük zamanlar üçün böyük qiymətlərlə fərqləndiyindən, adətən $\Delta V_{\text{ÜDN}}$ -nin ədədi qiyməti 20 m-dən 300 m-ə qədər fərqlə götürülür. Sürətlərin testlənməsi profil xətti boyu 0.5-1.0 km məsafədən bir müəyyən bazada (adətən 1.0-1.5 km eni olan zolaqda, yəni 20-30 ÜDN nöqtəsi qədər) yerinə yetirilir. Seçilmiş hər bir sürətə uyğun kinematik şkala hazırlanır və onun tətbiqi ilə verilən baza daxilindəki ÜDN seysmoqramları cəmlənir, parametrləri $V_{\text{ÜDN}}$ və t_0 olan zaman kəsilişləri tərtib edilir (şəkil 5.6a). Zaman kəsilişlərində ən yaxşı dinamikaya malik dalğa cəbhələri seçilir və onlara uyğun t_0 və $V_{\text{ÜDN}}$ yaddaşda saxlanılır. Beləliklə tələb olunan $V_{\text{ÜDN}}=f(t)$ asılılığı təyin edilir. Bu üsulla cəmləmə operatoru

$$A_{t,\text{çix}} = (1/N) \sum_{j=1}^N A_{t,j} \quad (5.5)$$

kimi qəbul edilir.

Məsələnin həllinə nəzəri yolla hesablanmış hədoqraflarla müşahidə olunan seysmoqramdakı dalğa sahəsinin approksimasiyası kimi də baxmaq olar. Yəni birqat əks olunan dalğaların sinfaz cəmlənməsi üçün $V_{\text{ÜDN}}=f(t_0)$ məlum olmalıdır. Bu asılılıqdan istifadə edilməklə verilən $V_{\text{ÜDN}}(t_0)=\text{const}= V_1, V_2, V_3, V_4, \dots, V_n$, uyğun olaraq, t_0 və x -in müxtəlif qiymətlərinə görə nəzəri hiperbolalar hesablanır və onlar müşahidə olunan ÜDN seysmoqramlarının üzərinə qoyulur. ÜDN trassaları cəmlənir, hiperbolaların approksimasiya etdikləri zamanlarda birqat əks olunan dalğa cəbhəsi olarsa, onlar sinfaz toplanacaqlar. Nəticədə birqat əks olunan dalğalar gücləndiriləcək, ÜDN seysmoqramında olan digər dalğalar isə sinfaz toplanmadıqlarına görə zəifləndiriləcəkdir.

Digər bir alqoritmə əsasən cəmləyici operatorun (5.5) əvəzinə (4.15) ilə verilən koherentlik əmsalından, yəni

$$K=2(N-1)^{-1} \left(\sum_{m=1}^{N-1} \sum_{j=m+1}^N \sum_{i=1}^T |A_{j,i} \times A_{m,i}| \right) / \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^T (A_{j,i})^2 \quad (5.6)$$

istifadə edilir. Şəkil 5.6b-də bu alqoritmin əsasında tərtib edilmiş proqramın nəticəsi verilmişdir. Burada X oxu boyu testləmədə istifadə olunan sürətlərin sıra sayı, Y oxu istiqamətində isə (5.6) ilə təyin edilən K-nın ədədi qiyməti qeyd edilmişdir. Bu qrafiklərə sürət spektrləri deyilir. Sürət spektrləri adətən zaman oxu boyu hər T/2-dən bir hesablanır. Hər bir sürət spektrinin maksimum qiymətinə görə $V_{\text{ÜDN}}$ -nin optimal qiyməti və onun aid olduğu t_0 asanlıqla təyin edilə bilər.

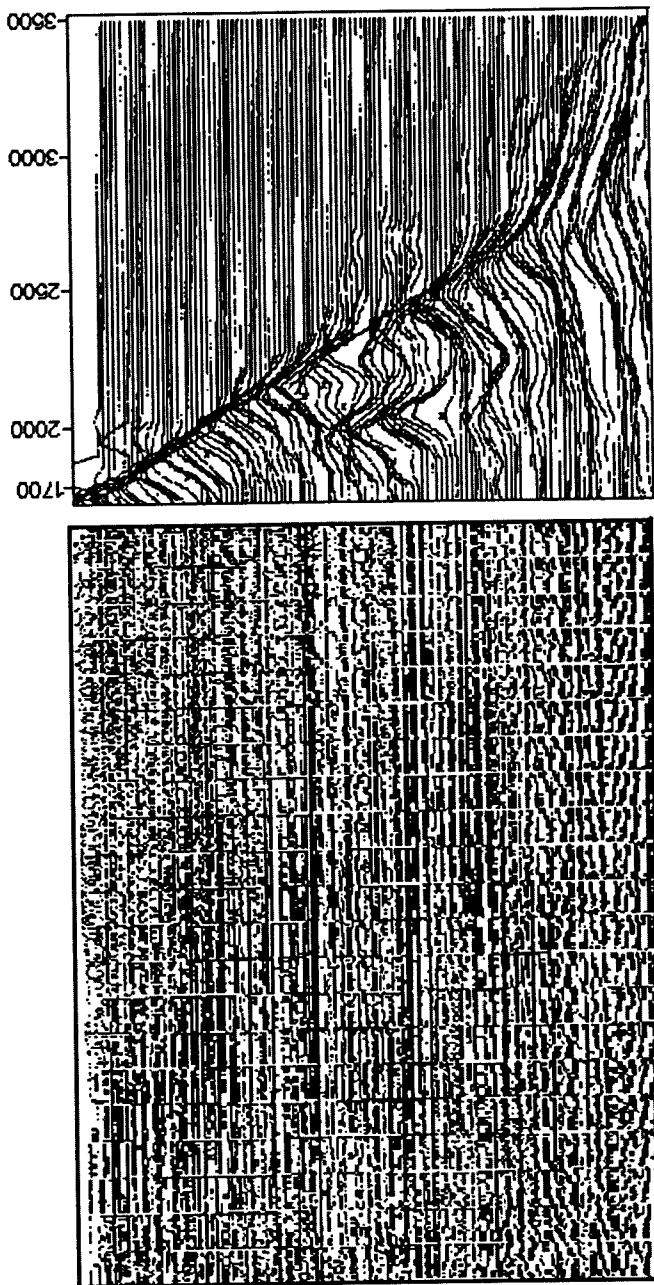
Nəticələrin birinin digərinə nisbətən üstünlüyü və ya çatışmayan cəhətləri aşağıdakılardan ibarətdir. Şəkil 5.6a-da verilən nəticəyə görə dalğa sahəsinin dinamikası haqqında fikir söyləmək mümkün olduğu halda, şəkil 5.6b-dəki sürət spektrləri əsasında bu barədə danışmaq mümkün deyildir.

Lakin şəkil 5.6b-dəki nəticəyə əsasən sürət əyrisinin kompüterin tətbiqi ilə emal işini yerinə yetirən mütəxəssisin iştirakı olmadan belə avtomatik rejimdə təyin edilməsi mümkündür və bu yalnız sadə seysmogeoloji şəraitlə səciyyələnən ərazilərdə müşahidə olunan seysmik yazılara görə yerinə yetirilə bilər. Şəkil 5.6-da verilən nəticələrdən göründüyü kimi, ikinci alqoritmlə işləyən proqramın nəticələri daha yüksək həlledicilik qabiliyyətinə malikdir.

Biz bu alqoritmi inkişaf etdirmək fikri ilə bir sıra tədqiqatlar yerinə yetirmişik və nəticədə belə qərara gəlmişik ki, ikinci alqoritmin nəticələrinə əsasən koherentlik əmsallarından ibarət zaman kəsilişi tərtib etmək mümkündür. Belə zaman kəsilişi ikinci alqoritmin həlledicilik qabiliyyətini, birincinin isə əks olunan dalğa cəbhəsinin dinamikası haqqında məlumat daşıma qabiliyyətini özündə cəmləşdirə bilər. Bu məqsədlə (5.5) və (5.6)-dan istifadə edərək aşağıdakı düsturu

$$K^* = \text{Siqn}(A_{L, \text{çix}}) K \quad (5.7)$$

yazmışıq və ondan istifadə etməklə işləyib hazırladığımız alqoritm əsasında sürətlərin testlənməsi üçün yeni bir proqram tərtib etmişik. Onun nəticələrindən biri şəkil 5.7-də müqayisəli şəkildə verilmişdir. Bu nəticədən şəkil 5.6b-də verilən sürət spektrləri də asanlıqla hesablanıla bilər (şəkil 5.7c) və proqram bunu avtomatik şəkildə yerinə yetirir.



b

a

Şəkil 5.6. ÜDN sürətlərinin testlənməsi: a-eyni ÜDN trassalarının, $V_{sabit} = f(t)$ -yə uyğun kinematik düzəlişlər verildikdən sonra, çəmlənməsi nəticəsində tərtib edilmiş zaman kəsilişləri; b – eyni qaydada kinematik düzəlişlər daxil edilmiş trassalara görə 20 ms uzunluğunda daxilində hesablanmış sürət spektrləri

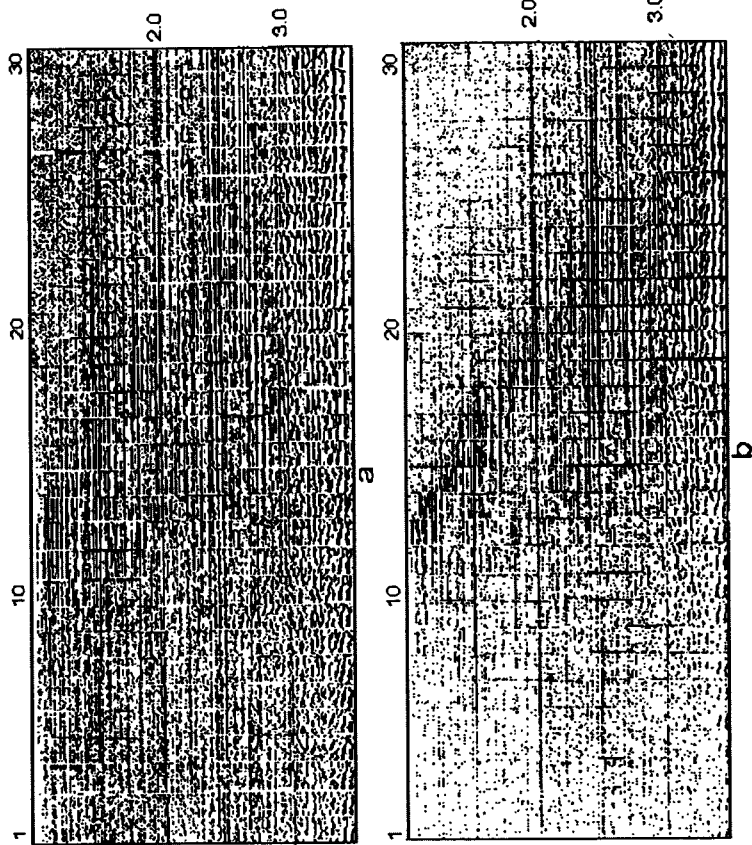
Göründüyü kimi, işlənib hazırlanmış yeni alqoritm əvvəlki hər iki alqoritmin nəticələrini özündə cəmləşdirir. Proqram eyni zamanda sürət spektrlərinin təhlilini də yerinə yetirir və bu əməliyyat emal mütəxəssisinin əvvəlcədən təyin etdiyi sürətlər diapazonu daxilində aparılır, profil xəttinin verilən nöqtələrində $V_{\text{ÜDN}}=f(t_0)$ təyin edir və onları profilin pasportuna qeyd edir. Sonrakı mərhələdə onlardan istifadə edilməklə zaman kəsilişləri tərtib edilir. Belə bir nəticə adi qaydada tərtib edilmiş zaman kəsilişi ilə müqayisədə şəkil 5.8-də verilmişdir. Göründüyü kimi, emal işləri üzrə mütəxəssisin qəbul etdiyi qərar proqram tərəfindən təsdiqlənmişdir. Yəni hər iki zaman kəsilişi tam olaraq eyni parametrlərlə səciyyələnir.

Müəllifin işləyib hazırladığı alqoritm əsasında tərtib etdiyi və nəticələri yuxarıda şərh (şəkil 5.7b və c)) edilən proqramdan 1981-1994-cü illərdə «Azərneftgeofizika» trestinin hesablama mərkəzində müvəffəqiyyətlə istifadə olunmuşdur. Hazırda istehsalatda tətbiq edilən emal proqramları kompleksinin tərkibində daha da inkişaf etdirilmiş alqoritmlər əsasında tərtib edilmiş proqramlar mövcuddur. Onlardan birinin nəticəsi şəkil 5.9-da verilir.

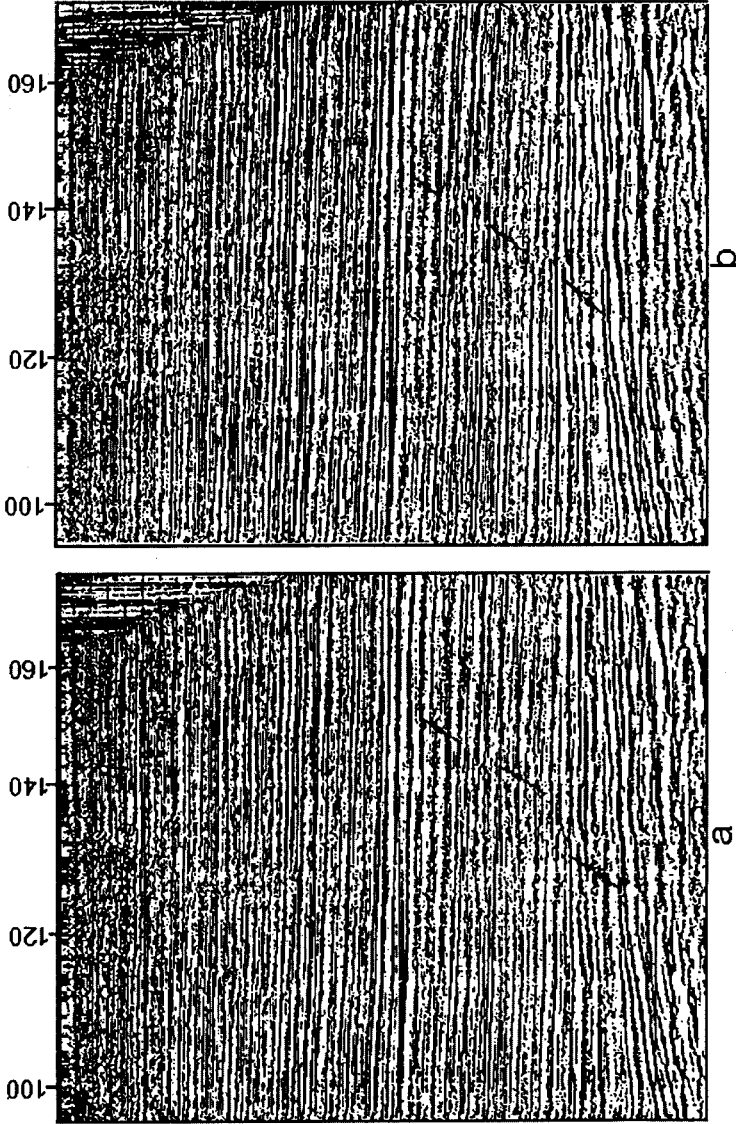
$V_{\text{ÜDN}}$ -nin yuxarıda göstərdiyimiz qaydada təshih edilməsindən sonra yenidən statik düzəlişlərin təshihlənməsi yerinə yetirilir. Yəni sürətlərin təshihlənmiş qiymətlərindən istifadə olunaraq statik düzəlişlər dəqiqləşdirilir. Ümumiyyətlə, emal qrafının bu mərhələsi iterativ prosesdir və bir neçə dəfə təkrarlanır. Deməli, emal qrafının pillələri statik və kinematik düzəlişlərin təshihlənməsi mərhələsinin hesabına bir qədər mürəkkəbləşir.

5.8. Koherentlik kəsilişlərinin tərtib olunması

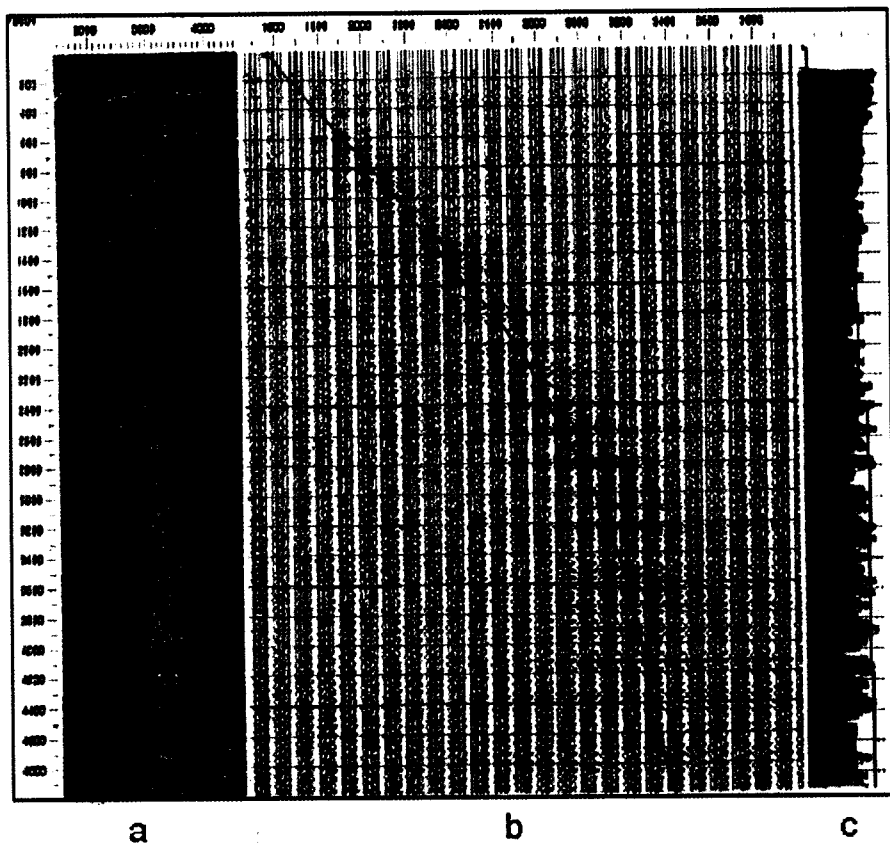
Müəllif 5.7-də izahı verilən alqoritm əsasında daha bir proqram da tərtib etmişdir. Proqram verilən $V_{\text{ÜDN}}=f(t_0)$ əsasında ÜDN seysmoqramlarından K^* -ya (5.7) uyğun olaraq, zaman kəsilişlərinin formatında, koherentlik əmsallarından ibarət kəsiliş tərtib etməyə imkan verir. Bu kəsilişlərə əsasən müşahidə xəttinin hər bir nöqtəsində emal qrafının nəticələrinin keyfiyyəti haqqında fikir söyləmək mümkündür. Emal qrafına daxil edilmiş proqramların parametrlərinin optimal seçildiyi halda isə proqramın tətbiqi ilə tərtib edilmiş koherentlik kəsilişinə görə geoloji kəsilişin bir sıra xüsusiyyətlərinin stabilliyi (və ya əksinə) haqqında fikir söyləmək olar. Şəkil 5.10-da proqramın nəticələrindən birinin adı zaman kəsilişi ilə müqayisəsi verilir.



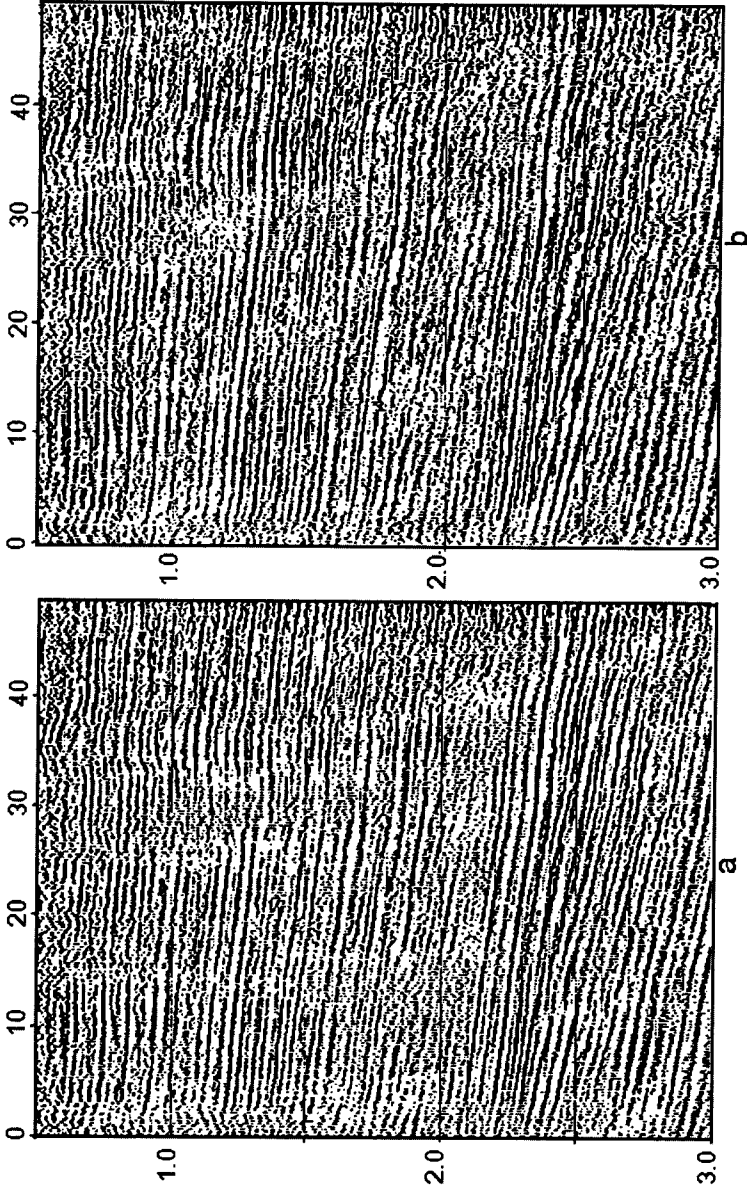
Şəkil 5.7. ÜDN sürətlərinin testlənməsi: a- ÜDN trassalarının, $V_{sabit} = f(t)$ -yə uyğun kinematik düzəlişlər verildikdən sonra, cəmlənməsi nəticəsində tərtib edilmiş zaman kəsilişləri; b və c- müəllifin tərtib etdiyi alqoritm və programın nəticələri (program zaman kəsilişini koherentlik əmsallarından tərtib edir)



Şəkil 5.8. a- ÜDN sürətlərinin testlənməsi əsasında seysmik yazıların emalı üzrə müxtəlif tərəfindən və b- müəllifin tərtib etdiyi programın tətbiqi ilə təyin edilmiş sürətlərə görə tərtib edilmiş zaman kəsilişləri. Müəllifin tərtib etdiyi program şəkil 5.7b və c-də verilən nəticələrdən istifadə edir



Şəkil 5.9. ProMax emal sisteminin tərkibinə daxil edilmiş sürətlərin testlənməsi proqramının nəticəsi: a- sürət spektrləri; b- sabit sürətlərə uyğun zaman kəsilişləri və c- interval sürətləri. a və b-nin parametri $V_{sabit} = f(t)$ -dir



Şekil 5.10. Zaman (a) ve koherentlik (b) kısıtlıları

5.9. Koherent süzgəcləmənin tətbiqi

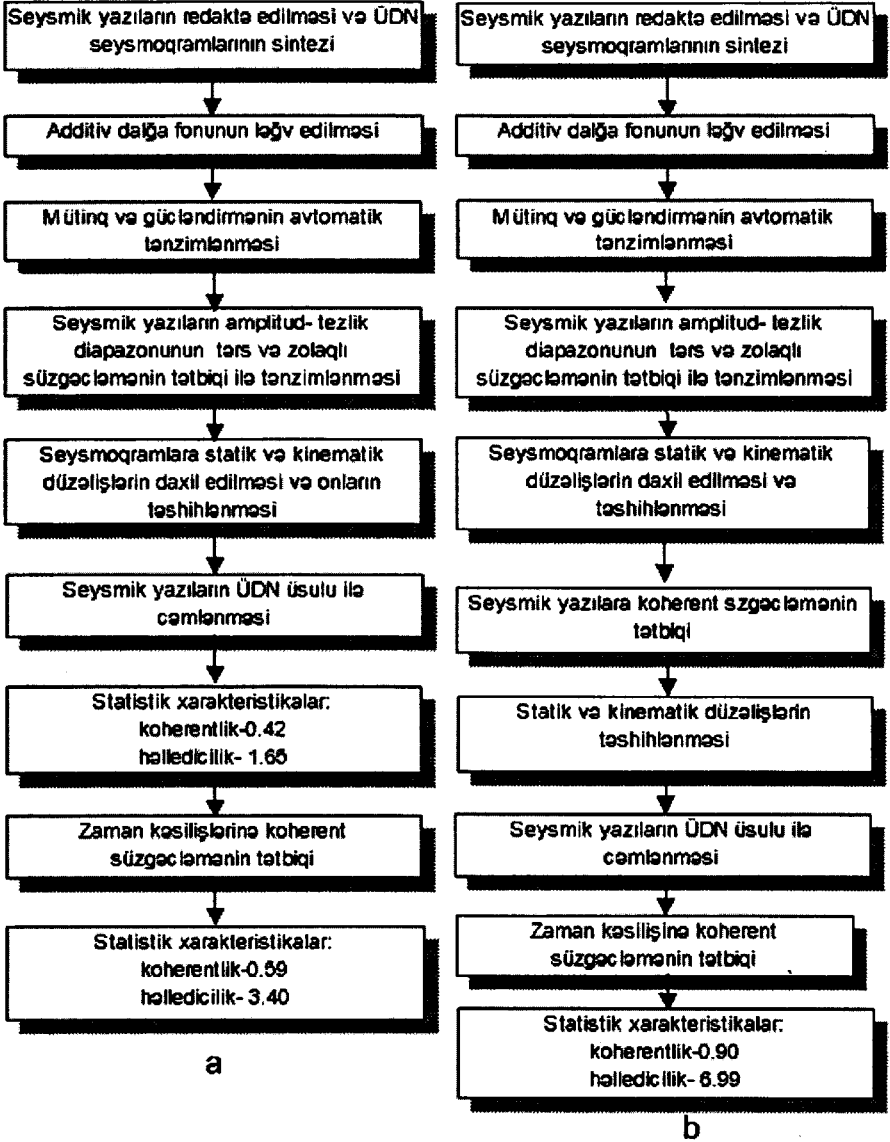
Seysmik yazılarda siqnal/səs-küy nisbətinin çox aşağı olduğu hallarda digər emal prosedurlarının hesabına daha mürəkkəb emal qrafı tərtib etmək olar. Belə bir emal qrafı şəkil 5.11-də və onun tətbiqi ilə alınan nəticələrdən biri şəkil 5.12-də verilmişdir. Bu emal qrafı koherent süzgəcləmənin yalnız zaman kəsilişinə tətbiqini nəzərdə tutur. Bizim tədqiqatlarımız onun emal qrafının ilkin mərhələlərində tətbiqinin daha effektiv olmasını sübut etdi və biz belə bir emal qrafının reallaşdırılması üçün xüsusi alqoritm hazırladıq. Onun əsasında xüsusi proqram tərtib etdik. Bu proqram bizə yeni bir emal qrafı tərtib etməyə imkan verdi və biz onu müşahidə olunan seysmik yazılarda siqnal/səs-küy nisbətini çox kiçik olduğu hallarda tətbiq etdik. Yeni alqoritm ÜDN hodoqraflarına statik və kinematik düzəlişlər daxil edildikdən sonra seysmik trassaların koherent süzgəcdən keçirilməsini nəzərdə tutur. Bu emal qrafının nəticələrindən birinə görə hesablanmış statistik xarakteristikaların qrafiklərinin (şəkil 5.13) müqayisəsindən təklif edilən emal qrafının zaman kəsilişində siqnal/səs-küy nisbətini əhəmiyyətli dərəcədə artdığı aydın görünür. Şəkil 5.14-də verilən zaman kəsilişləri şəkil 5.11a və b-də verilən emal qrafının tətbiqi ilə tərtib edilmişdir. Zaman kəsilişlərinin müqayisəsindən görünür ki, koherent süzgəcləmə prosedurunun emal qrafının ilkin mərhələsində tətbiqi daha faydalıdır.

Şəkil 5.11b-də verilən emal qrafı aşağıdakı dəlillərlə əsaslandırılmışdır. Yarım fəsil 4.6-da göstərmişdik ki, koherent süzgəcləməni yerinə yetirmək üçün verilən baza daxilindəki trassalar yelpikvari istiqamətlərdə cəmlənirlər və onların tərkibinə bazanın mərkəzindəki trassanın enerjisinin müəyyən hissəsi əlavə edilir. Əgər siqnal/səs-küy nisbəti aşağıdırsa mərkəzi trassanın modellə qarışdırılan enerjisi azaldılır. Adətən bu enerjinin 10-100%-ə qədəri istifadə edilə bilər. Modellər tərtib edilərkən eyni əksətdirici sərhəddən əks olunan dalğalar koherent dalğalar kimi qəbul edilir. Lakin KSZ zonasını səciyyələndirən layların litoloji tərkibinin dəyişkənliyi müşahidə edilən əks olunan dalğa sahəsinin amplitud-tezlik xarakteristikasının müxtəlifliyini şərtləndirir. Deməli, qarşılıqlı korrelyasiya funksiyalarının hesablanmasına əsaslanan koherent süzgəcləmə əməliyyatından əvvəl

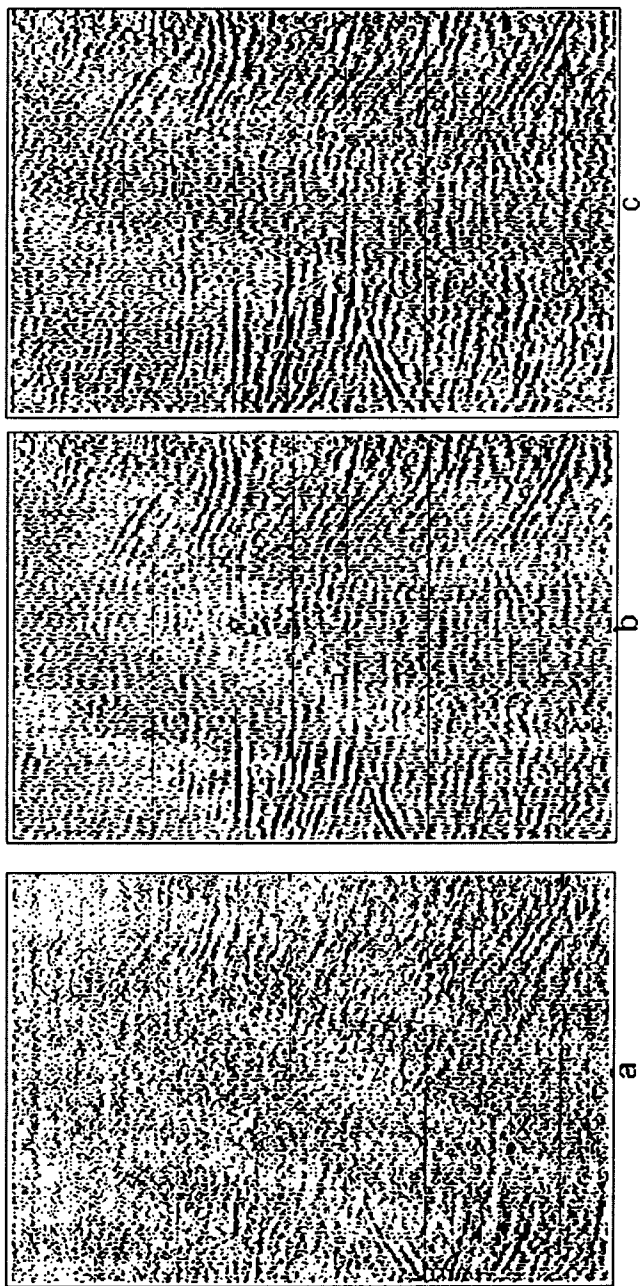
seysmik yazılar zolaqlı süzgəcləmədən istifadə edilməklə additiv dalğa fonundan təmizlənməli, onlara amplitudaların avtomatik tənzimlənməsi və tərs süzgəcləmə prosedurları tətbiq olunmalı, trassaların zamanlarına statik və kinematik düzəlişlər daxil edilməlidir.

Digər tərəfdən, koherent süzgəcləmədən sonra statik və kinematik təshihləri hesablayan proqramların həlledicilik qabiliyyəti yüksəlir, ona görə ki, onlar da öz növbəsində koherentlik əmsallarından istifadə edirlər. Bundan əlavə koherent süzgəcləmədən sonra ÜDN üsulu ilə cəmləmə operatorunun girişində də optimal şərait yaradıldığından tərtib edilmiş zaman kəsilişlərində koherent dalğa cəbhəsinin birmənalı korrelyasiyası üçün zəmin yaradılır.

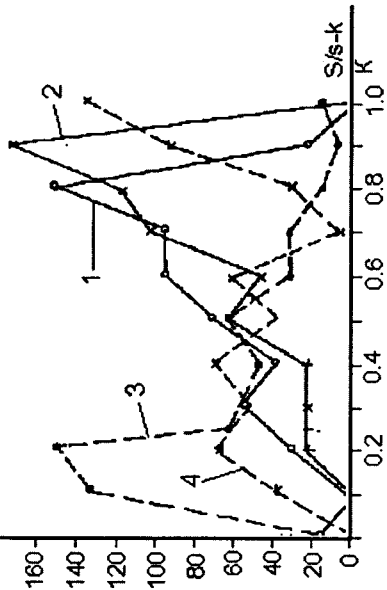
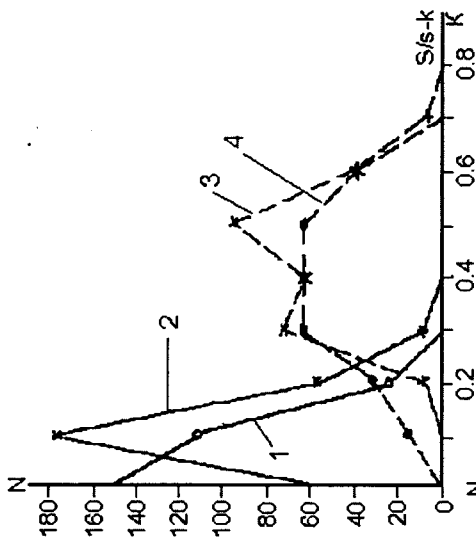
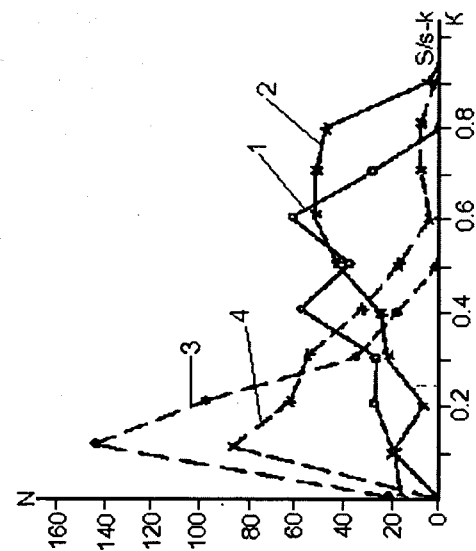
Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, koherent süzgəcləmənin ÜDN seysmoqramlarına tətbiqi kinematik və statik təshihləri tənzimləyən emal prosedurlarının optimal rejimdə işləməsini təmin edir. Şəkil 5.15-də bunu təsdiqləyən bir misal verilmişdir. Bu şəkildə verilən nümunələrin müqayisəsindən görünür ki, koherent süzgəcləmənin ÜDN seysmoqramlarına tətbiqi nəticəsində emal qrafının sürətlərin testlənməsi mərhələsinin effektivliyi əhəmiyyətli dərəcədə yüksəlir.



Şəkil 5.11. Koherent süzgecləmənin tətbiqi ilə tərtib olunmuş emal qrafı: a) zaman kəsilişinin və b) seysmoqramların və koherent süzgecləmənin tətbiqini nəzərdə tutur

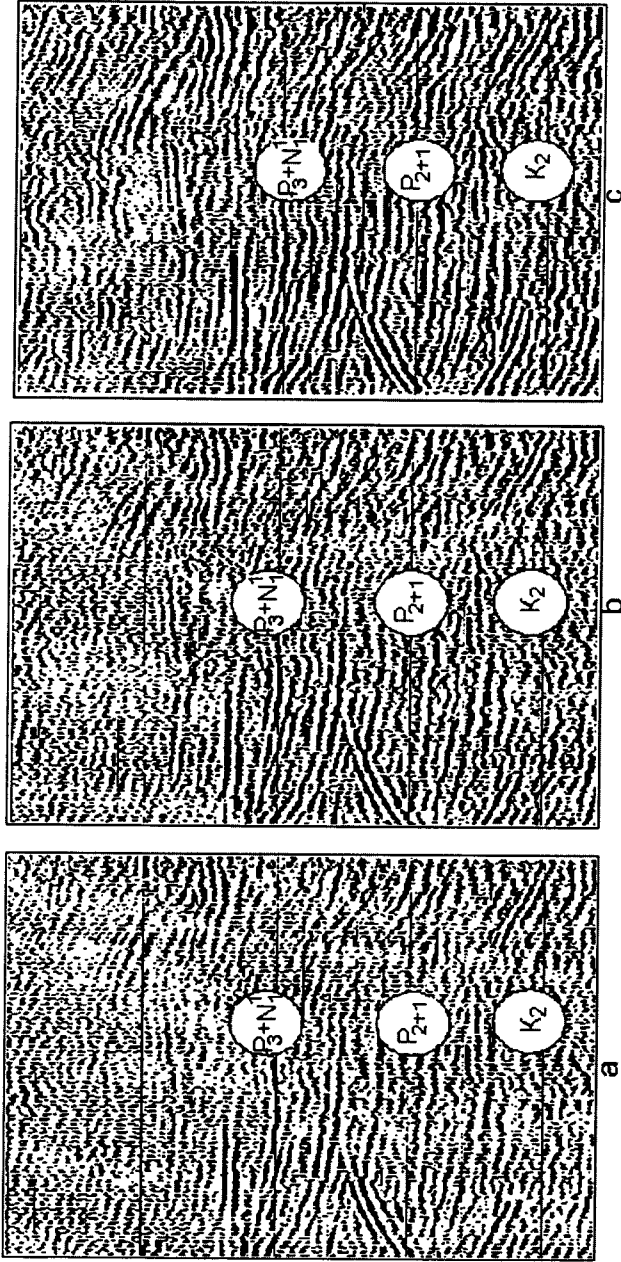


Şəkil 5.12. Zaman kəşiyi: a- ÜDN trassalarına zolaqlı süzgeç (ZS) tətbiq edildikdən, b- ÜDN trassalarına ZS tətbiq edildikdən, statik və kinematik düzəlişlərə təşhihlər verildikdən və c- b-dəki zaman kəşiyinə koherent süzgecləmə tətbiq edildikdən sonra tərtib edilmişdir

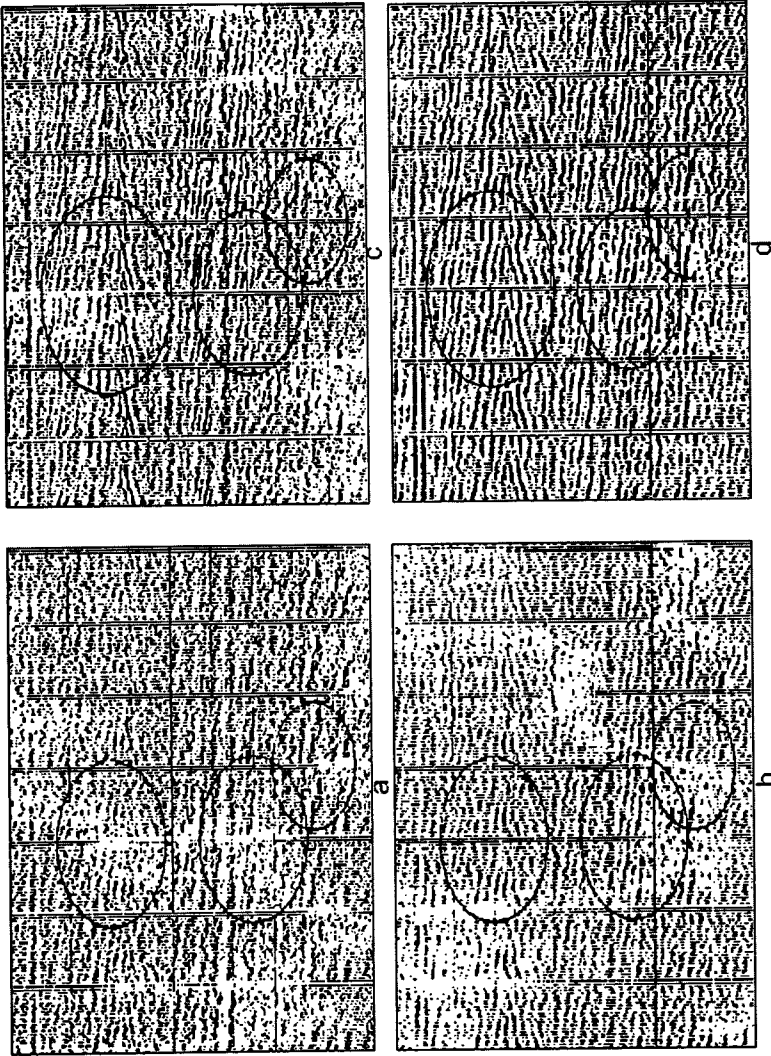


Şəkil 5.13. Koherentlik (K) və signal/səs-küy (S/s-k) əmsalları: a- ÜDN trassalarına, b və c zaman kəsiləsinə görə hesablanmışdır. a və b- zaman kəsilələri seysmik trassaların koherent süzgəclə emalından və onların əsasında zaman kəsiləsi tərtib edildikdən və c- dəki qrafiklər ÜDN trassalarının və zaman kəsiləsinin koherent süzgəclə emalından sonra hesablanmışdır. N-təcrübələrin sayıdır.

1 və 2- K əmsali, 3 və 4- S əmsalidir. Onlar koherent süzgəcləmədən əvvəl (1 və 2) və sonra (3 və 4) hesablanmışdır.



Şəkil 5.14. Zaman kəsilişi: a və c- şəkil 5.11a və b-də verilən emal qrafının təbiiq ilə; b- şəkil 5.11b-dəki emal qrafındakı zaman kəsilişinin koherent süzgəcləmə mərhələsi təbiiq edilmədən tərtib edilmişdir



Şəkil 5.15. Sürətlərin testlənməsi: a- trassalara zolaqlı süzəclənməsindən (ZS), b- ZS və statik düzəlişlərin təşihlənməsindən (SDT), c- ZS və iki dəfə SDT-dən və koherent süzəclənmədən (KS) və d- ZS, SDT, KS və SDT-dən sonra yerinə yetirilmişdir

5.10. Təkrar dalğaların çıxılması

Əgər seysmik yazılarda yüksək enerjiyə malik ikiqat təkrar dalğa fonu vardırısa, onlar ÜDN üsulu ilə cəmləmədən öncə ləğv edilməlidir. Seysmik yazılarda ikiqat təkrar dalğa fonunun olub-olmadığını hesablanmış sürət spektrlərinə görə və ya sürətlərin testlənməsi mərhələsində əldə edilmiş nəticələr əsasında müəyyənləşdirmək olar. Bu dalğa fonu sürət spektrlərində birqat əks olunan dalğalar kimi ikinci maksimumlar formalaşdırırlar. Lakin bu maksimumlara görə təyin edilən $V_{\text{ÜDN}}$ -lər ədədi qiymətçə birqat əks olunan dalğaların sürətlərindən iki dəfəyə qədər kiçik olur. Əgər biz ÜDN trassalarına təkrar dalğaların sürətlərinə uyğun kinematik düzəlişlər verib onları cəmləsək təkrar dalğalar sinfaz toplanacaqlar. Alınan nəticəni trassaların sayına bölüb təkrar dalğaların sürətinə uyğun kinematika daxil edilmiş trassalardan çıxsaq, təkrar dalğa fonundan təmizlənmiş ÜDN seysmoqramları əldə edəcəyik (şəkil 5.16). Nəhayət, təkrar dalğalardan azad olunmuş trassalara təkrar dalğaların sürətlərinə uyğun əks kinematik düzəlişlər verdikdən sonra alınan ÜDN seysmoqramlarının emalını davam etdirmək olar.

Qeyd edirik ki, bu alqoritm əsasında tərtib edilmiş proqram ÜDN trassalarına səs-küy tipli əlavə fon daxil edir. Bu problem hər bir trassadan onların cəminin orta qiymətinin çıxılması nəticəsində yaranır. Doğrudan da, ÜDN trassalarının zamanlarına ikiqat təkrar dalğanın sürətinə uyğun kinematik düzəliş verildikdə, birqat əks olunan dalğa hodoqrafının zamanları da dəyişdirilir (şəkil 5.16b). Nəticədə çıxma əməliyyatından sonra birqat əks olunan dalğaların enerjiləri uzun zaman intervalına paylanırlar və onlar cəmləyicinin çıxışında qeyri-müntəzəm fon kimi qeyd olunurlar (şəkil 5.16 d,e,ə). Bu fon ÜDN trassalarından çıxıldıqda eyni formalı səs-küy fonu hər bir seysmik trassaya paylanır. Şəkil 5.16e və f-in müqayisəsindən deyilənlərin izahı aydın görünür.

Bu arzu olunmayan nəticənin ləğvini təmin etmək üçün tərəfimizdən iki alqoritm işlənilib hazırlanmışdır. Bu alqoritmlər əsasında tərtib edilmiş proqramlar koherentlik əmsallarından istifadə etməklə birqat əks olunan dalğa cəbhələrinin gücləndirilməsini, digər müntəzəm və qeyri-müntəzəm dalğa fonunun isə zəiflədilməsini təmin edir.

Bu proqramlardan (PKRAT adlandırmışıq) birincisi aşağıdakı əməliyyatları yerinə yetirir:

- ÜDN trassalarına statik və birqat əks olunan dalğanın sürətinə uyğun kinematik düzəlişlər verir (şəkil 5.17b);
- düzləndirilmiş trassalar arasında üfqi istiqamətdə, verilən pəncərə daxilində koherentlik əmsallarını K_t hesablayır. K_t -nin hesablanması üçün (4.15) ilə verilən düsturdan istifadə edir. Əvvəlki fəsillərdə göstərmişdik ki, K_t -nin ədədi qiyməti sıfır ilə vahid arasında dəyişir. Əgər dalğa cəbhəsi sinfazdırsa və amplitud-tezlik xarakteristikası eyni olan dalğalardan formalaşmışdırsa, onda təyin edilən K_t -nin ədədi qiyməti vahid və ya ona yaxın olacaqdır (şəkil 5.17c). Qeyri-müntəzəm və müntəzəm, lakin düzləndirilməmiş dalğalar üçün onun ədədi qiyməti sıfıra yaxın olacaqdır;
- daha sonra aşağıdakı qayda ilə xüsusi zaman sırasını formalaşdırır:

$$\begin{aligned} B_t &= 0, & \text{əgər } K_t > m, \\ B_t &= 1, & \text{əgər } K_t \leq m \end{aligned}$$

və ondan istifadə edərək

$$K_t = |1 - B_t|$$

sırasını hesablayır (şəkil 5.17d). Bu sıranın seysmoqramın trassalarına hasili şəkil 5.17-dəki nəticəni verir;

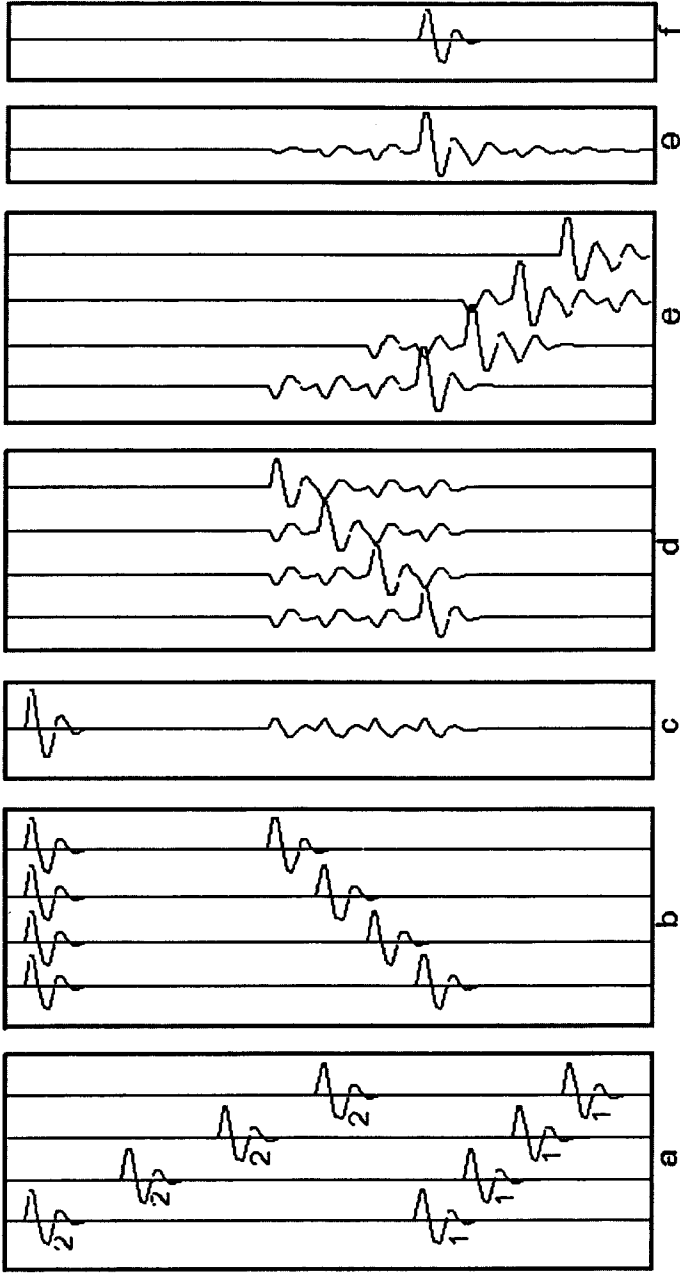
- trassaların zamanlarına əvvəlkinin əksi olan kinematik düzəlişlər verir.

Bundan sonra emal qrafının digər mərhələləri davam etdirilir.

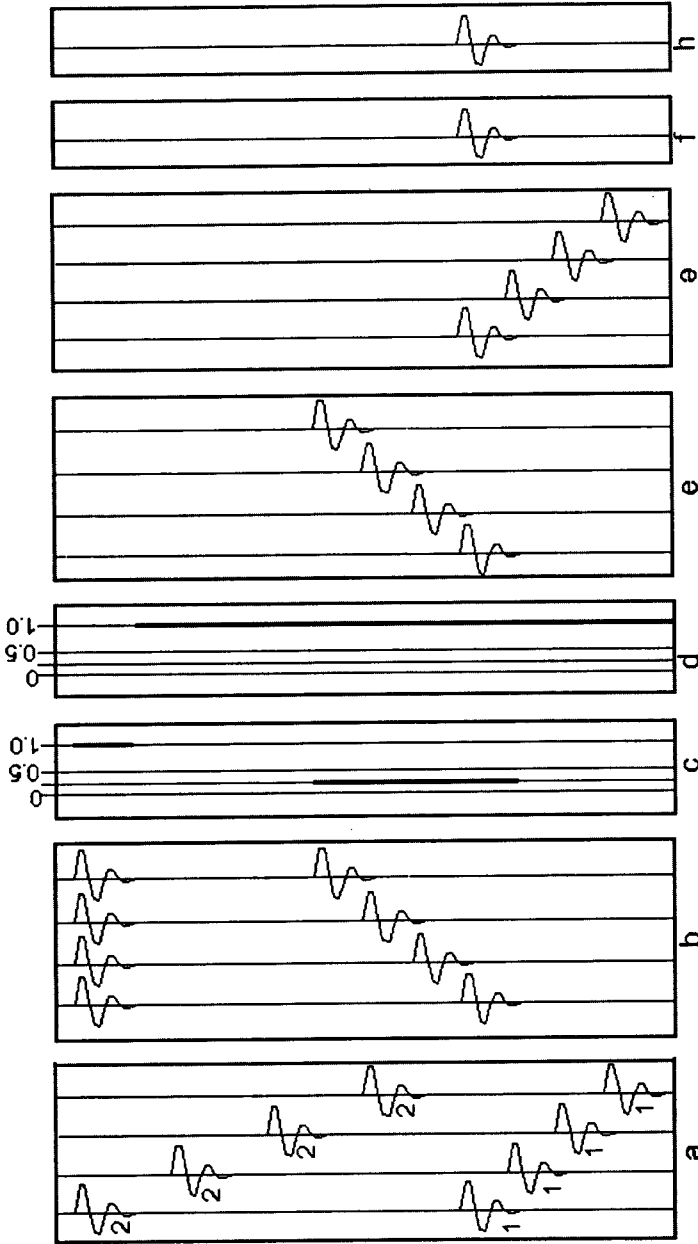
Bu proqramın tətbiqindən sonra alınan nəticənin arzu olunan nəticə ilə müqayisəsi şəkil 5.17 f və h-da verilmişdir. Göründüyü kimi, yerinə yetirilən əməliyyat nəticəsində birqat əks olunan dalğa cəbhəsini səciyyələndirən seysmik dalğaların enerjisi sabit qalır, təkrar dalğaların enerjisinin səviyyəsi sıfıra endirilir.

Qeyd etməliyik ki, bu əməliyyat nəticəsində səs-küy tipli dalğaların və kinematikasını təkrar dalğalardan fərqlənən müntəzəm dalğaların da amplitudaları dəyişdirilmir.

Bu prosedurun ikiqat təkrar dalğaların çıxılması proqramından üstünlüyü onun seysmik trassalara əlavə səs-küy fonunun daxil etməməsindədir.



Şəkil 5.16. Seysmik yazuların təkrar dalğalardan təmizlənməsi: a- əks olunan (1) və təkrar (2) dalğaları özündə cəmləşdirən seysmoqram; b- həmin seysmoqram təkrar dalğaya görə kinematik düzəlişdən (KD) sonra; c- b-dəki trassaların cəmi; d- b-dəki trassalardan c-dəki trassa çıxılmışdır; e- d-dəki trassalardan KD-lər ləğv edilmişdir; ə- e-dəki trassaların birqat əks olunan dalğaya görə KD-dən sonra cəmi; f- a-dəki trassaların birqat əks olunan dalğaya görə KD-lər verildikdən sonra cəmlənməsi nəticəsində əldə olunmuş arzue dilən nəticə



Şəkil 5.17. Seysmik yazıların təkrar dalğalardan təmizlənməsi: a- əks olunan (1) və təkrar (2) dalğaları üzündə cəmləşdirən seysmoqram; b- həmin seysmoqram təkrar dalğaya görə kinematik düzəlişdən (KD) sonra; c- b-yə görə hesablanmış koherentlik əmsallarından (K) ibarət trassa; d- normalaşdırılmış K-dan ibarət trassa; e- d-dəki və b-dəki trassaların hasil; ə- e-dəki trassalardan KD-lər ləğv edilmişdir; f- e-dəki trassaların və h- a-dəki trassaların ÜDN üsulu ilə cəmlənməsi nəticəsində əldə edilmiş arzu edilən trassa

Eyni məsələnin həllini təmin edən daha bir proqram (KRATN adlandırılmışdır) aşağıdakı kimi işləyir:

- ÜDN trassalarına statik və birqat əks olunan dalğanın sürətinə uyğun kinematik düzəlişlər verilir;
- düzləndirilmiş trassalar arasında üfqi istiqamətdə, verilən pəncərə daxilində koherentlik əmsalları K_t hesablanır;
- daha sonra aşağıdakı qayda ilə xüsusi zaman sırasını formalaşdırır:

$$B_t = m, \quad \text{əgər } K_t > m,$$

$$B_t = 1, \quad \text{əgər } K_t \leq m$$

və alınan zaman sırasının seysmoqramın trassalarına hasili hesablanır;

- trassaların zamanlarına əvvəlkinin əksi olan kinematik düzəlişlər verilir və nəhayət, emal qrafının digər mərhələlərinin yerinə yetirilməsi prosesi davam etdirilir.

Əvvəlkindən fərqli olaraq bu proqramın tətbiqi nəticəsində kinematikası təkrar dalğalardan fərqlənən müntəzəm və qeyri-müntəzəm dalğaların enerjiləri də zəiflədilə bilər.

Hər üç proqramın nəticəsinin müqayisəsi şəkil 5.18-də verilir. Şəkil 5.18-də verilən nəticə seysmogeoloji modelləşdirmə yolu ilə formalaşdırılmış dalğa sahəsinə görə əldə edilmişdir.

5.11. Zaman kəsilişlərinin miqrasiyası

Emal qrafının ən son proseduru zaman kəsilişlərinin miqrasiyasıdır. Son zamanlarda bu prosedur seysmik yazıların emalının ilkin mərhələsində tətbiq edilir. Emal qrafının bu mərhələsi çoxsaylı alqoritmlər əsasında tərtib edilmiş proqramların tətbiqi ilə yerinə yetirilir. Bütün proqramların tətbiqində məqsəd əksətdirici sərhədlərin, əgər seysmik müşahidələr ikiölçülü sistemlərin tətbiqi ilə yerinə yetirilmişdirsə, profil xəttindən keçən müstəvi üzərində fəza vəziyyətinin bərpasıdır. Qeyd edək ki, miqrasiyadan sonrakı zaman kəsilişlərində əks olunan dalğa cəbhəsinin enerjisi də bərpa edilir. Bu deyilənlərə aydınlıq gətirək.

ÜDN və MŞ üsulları ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinin eyniliyi haqqında mülahizələrə kitabın əvvəlində yer verilmişdi. Əgər seysmik kəşfiyyat yerinə yetirilən ərazidə geoloji kəsiliş üfüqi yatıma malik paralel laylardan ibarətdirsə, onda MŞ və ya ÜDN üsulu ilə (müşahidə edilən trassaların statik və kinematik düzəlişlərdən sonra cəmlənməsi nəticəsində) tərtib edilmiş zaman kəsilişində əksətdirici, qəbul və partlayış nöqtələrinin yer səthindəki koordinatları eynidir. Əksətdirici nöqtədən yuxarıdakı mühitdə yayılan dalğanın sürətini sabit qəbul etsək (bu hal yalnız kəsilməz bircinsli mühit üçün doğrudur), onda dalğa cəbhəsi çevrə şəkilli, şüalar isə əksətdirici sərhədə perpendikulyar olacaqlar.

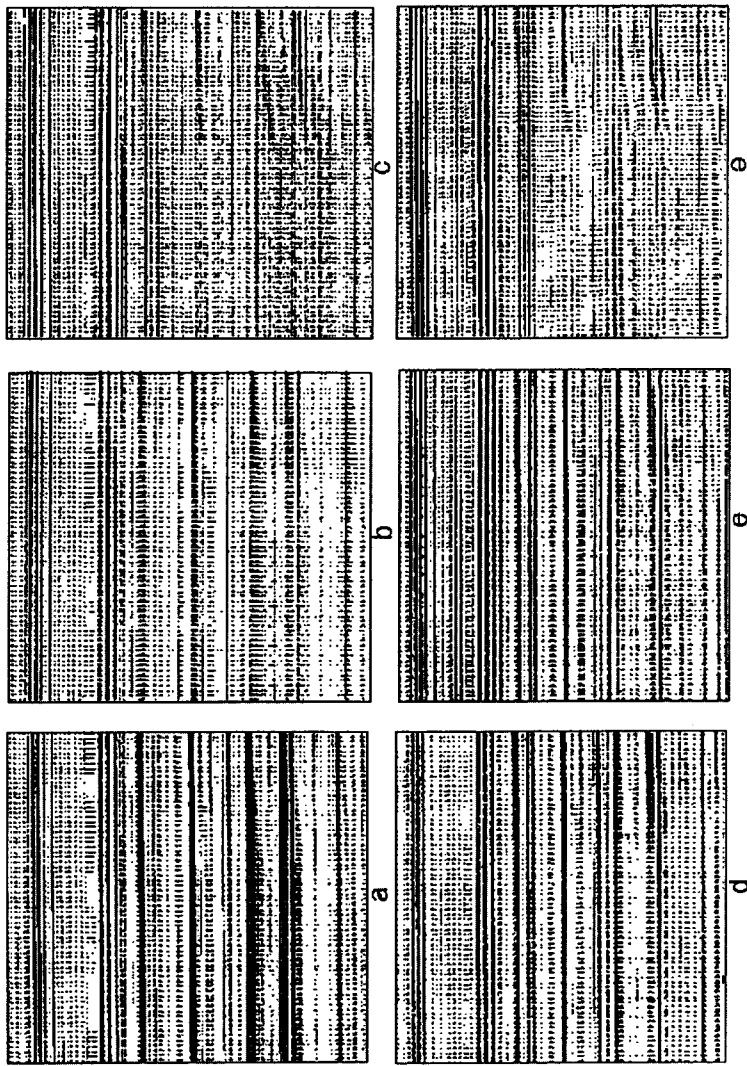
Əgər dalğanın yayılma sürəti dərinlikdən asılı olaraq dəyişirsə və geoloji kəsiliş üfüqi laylanma (bəsit tərkibli çöküntülərdən təşkil olunmuş) ilə xarakterizə olunursa, partlayış və qəbul nöqtələrinin koordinatları üst-üstə düşürsə, yenə də düşən və qayıdan dalğaların şüaları eynidir və onlar əksətdirici sərhədə perpendikulyardırlar.

Düşən və qayıdan şüalar müşahidə xəttinə də perpendikulyardırlar.

Hər iki halda zaman kəsilişlərinə görə dərinlik kəsilişini tərtib etmək üçün $h = V_{orta} \cdot t_{0x}/2$ -ni hesablayıb, qəbul nöqtəsinin altındakı müşahidə xəttinə perpendikulyar xətt üzərində nöqtələr qoyub onları birləşdirmək kifayətdir və bunu həm orta, həm də interval sürətlərindən istifadə etməklə yerinə yetirmək olar.

Lakin əksətdirici sərhədlər ixtiyari istiqamətdə mailliyə malik düz xətlərlə və ya yüksək tərtibli tənliklərlə approksimasiya olunurlarsa, onda zaman kəsilişindəki sinfaz dalğa cəbhələrini formalaşdıran əks olunan dalğalar qəbul nöqtələrinə müşahidə xəttinə perpendikulyar istiqamətdən gəlmirlər (şəkil 5.19 və 5.21).

Deməli, dərinlik kəsilişi tərtib edilməmişdən əvvəl bu dalğaların əks olunduqları nöqtələrin ikiölçülü fəzadakı yerləri müəyyənləşdirilməlidir. Şəkil 5.19-da deyilənlər əyani şəkildə nümayiş etdirilir. Şəkildən görüldüyü kimi, maili laydan əks olunan dalğalar onların üstündəki nöqtədə yox, başqa nöqtələrdə qeyd olunurlar. Aydın ki, müşahidə edilən əks olunan dalğaların koordinatları layın yatım istiqamətində yuxarıya doğru sürüşdürülməlidir. Seysmik kəşfiyyatda bu sürüşdürməyə seysmik dalğanın miqراسiyası deyilir.



Şəkil 5.18. Zaman kəsilişi: a - təkrar dalğa sahəsi ləğv edilməmişdən, b, e - təkrar dalğaların iki dəfə çıxılmasından; c, e - təkrar dalğa sonunun bir və iki dəfə ləğvindən; d - qeyri-müntəzəm dalğa fonu bir dəfə çıxıldıqdan sonra tərtib edilmişdir. d, c və e-dəki nəticələr müəllifin alqoritmələri əsasında özü tərəfindən tərtib edilmiş emal proqramlarının tətbiqi ilə alınmışdır

Əvvəllər seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi işlərini yerinə yetirən geofizik dalğa cəbhəsini korrelyasiya etdikdən sonra aşağıdakı üsulla dərinlik kəsilişləri tərtib edirdi. Bu məqsədlə orta sürət ayrılarından istifadə edilirdi.

Müşahidə xəttindəki nöqtələrdə əks olunan dalğanın zamanı uyğun orta sürətə vurulurdu və alınan nəticənin yarısına bərabər radiuslu çevrələr çəkilirdi. Sonra eyni əks olunan dalğa cəbhəsinə uyğun çevrələrə toxunanlar çəkilirdi. Bu yolla həm dalğanın miqراسiyası reallaşdırılırdı, həm də əksətdirici sərhədin ikiölçülü fəzadakı yeri müəyyənləşdirilirdi (şəkil 5.19). Buna ümumi toxunanlar üsulu deyilir.

Şəkildən göründüyü kimi, bu üsulla tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi ilə real dərinlik kəsilişi arasında fərq vardır. Bunun iki səbəbi vardır. Birincisi - dalğa əksətdirici sərhəddən yuxarıda düz yox, sınıq xətt boyu hərəkət edir (şəkil 5.19-da 2-2 xətti). Ümumi toxunanlar üsulu isə dalğanın əksətdirici sərhəddən yuxarıdakı mühitdə düz xətt boyu (şəkil 5.19-da 3-3 xətti) yayıldığını nəzərdə tutur. İkincisi - 3-3 xətti 2-2 sınıq xəttindən qısa olduğu üçün orta sürət əyrisindən götürülən V_{orta} -nın ədədi qiyməti kiçik olur. Bu iki səbəb əksətdirici sərhədin həqiqi dərinliyinin süni sürətdə azaldılmasına, layların yatım bucaqlarının qeyri-düzgün bərpasına və əksətdirici sərhədin elementlərinin koordinatlarının xəталarla təyin edilməsinə zəmin yaradır.

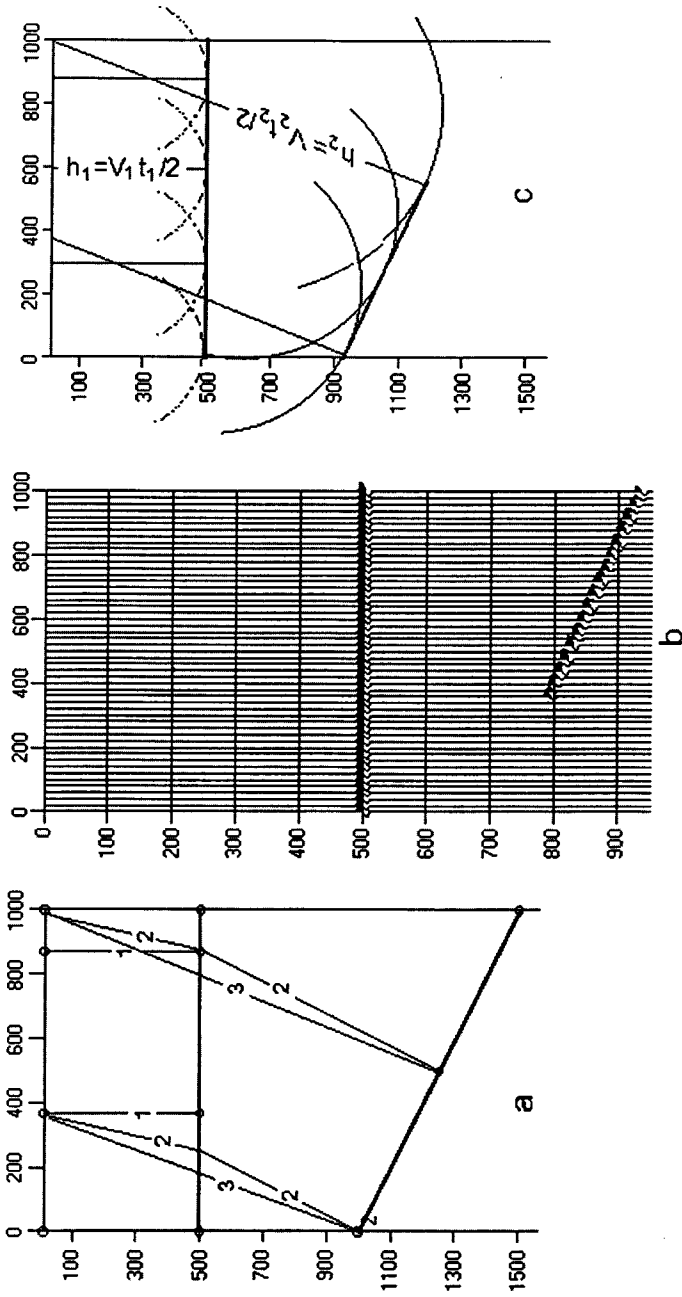
Təcrübədən məlumdur ki, geoloji kəsilişi formalaşdırın layların yatım bucaqları $0-20^\circ$ arasında dəyişdikdə zaman kəsilişlərinə görə toxunanlar üsülü ilə tərtib edilmiş dərinlik kəsilişləri seysmik kəşfiyyat qarşısında qoyulan məsələlərin qənaətbəxş həllini təmin edir. Lakin layların yatım bucaqları 20° -dən artıq olduqda geoloji kəsiliş müsbət və mənfi işarəli xəталarla bərpa olunur.

Bir sıra hallarda xəталın tərtibi yolverilməz dərəcəyə çatır. Bu arzu olunmaz halın aradan qaldırılması üçün digər daha ağır zəhmət tələb edən üsuldan istifadə edilir. Onun reallaşdırılması üçün ÜDN sürətlərindən və ya quyu məlumatlarından istifadə edilməklə lay sürətləri (əslində interval sürətləri) kəsilişləri tərtib edilir.

ÜDN sürətlərindən interval sürətləri aşağıdakı tənliyə uyğun təyin edilə bilər:

$$V_{ini} = [(t_{0(i+1)} \cdot V^2_{\text{ÜDN}(i+1)} - t_{0i} \cdot V^2_{\text{ÜDN}(i)}) / (t_{0(i+1)} - t_{0i})]^{1/2} \quad (5.8)$$

Bundan sonra birinci horizontdan müşahidə nöqtəsinə gələn əks olunan dalğa cəbhəsinə uyğun əksətdirici sərhəd bərpa olunur.



Şəkil 5.19. Zaman kəsilişinə görə ümumi toxunanlar üsulu ilə dərinlik kəsilişinin tərtib edilməsi: a- dərinlik kəsilişi; b- zaman kəsilişi; c- ümumi toxunanlar üsulu ilə tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi.
1,2- seysmik dalğanın geoloji mühitdə mərkəzi şüa boyu yayıldığı həqiqi, 3- ümumi toxunanlar üsulunda dalğanın mühitdə yayıldığını fərz etdiyi yollardır

$$\sin\varphi = V_0 \Delta t / 2\Delta x \quad (5.9)$$

(şəkil 5.20) təyin edilir. Burada V_0 -yer səthindən (müşahidə xətti, əslində zaman kəsilişinin gətirilmə xətti) birinci əksətdirici horizonta qədər aralıqda dalğanın yayılma sürəti, Δx - müşahidə nöqtəsi ətrafında götürülən müəyyən baza, Δt - əks olunan dalğanın Δx bazasının kənarlarında təyin edilən zaman fərqiçidir.

Müşahidə nöqtəsindən (5.9) ilə təyin edilən bucaq altında $r = V_0 t / 2$ uzunluqda aşağıya doğru uzadılan xəttə perpendikulyar xətt çəkilir. Beləliklə, qeyd olunan perpendikulyar xətlər birinci horizontun ikiölçülü mühitdəki həqiqi vəziyyətini əks olunan dalğa cəbhəsinə görə bərpa etməyə imkan verir. İkinci horizontun bərpası üçün yenidən (5.9)-a uyğun bucaq təyin edilir. Qeyd edək ki, bütün seysmik horizontlar üçün bu bucaq eyni qaydada təyin edilir. Müşahidə nöqtəsindən təyin edilmiş bucaq altında düz xətt çəkilir və onun birinci horizontla kəsişmə nöqtəsində Snellius qaydasına uyğun olaraq sınma bucağı təyin edilir. Kəsişmə nöqtəsindən bu bucaq altında düz xətt çəkilir və ona

$$r = (t_2 - t_1) V_{int} / 2$$

məsafədən perpendikulyar xətt çəkilir (şəkil 5.20). Beləliklə, ikinci, daha sonra üçüncü və s. horizontların ikiölçülü fəzadakı həqiqi vəziyyətləri bərpa edilmiş olur. Bu üsulla tərtib edilmiş zaman kəsilişləri həqiqi geoloji kəsilişi daha dəqiq approksimasiya edirlər. Əgər müşahidə olunan seysmik yazılara görə tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi ilə həqiqi geoloji kəsiliş arasında fərq varsa, bu yalnız hesablama zamanı buraxılan xətlərin tərtibindən və interval sürətlərinin dəqiqliyindən asılıdır.

Bu gün istehsalatda hər iki üsul istifadə edilməkdədir. Lakin onlar tədricən yeni üsullarla əvəzlənirlər. Buna kompüter texnologiyası və tərtib edilmiş miqrasiya prosedurları imkan yaradırlar.

Bunlardan ən sadə alqoritm difraksiya çevirməsi adlanır. Bu üsula görə verilən orta sürət əyrisindən istifadə olunmaqla zaman kəsilişinin hər bir diskret nöqtəsi üçün (t və x) difraksiya dalğalarının hodoqrafları hesablanır. Bu nəzəri dalğa hodoqrafları zaman kəsilişinin üzərinə qoyulur və onların approksimasiya etdikləri seysmik dalğa sahəsi toplanır. Aydındır ki, əgər əks olunan dalğa cəbhəsi difraksiya dalğasının minimum nöqtəsinə uyğun əksətdirici nöqtədən gəlirsə, onda toplanan dalğa cəbhəsinin enerjisi yüksək ədədi qiymətlə

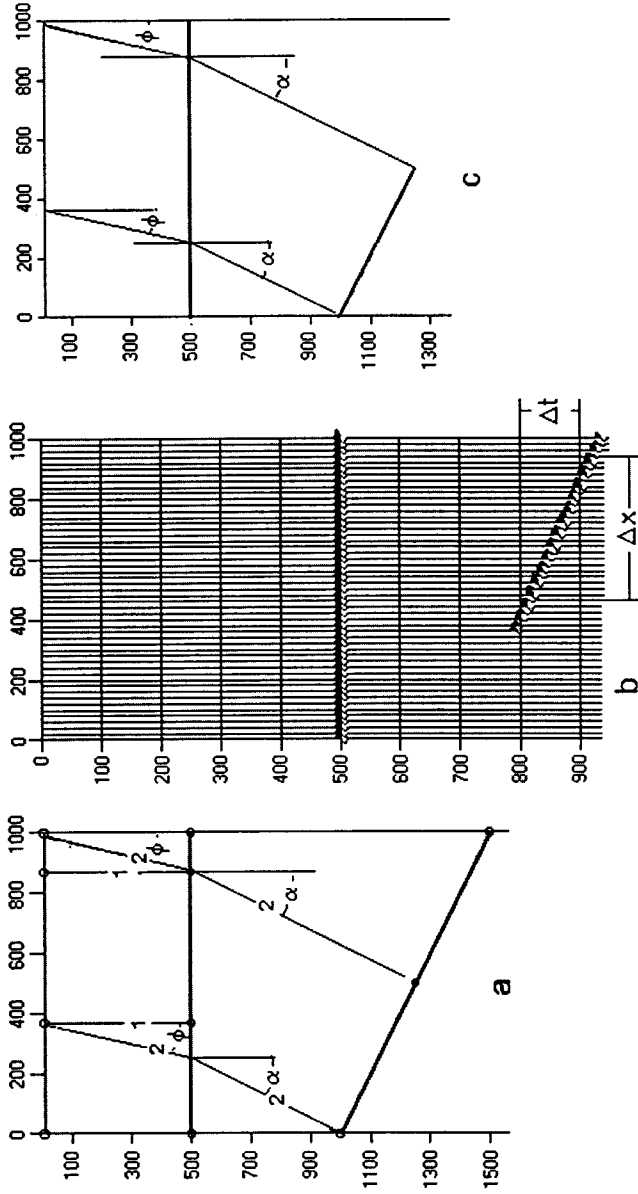
səciyyələnəcəkdir. Əgər bu şərt ödənilmirsə, onda cəmləyici operatorun çıxışında çox kiçik ədədi qiymətə malik amplitudalı dalğalar qeyd olunacaqlar. Difraksiya çevirmələrini reallaşdıran proqramların alqoritmləri miqrasiya olunmamış zaman kəsilişinin hər bir diskret qiymətini difraksiya dalğası oyadan mənbə kimi qəbul edilir.

Bu üsulun yuxarıda şərh etdiyimiz ümumi toxunanlar üsulundan heç bir fərqi yoxdur. Onun tətbiqi əlavə olaraq zaman kəsilişindəki dalğa cəbhəsinin enerjisinin bərpasını təmin edir. Lakin bərpa olunmuş enerji də xətalardan azad olmur. Zaman kəsilişinin miqrasiyasından sonra müşahidə nöqtəsindən aşağıya doğru endirilmiş perpendikulyar xətlərin üzərində qeyd edilmiş $h=V \cdot t_0/2$ nöqtələri birləşdirildikdə ümumi toxunanlar üsulunda əldə edilmiş dərinlik kəsilişlərinin eynisi tərtib edilir. Bu nəticələrdən dinamik dərinlik kəsilişini də tərtib etmək olar. Bunun üçün miqrasiyadan sonrakı zaman kəsilişinin zaman oxu boyu miqyasını $h=Vt/2$ formatına gətirmək kifayət edir.

Qeyd edək ki, bir sıra prosedurların alqoritmləri trassaların amplitudalarının, cəmləyici operatorun girişinə verilməzdən əvvəl, difraksiya hodoqrafının mərkəzindən uzaqlaşma məsafəsindən asılı olaraq hesablanan əmsallara vurulmasını nəzərdə tuturlar. Bu əmsalların ədədi qiymətləri hodoqrafın ətrafında verilən pəncərədə hesablanan koherentlik əmsallarından istifadə olunaraq təyin edilir. Başqa sözlə, mərkəzdən uzaq trassanın amplitudaları kiçik və əksinə, mərkəzə yaxın trassaların amplitudaları böyük ədədi qiymətlərlə səciyyələnən əmsallara vurulur. Bu alqoritmlər əsasında tərtib edilmiş miqrasiya proqramlarının nəticələri daha yüksək keyfiyyətlə səciyyələnilir.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, difraksiya çevirmələri ümumi toxunanlar üsulundan fərqli bir nəticə vermir. Dediklərimiz şəkil 5.22-də əyani şəkildə sübut olunur. Şəkil 5.22b-də verilən zaman kəsilişindəki dalğa sahəsinin difraksiya çevirməsindən sonrakı mənzərəsi şəkil 5.22d-də verilmişdir. Göründüyü kimi, difraksiya çevirməsindən sonra gözlənilən nəticə (şəkil 5.22a) əldə edilməmişdir.

Hazırda dalğa tənliyinin həllinə əsaslanan miqrasiya üsulları mövcuddur ki, onların tətbiqi ilə ikinci üsul reallaşdırıla bilər. Bunların ən effektivisi dalğa tənliyinin sonlu fərqlər üsulu ilə həllinə əsaslanan alqoritmdir. Onun nəticəsi difraksiya çevirməsinin nəticəsi (şəkil 5.22d) ilə müqayisədə şəkil 5.22c-də verilmişdir. Göründüyü kimi, bu prosedur gözlənilən nəticənin əldə olunmasına tam şərait yaradır.



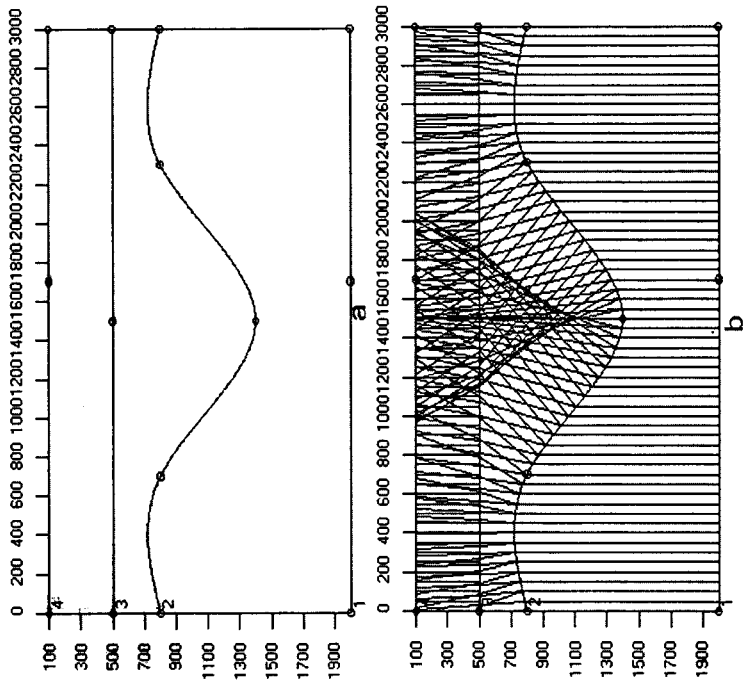
Şekil 5.20. Zaman kasilışına göre interval süratlerinden istifade etmekle derinlik kasilışının tertib edilmesi: a- derinlik kasilışı; b- zaman kasilışı; c- zaman kasilışına göre tertib edilmiş derinlik kasilışı. Derinlik ve zaman kasilışları şekil 5.19-daki kimdir

Bu üsul qravimetrik kəşfiyyatda müşahidə olunan qravimaqnit sahəsinin aşağı yarımşəzaya davam etdirilməsi üçün istifadə edilir. Lakin bu üsulun difraksiya üsulu ilə müqayisədə üstünlüyünün fiziki mənası hələ də aydınlaşdırılmamış qalır və onun istifadə etdiyi riyazi baza çox mürəkkəb olduğundan burada verilən məlumatı kifayət hesab edirik.

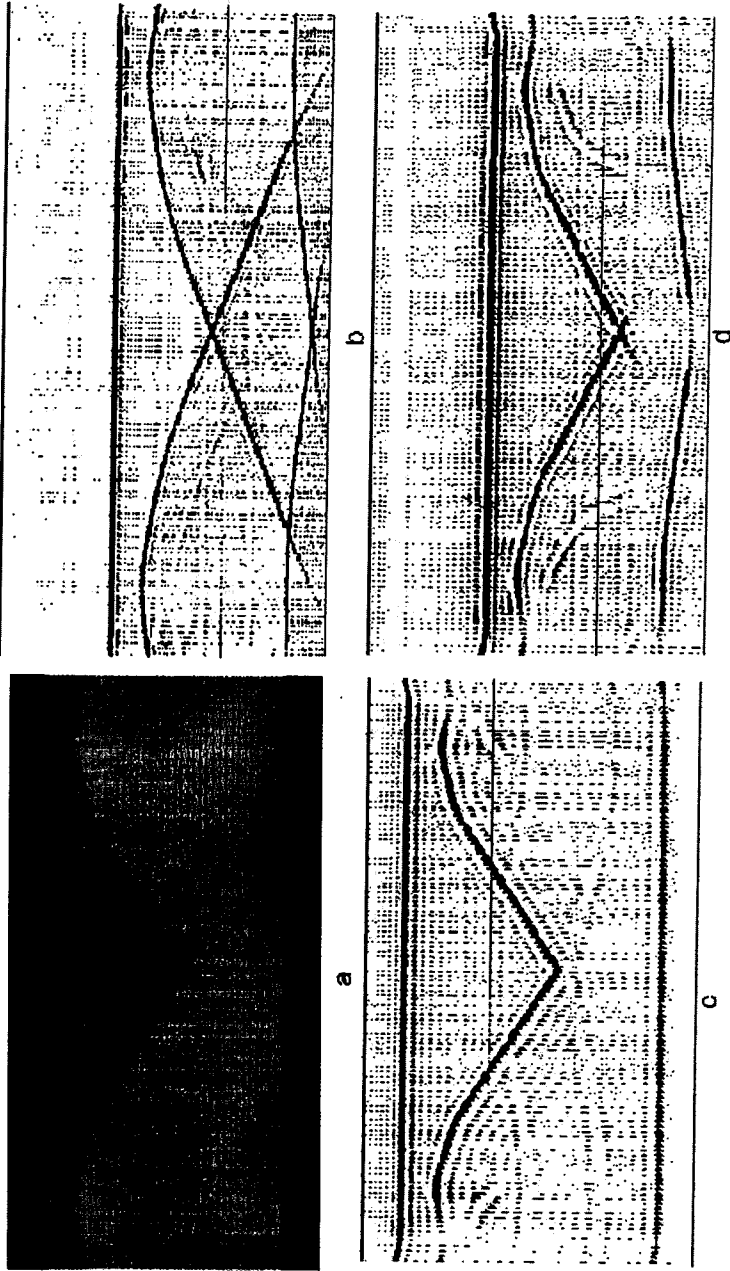
Miqrasiya prosedurları seysmik dalğa cəbhəsinin enerjisinin də bərpasına imkan yaratdığından (şəkil 5.22b,c və d-nin müqayisəsindən bu aydın görünür) zaman kəsilişlərində siqnal/səs-küy nisbəti yüksək olduğu hallarda onun nəticələrindən istifadə etməklə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirmə mərhələsinin keyfiyyətini yüksəltmək olur.

Sinklinal və antiklinallardan əks olunan dalğalar uyğun olaraq bir nöqtədə fokuslanır və geniş sahədə paylanırlar (şəkil 5.21 və 5.22). Miqrasiya prosedurundan sonra onlar öz həqiqi vəziyyətlərinə gətirildiyindən fokuslanmış və paylanmış dalğa enerjiləri də bərpa olunur. Eyni fikir sinklinal və ya antiklinal obyektlərin altında yatan horizontlardan əks olunan dalğa cəbhəsi haqqında da doğrudur.

Qeyd etməyi lazım bilirik ki, iki və üçölçülü müşahidə sistemlərinin tətbiqi ilə əldə edilən seysmik yazıların emal qrafları eyni prosedurların əsasında tərtib edilir. Sadəcə olaraq emalı nəzərdə tutulan trassalar xətti (ikiölçülü) yox, üçölçülü hodoqrafların formalaşması mexanizminə uyğun qruplaşdırılır. Əlbəttə, üçölçülü müşahidə sistemlərinin tətbiqi ilə daha dəqiq nəticələr əldə edilir.



Şəkil 5.21. Seysmogeoloji modelə (a) görə düşən və qayıdan dalğanın mühtidə şüa boyu yayılma sxemi (b) və zaman kəsilişi (c). Modeləşdirmə müəllifin hazırladığı alqoritm əsasında tərtib edilmiş programın təbiiqi ilə yerinə yetirilmişdir



Şəkil 5.22. Zaman kəsilişinin miqrasiyasına aid seysmogeoloji modeləşdirmə nəticəsi; a- dərinlik kəsilişi; b- zaman kəsilişi; c- dərinlik miqrasiyası (interval sürətlərindən istifadə edilmişdir); d- dərinlik miqrasiyası (orta sürətlərdən istifadə edilmişdir). Seysmogeoloji modeləşdirmə ProMax emal sisteminin tərkibində olan programın tətbiqi ilə yerinə yetirilmişdir

Fəsil 6. MÜŞAHİDƏ OLUNAN SEYSMİK DALĞA SAHƏSİNİN GEOLOJİ DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİNİN ƏSASLARI

Seysmik kəşfiyyatın tətbiqində məqsəd müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə geoloji kəsiliş və struktur xəritələrin tərtib edilməsidir. Seysmik müşahidə nəticələrinin emalından sonra tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinə görə bu məsələ bir neçə mərhələdə həll edilir.

6.1. Əksetdirici horizontların stratifikasiyası və seysmik dalğaların korrelyasiyası

Bu mərhələ əks olunan dalğa sahəsinin quyu məlumatları ilə uzlaşdırılması ilə başlanır. Bu məqsədlə quyuda ölçülən interval sürətlərindən və əksetdirici layların açılmış dərinliklərindən istifadə olunmaqla sintetik seysmoqram tərtib edilir. Sintetik seysmoqramın tərtib olunması qaydaları haqqında yarımfəsil 3.2-də məlumat verilmişdi. Tərtib olunmuş sintetik seysmoqram və seçilmiş impulsdan istifadə olunaraq çevrilmə əməliyyatının tətbiqi ilə impuls seysmoqramı tərtib edilir. Quyuda akustik karotaj yerinə yetirilmişdirsə, onda şaquli seysmik profilləmə əsasında təyin edilmiş interval sürətləri bu məlumatlar əsasında dəqiqləşdirilməlidir. Təəssüflə qeyd edirik ki, Azərbaycanda yerinə yetirilmiş akustik karotaj tədqiqatlarının həcmi olduqca kiçikdir. Buna görə də sintetik seysmoqramların hesablanması əsasən şaquli seysmik profilləmə nəticəsində təyin edilmiş orta və interval sürətlərindən istifadə edilir. Hesablanmış impuls seysmoqramı ilə müşahidə olunan zaman kəsilişinin müqayisəsi yolu ilə xəritələndirilməsi tələb olunan əsas seysmik horizontlar seçilir və onların geoloji kəsilişin hansı stratigrafik intervalına aid olduqları müəyyənləşdirilir. Bundan sonra seçilmiş seysmik horizontların tədqiqat ərazisi çərçivəsində korrelyasiyası başlanır. Bu zaman ərazi daxilindəki əsas tektonik bloklar haqqında məlumat varsa, onlar mütləq nəzərə alınmalıdır. Bu ona görə nəzərə alınmalıdır ki, həmin bloklar arasında eyniadlı dalğanın uzlaşdırılması prosesində xətalara yol verilməsin. Bu məqsədlə sinfaz cəbhə formalaşdıran dalğaların kinematik və dinamik parametrlərindən də istifadə etmək lazımdır. Bu mərhələdə tektonik pozulmaların nəticəsində layların enmə və ya qalxma istiqamətləri nəzərə alınmalıdır. Əgər varsa, ərazinin geoloji inkişaf tarixi, onun hüdudlarında mövcud olmuş sedimentasiya və postsedimentasiya şəraitləri haqqında məlumatlardan mütləq istifadə edilməlidir. Seçilmiş seysmik horizontların korrelyasiyası başa çatdırıldıqdan sonra müşahidə

profillərinin kəşimə nöqtələrində qeyd edilmiş əks olunan dalğaların zamanları uzlaşdırılmalıdır. Bu məqsədlə qapalı konturlar seçilməli və ortoqonal profillərdə müşahidə olunan dalğa sahəsinə üstünlük verilməlidir. Əgər profillərin kəşimə nöqtələrində əks olunan dalğaların zamanları arasında fərqlər varsa, onlar ləğv edilməlidir. Ən əlverişli üsul bu fərqlərin qapalı kontur üzrə paylanmasıdır. Əlbəttə, əmin olmaq lazımdır ki, sinfaz dalğa cəbhələrinin korrelyasiyası mərhələsində eyniadlı dalğanın birinci fazası uzlaşdırılmış və bu proses fazadan-fazaya keçidə yol verilməmək şərti ilə başa çatdırılmışdır. Bəzi hallarda, xüsusi ilə profillərin kəşimə nöqtələrində zaman kəsilişlərindəki dalğa cəbhələrinin qeyd edilmə vaxtları arasında böyük fərq qeyd edildikdə, seysmik yazıların emal qrafının statik düzəlişlərlə əlaqədar mərhələsinə yenidən qaydılmalıdır.

Seysmik horizontların korrelyasiyası miqrasiya olunmuş zaman kəsilişlərinə görə yerinə yetirildikdə daha dəqiq nəticələrə nail olmaq mümkündür. Lakin bu proses yalnız ortoqonal profillərə əsasən yerinə yetirildikdə arzu olunan nəticə alın bilər. Fəqət ərazidə seysmik kəşfiyyat müşahidələri yerinə yetirilərkən bütün profil xətlərinin ortoqonal istiqamətdə yerləşdirilməsi mümkün deyildir. Buna görə də miqrasiya olunmuş zaman kəsilişlərindən istifadə edərkən buna diqqət yetirilməlidir. Üçölçülü seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinin geoloji dəyərləndirilməsi prosesində bu növ problemlər, demək olar ki, yaranmır.

6.2. Struktur xəritələrin tərtib edilməsi

Struktur xəritələr iki üsulla tərtib oluna bilər. Birinci üsul izoxron (eyni ədədi qiymətlərə malik zamanları birləşdirən əyri xətt) xəritələrinin tərtib edilməsini və sonradan onların dərinlik xəritələrinə çevrilməsini nəzərdə tutur. İzoxron xəritələri (eyniadlı əks olunan dalğanın qeyd olunma zamanını səciyyələndirən xəritələr) profil xətti boyu hər bir müşahidə nöqtəsində qeyd edilmiş eyniadlı əks olunan dalğanın zamanlarına görə tərtib edilir. Xəritənin tərtib edilməsindən öncə tektonik pozulmaların və struktur elementlərin uzanma istiqamətlərinin planda qeydiyyatı reallaşdırılmalıdır. Nəhayət, izoxron xəritələrin əsasında dərinlik xəritələrinin tərtib olunması üçün orta sürət xəritələri tərtib edilir. Bu məqsədlə şaquli seysmik profilləmə nəticəsində təyin edilmiş orta (və ya interval) sürətlərdən, bunlar olmadıqda isə ÜDN sürətlərindən istifadə olunur. Sonuncu halda ÜDN sürətlərindən (5.8) düsturundan istifadə olunmaqla orta sürətlər hesablanır və orta sürət

xəritələri tərtib edilir. Nəhayət, izoxron və orta sürət xəritələri bir-birinin üzərinə qoyulur və uyğun nöqtələrdə (izoxron və izosürətlərin kəsişmə nöqtələrində) dərinlik hesablanır ($h=Vt_0/2$) və struktur xəritələr tərtib olunur. Bunlara izonormal xəritələr deyilir. Əgər tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişini formalaşdıran layların yatım bucaqları 10° -dən artıqdırsa, onda izonormal xəritələrə görə izovertikal xəritələr tərtib edilir [45].

Bu üsulla xəritələr istər əllə, istərsə də kompüterin köməyi ilə tərtib oluna bilər. Qeyd etməliyə ki, orta sürətlərdən istifadə edildikdə tərtib edilmiş struktur xəritələr bir sıra xətlərlə müşayiət olunur. Bu xətlər seysmik dalğanın düz yox, sınıan xətlə approksimasiya olunan şüa boyu yayılmasının nəzərə alınmaması səbəbindən yaranır və əsasən əksətdirici öbyektlərin dərinliklərinin və fəza vəziyyətlərinin düzgün təyin edilməməsini şərtləndirir.

Xətlərlə bağlı məsələ zaman kəsilişlərinə görə interval sürətlərindən istifadə edilməklə yarımfəsil 5.11-də şərh edilən qaydada dərinlik kəsilişlərinin tərtib edilməsi və onların əsasında dərinlik xəritələrinin qurulması yolu ilə həll edilə bilər. Eyni nəticəni miqrasiya proqramlarının interval sürətləri modellərindən istifadə etməklə işləyən modifikasiyalarının tətbiqi ilə əldə etmək olar.

Əlbəttə, seysmik məlumatların emalı, geoloji dəyərləndirilməsi, xəritələrin tərtibi və s. bu işləri yerinə yetirən geofizikin təcrübəsindən də asılıdır. Lakin bəzən bu təcrübə də kifayət etmir. Bu ümumi və həqiqət bir fikirdir ki, seysmik dalğa sahəsinə görə bir neçə mütəxəssisin ayrılıqda tərtib etdikləri struktur xəritələr heç zaman üst-üstə düşmür. Deməli, məsələ subyektiv fikirlərdən asılı olmadan həll edilməlidir.

Kitabın sonrakı fəsiləri bu problemlərə həsr edilmişdir. Bu fəsillərdə müəllifin bilavasitə iştirakı ilə Azərbaycanda yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələri bir növ təftiş edilir, 1974-2002-ci illər ərzində toplanmış fond materiallarına əsasən geoloji və seysmogeoloji məlumatların bir sıra hallarda uzlaşmamalarının səbəblərini aydınlaşdırmaq məqsədi ilə yerinə yetirilmiş tədqiqatlardan və yeri gəldikcə, yol verilmiş xətlərin ləğvini təmin edə biləcək tövsiyələrdən bəhs edilir.

Fəsil 7. AZƏRBAYCANIN NQR-LƏRİNİN GEOLOJİ QURULUŞLUNUN SƏCİYYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ONLARIN ƏRAZİLƏRİNDƏ SEYSMİK KƏŞFİYYATIN EFFEKTLİLİYİ

Bu fəsildə mürəkkəb tektonika ilə səciyyələnən NQR-lərin geoloji kəsilişləri haqqında məlumatların qısa şərhı verilir və bu ərazilərdə seysmik kəşfiyyatın ÜDN üsulunun tətbiqi ilə əsas geoloji-geofiziki məsələlərin həlli yollarından bəhs edilir.

Əlbəttə, bu kitabda verilən məlumatlar NQR-lərin geoloji quruluşlarının xüsusiyyətləri haqqında yarana biləcək bütün suallara cavab vermir. Burada biz sadəcə olaraq seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə yerinə yetirdiyimiz tədqiqatların nəticələrinin əsaslandırılmasına kifayət edən məlumatları şərh etmişik.

Mürəkkəb geoloji quruluş dedikdə biz layların qalınlıqlarının və onları təşkil edən süxurların litofasial tərkiblərinin dəyişkənliyini, yatım bucaqlarındakı uyğunsuzluqları, ayrı-ayrı stratiqrafik intervalların pəzlaşmasını, qismən və ya tam yuyulmasını, geoloji kəsilişi formalaşdıran layların tektonik hərəkətlərin nəticəsində müxtəlif növ plikativ və dizyunktiv (qırılma, üstəgəlmə, və s.) pozulmalara məruz qalmasını, tangensial qüvvələrin təsiri altında yaranan sinusoidal laylanmanı və nəhayət, formalaşmış relyefin çöküntü toplanma proseslərindəki fasilələr zamanı denudasiyaya məruz qalması səbəbindən yaranan bir sıra kələ-kötürlüyü (nahamarlıq) və s. nəzərdə tuturuq.

Geoloji kəsilişi səciyyələndirən və adları yuxarıda çəkilən xüsusiyyətlər Azərbaycanın quru sahələrindəki əksər neftli-qazlı rayonlarda seysmik kəşfiyyatın ƏOD üsulunun tətbiqi zamanı mürəkkəb tərkibə malik müşahidə olunan dalğa mənzərəsini (dalğaların qarşılıqlı interferensiyası, səthi dalğalar fonu ilə maskalanma, dalğa sahəsinin amplitud-tezlik xarakteristikasının qeyri-stabilliyi və s.) formalaşdırır.

7.1. Azərbaycanın mürəkkəb quruluşlu NQR-lərinin geoloji kəsilişinin səciyyəvi xüsusiyyətləri

NQR-lərin geoloji kəsilişi haqqında qısa şərhə tanış olmaqdan əvvəl. Azərbaycan ərazisinin geoloji quruluşu haqqında ümumi bir fikrə nəzər yetirməyi məqsədəuyğun hesab edirik. Mövcud ədəbiyyatda ayrı-ayrı tədqiqatçıların nəşr etdikləri yazılarda Azərbaycanın neftli-

qazlı bölgələrinin geoloji kəsilişinin struktur-formasiya komplekslərinə ayrılması haqqında biri digərindən fərqlənən müxtəlif fikirlər səslənmişdir. Bizim tərəfimizdən də bu istiqamətdə məqsədyönlü araşdırmalar yerinə yetirilməmişdir. Lakin ədəbiyyatda və «Azərneftgeofizika» trestinin fondunda toplanmış geoloji və geofiziki məlumatlara istinad etməklə belə bir ümumiləşdirilmiş fikir söyləmək olar ki, Azərbaycan ərazisinin geoloji kəsilişinin çöküntü kompleksini əhatə edən hissəsini altı əsas litoloji-stratiqrafik kompleksə ayırmaq mümkündür. Bunlar geoloji kəsilişin Üst Təbaşir, Paleosen, Eosen, Oligosen-Üst Miosen (orogenez proseslərin başlanğıcı bura daxildir), Orta Pliosen və Üst Pliosen-Antropogen çöküntü komplekslərinin səthləri ilə hüdudlanmış stratiqrafik intervallarıdır. Bu çöküntü komplekslərindən Üst Miosen və Orta Pliosen daha çox yan artım, digərləri isə örtük rejimində (şəraitində) formalaşmışlar. Aydındır ki, çöküntü kompleksinin bu intervallarının yaranması ərazi daxilində və ondan kənarında baş vermiş irimiqyahlı tektonik proseslərlə bağlıdır. Daha kiçik miqyahlı tektonik hərəkətlərin yaratdıqları əlverişli şərait isə adları çəkilən komplekslərin daxilindəki stratiqrafik vahidlərin və ya fasiyaların geoloji kəsilişdə yer almasını təmin etmişdir.

Azərbaycan ərazisinin geoloji kəsilişinin Oligosənə qədərki hissəsi demək olar ki, eyni sxemə uyğun evolyusiya mərhələlərindən keçmişdir. Kəsilişin bu stratiqrafik intervala aid hissələrinin belə sxemə tabe olmayan atributları postsedimentasiya prosesləri zamanı yaranmışdır. Aydındır ki, NQR-lərin geoloji kəsilişində hər hansı bir stratiqrafik intervalın (bütövlükdə və ya qismən) aşkarlanmamasının əsas səbəbi tədqiqat dərinliklərinin azlığı, bir sıra hallarda çöküntü toplanma prosesindəki fasilələr və qismən də postsedimentasiya hadisələri (əsasən eroziyalar) ilə bağlıdır. Azərbaycan ərazisinin geoloji kəsilişinin Oligosəndən sonrakı hissəsi ayrı-ayrı neftli-qazlı rayonlar üçün müxtəlif olmuş paleocoğrafi və paleotektonik şəraitlərdə formalaşmışdır. Əlbəttə, bu ümumiləşdirilmiş fikirdir və Azərbaycan ərazisinin müxtəlif NQR-lərində bir sıra çöküntü kompleksləri birləşdirilə və ya yarımkomplekslərə ayırıla bilər.

Seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə əhatə etdiyimiz bəzi NQR-lərin geoloji kəsilişlərinin bir sıra xüsusiyyətlərinə qısa bir nəzər salaq. Qeyd edirik ki, biz əsas diqqətimizi zaman kəsilişlərində mürəkkəb interferensiya zonalarının yaranmasını şərtləndirən amillər üzərində cəmləşdirmişik.

7.1.1. Kür-Qabırrı çaylararası NQR-i

Bu ərazi Orta Kür çökəkliyinin qərbində yerləşir. Burada neftli-qazlı sahələr və geoloji kəsilişin stratigrafik intervalları qeyri-bərabər paylanmışdır. Ərazidə Miosen, Paleogen (əsasən Orta Eosen) və Üst Təbaşir çöküntülərinin neftliliyi-qazlılığı dərin qazma ilə sübut edilmişdir. Bir sıra sahələrdə Maykop və Sarmat çöküntülərindən də neft alınmış və ya onun əlamətləri qeyd olunmuşdur (Gürzundağ, Eldaroyuğu, Palantökən, Dəmirtəpə-Udabno). Hazırda yalnız Tərsədlər yatağı istismar edilir və orada neft Orta Eosen çöküntü kompleksindən hasil edilir.

Kür-Qabırrı çaylararası rayonun Dördüncü dövr çöküntüləri ilə örtülmüş ərazilərində geoloji kəsilişin üst hissəsi əsasən iki laydan ibarətdir. Bunlara qalınlıqları 40÷60 m və 20÷120 m olan və özündən seysmik dalğaları uyğun olaraq 350÷1000 m/san və 750÷1700 m/san sürətlə ötürə bilən çöküntü süxurlarının formalaşdırdıqları laylar daxildir. Bölgənin bəzi hissələrində kiçik sürətlərlə səciyyələnən çöküntülərin təşkil etdikləri laylar az qalınlıqla təmsil olunmuşdur. Ərazidəki ana süxurları örtən gırxıntı (terrigen) çöküntülərinin fiziki xassələrinin kəskin qradiyentlə dəyişkənliyi mövcuddur. Buna səbəb dəre-təpəli (kələ-kötür) relyefin denudasiya prosesləri nəticəsində hamarlanması və yüksək altitudaya malik sahələrdə eroziyaya məruz qalmasıdır.

Ərazinin geoloji kəsilişi, tektonik baxımdan biri digərindən kəskin şəkildə fərqlənməklə, iki hissəyə ayrılır. Kəsilişin Neogen bölümü intensiv dizyunktiv dislokasiyaya uğramış çöküntü kompleksindən ibarətdir. Bu hissəni qərb-şimal-qərb azimutlu intensiv dislokasiyalı qırıqlar, üstəgəlmələr və dartılma qırılmaları, diapir və s., neftli-qazlı rayonun şimal hissəsində isə şaryaj tektonikasına xas olan elementlər səciyyələndirir.

Kür-Qabırrı çaylararası neftli-qazlı rayonun geoloji kəsilişi Üst Təbaşir-Paleogen dövründə örtük, Miosenin başlanğıcından sonra isə yan artım şəkilli çöküntü toplanma rejimində formalaşmışdır.

Paleogen-Təbaşir çöküntüləri daha zəif dislokasiyaya məruz qalmışdır və əsasən geofiziki kəşfiyyat üsullarının tətbiqi və qismən dərin qazıma ilə öyrənilmişdir. Geoloji kəsilişin bu intervalı Neogen bölümündən fərqli olaraq sərt xassəli çöküntülərdən təşkil olunmuşdur və tangensial qüvvələrin təsirindən zəif formada dəyişkənliklərə uğramışdır.

Kür-Qabırrı çaylararası NQR-inin geoloji quruluşunun ümumi mənzərəsinin təhlilindən kəsilişin Neogen bölümünün Paleogen-Təbaşir çöküntüləri üzərində “üzmək” qabiliyyətinə malik olması təsəvvürü yaranır. Bizim fikrimizcə, Kür-Qabırrı çaylararası NQR-inin geoloji kəsilişinin yalnız Neogen bölümünə xas olan bu xüsusiyyətlər kəsilişin daha çox gilli fasiyadan ibarət olması və postsedimentasiya proseslərinin təsirindən yarana bilər və bu hal seysmik kəşfiyyatın ƏOD üsulunun tətbiqi ilə tədqiqatlar yerinə yetirilərkən mütləq nəzərə alınmalıdır.

NQR-də əsas neft-qaz axtarış obyektləri Paleogen-Təbaşir çöküntülərinə uyğun gələn antiklinallar və pazlaşma zonalarıdır.

7.1.2. Şamaxı-Qobustan NQR-i

Böyük Qafqaz meqantiklinoriumunun cənub yamacının cənub-şərq gömülmə zonasında böyük bir ərazini əhatə edən bu NQR-in bir çox sahələrində Məhsuldar qatın qumlu kollektorlarında sənaye əhəmiyyətli neft və qaz ehtiyatları aşkar edilmişdir (Şıxıqaya, Daşgil, Kəvizədağ, Duvanni). Maykop və Çokrak yaşlı lay dəstələrindən müxtəlif sahələrdə qumdaşı və alevrit çöküntülərindən neft alınmışdır (Ümbakı, Acıvəlli və s.). Bütün bu göstəricilər Qobustan ərazisinin neftlilik-qazlılıq potensialının yüksək olduğunu göstərən amillərdəndir.

Seysmik kəşfiyyat işləri NQR-in əsasən cənub-şərq və qismən mərkəzi zonalarında yerinə yetirilmişdir. Dağlıq ərazilərdə seysmik kəşfiyyat işlərinin yerinə yetirilməməsinə səbəb uyğun texniki imkanların olmaması və burada mürəkkəb seysmogeoloji şəraitin mövcudluğudur. Hazırda texniki imkanlar mövcuddur və fikrimizcə, bu tədqiqatlar yerinə yetirilməlidir. Mərkəzi tektonik zonada Oligosen-Miosen çöküntüləri geniş təşəkkül tapmışdır. Buradakı antiklinal strukturlar əksər hallarda müxtəlif səciyyəli dizyunktiv qırılmalarla (üstəgəlmələrlə) mürəkkəbləşmişdir.

Relyefin kəskin dəyişkənliyə və layların dik yatım bucaqlarına malik olması, eyni zamanda NQR-də çoxsaylı dizyunktiv dislokasiyalar və palçıq vulkanlarının mövcudluğu burada ƏOD üsulu ilə yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının effektivliyinə mənfi təsir göstərən amillərdəndir.

Cənub-şərq tektonik zonada (Ceyrankeçməz çökəkliyi) böyük qalınlığa malik Pliosen çöküntüləri Paleogen-Miosen üzərində transqressiv yatmaqdadır.

Ərazinin mərkəzi və cənub-şərq hissələrində Təbaşir çöküntüləri haqqında müfəssəl məlumat, demək olar ki, yoxdur. Paleogen

çöküntüləri haqqında geofiziki kəşfiyyat üsullarının tətbiqlə əldə edilmiş bəzi məlumatlar qeyri-dəqiqdir və əsasən keyfiyyət səciyyəlidirlər. Neogen çöküntüləri haqqında toplanmış məlumatlar göstərir ki, burada plikativ və dizyunktiv tektonikaya malik strukturların sıxlığı çox yüksəkdir. Seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ərazinin geoloji kəsilişinin Neogen bölümü haqqında məlumatların dəqiqləşdirilməsinə imkan yaratsa da, əldə olunan nəticələr qənaətbəxş deyildir.

NQR daxilində Dördüncü dövr çöküntülərinin qalınlıqları 0÷120 m arasında dəyişir. Kəsilişin üst hissəsi kiçik və aşağı sürətlər zonasına ayrılır. Onların seysmik dalğaları ötürmə qabiliyyətləri uyğun olaraq 600÷1300 m/san və 900÷1600 m/san-dir.

Ümumiyyətlə, Qobustan NQR-i intensiv qırışıqlıqlar zonası kimi səciyyələndirilir. Qırışıqlıqların tağ hissələri müxtəlif istiqamətli dizyunktiv qırılmalarla mürəkkəbləşmişdir.

Burada çoxsaylı geofiziki tədqiqatların və qazıma işlərinin yerinə yetirildiyinə baxmayaraq, bölgənin geoloji kəsilişini formalaşdıran stratigrafik bölgələr haqqında toplanmış məlumatlar vahid bir sistemlə ümumiləşdirilməmişdir. Nəticədə geofiziki tədqiqatların istiqamətinin seçilməsi, onların planlaşdırılması və seysmik dalğa sahəsinə görə geoloji dəyərləndirmə modellərinin seçilməsi üçün zəruri əsaslar hazırlanmamışdır. Geofiziki tədqiqatlar yalnız yaxın gələcəkdə neft-qaz yataqlarının axtarışı və kəşfiyyatına yönəldilmişdir və NQR-in geoloji kəsilişinin regional miqyasda dəqiq öyrənilməsinə diqqət yetirilməmişdir.

Ərazinin neftlilik-qazlılıq perspektivliyi Üçüncü dövr və Təbaşir çöküntüləri kimi geniş bir stratigrafik intervalla əlaqələndirilir.

7.1.3. Küryanı NQR-i

Ərazinin geoloji kəsilişi neftlilik və qazlılıq baxımından yüksək potensiala malikdir. Burada Məhsuldar qatda çoxmərtəbəli neft və qaz yataqları aşkar edilmişdir. Onlardan Kürsəngə, Kürövdağ, Mişovdağ, Neftçala və s. bu gün də istismardadırlar.

Ərazi daxilində mövcud olan antiklinal qalxım zonalarındakı strukturların, demək olar ki, hamısının tağ hissələrində uzununa və eninə qırılmalar təşəkkül tapmışdır.

Buradakı antiklinallar əsasən Orta Pliosen yaşlıdırlar və əksəriyyəti Yer səthinə qədər davam edir. Rayonda gömülmüş antiklinal qalxımlar kimi Kürsəngə, Padar, və s. formalaşmışdır.

Seysmogeoloji cəhətdən çox əlverişli şəraitlə səciyyələnən bu ərazinin tektonikası geofiziki tədqiqat üsullarının tətbiqi və dərin qazıma məlumatlarının nisbətən dəqiq təhlili ilə öyrənilmişdir. Lakin buna baxmayaraq ərazinin geoloji kəsilişi, xüsusilə də strukturların dik bucaq altında yatan qırılmaları mürəkkəbləşmiş tağ və tağətrafi hissələri dəqiq öyrənilməmişdir.

NQR-in cənub-qərb hissəsi stratigrafik-litoloji tələlərin yayılması baxımından çox perspektivlidir və bu ərazinin geoloji kəsilişinin daha dəqiq öyrənilməsi vacibdir.

Küryanı NQR-in neftlilik-qazlılıq potensialı əsasən Məhsuldar qatın üst şöbəsi və qismən də Abşeron-Ağçagil çöküntü komplekslərinin layları ilə bağlıdır.

7.1.4. Yevlax-Ağcabədi NQR-i

Bu NQR Orta Kür çökəkliyinin cənub-şərq hissəsində yerləşir. Qazıma işləri və seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinə görə rayonun geoloji kəsilişinin Pliosen-Antropogen, Miosen-Oliqosen, Paleogen, Təbaşir və Yura stratigrafik vahidlərindən ibarət olduğu aydınlaşdırılmışdır. Regional miqyaslı seysmik kəşfiyyat tədqiqatları ərazi daxilində örtük şəkilli (Orta Pliosen və Maykopun aşağılarından Üst Təbaşirə qədər aralıq) və yan artım səciyyəli çöküntü dövrlərinin (Üst Pliosen və Miosen dövrləri) mövcud olmasını bir daha təsdiqləmişdir.

Hazırda NQR-in ərazisində yerləşən Muradxanlı (Üst Təbaşir və Orta Eosen), Cəfərli (Orta Eosen) və s. sahələrdə açılmış neft yataqları istismardadır.

Bölgənin geoloji kəsilişinin xüsusiyyətləri seysmik kəşfiyyatın ÜDN üsulunun tətbiqi ilə tədqiqatlar yerinə yetirmək üçün əlverişli imkan yaradır. Azərbaycanda ilk dəfə olaraq geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması işləri məhz bu NQR-də (Əmirarx, Cəfərli) müşahidə olunan seysmik yazılar əsasında reallaşdırılmışdır.

Burada pazlaşma zonaları ilə əlaqədar neftli-qazlı tələlərin və digər qeyri-antiklinal tipli strukturların axtarışı və kəşfiyyatı üçün geniş miqyaslı imkanlar mövcuddur.

Ərazinin neftlilik-qazlılığı əsasən Maykop və Orta Eosen çöküntüləri ilə əlaqədardır. Burada vulkanik və karbonatlı Təbaşir süxurlarının Orta Eosen və Orta Pliosen çöküntüləri ilə bilavasitə təmasda olduqları zonalar da neft-qaz yığını baxımından perspektivlidir.

7.1.5. Quba-Xəzəryanı NQR-i

NQR Böyük Qafqaz meqantiklinoriumunun uzaq şimal-şərq yamacını, Qusar-Dəvəçi sinklinoriumunun və Terek-Xəzər çökəkliyinin cənub-qərb hissəsini əhatə edir. Burada geoloji planalma və struktur qazıma işləri nəticəsində 50-yə qədər antiklinal qalxım aşkar edilmişdir.

Ərazidə Oligosen-Miosen (Maykop) və Paleosen-Eosen çöküntülərinin neftlilik-qazlılığı sübut edilsə də, sənaye əhəmiyyətli neft yatağı yalnız Siyəzən monoklinalında aşkar edilmişdir.

Geoloji planalma işləri Paleogen-Miosen çöküntü kompleksinin bütün stratigrafik intervalları haqqında məlumatların toplanmasına imkan vermişdir.

Tektonik baxımdan Quba-Xəzəryanı neftli-qazlı rayonunun tutduğu ərazini Tələbi-Qızılburun xəttindən bir qədər şimaldan başlayaraq iki hissəyə (cənub və şimal) ayırmaq olar.

Ərazinin cənub hissəsində (Böyük Qafqaz meqantiklinoriumunun cənub-şərq hissəsini əhatə edir) olduqca mürəkkəb tektonikaya malik Mezozoy yaşlı çöküntü kompleksinin yatdığı dərinliklərin artdığı sahələrdə geoloji kəsilişin Paleogen-Neogen-Antropogen stratigrafik intervalına aid mərtəbəsi daha zəif dislokasiyaya uğramışdır və örtük şəkilli yatıma malikdir. Geoloji kəsilişin bu əlamətlərinin və çöküntü komplekslərinin təmaslarının xüsusiyyətləri göstərir ki, Quba-Xəzəryanı NQR-inin bu hissəsi müxtəlif zamanlarda çöküntü toplanma prosesindəki fasilələr, tektonik hərəkətlərin istiqamətlərinin və intensivliyinin dəyişməsi, paleocoğrafi şəraitlərin əvəzlənməsi şəraitlərində formalaşmışdır.

Quba-Xəzəryanı NQR-inin şimal hissəsinin geoloji kəsilişi Mezozoy dövründə nisbətən sakit paleocoğrafi və paleotektonik şəraitlərdə formalaşmışdır. Burada Kaynozoy çöküntülərinin Mezozoy çöküntü kompleksi üzərində örtük şəklində yatması bir daha ərazinin geoloji quruluşunun Antropogenə qədərki inkişaf mərhələlərinin sakit paleocoğrafi və paleotektonik şəraitlərdə tamamlandığını sübut edən amillərdəndir.

Stratigrafik intervalların qalınlıqlarının azalması və ya bir sıra aralıqların NQR-in geoloji kəsilişində olmaması çöküntü toplanma proseslərində fasilələrin yer tutması ilə əlaqədardır.

Ərazinin geoloji quruluşunun öyrənilməsində aparıcı mövqeyə malik seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə mövcud təsəvvürlərin dəqiqləşdirilməsinə və bir sıra yeni məlumatların əldə edilməsinə nail olunmuşdur.

Geofiziki kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələri Neogen və Təbaşir-Paleogen və çöküntü komplekslərinin arasındakı uyğunsuzluğun yerini və miqyasını dəqiqləşdirməyə imkan vermişdir.

NQR-in relyefinin, kiçik və aşağı sürətlər zonasının geoloji kəsilişinin mürəkkəbliyi, kənd təsərrüfatı ilə əlaqədar problemlər seysmik kəşfiyyat qarşısında bir sıra məsələlər qoyur ki, bunlar da hazırda mövcud olan seysmik texnika və texnologiyanın tətbiqi ilə həll edilə bilər.

NQR-in neftlilik-qazlılıq perspektivliyi əsasən qeyri-antiklinal tələlərlə bağlıdır.

7.1.6. Abşeron NQR-i

Zəngin neft və qaz ehtiyatlarına malikdir. Ərazi Böyük Qafqaz antiklinoriumunun cənub-şərqində yerləşir və Şamaxı-Qobustan neftli-qazlı rayonundan Giləzi ilə Balıqçı burnunu birləşdirən meridional xətlə ayrılır.

Rayonun geoloji kəsilişinin Mezokaynozoy bölümünə aid çöküntülərin qalınlığı 10 km-dən artıqdır. Şimal-qərbdə Üst Təbaşir çöküntüləri yer səthinə çıxır. Qərbdə və şimal-qərbdə açılmış geoloji kəsilişlərdə Paleosen-Eosen, Oligosen, Miosen və Pliosen çöküntüləri iştirak edir.

Bölgənin şərqində Məhsuldar qat çöküntüləri daha geniş təşəkkül tapmış stratigrafik intervaldır və çoxsaylı neft və qaz ehtiyatlarına malikdir (ümumi qalınlığı 3000 m-ə çatır). Üst Pliosen və Dördüncü dövr çöküntüləri ərazidəki sinklinal hissələri doldurmuşdur və uyğun olaraq 1000 və 900 m qalınlıqla səciyyələnilir.

Ərazi daxilində 50-yə qədər antiklinal qalxım mövcuddur ki, onların da 30-a qədərində sənaye əhəmiyyətli neft yatağı aşkar edilmişdir və bu gün də istismardadırlar.

Ərazinin geoloji quruluşunun öyrənilməsində xüsusi rol oynamış seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə burada bir neçə neft yatağı aşkar edilmişdir. Qeyri-antiklinal tələlərin, məlum antiklinalların və onların ayrı-ayrı bloklarının öyrənilməsi məsələləri aktual olaraq qalır.

7.2. Azərbaycanın mürəkkəb geoloji quruluşlu NQR-lərində seysmik kəşfiyyatın effektivliyi

Azərbaycanda seysmik kəşfiyyat işlərinə 1935-1936-cı illərdə cənub-şərqi Şirvanda, Pirsaat-Xıdırılı sahəsində başlanmış və bu tədqiqatlar 1937-1940-cı illərdə Abşeronda davam etdirilmişdir.

Seysmik kəşfiyyat məlumatları əsasında 1940-cı ildə Buzovna yatağı aşkar edilmişdir. Seysmik kəşfiyyatın sınaqdan keçirildiyi bu sahələr ilkin geoloji məlumatlara görə bəsit tektonikalı bölgələr kimi qəbul edilmişdir. 1944-1951-ci illər seysmik kəşfiyyatın geniş miqyasda və mürəkkəb seysmogeoloji şəraitlərdə tətbiqi ilə səciyyələnilir. 1950-1960-cı illərdə seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə artıq mürəkkəb quruluşlu geoloji kəsilişlərin öyrənilməsinə başlanmış və eyni zamanda daha yüksək imkanlara malik texnologiya və texnika tətbiq edilməklə hətta yelpikvarı müşahidə sistemlərindən istifadə [1] olunmaqla üçölçülü müşahidələr yerinə yetirilmişdir.

Qeyd edək ki, 60-cı illərə qədərki dövrdə yerinə yetirilən seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının zəif imkanlara malik texnika və texnologiyaya əsaslanmasına baxmayaraq əldə olunmuş geofiziki məlumatlar Azərbaycan ərazisinin geoloji quruluşunun öyrənilməsində əvəzsiz bir xidmət göstərmiş və sonrakı dövr üçün axtarış-kəşfiyyat işlərinə istiqamət vermişdir. 1971-ci ildə ƏOD üsulunun tətbiqi ilə Muradxanlı yatağı aşkar edilmişdir.

1969-1974-cü illərdən seysmik kəşfiyyat işləri ÜDN üsulunun tətbiqi ilə davam etdirilmişdir. Bu dövr seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə aparılan geofiziki tədqiqatların effektivlik baxımından keyfiyyətə yeni bir mərhələsi kimi qiymətləndirilməlidir. O zaman seysmik kəşfiyyat müşahidələri hələ rəqəmli seysmik stansiyalarla yerinə yetirilmirdi. Lakin seysmik yazıların emalında elektron-hesablama maşınlarından istifadə edilirdi.

1972-ci ildə "Azərneftgeofizika" trestində seysmik yazıların rəqəmli emalına başlanmışdır və bununla da Azərbaycan geologiyası və geofizikasının inkişafı istiqamətində yeni və çox mühüm bir mərhələnin əsası qoyulmuşdur. Bu işlərin başlanğıcında iştirak edən aparıcı mütəxəssislərin adları sırasında (Tağıyev R.C., Əfəndiyev F.F., Əfəndiyeva S.P. Əhmədov N.Ə., Əliyev C.Y., Muxtarova S.M. və b.) müəllifin də adı özünə yer tutmuşdur.

1970-ci ildə seysmik kəşfiyyatın ÜDN üsulunun tətbiqi ilə yerinə yetirilən tədqiqatlar geofiziki kəşfiyyat işlərinin ümumi həcmnin 5%-ni təşkil edirdisə, bu rəqəm 1979-cu ildə 88%-ə çatdırılmışdı.

1970-1974-cü illərdə «Azərneftgeofizika» trestinin əməkdaşları Qaracalı, Zərdab, Gürzundağ, Orta Muğan, Ağgöl, Əmirarx, Xəlfəli, Kürd, Şorsulu, Mil, Qərbi Duvannı, Cənubi Xaçmaz və s. kimi strukturları dərin qazımaya hazırlamışdı. Adları çəkilən strukturlar 3-6 km dərinliklərdə yatan Mezokaynozoy çöküntü komplekslərinə görə qeydə alınmışlar.

1970-1979-cu illərdə seysmik kəşfiyyatın ÜDN üsulunun və o dövr üçün yüksək texnologiyaya malik emal sistemlərinin tətbiqi zaman kəsilişlərinə görə Mezozoy çöküntülərinin morfostrukturunu və daxili quruluşunu öyrənməyə imkan vermişdir. Təbiidir ki, Üçüncü dövr çöküntülərinin geoloji quruluşu haqqında da 1960-1965-ci illərdəkinə nisbətən daha yüksək keyfiyyətli məlumatların əldə edilməsi mümkün olmuşdur. Sadalanan bu müvəffəqiyyətlər, çöldə yerinə yetirilən seysmik müşahidələrin əvvəlki illərdəkinə nisbətən, daha yüksək texnoloji imkanları olan seysmik stansiyaların və avadanlıqların tətbiqinin və ən başlıcası isə seysmik yazıların emal prosesinə daha mükəmməl riyazi bazaya əsaslanan proqram komplekslərinin cəlb edilməsi nəticəsində əldə edilmişdir.

1972-1979-cu illərdə müşahidə olunan seysmik yazıların emal qrafı keçmiş Sovet məkanında yaradılmış elektron-hesablama maşınlarında tətbiq edilən Mərkəzi Geofizika Ekspedisiyasında tərtib edilmiş proqramlar kompleksi əsasında formalaşdırılırdı. Lakin bu proqramlar kompleksinin hər bir seysmogeoloji şəraiti nəzərə ala bilməsi, təbii ki, mümkün deyildi və əlavə tədqiqatlar tələb edilirdi. Bu tədqiqatlar 15-dən çox istehsalat trestlərində, o cümlədən "Azərneftgeofizika" trestində də yerinə yetirilirdi.

Həmin illərdə "Azərneftgeofizika" trestinə məxsus hesablama mərkəzinə cəlb edilmiş çox gənc və yüksək ixtisaslı mütəxəssislər istehsalat işləri ilə yanaşı bir neçə istiqamətdə elmi tədqiqatlar da yerinə yetirirdi. Bu tədqiqatlar əksər hallarda yeni-yeni alqoritmlər və proqramların tərtib edilməsi ilə nəticələnmişdir. Trestin əməkdaşlarının tərtib etdikləri alqoritmlər əsasında yazılmış proqramlar emal qrafının genişləndirilməsini və bununla da yüksək həlledicilik qabiliyyətinə malik zaman kəsilişlərinin əldə olunmasını təmin edirdi. Nəticədə seysmik yazıların interpretasiya mərhələsinin keyfiyyəti nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksəldilirdi.

Bu tədqiqatların nəticəsində müəllifin tərtib etdiyi alqoritmlər əsasında reallaşdırdığı proqramların nəticələri müqayisəli şəkildə 5-ci fəsildə verilmişdir (şəkil 5.7, 5.8, 5.10-5.18). Seysmik yazıların emal qrafına daxil edilən dalğa sahəsinin enerjisinin təhlili, təkrar dalğaların çıxılması və ya onların enerjisinin sıxılması, çoxkanallı və ya birkanallı süzgəcləmə, tərs süzgəcləmə, miqrasiya, statik düzəlişlərin təshih, sürət analizi və s. kimi proqramlar müşahidə olunan dalğa sahəsindən additiv fonu və geoloji dəyərləndirmə zamanı dalğa sahəsinin faydalı hesab edilən bölümünü maskalayan hissəsinin ləğvini təmin edirdi. Lakin arzu olunan nəticələr hər zaman əldə edilmədiyindən emal qrafının yeni-yeni proqramlar hesabına

zənginləşdirilməsi istiqamətində tədqiqatlar, bu gün də olduğu kimi, davam etdirilirdi.

Azərbaycanda bu tədqiqatlar məqsədyönlü şəkildə müəllifin və onun bilavasitə rəhbərlik etdiyi xüsusi qrup tərəfindən reallaşdırılırdı. Əldə edilmiş nəticələrdən 1970-2001-ci illərdə "Azərneftgeofizika" trestində yerinə yetirilən bütün seysmik kəşfiyyat işlərində istifadə edilmişdir.

1994-cü ilə qədərki dövrdə emal qraflarının tam reallaşdırılması elektron-hesablama maşınlarının riyazi əməliyyatlar yerinə yetirmək sürətinin aşağı olması səbəbindən (30000-50000 əməliyyat/san) uzun bir zaman tələb edirdi. Bəzən 20-km uzunluğunda seysmik profil boyu müşahidə olunmuş seysmik dalğa sahəsinin tam emalı 20-30 günə başa çatdırılırdı. Buna görə də hər bir NQR-in seysmogeoloji şəraitini və qeyd olunan seysmik dalğa sahəsinin xüsusiyyətlərini nəzərə alan emal qrafı tətbiq edilirdi.

Aparılan bu tədqiqatlar 1975-1987-ci illərdə Xəlfəli, Ağzıbirçala, Bozyeri, Qərbi Əmirarx, Gürzundağ, Qarabat, Palantökən, Ağgöl, Şıxbağı, Cəfərli, Mahmudlu, Kəbirli, Qaralı, Ağaməmmədli Şahsünni, Ağayeri və s. strukturların dərin qazımaya hazırlanması üçün zəmin yaratmışdır. 1981-ci ildə dərin qazıma üçün hazırlanmış Tərsdəllər strukturunda 1983-cü ildə neft yatağı açılmış və istismara verilmişdir.

1983-cü ildə SSRİ Neft Sənaye nazirliyinin Mərkəzi Geofizika Ekspedisiyası ilə birgə trest üçölçülü seysmik kəşfiyyat işləri yerinə yetirmişdir. Bu tədqiqatlar Ağayeri sahəsində üzüm plantasiyasının tutduğu ərazidə müvəffəqiyyətlə başa çatdırıldı. Burada tətbiq edilən müşahidə sistemi «ilan profil» adlandırılmışdı. Bununla da SSRİ miqyasında mürəkkəb yerüstü şəraitlə səciyyələnən ərazilərdə üçölçülü seysmik kəşfiyyat işlərinin reallaşdırılması imkanları təsdiqləndi.

1984-cü ildən başlayaraq trest bir sıra regional profillər boyu seysmik müşahidələr aparmışdır. Qeyd olunan seysmik dalğa sahəsinin seysmostratiqrafik üsulla analizi əsasında bir neçə istiqamətdə yeni nəticələr əldə edilmişdir. Tumarxanlı-Pirsaat regional profili boyunca geoloji kəsilişin əsas parametrləri təyin edilmiş və ilk dəfə olaraq Cəlilabad və Aşağı Kür çökəkliklərinin sərhədləri ayırd edilmiş, seysmik yazılara görə geoloji kəsilişin paleobərpası üzrə tədqiqatlar yerinə yetirilmişdir. İlk dəfə olaraq Məhsuldar qatın aşağı və orta şöbələri arasında uyğunsuzluq qeydə alındı. Regional profillərdə sedimentasiya kompleksləri haqqında yeni məlumatlar toplandı və ərazinin geoloji inkişaf tarixinin bərpası mümkün oldu.

Regional seysmik tədqiqatlar Beyləqan-Kəlaməddin profili boyunca çöküntü komplekslərinin geoloji quruluşunun öyrənilməsinə, regionun

paleocoğrafi və paleotektonik şəraitlərinin bərpasına imkan verdi. Bu tədqiqatlar Yevlax-Ağcabədi çökəkliyini və Aşağı Kür çökəkliyinin şimal-qərb hissəsini əhatə etmişdir.

Bu tədqiqatların aparılması üçün müəllif tərəfindən xüsusi emal qrafı işlənib hazırlanmışdır. Müşahidə olunan seysmik yazıların əsasında tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinə görə geoloji kəsilişin birbaşa proqnozlaşdırılması üzrə tədqiqatlar məhz bu emal qrafının tətbiqi nəticəsində mümkün oldu.

Geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması üzrə tədqiqatlar E.M.Polonski və N.P.Yusubovun rəhbərliyi və bilavasitə iştirakı ilə həyata keçirildi. 1978-1980-ci illərdə aparılan bu işlər əsasən seysmik dalğa sahəsində özünə yer alan anomaliyaların aşkarlanmasını, terrigen-karbonatlı çöküntülər kompleksindən əks olunan dalğa sahəsinə görə ayrı-ayrı seysmik fasiyaların izlənməsini, anomal lay sürətləri zonalarının təhlilini və s. əhatə edirdi.

Yataq tipli anomaliyaların (YTA) axtarış işləri dalğa sahəsinin dinamik və kinematik parametrlərinin təhlili əsasında yerinə yetirilirdi. YTA-lar Muradxanlı, Zərdab, Əmirarx, Cəfərli və s. sahələrdə müşahidə olunmuş və pasportlaşdırılmışdır. Təəssüflə qeyd edilməlidir ki, onların çoxu dərin qazıma ilə yoxlanılmamış qalır. Yalnız Cəfərli yatağının açılması ilə burada qeyd olunmuş YTA təsdiq edilmişdir.

Azərbaycanda seysmik dalğa sahəsinə görə iki növ YTA qeydə alınır: "tünd ləkə" - Miosen-Eosen çöküntü komplekslərində (Muradxanlı-Zərdab, Əmirarx sahələri) və "parlaq ləkə" - Pliosen çöküntülərində (Zərdab-Cəfərli).

Tədqiqatlarla əhatə edilmiş ərazilərdə YTA-lar adətən antiklinal tipli tələlər ətraflarında qeydə alınmışlar.

Sonrakı illərdə yerinə yetirdiyimiz bir sıra tədqiqatlar göstərmişdir ki, sadalanan müvəffəqiyyətlər nisbətən bəsit geoloji quruluşla səciyyələnən ərazilərdə əldə edilmişdir və Azərbaycanın neftli-qazlı bölgələrinin geoloji kəsilişlərinin xüsusiyyətlərindən asılı olmayaraq bu günə qədər əldə olunmuş nəticələrə yenidən baxmaq tələbatı mövcuddur.

Məsələn, 1998-ci ildə Əmirarx sahəsində yerinə yetirilmiş üçölçülü seysmik kəşfiyyat işləri göstərdi ki, 1978-ci ildə burada aparılmış ikiölçülü seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələri qənaətbəxş hesab edilə bilməz. Bu şəkil 7.1-də göstərilən struktur xəritələrin müqayisəsindən aydın görünür. Şəkil 7.1a-da verilən və 1978-ci ildə yerinə yetirilən ikiölçülü seysmik kəşfiyyat tədqiqatları əsasında «Azərneftgeofizika» trestinin əməkdaşı N.M.Nurullayev tərəfindən tərtib edilmiş xəritə Mezozoy çöküntülərinin morfostrukturunu əks

etdirən seysmogeoloji məlumatdır və şəkil 7.1b-də nümayiş etdirilən xəritədən öz bəsitliyi ilə fərqlənir. Şəkil 7.1b-də göstərilən struktur xəritə üçölçülü seysmik kəşfiyyat tədqiqatları nəticəsində trestin hesablama mərkəzinin baş geofiziki N.Ə. Əhmədov tərəfindən tərtib edilmişdir. Qeyd edək ki, hər iki halda müşahidə olunan seysmik yazıların emal qrafı müəllif tərəfindən tərtib olunmuşdur. Üçölçülü tədqiqatlar nəticəsində tərtib edilmiş xəritədə Eosen çöküntü kompleksinin pazlaşma zonası öz əksini tapmışdır. İkiölçülü seysmik kəşfiyyat tədqiqatları əsasında isə bu çöküntü kompleksinə əsasən antiklinal strukturun olması zənn edilirdi və xəritədə belə bir struktur 50 m-lik izoxətlə göstərilmişdi. Bu müqayisədən antiklinal struktur (yalnız Mezozoy çöküntülərinin səthində mövcud olan) üzərində qazılmış bir quyudan başqa digərlərində neft alınmamasının səbəbi aydınlaşdırılmışdır. Üçölçülü tədqiqatlar neft alınmayan quyuların Eosen çöküntülərinə aid neftli horizontların pazlaşma zonalərindən kənarında qazıldığını təsdiqləmişdir. Üçölçülü seysmik kəşfiyyatın tətbiqi göstərdi ki, neft bu ərazidə antiklinal tələdə yox, stratigrafik tələdə toplanmışdır. Yəni tələni burada Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin şimal bortunu təşkil edən Mezozoy çöküntü kompleksi üzərində örtük çöküntüsü rejimində toplanmış Orta Eosen lay dəstəsi yaratmışdır.

Yerinə yetirdiyimiz tədqiqatların nəticələri göstərir ki, Azərbaycanın NQR-lərində müşahidə olunan seysmik yazıların dinamik və kinematik parametrlərinin tədqiqat sahəsinin geoloji quruluşunun hansı əsas xüsusiyyətlərinin təsiri altında formalaşdığına dəqiq öyrənilməməsi aparılmış seysmik kəşfiyyat işlərinin nəticələrinə görə toplanmış məlumatların təhrif olunmasına səbəb olmuşdur. Ən ciddi xətlər zaman kəsilişlərinə görə geoloji dəyərləndirmə modelinin seçilməsi mərhələsində buraxılmışdır.

Bu mənə və məzmunlu xətlərin yenidən meydana çıxmaması üçün yollar araşdırarkən, biz seysmogeoloji modelləşdirmədən istifadə etmək qərarını qəbul etmişik. Yerinə yetirdiyimiz tədqiqatların nəticələrini sonrakı fəsillərdə şərh edəcəyik. Hələlik isə seysmogeoloji modelləşdirmə haqqında qısa bir şərhə tanış olaq.

Fəsil 8. SEYSMİK YAZILARIN GEOLOJİ DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ PROSESİNDƏ SEYSMOGEOLOJİ MODELLEŞDİRMƏNİN TƏTBİQİ

Bu fəsildə biz əsasən seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə həll edilən geoloji-geofiziki məsələlər haqqında qısa məlumat verəcəyik. İsbat etməyə çalışacağıq ki, seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişi və onun yaratdığı ƏOD sahəsi arasındakı əlaqələrin öyrənilməsində həlledici əhəmiyyətə malikdir.

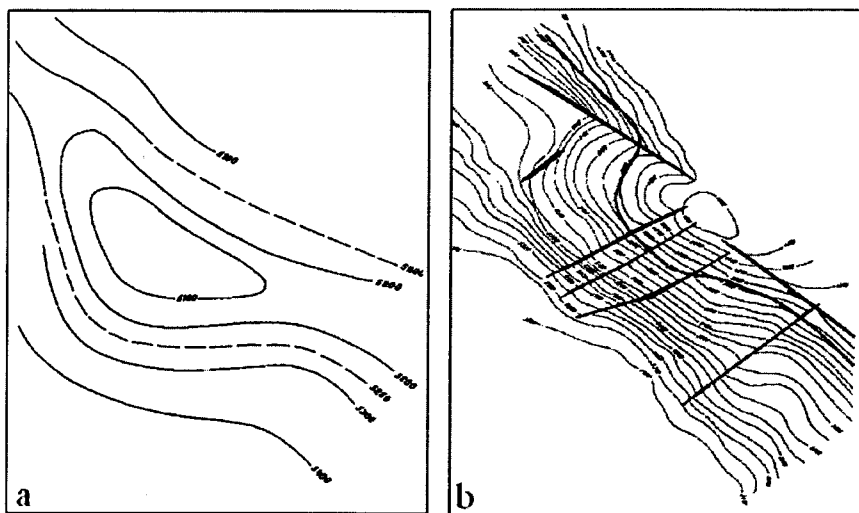
8.1. Seysmogeoloji modelləşdirmə haqqında ümumi məlumat

Elmi-tədqiqat işləri yerinə yetirən hər bir şəxs modelləşdirmə ilə məşğul olmaq məcburiyyətində qalır. Ümumiyyətlə, insan ətrafında baş verən təbii və ya süni prosesləri dərk etməyə daima can atmaqdadır. Bu məqsədlə hər bir tədqiqatçı hadisənin və onun baş verdiyi mühitin modelini yaradaraq özünü axtarış və kəşflərə hazırlayır. Modelləşdirmə, digər elm sahələrində olduğu kimi, seysmik kəşfiyyatda da geniş miqyasda istifadə edilməkdədir.

Müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsini yerinə yetirən hər bir geoloq və ya geofizik təqdim olunmuş seysmik dalğa sahəsini həlli tələb olunan məsələyə uyğun səviyyədə oxuya bilmək təcrübəsinə və ya tədqiqat aparılan ərazinin geoloji kəsilişi haqqında ilkin sxematik geoloji məlumata malik olmalıdır. Burada onun seysmik yazı əsasında real geoloji mühit haqqında analitik ifadə ilə verilməyən intuitiv təsəvvürünü də nəzərdə tuturuq. Bu məlumatlar və xüsusi təcrübənin olub-olmamasından asılı olmayaraq riyazi modelləşdirmənin seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi işlərinə cəlb edilməsi xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Ona görə ki, riyazi modelləşdirmə əldə olunmuş nəticələrin həqiqətə uyğunluğunu yoxlamağa və xətlərin aradan qaldırılmasına zəmin yaradır.

Məlumdur ki, seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının əsasını tərs məsələnin həlli ilə bağlı problemlərin araşdırılması təşkil edir. Lakin seysmik kəşfiyyatın düz məsələsinin konkret modellər əsasında həlli geoloji mühitin parametrləri ilə müşahidə olunan dalğa sahəsinin kinematik və dinamik xüsusiyyətləri arasındakı əlaqənin öyrənilməsinə xidmət edir və mütəxəssisin real geoloji şəraitdə qeyd edilən seysmik

yazuları oxuya bilmək təcrübəsini artırmaqla yanaşı tərs məsələnin həlli yollarını müəyyənləşdirməyə xidmət edir. Düz məsələ deyildikdə yaradılmış fiziki və ya analitik modelə uyğun olan seysmik dalğa sahəsinin riyazi yolla hesablanması, tərs məsələ deyildikdə isə əksinə, müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə onu formalaşdıran geoloji kəsilişin tərtib edilməsi nəzərdə tutulur.



Şəkil 7.1. Əmirarx sahəsi. 2D və 3D seysmik müşahidələri əsasında tərtib edilmiş struktur xəritələrin müqayisəsi. Xəritələr 1978-ci ildə «Azərneftgeofizika» trestinin əməkdaşları Nurullayev N.M. tərəfindən 2D seysmik müşahidə (a) və 1998-ci ildə Əhmədov N.Ə. tərəfindən 3D seysmik müşahidə (b) nəticələrinə görə tərtib edilmişdir. Hər iki halda seysmik yazuların emalı müəllifin tərtib etdiyi emal qrafı əsasında yerinə yetirilmişdi

Müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə əsasən geoloji kəsilişin bərpa edilməsi üçün seçilmiş dəyərləndirmə modelinin parametrlərindən asılı olaraq eyni zaman kəsilişini approksimasiya edən çoxsaylı dərinlik kəsilişi əldə etmək mümkündür. Başqa sözlə desək, müşahidə olunmuş dalğa sahəsinə görə geoloji kəsiliş qurularkən qeyri-müəyyənlik və nəticələrin müxtəlifliyi qaçılmazdır. Buna səbəb, subyektiv yanaşma əsasında seçilmiş geoloji dəyərləndirmə modelində nəzərə alınmamış faktorlar və müşahidə olunan dalğa sahəsinin az bir qisminin təhlil üçün yararlı kimi qəbul edilməsidir.

Düz məsələnin həlli zamanı da eyni xətalər hesablanmış dalğa sahəsinin bəsitliyinə gətirib çıxarır.

Modelləşdirmə, ümumiyyətlə, iterativ prosesdir və modelin həqiqi mühiti dəqiq approksimasiya edə bilməsi üçün onun parametrlərinin dəqiqləşdirilməsi yolu ilə tamamlana bilər.

Bəzən modelləşdirmə fiziki model üzərində real ölçmələrlə də aparılır. Belə halda fiziki model özünün həndəsi, dinamik və kinematik parametrlərinə görə modelləşdirilən sistemlərə uyğun olmalıdır. Belə modelləşdirmə yolu çox uzun və çətindir. Eyni zamanda çoxsaylı variantların əldə olunmasını məhdudlaşdırır.

Ümumiyyətlə, modelləşdirmə hər hansı prosesi dərk etmək üçün qiymətsiz məlumat əldə etməyə imkan yaratsa da, yaddan çıxmamalıdır ki, onun tətbiqi ilə əldə edilmiş nəticələr müəyyən fərziyyələrə və reallığa iterativ yaxınlaşmalarla əsaslandırıldığından qüsurlardan tam azad deyildir.

8.2. Seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə həll edilən məsələlər

Riyazi modelləşdirmə geoloji kəsilişin nəzəri və ya təcrübi yolla (geoloji və quyu məlumatları əsasında) tərtib edilmiş modeli ilə ona uyğun mühitdə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsi arasındakı əlaqəni təyin etmək üçün istifadə edilir. Bu zaman aşağıdakı məsələlər həll edilə bilər:

- verilən geoloji kəsilişə görə seysmik kəşfiyyatın düz məsələsi həll edilir. Bu halda hesablanmış seysmik dalğa sahəsində nəzəri geoloji kəsilişin bütövlükdə və kəsilişi formalaşdıran ayrı-ayrı obyektlərin (məsələn, pazlaşma zonasının, litofasial dəyişkənliklərin, linzaşəkilli obyekt və formaların, ensiz sinklinalların, qırılma müstəvilərinin və s.) seysmik dalğa sahəsində yaratdıqları mənərə öyrənilir. Yəni tərtib edilmiş model əsasında real geoloji kəsilişin yaratdığı dalğa sahəsi ilə və həmin kəsilişin atributları arasındakı əlaqə öyrənilir;
- real şəraitdə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə (adətən zaman kəsilişlərinə görə) geoloji kəsiliş qurulur, yəni seysmik kəşfiyyatın tərs məsələsi həll edilir. Təbii ki, bu nəticəni riyazi model kimi qəbul etməklə biz yenidən seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə seysmik dalğa sahəsinə hesablaya bilərik. Bu halda riyazi hesablama üsulu ilə əldə edilən və real mühitdə müşahidə olunan seysmik yazıların emalı əsasında tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinin

müqayisəsi yolu ilə real mühiti əks etdirən dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi məsələsinin kəmiyyət və keyfiyyətə düzgün yerinə yetirilməsini (və ya əksinə) aydınlaşdırma bilirik. Bizim ixtiyarımızda olan bu iterativ yaxınlaşma üsulu istehsalat şəraitində aldığımız nəticələrin dəqiqliyinin dərin qazımadan öncəki mərhələdə yoxlanılmasına imkan verir. Sözsüz ki, bu iterativ yoxlama üsulu çox vaxt və zəhmət, eyni zamanda güclü intuisiya tələb edir. Əlbəttə, tədqiqatçının təcrübəsi burada həlledici rol oynasa belə, təsvir etdiyimiz bu üsul subyektiv fikirlərin aradan qaldırılması üçün əvəzsiz bir xidmətçidir;

- yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, riyazi modelləşdirmə seysmik dalğa sahəsinin kəsilişin hansı atributlarının təsiri altında formalaşmasını təyin etməyə imkan verir. Nəticədə biz seysmik kəşfiyyatın geoloji kəsilişin atributlarından asılı olan həlledicilik qabiliyyətini araşdırmaqla bərabər, seysmik yazıların emal qrafına daxil ediləcək proqramların tətbiq edilmə ardıcılığını dəqiqləşdiririk. Məsələn, tektonik qırılmalar zonasında kiçik ölçülərə malik obyektlərin statik təshihləri hesablayan proqramların tətbiqi prosesində kəsilişdən silinməsinin və ya onların ölçülərinin təhrif olunması hallarını aradan qaldırmaq üçün bu proqramların parametrləri modelləşdirmə materialları əsasında dəqiqləşdirilə bilər. Kinematik düzəlişləri və seysmik yazıların formasını (tərs və zolaqlı süzgüləmə) təshih edən proqramların parametrlərini təyin etmək də bu qəbildən olan prosesdir;
- aydındır ki, müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə geoloji dəyərləndirmə işlərinin yerinə yetirilməsi üçün tədqiqat sahəsinin geoloji mühitini səciyyələndirən sürət qrafikləri məlum olmalıdır. Təcrübədə isə ərazi daxilində qazılmış bir və ya bir neçə, biri digərindən çox uzaqda yerləşən quyularda şaquli seysmik profilləmə nəticəsi əsasında təyin edilmiş sürət modeli məlum olur. Belə halda da seysmogeoloji modelləşdirmə xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, geoloji dəyərləndirmə işlərini yerinə yetirən mütəxəssis ixtiyarında olan seysmogeoloji modelləşdirmə proqramının tətbiqi ilə iterativ yaxınlaşma qaydasında zaman kəsilişinə və ilkin sürət modelinə görə (və ya seysmik yazıların emalı prosesində təyin edilmiş ÜDN sürətlərinə görə) tədqiqat ərazisinin sürət modelini dəqiqləşdirə bilər. Bir sıra hallarda seçilmiş sürət modelindən istifadə olunmaqla müşahidə olunmuş

seysmik yazıların yenidən emalı zəruriyyətini aşkar etmək mümkündür;

- üfüqi istiqamətdə sürət dəyişkənliyi ilə səciyyələnən tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişi ilə zaman kəsilişi arasındakı əlaqənin təyin edilməsi probleminin həllində də seysmogeoloji modelləşdirmənin əhəmiyyəti böyükdür. Normal şüa diaqramları (şəkil 3.8 və 5.21) tərtib edilməklə geoloji kəsilişdəki üfüqi istiqamətdə sürət dəyişkənliyinin ÜDN üsulu ilə təyin edilən effektiv sürət qrafiklərinə təsiri öyrənilə bilər;
- nəhayət, riyazi modelləşdirmə seysmik dalğa sahəsinin emalı və geoloji dəyərləndirilməsi üzrə mütəxəssislərin hazırlanmasında əvəzsiz vəsaitdir, ona görə ki, o seysmik kəşfiyyatın imkanları haqqında əyani təsəvvür yaradır və müşahidə olunan dalğa sahəsini oxuya bilmək qabiliyyəti aşılayır.

Riyazi modelləşdirmə üç əsas mərhələdə yerinə yetirilir: geoloji modelin tərtib olunması, seysmik dalğa sahəsinin hesablanması və alınan nəticə ilə real geoloji mühitdə müşahidə olunmuş dalğa sahəsinin müqayisəli təhlili. Əvvəlinci iki mərhələnin şərhli ilə tanış olaq.

8.3. Geoloji kəsilişin modelinin tərtib olunması

İkiölçülü mühitdə düşən, sınaq və qayıdan dalğalar müşahidə xəttindən keçən və əksətdirici sərhədə perpendikulyar yerləşən müstəvi üzərindədir. Seysmik kəşfiyyat məsələlərinin həlli baxımından bu müstəvinin hər bir əksətdirici sərhədə ayrılıqda perpendikulyar olması şərtini nəzərə alsaq, aydın olacaqdır ki, ümumi halda bu belə deyildir. Yəni müstəvi özü sınıq müstəvilərdən ibarətdir.

Belə hesab edək ki, bu müstəvi üzərində N sayda əksətdirici sərhəd vardır və onlar $N-1$ sayda layın tavan və dabanlarıdır. Bu layların qalınlıqları ixtiyari şəkildə dəyişir və bəzən sıfıra bərabərdir. Yüksəktərtibli tənliklərlə approksimasiya oluna bilən əksətdirici sərhədlərdən başqa adı çəkilən müstəvi üzərində qırıq xətlər vardır ki, onlar da qırılma müstəvilərinin elementləridir. Müxtəlif sərhədlərin əksətdirici əmsalları bir-biri ilə korrelyasiya olunmur və normal paylama qanununa tabedirlər. Əksətdirici sərhədlərin kəsişmə nöqtələri və qırılmalar difraksiya mənbələridir. Müşahidə xətti relyefin formasını təkrarlayır, kiçik və aşağı sürətlər zonasının parametrləri üfüqi və şaquli istiqamətlərdə dəyişir. Aydındır ki, bizim xarakterizə etdiyimiz model

real mühitdən öz basitliyi ilə fərqlənir. Bu, real mühitin üçölçülü və qeyri-bircinsli olmasından və s. irəli gəlir.

Qeyd etdiyimiz kimi, bütün bu parametrlər üfüqi və şaquli istiqamətlərdə dəyişkəndir. Seçilmiş modelin dəqiqliyi, yəni real mühitə oxşarlığı qarşıya qoyulan məsələnin şərtlərindən asılı olaraq təyin edilməlidir və modelləşdirməni yerinə yetirən mütəxəssisin təcrübəsindən bilavasitə asılıdır:

1. Əgər quyuətrafi sahənin öyrənilməsi və ya quyu məlumatlarının seysmik kəşfiyyat nəticələrindən istifadə olunmaqla ekstrapolyasiyası və ya interpolyasiyası aparılmalıdırsa, onda karotaj əyriləri vasitəsi ilə kəsiliş daha detal hissələrə ayrılmalıdır. Geoloji kəsilişin karotaj diaqramları vasitəsi ilə intervallara bölünməsi zamanı seysmik kəşfiyyatın şaquli istiqamətdə həlledicilik qabiliyyəti nəzərə alınmalıdır. Bu zaman akustik parametrləri çox yaxın olan laylar birləşdirilə bilər və əgər biz üfüqi istiqamətdə dəyişkənlikləri öyrənmək istəyiriksə, bu çox əlverişli imkandan istifadə etməliyik. Yox, əgər biz yalnız seysmik dalğanın kinematikasını ilə əlaqədar məsələləri həll etmək istəyiriksə, o zaman layları daha qalın aralıqlara bölə bilərik. Təcrübədən və ədəbiyyatdan məlumdur ki, layın qalınlığı dalğa uzunluğunun 1/4-dən kiçik olsa, biz layın dabanı ilə tavanı arasındakı zaman fərqiini görə bilməyəcəyik. Bu bölgü eyni zamanda layın daxilində seysmik dalğanın yayılma sürətindən də asılıdır ki, bu da

$$h \geq 0.05 \cdot V \cdot T = 0.05 \cdot V/f$$

bərabərliyindən aydın görünür. Burada h - layın qalınlığı, V - layın daxilində seysmik dalğanın yayılma sürəti, T - seysmik dalğanın periodu və f - seysmik dalğanın görünən tezliyidir.

Aydındır ki, bu halda litoloji və stratigrafik cəhətdən kəskin fərqlənən layların birləşdirilməsi məsləhət görülə bilməz. Əksinə, belə layların və lay dəstələrinin modeldən çıxarılması, hətta onların qalınlıqları 0,5-1.0 m olduqda belə, hesablanmış seysmik dalğa sahəsində kəskin dəyişikliyə səbəb ola bilər. Bu dəyişikliklər əsasən dalğanın dinamik parametrlərində özlərini büruzə verəcəkdir. Kəsilişin sürət xarakteristikası daha dəqiq hazırlanmalıdır. Bu zaman akustik karotaj məlumatlarından da istifadə etmək lazımdır. Şaquli seysmik profilləmə və akustik karotaj məlumatları birlikdə istifadə edildikdə kəsilişin sürət xarakteristikası daha müfəssəl

qaydada təyin edilə bilər. Sıxlıq karotajı məlumatlarından da istifadə edilməlidir. Lakin təcrübə göstərir ki, bu məlumatlarda adətən xətalər çox olur. Buna görə də sıxlıq əmsalını mühitin sürət xarakteristikasında nəzərə almaq məsləhətdir. Məsələn, təmiz qumdaşından ibarət layın seysmik dalğanı ötürmək qabiliyyəti içərisində 10% qaz yığılı olan, eyni parametrlərlə səciyyələnən layın ötürücülük qabiliyyətindən fərqlənir. Qaz saxlayan layın sürət xarakteristikasını aşağıdakı bərabərlikdən istifadə etməklə hesablamaq olar:

$$V = (h_1 + h_2) / (h_1/V_1 + h_2/V_2).$$

Burada h_1 və h_2 - uyğun olaraq qaz və onun doldurduğu skeletin ümumi qalınlıqları, V_1 və V_2 - qazın və skeletin içərisində seysmik dalğanın yayılma sürətləridir.

2. Əgər quyu məlumatları yoxdursa, onda yalnız seysmik məlumatlar əsasında model seçmək olar. Yəni seysmostratiqrafik tədqiqatların nəticələrindən, ümumi geoloji məlumatlardan və seysmik məlumatların emalı zamanı yerinə yetirilmiş sürət analizinin nəticələrindən istifadə edilməklə model tərtib edilə bilər. Bu üsulla tərtib edilmiş model və hesablanmış seysmik dalğa sahəsi mümkün ehtimal variantları kimi qəbul edilməlidir. Burada tədqiqatçının intuisiyası və təcrübəsi xüsusi rol oynayır.

Neft geologiyasının problemləri ilə məşğul olan seysmik kəşfiyyat üzrə mütəxəssis ilk növbədə çöküntü kompleksini təşkil edən layların həndəsi və fiziki parametrləri ilə maraqlanır. Və bu da təbiidir ki, seysmik dalğa sahəsini geoloji baxımdan dəyərləndirən geofizik bu parametrləri (layların yatım bucaqlarını, azimutlarını, qalınlıqlarını, onları təşkil edən çöküntülərin litofisial tərkibini və s.) seysmik yazıların kinematik və dinamik xassələrinə əsaslanaraq müəyyənləşdirməyə çalışır. Lakin Azərbaycanın bir sıra neftli-qazlı rayonlarında müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə tərtib edilmiş zaman kəsilişləri müxtəlif mənşəli və tərkibli dalğaların qarşılıqlı interferensiyası ilə səciyyələnir. Belə qarışıq fonla müşayiət olunan zaman kəsilişlərində eyniadlı seysmik dalğa sahəsinin kinematika və dinamikası haqqında birmənalı fikir söyləmək və onun etibarlı korrelyasiyasını yerinə yetirmək olduqca mürəkkəb problemdir. Lakin məsələnin etibarlı həllinin müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsindəki interferensiya zonalarını yaradan səbəblərin aydınlaşdırılması yolu ilə tapılması mümkündür.

Zaman kəsilişini formalaşdıran seysmik dalğaların qarışıq interferensiya zonalarının tədqiqat ərazisinin geoloji kəsilişinin xüsusiyyətləri ilə əlaqədar olması şübhəsizdir. Lakin bu əlaqənin xüsusiyyətləri məlum olmadıqda müşahidə olunan dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi çox çətindir. Məhz bu baxımdan yerinə yetirdiyimiz tədqiqatların nəticələri göstərir ki, Azərbaycanın mürəkkəb tektonika ilə səciyyələnən neftli-qazlı rayonlarının geoloji kəsilişini formalaşdıran çöküntü kompleksi ilə seysmik kəşfiyyatın tətbiqi prosesində müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsi arasındakı əlaqənin xüsusiyyətləri kifayət qədər dəqiqliklə öyrənilməmişdir. Hər halda son illərdə nəşr olunmuş ədəbiyyatda bizim nəşr etdirdiyimiz bir neçə məqalədən başqa bu haqda məlumata rast gəlinməmişdir. Biz bunun əsas səbəbini emal texnologiyasının və müşahidə sistemlərinin mükəmməlliliyinə əsaslanılmasında görürük. Buna görə də biz bu kitabda Azərbaycanın quru sahələrində müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsini mürəkkəbləşdirən geoloji faktorların müəyyənləşdirilməsi ilə bağlı tədqiqat nəticələrinə geniş yer verməyə çalışmışıq. Bu tədqiqatları yerinə yetirərkən seysmogeoloji modelləşdirmədən istifadə etmişik.

Seysmogeoloji modelləri biz müxtəlif tədqiqatçıların (Б.Е.Ханн, А.Н.Шарданов, 1952; А.А.Ализаде, Г.А.Ахмедов, А.М.Ахмедов, 1966; Г.А.Ахмедов, В.И.Куликов, И.С.Гасанов и др,1983) geoloji planalma, struktur qazıma və s. məlumatlar əsasında tərtib etdikləri geoloji kəsilişlərdən seçmişik. Bir sıra hallarda Azərbaycanın mürəkkəb geoloji quruluşlu NQR-lərini səciyyələndirən bu modellərdən biz bilərəkdən lokal və ya regional səciyyəli stratigrafiya intervalları və ya layları çıxartmışıq. Bu, o hallarda reallaşdırılmışdır ki, bu intervallar geoloji kəsilişin modelindən çıxarıldıqda əks olunan dalğa sahəsinin kinematik və dinamik parametrləri hiss olunmaz dərəcədə dəyişsin. Aydınadır ki, geoloji kəsilişdən çıxarılmış hər bir elementə görə əks olunan dalğa sahəsinin dinamik və kinematik xarakteristikaları mütləq dəyişməlidir. Lakin biz bunu elə yerinə yetirmişik ki, geoloji kəsilişin modelindən çıxarılmış elementlərin sayının azaldılması hesablanmış dalğa sahəsinin sadələşdirilməsinə və oxunaqlı olmasına xidmət etmiş olsun və struktur interpretasiyasının (geoloji dəyərləndirmənin) nəticələrinə təsir etməsin. Bəzi modelləri biz nəzəri hesablamalar və fərziyyələr əsasında tərtib etmişik. Hər iki halda geoloji kəsilişlərin formalaşmasında iştirak etmiş əsas struktur-formasiya dövrlərini nəzərə almağa çalışmışıq.

Bütün hallarda geoloji kəsilişi səciyyələndirən sürət xarakteristikaları tərəfimizdən şaquli seysmik profilləmə tədqiqatlarına görə (orta və ya interval sürətlər əsasında) təyin edilmişdir. Şaquli seysmik profilləmə tədqiqatları aparılmayan ərazilər üçün sürət xarakteristikası seçərkən ÜDN üsulu ilə təyin edilmiş effektiv sürətlərdən istifadə etmişik.

Bu tədqiqatlar çərçivəsində biz əsasən qalınlıqları seysmik dalğa uzunluğunun 1/4-dən artıq olan laylardan və ya stratigrafik vahidlərdən ibarət olan geoloji kəsilişlərin modelləri üzərində tədqiqatlar aparmışıq.

Seysmogeoloji modelləri tərtib edərkən nəzərə almışıq ki, ƏOD sahəsi əsasən litoloji deyil, xronostratigrafik sərhədlərdə yaranır.

Biz sedimentasiya prosesləri nəticəsində yaranan uyğunsuzluqların və çöküntü kompleksinin akustik parametrlərinin müşahidə olunan dalğa sahəsinə təsirini də nəzərə almağa çalışmışıq. Adətən əks olunan dalğa sahəsinin amplitud-tezlik xarakteristikası uyğunsuzluq sərhədlərində və çöküntü kompleksinin tavanında (dabanında) müəyyən geoloji zamana uyğun gələn litoloji xüsusiyyətlərə tam tabe olur. Nəzərə almışıq ki, ƏOD sahəsindəki sinfaz dalğa cəbhələri ilə geoxronoloji mərtəbələr hətta geoloji kəsilişin irimiqyaslı litofasial dəyişkənliklərlə səciyyələndiyi sahələrdə də böyük dəqiqliklə uzlaşır. Burada söhbət geoloji kəsilişi formalaşdıran və eyni paleocoğrafi şəraitdə, qısa bir geoloji inkişaf mərhələsində toplanmış çöküntü komplekslərinin əmələ gətirdiyi stratigrafik aralıqlarından gədir.

Təbiidir ki, geoloji kəsilişin alt mərtəbələrindən əks olunan dalğa sahəsinin kinematik və dinamik parametrləri yuxarıda yatan çöküntü kompleksinin xüsusiyyətlərindən asılı olaraq müəyyən dəyişikliklərə məruz qalmalıdır və bu xüsusiyyət seysmik yazıların emalı və geoloji dəyərləndirilməsi zamanı nəzərə alınmalıdır. Kitabın sonrakı fəsillərində biz bu problemlə əlaqədar tədqiqat işlərinin nəticələrinin şərhinə daha geniş yer verməyə çalışmışıq.

Məlumdur ki, çöküntü komplekslərində lokal xüsusiyyətlərə malik əksətdirici sərhədlər də mövcuddur. Bunlara adətən geoloji kəsilişin qazlı, neftli-qazlı, sulu-qazlı, sulu, neftli və s. intervallarının yaratdıqları əksətdirici sərhədlər daxildir. Bu növ əksətdirici sərhədlərin yaratdıqları ƏOD sahəsi adətən geoxronoloji sərhədlərin və ya uyğunsuzluq sərhədlərinin yaratdıqları seysmik dalğa cəbhəsi ilə kəşisir (əlbəttə, xüsusi hallar da mövcuddur - üfüqi laylanma). Yeri gəldikcə, biz bu problemlə də ilgili müzakirələrə yer vermişik.

İrimiqyaslı çöküntü kompleksinin yaratdığı dalğa sahəsi öyrənilmədən geoloji kəsilişin lokal hissələrinin əks etdirdiyi dalğa

cəbhəsi haqqında danışmaq doğru olmaz. Buna baxmayaraq, müəllifin özü də daxil olmaqla, bir sıra tədqiqatçılar Azərbaycanın quru sahələrində müşahidə olunan seysmik yazılar əsasında seysmostratiqrafik analiz və seysmik dalğa mənzərəsinin parametrlərinə görə geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması işləri yerinə yetirmiş və müəyyən müvəffəqiyyətlər əldə etməyə nail olmuşlar. Seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə daha dərinədən məşğul olduğdan və bir sıra araşdırmalar yerinə yetirdikdən sonra biz (əvvəlki tədqiqatların nəticələrinə kölgə salmaq arzusunda olmadan) belə qərara gəlmişik ki, irimiqyaslı çöküntü kompleksləri ilə onların əks etdirdikləri seysmik dalğa sahəsi arasındakı asılılıqların xüsusiyyətləri geniş miqyaslı tədqiqatlarla əhatə olunduqdan sonra seysmostratiqrafik analiz və seysmik dalğa mənzərəsinin parametrlərinə görə geoloji kəsilişin birbaşa proqnozlaşdırılması üzrə çalışmalara yenidən qayıtmaq lazımdır. Bu kitabda əsasən müşahidə olunan ƏOD sahəsi ilə Azərbaycanın NQR-lərinin geoloji kəsilişləri arasındakı əlaqədən danışılır. Bu səbəbdən seysmik yazılara görə geoloji kəsilişin birbaşa proqnozlaşdırılması və seysmostratiqrafik analiz haqqında geniş müzakirələrə, demək olar ki, yer verməmişik. Lakin bir sıra hallarda biz seysmik dalğa mənzərəsinin dinamik parametrlərinə görə geoloji kəsilişin birbaşa proqnozlaşdırılması ilə əlaqədar məsələlərə çox yığcam formatda toxunmağa çalışmışıq.

Seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə əldə etdiyimiz nəticələrin keyfiyyətini nəzərə alaraq mürəkkəb geoloji quruluşa malik Qobustan, Kür-Qabırçı çaylararası və Quba-Xəzəryanı NQR-də müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsi əsasında tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinə görə seysmostratiqrafik analiz və geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması üzrə tövsiyələr hazırlamaq qənaətinə gəlmişik. Kitabda, yeri gəldikcə, bu nəticələrə də aid qısa şərh verilmişdir.

Əvvəlki fəsillərdə şərh etdiyimiz və uzun müddət ərzində (1975-2000-ci illər) elmi və təcrübə əsaslarla tərtib və istehsalatda tətbiq edilən seysmik yazıların emal qrafına verdiyimiz təshihlərin bir qismi məhz seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatları nəticələrinin məhsuludur.

8.4. Seysmogeoloji modellər əsasında əks olunan dalğa sahəsinin hesablanması

Seysmik dalğa sahəsinin riyazi yolla hesablanması üçün çoxsaylı alqoritm və proqram mövcuddur. Lakin əksər hallarda bu alqoritm

və proqramlar əksər hallarda irihəcmli hesablamalar üçün nəzərdə tutulmuş və bir saatin qiyməti çox bahalı olan kompüterlərdə yerinə yetirilir. Eyni zamanda istehsalat işlərinin ritmi elmi-tədqiqat işlərinin həcmnin artırılmasına imkan vermir. Nəticədə geniş mütəxəssis auditoriyasının bu sistemlərdən istifadə etmək imkanı məhdudlaşır. Bu maneələrin aradan qaldırılması yollarından biri seysmik dalğa sahəsinin riyazi yolla hesablanması fərdi kompüterlərin tətbiqi ilə yerinə yetirilməsidir. Bu halda geniş mütəxəssis auditoriyasına yaxşı məlum olan WINDOWS əməliyyat sisteminin mühitində işləyən riyazi hesablama proqramlarının tərtib olunması məsələsi həll edilməlidir. Bu məsələni biz yeni seysmogeoloji modelləşdirmə proqramı tərtib etməklə həll etmişik. Proqram müəllifin hazırladığı alqoritmi əsasında və rəhbərliyi ilə «Azərneftgeofizika» trestinin hesablama mərkəzinin proqramçısı A.Şahbazov tərəfindən tərtib edilmişdir. Bizim tərtib etdiyimiz riyazi modelləşdirmə proqramı seysmik dalğa sahəsinə hesablamaqla yanaşı, eyni zamanda alınan nəticələri istənilən formatda və ixtiyari məlumat daşıyıcısına (floppy disk, optik disk, exsabayt lent və s.) yazmağa imkan verir. Yəni alınan nəticənin istənilən hesablama mərkəzində emal olunması üçün tələb olunan şərtlər ödənilir. Qeyd edək ki, tərtib etdiyimiz proqram displeyin ekranında düşən və qayıdan dalğaların şüa boyu yayılma sxemini real zamanda izləməyə imkan verir. Yəni seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatı ilə məşğul olan mütəxəssis əks olunan dalğa sahəsinin formalaşması prosesini displeyin ekranında görə bilər.

Ədəbiyyatda olan məlumatlara və şəxsi araşdırmalarımıza görə belə bir nəticəyə gəlmişik ki, seysmik dalğa sahəsinin riyazi yolla hesablanmasını yerinə yetirən proqramlar arasında ən yüksək effektivliyə malik olanlar dalğa tənliyinin həllini və mərkəzi şüa üsulunu nəzərdə tutan alqoritmlər əsasında tərtib olunmuşlar.

Əldə etdiyimiz təcrübə göstərir ki, mərkəzi şüa üsulunun əsasında işləyən proqramların nəticələri daha oxunaqlı olur. Belə ki, bu alqoritm əsasında tərtib olunmuş proqramın nəticələrindəki dalğa sahəsinin kinematik və dinamik parametrləri asanlıqla ölçülə bilər. Deməli, bu nəticələrdən istifadə edilərək iki və üçölçülü mühitdə seysmik dalğaların yayılma xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi məsələləri həll edilə bilər.

Lakin geoloji kəsilişin modelində ölçüləri Frenel zonasına bərabər və ondan kiçik olan obyektlər olduqda seysmik yazıların dalğa təbiətli olduğunu nəzərə alan alqoritmlərə əsaslanan proqramların nəticələri real mühitdə qeyd olunan dalğa sahəsinə daha çox oxşar olurlar.

Mərkəzi şüa üsulunun tətbiqi geoloji kəsilişin modelinin diskret qiymətlərinin daha dəqiq təyin edilməsini tələb edir.

Göründüyü kimi, hər iki alqoritmlə işləyən proqramın tətbiqinin faydası vardır. Aşağıda şərh edilən seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələrindən də bu aydın görünür.

Şəkil 8.1-də bizim tərtib etdiyimiz mərkəzi şüa üsulu və dalğa tənliyinin həlli ilə işləyən (ProMAX emal sisteminin tərkibindədir) proqramların tətbiqi ilə hesablanmış dalğa sahələrinin müqayisəsi verilir. Qeyd edirik ki, şəkil 8.1a-dakı seysmogeoloji model Aşağı Kür çökəkliyində yerləşən Kürsəngə yatağının quyu məlumatları əsasında tərtib olunmuş geoloji kəsilişinə (atlasdan götürülmüşdür) uyğun olaraq nəzəri yolla tərtib olunmuşdur. Nəzəri modelin bir neçə hissəsində neftli və sulu laylar yerləşdirilmişdir.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, şəkil 8.1b-dəki dalğa sahəsinin real mühitdən əks olunan dalğa sahəsinə daha yaxın olmasına baxmayaraq şəkil 8.1a-dakı dərinlik kəsilişinin kiçik ölçülərə malik atributları, ilk baxışda, burada öz əkslərini tapmamışlar. Bunun əksinə olaraq, şəkil 8.1c-dəki zaman kəsilişində eyniadlı obyektə əks olunan dalğa mənzərəsi aydın şəkildə görünür. Lakin şəkil 8.1b-dəki zaman kəsilişinin miqrasiyadan sonrakı görünüşündə (şəkil 8.1d) dərinlik kəsilişinin yüksək dəqiqliklə bərpa olunduğu görünür.

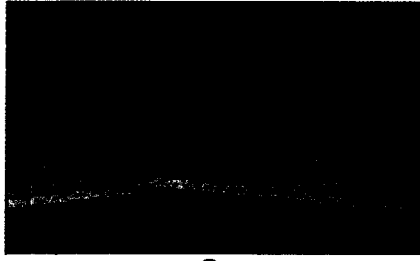
Müqayisə etdiyimiz bu iki zaman kəsilişindəki daha bir fərq kollektor kimi modelləşdirilmiş laylardan yuxarıda və aşağıda yerləşən laylardan əks olunan dalğaların mərkəzi şüa üsulunun tətbiqi ilə hesablanmış zaman kəsilişində daha zəif intensivliyə malik olmasındadır ki, bu da gözlənilən nəticədir. Yəni əslində seysmik yazıların dalğa təbiətli olmasını nəzərə alan proqramın tətbiqi ilə hesablanmış zaman kəsilişində nəzəriyyə ilə uyuşmayan nəticə əldə edilmişdir. Qeyd etməliyik ki, zaman kəsilişinin miqrasiyasından sonra da gözlənilən nəticə əldə edilməmişdir.

Şəkil 8.1-dəki geoloji modelin neft və su ilə doydurulmamış variantından, hər iki proqramın tətbiqi ilə hesablanmış zaman kəsilişlərinin müqayisəsindən də yuxarıdakı nəticələri söyləmək mümkündür. Bu nəticələrin müqayisəsi şəkil 8.1e + h-də verilmişdir.

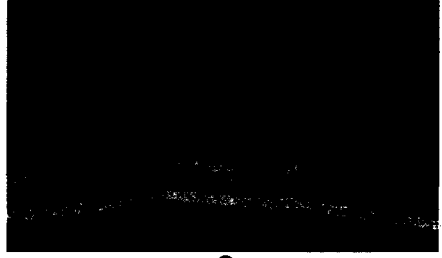
Şəkil 8.1c və f-də müşahidə olunan sonuncu əksedirici horizontdan əks olunan dalğa cəbhəsinin şəkil 8.1b və ə-də olmamasının səbəbi bu horizontun dalğa tənliyinin həlli ilə modelləşdirmə yerinə yetirən proqramın girişinə daxil edilməməsi ilə əlaqədardır.

Bu iki proqramın nəticələrinin müqayisəsi şəkil 8.2-də də verilmişdir. Burada hər iki alqoritmə görə tərtib edilmiş proqramın nəticəsinin eyniliyi haqqında mülahizə yürütmək mümkündür. Onların arasındakı əsas fərq (şəkil 8.2b) təkrar dalğaların müşahidə olunmasındadır. Qeyd etməliyə ki, bizim şüa üsulu əsasında tərtib etdiyimiz proqramın alqoritmində təkrar dalğaların hesablanması nəzərdə tutulmamışdır.

Burada bir məsələyə də diqqət yetirilməlidir ki, bu da hər iki proqramın tətbiqi ilə yerinə yetirilmiş seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələrində difraksiya dalğalarının qeydə alınmamasıdır. Bu məsələyə biz riyazi yolla hesabladığımız çoxsaylı nəzəri zaman kəsilişlərində və Azərbaycan ərazisində müşahidə olunmuş zaman kəsilişlərində diqqət yetirmişik. Nəticədə belə qərara gəlmişik ki, bizim tədqiqatların əhatə etdiyi neftli-qazlı rayonların geoloji mühitində yaranan difraksiya dalğalarının intensivliyinin əks olunan dalğalarından xeyli zəif olduğundan onlar zaman kəsilişlərində görünməzlər. Əslində isə onlar ümumi dalğa sahəsində müəyyən enerji ilə iştirak edirlər. Bizim bu fikrimizi ədəbiyyatda olan məlumatlar və sonrakı fəsilərdə şərh edilən seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri də təsdiq edir.



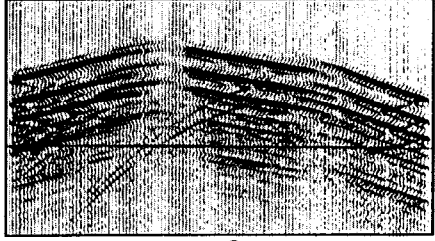
a



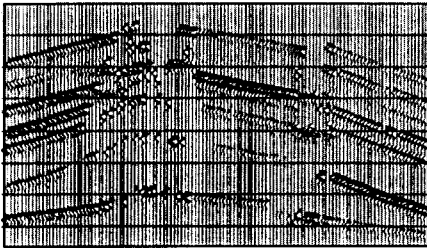
e



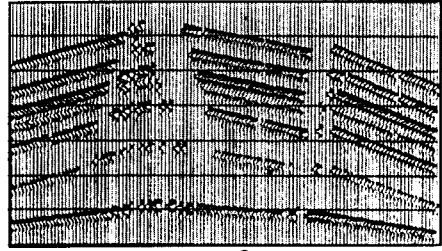
b



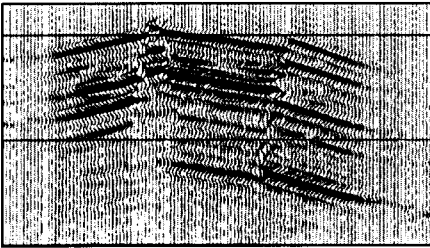
ә



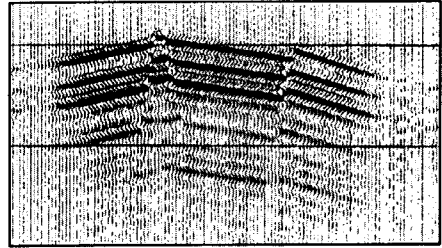
c



f

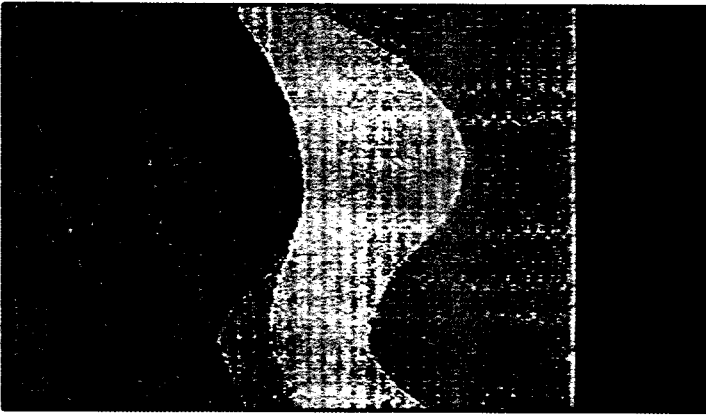


d

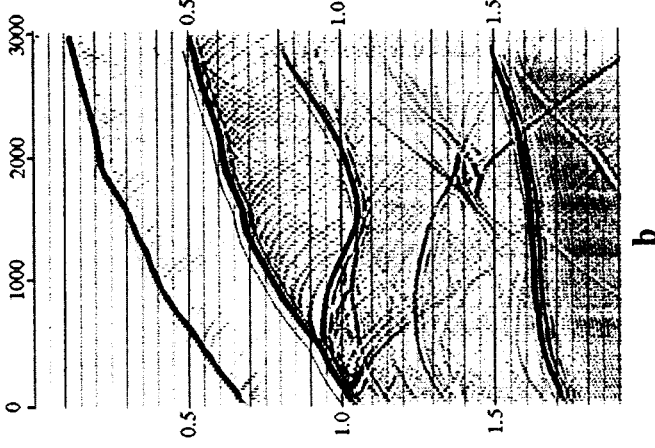


h

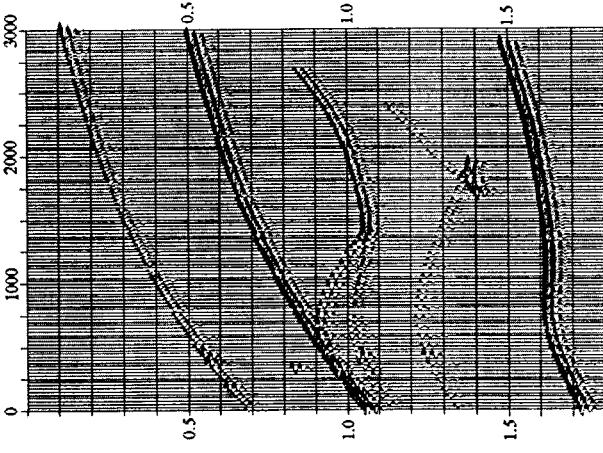
Şəkil 8.1. Seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a, e-neftlə doydurulmuş və doydurulmamış seysmogeoloji model; b, ә - dalğa tənliyinin həlli üsulu ilə hesablanmış zaman kəsilişləri; c, f- müəllifin tərtib etdiyi alqoritm əsasında mərkəzi şüa üsulu ilə hesablanmış zaman kəsilişləri; d, h- b və ә-də verilən kəsilişlərin əsasında miqrasiyanın tətbiqi ilə hesablanmış dərinlik kəsilişləri



a



b



c

Şəkil 8.2. Nəzəri seysmogeoloji model (a), seysmik yazuların dalğa təbiətli olduğunu nəzərə alan alqoritm əsasında tərtib olunmuş programın təbiiqi ilə hesablanmış nəzəri zaman kəsilişi (b) və mərkəzi şüa üsulu ilə işləyən programın təbiiqi ilə tərtib edilmiş nəzəri zaman kəsilişi (c)

Fəsil 9. AZƏRBAYCANIN MÜRƏKKƏB GEOLOJİ QURULUŞLU NQR-LƏRİNİN SEYSMOGEOLOJİ MODELLƏRİ HAQQINDA

Bu fəsildə bir sıra mürəkkəb geoloji quruluşlu neftli-qazlı bölgələrin geoloji kəsilişi haqqında məlumatların və ayrı-ayrı sahələrin geoloji kəsilişini səciyyələndirən model nümunələri əsasında hesabladığımız seysmik dalğa sahəsi ilə real seysmogeoloji şəraitdə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin müqayisəli təhlilini vermişik. Sübut etməyə çalışmışıq ki, seysmogeoloji modelləşdirmə seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının səmərəliliyinin artırılmasına xidmət edə bilər. Eyni zamanda, seysmogeoloji modelləşdirmənin müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi işlərində tətbiqi seysmik kəşfiyyat üzrə tədqiqatların müvəffəqiyyətlərinin və uğursuzluqlarının səbəblərini araşdırmağa imkan verir.

Seysmogeoloji modelləri seçərkən biz Azərbaycan geoloq və geofizikləri tərəfindən yerinə yetirilmiş geoloji planalma, dərin qazıma və geofiziki tədqiqatlar nəticəsində əldə etdikləri məlumatlardan [7] istifadə etmişik. Bir sıra hallarda quyu məlumatları əsasında tərtib edilmiş geoloji kəsilişlərə bəzi düzəlişlər vermişik və onları tədqiqat ərazilərinin seysmogeoloji modeli kimi qəbul etmişik. Bəzən də seysmogeoloji modelləri əlimizdə olan geoloji və geofiziki məlumatların əsasında tərtib etməyə çalışmışıq. Bu halda biz «Azərneftgeofizika» trestində cəmləşdirilmiş fond materiallarından istifadə etmişik. Aydınadır ki, tədqiqat işlərini yerinə yetirmək üçün seçdiyimiz modellər həqiqi geoloji kəsilişləri müəyyən xətalarla approksimasiya edirlər. Bu xətalərin tərtibi geoloji kəsilişlərin bir sıra elementləri haqqında əlimizdə olan məlumatların dəqiqlik dərəcəsindən asılıdır. İstifadə edilmiş bütün seysmogeoloji modellər üçün sürət xarakteristikaları tərəfimizdən şaquli seysmik profilləmə işlərinin nəticələri əsasında və ÜDN üsulu ilə müşahidə olunan seysmik yazıların emalı prosesində təyin edilən effektiv (təbii ki, müvafiq çevirmələr yerinə yetirildikdən sonra) sürət əyriələrindən istifadə olunmaqla tərtib edilmişdir. Effektiv sürətlərdən lay sürətlərinə keçmək üçün Diks formulasından (5.8) istifadə etmişik.

Təəssüflə qeyd etməliyik ki, Azərbaycan geofizikasının son illərdəki inkişaf mərhələsində seysmogeoloji modelləşdirməyə diqqət

yetirilməmiş və nəticədə geoloqlarımızın əldə etdikləri bir sıra nəticələr (xüsusilə geoloji planalma və dərin qazıma quyularından əldə olunmuş nəticələr) geofiziklərin diqqət mərkəzindən kənar qalmışdır. Bizim son illərdə yerinə yetirdiyimiz apardırımların nəticələri bu böyük itkini bir daha təsdiqləyir. Digər bir tərəfdən, müasir texniki avadanlıqdan istifadə etmək imkansızlığı Azərbaycanda geofiziki tədqiqatların tətbiqilə geoloji kəsilişin öyrənilməsi mərhələlərində buraxılmış xətalara ləğv edilməsi prosesini ləngitmişdir və təbiidir ki, daha mürəkkəb məsələlərin həllinə, demək olar ki, başlanmamışdır.

Bir daha xatırladıyıq ki, Azərbaycanda seysmogeoloji modelləşdirmə işləri ilə bağlı problemlərə lazımi səviyyədə diqqət yetirilməmişdir. Hər halda ədəbiyyatda bir neçə məqalədən başqa (Б.М.Капаев, 1970, 1985; Р.А.Абдуллаев, 1964, 1985 və b.) bu haqda məlumat yoxdur. Son illərdə müəllif nəşr etdirdiyi bir neçə məqalə ilə bu boşluğu doldurmağa cəhd etmişdir. Bu səbəbdən də burada və sonrakı fəsillərdə apardığımız tədqiqatların nəticələri haqqında geniş məlumat verməyə çalışmışıq.

9.1. Kür-Qabırrı çaylararası NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri

Əvvəlki fəsillərdə göstərdiyimiz kimi, Kür-Qabırrı çaylararası NQR-in geoloji quruluşu özünə məxsus xüsusiyyətlərlə səciyyələnir. Rayonun geoloji kəsilişinin əsas xüsusiyyətlərindən biri Kaynozoy çöküntülərinin yatım formasının tangensial qüvvələrin müxtəlif forma və məzmunlu qırılmalar, üstəgəlmələr, diapır şəkilli formalar, şaryajlar və s. ilə səciyyələnməsi və Mezozoy çöküntü kompleksinin isə nisbətən daha az dislokasiyalara məruz qalmasıdır.

Rayonun Mezozoydan sonrakı dövrdə formalaşmış geoloji kəsilişinin Maykop çöküntülərinə uyğun olan hissəsinin qalınlığı çöküntü kompleksinin təxminən 30-50%-ni təşkil edir. Bu çöküntülərin əsas xassələrindən biri onun litofasal tərkibindən irəli gələn plastiklik və ya axıcılıq xüsusiyyətinə malik olmasıdır. Məhz bu səbəbdən tektonik hərəkətlərin, xüsusilə də üfüqi qüvvələrin təsiri nəticəsində bu çöküntü kompleksi müxtəlif növ dizyunktiv dislokasiyalara uğramışdır. Maykop çöküntülərinin bu xüsusiyyətləri

yuxarıda yatan çöküntü kompleksinin ilkin yatım bucaqlarının dəyişməsinə, onların daxilində müxtəlif növ dizyunktiv qırılmaların, gərilmələrin, üstəgəlmələrin və s. yaranmasına səbəb olmuşdur. Bu növ dəyişkənliklər Maykop çöküntülərinin altında yatan Paleogen-Təbaşir çöküntü kompleksində yox dərəcəsinədir.

Yuxarıda söylədiklərimizdən və ədəbiyyatda olan məlumatlardan belə nəticəyə gəlmək olar ki, Kür-Qabırrı çaylararası NQR-ində 40-dan çox iri və xırda ölçülü antiklinal qalxımlar Paleogendən sonrakı dövrdə yaranmışlar. Bunu sübut edən əlamətlərdən biri də bütün antiklinal qalxımların tağ hissələrinin müxtəlif istiqamətli qırılmalarla zənginliyi və onların kəsilişin əsasən Neogen bölümünü əhatə etməsidir.

Aparılmış geofiziki tədqiqatlar nəticəsində Kür-Qabırrı çaylararası NQR-ində Paleogen-Təbaşir çöküntü kompleksinə uyğun gələn stratigrafik intervallarda bir sıra antiklinal qalxımlar aşkar edilmişdir (Gürzundağ, Sacdağ, Tərsdəllər və s.). Daha sonra yerinə yetirilmiş dərin qazıma tədqiqatları bu strukturların bir neçəsinin əvvəlki illərdə təyin edilmiş parametrlərinin düzgün olmadığını aşkar etdi.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi, bu tədqiqatlar çərçivəsində, məqsədimiz əvvəlki illərdə seysmik kəşfiyyat məlumatlarının geoloji dəyərləndirilməsi zamanı buraxılmış xətlərin meydana çıxmasının səbəblərini aydınlaşdırmaq və onların aradan qaldırılması yollarını axtarmaq olmuşdur. Bu məqsədlə biz seysmogeoloji modelləşdirmədən istifadə etmişik və geoloji modelləri tərtib edərkən və ya seçərkən NQR-in geoloji kəsilişi haqqında yuxarıda sadalanan məlumatlardan istifadə etmişik. Seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatları əsasında əldə etdiyimiz nəticələrin şərhini ilə tanış olaq.

Şəkil 9.1a-da verilən zaman kəsilişindəki dalğa sahəsi öz xüsusiyyətlərinə görə, demək olar ki, Kür-Qabırrı çaylararası NQR-in ən mürəkkəb və bəsit seysmogeoloji şəraitlə səciyyələnən ərazilərində müşahidə olunan zaman kəsilişlərinin əks etdirdiyi dalğa mənzərələri arasında təxminən orta məsafədə durur. Zaman kəsilişi müşahidə olunan seysmik yazıların emalı nəticəsində müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir.

Zaman kəsilişinə görə dərinlik kəsilişi (şəkil 9.1b) tərtib edilərkən orta sürət əyrisindən istifadə olunmuşdur. Dərinlik kəsilişi trestin əməkdaşı A.Nurəliyeva tərəfindən tərtib edilmişdir.

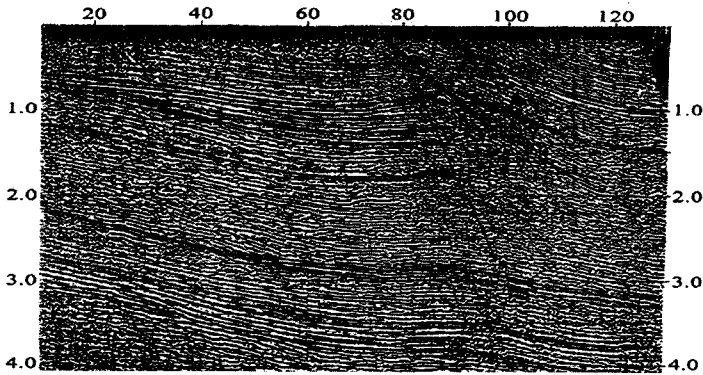
Şəkildə verilən zaman və dərinlik kəsilişlərinin müqayisəsi göstərir ki, orta sürət əyrisindən istifadə olunmaqla tərtib olunan bu dərinlik

kəsilişi zaman kəsilişinə tam uyğun deyildir. Buna səbəb əksətdirici horizontdan yuxarıda yerləşən mühitin bircinsli kəsilməz mühit kimi qəbul olunması və orta sürət əyrisindən istifadə olunmaqla dərinlik kəsilişinin tərtib edilməsidir. Ərazinin geoloji kəsilişini səciyyələndirən sürət xarakteristikası kəskin qradiyentlə (burada şaquli və üfüqi istiqamətlər nəzərdə tutulur) səciyyələnməyə də, tətbiq edilən dəyərləndirmə üsulu diqqəti cəlb edəcək dərəcədə xətlərin buraxılmasına zəmin yaradır. Bu xətlər layların yatım bucaqlarının, qalınlıqlarının, yatma dərinliklərinin və s., eyni zamanda dizyunktiv qırılmaların parametrlərinin düzgün təyin edilməməsindən ibarətdir. Geoloji kəsilişi formalaşdıran layların daxilindəki litoloji dəyişkənliyin nəzərə alınmaması da eyni və ya oxşar xətlərin buraxılmasına səbəb olmuşdur. Bu xətlər düşən və əks olunan dalğaların çöküntü komplekslərinin sərhədlərində sınımasının nəzərə alınmaması səbəbindən meydana çıxır. Başqa sözlə desək, rayonda müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi zamanı geoloji kəsilişin tədqiq olunan əksətdirici sərhədə qədər intervalının bircinsli qəbul edilməsi nəticəsində adı çəkilən xətlərin buraxılması qaçılmaz haldır.

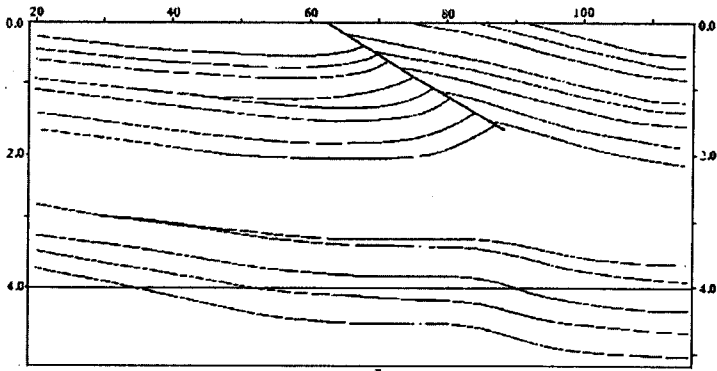
Seysmik dalğaların geoloji kəsilişin mühitində yayılma sürətinin şaquli və üfüqi istiqamətlərdə qradiyentini nəzərə almaqla müəllifin tərtib etdiyi dərinlik kəsilişinin (şəkil 9.1c) əvvəlki dərinlik kəsilişindən əsas fərqi 65-107-ci piketlərin arasında aydın nəzərə çarpır və yuxarıda söylənilənləri təsdiqləyir.

Şəkil 9.1b və 9.1c-nin müqayisəsindən görüldüyü kimi, tərtib edilmiş dərinlik kəsilişləri arasındakı fərq seysmik dalğaları nisbətən kiçik sürətlə ötürmək qabiliyyətinə malik Maykop çöküntülərinin qalınlıqlarının və onlardan yuxarıda yatan layların düşən və əks olunan seysmik dalğaların yayılma istiqamətlərinə təsirlərindən yaranmışdır.

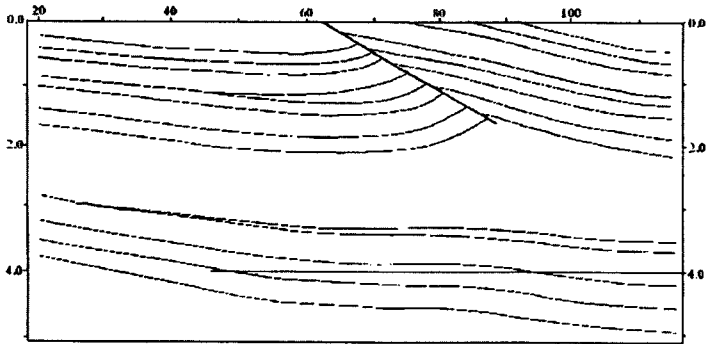
Şəklə diqqətlə baxıldıqda görünür ki, Maykop çöküntü kompleksinin postsedimentasiya səthinin forması kəsilişin Paleogen-Təbaşir intervalına aid olan əks olunan dalğa sahəsində (zaman kəsilişində) və həm də orta sürət əyrisindən istifadə olunmaqla tərtib edilmiş dərinlik kəsilişində özünə yer tutmuşdur.



a



b



c

Şəkil 9.1. Kür-Qabırçı çaylararası neftli-qazlı rayonunda müşahidə olunan zaman kəsilişi (a), orta sürət əyrisindən istifadə olunmaqla tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi (b) və müəllif tərəfindən əksetdirici sərhədin sındırma əmsalının nəzərə alınması yolu ilə interval sürətlərindən istifadə edərək tərtib etdiyi dərinlik kəsilişi (c)

daha mürəkkəb geoloji kəsilişi səciyyələndirir). Şəkil 9.2a-dakı model Kür-Qabırçı çaylararası NQR üçün səciyyəvi kəsilişin modelidir və 1983-cü ildə müəllif tərəfindən ərazinin geoloji kəsilişi haqqında ümümləşdirilmiş məlumatlar əsasında tərtib edilmişdir. Qeyd etməliyik ki, model tərtib Dediklərimizi təsdiq etmək üçün bir nəzəri seysmogeoloji modelləşdirmə nəticəsinə (şəkil 9.2) diqqət yetirək (əvvəlkindən fərqli olaraq edilərkən bir sıra sadələşdirmələr aparmağa çalışmışıq ki, alınan dalğa sahəsi oxunaqlı və anlaşıqlı olsun. Modelin Neogenə aid hissəsində iki üstəgəlmə qırılması xətti yerləşdirilmişdir və onun Paleogen-Təbaşir çöküntülərinə aid qismi çox bəsit şəkildə və plikativ quruluşa malik iki maili horizontla approksimasiya edilmişdir. Sonuncu əksətdirici sərhəd antiklinal tipli qalxımla müşayiət olunur.

Seysmogeoloji modelin sürət xarakteristikası Sacdağ-4 quyusunda yerinə yetirilmiş şaquli seysmik profilləmə tədqiqatlarının nəticələrinə uyğun seçilmişdir.

Seysmogeoloji modelə uyğun riyazi yolla hesablanmış seysmik dalğa sahəsi şəkil 9.2b-də verilir. Bu zaman kəsilişindəki mürəkkəb dalğa sahəsi ərazidə müşahidə olunan bir çox zaman kəsilişlərindəki dalğa mənzərəsini yüksək dəqiqliklə approksimasiya edir. Hər iki əksətdirici horizontu approksimasiya edən əks olunan sinfaz dalğa cəbhəsində qırılma tektonikasını xatırladan elementlər vardır.

Biz ərazidə qeyd olunan zaman kəsilişlərindən birinin tərkibindən əks olunan dalğa sahəsini tam ayırmaq yolu ilə əldə etdiyimiz səs-küy tipli additiv dalğa fonunu cəmləmə üsulu ilə nəzəri zaman kəsilişinin üzərinə yerləşdirmişik və nəticədə daha mürəkkəb interferensiya ilə səciyyələnən zaman kəsilişi əldə etmişik (şəkil 9.2d). Alınan nəticənin dalğa tənliyinin həlli üsulu ilə işləyən miqrasiya proqramının girişinə vermişik və onun çıxışında şəkil 9.2c-dəki nəticəni almışıq. Dalğa sahəsinin miqrasiyası prosesində orta sürət əyrisindən istifadə edilmişdir. Qeyd edək ki, əks olunan və səs-küy növlü dalğa sahələrinin bir-birindən ayrılması prosesini tərtib etdiyimiz və nəticələrini yarımfəsil 5.3-də şərh etdiyimiz proqramın tətbiqi ilə reallaşdırmışıq.

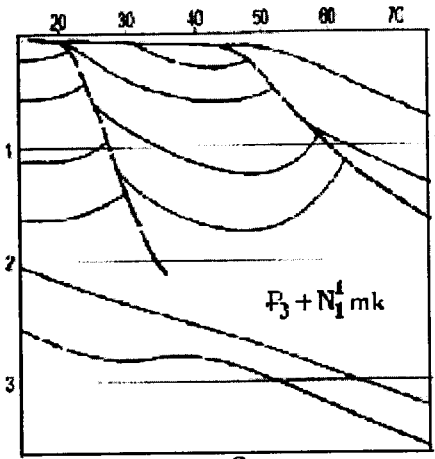
Göründüyü kimi, biz əvvəlki dərinlik kəsilişini bərpa edə bilsək də, onun xüsusiyyətlərinin təxminən 40%-i itirilmişdir. Modeldəki sonuncu iki horizont qırılma tektonikasına xas olan elementləri özündə əks etdirir. Buna səbəb tətbiq edilən miqrasiya proqramının girişinə verilən geoloji kəsilişin sürət xarakteristikasında üfqi qradiyentin və seysmik dalğanın geoloji kəsilişin daxilində sınıq xətt boyu yayılmasının

nəzərə alınmamasıdır. Zaman kəsilişinin miqrasiyasından sonrakı görünüşündə «miqrasiyanın gülüşü» effekti özünü büruzə verir. Bu effekt zaman kəsilişinə süni surətdə daxil edilmiş səs-küy növlü dalğa fonunun təsirindən yaranmışdır.

Digər daha sadə model şəkil 9.3-də göstərilir. Burada geoloji kəsilişin bir sıra intervallarına aid əksətdirici sərhədlər kəsilişin modelindən çıxarılmışdır. Göründüyü kimi, nəzəri model əsasında (şəkil 9.3a) hesablanmış dalğa sahəsinin (şəkil 9.3b) əsas parametrləri modeldə olan qırılma müstəvisinin və kəsilişin Neogen hissəsinin təsiri altında formalaşmışdır.

Kür-Qabırçı çaylararası NQR-in Gürzundağ sahəsinin geoloji quruluşunu səciyyələndirən bu iki seysmogeoloji model nümunələri əsasında yerinə yetirilmiş tədqiqatlar göstərir ki, əks olunan dalğa sahəsinə görə orta sürət əyrisinin tətbiqi ilə dərinlik kəsilişi tərtib edildikdə Neogen çöküntülərinə aid sərhədlər kifayət qədər dəqiq bərpa olunur. Lakin bunu Paleogen çöküntülərinə aid əksətdirici sərhədlər haqqında söyləmək mümkün deyildir. Əksətdirici sərhədlərin sayının və dərinliyinin artması ilə yanaşı seysmik dalğa sahəsinə görə onun approksimasiya etdiyi geoloji kəsilişin (orta sürət əyrisindən istifadə olunduqda) bərpası prosesində buraxılan xətlərin sayı çoxalır. Bu xətlər geoloji kəsilişin parametrlərinin (layların yatım bucaqları, yatma azimutları, yatma dərinlikləri və s.) təyində özlərini büruzə verirlər.

Şəkil 9.1a-da göstərilən dərinlik kəsilişinə çox uyğun gələn seysmogeoloji model əsasında (şəkil 9.4a) tərəfimizdən nəzəri zaman kəsilişi (şəkil 9.4b) tərtib edilmişdir. Qeyd edirik ki, seysmogeoloji modeli tərtib edərkən biz yalnız irimiqyash çöküntü komplekslərinin yaratdıqları əksətdirici sərhədlərdən istifadə etmişik. Göründüyü kimi, şəkil 9.4b-dəki zaman kəsilişi Paleogen çöküntüləri səviyyəsində antiklinal tipli qalxımın olmasını göstərir. Bu kiçik amplitudalı antiklinal qalxım Maykop çöküntü kompleksinin səthinin morfostrukturunu əks etdirir və onun daxilindəki qırılma zonasının tam altında yaranmışdır. Yəni bu zaman kəsilişindəki antiklinal çıxıntı kəsilişdə iştirak edən, aşağı sürətli zona olan Maykop çöküntülərinin səthinin formasını əks etdirir. Şəkil 9.4c-də verilən dərinlik kəsilişi, interval sürətlərindən istifadə olunmaqla, 9.4b-dəki zaman kəsilişinin miqrasiyasından sonra tərtib edilmişdir. Göründüyü kimi, interval sürətlərindən istifadə edildikdə zaman kəsilişinə görə onun approksimasiya etdiyi dərinlik kəsilişi yüksək dəqiqliklə bərpa edilir.



a



c



b



d

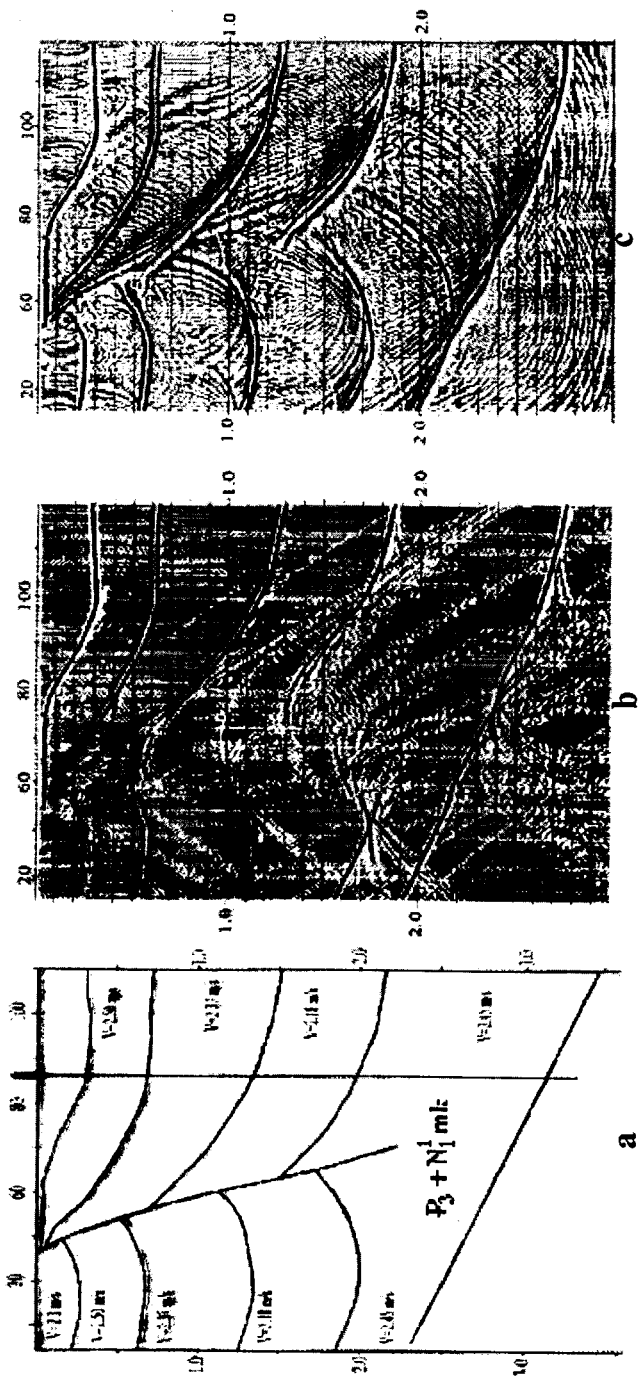
Şəkil 9.2. Kür-Qabırçı çaylararası NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a - nəzəri dərinlik kəsilişi; b - nəzəri yolla hesablanmış zaman kəsilişi; c - miqrasiyadan sonra tərtib edilmiş zaman kəsilişi və d - additiv səs-küy fonu əlavə edilmiş, nəzəri yolla hesablanmış

Bu dəqiqlik miqrasiya zamanı düşən və qayıdan seysmik dalğa sahəsinin əksətdirici sərhədlərdən sınaq keçməsinin və qayıtmasının nəzərə alınması hesabına əldə edilmişdir.

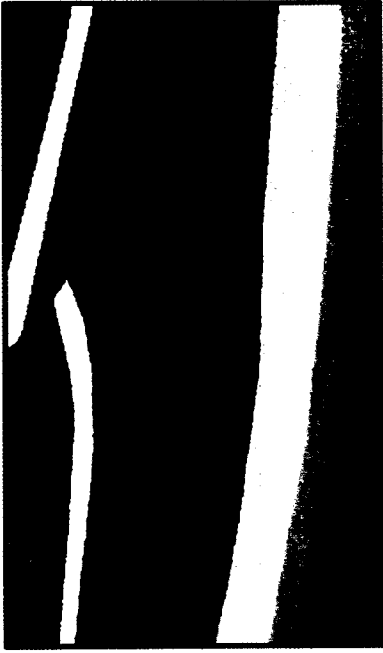
Deyilənlərin eynisini daha bir model üzərində dayanaraq təsdiqləmək mümkündür. Müşahidə olunan dalğa sahəsinin parametrlərinə uyğun tərtib edilmiş dərinlik və zaman kəsilişləri və sonuncunun miqrasiyadan sonrakı görünüşü şəkil 9.5-də verilmişdir. Buradakı seysmogeoloji model şəkil 9.4-dəkindən tektonik proseslərin təsirini özündə əks etdirən Maykop çöküntü kompleksinin daha intensiv dislokasiyaya uğraması ilə fərqlənir. Seysmogeoloji modellərdəki fərqlənmələr miqrasiyadan öncəki dalğa sahələrində də öz əkslərini tapır. Nəzəri zaman kəsilişində qırılma zonalarını approksimasiya edən seysmik dalğa sahəsi şəkil 9.4b-yə nisbətən daha mürəkkəb forma ilə səciyyələnir. Paleogen-Təbaşir çöküntülərinin əks etdirdiyi dalğa sahələri zəif olsa da, bu fərqlənmələrdən azad deyildirlər və dizyunktiv tektonika elementləri ilə müşayiət olunur.

Burada bir əsas məsələyə də diqqət yetirilməlidir. Sonuncu iki seysmogeoloji modelin əsas fərqi Maykop çöküntü kompleksinə aid diapir şəkilli bir geoloji element yaradır. Lakin nəzəri zaman kəsilişlərində bu fərq çox zəif şəkildə nəzərə çarpır. Bununla, kitabın əvvəlki fəsillərində qeyd etdiyimiz kimi, eyni zaman kəsilişinə əsasən bir neçə dərinlik kəsilişinin tərtib edilməsinin mümkünlüyü sübut edilir.

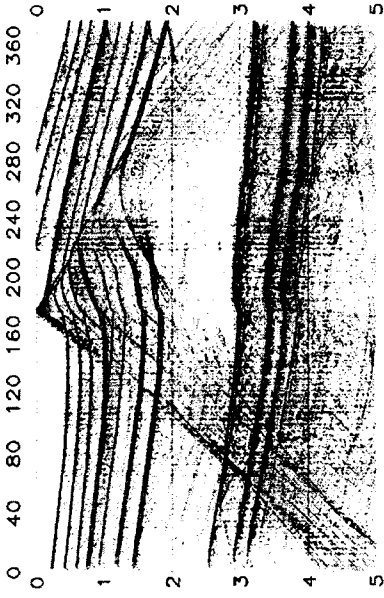
Kür-Qabırçı çaylararası neftli-qazlı rayonuna aid şaryaj və ya şaryaj tipli kəsilişə uyğun olan atlasdan [7] götürülmüş daha bir seysmogeoloji modelə diqqət yetirək (şəkil 9.6a). Burada Maykop çöküntüləri üstəgəlmə qırılması boyunca uzun bir məsafədə sürüşərək özündən yuxarıda yatan layları parçalamış və bir-birindən ayırmışdır. Bu üstəgəlmə qırılması seysmogeoloji kəsilişin cənub-qərb hissəsində yerləşən romb şəkilli obyektin solundan və sağından başlayaraq kəsilişin sağ hissəsindəki Maykop çöküntülərinin yuxarılarında yerləşən qumlu lay dəstəsinin sol tərəfinə qədər uzanır. Bu qırılma xətləri eyni litofiasial tərkibli Maykop çöküntülərinin daxilində olduğundan şəkildəki interval sürətləri modelində görünməzlər. Buna görə də şəkil 9.6-da onlar qara rəngli xətlərlə göstərilmişdir.



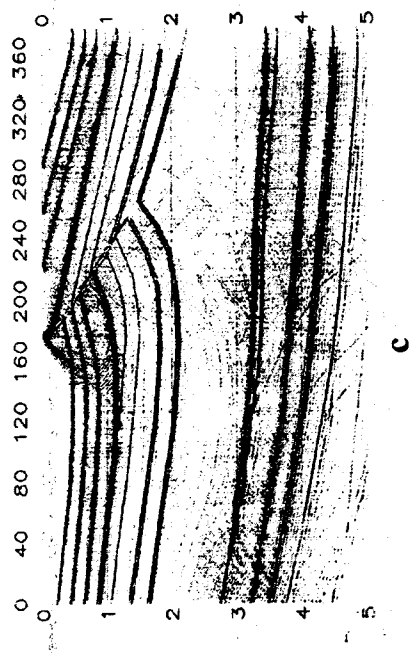
Şəkil 9.3. Kür-Qabarı çaylararası NQR-i Seysmogeoloji model (a), nəzəri zaman kəsiləsi (b) və zaman kəsilisinin müqayisəsi (c)



a



b

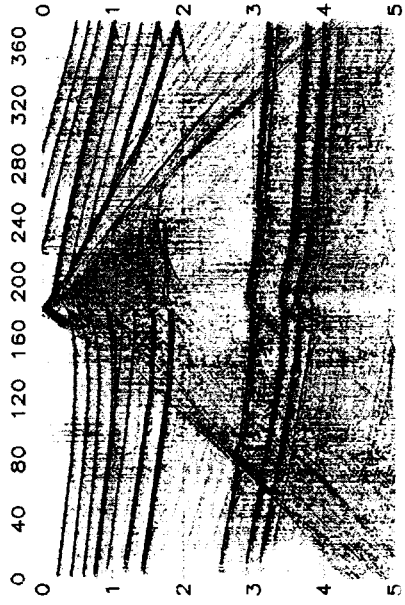


c

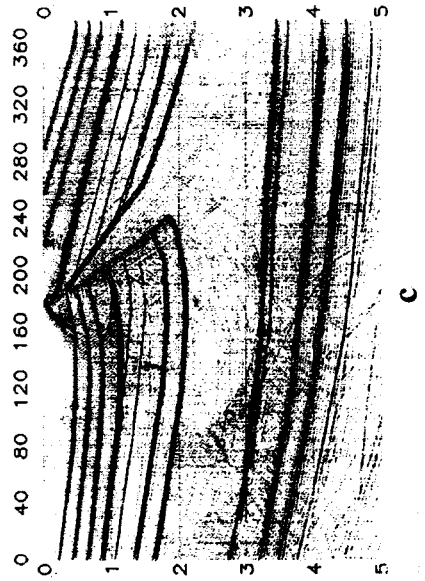
Şəkil 9.4. Kür-Qabırçı çaylararası NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəsilişi; c- miqrasiyadan sonrakı dinamik dərinlik kəsilişi



a



b



c

Şəkil 9.5. Kür-Qabırnı çaylararası NQR-ında seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a – seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəşlişi; c-miqraşiyadan sonrakı dərinlik kəşlişi

Kəsilişin Paleogen-Təbaşir hissəsində paleopostsedimentasiya qırılması mövcuddur. Modelin sağ hissəsində, Maykop çöküntü kompleksinin yuxarılarında qumlardan təşkil olunmuş yüksək məsaməliliklə səciyyələnən lay dəstəsi yerləşdirilmişdir. Bu da, əvvəlki iki model kimi, albomdan [7] götürülmüşdür.

Geoloji kəsilişi approksimasiya edən sürət modeli tərəfimizdən quyu məlumatları əsasında və layların litofasial tərkiblərinə uyğun tərtib edilmişdir.

Şərh etdiyimiz seysmogeoloji modeldən nəzəri yolla hesabladığımız zaman kəsilişinə (şəkil 9.6b) diqqət yetirək. Bu şəkildə gördüyümüz seysmik dalğa sahəsində əks olunan dalğalarla yanaşı onları pərdələyən müxtəlif istiqamətli və amplitudalı təkrar dalğalar fonu da qeydə alınmışdır.

Zaman kəsilişində yalnız Təbaşir çöküntüləri səviyyəsinə aid əksolunan dalğa cəbhəsinə görə böyük amplitudaya malik konsedimentasiya tipli dartılma qırılmasının mövcudluğu və bu qırılmanın şimal-şərq blokunda sedimentasiya hövzəsinin Təbaşir dövrünün sonunadək dərinləşməsi prosesinin davam etdiyi nəzərə çarpır. Burada Maykop çöküntüləri səviyyəsində də dizyunktiv qırılmaların mövcudluğu aşkar görünür. Paleogen çöküntüləri səviyyəsində dizyunktiv qırılmalar haqqında təsəvvür yaransa da, onların parametrləri haqqında aydın fikir söyləmək çətindir. 320-ci piketin altında antiklinal tipli struktur qalxım müşahidə olunur. Bu qalxım zaman kəsilişinin Maykop-Təbaşir intervalına aid hissəsində aydın şəkildə görünür.

Paleogen çöküntü kompleksinin səthinin əks etdirdiyi dalğa cəbhəsinə görə geoloji kəsilişin eyniadlı hissəsinin plikativ quruluşa malik olması və ilk baxışda bu dalğa cəbhəsinin geoloji modelin sağ hissəsinin litofasial dəyişkənliklə əlaqəsi haqqında təsəvvür yaradır.

Seysmogeoloji profilin Maykop çöküntülərini səciyyələndirən hissəsinin daxilinə aid dalğa cəbhəsində üstəgəlmə qırılması əlaməti yoxdur.

Hesablanmış zaman kəsilişinin interval sürətlərindən istifadə olunmaqla dalğa tənliyinin həlli üsulunun tətbiqi ilə miqراسiyasından sonrakı mənzərəsinə (şəkil 9.6c) görə seysmogeoloji profilin, demək olar ki, tam bərpə olunduğunu söyləmək mümkündür. Lakin burada təkrar dalğalar fonunun yüksək intensivliyə malik olduğunun şahidi oluruq. Bir sıra hallarda onların birqat əks olunan dalğa

fonu kimi qəbul edilməsi mümkündür. Maykop çöküntüləri ilə əlaqədar olan üstəgəlmə qırılmasının mövcudluğu haqqında burada da məlumat yoxdur.

Bu seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələrinin Kür-Qabırrı çaylararası NQR-in digər sahələrinə aid analoji tədqiqat nəticələrindən əsas fərqi burada intensivliyi çox yüksək olan təkrar dalğa fonunun mövcud olmasındadır. Bu da şəkil 9.6a-dakı geoloji kəsilişi approksimasiya edən sürət modelinin şaquli istiqamətdə daha yüksək qradiyentlə səciyyələnməsi ilə bağlıdır.

Şəkil 9.7 və 9.8-də neftli-qazlı bölgənin şaryaj tipli tektonika ilə səciyyələnən bölümünə aid seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri verilmişdir. Hər iki seysmogeoloji modeli səciyyələndirən zaman kəsilişində Paleogen-Təbaşir çöküntülərinə uyğun əks olunan dalğa cəbhələri Kaynozoy çöküntülərinə aid tektonik elementlərin təsiri altında formalaşmışdır. Bu dalğa cəbhələrində antiklinal və sinklinal tipli elementlər bütün zaman kəsilişi boyu izlənilir. Deyilənlər daha çox şəkil 9.8b-də verilən zaman kəsilişinə aiddir. Əgər bu zaman kəsilişlərinə görə, orta sürət əyrisindən istifadə olunmaq şərti ilə, toxunanlar üsulu ilə dərinlik kəsilişləri tərtib edilsəydi, onda şəkil 9.7 b-yə görə Maykop, şəkil 9.8b-yə görə isə Mezozoy çöküntüləri səviyyəsində antiklinal strukturların mövcudluğu haqqında yanlış fikir yaranardı.

Qeyd edirik ki, 1974-2000-ci illər ərzində yerinə yetirilmiş seysmik tədqiqatların hamısının nəticələri müşahidə olunan seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi mərhələsində orta sürət modelindən (toxunanlar üsulu ilə dərinlik kəsilişlərinin tərtib edilməsi) istifadə edilməklə əldə edilmişdir.

Kür-Qabırrı çaylararası neftli-qazlı rayonunda yerinə yetirilmiş seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarına görə aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

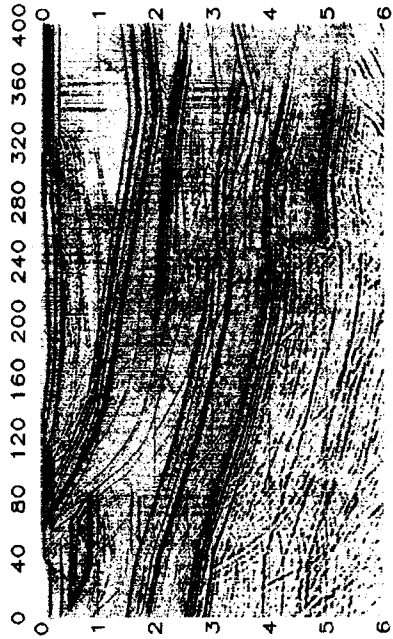
- 1974-2000-ci illər ərzində Kür-Qabırrı çaylararası neftli-qazlı rayonunda yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinin dərin qazıma işləri (Gürzundağ, Sacdağ, Tərsdəllər, Palantökən və s.) ilə qismən uzlaşmamasının əsas səbəbi Paleogen-Təbaşir çöküntü kompleksindən əks olunan seysmik dalğa sahəsinə Oligosen-Miosen çöküntü kompleksinin təhrifedici təsirinin nəzərə alınmamasıdır;
- ərazidə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin Paleogen-Təbaşir çöküntü kompleksinin geoloji quruluşunu əks etdirən



a



b

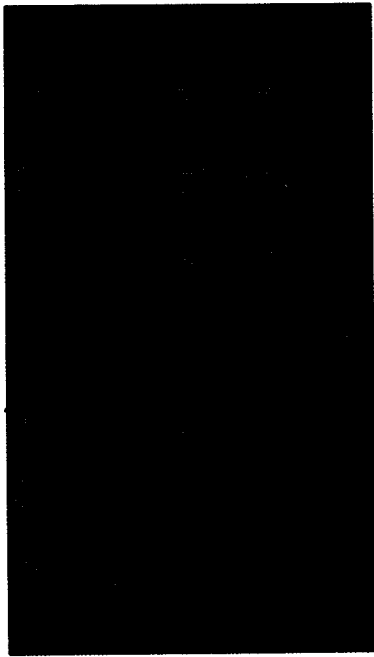


c

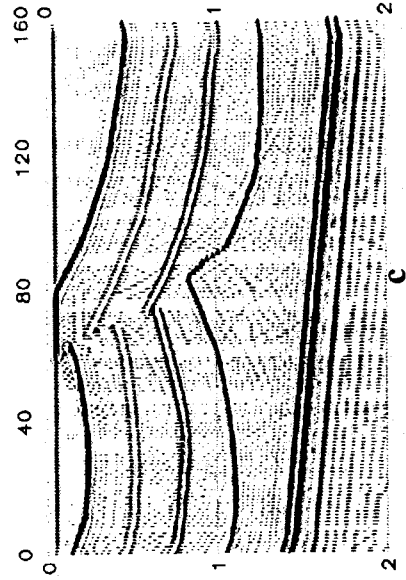
Şəkil 9.6. Kür-Qabırı çaylararası NQR-ında seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəsilişi; c-miqrasiyadan sonrakı dərinlik kəsilişi

hissəsindəki bir sıra mürəkkəbləşmələr bu ərazinin geoloji kəsilişinin Oligosen-Miosen çöküntü kompleksinin səciyyəvi xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır. Yəni, Paleogen-Təbaşir çöküntü kompleksinə uyğun əks olunan dalğa sahəsi Oligosen-Miosen çöküntü kompleksinin morfostrukturunu da əks etdirir. Buna görə də seysmik yazılara əsasən geoloji dəyərləndirilmə işləri bu təhrifegici təsirin nəzərə alınması şərtilə yerinə yetirilməlidir;

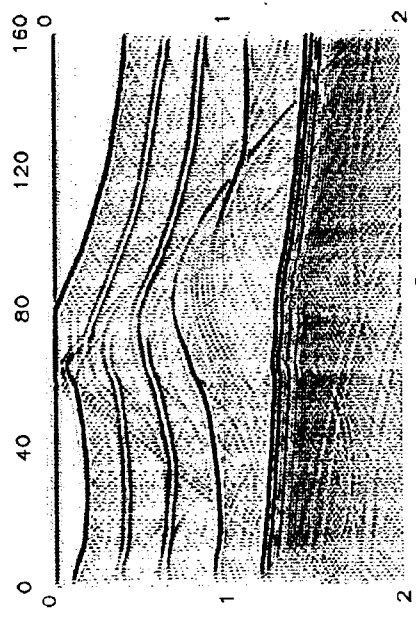
- zaman kəsilişlərinə görə seysmogeoloji profillər tərtib edilərkən, orta sürət ayrılərindən istifadə edildikdə geoloji kəsilişi formalaşdırən layların həndəsi parametrləri doğru təyin edilmədiyindən, müşahidə olunan seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi işləri zaman kəsilişlərinin, interval sürətlərindən istifadə olunmaqla, miqrasiyasından sonra yerinə yetirilməlidir. Bu məqsədlə burada şaquli seysmik profilləmə tədqiqatları və seysmik yazıların emalı zamanı toplanmış sürət ayrılərindən istifadə olunmaqla interval sürətləri kəsilişləri tərtib edilməlidir. Bu kəsilişlər tərtib edilərkən ərazinin geoloji kəsilişinin Oligosen-Maykop hissəsindəki tektonik proseslərlə bağlı hadisələr (çöküntü toplanma prosesində fasiyələr, eroziyalar, dizyunktiv pozulmalar və s.) nəzərə alınmalıdır. Tərtib edilmiş interval sürətləri kəsilişlərindən zaman kəsilişlərinin miqrasiyası üçün istifadə edilməlidir;
- Kür-Qabırçı çaylararası neftli-qazlı rayonunda müşahidə olunan seysmik yazıların emalı, bir sıra hallarda, təkrar dalğaların ləğvindən sonra davam etdirilməlidir. Kəsilişin aşağı və kiçik sürətlər zonasında yaranan təkrar dalğalar tərs süzəcləmə proqramlarının tətbiqi ilə ümumi dalğa sahəsindən çıxılmalıdır. İkiqat təkrar dalğaların ləğvi üçün sürət analizi və təkrar dalğaların çıxılması (sıxılması) proqramları tətbiq edilməlidir;
- 1974-2000-ci illərdə yerinə yetirilmiş seysmik müşahidələrin nəticəsində əldə edilmiş seysmik yazılar yenidən emal edilməlidir. Tərtib edilmiş zaman kəsilişlərinə görə geoloji dəyərləndirmə tədqiqatları yuxarıdakı tövsiyələr nəzərə alınmaqla yerinə yetirilməlidir. Əldə olunan nəticələrin dəqiqliyi seysmogeoloji modelləşdirmədən istifadə olunmaqla yoxlanmalıdır.



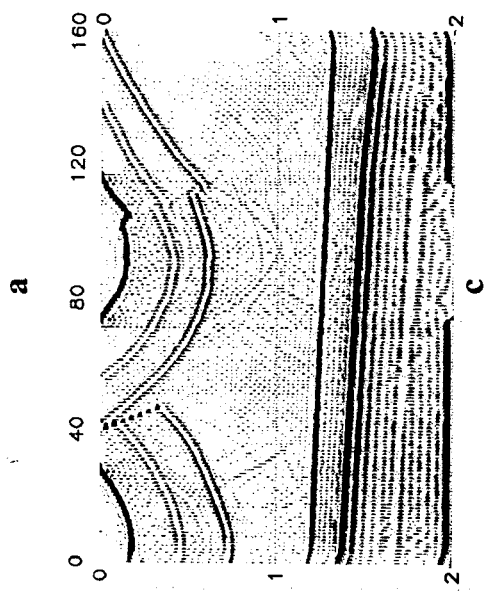
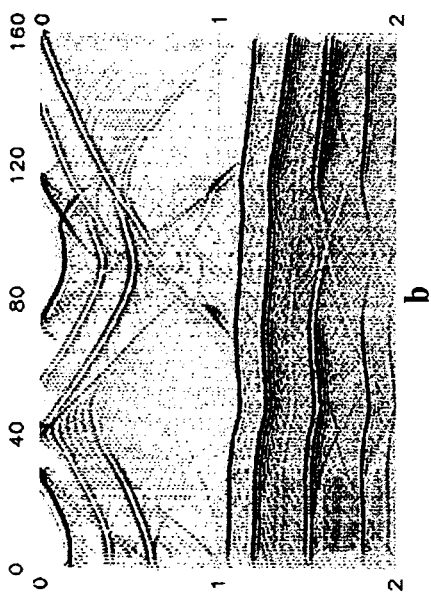
a



b



Şəkil 9.7. Kür-Qabırı çaylararası NQR-ində seysmogeoloji modeləşdirməyə aidd: a - seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəsilişi və c-zaman kəsilişinin miqrasiyası



Şəkil 9.8. Kür-Qabırrı çaylararası NQR-ində seysmo-geoloji modeləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b- nəzəri zaman kəsilişi və c- dinamik dərinlik kəsilişi

9.2. Şamaxı-Qobustan NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri

Bu rayonun daxilində beş tektonik zona mövcuddur. Buradakı böyük antiklinal zonalar və lokal qırışıqlar geniş əraziləri tutmuş və onların hamısı uzununa və eninə istiqamətli qırılmalarla parçalanmışdır. Bir sıra hallarda antiklinalların qanadları çevrilmiş vəziyyətdədirlər. Antiklinal zonaları bir-birindən ayıran geniş sinklinalların bəzilərinin daxilində gömülmüş strukturlar da təşəkkül tapmışdır. Antiklinalların daha kiçik bucaqlara malik şimal qanadları kəskin mailliklə səciyyələnən cənub qanadları üzərində üstəgəlmə şəklində yatırlar. Deyilənlər ərazinin intensiv tektonik proseslərin təsirinə məruz qaldığının sübutudur.

Şamaxı-Qobustan NQR-ində palçıq vulkanları geniş yayılmışdır. Bəzən onların kraterləri antiklinalların tağ hissələrini tuturlar. Belə hallarda vulkanların Yer üzərinə atdıqları palçıq kütləsi antiklinalların tağ hissələrinin üstünlük təşkil edən sahəsini tuturlar. Palçıq vulkanlarının ətraflarındakı sahələrin geoloji kəsilişləri mürəkkəb formalı dizyunktiv pozulmalarla səciyyələnilir.

NQR-in şimalında (Şimali Qobustan) geoloji kəsilişin öyrənilmiş hissəsi üst Təbaşir çöküntülərindən (karbonatlı çöküntülər) təşkil olunmuşdur və mürəkkəb tektonikaya malikdir.

Ərazinin geoloji kəsilişindəki Oliqosen-Miosen çöküntü kompleksinə aid laylar tektonik proseslərin təsirindən öz ilkin yatım vəziyyətlərini kəskin formada dəyişmişdir. Bir sıra hallarda bu proseslər çöküntü toplanma silsilələri ilə yanaşı davam etmişdir. Tektonik proseslər Mərkəzi Qobustanda daha intensiv dislokasiyalar və ya antiklinallar yaratmışdır. Onlar Oliqosen-Miosen çöküntü kompleksinə uyğun gəlir.

Cənub-qərbi Qobustanda Üst Miosen çöküntü kompleksini örtən Pliosen çöküntüləri transqressiv yatıma malikdir. Bu xüsusiyyətlər sinklinal hissələrdə daha aydın şəkildə görünür.

NQR-in cənub-şərq hissəsi Üst və Orta Pliosen və eləcə də Oliqosen-Miosen çöküntülərindən təşkil olunmuşdur. Buradakı müxtəlif istiqamətli braxiantiklinallar məhz bu çöküntü kompleksinə uyğun gəlirlər.

NQR-in Ələt-Ləngəbiz tektonik zonası özünə məxsus və daha mürəkkəb geoloji quruluş ilə fərqlənir. Burada yaranmış uzununa istiqamətli qırılma nəticəsində Üst Pliosen çöküntüləri bilavasitə orta Pliosen və Miosen çöküntüləri ilə təmasdadır.

Neftli-qazlı rayonun geoloji kəsilişi haqqında ədəbiyyatda və «Azərneftgeofizika» trestinin fondunda olan məlumatların bu qısa şəkildə şərhindən sonra tərəfimizdən yerinə yetirilmiş seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələrini nəzərdən keçirək.

Seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarını yerinə yetirərkən NQR-in geoloji kəsilişinin yuxarıda sadaladığımız xüsusiyyətlərini əks etdirən modellərdən istifadə etməyə çalışmışıq.

Şəkil 9.9, 9.10, 9.11 və 9.12-də verilən seysmogeoloji modellər ərazidə yerinə yetirilmiş geoloji planalma, struktur qazıma və seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələri əsasında tərtib edilmişlər. Biz atlasdan [7] götürülmüş seysmogeoloji kəsilişlərin bir sıra elementlərini sadələşdirmişik və onları Şamaxı-Qobustan NQR-in bəzi hissələrinin geoloji kəsilişlərinin ikiölçülü modelləri kimi qəbul etmişik.

Bu modellərin approksimasiya etdikləri geoloji kəsilişlərin mühitində seysmik dalğaların yayılmasını səciyyələndirən orta və ya interval sürət əyrilərinin qrafikləri şaquli seysmik profilləmə tədqiqatları əsasında tərtib edilmişdir. Bu zaman geoloji kəsilişi təşkil edən çöküntülərin litofasial tərkibləri qazıma məlumatları əsasında müəyyənləşdirilmişdir. Litoloji tərkibə uyğun gələn sürət qrafikləri isə eyniadlı kəsilişi açmış quyularda yerinə yetirilmiş şaquli seysmik profilləmə tədqiqatlarının nəticələri əsasında seçilmişdir. İnterval sürətləri arasındakı fərq seysmogeoloji modellərin üzərində rənglərlə verilmişdir.

Seysmogeoloji modellərin approksimasiya etdikləri geoloji kəsilişlərə uyğun əks olunan seysmik dalğa sahəsi (zaman kəsilişləri) və onların miqراسiyadan sonrakı görünüşləri müvafiq şəkillərdə nümayiş etdirilir.

Şəkil 9.9-da gördüyümüz geoloji kəsilişin Paleogen çöküntülərinə aid bölümü mürəkkəb bir həndəsi fiqur şəklindədir və geoloji kəsilişi iki hissəyə ayırmışdır. Burada Maykop və Paleogen çöküntüləri yer səthinə çıxırlar. Geoloji kəsilişin sol hissəsində Çokrak-Konk-Karaqan-Sarmat çöküntüləri Paleogen-Maykop çöküntü kompleksinin altında və üstündə yer tuturlar. Sərq hissədə Maykop və Çokrak lay dəstələri Paleogen çöküntüləri üzərində yatırlar.

Bu seysmogeoloji modelə görə hesablanmış nəzəri zaman kəsilişinə diqqət yetirək. Zaman kəsilişinin (şəkil 9.9b) seysmik miqrasiyadan öncəki görünüşündəki əks olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi, demək olar ki, mümkün deyildir. Buna səbəb müxtəlif istiqamətlərdən müşahidə xəttinə gələn əks olunan dalğaların qarşılıqlı interferensiyasıdır. Zaman kəsilişində bir neçə ilgək zonasının mövcudluğu çox aydın görünür. Lakin bu ilgəklərin minimumları ilə sinklinalların yamaclarından əks olunan dalğalar arasındakı birmənalı əlaqəni görmək qeyri-mümkündür. Əksətdirici sərhədlərin və onlardan əks olunan dalğaların parametrləri arasındakı əlaqələr elə münasibətdədirlər ki, müşahidə etdiyimiz zaman kəsilişində eyniadlı prosesi seysmogeoloji model boyu izləmək mümkün deyildir. Burada yalnız kiçik dərinlikdə yerləşən laylardan əks olunan dalğaların çox az bir qisminin inamla izlənməsi reallaşdırıla bilər. Zaman kəsilişində səs-küy tipli dalğa fonunun intensivliyi nəzərə çarpacaq dərəcədə yüksəkdir.

Zaman kəsilişinin miqrasiyadan sonrakı görünüşündəki (şəkil 9.9c) seysmik dalğa sahəsi yuxarıda qeyd etdiyimiz maneedici fondan və ilgəklərdən, qismən də olsa, azaddır və demək olar ki, müşahidə etdiyimiz bu dərinlik kəsilişində seysmogeoloji kəsiliş mümkün olduğu qədər bərpa edilmişdir. Lakin miqrasiyadan sonrakı dərinlik kəsilişində bir sıra mürəkkəbləşmələr mövcuddur ki, bunlar da seysmik dalğa sahəsindəki səs-küy növlü dalğa fonu ilə əlaqədar yaranmışdır. "Miqrasiyanın təbəssümü" adlanan bu maneedici fon miqrasiya proqramlarının zaman kəsilişlərində olan hər bir geoloji obyektədən əks olunan dalğa cəbhəsinin mühitdə yayılması zamanı vahid enerjinin sferik səthdə paylanması əksi olan əməliyyatı (obyektin həqiqi ölçülərini bərpa etmək) reallaşdırmaq "istəyindən" irəli gəlir. Yəni miqrasiya proqramlarının əsaslandığı alqoritmlərdə nəzərdə tutulur ki, miqrasiya edilməli zaman kəsilişləri səs-küy tipli fondan və təkrar dalğalardan azaddır və zaman kəsilişlərində yalnız əks olunan dalğa sahəsi mövcuddur.

Deməli, miqrasiya proqramlarının girişinə verilməzdən əvvəl zaman kəsilişinin tərkibindəki maneedici fon ləğv edilməlidir. Eyni zamanda miqrasiya prosedurlarının daha dəqiq nəticələr verməsini təmin etmək üçün zaman kəsilişinin approssimasiya etdiyi geoloji kəsilişin sürət xarakteristikası mümkün olduqca dəqiq müəyyənləşdirilməlidir. Söhbət

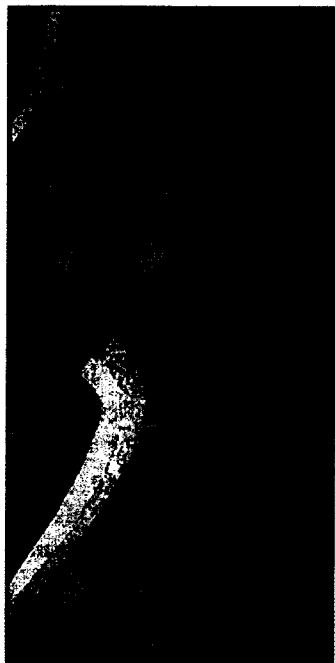
burada sürət xarakteristikasının üfqi və şaquli istiqamətlərdə qradientlərinin daha dəqiq təyinindən gedir.

Bizim seysmogeoloji modelləşdirmə əsasında yerinə yetirdiyimiz tədqiqatlar göstərdi ki, Şamaxı-Qobustan NQR-ində müşahidə olunan zaman kəsilişlərinə əsasən geoloji dəyərləndirmə işlərinin reallaşdırılması prosesində tətbiq edilən dəyərləndirmə modelləri geoloji kəsilişin xüsusiyyətləri haqqında məlumatlardan hərtərəfli qaydada istifadə edilmədən seçilmişdir. Məhz bu subyektiv yanaşma nəticəsində bölgədə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsi miqrasiya edilmədən və orta sürət ayrılırlarından istifadə olunmaqla geoloji dəyərləndirilmiş və nəticədə çoxsaylı xətalara səciyyələnən struktur xəritələr tərtib edilmişdir. Yerinə yetirdiyimiz bu tədqiqatların nəticələrinə əsaslanaraq biz bu subyektivliyin aradan qaldırılmasını təmin edəcək tövsiyələr hazırlamağa nail olmuşuq. Bu fəslin sonunda onlarla tanış olacağıq.

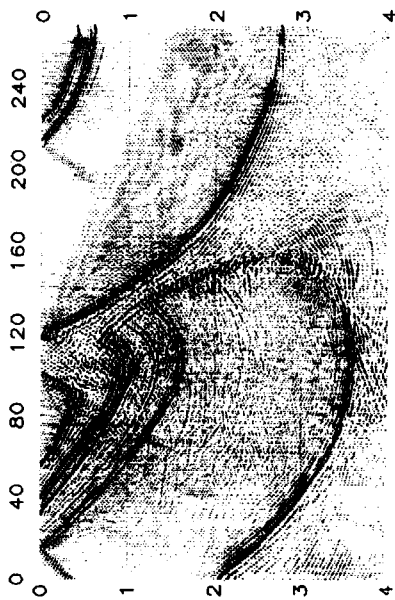
Şəkil 9.10-da daha mürəkkəb geoloji kəsilişin modeli və onu approksimasiya edən dalğa mənzərəsi uyğun olaraq miqrasiyadan əvvəl və sonra nümayiş etdirilir.

Burada palçıq vulkanının kraterindən əks olunan dalğa sahəsi (şəkil 9.10b) olduqca mürəkkəb mənzərə ilə səciyyələnir. Dalğa sahəsində kəsilişin sağ tərəfindəki neftli laylara aid əksölünmələr aydın görünənlər də, onları vulkan kraterinin kənarlarından və kəsilişin üst hissəsindən əks olunan, maili istiqamətlərlə səciyyələnən təkrar dalğa fonu maskalayır.

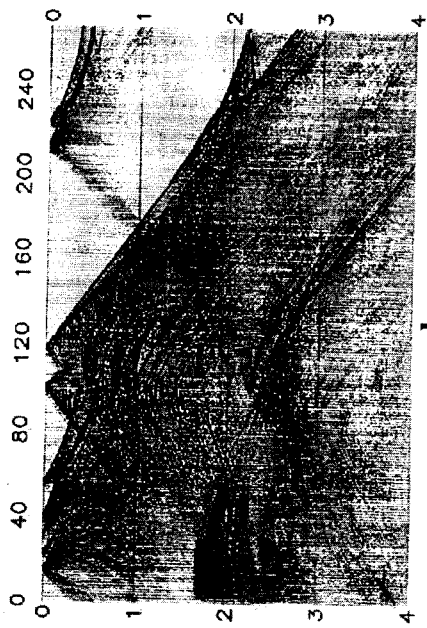
Müşahidəçiyə elə gəlir ki, dərinlik kəsilişinin modelində özünə yer tutmuş bir sıra qırılma pozulmaları zaman kəsilişində əks olunurlar (kəsilişin sol hissəsi) və ya zəif enerjiyə malik dalğa cəbhəsi ilə səciyyələnirlər. Seysmogeoloji modelin sol hissəsindəki üstəgəlmə qırılması xəttinin əks etdirdiyi dalğa cəbhəsi aydın görünür və onun üfqi laylanma ilə əlaqədar olması haqqında təsəvvür oyanır. Zaman kəsilişinin ortasında təbiəti çətinliklə anlaşılan xaos interferensiya zonası vardır. Əks olunan dalğa sahəsini maskalayan, bir sıra hallarda əks olunan dalğa cəbhəsinə nisbətən daha uzun məsafələrə izlənilə bilən təkrar dalğa fonu kifayət qədər intensivliklə səciyyələnir. Zaman kəsilişində kifayət qədər intensivliklə səciyyələnən səs-küy tipli dalğalar da mövcuddur.



a



b



c

Şəkil 9.9. Şamaxı-Qobustan neftli-qazlı rayonunda seysmogeoloji modeləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri: a-seysmogeoloji model; b –nəzəri zaman kəsilişi c- migrasiyadan sonrakı dərinlik kəsilişi

Ümumiyyətlə, bu modelə uyğun seysmik dalğa sahəsi hətta miqrasiyadan sonra belə mürəkkəb görünüşünü saxlayır (şəkil 9.10c). Bu zaman kəsilişinin geoloji dəyərləndirilməsi işləri yalnız NQR-in geoloji quruluşunun formalaşdığı paleotektonik və paleocoğrafi şəraitlər haqqında məlumatlardan istifadə olunmaqla müsbət nəticələrlə tamamlana bilər.

Miqrasiyadan öncəki zaman kəsilişinə görə isə hər hansı bir geoloji məlumatın əldə edilməsi mümkün deyildir.

Bir sıra hallarda qırılma pozulmalarının müstəvisindən əks olunan dalğa sahəsi hətta miqrasiyadan sonra əksətdirici sərhəd kimi qəbul edilə bilər. Zaman kəsilişinin solunda eroziya ilə kəsilmiş horizont mənzərəsi təsəvvürünü yaradan belə bir dalğa cəbhəsini görürük. Əslində isə burada üstəgəlmə qırılması yer aldığı üçün belə bir təsəvvür yaranır. Göründüyü kimi, ərazinin paleotektonikası haqqında tam təsəvvür olmadan, hətta quyu məlumatlarına əsaslanmaqla, burada müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin birmənalı interpretasiyası olduqca çətindir.

Zaman kəsilişində qeyd olunan təkrar və səs-küy tipli dalğalar fonu miqrasiyadan sonra daha mürəkkəb və intensiv pərdələmə qabiliyyətinə malikdir. Bu miqrasiya proqramının vahid enerjini daha uzaq məsafələrə daşımaq xüsusiyyətindən irəli gələn effektdir. Seysmogeoloji modelə miqrasiyadan sonra əldə edilmiş kəsilişin müqayisəsindən aydın görünür ki, bu effektin təsirindən hətta interval sürətlərinin dəqiq məlum olduğu zaman belə azad olmaq mümkün deyildir. Belə bir hal Şamaxı-Qobustan neftli-qazlı rayonunda müşahidə olunan seysmik yazıların miqrasiyadan öncəki mərhələlərdə təkrar və səs-küy tipli dalğalardan təmizlənməsini tələb edir.

Şəkil 9.11-də daha bir seysmogeoloji model və onu səciyyələndirən dalğa mənzərəsi verilir. Burada müşahidə etdiyimiz dalğa mənzərəsi əvvəlkilərdən daha mürəkkəb interferensiya mənzərəsi ilə fərqlənir. Seysmogeoloji kəsilişin sağ hissəsində Maykop və Çokrak çöküntülərinin içərisində neftli laylar yerləşir.

Miqrasiyadan öncəki zaman kəsilişində bu horizontlar öz əksini tapır və NQR-də, xüsusilə Maykop çöküntülərinin içərisində yerləşən laylardan əks olunan dalğa cəbhəsinin dinamik xüsusiyyətlərinə görə neftli-qazlı horizontların proqnozlaşdırılması üçün şərait olduğu aydın görünür.

Lakin müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə bu fikrin xüsusi tədqiqatlar aparılmadan birbaşa söylənməsi çox çətindir, yəni real

mühitdən müşahidə olunan dalğa sahəsinə görə proqnozlaşdırma işləri yerinə yetirilərkən digər faktorlar da nəzərdən keçirilməlidir.

Zaman kəsilişinin (şəkil 9.11b) sol hissəsində qarışıq interferensiya ilə səciyyələnən dalğa sahəsi zonası mövcuddur. Miqrasiyadan öncəki zaman kəsilişinin bu hissəsindəki dalğa mənzərəsinə görə kəsilişin mərkəzində irimiqyaslı plikativ tektonikaya məxsus antiklinal qırışığın olduğu görünür. Lakin onun üstəgəlmə qırılması ilə əlaqəsini təsəvvür etmək çətindir. Zaman kəsilişindəki dalğa sahəsində palçıq vulkanı haqqında burada heç bir məlumat yoxdur.

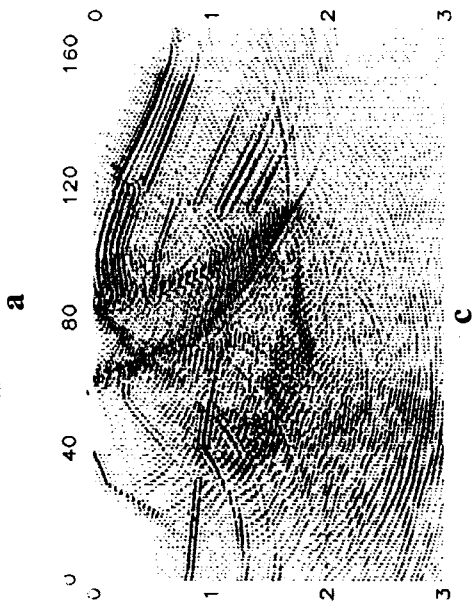
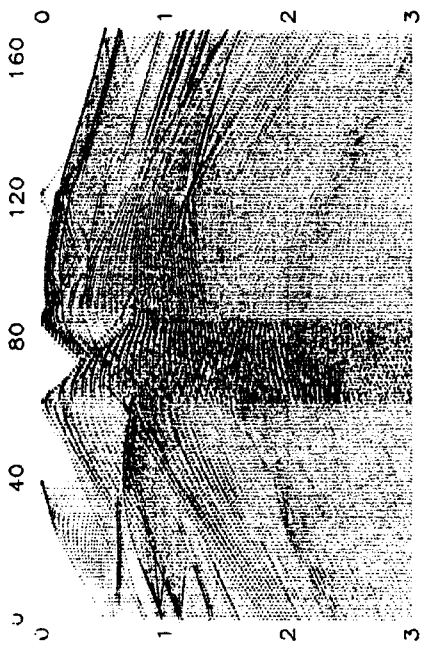
Miqrasiyadan sonrakı dərinlik kəsilişində (şəkil 9.11d) antiklinalın tağ hissəsindəki üstəgəlmə pozulması özünə yer tutur və palçıq vulkanı kəsilişin mərkəzi bölümündə özünəməxsus dinamika ilə fərqlənən əksolunmalarla səciyyələnir. Geoloji kəsilişdə iştirak edən çöküntü komplekslərinin akustik xüsusiyyətlərindən asılı olaraq yaranan dalğa mənzərəsinə görə dəqiq geoloji təhlil aparmaq mürəkkəb bir problemdir.

Deyənlərə baxmayaraq bu seysmogeoloji modelləşdirmənin nəticələrinə görə, xüsusilə də miqrasiyadan sonrakı dərinlik kəsilişi əsasında ilkin geoloji kəsilişin atributlarının əksəriyyətinin bərpa edilməsi mümkündür.

Daha bir seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatının nəticələri şəkil 9.12-də nümayiş etdirilir.

Bu şəkildəki seysmogeoloji modelə uyğun zaman kəsilişi (şəkil 9.12b) əvvəlki üç misaldakı hallardan daha mürəkkəb bir dalğa mənzərəsi ilə səciyyələnir. Lakin burada zaman kəsilişindəki və miqrasiyadan (şəkil 9.12c) sonrakı dinamik dərinlik kəsilişindəki dalğa mənzərəsinə görə ilkin geoloji kəsiliş birinciyə görə az bir qismdə və ikinciyə görə böyük əksəriyyətdə asanlıqla bərpa edilir və kəsilişin sağında və solunda yerləşən dizyunktiv qırılma elementlərinin də həndəsi parametrləri təyin olunur.

Bu seysmogeoloji kəsilişi əvvəlkilərdən fərqləndirən əsas cəhətlərdən biri onun daha yüksək qradientli akustik parametrlərə malik olmasıdır. Burada müşahidə edilən əks olunan dalğaların və maneedici dalğa fonunun kinematik və dinamik parametrləri kəskin dərəcədə fərqlənirlər. Məhz bu səbəbdən miqrasiyadan sonrakı zaman kəsilişi seysmogeoloji modeldəki görünüşlə tamamilə üst-üstə düşür.



b

c

Şəkil 9.10. Şamaxı-Qobustan NQR-ində seysmogeoloji modeləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəsilişi; c-miqraşiyadan sonrakı dərinlik kəsilişi

Mərkəzi Qobustanda real şəraitdə müşahidə olunmuş zaman kəsilişinə və onun miqrasiyadan sonrakı görünüşünə nəzər salmaq (şəkil 9.13). Bu zaman kəsilişinin approksimasiya etdiyi real geoloji kəsiliş sağ hissədə çoxsaylı qırılmalarla, solda isə sönmüş palçıq vulkanının mövcudluğunu xatırladan zona ilə səciyyələnir. Kəsilişin orta hissəsində 1.5 saniyəyə qədər zaman intervalında və 1.5 saniyədən artıq vaxtlarda kəskin uyğunsuzluqla fərqlənən, çöküntü kompleksini xatırladan seysmik fasiyalar özlərinə yer almışlar. Bu seysmik fasiyalar burada baş vermiş kəskin dinamikalı tektonik proseslərin nəticəsində yarana bilən qeyri-uyğun yatım formasını xatırladırlar. Haqqında danışdığımız seysmik fasiyaların yatım elementləri tədqiqat yerinə yetirilən ərazinin geoloji kəsilişində üstəgəlmə qırılmasının mövcudluğunu söyləməyə əsas verir.

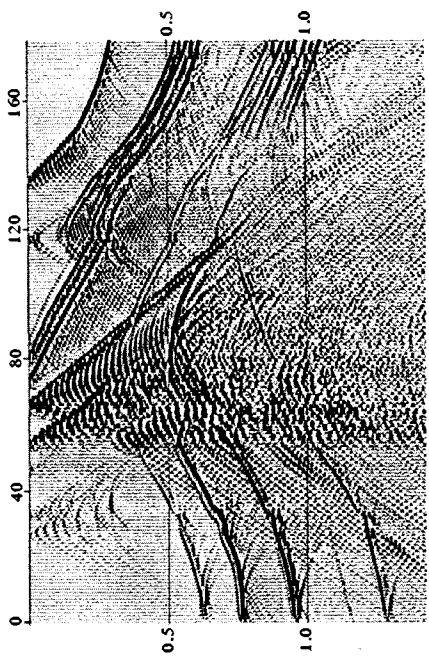
Seysmik profilin yerləşdiyi sahədə quyu məlumatları yoxdur. Lakin yerinə yetirdiyimiz seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri real şəraitdə qeyd edilmiş bu zaman kəsilişindəki seysmik dalğa sahəsinin interval sürətlərindən istifadə olunmaqla miqrasiyasından sonra yuxarıdakı fikirləri söyləməyə imkan verir. Bu profilin keçdiyi ərazi kəskin relyeflə səciyyələndiyindən burada geniş miqyaslı seysmik kəşfiyyat müşahidələri yerinə yetirilməmişdir. Buna görə də burada bu zaman kəsilişinə görə verdiyimiz şərh bir yaxınlaşma variantı kimi qəbul edilməlidir. Zaman kəsilişindəki seysmik dalğa sahəsi ərazidə əlavə tədqiqatların yerinə yetirilməsinin vacibliyini vurğulayır.

Şamaxı-Qobustan neftli-qazlı rayonunda yerinə yetirilmiş seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarına görə aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

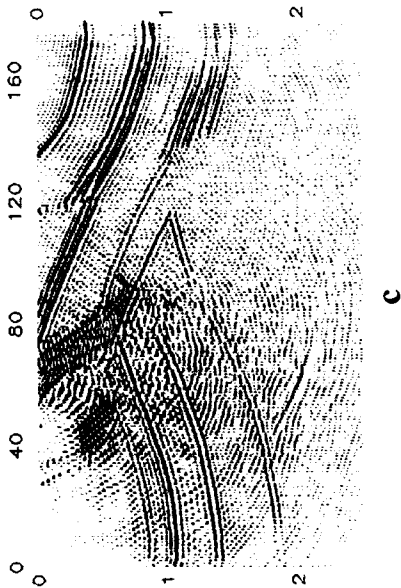
- NQR-də müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsindəki mürəkkəb və bəzən də geoloji baxımdan anlaşılması mümkün olmayan mənzərələr tektonik proseslərin təsirindən müxtəlif formalı plikativ və dizyunktiv dislokasiyaya məruz qalmış Oligosen-Miosen çöküntü kompleksinin səciyyəvi xüsusiyyətləri ilə əlaqədardır;
- NQR-in geoloji kəsilişini formalaşdıran çöküntü kompleksini təşkil edən layların yatım bucaqlarının 45° -dən artıq olduğu və dizyunktiv tektonik elementlərin mürəkkəb həndəsi formalarla səciyyələndiyi sahələrdə müşahidə olunan seysmik yazıların emal



a



b

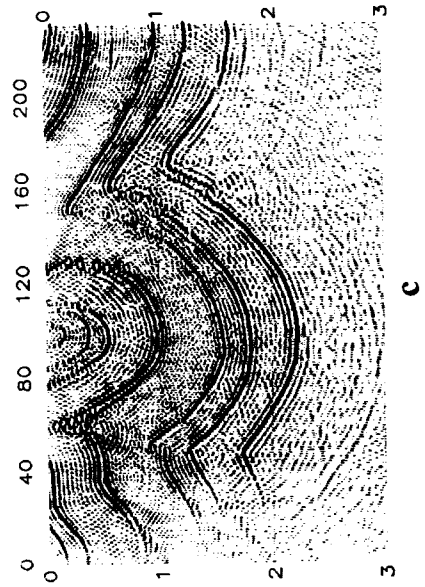
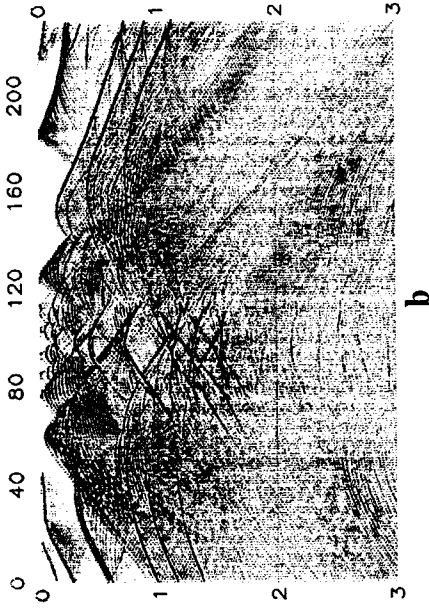
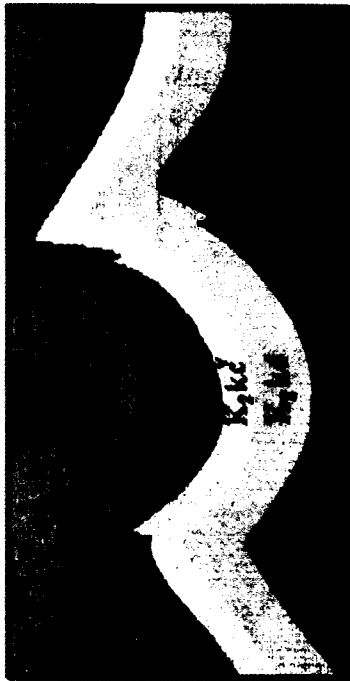


c

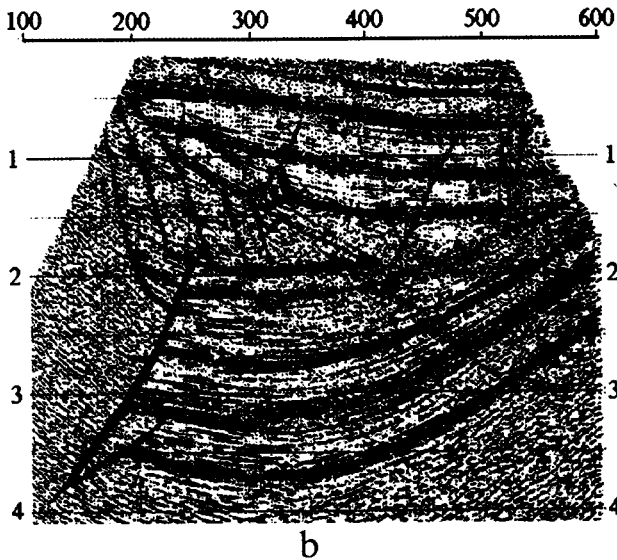
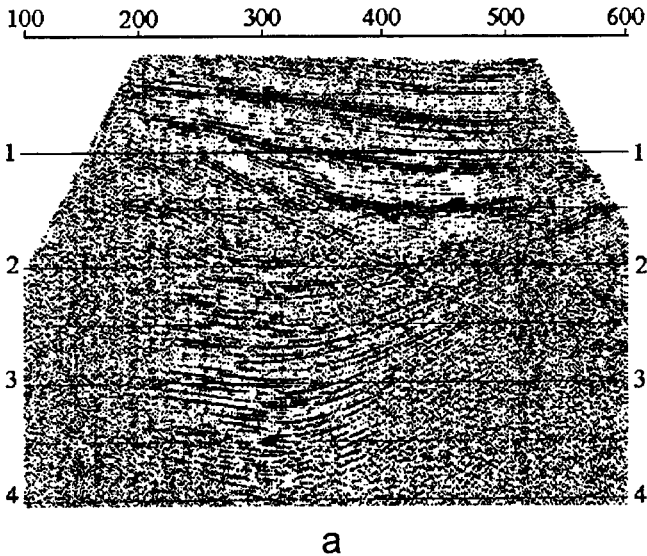
Şəkil 9.11. Şamaxı-Qobustan NQR-ində seysmo-geoloji modelləşdirmə nəticələri: a - seysmo-geoloji model; b - nəzəri zaman kəsilişi; c - miqrasiyadan sonrakı dərinlik kəsilişi

prosesinin başlanğıc mərhələsində miqrasiya prosedurlarından istifadə edilməlidir;

- 1970-2000-ci illər ərzində Şamaxı-Qobustan neftli-qazlı rayonunda yerinə yetirilmiş geofiziki kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinin dərin qazıma quyularında aparılmış tədqiqatlar və geoloji planalma əsasında toplanmış məlumatlarla uzlaşmamasının əsas səbəbi burada müşahidə olunan seysmik yazılara görə tərtib edilmiş zaman kəsilişlərindəki dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi prosesinin plikativ dəyərləndirmə modelləri əsasında, orta sürət əyriələrindən istifadə olunmaqla reallaşdırılmasıdır;
- Şamaxı-Qobustan neftli-qazlı rayonunda 1974-2000-ci illərdə toplanmış seysmik məlumatlar yenidən emal edilməli və alınan nəticələrin inamlılığı seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının tətbiqi ilə iterasiya rejimində yoxlanmalıdır;
- rayonun neftlilik-qazlılıq potensialının aşkar edilməsi üçün burada müasir seysmik texnikanın və emal texnologiyasının tətbiqi ilə seysmogeoloji tədqiqatlar aparılmalıdır. Bu tədqiqatların çöl işlərinə aid qisminin planlaşdırılması ərazinin tektonikası haqqında bu günə qədər toplanmış məlumatlardan istifadə olunmaqla yerinə yetirilməlidir. Burada biz planlaşdırma dedikdə əsasən seysmik müşahidə sisteminin parametrlərinin hesablanması nəzərdə tuturuq.



Şəkil 9.12. Şamaxı-Qobustan NQR-ında seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəsilişi; c-miqyaslıyadan sonrakı dərinlik kəsilişi



Şəkil 9.13. Şamaxı-Qobustan NQR-ində müşahidə olunmuş zaman (a) və dinamik dərinlik (b) kəsilişi. Zaman kəsilişi müəllifin tərtib etdiyi emal qrafı əsasında «Azərneftgeofizika» trestinin baş geofiziki N.Ə.Əhmədovun rəhbərlik etdiyi qrup tərəfindən tərtib edilmişdir. Dərinlik kəsilişinə görə geoloji dəyərləndirmə işləri müəllif tərəfindən yerinə yetirilmişdir. Rənglərlə dəyərləndirmə işlərinin nəticələri qeyd edilmişdir

9.3. Küryanı NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri haqqında

Rayonun geoloji quruluşu geofiziki kəşfiyyat, geoloji planalma, struktur qazımasının tətbiqi və eyni zamanda istismar və kəşfiyyat quyularından əldə edilmiş məlumatlar əsasında öyrənilmişdir.

Yerinə yetirilmiş tədqiqatlar ərazi daxilində 30-a yaxın antiklinal qalxım və bir neçə stratigrafik tələnin aşkar edilməsinə imkan vermişdir. Antiklinal qalxımların 70%-i Pliosen yaşlıdır və yer səthində əks olunmuşdur.

Küryanı NQR-inin geoloji kəsilişini Üçüncü və Dördüncü dövr çöküntüləri formalaşdırır. Bir sıra ərazilərdə antiklinalların tağ hissələrində Üst və Orta Pliosen çöküntü kompleksinin bəzi horizontları Yer üzərinə çıxırlar.

Neftli-qazlı rayonun geoloji kəsilişində çöküntü kompleksinin əsas hissəsini təşkil edən Məhsuldar qat çöküntülərinin açılmış qalınlığı 2500÷3800 m-ə çatır. Ümumiyyətlə, bu ərazi daxilində Məhsuldar qatın güman edilən ümumi qalınlığı 4500 m-ə çatır. Ərazinin geoloji kəsilişinin öyrənilmiş hissəsini Miosen, Məhsuldar qat, Ağçagil, Abşeron və Dördüncü dövr çöküntüləri formalaşdırır.

Ərazinin əsas neftlilik-qazlılıq perspektivliyi Məhsuldar qatın dəyişən qalınlıqlara malik qumlu fraksiyalı layları ilə bağlıdır. Burada Abşeron və Ağçagil çöküntülərinin qumlu laylarının neftliliyi və qazlılığı da aşkar edilmişdir (Kalmas, Qırovdag və s.) və onlar regional miqyasda neft və qaz yığılı üçün əlverişli tələlər hesab edilir.

Küryanı neftli-qazlı rayonda Məhsuldar qatın neftli-qazlı laylarının ümumi qalınlığı 500÷700 m-ə çatır. Laylardakı neftli-qazlı hissələr əksəriyyət hallarda qeyri-bərabər doymuluqla səciyyələnir.

Ərazi daxilində bir sıra sahədə təbii neft-qaz sızmalarının qeydə alınması antiklinalların tağ hissələrini kəsən qırılmaların cavan yaşlı olmasına dəlalət edən amillərdəndir.

Küryanı neftli-qazlı rayonu tektonik cəhətdən iki hissəyə bölünür. Cənub-şərqi Şirvanı əhatə edən hissədə Pliosen yaşlı antiklinallar Yer üzərində təşəkkül tapmış və onlar irimiqyaslı sinklinallarla bir sıra zolaqlara ayrılırlar. Gömülmüş antiklinal qalxım yalnız Qarabağlı, Padar və Kürsəngə sahələrində qeyd olunmuşdur.

İkinci hissə Salyan-Muğan və qismən Şirvan düzünü əhatə edir. Burada antiklinal qırışıqlar nisbətən azdır və gömülmüş tektonik

elementlər kimi qeyd olunur. Seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə burada Xəlfəli, Azadkənd, Oktyabrabad və s. kimi Mezozoy və Paleogen-Miosen yaşlı antiklinal qalxımlar qeydə alınmışdır. Rayonun bu hissəsində Məhsuldar qatın üst mərtəbəsinin bir sıra laylarının Təbaşir və Paleogen-Miosen yaşlı çöküntüləri ilə təmasından yaranmış qeyri-antiklinal tələlər də qeydə alınmışdır (Həşimxanlı, Sərxanbəyli və s.)

Qeyd etdiyimiz kimi, Küryanı neftli-qazlı rayonunun aşkar edilmiş sənaye əhəmiyyətli neft yataqlarının geoloji quruluşu bir sıra qırılmalarla mürəkkəbləşmişdir. Bu yataqlardakı neftli horizontların yatım bucaqları 40° -yə çatır, qalınlıqları isə $10\div 100$ m arasında dəyişir. Bu layları kəsən qırılmalar 50° -dən 80° -dək bucaq altında yatan sürüşmə müstəviləri yaratmışdır. Buradakı qırılmaların amplitudalarının ədədi qiymətləri $10\div 500$ m (bəzən 1000 m-ə çatır) arasında geniş bir diapazonu əhatə edir. Layların neftli hissələrinin çox qismi bu qırılma müstəviləri ilə ekranlaşır və belə hal neftin qırılma müstəviləri boyunca yuxarıdakı laylara və ya Yer üzərinə sızmasını şərtləndirir.

Seysmogeoloji cəhətdən Azərbaycanın ən əlverişli zonalarından olan bu neftli-qazlı rayonun geoloji quruluşu seysmik kəşfiyyatın ÜDN üsulunun tətbiqi ilə müxtəlif illərdə qeyri-bərabər şəkildə və biri digərindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqli imkanlara malik texnika və texnologiyadan istifadə edilməklə öyrənilmişdir. Buna görə də müxtəlif ərazilərdə əldə edilmiş geoloji-geofiziki məlumatlar arasındakı əlaqə və ya uzlaşma zəifdir. Neftli-qazlı antiklinalların tağ və tağətəfi hissələri isə tamamilə öyrənilməmişdir. Buna əsas səbəblər kimi ərazi müşahidələri proseslərində tətbiq edilmiş seysmik texnikanın imkanlarının zəifliyini, müşahidə sistemləri seçilərkən geoloji quruluşdakı böyük düşmə bucaqları və çoxsaylı qırılmaların mövcudluğunun nəzərə alınmamasını və seysmik yazıların emalı prosesində tətbiq edilən texnologiyanın qeyri-optimal olduğunu göstərmək olar. Eyni zamanda, müşahidə sistemlərinin seçilmiş parametrlərinin qeyri-optimal olması səbəbindən qeyd olunan seysmik yazıların həlledicilik qabiliyyəti yüksək olmamışdır. Burada müşahidə olunan seysmik yazıların geoloji dəyərləndirmə modelinin seçilməsi zamanı buraxılmış xətlər geofiziki tədqiqatların nəticələrinə daha çox təsir edən amildir (əsas üstünlük plikativ dəyərləndirmə modelinə verilmişdir).

Bizim seysmogeoloji modeləşdirmənin tətbiqi ilə yerinə yetirdiyimiz tədqiqatların nəticələri göstərir ki, Küryanı neftli-qazlı rayonunun neftlilik-qazlılıq baxımından qalığ potensialının öyrənilməsi üçün

müasir texniki imkanların tətbiqi ilə ərazi yenidən seysmik kəşfiyyat tədqiqatları ilə əhatə olunmalıdır.

Bu deyilənləri təsdiq edən bir neçə seysmogeoloji modelləşdirmə nümunələri ilə tanış olaq.

Şəkil 9.14-də verilmiş Kürsəngə yatağının bir hissəsinin geoloji kəsilişini approksimasiya edən geoloji, geofiziki, struktur qazımasının və təbii ki, istismar və kəşfiyyat qazıma işlərinin nəticələri əsasında tərtib edilmiş ikiölçülü bir geoloji kəsilişinin modelinə nəzər salaq. Model albomdan [7] götürülmüş geoloji profil əsasında tərtib olunmuşdur.

Geoloji kəsilişin mühitində seysmik dalğanın yayılma sürətlərini səciyyələndirən parametrlər tərəfimizdən şaquli seysmik profilləmə tədqiqatlarının nəticələrindən yararlanmaqla müəyyənləşdirilmişdir. Seysmogeoloji modelə uyğun interval sürətləri rənglərlə geoloji kəsilişin modeli üzərinə yerləşdirilmişdir.

Qeyd edirik ki, geoloji kəsilişin modeli tərəfimizdən xeyli dərəcədə sadələşdirilmişdir.

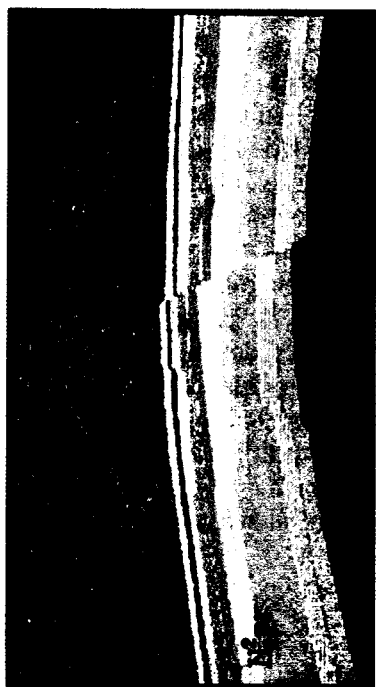
Əvvəl belə hesab edək ki, geoloji kəsilişin neftli horizontları karbohidrogenlə doymamışdır. Bu zaman müşahidə olunan dalğa sahəsinin miqrasiyadan öncəki mənzərəsini şəkil 9.14b-dəki kimi görərik. Zaman kəsilişində bir sıra qırılma zonaları, çətinliklə də olsa, kiçik zamanlarda özlərini büruzə verir. Ümumiyyətlə, zaman kəsilişindəki dalğa sahəsi plikativ dəyərləndirmə modelinə uyğun olaraq təhlil edilə bilər. Burada bir sıra horizontlardan əks olunmuş dalğa sahəsinin amplitud-tezlik xarakteristikasının qeyri-bircinsliyinin geoloji kəsilişdə güya özünə yer almış litoloji və ya fasial dəyişkənliklərlə əlaqədar olmasını qəbul etsək, hesablanmış zaman kəsilişinə görə plikativ dəyərləndirmə modeli əsasında geoloji dəyərləndirmə işlərini yerinə yetirmək olar.

«Azərneftgeofizika» trestinin fondunda olan məlumatları araşdırarkən aydınlaşdırmışıq ki, indiyə qədər Küryanı neftli-qazlı rayonda yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat müşahidələrinin nəticələri, hətta dərin qazıma məlumatları olduqda belə, məhz plikativ tektonika tələblərinə cavab verən modelə uyğun dəyərləndirilmişdir. Belə halda seysmik horizontların yatım dərinliklərinin və bucaqlarının dərin qazıma quyularında əldə olunmuş eyniadlı parametrlərdən fərqli olması təbii bir şeydir. Qeyd etmək lazımdır ki, bir sıra hallarda seysmik horizontların quyu məlumatları ilə uzlaşmamasının səbəblərinin aydınlaşdırılması üçün əldə olunmuş geoloji və geofiziki məlumatların müqayisəli təhlili yerinə yetirilməmişdir.

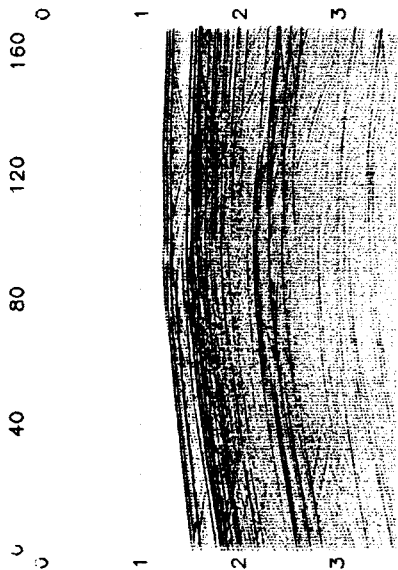
Şəkil 9.14b-də verilən dalğa mənzərəsini miqrasiyadan sonra şəkil 9.14c-dəki kimi müşahidə edirik. Burada gördüyümüz zaman kəsilişində qırılma müstəviləri aydın şəkildə görünür. Artıq bu kəsilişə görə plikativ dəyərləndirmə modelinin tətbiqi ilə seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi mümkün hesab edilə bilməz.

Lakin bu kəsilişdə əks olunan dalğa cəbhəsinin dinamik və kinematik xüsusiyyətləri geoloji kəsilişin modelində olan bütün layların izlənməsinə və ya bərpasına imkan vermir. Burada biz bir neçə layın dabanından və tavanından və eyni zamanda bir neçə laydan əks olunan dalğa cəbhəsini seysmik yazıların qarışıq interferensiyasının hesabına bir vahid dalğa halında görürük. Bunun səbəbi, $h \geq 0.05 * V * T = 0.05 V / f$ asılılığından göründüyü kimi, kəsilişi təşkil edən layların qalınlıqlarının seysmik dalğa uzunluğundan kiçik olmasındadır. Nəzəri hesablamalar və təcrübədə əldə edilmiş nəticələr, xüsusi hallarda, bu məsələnin həllinin tərs süzgüləmənin tətbiqi ilə mümkünliyünü sübut edir. Bizim təcrübəmizə əsasən məsələnin həllinə bu növ yanaşma kəsilişdə paralel və ya ona yaxın laylanma mövcud olduqda doğru nəticə verə bilməz. Bu nəticənin doğruluğunu kəsilişdəki dalğa mənzərəsinin differensiallaşdırılması üçün tərəfimizdən reallaşdırılmış çalışmalar da sübuta yetirir. Bu barədə müzakirəyə bir qədər sonra qayıdacağıq.

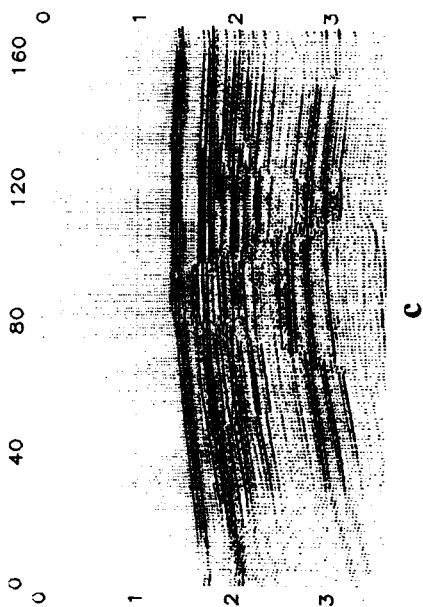
Şəkil 9.15-ə nəzər salaq. Burada şəkil 9.14-də verilən seysmogeoloji model (şəkil 9.15a) və ondan əks olunan dalğa mənzərəsinin interval (şəkil 9.15b) və orta (şəkil 9.15c) sürətlərdən istifadə olunmaqla tərtib edilmiş dərinlik kəsilişləri verilir. Sonuncu iki kəsilişin birincisinin (şəkil 9.15b) seysmogeoloji modellə tam olaraq eyniliyi və ikincinin (şəkil 9.15c) əsaslı sürətdə fərqliliyi bu ərazi daxilində indiyə qədər seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə yerinə yetirilmiş tədqiqatlara yenidən baxılması zəruriyyətini vurğulayır. Qeyd edilməlidir ki, hazırkı dövrə qədər Küryanı neftli-qazlı rayonda seysmik kəşfiyyatın əks olunan dalğa üsulunun tətbiqi ilə tərtib olunmuş dərinlik kəsilişlərinin hamısı orta sürət əyrisindən istifadə olunmaqla əldə edilmişdir. Şəkil 9.15-dəki dərinlik kəsilişlərində (şəkil 9.15b və c) müşahidə etdiyimiz mənzərəyə görə layların yatım dərinliklərindəki və yatım bucaqlarındakı fərqlər məhz dəyərləndirmə modelinin (xüsusilə də kəsilişin sürət modelinin) düzgün seçilməməsi nəticəsində meydana çıxır.



a

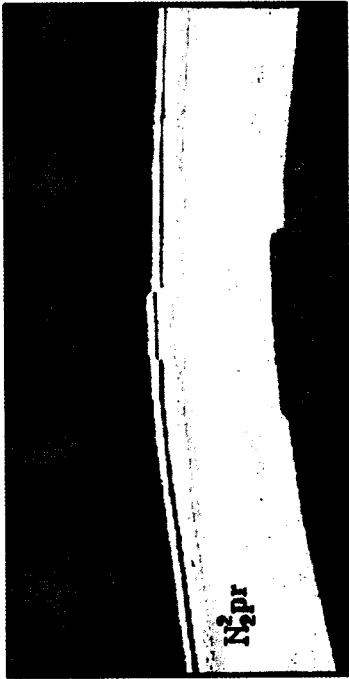


b

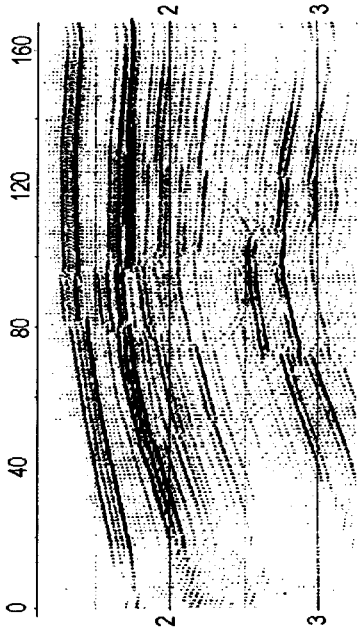


c

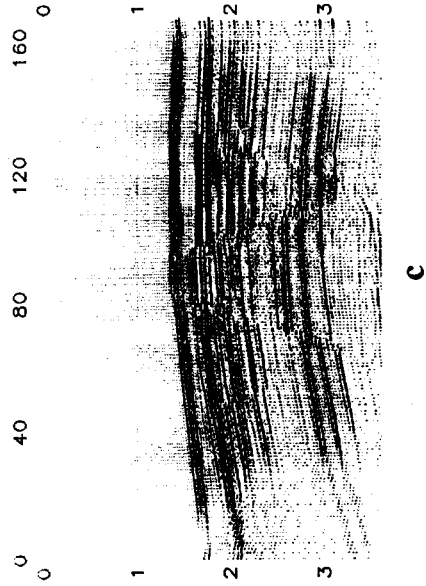
Şəkil 9.14. Küryanı NQR-ə aid seysmogeoloji modeləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri hesablaşma üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişi; c-dinamik dərinlik kəsilişi



a



b



c

Şəkil 9.15. Küryanı NQR-ə aid seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-interval və c-orta sürətlərdən istifadə edilməklə tərtib edilmiş dinamik dərinlik kəsilişləri

Yeri gəlmişkən qeyd etməyi lazım bilirik ki, ərazidə reallaşdırılmış seysmik kəşfiyyat nəticələri əsasında və quyu məlumatlarına görə təyin edilmiş stratiqrafik intervalların yatma dərinlikləri arasındakı fərq bəzən 100 m-dən 300 m-ə çatır. Buna səbəb düşən və qayıdan dalğaların tədqiqat ərazisinin geoloji mühitində yayılma sürətlərindəki (üfqi və şaquli istiqamətlərdə) dəyişkənliklərin nəzərə alınmamasıdır.

Şəkil 9.16a-dəki seysmogeoloji model şəkil 9.14-də verilən seysmogeoloji model əsasında kəsilişin bir sıra intervallarına neftli layların daxil edilməsi yolu ilə tərtib olunmuşdur (neftli laylar fərqli rənglərlə verilmişdir). Burada, şəkil 9.16b-də miqrasiyadan öncəki zaman kəsilişində şəkil 9.14b-dəkindən əhəmiyyətli dərəcədə fərqli olan və neftli laylara uyğun gələn əks olunan dalğa sahəsi müşahidə olunur. Bu iki seysmik dalğa sahəsinin müqayisəsi və NQR-in geoloji quruluşunun yuxarıda qeyd olunan səciyyəvi xüsusiyyətləri əlavə tədqiqat aparmadan kəsilişin neftli-qazlı olduğunu güman etməyə imkan verir. Zaman kəsilişinə görə neftli intervalları approksimasiya edən dalğa cəbhələri öz dinamikliliyi ilə fərqlənir və neftli, neftli-qazlı, sulu, sulu-neftli obyektlərə xas olan xüsusiyyətləri əks etdirirlər. Ərazi daxilində eyni xüsusiyyətlərə malik zaman kəsilişlərinin bir neçə istiqamət boyu əldə edilməsi, əlavə tədqiqatlar aparılmadan, dərin qazıma işlərini şərtləndirə bilər.

NQR-in geoloji kəsilişinin əsas hissəsini formalaşdıran Abşeron, Ağçagil və Məhsuldar qat çöküntülərinin litofiasial tərkibləri üfqi və şaquli istiqamətlərdə kəskin dəyişkənliklərlə səciyyələnmişdir. Məhz bu səbəbdən zaman kəsilişlərində müşahidə olunan seysmik dalğa cəbhəsindəki qərarlılıqlar (seysmik yazıların amplitudalarının enməsi-qalxması, dalğaların qeyd olunma zamanlarının artıb-azalması və s.) ayrıca tədqiqat obyektlərinə çevrilməlidir. Şəkil 9.16b-dəki zaman kəsilişində neftli və neftsiz laylardan əks olunan dalğa cəbhələri kəsirlər və birincilərin dinamik xüsusiyyətləri daha qabarıq şəkildədirlər. Eyni dalğa mənzərəsi şəkil 9.14a-da müşahidə olunmur.

Şəkil 9.16c-dəki zaman kəsilişində neftli laylardan əks olunan dalğa sahəsinin miqrasiyadan sonrakı görünüşünə diqqət yetirək. Burada neftli obyektlərdən əks olunmalar dalğa mənzərəsinin parametrlərini bir sıra hallarda əhəmiyyətli dərəcədə zənginləşdirmişdir və bu mənzərə şəkil 9.14c-dəki mənzərədən daha çox fərqlidir.

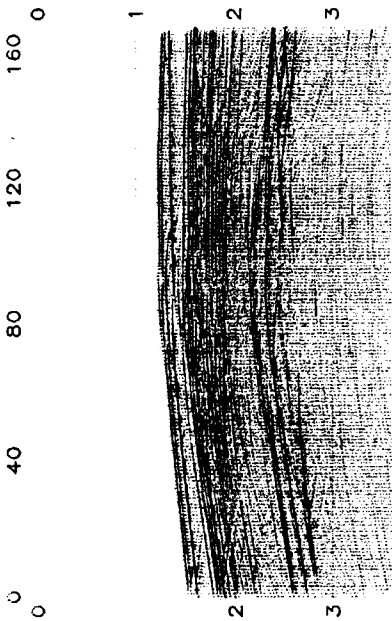
Yuxarıdakı misallar neftlə doydurulmuş və doydurulmamış kəsilişlərdən əks olunan dalğa mənzərəsinə görə Küryanı NQR-ində müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin parametrləri əsasında geoloji kəsilişin neftlilik-qazlılığının birbaşa proqnozlaşdırılması şəraitinin mövcudluğunu sübut edir.

Növbəti şəkildəki (şəkil 9.17) dinamik dərinlik kəsilişlərinin müqayisəsindən görünür ki, ərazi daxilində müşahidə olunan seysmik yazılara görə orta sürət modelindən istifadə olunmaqla tərtib edilmiş dərinlik kəsilişləri çoxsaylı və müxtəlif məzmunlu xətlərlə yüklüdür. Bu fərqlər 70-dən 120-ci piketə qədər aralıqda daha qabarıq şəkildədir.

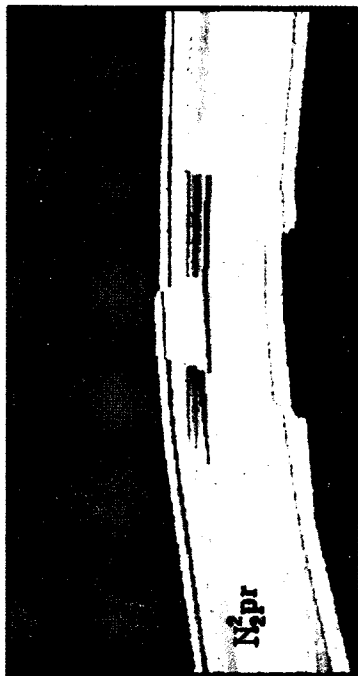
Burada bir vacib məsələyə də diqqət yetirilməlidir. Şəkil 9.15c və şəkil 9.17c-də, orta sürət əyrilərindən istifadə olunmaqla, uyğun olaraq neftlə doydurulmuş və doydurulmamış modellərdən alınan zaman kəsilişlərinə görə tərtib edilmiş, dinamik dərinlik kəsilişlərində neftli laylardan aşağıda yerləşmiş laylardan əks olunan dalğa cəbhəsinin parametrləri daha böyük qiymətli xətlərlə bərpə edilmişdir. Bunun başlıca səbəbi orta sürət əyrisindən istifadə olunduqda düşən və qayıdan dalğaların seysmik sərhədlərdə sınımasının nəzərə alınmamasıdır. Məlumdur ki, tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişində linzaşəkilli obyektlər olduqda, bu effekt özünü daha kəskin formada büruzə verir.

Yuxarıda qeyd etmişdik ki, müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin həlledicilik qabiliyyətini şaquli istiqamətdə artırmaq üçün tərs süzgüləmənin bir çox modifikasiyalarından istifadə olunur. Onların arasında ən çox istifadə olunanı proqnozlaşdırıcı süzgüləmədir. Bu proqramın tətbiqi ilə biz bu məsələnin həllinə yönəldilmiş bir sıra tədqiqatlar aparmışıq. Bu tədqiqat nəticələrindən birinə nəzər salaq.

Şəkil 9.14c-də verilən dərinlik kəsilişinin tərs süzgüləmədən sonrakı görünüşü şəkil 9.18a və şəkil 9.18b-də verilir (tərs süzgülə üçün köklənmə aralığı 10 və 50 msan götürülmüşdür). Tərs süzgüləmə burada dalğa mənzərəsinin əhəmiyyətli dərəcədə differensiallaşdırılmasını təmin etmişdir və köklənmə aralığı 10 msan olan süzgüləmənin nəticəsi daha qənaətbəxşdir. Lakin burada biz bir neçə laydan əks olunan dalğa cəbhəsinin bir-birindən ayrılmasına nail olsaq da, məsələnin tam həllini təmin edə bilməmişik.



b



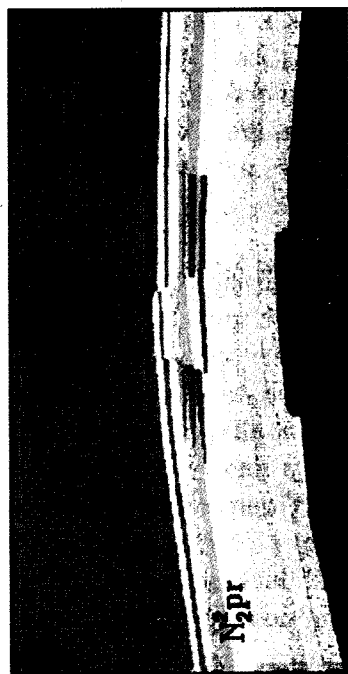
a

0 40 80 120 160 0

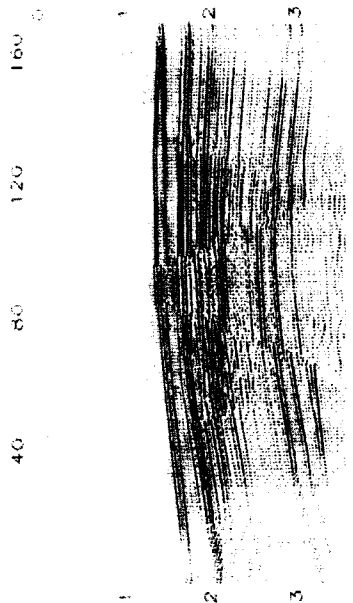


c

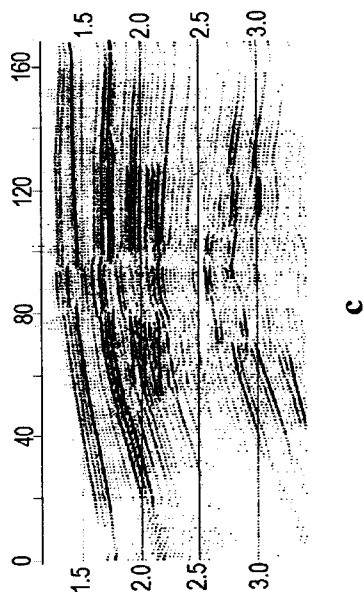
Şəkil 9.16. Küryanı NQR-ə aid seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri hesab-lama üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsiləsi; c-dinamik dərinlik kəsiləsi



a



b



c

Şəkil 9.17. Kürüyanı NQR-ə aid seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a - seysmogeoloji model; b - interval və c - orta sürətlərdən istifadə edilməklə tərtib edilmiş dinamik dərinlik kəsilişləri

Məlumdur ki, zaman kəsilişindəki dalğa sahəsinin həlledicilik qabiliyyətini artırmaq üçün seysmik impulsun formasının dəyişdirilməsi üsulundan istifadə edilir. Seysmik impulsun formasının dəyişdirilməsi üçün xüsusi emal qaydaları mövcuddur və ədəbiyyatda geniş şərh olunur. Eyni zamanda dövrü ədəbiyyatda bu üsulun müvəffəqiyyətlə tətbiqinə dair bir sıra misal tapmaq olar (Шериф Р.Е. и др., 1982, və s.). Məsələnin həlli müşahidə olunan seysmik yazılarda əks olunan dalğanın formasının, fazasının və uzunluğunun seçilməsi yolu ilə araşdırılmalara əsaslanır. Nəticələri bu kitabda şərh edilən tədqiqatlar çərçivəsində biz bu məsələni də araşdırmışıq. Lakin onun istehsalat rejimində tətbiq edilən emal qrafının tərkibinə daxil edilməsinin vacibliyini təsdiqləyən nəticə əldə edə bilməmişik. Şəkil 9.18-də bu üsulla əldə edilmiş nəticələrə görə dalğa sahəsinin differensiallaşdırılması məsələsi müəyyən müvəffəqiyyətlə həll edilmişdir. Lakin bu kəsilişlər seysmogeoloji modelin atributları haqqında yenə də inteqral bir mənzərəni özündə əks etdirir.

Şəkil 9.14c-də verilən dərinlik kəsilişindən istifadə edərək biz miqrasiya və tərs süzgüləmə proqramlarının emal qrafında yerlərinin təyin olunmasına çalışmışıq. Bu tədqiqatların daha müvəffəqiyyətli nəticələrindən biri şəkil 9.18-də verilir. Bu şəkildəki müqayisədən görüldüyü kimi, zaman kəsilişlərinə tərs süzgüləmə proqramının tətbiqindən sonra miqrasiya proqramının tətbiqi daha səmərəlidir. Bu zaman tərs süzgüləmə proqramının köklənmə aralığı 5÷10 ms arasında olmalıdır. Əlbəttə, Küryanı neftli-qazlı rayonu üçün yararlı olan bu tövsiyə digər sahələr üçün test yolu ilə seçilməlidir.

Küryanı NQR-in cənub-qərbində, Təbaşir yaşlı gömülmüş antiklinallar zonasında seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə həlli tələb edilən əsas məsələ Məhsuldar qatın üst mərtəbələri ilə əlaqədar olan qeyri-antiklinal tələlərin öyrənilməsidir. Bu tələləri burada Məhsuldar qat çöküntülərinin Təbaşir yaşlı stratigrafik intervallarla təmas xətləri yarada bilər. «Azərneftgeofizika» trestinin yerinə yetirdiyi seysmik kəşfiyyat işlərinin nəticəsi olaraq burada Həşimxanlı, Sərxanbəyli, Xırmandalı və s. kimi qeyri-antiklinal tələlər dərin qazıma üçün hazırlanmışdır. Ərazidə Təbaşir yaşlı antiklinallar da (Azadkənd, Xəlfəli və s.) «Azərneftgeofizika» trestini tərəfindən qeydə alınmışdır.

Neftli-qazlı rayonda antiklinal tipli tələlərin hazırlanması üçün seysmik kəşfiyyat qarşısında duran başlıca problem tədqiqat sahəsinin interval sürətləri modelinin təyin edilməsi ilə əlaqədardır.

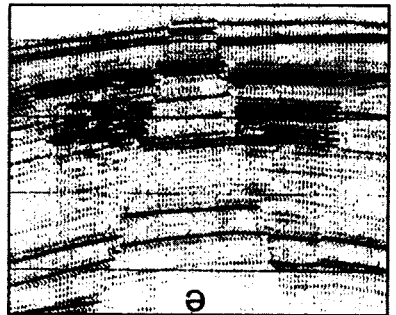
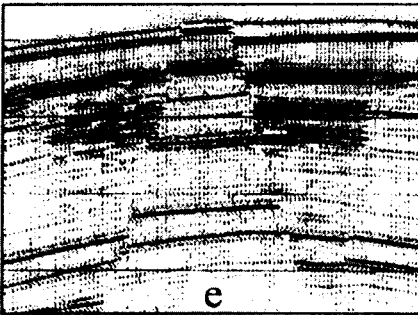
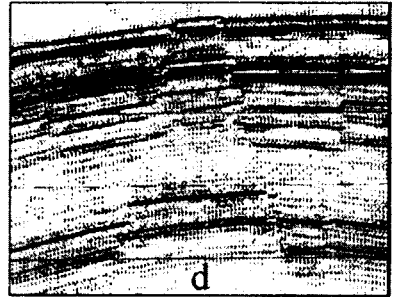
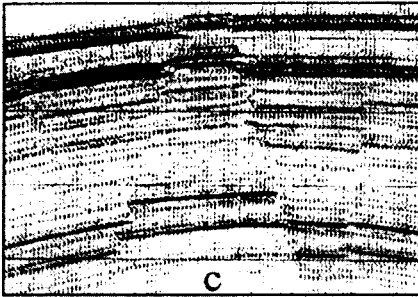
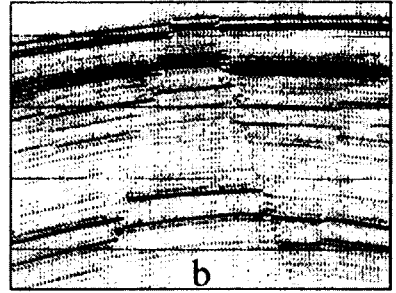
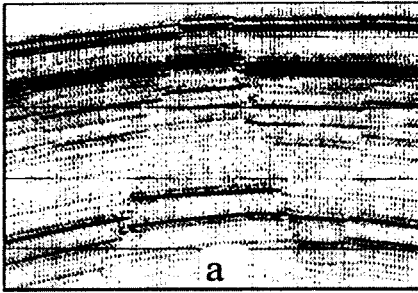
Yerinə yetirdiyimiz tədqiqatların nəticəsində gəldiyimiz qənaətə görə burada pазlaşma zonalarının xəritələndirilməsi problemi də, interval sürətlər modelinin məlum olduğu halda, tərs süzgüləmə və miqrasiya proqramlarının tətbiqi ilə asanlıqla həll edilir. İnterval və orta sürətlərin təyin edilməsi məsələsinin həlli ÜDN üsulu ilə müşahidə olunan seysmik yazılara görə təyin edilmiş effektiv sürətlərdən istifadə edilməklə reallaşdırıla bilər.

Rayonun Təbaşir yaşlı gömülmüş antiklinal zonasına aid bir seysmogeoloji modelləşdirmə nəticəsinə (şəkil 9.19) nəzər yetirək.

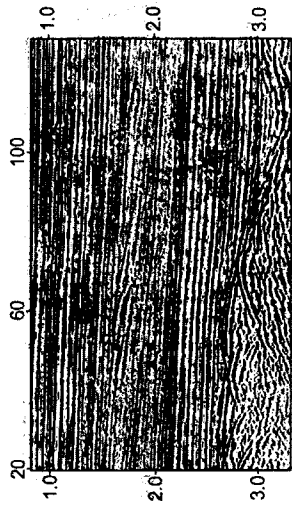
Şorsulu sahəsində qeyd olunmuş seysmik yazılar əsasında tərtib edilmiş zaman kəsilişinə (şəkil 9.19a) görə tərtib edilmiş seysmogeoloji model şəkil 9.19c-də verilir. Bu modelə görə hesablanmış zaman kəsilişi (şəkil 9.19d) real şəraitdə müşahidə olunan zaman kəsilişinin (şəkil 9.19a) eynidir. Qeyd etməliyik ki, seysmogeoloji modelləşdirmə üçün istifadə olunmuş orta və interval sürətləri modelləri tərəfimizdən seysmik yazıların emal prosesində təyin edilmişdir. Bu tədqiqatlar WESTERH GEOFİZİKAL emal sisteminin tətbiqi ilə 1983-1984-cü illərdə yerinə yetirilmişdir. Şəkil 9.19b və 9.19e-nin müqayisəsindən nəzəri zaman kəsilişinin və real mühitdən müşahidə olunan zaman kəsilişinin miqrasiyadan sonra eyniliyini müşahidə edirik.

Şəkil 9.19-da verilən seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələrinə görə digər bir məsələyə də diqqəti cəlb etmək istəyirik ki, bu da əvvəllər bu tədqiqatların əhatə etdiyi ərazidə çəp laylanma haqqında olan fikirlərlə əlaqədardır. Yerinə yetirdiyimiz tədqiqatlar göstərir ki, burada çəp laylanma ilə əlaqələndirilən bir sıra əks olunan dalğa cəbhələri qismən təkrar dalğalarla (yəni aralıq sərhədlərdə yaranan təkrar dalğalar cəbhəsi) əlaqədardır. Bu fikir şəkil 9.19-da verilən seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələrindən aydın görünür. Çəp laylanma təsəvvürü yaradan bu dalğa cəbhələri geoloji kəsilişin akustik parametrləri ilə əlaqədar oyanan qismən təkrar dalğaların hesabına yaranır.

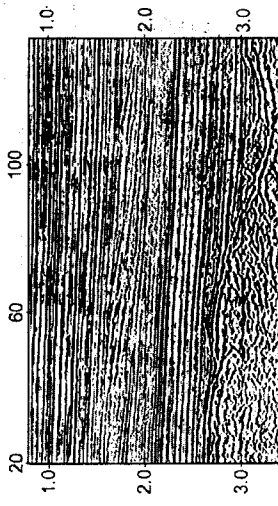
Göründüyü kimi, Küryanı neftli-qazlı rayonunun cənub-qərb hissəsində seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə əldə olunan geoloji nəticələrin,



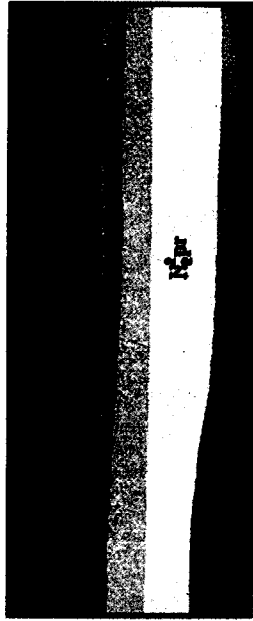
Şəkil 9.18. Tərs süzgəcləmə (T_s) və miqrasiya (M) proqramlarının emal qrafında yerlərinin təyin edilməsinə aid: a- $M+T_s$ (T_s -in köklənmə intervalı (k_i)=10ms); b- $M+T_s$ (k_i =50 ms); c- T_s (k_i =10 ms)+ M ; d- T_s (k_i =50 ms)+ M ; e- $M+T_s$ (k_i =10 ms); ə- $M+T_s$ (k_i =50 ms); e və ə-dəki nəticələrdə neftli intervallar yerləşdirilmişdir



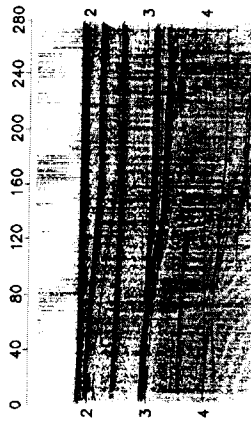
a



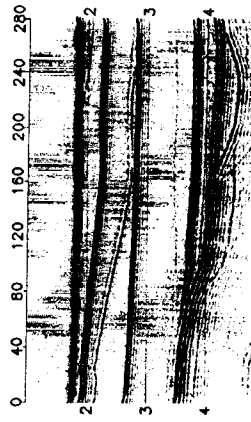
b



c

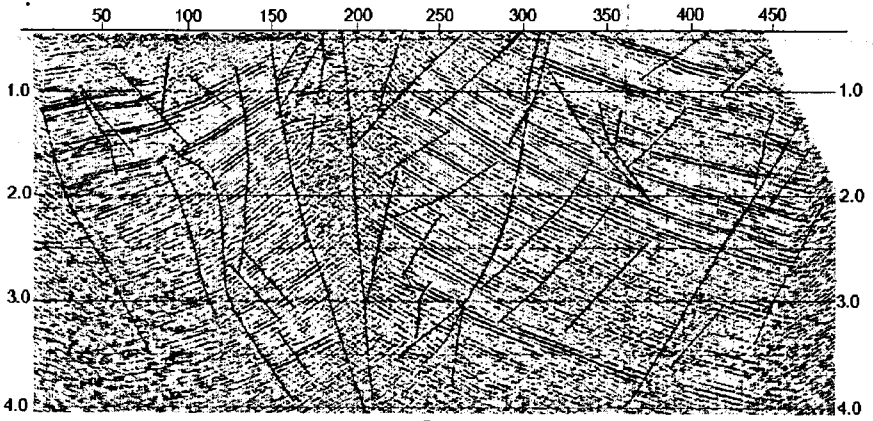


d

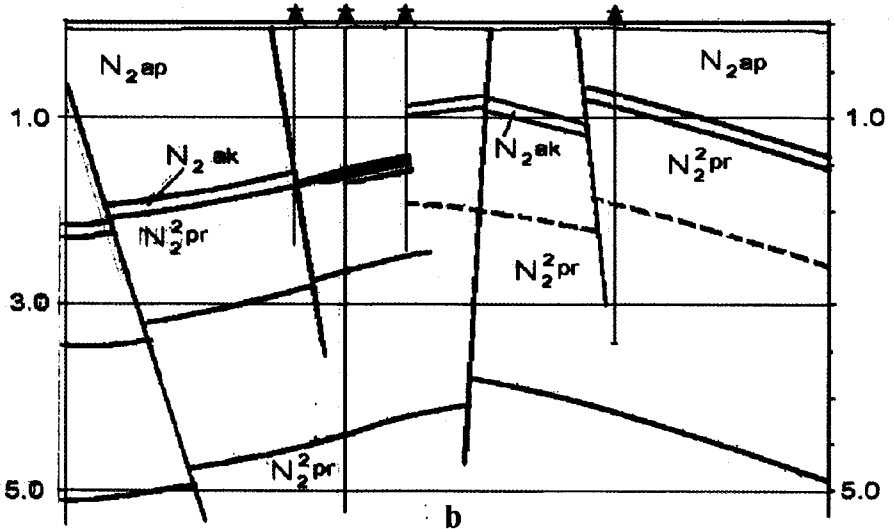


e

Şekil 9.19. Küryanı NQR-ında, Şorsulu sahasında müşahidə olunmuş zaman kəsilişi (a) və onun miqrasiyadan sonrakı (b) görünüşü; c-seysmo-geoloji model; d-nəzəri hesablamə üsulu ilə tərtib edilmiş zaman kəsilişi; e-dinamik dərinlik kəsilişi



a



b

Şəkil 9.20. Küryanı neftli-qazlı rayonunda: a- müşahidə olunan dinamik dərinlik kəsilişi. Kəsilişin geoloji dəyərləndirilməsi müəllif tərəfindən yerinə yetirilmişdir; b-geoloji məlumatlar əsasında tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi. Kəsilişlər ayrı-ayrı xətlər boyu tərtib olunmuşdur

kəmiyyət və keyfiyyətə, dəqiqlik səviyyəsi tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişinin sürət modelinin dəqiqliyi ilə əlaqədardır. Bizim təcrübəmiz göstərir ki, ÜDN üsulunun nəticələrinə əsasən tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişinin orta və interval sürətlər modelləri müşahidə olunan seysmik yazıların emal prosesində yüksək dəqiqliklə təyin edilir.

Şəkil 9.20a-da nəzəri tədqiqatlar nəticəsində əldə etdiyimiz təcrübəyə əsaslanaraq tərtib etdiyimiz emal qrafının nəticələrindən biri verilmişdir.

Bu dinamik dərinlik kəsilişinin approksimasiya etdiyi geoloji kəsilişdə çoxsaylı dizyunktiv qırılmaların mövcudluğu aydın görünür. Dinamik dərinlik kəsilişi Neftçala antiklinal qalxımı sahəsindən keçən seysmik profildə müşahidə olunan dalğa sahəsinə görə tərtib edilmişdir. Kəşfiyyat və istismar quyuları əsasında toplanmış məlumatlar əsasında tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi əldə etdiyimiz nəticələrin inamlılığını sübut edir (bax; şəkil 9.16a, 9.20b). Əlimizdə zaman kəsilişindəki dalğa sahəsinin approksimasiya etdiyi geoloji kəsilişi səciyyələndirən və quyu məlumatları əsasında tərtib edilmiş geoloji profil olmadığından şəkil 9.20b-dəki nəticənin seysmik profildən yaxın məsafədə yerləşən seysmogeoloji profillə əsasən tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi ilə müqayisəsini vermişik.

Qeyd etməliyik ki, bu nəticə Küryanı neftli-qazlı rayonunun bütün ərazilərinə aid edilə bilməz. Yəni müşahidə olunan seysmik yazıların emalı və geoloji dəyərləndirilməsi hər bir konkret halda münasib qrafla yerinə yetirilməlidir. Xüsusilə də seysmik yazılara görə geoloji kəsilişin birbaşa proqnozlaşdırılması və seysmostratiqrafik üsulla dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi tədqiqatları yerinə yetirilərkən seysmogeoloji modelləşdirmədən geniş miqyasda istifadə edilməlidir.

Yerinə yetirilmiş seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarına görə aşağıdakı nəticələri əldə etmişik:

- Küryanı NQR-ində 1974-2000-ci illər ərzində yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinin dərin qazıma quyuları məlumatları uzlaşmamasına səbəb zaman kəsilişlərinin geoloji dəyərləndirilməsi prosesində plikativ dəyərləndirmə modellərindən istifadə edilməsidir;
- NQR-in geoloji kəsilişinin aşağı və kiçik sürətlər zonasına aid bölümündə yaranan təkrar dalğalar müşahidə olunan seysmik yazıların tərkibindən ÜDN üsulu ilə cəmləmədən əvvəl tərs süzgecləmə proqramlarının tətbiqi ilə çıxılmalıdır;

- zaman kəsilişlərinə görə geoloji dəyərləndirmə işləri miqrasiya olunmuş zaman kəsilişlərinə görə dizyunktiv modellər əsasında yerinə yetirilməlidir. Zaman kəsilişlərinin miqrasiyası şaquli seysmik profilləmə tədqiqatları və seysmik yazıların emalı zamanı toplanmış sürət əyrilərindən istifadə olunmaqla tərtib olunmuş interval sürətləri kəsilişlərinin əsasında reallaşdırılmalıdır. Interval sürətləri kəsilişləri tərtib edilərkən müşahidə xətti boyunca ərazinin geoloji quruluşunun formalaşmasını (çöküntü toplanma prosesində fasilələr, eroziyalar, qırılmalar və s.) şərtləndirən paleo-tektonik və coğrafi şəraitlər nəzərə alınmalıdır. Ümumiyyətlə, emal işlərinin bu mərhələsi iterativ yaxınlaşma qaydasında reallaşdırılmalıdır;
- NQR-in geoloji kəsilişinin əsas hissəsini təşkil edən Məhsuldar qat, Ağçagil və Abşeron çöküntülərinin litofasial tərkibləri və onların seysmik dalğaları ötürmə qabiliyyətləri üfüqi və şaquli istiqamətlərdə kəskin dəyişkənliklərlə səciyyələnmədiyindən zaman kəsilişlərində müşahidə olunan seysmik dalğa cəbhəsindəki qərarlılıqlar (seysmik yazıların amplitud-tezlik xarakteristikalarının dəyişkənlikləri, dalğaların qeyd olunma zamanlarının artıb-azalması və s.) ayrıca tədqiqat obyektləri kimi qəbul edilməlidir. Bu tədqiqatlar əsasında geoloji kəsilişin neftlilik-qazlılığı proqnozlaşdırıla bilər;
- rayonda müşahidə olunan zaman kəsilişlərinin miqrasiyası tərs süzəcləmədən sonra yerinə yetirilməlidir;
- Küryanı neftli-qazlı rayonunda 1974-2000-ci illərdə toplanmış seysmik məlumatlar yenidən emal edilməli və tərtib ediləcək zaman kəsilişlərinə görə yerinə yetiriləcək tədqiqatların nəticələrinin etibarlılığı seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının tətbiqi ilə iterasiya rejimində yoxlanmalıdır;
- ərazinin neftlilik-qazlılıq potensialının dəqiqləşdirilməsi, yeni neft-qaz tələlərinin axtarışı və bir sıra neft-qaz yataqlarının istismarının hazırkı mərhələsində qalıq neft ehtiyatlarının aşkar edilməsi məqsədi ilə burada müasir texniki imkanlardan istifadə olunmaqla iki və üçölçülü müşahidələr aparılmalı və seysmik yazıların müasir emal texnologiyasının tətbiqi ilə zaman kəsilişlərinə görə geoloji kəsilişlərin proqnozlaşdırılması tədqiqatları yerinə yetirilməlidir.

9.4. Yevlax-Ağcabədi NQR-ində seysmogeoloji modeləşdirmənin nəticələri

Ərazidə yerinə yetirilmiş geoloji-geofiziki tədqiqatlar nəticəsində çoxsaylı gömülmüş strukturların yaratdığı üç əsas qalxım zonası aşkar edilmişdir: Paleogen-Miosen yaşlı çöküntülər üzrə Dəliməmmədli-Sərxanlı, Üst Təbaşir-Paleogen-Miosen yaşlı Qorxunlu-Cəfərli və Üst Təbaşir-Paleogen yaşlı Ağdaş-Saatlı.

80-ci illərdə Muradxanlı yatağının ətrafında neft-qaz kəşfiyyatı baxımından dərin qazıma işləri üçün əhəmiyyət kəsb edən bir sıra antiklinal strukturlar aşkar edilmişdir. Bunlara seysmik kəşfiyyatın ÜDN üsulunun tətbiqi ilə hazırlanmış Zərdab, Cəfərli, Şıxbağı, Qışlaq, Qarabat, Hacıqasımlı, Ağaməmmədli, Söyüdlər və s. strukturları misal gətirmək olar.

Regional tədqiqatların nəticəsində Yevlax-Ağcabədi neftli-qazlı rayonunda seysmik dalğa sahəsi və mədən geofizikası tədqiqatlarının nəticələrinə görə örtük və yan artım şəkilli çöküntü toplanma şəraitlərinin mövcud olduğu təsdiqlənmişdir. Kəsilişdəki sedimentasiya kompleksləri üzrə paleorekonstruksiya işləri yerinə yetirilmiş və nəticədə ərazidə mövcud olmuş paleocoğrafi və paleotektonik şəraitlər haqqında əldə olan məlumatlar dəqiqləşdirilmişdir.

Yevlax-Ağcabədi neftli-qazlı rayonunun geoloji kəsilişinin bir sıra stratiqrafik intervallarının neftlilik-qazlılığı sübuta yetirilmişdir. Bunlara Üst Təbaşirin effuziv və karbonatlı süxurları, orta Eosen çöküntülərinin mergel horizontları və Maykop çöküntü kompleksinin aşağılarında olan qumlu-alevritli laylar daxildir. Bununla əlaqədar Yevlax-Ağcabədi neftli-qazlı rayonunda yuxarıda adları çəkilən lay dəstələrinin pəzləşmə zonaları və orta Eosen və Üst Təbaşir çöküntülərinin təmas xətlərinin qapalı tələlər yaratdıqları sahələrin neftlilik-qazlılıq potensialı yüksək qiymətləndirilir.

Məlumdur ki, stratiqrafik tələlərin axtarışı və kəşfiyyatı antiklinal tipli tələlərin axtarış üsullarından fərqli olaraq daha mürəkkəb texniki və texnoloji məsələlərin həllini tələb edir.

Yevlax-Ağcabədi NQR-də aşkar edilmiş strukturların (Muradxanlı, Naftalan, Cəfərli, Mirbəşir və s.) neftlilik-qazlılığının şaquli və üfüqi istiqamətlərdə paylanma xüsusiyyətləri göstərir ki, burada seysmik tədqiqatlar üç əsas istiqamətdə yerinə yetirilməlidir.

Birinci istiqamət Təbaşir yaşlı kiçik amplitudalı strukturların axtarışı və kəşfiyyatı istiqamətidir ki, bunlar daha çox Maykop və Eosen çöküntüləri ilə təmasda olduqları halda əhəmiyyət kəsb edə bilərlər.

İkinci istiqamət Maykop və Eosen çöküntülərinin daxilində "parlaq" və "tutqun" ləkə tipli obyektlərin və ya tələlərin axtarışı və kəşfiyyatı ilə bağlıdır.

Üçüncü istiqamət isə Eosenin özünün yaratdığı antiklinal tipli strukturların axtarışı ilə əlaqədardır.

Şəkil 9.21-də verilən modelləşdirmə əsasında ÜDN üsulu ilə yerinə yetirilmiş müşahidələrin nəticəsində qeyd olunan dalğa sahəsinə görə birinci məsələnin həllinin tam təmin edildiyini göstərən bir misaldır. Şəkildə göstərilən (şəkil 9.21a) seysmogeoloji model Muradxanlı neft yatağından keçən profildə müşahidə olunan seysmik yazıların emalı nəticəsində əldə edilmiş zaman kəsilişləri əsasında müəllif tərəfindən tərtib edilmişdir. Seysmogeoloji modelləşdirmə nəticəsində tərtib edilmiş zaman kəsilişi (şəkil 9.21b) kəskin interferensiya zonaları ilə səciyyələnməyə də, təkrar və qismən təkrar dalğa fonu ilə müşayiət olunur. Zaman kəsilişində çəp laylanma fasiyasını xatırladan bir neçə yaxşı korrelyasiya oluna bilən sinfaz dalğa cəbhələri mövcuddur. Ümumiyyətlə, Azərbaycan ərazisində bu növ dalğa sahəsi nadir hallarda müşahidə olunur. Bunlar qismən təkrar dalğalardır və ərazidə müşahidə olunan dalğa sahəsində də özlərini büruzə verirlər. Bu amil müşahidə olunan seysmik yazıların emalı və geoloji dəyərləndirilməsi prosesində nəzərə alınmalıdır. Kəsilişin ortasında qırılma müstəvisinin ətraflarında difraksiya dalğaları müşahidə olunur. Bu dalğaların qırılma müstəvisinin kəsdiyi bütün stratigrafik intervallarda yaranmaması diqqəti cəlb edir. Onlar yalnız akustik bərklikləri kəskin fərqlənən layların qırılma müstəvisi ilə təmas nöqtələrində yaranırlar. Ərazinin geoloji kəsilişini səciyyələndirən orta sürət ayrılıqları şaquli və üfüqi istiqamətlərdə kəskin qradientlə müşayiət olunur. Zaman kəsilişinin Təbaşir çöküntülərinə aid hissəsində bir neçə təkrar və qismən təkrar dalğaların enerjisi əks olunan dalğalarınkindən, demək olar ki, fərqlənmir.

Zaman kəsilişinin dərinlik miqyasından sonrakı görünüşündə (şəkil 9.21c) çəp laylanmaya xas olan xüsusiyyətlərlə səciyyələnmən qismən təkrar dalğa fonu daha aydın şəkildə korrelyasiya olunur. Modelin Təbaşir çöküntülərinə aid hissəsindən əks olunan təkrar və qismən təkrar dalğa fonu isə xaotik dalğa cəbhələrinə çevrilmişdir. Bu kəsilişdə əks olunan dalğa cəbhəsinə görə seysmogeoloji modelin tam bərpası haqqında fikir söyləmək olar.

Bizim təcrübəmiz göstərir ki, bu rayonda yerinə yetirilmiş seysmik müşahidə nəticələrinin emalı prosesində toplanmış məlumatlar əsasında tədqiqat sahəsinin geoloji kəsilişinin orta və interval sürət modelləri yüksək dəqiqliklə təyin edilir. Bu problemlə bağlı tədqiqatların

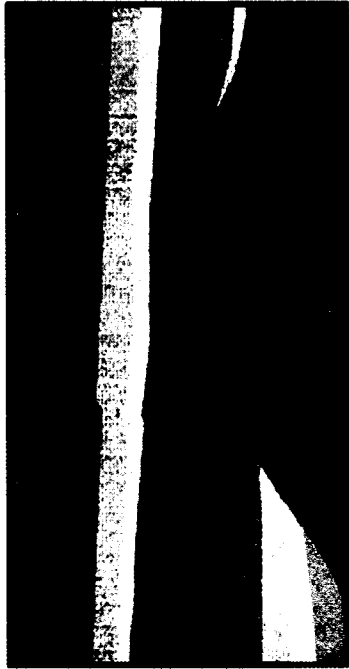
nəticələri «Azərneftgeofizika» trestinin fond materiallarında və trestin əməkdaşlarının nəşr etdirdikləri bir sıra məqalələrdə verilmişdir.

Ərazidə yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat nəticələri əsasında geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması üçün də əlverişli seysmogeoloji şərait mövcuddur. Cəfərlı sahəsində yerinə yetirilmiş bu tədqiqatların qısa şərhini əvvəlki fəsilə vermişdik.

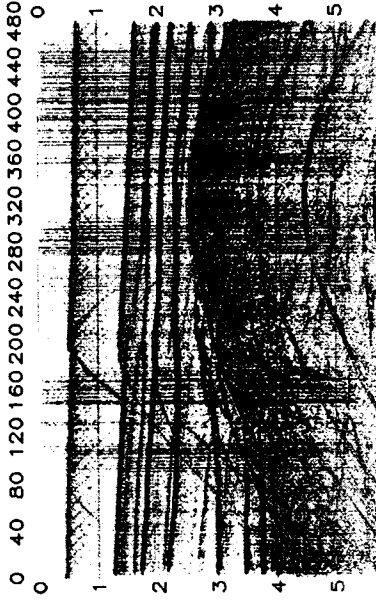
Şəkil 9.22-də 3 km dərinlikdə yerləşən 50 m amplitudaya malik olan Üst Təbaşir-Paleogen yaşlı antikalinal qalxımın seysmik dalğa sahəsindəki görünüşü (şəkil 9.22a) verilmişdir. Bu zaman kəsilişi Zərdab strukturunun üstündən keçən profildə müşahidə olunan seysmik yazıların emalı əsasında tərtib edilmişdir. Zaman kəsilişinin, orta sürətlərdən istifadə olunmaqla, miqrasiyadan sonrakı görünüşü isə şəkil 9.22 b-də verilmişdir. Şəkillərin müqayisəsindən aydın görünür ki, orta sürət əyrilərinin tətbiqi ilə seysmik dalğa sahəsinin miqrasiyasından sonra müşahidə olunan seysmik yazılara görə geoloji kəsilişin tam bərpasına nail olunmuşdur.

Yevlax-Ağcabədi neftli-qazlı rayonunda yerinə yetirilmiş seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarına görə aşağıdakı nəticələr əldə edilmişdir:

- müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə geoloji dəyərləndirmə işlərinin zaman kəsilişlərinin, orta sürətlərdən istifadə olunmaqla, miqrasiyasından sonra müvəffəqiyyətlə yerinə yetirilməsinə baxmayaraq, seysmik yazıların emal qrafının bu mərhələsində interval sürətlərindən istifadə edilməsi daha məqsədəuyğundur;
- NQR-in geoloji kəsilişinin əsas hissəsini təşkil edən Maykop və Paleogen çöküntülərinin litofasial tərkibi və onların seysmik dalğaları ötürmə qabiliyyəti nisbətən zəif dəyişkənliklərlə səciyyələndiyindən zaman kəsilişində seysmik dalğa cəbhəsindəki qərarlılıqlar (seysmik yazıların amplitudalarının dəyişkənlikləri, dalğaların qeyd olunma zamanlarının artıb-azalması və s.) ayrıca tədqiqat obyektlərinə çevrilməlidir;
- rayonda müşahidə olunan seysmik yazıların emal prosesində onların tərkibindən təkrar və qismən təkrar dalğaların çıxılması üçün tərs süzgecləmə prosedurlarından geniş miqyasda istifadə edilməlidir.



a

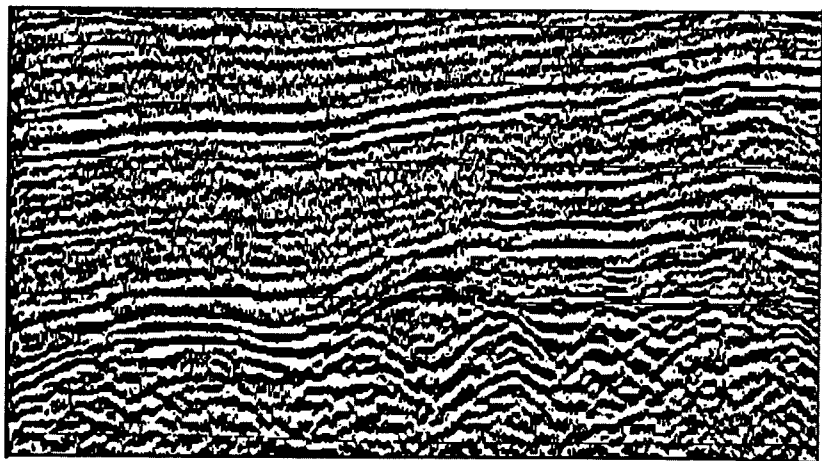


b

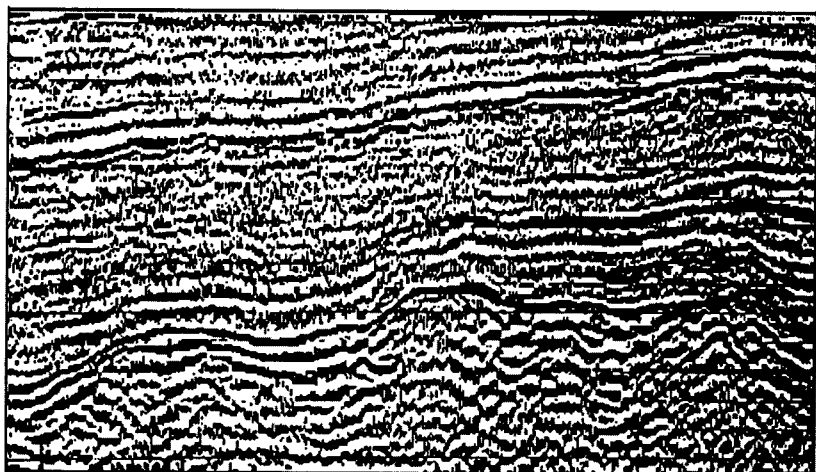


c

Şekil 9.21. Muradxanlı sahəsində yerinə yetirilmiş seysmogeoloji modelləşdirmə nəticəsi: a-seysmogeoloji model; b-riyazi üsulla hesablanmış zaman kəsilişi və c-zaman kəsilişinin darınlıq miqyasıyasından sonrakı görünüşü



a



b

Şəkil 9.22. Yevlax-Ağcabədi NQR-ində müşahidə olunmuş zaman kəsilişindən fraqment (a) və onun orta sürət modelinin tətbiqi ilə miqrasiyasından sonrakı görünüşü (b)

9.5. Quba-Xəzəryanı NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri

Bu rayonun geoloji kəsilişini Yura, Təbaşir, Kaynozoy və Antropogen çöküntü kompleksləri formalaşdırır. Adları çəkilən bütün stratigrafik intervalları təşkil edən çöküntülər Yer üzərində də qeyd edilmişlər.

Ərazinin geoloji quruluşu geoloji planalma, struktur və kəşfiyyat qazınması və geofiziki kəşfiyyat üsullarının tətbiqi ilə öyrənilmişdir.

Geofiziki kəşfiyyat üsulları arasında xüsusi çəkiyə malik seysmik kəşfiyyat tədqiqatları burada yalnız regional tədqiqatlar baxımından qənaətbəxş nəticələr vermişdir. Bir sıra hallarda seysmik kəşfiyyatın ÜDN üsulunun tətbiqi ilə əldə edilmiş məlumatlar NQR-in perspektivli sahələrinin geoloji quruluşunun öyrənilməsinə imkan verməmişdir. «Azərneftgeofizika» trestinin fondunda olan seysmik və geoloji məlumatların müqayisəsi göstərir ki, bir çox hallarda seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə əldə olunmuş məlumatlarla struktur və kəşfiyyat qazınması, o cümlədən geoloji planalma nəticələrinin arasında kəskin dərəcədə uyğunsuzluq mövcuddur. Bu uyğunsuzluqlar geoloji planalma və dərin qazıma quyularında toplanmış məlumatların əsasında və seysmik dalğa sahəsinə görə xəritələndirmə nəticələrinin üst-üstə düşməməsində (əsasən əksətdirici horizontların dərinliklərinin və yatım bucaqlarının fərqlənməsində) özünü büruzə verir. Bizim tədqiqatlarımız göstərmişdir ki, bunun əsas səbəbi müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi üçün tətbiq edilən dəyərləndirmə modelinin düzgün seçilməməsidir. Deyilənləri sübut edən bir neçə seysmogeoloji modelləşdirmə nümunələrinə nəzər salaıq.

Şəkil 9.23-də müşahidə olunan zaman kəsilişi (şəkil 9.23a) və orta sürət əyrisindən istifadə olunmaqla tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi verilmişdir (şəkil 9.23b). Qeyd etməliyik ki, dərinlik kəsilişinin üst hissəsi geoloji planalma işlərinin nəticələri və nəzəri təsəvvür əsasında tərtib edilmişdir. İlk baxışdan tərtib edilmiş dərinlik və zaman kəsilişlərinin atributları uyğun gəlir.

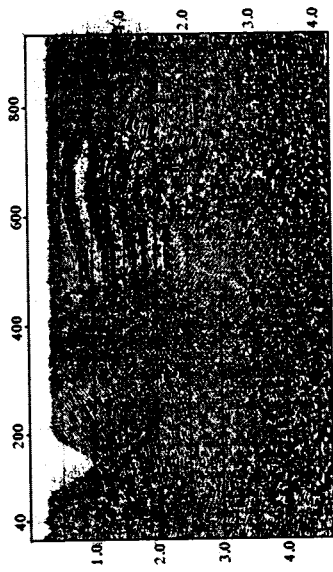
Haqqında danışdığımız dərinlik kəsilişini biz seysmogeoloji model kimi qəbul etmişik və ona uyğun nəzəri zaman kəsilişini hesablamışıq. Bu zaman kəsilişi şəkil 9.23c-də nümayiş etdirilir. Göründüyü kimi, şəkil 9.23a və 9.23c-dəki zaman kəsilişləri tamamilə uyğun

deyildir. Bu onu göstərir ki, real seysmogeoloji şəraitdə müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi məqsədi ilə seçilmiş dəyərləndirmə modeli tədqiqat sahəsinin həqiqi geoloji kəsilişinə uyğun deyildir. Bu bir daha şəkil 9.23d-də göstərilən şəkil 9.23c-nin miqrasiyadan sonrakı görünüşü ilə də sübut edilir. Yəni şəkil 9.23c-dəki zaman kəsilişinin miqrasiyadan sonrakı (şəkil 9.23d) görünüşü 9.23b-nin eynidir və 9.23a-dan fərqlidir. Əvvəlki fəsillərdə qeyd etmişdik ki, eyni bir zaman kəsilişinə uyğun gələn ixtiyari sayda dərinlik kəsilişi tərtib edilə bilər. Burada bunun bir daha şahidi oluruq. Aydın ki, seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirmə modelinin seçilməsi ilə əlaqədar olan bu problem subyektiv təsəvvür nəticəsində yaranmışdır.

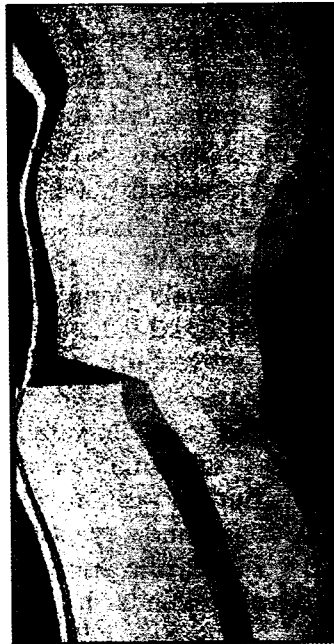
Şəkil 9.24a-dəki zaman kəsilişinin (şəkil 9.23a-dəki müşahidə olunan zaman kəsilişinin eynidir) geoloji dəyərləndirilməsi müəllif tərəfindən yerinə yetirilmişdir. İnterval sürətlərindən istifadə edərək şəkil 9.24a-dan 9.24b-dəki dərinlik kəsilişini tərtib etmişik. Həmin dərinlik kəsilişini biz seysmogeoloji model kimi qəbul edərək, onun əsasında nəzəri zaman kəsilişini (şəkil 9.24c) tərtib etmişik. Müqayisə əsasında şəkil 9.24c-nin miqrasiyadan sonrakı görünüşünün (şəkil 9.24d) müşahidə olunan zaman kəsilişinin (şəkil 9.24a) eynisi olduğunu aydın görürük. Deməli, tərəfimizdən seysmogeoloji modelləşdirmə əsasında seçilmiş geoloji dəyərləndirmə modeli müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsini daha dəqiq aproksimasiya edir.

Daha iki geoloji kəsiliş əsasında yerinə yetirdiyimiz riyazi modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri ilə tanış olaq.

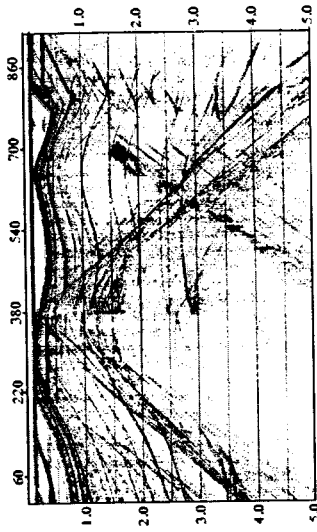
Şəkil 9.25b-dəki zaman kəsilişi və şəkil 9.25c-dəki miqrasiyadan sonrakı dinamik dərinlik kəsilişi seysmogeoloji modelləşdirmə nəticəsində şəkil 9.25a-dəki dərinlik kəsilişinə görə tərtib edilmişdir. Dərinlik kəsilişindəki (şəkil 9.25a) antiklinal qalxımın qərb tərəfində üstəgəlmə qırılması mövcuddur. Geoloji kəsilişi təşkil edən layların həndəsi formaları bu ərazidə seysmik kəşfiyyat üçün əlverişli bir şəraitin mövcudluğu haqqında təsəvvür yaradır. Lakin, hesablanmış zaman kəsilişindəki dalğa sahəsinin birmənalı geoloji dəyərləndirilməsi mümkün deyildir. Burada əsas problem əks olunan dalğa cəbhələrinin yaratdıqları ilgək zonalarında eyniadlı əks olunan dalğaların birmənalı korrelyasiyası ilə əlaqədardır. Antiklinalın tağ hissəsində də eyniadlı əks olunan dalğa cəbhəsinin birmənalı izlənməsi problemi mövcuddur.



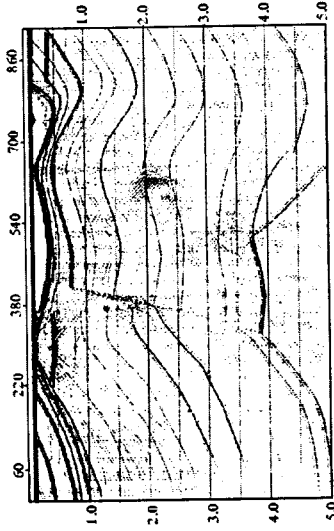
a



b

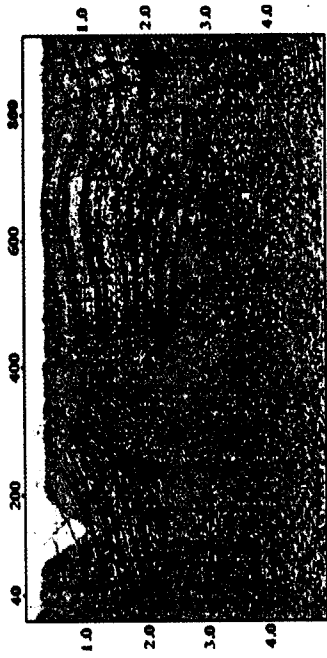


c

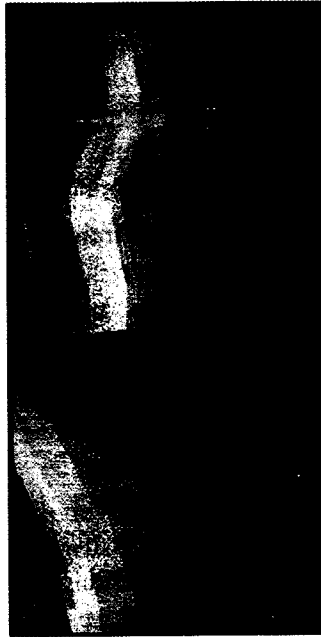


d

Şəkil 9.23. Quba-Xəzər yarı neftli-qazlı rayonunda müşahidə olunmuş zaman kəsişli (a) əsasında tərtib edilmiş dərinlik kəsişli və sürət modeli (b); nəzəri yolla hesablanmış zaman (c) və dərinlik (d) kəsişliyələri



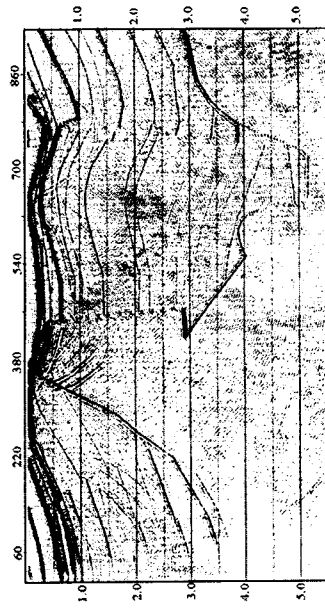
a



b



c



d

Şəkil 9.24. Quba-Xəzəryanı neftli-qazlı rayonunun geoloji kəsilisinin xüsusiyyətləri nəzərə alınmaqla müəyahidə olunan zaman kəsilisinə (a) görə tərtib edilmiş dərinlik kəsiləsi və sürət modeli (b); nəzəri yolla hesablanmış zaman (c) və dərinlik (d) kəsilisləri

Antiklinalın tağından sağda aydın dalğa mənzərəsi müşahidə olunur. Burada seysmik dalğa sahəsi sadə görünüşü ilə fərqlənir. Seysmogeoloji modelləşdirmə nəticəsində hesablanmış zaman kəsilişində intensivliyi əks olunan dalğalarınkindən xeyli zəif olan qismən təkrar dalğa fonu müşahidə olunur. Miqrasiya prosedurunun tətbiqindən sonra onların bir qismi əks olunan dalğa sahəsi kimi uzaq məsafələrdə inamla korrelyasiya olunurlar. Deməli, onlar səhvən əks olunan dalğa cəbhəsi kimi qəbul edilə bilər. Onların digər qismi miqrasiya prosedurundan sonra xaotik fon şəklinə düşürlər. Seysmogeoloji modelləşdirmənin sonrakı mərhələsində biz lay sürətlərindən istifadə etməklə hesablanmış zaman kəsilişinin miqrasiyasını reallaşdırmışıq. Nəticədə biz ilkin dərinlik kəsilişinin (şəkil 9.25a) eyni olan dinamik dərinlik kəsilişini (şəkil 9.25c) əldə etmişik.

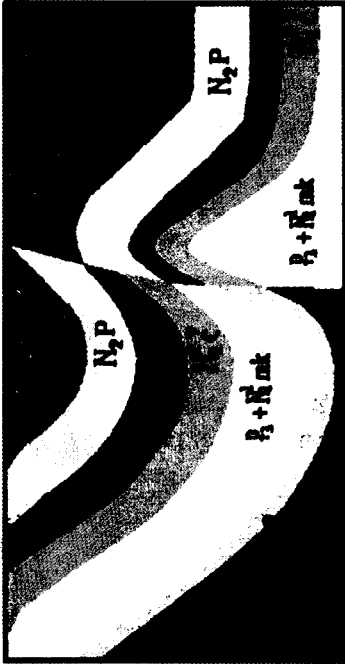
Daha bir seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələrini biz şəkil 9.26-da vermişik. Burada da biz şəkil 9.25-dəki nəticələri əldə etmişik. Lakin bu nümunədə biz intensivliyi yüksək olan səs-küy tipli dalğa fonunun əks olunan dalğa sahəsini müşayiət etdiyini görürük və eyni zamanda burada biz geoloji kəsilişi formalaşdıran layların əksəriyyətinin həndəsi parametrlərinin bərpasına nail olmamışıq. Bunun səbəbi seysmogeoloji modelləşdirmə üçün seçilmiş modelin üfüqi istiqamətdə qısa bir intervalı əhatə etməsidir.

Yuxarıda deyilənlər Quba-Xəzəryanı NQR-ində müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi üçün tərəfimizdən təklif edilən geoloji dəyərləndirmə modelinin seçilməsi üsulunun düzgünlüyü sübut edilmiş olur.

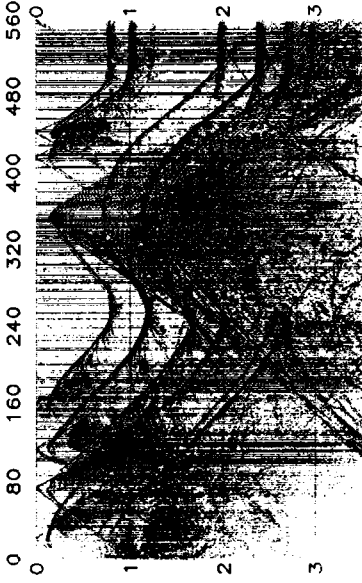
Quba-Xəzəryanı NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri:

- rayonda yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinin dərin qazıma quyularında və geoloji planalma əsasında toplanmış məlumatlarla uzlaşmamasına səbəb seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirmə modelinin düzgün seçilməməsi (plikativ modellərdən istifadə edilməsi) və zaman kəsilişlərinə görə dərinlik kəsilişlərinin tərtib olunması prosesində yalnız orta sürətlərdən istifadə edilməsidir;
- müşahidə olunan seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi işləri zaman kəsilişlərinin, interval sürətlərindən istifadə olunmaqla, miqrasiyasından sonra yerinə yetirilməlidir;

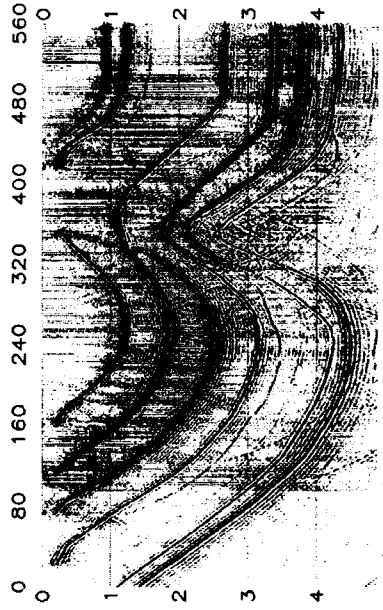
- müşahidə olunan seysmik yazılara görə tərtib edilmiş gərinlik kəsilişlərinin zaman kəsilişlərinə uyğunluğu seysmogeoloji modelləşdirmə əsasında yenidən yoxlanmalıdır. Bunun üçün tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi və təyin edilmiş interval sürətləri əsasında nəzəri zaman kəsilişləri hesablanmalı və tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi iterasiya rejimində müşahidə olunan zaman kəsilişinə uyğunlaşdırılmalıdır. Yəni interval sürətlərinə və seçilmiş geoloji dəyərləndirmə modelinə düzəlişlər verilməsi yolu ilə elə dərinlik kəsilişlərinin tərtib olunmasına çalışılmalıdır ki, onların əsasında hesablanmış nəzəri zaman kəsilişi müşahidə olunan zaman kəsilişinə tam uyğun gəlmiş olsun;
- zaman kəsilişlərinə görə dərinlik kəsilişləri qurulmamışdan əvvəl hər bir müşahidə xətti boyunca seçilmiş dəyərləndirmə modelinə uyğun olaraq interval sürətləri kəsilişi tərtib edilməlidir. Bu mərhələdə şaquli seysmik profilləmə tədqiqatlarının nəticələri ilə yanaşı seysmik yazıların emalı prosesində toplanmış effektiv sürət ayrılərindən istifadə edilməlidir. Dəyərləndirmə modeli seçilərkən ərazinin geoloji kəsilişinin tektonik proseslərin təsirindən dizyunktiv dislokasiyalara məruz qalması nəzərə alınmalıdır;
- müşahidə olunan seysmik yazıların emalı təkrar dalğaların ləğvindən sonra yerinə yetirilməlidir. Kəsilişin aşağı və kiçik sürətlər zonasında yaranan təkrar dalğalar tərs süzgüləmə proqramlarının tətbiqi ilə ümumi dalğa sahəsindən çıxılmalıdır. İkiqat təkrar dalğaların ləğvi üçün sürət analizi və təkrar dalğaların çıxılması (sıxılması) proqramları tətbiq edilməlidir;
- Quba-Xəzəryanı NQR-ində 2001-ci ilə qədər toplanmış seysmik məlumatlar yenidən emal edilməli və alınan nəticələrin inamlılığı seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının tətbiqi ilə iterasiya rejimində yoxlanmalıdır;



a

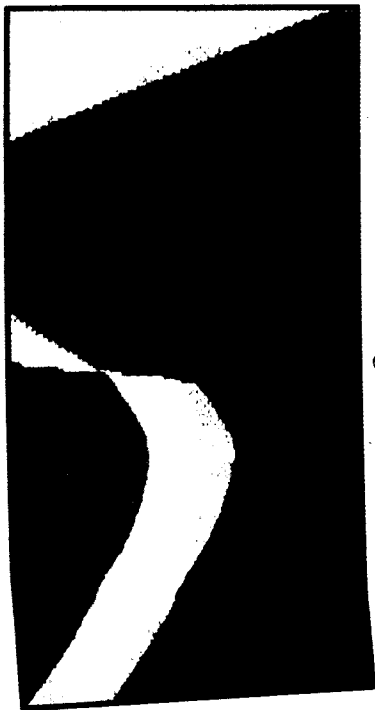


b

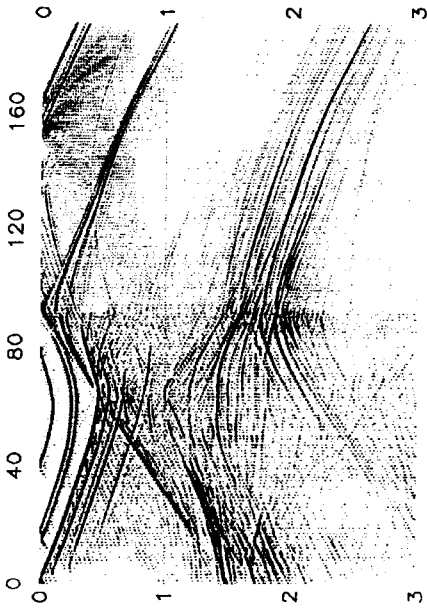


c

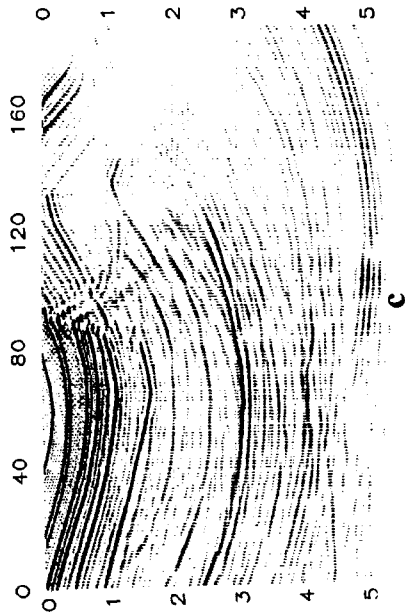
Şəkil 9.25. Quba-Xəzər yarı NQR-də seysmogeoloji modeləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəsilişi; c-miqراسiyadan sonrakı dərinlik kəsilişi



a



b



c

Şəkil 9.26. Quba-Xəzər yarı NQR-da (Sitalçay sahəsi) seysmogeoloji modeləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri: a-seysmogeoloji model; b - nəzəri zaman kəsilişi; c-miqراسiyadan sonrakı dərinlik kəsilişi

- rayonda seysmik müşahidələrin böyük əksəriyyəti analoq qeydiyyat sistemləri ilə yerinə yetirildiyindən toplanmış seysmik məlumatların təkrar emalı mümkün deyildir, buna görə də ərazinin geoloji kəşifinin öyrənilməsi və neftlilik-qazlılıq potensialının dəqiqləşdirilməsi üçün burada müasir seysmik texnikanın və emal texnologiyasının tətbiqi ilə geniş miqyaslı seysmik müşahidə işləri reallaşdırılmalıdır. Bu tədqiqatlar yerinə yetirilərkən müşahidə profillərinin uzunluğunun 20 km-dən və seysmik dalğa sahəsinin qeydiyyat zamanının 8s-dən az götürülməməsinə çalışılmalıdır. Bu tövsiyə intensiv tektonik qırıxılıqların mövcud olduğu digər ərazilərdə seysmik müşahidələr yerinə yetirilərkən mütləq nəzərə alınmalıdır.

9.6. Abşeron neftli-qazlı NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri

Yerinə yetirdiyimiz seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatları rayonun yalnız cənub-qərb və şərq hissələrini əhatə etmişdir.

Abşeron neftli-qazlı rayonunun bu sahələri Abşeron əhəngdaşlarının formalaşdırdığı yaylacıqlarla bir qədər mürəkkəbləşmiş relyefə malikdir.

Ümumiyyətlə götürüldükdə, Abşeron neftli-qazlı rayonunun geoloji kəsilişini qalınlığı 10 km-ə çatan Mezokaynozoy yaşlı terrigen-karbonatlı çöküntülər təşkil edir. Bu çöküntü kompleksində Məhsuldar qatın xüsusi çəkisi 30%-dən artıqdır.

Rayonun zəngin neft yataqlarının böyük əksəriyyəti Məhsuldar qatla əlaqədardır. Ümumi qalınlığı 100÷3500 m intervalda dəyişən bu çöküntülərin yatma dərinliyi şimal-qərb istiqamətdə azalır. Onlar müxtəlif paleocoğrafi və tektonik şəraitlərdə toplanmışlar. Buna görə də daha qədim yaşlı çöküntü intervalları kəsilişdən çıxdıqca, yuxarıda qeyd etdiyimiz istiqamətlərdə geoloji kəsilişin Məhsuldar qata aid hissəsini təşkil edən çöküntülərin ümumi qalınlığı azalır.

Bizim yerinə yetirdiyimiz tədqiqatların əhatə etdiyi sahələrdəki strukturların hamısı Pliosen-Antropogen çöküntüləri ilə təmsil olunmuşlar və bu mənada qismən Küryanı neftli-qazlı rayonundakı mənzərəni xatırladırlar.

«Azərneftgeofizika» trestində geofiziki kəşfiyyat tədqiqatlarının tətbiqi ilə toplanmış fond materiallarının dərin qazıma quyularında əldə edilmiş məlumatlarla müqayisəsi zamanı biz onlar arasında bir sıra uyğunsuzluqların mövcud olduğunu gördük və buna səbəb olan amilləri aydınlaşdırmağa qərar verdik. Bundan öncəki bir sıra tədqiqatlar bu məsələnin seysmogeoloji modelləşdirmədən istifadə etməklə həllinin mümkün olduğunu sübut etmişdi.

Geoloji planalma və dərin qazıma quyularında aparılmış tədqiqatlar əsasında toplanmış geoloji və geofiziki məlumatlar əsasında tərtib edilmiş Qaradağ yatağının geoloji kəsilişinə [7] nəzər salaq (şəkil 9.27a). Geoloji kəsilişdə seysmik dalğaların yayılma sürətlərini səciyyələndirən parametrlər tərəfimizdən şaquli seysmik profilləmə nəticələri əsasında tərtib edilmişdir.

Yatağın əhatə etdiyi ərazidə Məhsuldar qata aid çöküntülərin bir hissəsi yuyulmuşdur və burada bu stratiqrafik aralığa aid layların Yer səthində izlənməsi mümkündür. Eyni qaydada Abşeron və Ağcagil yaşlı çöküntülər Yer üzərinə çıxırlar. İstismar qazıması zamanı yatağın

nüvə hissəsində Paleogen yaşlı çöküntü kompleksinə aid laylar aşkar edilmişlər. Onların açılmış qalınlıqları 1200 m-ə çatır.

Məhsuldar qatın açılmış hissəsinin qalınlığı yatağın şimal hissəsində 3000 m-ə çatır. Yatağın ox hissəsindən keçən qırılma xətti boyu layların sürüşmə amplitudası 200÷300 m-ə qədərdir. Layların yatım bucaqları 50÷70° arasında dəyişir.

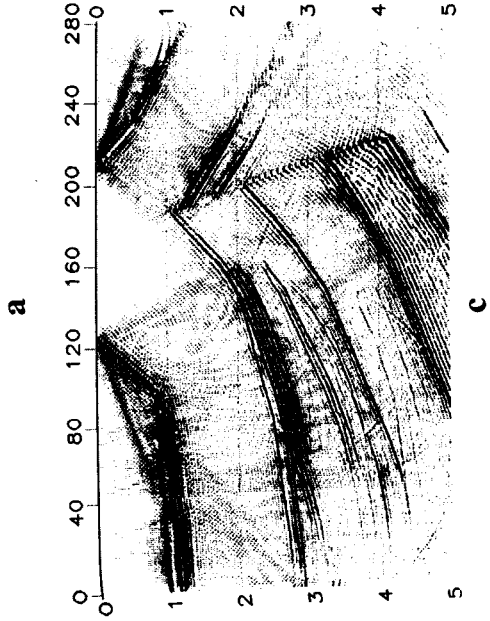
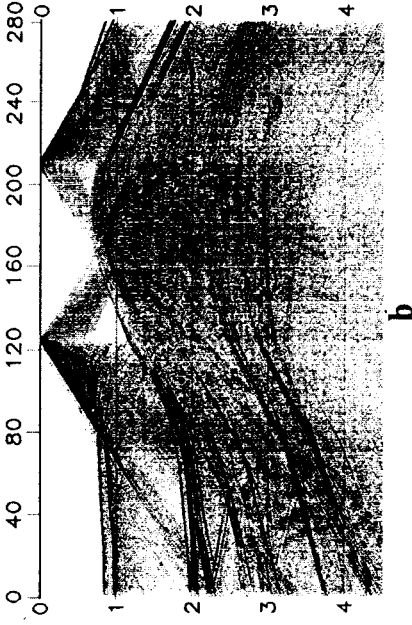
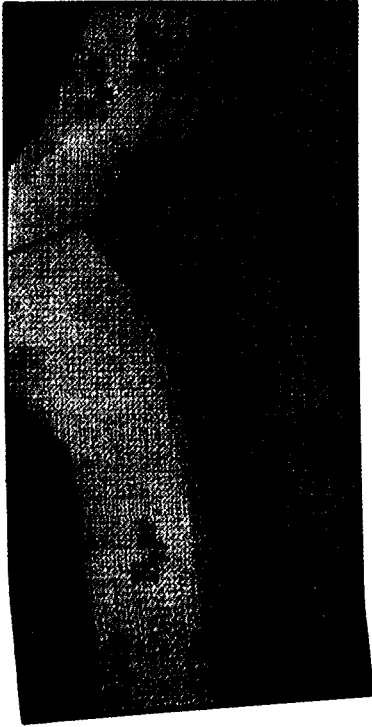
Şəkil 9.27b-də yuxarıdakı parametrlər əsasında tərtib edilmiş geoloji kəsilişin modelindən hesablanmış əks olunan dalğa mənzərəsi plikativ tektonikaya məxsus antiklinal qırışığı səciyyələndirən zaman kəsilişini xatırladır. Burada antiklinalın tağ hissəsinə aid əks olunan dalğaların intensivliyinin azalmasını dalğa cəbhəsinin həndəsi ölçülərinin genişlənməsi və qabarma əyilməsi zamanı tağ hissəni təşkil edən laylardakı süxurların akustik parametrlərinin dəyişməsi ilə izah etmək mümkündür və təcrübədə belə də qəbul edilmişdir. Miqrasiyadan əvvəl və sonrakı zaman kəsilişlərində təkrar və qismən təkrar dalğa sahələri mövcuddur.

Lakin zaman kəsilişinin lay sürətlərindən istifadə olunmaqla tərtib edilmiş miqrasiyadan sonrakı görünüşü (şəkil 9.27c) deyilənlərin tam əksini sübut edir.

Bu seysmik modeldən neft doyumluluğu çıxarıldıqdan sonra da zaman kəsilişini hesablamaq mümkündür. Bu halda zaman kəsilişinin neftli laylara aid hissəsi tamamilə boş olacaqdır. Bu növ modeli biz növbəti seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələrində nəzərdən keçirmişik.

Abşeron neftli-qazlı rayonuna aid seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri şəkil 9.28-də də verilir. Burada seysmogeoloji model olaraq, bir qədər bəsitləşdirilmiş formada, Qala strukturunun geoloji kəsilişlərindən biri qəbul edilmişdir. Geoloji kəsilişi təşkil edən laylarda seysmik dalğaların yayılma sürətlərini biz, əvvəlki halda olduğu kimi, təyin etmişik. Məlumdur ki, Qala strukturunun geoloji kəsilişində Məhsuldar qatın neftli-qazlı laylarının əksəriyyəti özlərinə yer tuturlar. Burada Orta və Alt Abşeron çöküntüləri Yer üzərinə çıxırlar. Qazıma zamanı geoloji kəsilişin Pont mərtəbəsinin yuxarıları açılmışdır.

Qala antiklinalı Balaxanı lay dəstəsində sönən bir sıra eninə qırılmalarla və bir (Məhsuldar qatın yarısından çoxunu əhatə edən) uzununa qırılma ilə mürəkkəbləşmişdir. Eninə qırılmalar üzrə layların sürüşmə amplitudaları kəsilişin aşağılarından yuxarıya doğru



Şəkil 9.27. Abşeron NQR-ında seysmogeoloji modelləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b - nəzəri zaman kəsilişi; c- migrasiya edilmiş zaman kəsilişi

azalır və uyğun olaraq 100÷ 20 m arasında dəyişir. Uzununa qırılma xətti boyu layların sürüşmə amplitudaları daha böyükdür.

Qala yatağının iki seysmogeoloji modelinə (neftlə doydurulmuş və neftsiz) əsasən hesabladığımız seysmik dalğa mənzərələrini təhlil etməyə çalışaq.

Şəkil 9.28-də neftlə doydurulmamış modelin geoloji kəsilişi (şəkil 9.28a), miqrasiyadan öncəki (şəkil 9.28b) və miqrasiyadan sonrakı (şəkil 9.28c) zaman kəsilişləri verilmişdir.

Göründüyü kimi (şəkil 9.28b), Ağcagil çöküntü kompleksinə aid əks olunan dalğa cəbhəsi burada pulcuqvarı tektonikaya xas olan əlamətləri aydın şəkildə əks etdirir. Suraxanı və Sabunçu lay dəstələri arasındakı sərhədlərdən əks olunan dalğa cəbhəsi özünün zəif intensivliyi ilə digərlərindən əhəmiyyətli dərəcədə seçilir. Sabunçu lay dəstəsinə cavab verən əks olunan dalğa sahəsinə görə dizyunktiv pozulmalar layların həm tavanına, həm də dabanına görə aydın seçilir. Geoloji kəsilişin Fasilə lay dəstəsinin tavanından Pont çöküntülərinin tavanına qədər hissəsini approssimasiya edən əks olunan dalğa sahəsi vahid bir dalğa qrupu halında qeydə alınır. Burada bir sıra qırılma xətləri aydın görünür. Lakin diqqətlə baxıldıqda, bu qırılmaların əksəriyyətinin Ağcagil və Sabunçu lay dəstəsinə aid bütün qırılmalarla uzlaşdıqları nəzərə çarpır. Əslində isə burada cəmi iki kiçik amplitudaya malik qırılma xətti mövcuddur (şəkil 9.28a) ki, onlar da zaman kəsilişində, demək olar, öz əksini tapmamışlar. Digər tərəfdən zaman kəsilişində və miqrasiyadan sonrakı dərinlik kəsilişində layların litofiasial tərkiblərinin lateral istiqamətlərdə sabitliyini göstərən bir sıra faktorlar (əks olunan dalğaların amplitud-tezlik xarakteristikası, dalğaların fazalarının paralelliyi və s.) özlərini büruzə verirlər.

Zaman kəsilişində (miqrasiyadan öncə və sonra) təkrar dalğalar zəif intensivliyə malik olsalar da, birqat əks olunan dalğa kimi qəbul edilə bilərlər. Buna görə də ərazidə müşahidə olunan seysmik yazılar emal edilərkən bu hal nəzərə alınmalıdır.

Neftlə doydurulmuş seysmogeoloji modeldən əks olunan dalğa mənzərəsi şəkil 9.29-da nümayiş etdirilir. Hesablanmış zaman kəsilişi şəkil 9.28b-də olduğu kimidir. Lakin burada kəsilişə əlavə edilmiş neftli layların hesabına yaranmış fərqlər mövcuddur.

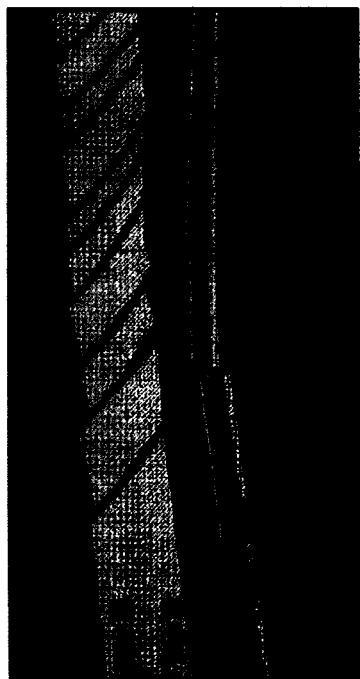
Burada biz kəsilişin neftli-qazlı hissələrinin öz dinamikliliyi ilə digər hissələrdən kəskin şəkildə ayrıldığıının şahidi oluruq. Yəni geoloji kəsilişin litofiasial tərkiblərinin sabit olan hissələrinə (Sabunçu və Suraxanı lay dəstələrinə) uyğun gələn dalğa mənzərəsi şəkil

9.28b-də göründüyü kimi deyil, daha differensial xassələrə malikdir. Lakin bu fərq geoloji kəsilişin Məhsuldar qata aid Fasilə lay dəstəsindən Ponta qədərki hissəsini əks etdirən intervalına uyğun gələn seysmik dalğa sahəsində zəifdir və yalnız diqqətlə baxıldıqda əks olunan dalğa cəbhələrin arasındakı bucaq uyğunsuzluğundan görünür.

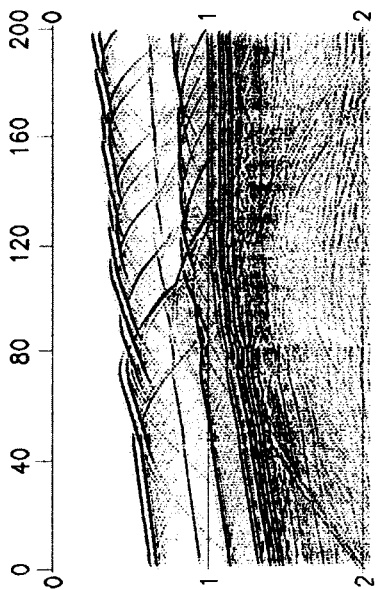
Nəzərdən keçirdiyimiz seysmogeoloji modellərin hər üçündə geoloji kəsilişin Məhsuldar qata aid Fasilə lay dəstəsindən Ponta qədərki hissəsini əks etdirən intervalına uyğun gələn seysmik dalğa sahəsinin vahid bir dalğa cəbhəsi kimi qeyd olunmasının səbəbi layların qalınlıqlarının azlığı və onların mühitində seysmik dalğaların yayılma sürətlərinin yüksəkliyi ilə əlaqədardır.

Şəkil 9.30-a nəzər salaq. Burada verilən layın pazlaşma nöqtəsi 300-cü piketdən başlanır. Pazlaşan layın mühitində seysmik dalğanın yayılma sürəti 3000 m-dir. Bu rəqəm Azərbaycanın neftli-qazlı rayonlarının geoloji kəsilişində seysmik dalğaların yayılma sürətlərinin orta qiymətidir. Şəkildəki dalğa mənzərəsinə əsasən pazlaşan layın dabanı və tavanı arasındakı məsafəni (normal üzrə) tezliyi 30 Hz olan seysmik dalğaya nəzərən təyin edə bilərik. Məsələn, bu şəkildən 70 m qalınlığa malik layın tavanı və dabanından əksölünmələrin yalnız zaman kəsilişindəki mənzərəyə görə təyin edilməsinin mümkünlüyü aydın görünür. Lakin bu o demək deyildir ki, bu şəkildəki pazlaşan layın daha kiçik qalınlığa malik hissələri təyin edilə bilməz. Layların pazlaşdığı zonaların təyininə həsr edilmiş tədqiqatlar göstərir ki, məhz pazlaşma nöqtələrinin təyini çox yüksək dəqiqliklə mümkündür. Bunu maili əksətdirici sərhədin üzərində seysmik dalğaların interferensiya zonasından sağda təyin edilmiş iki nöqtəni birləşdirən xətti pazlaşma nöqtəsi istiqamətində üfüqi layı səciyyələndirən xətlə kəsişənədək uzatmaq yolu ilə yerinə yetirmək olar. Lakin paralel və ya paralelliyə yaxın laylanmada bu məsələnin həlli olduqca mürəkkəbdir və çox vaxt mümkün deyildir. Əgər pazlaşan layın tavanı və dabanı kələ-kötürlüyü ilə səciyyələnersə, onda pazlaşma nöqtəsi ətrafında daha qarışıq interferensiya zonası müşahidə olunur. Belə halda pazlaşma nöqtəsinin dəqiq təyin edilməsi haqqında söhbət gedə bilməz.

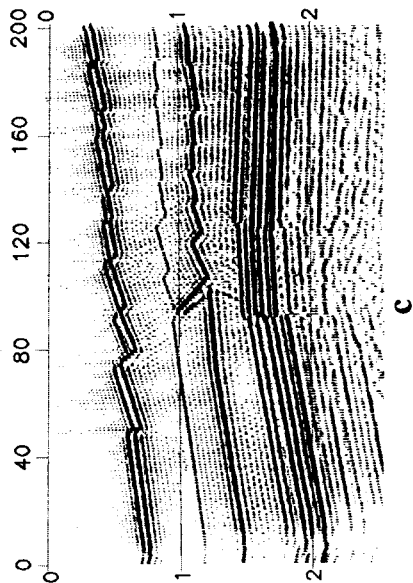
Tədqiqatlar göstərir ki, Azərbaycanın neftli-qazlı rayonlarında əks olunan dalğaların görünən tezlikləri (orta dərinliklər üçün) məhz 30-35 Hz intervalındadır.



a

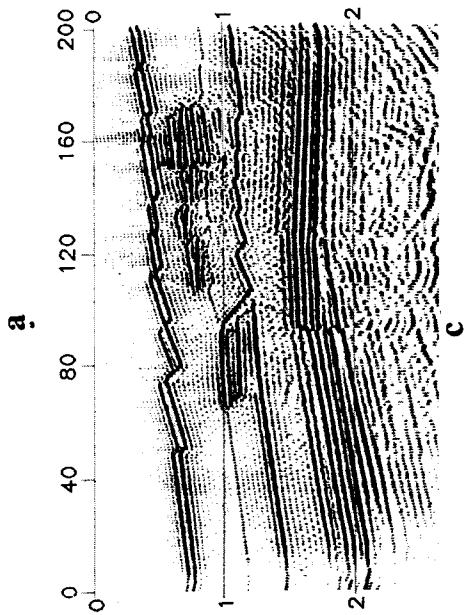
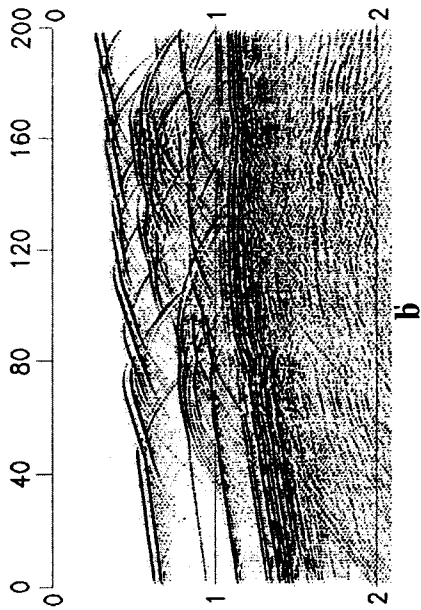
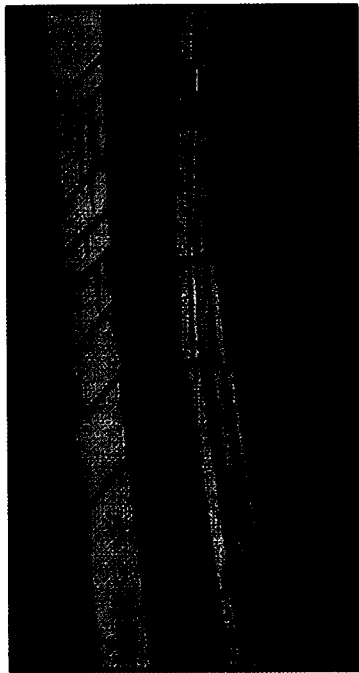


b

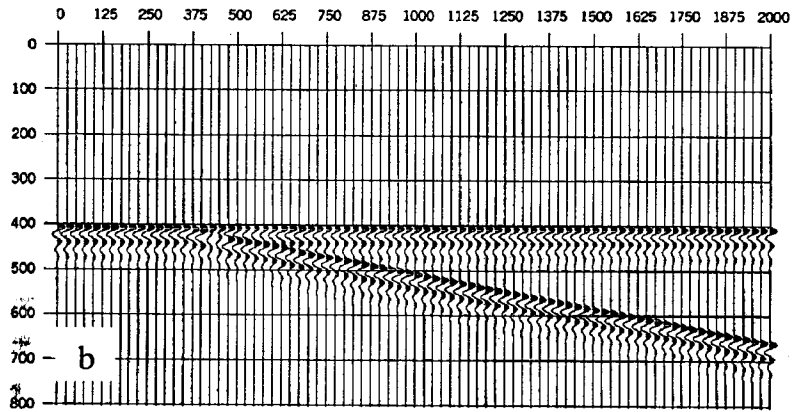
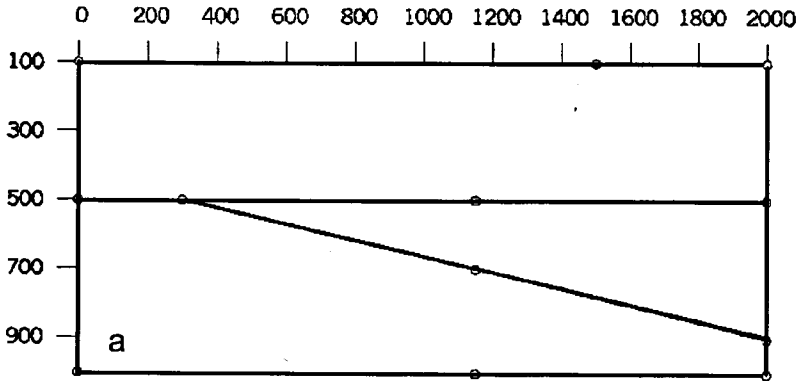


c

Şəkil 9.28. Abşeron NQR-ində seysmogeoloji modeləşdirmə nəticələri: a - seysmogeoloji model; b - nəzəri zaman kəsilişi; c- miqrasiya edilmiş zaman kəsilişi



Şəkil 9.29. Aşağıda NQR-ində seysmogeoloji modeləşdirmə nəticələri: a-seysmogeoloji model; b-nəzəri zaman kəsitişi; c-dinamik dərinlik kəsitişi



Şəkil 9.30. Pazlaşma nöqtəsinin təyininə aid: a-seysmogeoloji model; b-zaman kəsilişi

Dediklərimizdən şəkil 9.27, 9.28 və 9.29-da verilən seysmik dalğa mənzərəsində Məhsuldar qatın Fasilə lay dəstəsindən Ponta qədərki hissəsinə uyğun gələn seysmik dalğa sahəsinin qarışıq interferensiya ilə əlaqədar inteqral bir xassəyə malik olma səbəbi aydınlaşır. Məlumdur ki, geoloji kəsilişi təşkil edən laylar paralel yatıma malik olduqda belə interferensiya zonaları layların bir-biri ilə iti bucaq əlaqəsində olduqları kəsilişdən fərqli olaraq daha mürəkkəb əks olunan dalğa sahəsi oyadırlar. Layın qalınlığı seysmik dalğanın uzunluğundan kiçik olduqda seysmik dalğaların interferensiyası qaçılmazdır ki, biz bu halın şahidi oluruq. Bu növ interferensiya zonalarında seysmik kəşfiyyatın həlledicilik qabiliyyətinin seysmik yazıların eməli hesabına artırılması məsələlərinə ədəbiyyatda müfəssəl qaydada baxıldığından burada bu haqda müzakirəyə yer vermirik.

Lakin qeyd edək ki, bizim bu məsələnin həllinə yönəldilmiş tədqiqatlarımız istehsalat işlərində tətbiq ediləcək bir tövsiyə hazırlamaq imkanı verməmişdir.

Abşeron neftli-qazlı rayonunda seysmogeoloji modelləşdirmənin nəticələri:

- hazırkı dövrə qədər Abşeron neftli-qazlı rayonunda yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinin dərin qazıma quyularından əldə edilmiş geoloji məlumatlarla uzlaşmamasının əsas səbəbi müşahidə olunan seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi üzrə tədqiqatların plikativ modellər əsasında reallaşdırılmasıdır;
- rayonda şaquli seysmik profilləmə tədqiqatları (cəmi bir quyuda az dərinlikdə və quyuların boyu çox inteqral formada yerinə yetirilmişdir), demək olar ki, yerinə yetirilmədiyindən burada seysmik yazıların ÜDN üsulu ilə emalı prosesində müəyyənləşdirilmiş effektiv sürət əyrilərindən istifadə olunmaqla orta və interval sürətlər xəritələri tərtib edilməlidir. Bu zaman ərazinin geoloji kəsilişinin tektonik proseslərin təsirindən müxtəlif mənşəli dislokasiyalara məruz qalması nəzərə alınmalıdır;
- müşahidə olunan seysmik yazıların geoloji dəyərləndirmə işləri zaman kəsilişlərinin, interval sürətlərindən istifadə olunmaqla, miqراسiyasından sonra yerinə yetirilməlidir;
- NQR-in geoloji kəsilişini formalaşdıran layları təşkil edən çöküntü kompleksinin litofasial tərkibləri uzun məsafələrdə korrelyasiya edildiyindən, burada müşahidə edilən əks olunan dalğa sahəsindəki dəyişkənliklər neft və qaz yığımları tələləri baxımından diqqətlə öyrənilməlidir. Bu dəyişkənliklərin sahə boyu korrelyasiya edildiyi zonalar kəşfiyyat qazımasına daxil edilə biləcək obyektlər kimi qiymətləndirilməlidir;
- müşahidə olunan seysmik yazıların emalı təkrar dalğaların ləğvindən sonra davam etdirilməlidir. Kəsilişin aşağı və kiçik sürətlər zonasında yaranan təkrar dalğalar tərs süzgüləmə proqramlarının tətbiqi ilə ümumi dalğa sahəsindən çıxılmalıdır. İkiqat təkrar dalğaların ləğvi üçün sürət analizi və təkrar dalğaların çıxılması (sıxılması) proqramları tətbiq edilməlidir.

Fəsil 10. X Ü L A S Ə

Neft-qaz sənayesinin inkişafında seysmik kəşfiyyatın xüsusi yeri vardır. Buna səbəb seysmik kəşfiyyatın Yer qabığının geoloji quruluşu haqqında son dərəcədə dəqiq məlumat verməsidir. Məsələn, seysmik kəşfiyyatın tətbiqi ilə 5000 m dərinlikdə yatan antiklinal strukturun elementləri haqqında bir neçə on metr dəqiqliklə məlumat almaq mümkündür. Aydınır ki, belə nəticələr müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsini yüksək dəqiqliklə approksimasiya edən geoloji dəyərləndirmə modeli əsasında əldə oluna bilər.

Müəllif şəxsi təşəbbüsü ilə «Azərneftgeofizika» trestinin fondunda toplanmış geoloji və geofiziki məlumatları araşdırarkən onların arasında bir sıra uyğunsuzluqların mövcud olduğunu aşkar etmişdir. O, buna səbəb olan amilləri aydınlaşdırmaq məqsədi ilə yerinə yetirdiyi tədqiqatların nəticəsində belə qərara gəlmişdir ki, geofiziki məlumatların geoloji təhlili zamanı dəyərləndirmə modelləri dəqiq seçilməmişdir.

Zaman kəsilişindəki seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi üçün istənilən halda model seçilməlidir. Bu model müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin kinematik və dinamik xüsusiyyətləri əsasında seçilir. Yəni seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirən geofizik onun hansı xüsusiyyətləri ilə səciyyələnən geoloji kəsilişin əks etdirdiyini müəyyənləşdirir və tədqiqatlarını bu əsasda davam etdirir. Aydınır ki, belə yanaşma subyektiv fikirlərdən azad deyildir. Deməli, bir neçə geofizikin eyni zaman kəsilişinə görə tərtib etdiyi dərinlik kəsilişləri bir-birindən fərqlənəcəkdir. Nəticələri kitabın doqquzuncu fəslində şərh edilən seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatları məhz bu subyektivizmin azaldılmasına yönəldilmişdir.

Müəllif seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə yerinə yetirdiyi tədqiqatlar əsasında aşağıdakı nəticələri əldə etmiş və tövsiyələr hazırlamışdır:

- ədəbiyyatda və «Azərneftgeofizika» trestində toplanmış məlumatlar əsasında Azərbaycanın neftli-qazlı rayonlarının səciyyəvi seysmogeoloji kəsilişləri seçilmiş, bir sıra hallarda müəllif tərəfindən yenidən tərtib edilmişdir. Həmin kəsilişlər Azərbaycanın mürəkkəb tektonikalı NQR-lərinin seysmogeoloji modelləri kimi qəbul edilmişdir. Şaquli seysmik profilləmə və ÜDN məlumatlarının birlikdə təhlilinə görə seçilmiş seysmogeoloji modelləri səciyyələndirən interval sürətləri müəyyənləşdirilmişdir;

- seçilmiş seysmogeoloji kəsilişlərə və müəllif tərəfindən müəyyənləşdirilmiş interval sürətləri xarakteristikalarına əsasən riyazi yolla nəzəri zaman kəsilişləri hesablanmışdır. Bu məqsədlə müəllifin işləyib hazırladığı alqoritm əsasında, onun bilavasitə rəhbərliyi altında tərtib edilmiş və ProMax emal sisteminin tərkibində olan riyazi modelləşdirmə proqramlarından istifadə olunmuşdur;
- real mühitdə müşahidə olunan və nəzəri yolla tərtib edilən seysmik dalğa sahəsinin müqayisəli təhlili əsasında aydınlaşdırılmışdır ki, zaman kəsilişlərinə görə geoloji dəyərləndirmə modelinin seçilməsi mərhələsində (bütün hallarda, demək olar ki, plikativ dəyərləndirmə modellərinə üstünlük verilmişdir) buraxılmış xətlər bir sıra hallarda Azərbaycanın mürəkkəb tektonikalı NQR-lərinin geoloji kəsilişləri haqqında təhrif olunmuş nəticələrin əldə olunmasına səbəb olmuşdur;
- nəzəri yolla hesablanmış və real mühitdə müşahidə olunan seysmik yazılar əsasında tərtib edilmiş zaman kəsilişlərindəki seysmik dalğa sahələrinin müqayisəli təhlili əsasında sübut edilmişdir ki, Azərbaycan ərazisində yerinə yetirilmiş seysmik kəşfiyyat işlərinin nəticələrini müşayiət edən çoxsaylı xətlər əsasən zaman kəsilişlərindəki dalğa sahəsinin dinamik və kinematik parametrləri ilə tədqiqat zonalarının geoloji kəsilişlərinin litofasial və tektonik xüsusiyyətlərinin arasındakı əlaqələrin tələb olunan səviyyədə öyrənilməməsi səbəbindən yaranmışdır;
- sübut edilmişdir ki, seysmogeoloji modelləşdirmənin müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinin geoloji dəyərləndirilməsi işlərində tətbiqi Azərbaycanın bir sıra mürəkkəb geoloji quruluşlu neftli-qazlı rayonlarının ərazilərində seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının effektivliyinin artırılmasına zəmin yaradır;
- riyazi yolla və müşahidə olunan seysmik yazıların emalı nəticəsində tərtib edilmiş zaman kəsilişlərindəki seysmik dalğa sahələrinin müqayisəli təhlilinə görə NQR-lərin əksəriyyətində (Kür-Qabırçı çaylararası zona, Qobustan və s.) qeyd edilmiş seysmik dalğa sahəsinin Paleogen-Təbaşir çöküntü kompleksinə aid hissəsindəki mürəkkəb interferensiya zonalarının bir çox hallarda geoloji kəsilişin Oliqosen-Miosen stratiqrafik intervalının səciyyəvi xüsusiyyətləri ilə əlaqəli olduğu sübut edilmişdir. Yəni Paleogen-Təbaşir çöküntü kompleksinə uyğun

gələn əks olunan dalğa sahəsi Oligosen-Miosen çöküntü kompleksinin morfostrukturunu da özündə əks etdirir. Buna görə də seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi üzrə tədqiqatlar bu faktorun nəzərə alınması şərtilə yerinə yetirilməlidir;

- aydınlaşdırılmışdır ki, zaman kəsilişlərinə görə seysmogeoloji profillər tərtib edilərkən orta sürət əyrilərindən istifadə edildikdə geoloji kəsilişi formalaşdıran layların həndəsi parametrləri (yatım bucaqları, yatma dərinlikləri və s.) düzgün təyin edilmədiyindən, müşahidə olunan seysmik yazıların geoloji dəyərləndirilməsi işləri interval sürətlərindən istifadə olunmaqla zaman kəsilişlərinin miqrasiyasından sonra yerinə yetirilməlidir. Bu məqsədlə şaquli seysmik profiləmə tədqiqatları və seysmik yazıların emalı zamanı toplanmış sürət əyrilərindən istifadə olunmaqla interval sürət kəsilişləri tərtib edilməlidir. Bu kəsilişlər tərtib edilərkən ərazinin geoloji kəsilişinin Oligosen-Maykop hissəsindəki tektonik proseslərlə bağlı hadisələr (çöküntü toplanma prosesindəki fasilələr, eroziyalar, dizyunktiv pozulmalar və s.) nəzərə alınmalıdır. Tərtib edilmiş interval sürətləri kəsilişlərindən zaman kəsilişlərinin miqrasiyası üçün istifadə edilməlidir. Bu üsulla tərtib edilmiş geoloji kəsilişlər dizyunktiv dəyərləndirmə modelinin tətbiqi zamanı daha dəqiq nəticələr verir;
- müşahidə olunan seysmik yazıların emalı, əksəriyyət təşkil edən hallarda, təkrar dalğaların ləğvindən sonra davam etdirilməlidir. Aydınlaşdırılmışdır ki, kəsilişin kiçik və aşağı sürətlər zonasında yaranan təkrar dalğalar tərs süzgüləmə proqramlarının tətbiqi ilə ümumi dalğa sahəsindən müvəffəqiyyətlə çıxılır. İkiqat təkrar dalğaların ləğvi üçün isə sürət analizi və təkrar dalğaların çıxılması (sıxılması) proqramları tətbiq edilməlidir;
- göstərilmişdir ki, bir sıra NQR-lərdə (Küryanı NQR-ində - Məhsuldar qat, Ağçagil və Abşeron çöküntüləri, Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində - Paleogen çöküntüləri, Məhsuldar qat) geoloji kəsilişin əsas hissəsini təşkil edən çöküntülərin litofasial tərkibləri və onların seysmik dalğaları ötürmə qabiliyyətləri, üfüqi və şaquli istiqamətlərdə, kəskin dəyişkənliklərlə səciyyələnmədiyindən zaman kəsilişlərində müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsindəki qərarlılıqlar

(seysmik yazıların amplitud-tezlik xarakteristikalarının dəyişkənliyi, dalğaların qeyd olunma zamanlarının artıb-azalması və s.) ayrıca olaraq geoloji kəsilişin proqnozlaşdırılması üzrə emal və interpretasiya işlərinə cəlb edilməlidir;

- Azərbaycan ərazisinin neftlilik-qazlılıq potensialının dəqiqləşdirilməsi, yeni neft-qaz tələlərinin axtarışı, neft-qaz yataqlarının istismarının hazırkı mərhələsində qalıq neft ehtiyatlarının aşkar edilməsi və s. məqsədi ilə müasir seysmik texnikanın və müşahidə olunan seysmik yazıların emal texnologiyasının tətbiqi ilə iki və üçölçülü seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının yerinə yetirilməsinin məqsədəuyğunluğu vurğulanmışdır. Qeyd edilmişdir ki, müşahidə olunan seysmik dalğa sahəsinə görə geoloji dəyərləndirmə işlərinin nəticələri seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə iterativ rejimdə yoxlanmalıdır. Bu məqsədlə tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi və təyin edilmiş interval sürətləri əsasında nəzəri zaman kəsilişləri hesablanmalıdır və tərtib edilmiş dərinlik kəsilişi seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqilə iterasiya rejimində müşahidə olunan zaman kəsilişinə uyğunlaşdırılmalıdır. Yəni interval sürətlərinə və seçilmiş geoloji dəyərləndirmə modelinə düzəlişlər verilməsi yolu ilə elə dərinlik kəsilişlərinin tərtib olunmasına çalışılmalıdır ki, onların əsasında hesablanmış nəzəri zaman kəsilişi müşahidə olunan zaman kəsilişinə tam uyğun gəlmiş olsun;
- Azərbaycanın NQR-lərinin ərazilərində şaquli seysmik profiləmə (seysmik karotaj) tədqiqatlarının həcminin həddindən artıq az olması seysmik kəşfiyyat tədqiqatlarının nəticələrinə mənfi təsir göstərir. Bu boşluğun seysmik yazıların ÜDN üsulu ilə emalı prosesində toplanmış effektiv sürət əyrilərindən istifadə edilməklə doldurulmasının mümkünlüyü vurğulanmışdır. Qeyd edilmişdir ki, şaquli seysmik profiləmə tədqiqatlarının nəticələrindən və effektiv sürət əyrilərindən istifadə olunarkən tədqiqat ərazisinin paleocoğrafik və paleotektonik (fasilələr, dislokasiyalar, eroziyalar və s.) xüsusiyyətləri nəzərə alınmalıdır.

Fəsil 11. PROQRAMLAR

Burada verilən proqramların işləməsi üçün kompüterdə VisualVasic 5.0 və ya 6.0 translyatoru olmalıdır.

11.1. Verilən nöqtələrdə sintetik və impuls seysmoqramlarının və ya seysmik trassanın tərtib edilməsi

Proqram üfüqi yatıma malik laylardan ibarət geoloji kəsilişə görə mərkəzi şüa üsulu ilə zaman kəsilişinin tərtib edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Proqram:

- verilən şərtlər əsasında sintetik seysmoqram;
- impuls seysmoqramı (keçmə əmsalları nəzərə alınır);
- sintetik seysmoqram ilə verilən mənbə impulsundan istifadə edilməklə çevrilmə əməliyyatının tətbiqi ilə zaman kəsilişi tərtib edir.

Bu proqramda mənbə impulsu kimi Puzıryov impulsundan istifadə edilir. İmpulsun qrafiki displeyin ekranına da çıxarılır.

İmpulsun uzunluğunu 4 ms verməklə impuls seysmoqramını displeyin ekranına çıxartmaq olar.

Nəzərə alınmalıdır ki, proqram çox sadə variantlarda zaman kəsilişi hesablamaq üçün nəzərdə tutulmuşdur və nəticələr yalnız displeyin ekranında görmək üçündür. Əlbəttə, kompüterin klaviaturasındakı «Print Screen» düyməsindən istifadə etməklə nəticələri çap etmək olar. Zaman kəsilişinin ekrana tam yerləşməsi üçün layların qalınlığını 10÷200 m arasında götürülməsi məsləhətdir.

İlkin şərtlərin siyahısı:

NS - impuls reaksiyasının hesablanması tələb olunan nöqtələrin sayıdır;

NH - seysmik horizontların sayıdır;

V - layda dalğanın yayılma sürəti (m/s);

ρ - layı formalaşdıran süxurların sıxlığı (q/sm^3);

H - layın qalınlığı (m). Sonuncu üç parametrlə aşağıdakı matrisə şəklində verilir:

$V_{1,1}, \rho_{1,1}, H_{1,1}, V_{2,1}, \rho_{2,1}, H_{2,1}, V_{3,1}, \rho_{3,1}, H_{3,1}, \dots, V_{NH,1}, \rho_{NH,1}, H_{NH,1}$

$V_{1,2}, \rho_{1,2}, H_{1,2}, V_{2,2}, \rho_{2,2}, H_{2,2}, V_{3,2}, \rho_{3,2}, H_{3,2}, \dots, V_{NH,2}, \rho_{NH,2}, H_{NH,2}$

$V_{1,3}, \rho_{1,3}, H_{1,3}, V_{2,3}, \rho_{2,3}, H_{2,3}, V_{3,3}, \rho_{3,3}, H_{3,3}, \dots, V_{NH,3}, \rho_{NH,3}, H_{NH,3}$

 $V_{1,NS}, \rho_{1,NS}, H_{1,NS}, V_{2,NS}, \rho_{2,NS}, H_{2,NS}, V_{3,NS}, \rho_{3,NS}, H_{3,NS}, \dots, V_{NH,NS},$
 $\rho_{NH,NS}, H_{NH,NS}$

Mənbə impulsu aşağıdakı parametrlərlə verilir:

T (ms) - impulsun uzunluğu ;
 dt (ms) - diskretləşmə addımı;
 F (Hz) - tezlik;
 a0 - başlanğıc amplituda;
 b0 - udulma əmsalı (adətən A-nın 30%)

«Basic» proqramlaşdırma dilində yazılmış
proqramın mətni

```

Dim V() As Integer, NS As Integer, NH As Integer, A As Currency
Dim H() As Integer: Dim Ai() As Currency: Dim Re As Currency
Dim Ro() As Currency: Dim B() As Currency: Dim C() As Currency
Dim X() As Integer: Dim NR As Integer: Dim N As Integer
Dim Ti As Integer: Dim DTi As Integer: Dim F As Integer
Dim a0 As Integer: Dim b0 As Integer
Dim R() As Currency: Dim RR() As Currency
Dim T() As Currency: Dim DT() As Currency: Dim TT() As Integer
Private Sub Toolbar1_ButtonClick(ByVal Button As
ComctlLib.Button)
  
```

‘proqramın aşağıdakı ardıcılıqda işləyən blokları
OpFile + Coef + Time + Impul + Svert + Return
verilən məsələnin həllini təmin edir.

‘ İlkin şərtlərin daxil edilməsi və displeyin ekranında çap olunması.
 ‘ İlkin şərtlər «Notepad» proqramının formatında yazılmalıdır.
 ‘ Puzıryov impulsunun parametrləri ayrıca blokda yazılır.

```

Sub SubOpFile()
On Error GoTo err1
CommonDialog1.ShowOpen
Open CommonDialog1.FileName For Input As #1
  
```

```

Input #1, NS, NH
Cls
CurrentX = 100
CurrentY = 10
Print "NS=", NS, "NH=", NH
L = NS * NH: M = NS * NH * 3

```

‘Proqramın yaddaş bloğunun dinamik rejimdə genişləndirilməsi

```

ReDim V(L): ReDim X(M): ReDim R(L): ReDim T(L): ReDim
DT(L)
ReDim Ro(L): ReDim H(L): ReDim RR(L): ReDim TT(L)
For Lt = 1 To NS
I = 1
J = (Lt - 1) * 3 * NH
J1 = (Lt - 1) * NH
For K = 1 To NH
Input #1, X(I + J), X(I + J + 1), X(I + J + 2)
V(K + J1) = X(I + J): Ro(K + J1) = X(I + J + 1) / 1000#: H(K + J1) =
X(I + J + 2)
CurrentX = 50
CurrentY = 30 + K * 10 + (Lt - 1) * NH * 20
Print "V=", V(K + J1), "Ro=", Ro(K + J1), "H=", H(K + J1)
I = I + 3
Next K
Next Lt
Close #1
err1: Exit Sub
End Sub

```

‘Proqramdan çıxış

```

Sub SubReturn()
Unload Me
End Sub

```

‘ Əksolunma əmsallarının hesablanması və ekrana verilməsi

```
Sub SubCoef()  
Cls  
CurrentX = 100  
CurrentY = 10  
Print "Reflection FACTORS"  
For Lm = 1 To NS  
Jm = (Lm - 1) * NH  
For Km = 1 To NH - 1  
R(Km + Jm) = (V(Km + Jm + 1) * Ro(Km + Jm + 1) - V(Km + Jm) *  
Ro(Km + Jm)) / (V(Km + Jm + 1) * Ro(Km + Jm + 1) + V(Km +  
Jm) * Ro(Km + Jm))  
CurrentX = 100  
CurrentY = 50 + Km * 10 + (Lm - 1) * NH * 20  
Print "V=", V(Km + Jm), "RO=", Ro(Km + Jm), "H=", H(Km + Jm),  
"R=", R(Km + Jm)  
Next Km  
Next Lm
```

‘İmpuls seysmoqramının hesablanması. Onun formasını ekranda
‘ışığılandırmaq üçün Puziryov impulsunun 4 ms verməklə bunu
‘yerinə yetirmək olar

```
For Lm = 1 To NS  
Jm = (Lm - 1) * NH  
RR(1 + Jm) = R(1 + Jm)  
For Km = 2 To NH - 1  
A = 1#  
For Nk = 1 To Km - 1  
A = A * (1 - R(Jm + Nk) * R(Jm + Nk))  
Next Nk  
RR(Km + Jm) = R(Km + Jm) * A  
Next Km  
Next Lm  
End Sub
```

‘Zaman kəsilişinin hesablanması və ekrana verilməsi

```
Sub SubTime()  
Cls  
CurrentX = 100  
CurrentY = 10  
Print "Time of reflection FACTORS"  
For Lm = 1 To NS  
Jm = (Lm - 1) * NH  
For Km = 1 To NH - 1  
DT(Km + Jm) = 2 * H(Km + Jm) / V(Km + Jm)  
Next Km  
Next Lm  
For Lm = 1 To NS  
Jm = (Lm - 1) * NH  
T(1 + Jm) = DT(1 + Jm)  
For Km = 2 To NH - 1  
T(Km + Jm) = DT(Km + Jm) + T(Km + Jm - 1)  
Next Km  
Next Lm  
For Lm = 1 To NS  
Jm = (Lm - 1) * NH  
For Km = 1 To NH - 1  
CurrentX = 50  
CurrentY = 30 + Km * 10 + (Lm - 1) * NH * 20  
Print "DT=", DT(Km + Jm), "R=", R(Km + Jm), "T=", T(Km + Jm),  
"RR=", RR(Km + Jm), "H", H(Km + Jm), "v", V(Km + Jm)  
Next Km  
Next Lm  
End Sub
```

‘Puziryov impulsunun hesablanması və grafikinın ekranda qurulması

```
Sub SubImpuls()  
Print "Calculation impulse foldings"  
CommonDialog1.ShowOpen  
Open CommonDialog1.FileName For Input As #1  
Input #1, Ti, DTi, F, a0, b0  
Close #1
```



```

Cls
CurrentY = 30
CurrentX = 30
Print "Ti=", Ti, "dti=", DTi, "F=", F, "AO="; a0, "BO=", b0
N = Ti / DTi: Pi = 4 * Atn(1#)
ReDim Ai(N)
For I = 1 To N
Ai(I) = 0#
Next I
For I = 1 To N
Ab = a0 * Exp(-b0 * ((I - 1) * (DTi / 1000)) ^ 2)
Ab = Ab * Sin(2 * Pi * (I - 1) * (DTi / 1000) * F)
Ai(I) = Ai(I) + Ab
Next I
Re = 0
For J = 1 To N
If Ai(J) > Re Then Re = Ai(J)
Next J
For J = 1 To N
Ai(J) = Ai(J) / Re
Next J
Dim SaveColor As Long
SaveColor = ForeColor
ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Line (100, 250)-(100, 800)
ForeColor = SaveColor
ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Line (150, 250)-(50, 250)
For kg = 1 To 40
kf = kg - 1
ForeColor = SaveColor
PSet (100 + Ai(1) * (40 - kf), 250)
I = 2
For kx = 2 To N - 1
If (kg > 1 And Ai(I) < 0) Then
kf = 0
Else
kf = kg - 1
End If
Y = Ai(I) * (40 - kf): I = I + 1

```

```

Line -(100 + Y, kx + 250)
Next kx
Next kg
For Lm = 1 To NS
Jm = (Lm - 1) * NH
For Km = 1 To NH - 1
TT(Km + Jm) = Int(1000 * T(Km + Jm) / DTi)
Next Km
Next Lm
End Sub

```

‘Çevrilmə əməliyyatının tətbiqi ilə zaman kəsilişinin tərtib edilməsi

```

Sub SubSvert()
NR = TT(NH - 1): ReDim B(NR)
Lc = N + NR + 1: ReDim C(Lc)
Cls
For Lm = 1 To NS
Jm = (Lm - 1) * NH
For J = 1 To NR
B(J) = 0#
Next J
For J = 1 To Lc
C(J) = 0#
Next J
For J = 1 To NH - 1
Kt = TT(J + Jm)
B(Kt) = RR(J + Jm)
Next J
For I = 1 To NR
For J = 1 To N
K = I + J - 1
C(K) = Ai(J) * B(I) + C(K)
Next J
Next I
Re = 0#
For J = 1 To Lc
If C(J) > Re Then Re = C(J)
Next J
For J = 1 To Lc

```

```

C(J) = C(J) / Re
Next J
Dim SaveColor As Long
SaveColor = ForeColor
ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Line (100 + (Lm - 1) * 40, 10)-(100 + (Lm - 1) * 40, 1000)
ForeColor = SaveColor
ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Line (150 + (Lm - 1) * 40, 10)-(50 + (Lm - 1) * 40, 10)
For kg = 1 To 20
kf = kg - 1
ForeColor = SaveColor
PSet (100 + C(1) * (20 - kf) + (Lm - 1) * 40, 10)
I = 2
For kx = 2 To Lc - 1
If (kg > 1 And C(I) < 0) Then
kf = 0
Else
kf = kg - 1
End If
Y = C(I) * (20 - kf): I = I + 1
Line -(100 + Y + (Lm - 1) * 40, kx + 10)
Next kx
Next kg
Next Lm

```

'Zaman xəttinin ekranda qurulması

```

PSet (100, 50)
SaveColor = ForeColor
ForeColor = RGB(0, 0, 0)
Line (50, 10)-(50, 1000)
Line (100 + NS * 40, 10)-(100 + NS * 40, 1000)
ForeColor = SaveColor
ForeColor = RGB(0, 0, 0)
For J = 1 To 1000 Step 100
Line (50, 10 + J - 1)-(45, 10 + J - 1)
Line (100 + NS * 40 + 5, 10 + J - 1)-(100 + NS * 40, 10 + J - 1)
Next J
End Sub

```

11.2. Furiye çevirməsi və zolaqlı süzgüləmə

Proqram Furiye çevirməsi vasitəsi ilə zolaqlı süzgüləmə əməliyyatını yerinə yetirir. Proqram verilən zaman sırasının süzgüləmədən əvvəl və sonra amplitud-tezlik və faza xarakteristikasının hesablanması reallaşdırmaqla yanaşı süzgüləmə nəticəsini həm zaman, həm də spektr sahəsində displeyin ekranına çıxarmağa imkan verir.

Aydındır ki, bu proqram Furiye çevirməsi ilə tanışlıq üçündür və eyni zamanda zolaqlı süzgüləmə prosedurunun nəticələrini də izləməyə şərait yaratmaqla laboratoriya şəraitində tələbələrdə Furiye çevirməsi və zolaqlı süzgüləmə haqqında əyani təsəvvür yarada bilər.

Kitabdakı şəkillərdə verilən bütün amplitud-tezlik və faza xarakteristikaları bu proqramın tətbiqi ilə tərtib edilmişdir.

Əgər proqramın ilkin şərtləri aşağıdakı üsulla verilsə,

1. İmpulsun parametrləri:

TT (ms) - impulsun uzunluğu;

Dt (ms) – diskretləmə addımı;

a0 – impulsun başlanğıc amplitudası (təklif olunur 3000);

b0- sönmə əmsalı (təklif olunur 1000);

F (Hs) – tezlik;

F1 (Hs) – süzgüləmədən sonra amplitud-tezlik xarakteristikasında başlanğıc tezlik;

F2 (Hs) - süzgüləmədən sonra amplitud-tezlik xarakteristikasında son tezlik,

onda proqramın

a. Open + İmpuls + Gr + Strite + Trans + Faza + Spektr ardıcılığı ilə işləyən blokları düz Furiye çevirməsi yerinə yetirməklə verilən impulsu spektr sahəsinə keçirirlər.

b. İnter + Revers + Trans + İlk + Gr ardıcılığı ilə işləyən blokları zolaqlı süzgüləmə prosesini reallaşdırırlar.

c. Strite + Trans + Spektr + Faza blokları zolaqlı süzgüləmə nəticəsini impuls şəklində ekrana verir ki, bu da görülən işin nəticəsinin yoxlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

2. Hər hansı bir zaman sırasının (seysmik trassa, hava proqnozu və s. ola bilər) parametrləri:

TT (ms) – zaman sırasının elementlərinin sayının diskretləmə addımına hasili;

Dt (ms) – diskretləmə addımı;

a0 – 0;

b0- 0;

F (Hs) – 0;

F1 (Hs) – süzgəcləmədən sonra amplitud-tezlik xarakteristikasında başlanğıc tezlik;

F2 (Hs) - süzgəcləmədən sonra amplitud-tezlik xarakteristikasında son tezlik.

onda proqramın

a. Open2 + İmpuls + Gr + Strite + Trans + Faza + Spektr ardıcılığı ilə işləyən blokları düz Furye çevirməsi yerinə yetirməklə verilən zaman sırasını spektr sahəsinə keçirirlər.

b. İnter + Revers + Trans + İlk + Gr ardıcılığı ilə işləyən blokları zolaqlı süzgəcləmə prosesini reallaşdırırlar.

c. Strite + Trans + Spektr + Faza blokları zolaqlı süzgəcləmə nəticəsini qrafik şəklində ekrana verir ki, bu da görülən işin nəticəsinin yoxlanması üçün nəzərdə tutulmuşdur.

Dim A(2048) As Currency, Ko As Currency, T(2048) As Currency

Dim Re(2048) As Currency, Ci As Currency, F1 As Single

Dim Rm(2048) As Currency, lk As Integer, F2 As Single

Dim TT As Integer: Dim Dt As Integer: Dim F As Integer

Dim a0 As Integer: Dim b0 As Integer: Dim N As Integer

Dim NM As Integer: Dim B(1024) As Currency

Dim Ms(512) As Currency, iomega As Single

Dim RRR As Currency, TTT As Currency

Dim NW As Integer, NW1 As Integer, Isign As Currency

Dim Np As Integer, MM As Integer, NN As Integer

Dim W As Currency, isg As Integer, ig As Integer

«İLK» - zolaqlı süzgəcləmə nəticəsinin verilən zaman sırasının yerinə yazılması bloku.

Bunda məqsəd nəticənin qrafikinə eyni blok vasitəsi ilə tərtib edilməsidir.

```
Private Sub mnuFiltrIlk_Click()  
For LI = 1 To NM  
A(LI) = 0#  
Next LI  
For LI = 1 To NM / 2  
A(LI) = Re(LI)  
Next LI  
isg = 1  
End Sub
```

‘ «FAZA» - faza spektrinin hesablanması və qrafikinə qurulması

```
Private Sub mnuFureFaza_Click()  
For ik = 1 To NM / 2  
If (Re(ik) = 0#) Then GoTo 131  
T(ik) = 2000# * Atn(Rm(ik) / Re(ik))  
GoTo 130  
131: If (Rm(ik) = 0#) Then GoTo 132  
T(ik) = 4000 * Atn(1#)  
If (Rm(ik) < 0#) Then T(ik) = -T(ik)  
GoTo 130  
132 T(ik) = 0#  
130: 'Son  
Next ik  
Rd = 0#  
For ik = 1 To NM / 2  
If T(ik) > Rd Then Rd = T(ik)  
Next ik  
If (Rd = 0#) Then Rd = 1#  
For ik = 1 To NM / 2  
B(ik) = T(ik) / Rd  
Next ik  
Dim SaveColor As Long  
ig = isg * 300  
CurrenX = 0  
CurrentY = 0  
Scale (0, 0)-(500, 500)
```

```

SaveColor = ForeColor
ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Line (100, 150 + ig)-(250, 150 + ig)
ForeColor = SaveColor
ForeColor = RGB(255, 0, 0)
Line (100, 100 + ig)-(100, 100 + ig)
Line (100, 100 + ig)-(100, 200 + ig)
ForeColor = SaveColor
i = 1
For X = 1 To N - 1
Y = -1 * B(i) * 20: i = i + 1
Line -(X + 99, ig + 150 + Y)
Next X
End Sub

```

‘ «Gr» - impulsun və ya verilən zaman sırasının qrafikinin qurulması

```

Private Sub mnuImpulsGr_Click()
Rd = 0
For j = 1 To N
If A(j) > Rd Then Rd = A(j)
Next j
If Rd = 0 Then GoTo 345
For j = 1 To N
B(j) = A(j) / Rd
Next j
345
Dim SaveColor As Long
Cls
PSet (0, 0)
CurrentX = 0
CurrentY = 0
ig = isg * 250
Scale (0, 0)-(500, 500)
SaveColor = ForeColor
ForeColor = RGB(0, 0, 0)
Line (100, 100 + ig)-(300, 100 + ig)
ForeColor = SaveColor
ForeColor = RGB(255, 0, 0)

```

```

Line (100, 50 + ig)-(100, 150 + ig)
For kg = 1 To 40
Line (100, 100 + ig)-(100, 100 + ig)
kf = kg - 1
ForeColor = SaveColor
i = 1
For X = 1 To N - 1
If (kg > 1 And B(i) < 0) Then
kf = 0
Else
kf = kg - 1
End If
Y = -1 * B(i) * (40 - kf): i = i + 1
Line -(X + 99, ig + 100 + Y)
Next X
Next kg
End Sub

```

‘ «EXIT» - proqramdan çıxış.

```

Private Sub mnuFileExit_Click()
Unload Me
End Sub

```

‘ «OPEN» - impulsun parametrlərinin kompüterin yaddaşından proqramın işçi blokuna köçürülməsi və displayin ekranında işıqlandırılması

```

Private Sub mnuFileOpen_Click()
Cls
On Error GoTo err1
CommonDialog1.InitDir = App.Path
CommonDialog1.ShowOpen
Open CommonDialog1.FileName For Input As #1
Input #1, TT, Dt, F, a0, b0, F1, F2
Close #1
Print "TT=", TT, "dt=", Dt, "F=", F, "F1=", F1, "F2=", F2
Print "AO="; a0, "BO=", b0
isg = 0
err1: Exit Sub

```


End Sub

‘ «OPEN2» - ixtiyari zaman sırasının parametrlərinin
kompüterin yaddaşından programın işçi blokuna
köçürülməsi və displeyin ekranında
ışqlandırılması

```
Private Sub mnuFileOpen2_Click()
On Error GoTo err2
CommonDialog2.InitDir = App.Path
CommonDialog2.ShowOpen
Open CommonDialog2.FileName For Input As #2
Input #2, TT, Dt, F, a0, b0, F1, F2
N = TT / Dt
For K = 1 To N
Input #2, A(K)
Next K
Close #2
CurrentY = 300
CurrentX = 20
Print "TT=", TT, "dt=", Dt, "F=", F, "F1=", F1, "F2=", F2
Print "AO="; a0, "BO=", b0, "A1=", A(1), "A2=", A(2)
err2: Exit Sub
End Sub
```

‘ «İNTER» - zolaqlı süzəcləmə bloku

```
Private Sub mnuFiltrInter_Click()
'filtr+      +filtr
For j = F2 / iomega To NM
Re(j) = 0#
Rm(j) = 0#
Next j
For j = 1 To F1 / iomega
Re(j) = 0#
Rm(j) = 0#
Next j
End Sub
```

«Sp» - amplitud-tezlik spektrinin grafiği ifadesinin displayin ekranında işıqlandırılması

```
Private Sub mnuFureFureSp_Click()
'Cls
For l = 1 To NM / 2
A(l) = Sqr(Re(l) ^ 2 + Rm(l) ^ 2)
Next l
Rr = 0
For j = 1 To NM / 2
If A(j) > Rr Then Rr = A(j)
Next j
For j = 1 To NM / 2
B(j) = A(j) / Rr
Next j
lkn = NM / 2
CurrentX = 0
CurrentY = 0
Scale (-50, 100)-(200, -100)
SaveColor = ForeColor
ForeColor = RGB(0, 0, 0)
Line (0, 0)-(150, 0)
Line (0, 30)-(0, -30)
For kf = 1 To 25
KFIL = kf - 1
ForeColor = SaveColor
PSet (0, B(1) * (25 - KFIL))
i = 2
For X = 2 To lkn - 1
Y = B(i) * (25 - KFIL): i = i + 1
Line -(X, Y)
Next X
Next kf
Scale (-50, 100)-(200, -100)
CurrentX = 0
CurrentY = -10
Print "D omega=", iomega
For l = 1 To NM Step 10
CurrentX = (l - 11) + 9
CurrentY = 0
```

```
Print (Int(iomega + 0.4) * (1 - 1))
Next I
End Sub
```

‘ «Revers» - tərs Furye çevirməsi üçün hazırlıq

```
Private Sub mnuFureRevers_Click()
Isign = 1#
End Sub
```

‘ «Strite» - düz Furye çevirməsi üçün hazırlıq

```
Private Sub mnuFureStrite_Click()
Isign = -1#
End Sub
```

‘ «Trans» - Furye çevirməsi.

```
Private Sub mnuFureTrans_Click()
If N <= 4 And N >= 2 Then NM = 4
If N <= 8 And N >= 4 Then NM = 8
If N <= 16 And N >= 8 Then NM = 16
If N <= 32 And N >= 16 Then NM = 32
If N <= 64 And N >= 32 Then NM = 64
If N <= 128 And N >= 64 Then NM = 128
If N <= 256 And N >= 128 Then NM = 256
If N <= 512 And N >= 256 Then NM = 512
If N <= 1024 And N >= 512 Then NM = 1024
If N <= 2048 And N >= 1024 Then NM = 2048
iomega = (1# / (NM * Dt)) * 1000
If Isign > 0 Then GoTo 12
For i = N - 1 To NM
A(i) = 0#
Next i
For K = 1 To NM
Re(K) = A(K)
Rm(K) = 0#
Next K
12: Del = Dt
Np = Int(Log(NM) / Log(2) + 0.00001)
```

```

Zz = Isign * 8 * Atn(1#) / NM
If Isign <= 0 Then GoTo 20
Del = 1# / (Dt * NM)
20: Ms(1) = NM / 2
For i = 2 To Np
Ms(i) = Ms(i - 1) / 2
Next i
NN = NM
MM = 2
For Lay = 1 To Np
NN = NN / 2
NW = 0
For i = 1 To MM Step 2
II = NN * i
W = NW * Zz
Ko = Cos(W)
Ci = Sin(W)
For j = 1 To NN
II = II + 1
IJ = II - NN
Xa1 = Ko * Re(II) - Ci * Rm(II)
Xa2 = Ci * Re(II) + Ko * Rm(II)
Re(II) = Re(IJ) - Xa1
Rm(II) = Rm(IJ) - Xa2
Re(IJ) = Re(IJ) + Xa1
Rm(IJ) = Rm(IJ) + Xa2
Next j
For l = 2 To Np
LL = NW - Ms(l)
If LL = 0 Then GoTo 30
If LL < 0 Then GoTo 10
NW = LL
Next l
10: NW = Ms(l) + NW
GoTo 90
30: NW = Ms(l + 1)
90: Next i
MM = 2 * MM
Next Lay
NW = 0

```

```

For i = 1 To NM
NW1 = NW + 1
RRR = Re(NW1)
TTT = Rm(NW1)
If (NW1 - i) = 0 Then GoTo 60
If (NW1 - i) < 0 Then GoTo 80
Re(NW1) = Re(i) * Del
Rm(NW1) = Rm(i) * Del
60: Re(i) = RRR * Del
Rm(i) = TTT * Del
80: For l = 1 To Np
LL = NW - Ms(l)
If LL = 0 Then GoTo 70
If LL < 0 Then GoTo 40
NW = LL
Next l
40: NW = Ms(l) + NW
GoTo 50
70: NW = Ms(l + 1)
50: Next i
End Sub

```

‘ «İmpuls» - verilən parametrlərə görə seysmik impulsun hesablanması

```

Private Sub mnuPuzirevImpuls_Click()
If isg > 0 Then GoTo 5
N = TT / Dt: Pi = 4 * Atn(1#)
For i = 1 To N
A(i) = 0#
Next i

```

'programın yoxlanması ucun! Vahid impuls bütün tezliklərdə amplitud-tezlik xarakteristikası vahidə bərabər ən bəsit seysmik siqnaldir. Bunu yoxlamaq üçün programın ilkin şərtlərində TT=0 vermək kifayətdir

A(1) = 1#: İf TT=0 Then GoTo 5

' verilən impulsdan 10 Hs tezliklə fərqlənən 10 ədəd impulsun cəmlənməsi nəticəsində kvazisinusoidanın formalaşdırılması

```
For j = 1 To 10
It = (j - 1) * 10
For i = 1 To N
Ab = a0 * Exp(-b0 * ((i - 1) * (Dt / 1000)) ^ 2)
Ab = Ab * Sin(2 * Pi * (i - 1) * (Dt / 1000) * (F + It))
A(i) = A(i) + Ab
Next I: 5
End Sub
```

İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYATIN SİYAHISI

1. Абдуллаев Р.А., Джафаров Х. Дж. Теория и практика интерпретации геофизических наблюдений. – Баку. Госиздат, 1964. – 200 с.
2. Абдуллаев Р.А., Юсубов Н.П. Подавление кратных отражений способом когерентного взвешивания //Нефть и Газ.–1983.–№ 9.– С. 3–5.
3. Ализаде А.А., Ахмедов Г.А. и др. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана. – М.: Недра, 1966. – 390 с.
4. Ахмедов Т.Р., Юсубов Н.П., Ахмедов Н.А. Применение алгоритмов и программ многоканальной цифровой фильтрации отражений от глубокозалегающих границ в условиях междуречья Куры и Иори. В сб. «Условия формирования и закономерности размещения скоплений УВ на больших глубинах». – Баку: АЗИНЕФТЕХИМ им. М.Азизбекова, 1987. – С. 72 – 76.
5. Агабеков М.Г., Аллахвердиев Р.А., Мошашвили А.Б. Структурное соотношение мезозойского и кайнозойского комплексов центральной части Куринской впадины и Шемаха-Гобустанской области. – Баку: Элм, 1977. – 127 с.
6. Агабеков М.Г., Мамедов А.В. Геология и нефтегазоносность западного Азербайджана и восточной Грузии. – Баку: Госиздат, 1960. – 356 с.
7. Атлас нефтегазоносных и перспективных структур Азербайджана, объяснительная записка / Гаджиев Т.Г., Ахмедов А.М.и др., – Баку: Азернешр, 1983. – 80с.
8. Aşağı Kür çökəkliyinin şimal-qərb hissəsində seysmostratiqrafik üsulla qeyri-antiklinal tipli neft-qaz tələlərinin öyrənilməsi haqqında / Qəmbərov Y.N., Yusubov N.P., Abbasov Ə.V., Nəsiyev F.M. Tezislər. IV Azərbaycan beynəlxalq geofizika konfransı. Bakı – 2002. – S. 114.
9. Бат Маркус. Спектральный анализ в геофизике. Пер. с англ. – М.: Недра, 1980. – 536 с.
10. Бакиров А.А., Бакиров Э.А., Дмитриевский А.Н. Системные исследования при прогнозировании нефтегазоносности недр. – М.: Недра, 1986. – 204 с.

11. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике для инженеров и учащихся вузов. – М.: Наука, 1981. – 720 с.
12. Babayev D.Kh., Yusubov N.P., Gadjiyev F.M. On Geological Prospects of Offshore-Onshore Transition Zones in the Azerbaijan Republic and Urgency for Survey // News in Azerbaijan. – 1999. – № 4. – p. 10–12.
13. Çöl geofizikasının ümumi kursu / Cəfərov H.C., Abdullaev A.P., Məmmədov P.Z. və b. – Bakı, 1982. – 116 s.
14. Dale G.Stone. Designing Surveys in Two and Three Dimensions// Societe of Exploration Geophysicists.–1994.–244 p.
15. Дж.Э.Уайт. Возбуждение и распространение сейсмических волн. – М.: Недра, 1986. –264 с.
16. Əhmədov N.Ə., Yusubov N.P., Məmmədova S. Azərbaycanın quru sahələrində 3D müşahidə sistemlərinin tətbiqi ilə qeyd olunan yazıların emal qrafı// Tezislər. IV Azərbaycan beynəlxalq geofizika konfransı.–Bakı, 2002. – S. 48.
17. Əhmədov N.Ə., Yusubov N.P. Yevlax-Ağcabədi çökəkliyində 3D müşahidə sistemlərinin tətbiqi ilə reallaşdırılmış seysmik tədqiqatların nəticələri// Tezislər. IV Azərbaycan beynəlxalq geofizika konfransı. – Bakı, 2002. – S. 80.
18. Əmirarx sahəsində 3D seysmik kəşfiyyat işlərinin nəticələri/ Yusubov N.P., Quliyev H.Ə., Əhmədov N.Ə., Qiyasov N.Ş// Tezislər. III Azərbaycan Beynəlxalq geofizika konfransı. Bakı, 19-20 oktyabr 2000. – S. 60.
19. Хаин В.Е., Шарданов А.Н. Геологическая история и строение Куринской впадины. – Баку: Изд. АН Азерб, 1952. – 348 с.
20. Исследование результатов применения сейсмических методов прогнозирования геологического разреза (ПГР) в Азербайджане/ Полонский Э.М., Юсубов Н.П., Цимельзон Б.И. и др. В сб. «Результаты исследований по применению методик ПГР в различных районах СССР». М.: ВНИИОЭНГ, 1995. – С. 49 – 52.
21. Канасевич Э.Р. Анализ временных последовательностей в геофизике. – М.: Недра, 1985. – 400 с.
22. Клаербоут Д.Ф. Теоретические основы обработки геофизической информации с приложением к разведке нефти. – М.: Недра, 1981. – 304 с.

23. Клаербуот Д.Ф. Сейсмическое изображение земных недр. – М.: Недра, 1989. – 408 с.
24. Козлов Е.А. Миграционное преобразование в сейсморазведке.– М.: Недра, 1986. – 248 с.
25. Кочарли Ш.С., Гаджиев Ф.М., Юсубов Н.П. Результаты геофизических методов разведки по поискам глубокозалегающих ловушек нефти и газа в Куринской впадине Азербайджана// Материалы Всесоюзной научно-технической конференции. Геолого-геофизические методы поиска и разведки нефтегазовых месторождений на больших глубинах (Баку, май 1984). – Баку, 1985. – С. 11 –12.
26. Козлов Е.А. Распознавание и подавление многократных волн в сейсморазведке. – М.: Недра, 1982. – 248 с.
27. Караев Б.М. Особенности сейсмогеологических условий районов Азербайджана со сложным геологическим строением// Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1970. – № 5. – С. 3– 5.
28. Караев Б.М., Ибрагимова С.Г., Злотина С.Д. Пространственная сейсморазведка способом широкого профиля в предгорных условиях. В сб. «Изучение сложнопостроенных сред методом разведочной геофизики». М., 1985.– С. 90-91.
29. Kür çökəkliyində seysmostratiqrafiya tədqiqatlarının nəticələri/ Qəmbərov Y.H., Yusubov N.P., Hacıyev F.M., Abbasov Ə.B.// Alp qırıqlıq qurşağı. Qara dəniz-Xəzər seqmentinin geodinamikası və faydalı qazıntılarının axtarış perspektivləri (tezislər toplusu). Bakı, 9-10 iyun 1999. – S. 24.
30. Kür-Qabırğı çaylararası sahədə geofiziki işlərin nəticələri və bəzi tövsiyələr/ Yusubov N.P., Quliyev H.Ə., Əhmədov N.Ə., Nurəliyeva A.A.// Azərbaycan Beynəlxalq geofizika konfransı. Bakı, 19-20 sentyabr 2000. – S. 90.
31. Гальперин Е.И. Вертикальное сейсмическое профилирование.–М.: Недра, 1982. – 344 с.
32. Геофизические исследования на нефть и газ в Азербайджане. Сейсморазведка на суше/ Юсубов Н.П., Ганбаров Ю.Г., Ахундов И.Д. и др.// Геофизические исследования в Азербайджане (состояние, результаты, перспективы).– Баку, 1996.– С. 3 -5, 27-29, 63 -76.

33. Гогоненков Г.Н. Изучение детального строения осадочных толщ сейсморазведкой. – М.: Недра, 1987. – 224 с.
34. Гурвич И.И. Сейсмическая разведка. – М.: Недра, 1970. – 546 с.
35. Лезин Ю.С. Оптимальные фильтры и накопители импульсных сигналов. – М.: Советское радио, 1969. – 446 с.
36. Лидер М. Седиментология. – Пер.с англ. – М.: Недра, 1986. – 440 с.
37. Мак-Куиллин Р., Бекон М., Барклай У. Введение в сейсмическую интерпретацию. – М.: Недра, 1985. – 310 с.
38. Мамедов П.З., Юсубов Н.П. Применение выводного устройства ФП-2 для получения временных разрезов// Нефть и Газ. – 1981. – № 5. – С. 90.
39. Мамедов П.З. Сейсмостратиграфические исследования в Апшеронском архипелаге с целью расчленения осадочного чехла и выявления неантиклинальных ловушек. Сб. ИГАН АССР. М. – 1988. – С. 46-48 .
40. Мамедов П.З., Юсубов Н.П., Гаджиев Ф.М. Основные поверхности несогласия в осадочной толще ЮКМВ и их стратификация (Москва, 1987). Тез. Докл. 1-й Всесоюзной конференции по морской геофизике. –М., 1987. – С. 170.
41. Мамедов А.В. История геологического развития и палеогеография Среднекуринской впадины в связи с нефтегазоносностью. – Баку: Элм, 1977. – 212 с.
42. Мамедов П.З., Юсубов Н.П. Применение цифровой фильтрации данных сейсмической разведки в Азербайджане. Тезисы докладов V республиканской научно-технической конференции геофизиков Азербайджана. Баку – 1981. –С. 70.
43. Некоторые результаты интерпретации данных сейсморазведки МОГТ с применением методики прогнозирования геологического разреза/ Кочарли Ш.С., Полонский Э.М., Юсубов Н.П. и др.// Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 1983. – № 3. – С. 8 – 12.
44. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. – М.: Недра, 1986. – 344 с.
45. Novruzov Ə.Q., Hüseynov Ə.N., Yusubov N.P// Seysmik kəşfiyyatın birbaşa axtarış üsulu ilə Aşağı Kür çökəkliyində qeyri-antiklinal tipli neft-qaz tələlərinin proqnozlaşdırılmasının əsaslandırılması. Tezislər. IV Azərbaycan beynəlxalq geofizika konfransı. – Bakı, 2002. – С. 66.

46. Отнес Р., Эноксен Л. – Прикладной анализ временных рядов. Пер. с англ. – М.: Недра, 1982. – 430 с.
47. Основные достижения и перспективы геофизических работ на нефть и газ в Азербайджане/ Агаев М.А., Воробьев Ю.А., Кочарли Ш.С., Полонский Э.М., Тагиев Р.Дж., Юсубов Н.П. // Сборник докладов научного семинара “10 лет научно-технического сотрудничества стран-членов СЭВ по проблеме автоматизированной обработки геофизической информации” Баку, 1984. – С. 257 – 264.
48. Опыт применения цифровой записи при прямых поисках залежей нефти и газа сейсморазведкой МПВ/ Мустафаев К.А., Юсубов Н.П., Новрузов А.К. и др. В сб. Доклады Академии наук Азербайджанской ССР. Баку, 1988. – С. 42 – 46.
49. Пузырев Н.Н. Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн. – М.: Гостоптехиздат, 1959. – 452 с.
50. Пузырев Н.Н. Временные поля отраженных волн и метод эффективных параметров. – Новосибирск: Наука – Сибирское отделение. – 1979. – 296 с.
51. Проблемы и пути повышения эффективности сейсморазведки в Азербайджане при изучении строения выклинивающихся отложений/ Абдуллаев Р.А., Ахмедов Т.Р., Алиев Н.М., Гаджиев Ф.М., Юсубов Н.П.// Методика поисков стратиграфических и литологических залежей нефти и газа (Май 1983г). Тез. докл. Всесоюзной научной конференции в АЗИНЕФТЕХИМе им. М.Азизбекова. – Баку, 1983. – С. 94 – 95.
52. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М.: Мир, 1978. – 848 с.
53. Results of Seismic Stratigrafic investigations in the Kura Depression/ Qanbarov Y.Q., Yusubov N.P., Hacıyev F.M., Abbasov A.B.// 10th Petroleum congress of Turkey, Geophysics. Ankara, Turkey –1994. – P. 138-144.
54. Решение обратной задачи сейсморазведки для прогнозирования геологического разреза по комплексу данных сейсморазведки и ГИС/ Шихалиев Ю.А., Гаузер Г.Е., Кутуева Н.Ю., Юсубов Н.П.// Азербайджанское нефтяное хозяйство.–1977.–№ 3-4. – С. 93 – 98.
55. Селли Р.Ч. Древние обстановки осадконакопления. – М.: Мир, 1989.–296 с.

56. Сейсмическая стратиграфия/ Шерифф Р.Е., Грегори А.П., Вейл П.Р., Митчем Р.М. и др. –М.: Недра, 1982. –848 с.
57. Справочник геофизика, том IV. Сейсморазведка. – М.: Гостоптехиздат, 1960. – 750 с.
58. Системы регистрации и обработки данных сейсморазведки/ Полшков М.К., Козлов Е.А., Мешбей В.И. и др.- М.: Недра, 1984. – 382 с.
59. Сильвия М.Т., Робинсон Э.А. Обратная фильтрация геофизических временных рядов при разведке на нефть и газ. – М.: Недра, 1983. – 248 с.
60. Старобинец А.Е., Старобинец М.Е. Цифровая обработка и интерпретация данных метода преломленных волн . – М.: Недра, 1983. – 208 с.
61. Saatlı-Göyçay-Muğan qalxım zonasında qeyri-antiklinal tələlərin seysmik üsulları ilə öyrənilməsi/ Qəmbərov Y.H., Yusubov N.P., Nəcəyev F.M. və b// Beynəlxalq konfrans “Alp qırışıqlıq qurşağı. Qara dəniz-Xəzər seqmentinin geodinamikası və faydalı qazıntıların axtarış perspektivləri” (tezislər toplusu). – Bakı, 1999. –S. 66.
62. Шерифф Р., Галдарт Л. Сейсморазведка . – М.: Мир, 1987. – Том 1- 448с., Том 2. - 400 с.
63. Тимошин Ю.В. Основы дифракционного преобразования сейсмических записей. – М.: Недра, 1972. – 264 с.
64. Уотерс К. Отражательная сейсмология. – М.: Мир– 1981. –452 с.
65. Цифровая обработка сейсмических данных/ Козлов Е.А., Гогоненков Г.Н., Лернер Б.Л. и др. – М.: Недра, 1973. – 310 с.
66. Вибрационная сейсморазведка/ Шнеерсон М.Б., Потапов О.А., Гродзенский В.А. и др. – М.: Недра, 1990. –240 с.
67. Yusubov N.P. Determination of kinematic characteristic of reflected waves using CMP Seismic data// Geophysics News in Azerbaijan. – 1998. –№ 4. –P. 10 – 11.
68. Yusubov N.P. The initial stage of 3D Seismic in Azerbaijan// Geophysics News in Azerbaijan. – 1997. –№ 3. –P. 10.
69. Yusubov N.P., Efendieva S.P. Procedure and results Revealing overpressured zones based on Seismic data// Geophysics News in Azerbaijan. – 1997. –№ 4. – P. 14-15.

70. Yusubov N.P., Ahmadov N.A. About prospectives of Seismic exploration using vibro-sources in Gobustan oil and gas region.// Geophysics News in Azerbaijan. – 1999. – № 1. – S. 27-29.
71. Yusubov N.P., Əhmədov N.Ə. Qeyri - antiklinal tələlərin seysmik kəşfiyyat üsulu ilə öyrənilməsi haqqında// Qeyri-antiklinal tələlərdə karbohidrogen yığımlarının geofiziki kəşfiyyat üsulları ilə proqnozlaşdırılması (materiallar). – Bakı, 1998. – S. 31 –32.
72. Yusubov N.P., Ahmadov N.A. The effectivity and capabilities of Computer Interpretation of Seismic data on Azerbaijan Onshore.// Geophysics News in Azerbaijan. –1999. – № 1. – P. 27-29.
73. Юсубов Н.П. Некоторые рекомендации по проведению сейсморазведки методом отраженных волн в условиях быстро погружающихся бассейнов// Тезисы докл. Первая Геофизическая конференция в Азербайджане. –Баку, 1996. – С. 13.
74. Юсубов Н.П. Некоторые результаты применения когерентной фильтрации при цифровой обработке сейсмических данных в сложнопостроенных областях Азербайджана. В сб. “Теория и практика интерпретации геофизических данных в Азербайджане”. – Баку: АЗИНЕФТЕХИМ им. М.Азизбекова, 1983. – С. 44 – 49.
75. Юсубов Н.П. Применение оператора когерентности в задачах определения кинематических характеристик отраженных волн. Региональная разведочная и промысловая геофизика.– М, 1983. Выпуск 9. – С. 8 – 12.
76. Юсубов Н.П. Исследования особенностей кинематики отраженных волн от несогласно залегающих границ раздела.// Тезисы 4-й Республиканской научной конференции аспирантов вузов Азербайджана. – Баку, 1981. – с. 153.
77. Юсубов Н.П. Селекция полезных сейсмических волн при цифровой обработке данных сейсморазведки в сложнопостроенных областях Азербайджана.// Тезисы 5-й Республиканской научной конференции аспирантов вузов Азербайджана. – Баку, 1982. – С. 95.
78. Юсубов Н.П., Морецкая И.А. Пути повышения геологической эффективности сейсморазведки МОГТ в условиях междуречья Куры и Иори. В сб. «Условия формирования и закономерности размещения скоплений УВ на больших глубинах». – Баку: АЗИНЕФТЕХИМ им. М.Азизбекова, 1987. – С. 54 – 58.

79. Юсубов Н.П. Развитие, разработка и применение способов обработки и интерпретации данных сейсморазведки МОГТ в сложных сейсмологических условиях (на примере Средне-куринской впадины). Дисс. ... канд. г.-м. наук. Баку.-1985. – 218 с.
80. Yusubov N.P. Kür-Qabırrı çaylararası neftli-qazlı ərazinin seysmogeoloji modeli haqqında bəzi mülahizələr.// Azərbaycanca geofizika yenilikləri. –2001. – № 2. – S. 10 –13.
81. Yusubov N.P., Səmədov İ.A . Qeyri - antiklinal tələrdə karbohidrogen yığımlarının geofiziki kəşfiyyat üsulları ilə proqnozlaşdırılması.// Yevlax-Ağcabədi çökəkliyinin cənub-şərq hissəsində geofiziki kəşfiyyat işlərinin nəticələrinə görə qeyri-antiklinal strukturların proqnozlaşması haqqında elmi-texniki konfransın materialları. Bakı, noyabr 1998. – S. 38 – 39.
82. Yusubov N.P. Quba-Xəzəryanı neftli-qazlı bölgəsində seysmogeoloji modelləşdirmənin nəticələri haqqında// Azərbaycanca geofizika yenilikləri. – 2001. – № 4. – S. 15 – 18.
83. Yusubov N.P. Increasing the Geological effectiveness of seismic explorations Shamaky-Gobustan hydrocarbon area// Abstracts. IV Azerbaijan international geophysical conference. Bakı, 2002. – P. 212.
84. Yusubov N.P. Küryanı neftli-qazlı bölgədə seysmogeoloji modelləşdirmənin səmərəliliyi// Azərbaycan neft təsərrüfatı. – 2002. – № 9. – S. 12 – 18.
85. Yusubov N.P., Hacıyev F.M. Azərbaycanın quru sahələrində yeni neft-qaz yataqlarının aşkar edilməsi məqsədi ilə geofiziki kəşfiyyat işlərinin geoloji effektivliyinin yüksəldilməsinə yönəldilmiş tədbirlər.// «Azərbaycanda neft geofizikasının son 30 ildə inkişafı» mövzusunda elmi-praktiki konfransın materialları. Bakı, 2003. – S. 21-23.
86. Yusubov N.P. Abşeron neftli-qazlı bölgəsində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri.// «Azərbaycanda neft geofizikasının son 30 ildə inkişafı» mövzusunda elmi-praktiki konfransın materialları. Bakı, 2003. – S. 30-34.
87. Зиновьев А.Л., Филиппов Л.И. Введение в теорию сигналов и цепей. – М.: Высшая школа, 1975. –262с.

MÜNDƏRİCAT

GİRİŞ	13
Fəsil 1. SEYSMİK KƏŞFİYYATIN FİZİKİ ƏSASLARI.....	18
1.1. Seysmik dalğa və onun bircinsli mühitdə yayılması.....	19
1.2. Seysmik dalğanın laylı mühitdə yayılması.....	24
1.3. Əks olunan dalğaların yarandıqları geoloji mühit.....	27
1.4. Seysmik kəşfiyyatın həlledicilik qabiliyyəti	29
Fəsil 2. SEYSMİK DALĞALARIN SÜNİ YOLLA OYADILMASI VƏ QEYDİYYATI.....	31
2.1. Seysmik dalğanın süni yolla oyadılması	31
2.2. Seysmik dalğanın tərkibi.....	32
2.3. Müşahidə sistemləri	33
2.4. Seysmik yazıların diskretləşməsi və rəqəmlərlə ifadəsi.....	42
2.5. Əks olunan dalğanın hodoqrafı	
Fəsil 3. GEOLOJİ MÜHİTİN İMPULS REAKSIYASI VƏ SÜZGƏCLƏMƏ XÜSUSİYYƏTİ.....	54
3.1. Çevrilmə əməliyyatı və rəqəmli süzgüləmə.....	54
3.2. Geoloji mühitin impuls reaksiyası və süzgüləmə xassəsi.....	58
3.3. Mərkəzi şüa üsulu ilə qeyd edilmiş seysmik yazı	68
3.4. Zaman kəsilişinin ÜDN üsulu ilə tərtib edilməsi	70
Fəsil 4. SEYSMİK YAZILARIN EMALININ ƏSASLARI VƏ EMAL PROQRAMLARI	73
4.1. Seysmik yazıların amplitud-tezlik spektrlərinin hesablanması	73
4.2. Avtokorrelyasiya, qarşılıqlı korrelyasiya və koherentlik funksiyaları	76
4.3. Seysmik yazıların orta enerjilərinin verilən səviyyəyə gətirilməsi.....	84

4.3.1.	Gücləndirmənin avtomatik tənzimlənməsi	86
4.3.2.	Seysmik yazıların amplitudalarının verilən səviyyəyə gətirilməsi	87
4.3.3.	Enerjinin həndəsi paylanmasına görə normalaşdırma və ya həqiqi amplitudaların saxlanması	88
4.4.	Zolaqlı süzgəcləmə	89
4.5.	Dekonvolüsiya və ya tərs süzgəcləmə	91
4.6.	Koherent süzgəcləmə	101
4.7.	Statik düzəlişlərin təyini	105
4.8.	Kinematik düzəlişlərin təyin edilməsi	112
Fəsil 5. SEYSMİK YAZILARIN EMAL QRAFI		116
5.1.	Müşahidə olunan seysmik yazıların emala hazırlanması	116
5.2.	Additiv dalğa fonunun ləğv edilməsi	121
5.3.	Mütiq və amplitudaların tənzimlənməsi	126
5.4.	Seysmik yazıların amplitud-tezlik diapazonunun tənzimlənməsi	129
5.5.	Seysmik yazıların cəmlənməsi	133
5.6.	Statik düzəlişlərin təshihlənməsi	134
5.7.	ÜDN hodoqraflarına görə effektiv sürətlərin testlənməsi və ÜDN sürətlərinin təshihlənməsi	139
5.8.	Koherentlik kəsilişlərinin tərtib olunması	143
5.9.	Koherent süzgəcləmənin tətbiqi	148
5.10.	Təkrar dalğaların çıxılması	155
5.11.	Zaman kəsilişlərinin miqراسiyası	159
Fəsil 6. MÜŞAHİDƏ OLUNAN SEYSMİK DALĞA SAHƏSİNİN GEOLOJİ DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİNİN ƏSASLARI.....		170
6.1.	Əksetdirici horizontların stratifikasiyası və seysmik dalğaların korrelyasiyası	170
6.2.	Struktur xəritələrin tərtib edilməsi	171

Fəsil 7. AZƏRBAYCANIN NQR-LƏRİNİN GEOLOJİ QURULUŞUNUN SƏCİYYƏVİ XÜSUSİYYƏTLƏRİ VƏ ONLARIN ƏRAZİLƏRİNDƏ SEYSMİK KƏŞFİYYATIN EFFEKTLİLİYİ.....	173
7.1. Azərbaycanın mürəkkəb quruluşlu NQR-lərinin geoloji kəsilişlərinin səciyyəvi xüsusiyyətləri.....	173
7.1.1.Kür-Qabırrı çaylararası NQR-i.....	175
7.1.2.Şamaxı-Qobustan NQR-i.....	176
7.1.3.Küryanı NQR-i.....	177
7.1.4.Yevlax-Ağcabədi NQR-i.....	178
7.1.5.Quba-Xəzəryanı NQR-i.....	179
7.1.6.Abşeron NQR-i.....	180
7.2. Azərbaycanın mürəkkəb geoloji quruluşlu NQR-lərində seysmik kəşfiyyatın effektivliyi	180
Fəsil 8. MÜŞAHİDƏ OLUNAN SEYSMİK YAZILARIN GEOLOJİ DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ PROSESİNDƏ SEYSMOGEOLOJİ MODELLEŞDİRMƏNİN TƏTBİQİ.....	186
8.1. Seysmogeoloji modelləşdirmə haqqında ümumi məlumat.....	186
8.2. Seysmogeoloji modelləşdirmənin tətbiqi ilə həll edilən məsələlər.....	188
8.3. Geoloji kəsilişin modelinin tərtib olunması.....	190
8.4. Seysmogeoloji modellər əsasında əks olunan dalğa sahəsinin hesablanması.....	195
Fəsil 9. AZƏRBAYCANIN MÜRƏKKƏB GEOLOJİ QURULUŞLU NQR-LƏRİNİN SEYSMOGEOLOJİ MODELLEŞDİRMƏNİN HAQQINDA.....	201
9.1. Kür-Qabırrı çaylararası NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri.....	202
9.2. Şamaxı-Qobustan NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri.....	219
9.3. Küryanı NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri	232

9.4.	Yevlax-Ağcabədi NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmənin nəticələri	249
9.5.	Quba-Xəzəryanı NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri	254
9.6.	Abşeron NQR-ində seysmogeoloji modelləşdirmə tədqiqatlarının nəticələri	263
10.	XÜLASƏ	272
11.	PROQRAMLAR	276
11.1.	Verilən nöqtələrdə sintetik və impuls seysmoqramlarının və ya seysmik trassanın hesablanması	276
11.2.	Furye çevirməsi və zolaqlı süzgəcləmə	284
	İSTİFADƏ OLUNMUŞ ƏDƏBİYYATIN SİYAHISI	295
	MÜNDƏRİCAT	303

N.P. Yusubov
(Namaz Puti oğlu Yusubov)
SEYSMİK YAZILARIN EMALI VƏ
SEYSMOGEOLOJİ MODELƏŞDİRMƏ
ƏSASINDA GEOLOJİ DƏYƏRLƏNDİRİLMƏSİ

Bakı, «Adiloğlu» nəşriyyatı – 2003, 308 səh.

Yığılmağa verilmişdir:	16.04.2003
Çapa imzalanmışdır:	27.05.2003
Kağız formatı:	60x90 1/16
Hesab-nəşriyyat həcmi:	19,25 ç.v.
Sifariş:	146
Sayı:	500

*Kitab «Adiloğlu» MMC-nin mətbəəsində
hazır diapozitivlərdən istifadə
olunmaqla çap edilmişdir.
Tel.: 98-68-25*