

**AZƏRBAYCAN MİLLİ ELMLƏR AKADEMİYASI  
GEOLOGIYA VƏ GEOFİZİKA İNSTİTUTU**

---

*Əlyazması hüququnda*

**AĞAYEV XANLAR BÖYÜKAĞA oğlu**

**QEYRİ-KLASSİK DEFORMASIYA NƏZƏRİYYƏSİ VƏ  
NEYRON ŞƏBƏKƏLƏRİNİN TƏTBİQİ İLƏ SEYSMİK  
KƏŞFİYYAT, QUYU GEOFİZİKİ TƏDQIQAT  
MƏLUMATLARININ EMALI VƏ İNTERPRETASIYASI  
METODLARININ İŞLƏNİLMƏSİ**

2507.01 – Geofizika, faydalı qazıntıların  
geofiziki axtarış üsulları

Yer elmləri üzrə elmlər doktoru elmi dərəcəsi almaq  
üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

**A V T O R E F E R A T I**

**BAKI – 2018**

İş Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

**Elmi məsləhətçilər:**

AMEA-nın həqiqi üzvü, f.-r.e.d., professor **H.H.Quliyev**

AMEA-nın müxbir üzvü, g.-m.e.d. **Q.C.Yetirmişli**

**Rəsmi opponətlər:**

g.-m.e.d., professor **Ş.A.Balakişibəyli**

g.-m.e.d., professor **T.R.Əhmədov**

f.-r.e.d. **Ə.B.Həsənov**

**Aparıcı müəssisə:** Bakı Dövlət Universiteti, Geologiya fakültəsinin “Seysmologiya və Yer təkinin fizikası” kafedrası

Müdafiə “30” mart 2018-ci il saat 14<sup>00</sup>-da AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun nəzdindəki D.01.181 Dissertasiya Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.

Ünvan: AZ1143. Azərbaycan, Bakı şəh., H.Cavid pr., 119

Faks: (+99412) 537 22 85

E-mail: gia@azdata.net

Dissertasiya ilə AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq olar.

Avtoreferat “27” fevral 2018-ci ildə göndərilmişdir.

Avtoreferata verilmiş rəyləri idarənin gerbli möhürü ilə təsdiqlənmiş iki nüsxədə Dissertasiya Şurasının göstərilmiş ünvanına göndərməyinizi xahiş edirik.

**D.01.081 Dissertasiya**  
**Şurasının elmi katibi, t.f.d.**



**D.R.Mirzəyeva**

## GİRİŞ

**Mövzunun aktuallığı.** Geofiziki tədqiqatlar geodinamik proseslər davam edən geoloji mühitlərdə aparılır. Buna görə alınan məlumatlar müasir geodinamik şərait nəzərə alınmaqla emal və interpretasiya edilməlidir. Hazırda tətbiq olunan klassik deformasiya nəzəriyyəsi və onun əsasında yaradılan metodlarda, alqoritmlərdə, proqram və texnologiyalarda bu amil kifayət qədər nəzərə alınmır. Mürəkkəb geoloji quruluşa malik strukturların standart geofiziki metodların məlumatlarına görə tədqiqi effektivliyi başqa amillər ilə bərabər, həmçinin mühitin geodinamik vəziyyətinin nəzərə alınmasından əhəmiyyətli dərəcədə asılıdır. Buna görə də mühitin fiziki xassələrinin müasir geodinamik vəziyyətin təsiri nəzərə alınmaqla seysmik kəşfiyyat və quyu geofiziki tədqiqat materiallarına görə proqnozlaşdırılması böyük elmi-praktiki əhəmiyyətə malikdir.

Böyük həcmdə geofiziki tədqiqatlar aparılan Cənubi Xəzər Çökəkliyi (CXÇ) mürəkkəb geoloji quruluşa malikdir, neft-qaz yataqları ilə zəngindir. Burada sönmüş və fəaliyyətdə olan çoxsaylı palçıq vulkanları mövcuddur. CXÇ-də geoloji strukturlar əsasən diapir formadadırlar; onlar qanadlarının iti bucaq altında yatmaları, çoxsaylı və müxtəlif amplitudlu qırılmalar ilə xarakterizə olunurlar. Bir sıra hallarda strukturların tağ və sinklinal hissələri arasında eyni qatlar üzrə dərinlik fərqi 2 km-ə çatır. Burada terrigen kəsiliş əsasən gil, alevrolit, qum, qumdaşı, əhəngdaşı və digər süxurlardan ibarət nazik layların növbələşməsindən ibarətdir. Gilli laylar əksəriyyət təşkil edir. Anomal yüksək lay təzyiqi (AYLT) burada geniş yayılmışdır; ayrı-ayrı laylar üzrə anomal təzyiq ətraf kəsiliş nisbətən onlarla faiz artıq ola bilər. 5-6 km dərinliklərdə təzyiq və temperatur müvafiq olaraq təqribən 0.09 - 0.12 GPa və 100 – 130 °C təşkil edir.

Hazırda 2D/3D seysmik kəşfiyyat, şaquli seysmik profilləmə (ŞSP) və quyu geofiziki tədqiqatı (QGT) materiallarının ən müasir metodlar, texnika, texnologiya, geofiziki proqram təminatı, yüksək sürətli kompüter tətbiqi ilə emal və interpretasiya edilməsi mühitin fiziki xassələrini yüksək dəqiqliklə tədqiq etməyə imkan verir. Zaman keçdikcə daha mürəkkəb geoloji məsələlərin həll edilməsi vacibliyi geofiziki tədqiqatların dəqiqliyinin artırılmasını və yeni imkanlarının yaradılmasını tələb edir. Bu işlərin yerinə yetirilməsi geoloji mühitin tədqiqi üzrə əvvəllər həll edilməsi mümkün olmayan geoloji məsələləri həll etməyə imkan verə bilər.

Geoloji mühitin fiziki xassələrinin proqnoz edilməsi üzrə nəzəri və praktiki cəhətdən çoxlu tədqiqatlar aparılmışdır. Onların nəticələri proqno-

zun yüksək effektivliyini göstərir. Lakin ayrı-ayrı hallarda, məsələn 2D/3D seysmik materiallarına görə mühitin neft-qaz ilə doymululuğunun proqnozu quyu məlumatlarına görə heç də hər vaxt təsdiq olunmur. Bunun əsas səbəblərindən biri mühitin müasir geodinamik vəziyyətinin süxurların petrofiziki xassələrinə təsirinin kifayət qədər düzgün nəzərə alınmamasıdır. Bundan əlavə, tətbiq edilən proqnozlaşdırma alqoritmləri gərginlik və deformasiya arasında xətti asılılıq, deformasiyanın kiçik və mühitin ideal və adətən izotrop olmasına əsaslanan klassik deformasiya nəzəriyyəsi bazasında qurulmuşdur. Lakin bir çox hallarda mühitdə qeyri-xətti və klassik nəzəriyyədə nəzərə alınmayan daha mürəkkəb proseslər baş verir.

Mühitin gərginlik-deformasiya vəziyyətinin geodinamik prosesdə çökmə süxurların elastiklik xassələrinə təsirini qiymətləndirmək məqsədi ilə müasir elmi tədqiqatlar əsasında modelləşdirmə aparılmalıdır. Buna görə mühitin fiziki-mexaniki xassələrinin müasir geodinamik vəziyyəti nəzərə almaqla korreksiyası üçün qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi əsasında müvafiq alqoritmlərin və geofiziki proqram təminatlarının yaradılmasına, seysmik kəşfiyyat materiallarının emalı və interpretasiyası metodlarının işlənilməsinə ehtiyac yaranmışdır. Tədqiqatlar ilə daha dəqiq nəticələrin alınması üçün uzununa və eninə seysmik dalğaların kinematik və dinamik parametrlərindən birgə istifadə edilməlidir.

Son zamanlar elm və texnikanın, maliyyə və iqtisadiyyatın müxtəlif sahələrində məlumatların təhlili və proqnoz edilməsi işlərində süni neyron şəbəkələri (NŞ) daim artan intensivliklə tətbiq edilir. NŞ-dən istifadə etməklə intellektual alqoritmlərin tətbiq edilməsi daha mürəkkəb məlumatları təhlil etməyə imkan verir. Geofiziki məlumatlar əsasında geoloji mühitin fiziki-mexaniki xassələrinin tədqiqində və proqnozunda həmçinin neyron şəbəkələrindən geniş istifadə edilməsinə böyük ehtiyac vardır. Son zamanlar geofiziki tədqiqatlarda süni neyron şəbəkələri əsasında yaradılan klaster təhlilindən istifadə edilməyə başlanılmışdır. Neyron şəbəkələrindən istifadə etməklə geofiziki tədqiqatların effektivliyini artırmaq üçün müvafiq metodların və geofiziki proqram təminatlarının yaradılmasına və təkmilləşdirilməsinə ehtiyac vardır.

**İşin məqsədi:** geoloji mühitin müasir geodinamik vəziyyətini nəzərə almaqla, seysmik kəşfiyyat və QGT məlumatlarının emalının və interpretasiyasının metodlarını və alqoritmlərini qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi bazasında işləmək və təkmilləşdirmək. Uyğun kompüter geofiziki proqram kompleksinin yaradılması. Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi bazasında işləmək və təkmilləşdirmək. Uyğun kompüter geofiziki proqram kompleksinin yaradılması. Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi bazasında işləmək və təkmilləşdirmək. Uyğun kompüter geofiziki proqram kompleksinin yaradılması. Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi bazasında işləmək və təkmilləşdirmək.

### **Tədqiqatın əsas məsələləri:**

1. Süxurların elastiki və petrofiziki xassələrinə gərginlik-deformasiya vəziyyətinin dəyişməsinin qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi çərçivəsində tədqiqi nəticələrinin nəzərə alınması;

2. Mühitin müasir geodinamik dəyişkənliyi nəzərə alınmaqla nazik təbəqəli petrofiziki xassə modellərinin qurulması;

3. Seysmik və quyu geofiziki məlumatlarının emalı və interpretasiyasının yeni metodlarının hazırlanması və onların süxurların petrofiziki xassələrinin tədqiqinə tətbiqi;

4. Petrofiziki xassə modellərinin qurulması, geodinamik korreksiyası üçün alqoritmlərin və geofiziki proqram təminatının yaradılması;

5. Neyron şəbəkəsindən istifadə etməklə süxurların petrofiziki xassələrinin QGT məlumatlarına görə klaster analizi;

6. Mühitin seysmik dalğa sürəti və anizotropiya xassələrinin QGT və seysmik məlumatlara görə tədqiqi;

7. Azərbaycanın ayrı-ayrı geofiziki tədqiqat sahələri üzrə mühitdəki süxurların petrofiziki xassələrinin QGT və seysmik məlumatlara görə tədqiqi.

### **Elmi yeniliklər:**

1. Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi, NŞ bazalarında seysmik, QGT məlumatlarının emalı və interpretasiyasının yeni metodları və alqoritmləri işlənmişdir: petrofiziki səciyyə 2D modellərinin qurulması; elastiklik səciyyə modellərinin geodinamik korreksiyası; petrofiziki və elastiki xüsusiyyətlərin seysmik profildə dəyişkənliyinin təyini; məlumatların NŞ ilə klaster analizi və proqnozlaşdırılması; seysmik sürətlərin korreksiyası; və s.

2. Metodların və alqoritmlərin tətbiqini reallaşdırmaq üçün 45 geofiziki proqramdan ibarət "GEOPRESS" kompleksi yaradılmışdır;

3. Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsinin tətbiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, klassik deformasiya nəzəriyyəsinə görə hesablanmış Puasson əmsalı bir sıra süxurlarda -22 +13 % hüdudunda xəta ilə təyin edilir;

4. 3-cü tərtibli elastiklik modullarından istifadə edərək seysmik məlumatlara görə dərin qatlardakı süxurların məsaməliyi modelləşdirilmişdir;

5. QGT məlumatlarına görə süxurların petrofiziki xassələri arasında asılılıq, litologiyaya nisbətən, klasterlərə görə daha dəqiq və mükəmməl xarakterizə olunur; klaster analizi mühitin nazik təbəqəlilik dərəcəsinə, süxurların petrofiziki səciyyələrin dəyişkənliyini, litoloji bölgünün gerçəkliyini birmənalı təyin etməyə daha yaxşı imkan verir;

6. Mikroseysmik karotaja görə süxur dənələrinin qablaşma istiqaməti ilə əlaqədar olan anizotropiya (1.6 - 8.4 % ) müəyyən edilmişdir;

7. CXÇ üzrə 2-ci və 3-cü tərtibli elastiklik əmsallarının modelləri qurulmuşdur. Müəyyən edilmişdir ki, 2-ci tərtibliyə nisbətən, 3-cü tərtibli modullar mühitin elastikliyinə dəyişkənliyinə dəfələrlə həssasdır;

8. Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsinin müxtəlif variantları üzrə, deformasiyaların süxurların elastiklik səciyyələrinə təsirinin fərqli kəsiləşləri qurulmuşdur;

9. CXÇ-dəki 3 struktur üzrə mühitlərin petrofiziki, elastiklik səciyyə modelləri qurulmuş və onlara görə neft-qazlılıq proqnoz edilmişdir.

#### **Müdafiə olunan müddəalar:**

1. Müasir geodinamik proseslərin seysmik dalğaların kinematik və dinamik parametrlərinə və mühitin elastiklik xüsusiyyətlərinə təsiri nəzərə alınmaqla QGT və seysmik məlumatların emalı və interpretasiyası metodlarının işlənilməsi;

2. Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsini və neyron şəbəkələrini tətbiq etməklə QGT və seysmik məlumatlar bazasında geoloji mühitin modellərinin qurulması, ayrı-ayrı parametrlərin proqnozlaşdırılması alqoritmləri və kompüter proqram təminatı;

3. Azərbaycanın bəzi geofiziki tədqiqat sahələri üzrə geoloji mühitin müasir geodinamik vəziyyəti nəzərə alınmaqla, qurulmuş petrofiziki xassə modelləri və konkret kəsilişlər.

**İşin praktiki əhəmiyyəti.** Təklif olunan tədqiqat üsulları böyük dərinliklərdən alınmış geofiziki, o cümlədən, seysmoloji məlumatların etibarlı işlənməsi və geoloji şərh üçün geniş istifadə perspektivləri açır. İşlənilmiş metodlar və proqram təminatı seysmik kəşfiyyat, quyu geofiziki və seysmoloji tədqiqat məlumatlarının emalı və interpretasiyası istiqamətində daha dəqiq nəticələr əldə etməyə imkan verir.

**İşin nəticələrinin tətbiqi.** Dissertasiyada alınmış bir sıra nəticələr Geologiya və Geofizika İnstitutunun (GGİ) tematik planlarında, müxtəlif neft şirkətlərinin sifarişləri ilə yerinə yetirilmiş, aşağıda göstərilən elmi-texniki və beynəlxalq grant layihələrində tətbiq edilmişdir: AMEA GGİ-də yerinə yetirilmiş Ukrayna elmi-texnologiya mərkəzinin (YHTI) 3647 sayılı müntəzəm grant layihəsi: “Müxtəlif termobarik şəraitlərdə dağ süxurlarının fiziki-mexaniki xassələrinin və onların dəyişməsi dinamikasının tədqiqi” (2007-2010-cu illər); ARDNŞ “Azneft” İB-nin sifarişləri ilə 03/2009 №-li 01 iyul 2009-cu il tarixli müqavilə üzrə “Naxçıvan, Ümid və Şah-dəniz strukturları üzrə seysmik kəşfiyyat və quyu məlumatlarının geodinamik şəraiti nəzərə almaqla interpretasiyası” işi (2009-2010-cu illər);

BP EXPLORATION (CASPIAN SEA) LTD şirkəti ilə bağlanmış S-11-BPCS-284692 №-li kontrakt üzrə “Cənubi Xəzərdə süxurların litologiya tipinin açıq lülədə karotaj məlumatlarına əsasən klaster analizi ilə təyini” (2011 - 2012-ci illər); AR Nazirlər Kabinetinin 18 iyun 2007-ci il tarixli 98 sayılı qərarı ilə həyata keçirilən “Cənubi Xəzər çökəkliyinin Azərbaycan hissəsinin karbohidrogen potensialının və geodinamikasının öyrənilməsinə dair 2007 - 2014-cü illər üçün Tədbirlər Proqramı”; AMEA və YHTİQ-in GGİ-da yerinə yetirilmiş 5790 sayılı müştərək grant layihəsi: “Petrofiziki geoməlumatların klaster analizi və neyron şəbəkələri ilə tədqiqatları” (2013 - 2015-ci illər); ARDNŞ “Azneft” İB ilə GGİ arasında 2012-ci ildə bağlanmış 01/2012/271 sayılı müqaviləyə görə ““Pirallahı” yatağında Məhsuldar qatın kəmərlər buraxılmış quyularında qazma zamanı udulmaya məruz qalan kollektor təbəqələrində neftliliyin tədqiqi və 3D geomodelindən istifadə etməklə cari neft ehtiyatının dəyərləndirilməsi” mövzusunda elmi-texniki məhsulun yaradılması (2012-2013-cü illər); AMEA-nın Rəyasət Heyətinin №5/3, 11 fevral 2015-ci il qərarı ilə təsdiq edilmiş “Geome-xikanın fənlərarası problemlərinin nəzəri və eksperimental tədqiqatlar kompleksi” mövzusunda elmi-tədqiqat işi, (2015- 2017-ci illər); AMEA və YHTİQ-in GGİ-da yerinə yetirilən 6284 sayılı müştərək grant layihəsi: “Müasir geodinamik proseslərin təsiri ilə geoloji mühitdə yaranan risklərin tədqiqi” mövzusunda elmi-tədqiqat işi (2017- 2019-cu illər).

Hazırlanmış “GEOPRESS” proqram kompleksi və metodlar AMEA GGİ-da QGT və seysmik materialların emalı və interpretasiyası üzrə aparılan elmi tədqiqatlarda hal-hazırda istifadə olunur.

**Tədqiqat metodu və faktiki material.** Qarşıya qoyulmuş məsələləri həll etmək üçün mövcud işlənilmə və geoloji şərh yanaşmalarının standart proseduralarından, klassik və qeyri-klassik deformasiya, elastiki dalğaların gərginlikli mühitlərdə yayılmasının qeyri-klassik nəzəriyyələri və süni neyron şəbəkələri əsasında klaster təhlili metodundan istifadə edilmişdir. Tədqiqatlar zamanı əsasən “GEOPRESS” geofiziki proqram kompleksindən, NeuroXL proqramından və müxtəlif ofis proqramlarından istifadə olunmuşdur. Tədqiqatlar quyu geofiziki tədqiqat və seysmik kəşfiyyat məlumatlarına görə aparılmışdır.

**İşin aprobasiyası və nəşri.** Dissertasiya işinin əsas müddəaları AMEA GGİ-nin seminarlarında, elmi şuralarında və aşağıdakı beynəlxalq konfranslarda müzakirə olunmuşdur: EAGE "Conference Caspian and Black Sea" (Baku, Azərbaycan, 2008); Научная конференция "Геофизические технологии прогнозирования по мониторингу геологической среды" (Львов, Украина, 2008 ); IX Международная научная конфе-

ренция "Мониторинг геологических процессов" (Киев, Украина, 2009); International Workshop "The influence of recent geodynamics on the physico-mechanical state of the geological environment of the sedimentary cover" (Baku, Azerbaijan, 2010); VII Azərbaycan Beynəlxalq Geofizika Konfransı (Bakı, Azərbaycan, 2010); XI Международная конференция "Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты» (Киев, Украина, 2012); International Conference & Exhibition "Integrated Approach for Unlocking Hydrocarbon Resources" (Baku, Azerbaijan, 2012); Международная научно-практическая конференция "Мунайгаз кешениң озеки мәселелери" (Алма-Ата, Казахстан, 2012); XII Международная конференция "Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты" (Киев, Украина, 2013); Seysmologiya üzrə VI Beynəlxalq konfrans (Bakı, Azərbaycan, 2014); Geoinformatics 2015 XIVth International Conference Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects Kiev, Ukraine, 2015. XV Международная конференция "Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты" (Киев, Украина, 2016).

**Dissertasiyanın quruluşu və həcmi.** Dissertasiya girişdən, 5 fəsilədən, əsas nəticələrdən, 213 istifadə edilmiş ədəbiyyatdan ibarətdir. 296 səhifəlik mətdə 99 şəkil və 3 cədvəl verilmişdir. Dissertasiya işi AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Müəllif Geologiya və Geofizika İnstitutunun rəhbərliyinə, AMEA-nın həqiqi üzvü, f.-r.e.d., professor H.H.Quliyevə və Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin baş direktoru, AMEA-nın müxbir üzvü g.-m.e.d. Q.C.Yetirmişliyə dissertasiya işinin hazırlanmasında verdikləri məsləhətlərə görə öz dərin minnətdarlığını bildirir. Müəllif həmçinin Geologiya və Geofizika İnstitutunun "Tektonofizika və geomexanika şöbəsi"-nin əməkdaşlarına dissertasiya işinin hazırlanmasında etdikləri köməyə görə minnətdarlığını bildirir.

## İŞİN MƏZMUNU

### I FƏSİL. SEYSMİK KƏŞFİYYAT VƏ QUYU GEOFİZİKİ TƏDQIQATLARDA MÜHİTİN MÜASİR GEODİNAMİK DƏYİŞ-KƏNLİYİNİN NƏZƏRƏ ALINMASI

Müxtəlif litoloji tərkibli, sementləşmiş və doymulu çökmə süxurların seysmik sürət, sıxlıq, məsaməlilik, elastiklik, elektrik müqaviməti və s. xassələrinə təzyiq və temperaturun təsirini tədqiq etmək üçün süxurların müxtəlif petrofiziki xassələri və onların yerləşdiyi mühitin termodinamik



vəziyyəti arasındakı asılılıqların laboratoriya şəraitində süxur nümunələrində və real şəraitdə müəyyən edilməsi üzrə aparılmış çoxsaylı tədqiqat nəticələri təhlil edilmişdir. Təhlil nəticələri göstərir ki, mühitin termobarik vəziyyətinin dəyişməsi müxtəlif litoloji tərkibli süxurların fiziki xüsusiyyətlərinə müxtəlif cür təsir edir. Məsələn, bu təsir elektrik müqaviməti və dalğa sürəti qiymətlərinin dəyişməsində mürəkkəb xarakterli düz və ya tərs mütənasib formada olur. CXÇ-dəki quyulardan birinin QGT məlumatlarına görə böyük qalınlıqlı çökmə qatı üzrə elektrik müqaviməti və uzununa dalğa sürəti qiymətləri arasındakı asılılıq korrelyasiya əmsalına görə kəmiyyətə müəyyən edilmişdir. Korrelyasiya əmsalı qrafikində bütün quyu lüləsi boyunca bu iki fiziki xassə arasında birmənalı asılılıq görünür.

CXÇ-də müxtəlif mənşəli, lokal və regional xarakterli, güclü gərginlik vəziyyəti daima mövcuddur. Buradakı süxurlar mürəkkəb gərginlik şəraitində deformasiyaya uğrayırlar. Belə geodinamik şəraitdə yayılan seysmik dalğaların kinematik, dinamik və polyarizasiya parametrlərinin öyrənilməsi göstərir ki, mühitin gərginlik vəziyyəti və onun deformasiyasının xarakteri seysmik dalğa sahəsinin formalaşmasına, dalğaların parametrlərinin qiymətlərinə xeyli təsir edir. Klassik deformasiya nəzəriyyəsinə görə mühit o vaxt mütləq elastik hesab edilir ki, gərginlik ilə deformasiya arasında asılılıq xətti olsun, yəni Hük qanununa müvafiq olsun. Ancaq tədqiqatlar göstərir ki, bir çox süxurlar üzrə gərginlik və deformasiya arasında asılılıq xətti deyildir, yəni Hük qanununa müvafiq deyil və deformasiyanın kiçikliyi pozulur. Asılılığın xətti olmaması özünü seysmik dalğanın amplitudunun, mühidə yayılma sürətinin, istiqamətinin və əksölünmə əmsalı qiymətinin dəyişməsində göstərir. Tədqiqatlar ilə təyin edilən seysmik dalğa parametrlərinin qiymətlərinə süxurların petrofiziki xassələri və qeyri-xəttilik birlikdə təsir göstərir. Qeyri-xəttilik ilə əlaqədar olan təsir ən çox mürəkkəb geodinamik şəraitli mühitlər, məsələn CXÇ üzrə müşahidə edilir.

Hazırda seysmik məlumatların emalı və interpretasiyası üzrə tətbiq edilən alqoritmlər, əsasən, gərginlik və deformasiya arasında asılılığın xətti olması əsasında qurulmuşdur. Buna görə də bəzən seysmik məlumatlara görə çökmə süxurlar üzrə Puasson əmsalının qiyməti hətta mənfi alınır. Klassik deformasiya nəzəriyyəsinə əsaslanan ayrı-ayrı seysmik metodlar ilə alınan məlumatlarda mühitin xassələrinin təhrif olunması səbəbləri dissertasiyada araşdırılmışdır. Əsaslandırılmışdır ki, mürəkkəb geodinamik şəraitli mühitlər üzrə QGT və seysmik tədqiqat məlumatlarının emalı və interpretasiyası alqortitmlərində gərginlik və deformasiya arasındakı qeyri-xətli asılılıq nəzərə alınmalıdır.

Geoloji kəsilişin dərin qatlarındakı çökmə süxurlar üzrə müxtəlif elastiklik əmsallarını qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi əsasında hesablamaq üçün həmin süxurların real mühitdəki kiçik təzyiqlərdə seysmik sürət xassəsi barədə məlumatlar da tələb olunur. Məlumatlar həm də eyni litoloji tərkibli süxurların müxtəlif gərginlik vəziyyətlərində seysmik sürət xassələrinin tədqiqi üçün də çox dəyərlidir. Bunu nəzərə alaraq “Quyular arası fəzanın işıqlandırılması” metodu (QAFİ) ilə kiçik dərinlikli quyularda aparılmış mühəndisi geofiziki işlərin çöl materialları müəllif tərəfindən emal və interpretasiya edilmişdir. Ondən çox tədqiqat sahəsi üzrə geoloji kəsilişin 1-100 m dərinliklərində, nisbətən kiçik təzyiqlərdə yerləşən çökmə süxurların seysmik sürət və elastiklik xüsusiyyətləri təyin edilmişdir. Süxurların su ilə doyumluluğunun uzununa və eninə dalğa sürətinə təsiri öyrənilmişdir. Təsdiq olunmuşdur ki, eninə dalğa sürəti süxurun flüid ilə doyumluğundan asılı deyildir, o süxurun bərk hissəsinin seysmik sürət xassəsini xarakterizə edir.

Tədqiqat sahələrindən birinin kəsilişində süxurlar əsasən müxtəlif ölçülü qəmbərlərdən və çınqıllardan ibarətdir, onların arasındakı məsamələr isə qum, qumcalar və gillər ilə dolmuşdur. Bu cavan, sementləşməmiş süxurlar qrunut suları ilə doyumlu olmamışdır. Müəyyən edilmişdir ki, burada gilli və qumlu süxurlardan ibarət mühitlərə nisbətən eninə dalğanın sürəti çox, uzununa dalğanın sürəti isə az alınmışdır. Uzununa dalğa üzrə anomal udulma müşahidə edilir, bəzi dərinliklərə görə isə Puasson əmsalı qiyməti mənfi alınmışdır. Qeyd edilən anomaliyalar süxurlarda böyük həcmli boşluqların olması ilə izah edilir. Azərbaycanda kəsilişin yuxarı hissəsi qeyd edilən süxurlardan ibarət olan sahələrdə seysmik kəşfiyyatın aşağı effektivliyi burada dalğaların yüksək udulması ilə əlaqədardır.

Geoloji kəsilişin daha dərindəki (50-500 m) yuxarı hissəsinin yüksək seçicili 2D seysmik metodu ilə tədqiq edilmişdir. Nəticədə mühitdəki qaz yığımlarının (“qaz cibləri”) təzahürləri: - əks olunmanın yüksək amplitudu və fazasının dəyişməsi, uzununa dalğanın sürətinin və tezliyinin azalması, udulmasının isə artması müəyyən edilmişdir. Qaz yığımları olan yerlərdə anomal yüksək lay təzyiqinin olması güman edilir.

Laboratoriya şəraitində həm də real mühitdə uzununa və eninə seysmik dalğa sürətlərinə görə anizotropiyanın təyin edilməsi üzrə bir sıra tədqiqatlar aparılmışdır. Təyin edilmişdir ki, [Кулиев Г.Г., 2008; Сафаров И.Б., Агаев Х.Б., Шахмарданов К.В., 2009] CXÇ-də geoloji mühit çökmə süxurlar üzrə zəif anizotropdur, süxurların əksəriyyəti 8-12 %-lik anizotropiyaya malikdir. CXÇ-nin dərin qatlarının tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, burada çökmə süxurlar üzrə mühit seysmik sürətə görə zəif diferensiallıdır. Lakin, onun geoloji kəsilişində adətən böyük sürətli qum-

daşı, əhəngdaşı və ya kiçik sürətli qazla doyumlu, AYLTL-li laylar olur.

Dissertasiyada mühitin təbəqəliyinin seysmik sürət qiymətinə təsiri (kvazianizotropiya) CXÇ-də alınmış ŞSP və 3D seysmik məlumatlarına görə tədqiq edilmişdir. Məlumdur ki, kvazianizotropiya dərinlik üzrə sürət qradiyentinin kəskin dəyişməsinə çox həssasdır. Müəyyən edilmişdir ki, CXÇ kəsilişində gilli süxur layları arasında böyük qalınlıqlı qumdaşı və ya əhəngdaşı layı olduqda kvazianizotropiya ilə əlaqə sürət xətası kəskin artır. Xətanın ölçüsü seysmik müşahidə sistemindən asılı olaraq 8 - 19 % ola bilər. Belə xətanı tam aradan qaldırmaq çətindir.

Hazırda elm və texnikanın müxtəlif sahələrində süni neyron şəbəkələri getdikcə intensivləşən şəkildə tətbiq edilir. NŞ ilə işləməyə imkan verən çoxlu riyazi proqramlar, proqram kompleksləri mövcuddur və onların sayı daim artır. Bunlardan “NeuroXL”, “Matlab”, “Statistica”, “BrainMaker” və s.-ni qeyd etmək olar.

Son zamanlar geofiziki tədqiqatların emalı və interpretasiyası işlərdə məlumatların klasterlərə ayrılmasında və proqnozlaşdırılmasında NŞ-dən geniş istifadə edilməyə başlanılmışdır. NŞ-nin tətbiqi böyük həcmdə və müxtəlif tipli QGT məlumatlarını oxşarlıq dərəcəsinə görə klasterləşdirməyə, süxurların petrofiziki xassələrinin mürəkkəb qarşılıqlı əlaqəsini interaktiv şəkildə müəyyənləşdirməyə və s. imkan verir. NŞ 2D/3D materiallarının emalında, məsələn: kiçik sürətlər zonasının lay sürəti modelinin qurulması, seysmik yazıların inversiyası, seysmik sürət modelinin qurulması və s. işlərdə geniş tətbiq edilir. NŞ-dən həmçinin 2D/3D materiallarının interpretasiyasında seysmik atribut yazılarına görə litoloji fasiyaların ayrılması, seysmik xəritələrin qurulması və ş. işlərdə tətbiq edilir. NŞ-dən istifadə edilən bəzi geofiziki proqram paketləri: - “Landmark”, “Promax”, “Teclog”, “Petrel”, “Pardigm”, “Stratimagic” və “Dvseisgeo” haqqında dissertasiyada qısa məlumat verilir.

Hal-hazırda geofiziki işlərdə NŞ-dən istifadə imkanlarının az bir hissəsi reallaşdırılmışdır. QGT, 2D/3D və seysmoloji materiallara görə mühitin gərginlik vəziyyətinin, oradakı süxurların petrofiziki, elastiki, neftlilik-qazlılıq xassələrinin proqnoz edilməsi üzrə NŞ-nin geniş imkanları mövcuddur və onların reallaşdırılmasına böyük ehtiyac vardır. Dissertasiya işində həmin imkanların bəzilərinin reallaşdırılması üzrə tədqiqat aparılmışdır və onun nəticələri şərh edilir.

Müxtəlif ədəbiyyat mənbələrindən istifadə etməklə, CXÇ-nin geoloji quruluşu, oradakı süxurların litoloji, petrofiziki xassələri, mühitin termodinamik şərait və s. xüsusiyyətləri dissertasiyada qısa şəkildə qeyd edilir. CXÇ mürəkkəb geoloji quruluşa, geodinamik şəraitə və zəngin karbohid-

rogen ehtiyatlarına malikdir. CXÇ aktiv tektonik zonada yerləşdiyi üçün burada həmçinin mürəkkəb xarakterli regional gərginlik zonaları mövcuddur. CXÇ-dəki çökmə süxurlar, əsasən gillərdən, alevrolitlərdən, mergellərdən, qumlardan, qumdaşılardan, əhəngdaşılardan ibarətdir. Burada gillər və gilli süxurlar əksəriyyət təşkil edir. Məlumdur ki, gillər təzyiqin təsiri ilə məsaməliliyin və sıxlığın ən böyük dəyişmə diapazonuna malikdirlər. Buna görə də CXÇ-də geodinamik vəziyyətin hətta cüzi dəyişməsi oradakı süxurların fiziki-mexaniki xassələrinə nəzərə çarpacaq dərəcədə təsir edir. Bu təsir mürəkkəb xarakter daşıyır. Bunu, məsələn, 2D/3D seysmik profillərinin vaxt kəsilişlərində eyni stratigrafiya mənsubiyyətli və litoloji tərkibli lay üzrə seysmik yazıların profil boyunca böyük dəyişkənliyində görmək olar.

Azərbaycanda QGT, ŞSP və 2D/3D tədqiqatları müasir texniki avadanlıqlardan, metodlardan və geofiziki proqram təminatlarından istifadə etməklə aparılır. Dissertasiyada Azərbaycanda aparılan QGT və seysmik tədqiqatlar, geofiziki məlumatların emalı və interpretasiyası işləri vəziyyətinin qısa icmalı verilir. Qeyd edilir ki, burada geofiziki tədqiqatların effektivliyini və daha mürəkkəb geoloji məsələlərin həll edilməsi imkanını artırmaq üçün geofiziki məlumatların emalı və interpretasiyasının yeni metodlarının yaradılmasına, mövcud olanlarının isə təkmilləşdirilməsinə ehtiyac yaranmışdır. Geofiziki tədqiqatlarda klassik deformasiya nəzəriyyəsi əsasında qurulmuş metodlardan səmərəli istifadə edilməsinə baxmayaraq, həmin tədqiqatlarda qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi əsasında qurulmuş metodlardan istifadə edilməsi onların effektivliyinin daha da artırılmasına imkan verə bilər.

Qeyd edilənlər geofiziki tədqiqatlarda qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi əsasında aparılan nəzəri tədqiqat nəticələrinin tətbiqi və süni neyron şəbəkələrindən istifadə məsələlərinin həllinin böyük elmi və praktiki əhəmiyyət kəsb etdiyini göstərir.

## **II FƏSİL. MÜASİR GEODİNAMİK DƏYİŞKƏNLIYİN QEYRİ-KLASSİK YANAŞMA ÇƏRÇİVƏSİNDƏ NƏZƏRİ TƏDQIQATLARI HAQQINDA**

Məlumdur ki, iki akustik layın sərhəddinə düşən seysmik dalğanın əksölünmə əmsalı, onun kinematik, dinamik və polyarizasiya parametrləri qiymətləri layların akustik xassəsindən, onların Puasson əmsalı qiymətləri nisbətindən, dalğaların sərhəddə düşmə bucağından və mühitin gərginlik-deformasiya olunmuş vəziyyətindən asılıdır. Laboratoriya şəraitində və quyu geofiziki tədqiqatlar ilə alınan nəticələr göstərir ki, geodinamik

şəraitin hətta cüzi dəyişməsi çökmə süxurların fiziki-mexaniki xassələrinə əhəmiyyətli dərəcədə təsir edir. Bu zaman faktiki olaraq süxurların fiziki-mexaniki xassələri deyil, əsasən deformasiya olunmuş mühitin parametrləri təyin edilir.

Qeyri-xətti deformasiya olunan gərginlikli mühitlərdə elastiki dalğaların yayılması nəzəri baxımdan tədqiq edilmişdir [Гузъ, 1986; Biot, 1965; Abasov, Kuliev, Jabbarov, 1999 və başqaları]. Qeyri-klassik nəzəri baza modelinə görə aparılan tədqiqatlar göstərir ki, mühitlərin fundamental parametrlərini təyin edərkən onun gərginlik vəziyyətinin dəyişməsinə nəzərə almaq olar. Yəni geofiziki məlumatlara görə geoloji kəsilişi təşkil edən süxurların fiziki-mexaniki xassələrinin həqiqi qiymətlərini təyin etmək mümkündür. Geoloji mühitin əsas fiziki-mexaniki xassələrinin təyin edilməsi üçün Puasson əmsalının ( $\nu$ ) və Yunq modulunun ( $E$ ) hesablama düsturları alınmışdır [Кулиев, 1990]:

$$\nu = \frac{V_{PPZ}^2 - 2V_{SXP}^2 - F(\rho, V_{PZO}, V_{SX0}, P)}{2[V_{PZP}^2 - V_{SXP}^2 - F_1(\rho, V_{PZO}, V_{SX0}, P)]},$$

$$E = 2(1+\nu) [\rho V_{SXP}^2 - F_S^R(\rho, V_{PZO}, V_{SX0}, P)].$$

burada:  $V_{PZP}$ ,  $V_{SXP}$  - uzununa və eninə dalğa sürətlərinin cari qiymətləri;  $V_{PZO}$ ,  $V_{SX0}$  - mühitdə gərginliyin olmadığı haldakı sürətlər;  $\rho$  - süxurun sıxlığı;  $P$  - təzyiq;  $F$ ,  $F_1$  və  $F_S^R$  - mühitin qeyri-xətti təsirini xarakterizə edən məlum cəbri ifadələr (elastiki potensialların tipinin verilməsi ilə konkretləşdirilir). Klassik yanaşmada  $F \equiv F_1 = F_S^R = 0$ .

Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi çərçivəsində elastiklik parametrlərinin mühitin gərginlik vəziyyəti və seysmik sürətlərin aşağıda göstərilən müxtəlif variantları üzrə müxtəlif düsturlar ilə hesablanması nəzərdə tutulmuşdur [Кулиев и Джаббаров, 1998]:

1. Deformasiyaya məruz qalmamış izotrop mühitlər. Klassik düsturlar;
2. Kombinə edilmiş 3-cü tərtibli elastiklik modulu ("təbii" sürətlər);
3. Kiçik və böyük başlanğıc deformasiyalar nəzəriyyəsinin birinci variantı ("həqiqi" sürətlər), izotrop mühit halı;
4. Kiçik başlanğıc deformasiyalar nəzəriyyəsinin ikinci variantı ("həqiqi" sürətlər), izotrop mühit halı;
5. Kiçik başlanğıc və sonlu (böyük) deformasiyalar nəzəriyyəsinin

birinci variantı (“təbii” sürətlər), izotrop mühit halı;

6. Kiçik başlanğıc deformasiyalar nəzəriyyəsinin ikinci variantı (“təbii” sürətlər).

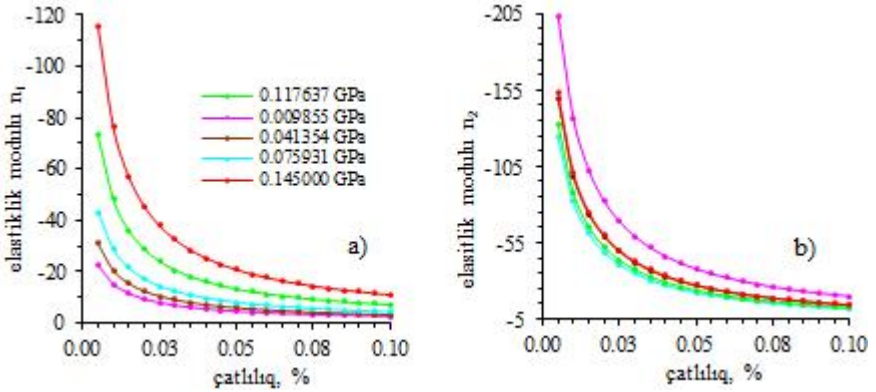
Qeyd edilən variantlar üzrə müxtəlif tərtibli elastiklik əmsalları qiymətlərinin quyu geofiziki və seysmik kəşfiyyat məlumatlarına görə, müvafiq düsturlar ilə hesablanmasını təmin etmək üçün xüsusi geofiziki proqram kompleksi - “GEOPRESS” işlənmişdir. Demək olar ki, bu işlər geofiziki tədqiqatlarda, ilk dəfə olaraq kompleks şəkildə həyata keçirilir.

Seysmik sürətin təzyiqdən asılılığı laboratoriya şəraitində təyin edilərkən alınmış nəticələrin müxtəlif süxurlara görə böyük fərqlənməsi onların müqayisə edilməsində çətinliklər yaradır. Bunları asanlaşdırmaq üçün qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi (QDN) çərçivəsində eyni süxur üzrə uzununa və eninə dalğa sürətlərinin təzyiqdən asılılığının ayrı-ayrı komponentlərə ayrılması alqoritmi işlənmiş, onun düsturları çıxarılmışdır. Onlara görə sürətin hər bir təzyiqdəki qiymətinin kvadratı 3 komponentə ayrılır. 1-ci atmosfer təzyiqindəki sürətin sabit, 2-ci və 3-cü isə hər bir təzyiqdəki sürətin xətti və qeyri-xətti, qiymətlərinin kvadratını göstərir.

Minerallara və çökmə süxurlara görə sürət dəyişməsinin komponentləri hesablanmışdır. Çökmə süxurlar üzrə eninə dalğa sürəti məlumatı olmadığı üçün QGT məlumatlarından istifadə edilmişdir. Bunun üçün quyuda müxtəlif dərinliklərdə (təzyiqlərdə) yerləşən eyni litoloji tərkibli süxurların sürət və sıxlıq qiymətlərindən istifadə edilmişdir. Çökmə süxurlar üzrə hesablama nəticəsinə görə məsələn 0.15 GPa təzyiqdə uzununa dalğa üzrə 1-ci, 2-ci və 3-cü komponentlərinin qiyməti sürətin tam qiymətinin müvafiq olaraq 0.2%, 0.4 % və 191 % -ni təşkil edir. Eninə dalğa üzrə isə bunlar 1.1%, 3.1 % və 961 % -dir. Komponent qiymətlərinin eninə dalğaya görə daha çox alınması təzyiq artdıqca bu dalğanın sürətinin daha böyük qradientlə artması ilə əlaqədardır. Çökmə süxurlar yüksək məsələli olduqları üçün onlara görə xətti və qeyri-xətti komponentlər minerallara nisbətən daha böyük diapazonda dəyişir. Komponentlərə ayrılma həmçinin təzyiqin dəyişməsi ilə əlaqədar məsələliliyin və çatlılığın dəyişmə xarakterini müxtəlif süxurlar üzrə müqayisə etməyə imkan verə bilər.

Real materiallar üzrə süxurun məsələliliyin dəyişməsinin elastiklik parametrlərinin qiymətinə təsiri qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi çərçivəsində tədqiq edilmişdir. Bunun üçün üçüncü tərtibli elastiklik əmsalları  $n_1$  və  $n_2$  istifadə edilmişdir [Александров К.С., Продайвода Т.Г., Мачлов Б.П., 2001]. Dissertasiya işində kvarsit mineralı və gilli süxurlar üzrə modelləşdirmə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bu elastiklik əmsalları

məsəməlilik və təzyiğin kiçik qiymətlərində onların dəyişməsinə daha çox həssasdırlar. Çökmə süxurlar (şəkil 1) üzrə tərtib edilmiş modelə görə  $n_1$  və  $n_2$ -nin qiymətləri müxtəlif təzyiç və mikroçatlılıq qiymətlərinə görə hesablanmışdır. Qrafikdə görünür ki, çatlılıq artdıqca  $n_1$  və  $n_2$ -nin qiymətləri azalır. Təzyiç artdıqca isə  $n_1$ -in qiyməti artır,  $n_2$ -nin qiyməti isə azalır. Üçüncü tərtibli elastiklik əmsallarından istifadə edilməsi təzyiğin, məsəməliliyin, uzununa və eninə dalğa seysmik sürətlərinin qiymətlərinin dəyişməsinin süxurların elastiklik xassələrinə təsirinin modelləşdirməsi üçün yeni imkan yaradır.



Şəkil 1. Çökmə süxurlar üzrə 3-cü tərtibli elastiklik əmsalları  $n_1$  (a) və  $n_2$  (b) qiymətlərinin müxtəlif təzyiqlərdə mikroçatlılıqdan asılılığı

### III FƏSİL. QEYRİ-KLASSİK YANAŞMA ÇƏRÇİVƏSİNDƏ VƏ NEYRON ŞƏBƏKƏLƏRİ BAZASINDA SEYSMİK KƏŞFİYYAT VƏ QGT MƏLUMATLARININ EMALİ ALQORİTMLƏRİ VƏ KOMPÜTER PROQRAMLARI KOMPLEKSİ

Mühitin fiziki xassələrinin qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsinə və neyron şəbəkələrini tətbiqi ilə yaranan əlavə tədqiqat imkanlarının reallaşdırılması üçün yeni alqoritmlərin, kompüter proqramlarının və emal qraflarının yaradılmasına və mövcud olanların bəzilərinin təkmilləşdirilməsinə ehtiyac yaranmışdır.

“Angle Stack” və digər AVO atribut kəsilişlərinin hesablanması üçün təklif edilən yeni alqoritmə və proqramda seysmik dalğanın akustik sərhəddə düşmə bucağı hesablanarkən sərhədlərin yatım bucağı nəzərə alınır.

Seysmik profilin inversiyası nəticəsində alınan nazik təbəqəli lay sürəti və süxurların sıxlığı üzrə mühitin 2D modellərinin kolibrə edilməsi yeni alqoritmi və proqramı işlənmişdir. Burada modellərin ancaq yüksək tezlikli komponentinin QGT məlumatına görə kalibrə edilməsi nəzərdə tutulur. Kalibrəni daha stabil etmək üçün əvvəlcə model seysmik horizontlar üzrə profil boyunca hamarlaşdırılır. Sonra həmin modelin quyu yerinə müvafiq bir trassının və QGT üzrə modelin yüksək tezlikli komponentləri tutuşdurulur. Nəticədə kalibrə əmsalları trassı hesablanır və o, seysmik horizontların vaxtları nəzərə alınmaqla 2D modelinə tətbiq edilir. Proqram müxtəlif petrofiziki parametr 2D modellərini də kolibrə etməyə imkan verir.

Kiçik dərinlikli quyularda uzununa və eninə seysmik dalğalarla aparılmış üçkomponentli mikroseysmik karotajın (MSK) çöl materialları testləşdirmə ilə təyin edilmiş qrafla emal edilmişdir. Nəticədə mühitdəki kiçik təzyiq üzrə uzununa və eninə seysmik dalğa sürətləri və elastiklik xassə nazik təbəqəli modelləri qurulmuşdur. Süxur dənələrinin qablaşması ilə əlaqədar sürətlərin 1.6 -8.4 % ölçüsündə anizotropiyası müəyyən edilib.

2D materiallarının seysmik inversiyası nəticələrinə görə geoloji kəşifin seysmik sürət xassəsinin proqnozlaşdırılması alqoritmi və proqramı işlənmişdir. Onun xarakter xüsusiyyəti sürət qiymətlərinin ancaq yüksək tezlikli komponentinin AK-ya görə kalibrə edilməsidir.

Real seysmik və quyu məlumatları əsasında qeyri-klassik yanaşma çərçivəsində mühitin fundamental elastiklik parametrlərinin hesablanması, proqnoz edilməsi və seysmik modelləşdirmə üçün "GEOPRESS" proqram kompleksi işlənmişdir. Paket ABŞ-nın Denver Universitetində (Colorado School of mines) yaradılmış, "CWP" proqram təminatı çərçivəsində işləyir. Paket "Linux" operasiya sistemində işləyir. Əməliyyatların və texnologiyaların reallaşdırılması üçün "GEOPRESS" -in qurulmasının və işləməsinin əsas prinsipləri işlənmişdir. 45 əsas proqram və 12 hesablama modulu tərtib edilmişdir.

Bu kompleksə 2D seysmik profillərinin emalı üçün nəzərdə tutulmuş bir neçə proqram da əlavə edilmişdir. Dissertasiyada uzununa və eninə dalğa sürətləri məlumatlarından geniş istifadə edildiyini nəzərə alaraq, üçkomponentli quyu seysmik yazılarının emal edilməsinə imkan verən proqramlar tərtib edilmiş və "GEOPRESS"-ə qoşulmuşdur. "CWP" və "GEOPRESS" proqram paketləri birlikdə 2D seysmik kəşfiyyat və ŞSP məlumatlarının emal edilməsinə, klassik və qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyələri çərçivəsində 1D və 2D modellərinin hazırlanmasına, onlar üzrə müxtəlif əməliyyatların aparılmasına imkan verir. Proqram kompleksində



həmçinin neyron şəbəkələrindən istifadə etməklə klaster analizi və mühitin fiziki-mexaniki xassələrinin proqnoz edilməsinə imkan verən köməkçi proqramlar tərtib edilmişdir. Bir neçə proqramın təyinatı aşağıda verilir:

- “SU\_EXTRACT\_MODEL” - nazik təbəqəli 2D petrofiziki xassə modelindən seysmik horizontların vaxtları (dərinalikləri) nəzərə alınmaqla quyu yerinə müvafiq olan 1D modelinin çıxılması. Proqram 2D modelinin müxtəlif yerlərində petrofiziki xassə qiymətinin quyu yerinə nisbətən fərqi kəmiyyətə qiymətləndirilməsi üçündür;

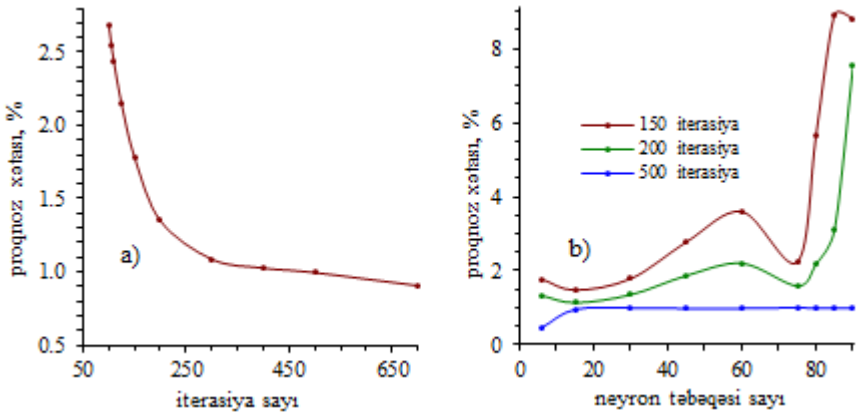
- "ELASTIC\_STRESS" - qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi çərçivəsində mühitin 6 gərginlik halına görə üzrə Puasson, Lamé əmsalları, Yunq modulu, mühitin qeyri-xətti təsir əmsalları ( $F_{PZ}$ ,  $F_{SX}$ ,  $F_{SY}$ ), kombinə edilmiş ( $K1$ ,  $N$ ) və 3-cü tərtibli elastiklik modulları ( $n_1$ ,  $n_2$ ,  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ) və başqa modulların qiymətlərinin hesablanması üçündür;

- “CLUSTER\_TO\_LITOL” - QGT - nin NŞ ilə ayrılmış məlumat klasterlərinə və süxurların verilmiş litoloji kodlarının paylanmasına görə quyu kəsilişinin litoloji bölgüsünün gerçəkliyini kəmiyyətə qiymətləndirir və bölgünün korreksiyası barədə məlumat hazırlayır.

Neyron şəbəkələrindən istifadə üzrə dissertasiya işində aparılan tədqiqatın əvvəlkilərdən əsas fərqləri bunlardır: NŞ-nin qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi üzrə tədqiqatlarda tətbiqi; seysmik profil məlumatlarına görə mühitin eninə dalğa sürəti ( $V_g$ ) 2D modelinin NŞ ilə proqnozlaşdırılması; QGT məlumatlarına görə mühitin petrofiziki xassə 1D modellərinin NŞ ilə proqnozlaşdırılması; QGT məlumatlarındakı küyün NŞ ilə ayrılmış klasterlər üzrə zəiflədilməsi; klaster məlumatlarının quyu kəsilişi boyunca paylanmasının, petrofiziki xassələr arası asılılıqların, petrofiziki parametr qiymətlərinin klaster üzrə paylanmasının işlənmiş interpretasiya metodu; CXÇ üzrə seysmik və QGT məlumatlarının klaster analizi və proqnozlaşdırılması parametrlərinin seçilmiş optimal qiymətləri.

QGT materiallarının klasterlərə ayrılması parametrlərinin optimal qiymətlərinin seçilməsi üçün əsasən alqoritmlər, klaster və iterasiya sayları testləşdirilmişdir. Testləşdirmə nəticəsində müəyyən edilmişdir: mühitdəki süxurların petrofiziki parametrlərin dəyişmə diapazonu böyük və xassələr arasındakı asılılıqlar mürəkkəb olduqca klasterlərin sayı daha çox olmalıdır; materialların keyfiyyəti aşağı olduqca klasterlərin sayı az olmalıdır; hər bir klasterə düşən diskretlərin sayı kifayət qədər çox olmalıdır ki, klasterləşdirmə prosesi dayanıqlı olsun; iterasiya sayı imkan daxilində çox verilməlidir ki, klasterləşdirmə xətası az olsun.

Konkret material üzrə seysmik sürətin proqnozlaşdırılması testlərinin nəticəsi göstərir ki, iterasiyaların sayı artdıqca proqnozlaşdırma xətası qeyri-xətti şəkildə azalır (şəkil 2, a). Ən az xəta 300 iterasiya sayından başlayaraq təmin edilir. İterasiya sayının sonrakı artımı isə proqnozlaşdırma xətasına əhəmiyyətli təsir etmir. Neyron təbəqələrinin sayını artdıqca, xüsusən 80-dən sonra proqnozlaşdırma xətası əhəmiyyətli dərəcədə artır (şəkil 2, b). Bu da verilmiş 150, 200 iterasiya sayının kifayət qədər etməməsi ilə əlaqədardır. İterasiya sayının daha çox verilməməsinin səbəbi bəzən, hesablamalar üçün bir iş gününün kifayət etməməsidir. Konkret material üzrə proqnoz etmənin parametrlərinin optimal qiymətləri bunlar seçilmişdir: iterasiya sayı - 500, neyron təbəqələri sayı - 20. Bu qiymətlər ilə proqnozlaşdırma xətası 0.95 % təşkil edir.



Şəkil 2. Seysmik dalğa sürətinin proqnoz edilməsi xətasının iterasiya (a) və neyron təbəqəsi (b) sayından asılılıqları

QGT məlumatlarının emalı və interpretasiyasında klaster təhlilindən istifadə edilməsi üçün müvafiq alqoritmlər, proqramlar yaradılmış və təkmilləşdirilmişdir. Tədqiqat zamanı müxtəlif diskretləşmə addımlı və ölçü vahidli 2D/3D (vaxt), QGT (dərnlilik) məlumatlarının birgə emalı və interpretasiyası nəzərdə tutulmuşdur. Bunu texnoloji cəhətdən reallaşdırılmaq üçün həmin məlumatların vaxt və ya dərinlik miqyasına gətirilməsi proqramı tərtib edilmişdir. Məlumatların diskretləşmə addımının uyğunlaşdırılması üçün isə texnoloji xarakterli alqoritm yaradılmış və “RESLAY” adlı proqram tərtib edilmişdir. Proqramda aşağıdakı əməliyyatların yerinə yetirilməsi nəzərdə tutulmuşdur: QGT məlumatlarının diskretləşmə addımının 2D/3D-dəki addıma gətirilməsi; vaxt və ya dərinlik ölçü vahidli məlumat-

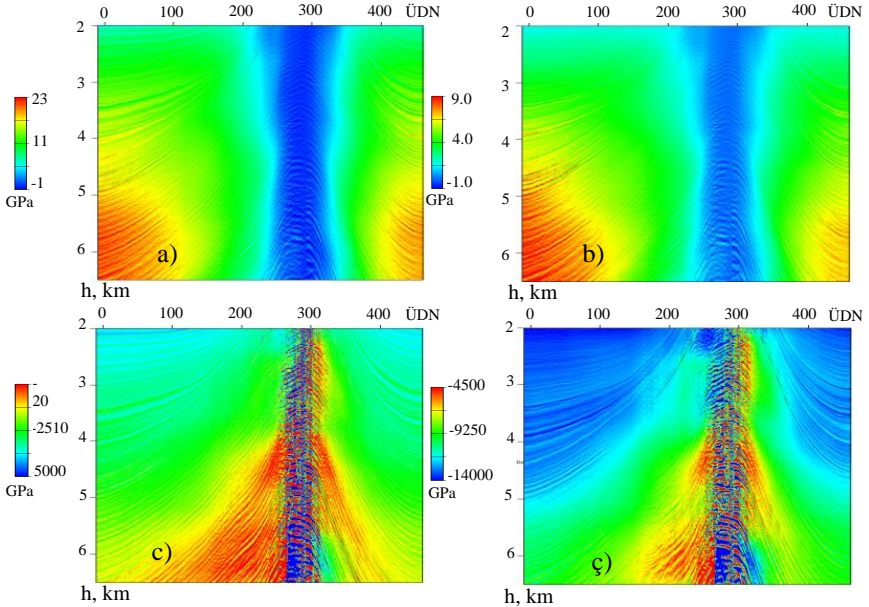
ların addımın dəyişdirilməsi; müxtəlif tipli karotaj məlumatlarının eyni addıma gətirilməsi; nazik təbəqəli modeldən qalın təbəqəli modelin hesablanması və ya tərsinə; QGT məlumatının və ya birölçülü modelinin verilmiş qeyri-müntəzəm müşahidə addımına gətirilməsi; bir modelin müntəzəm, qeyri-müntəzəm addımının digər modelin diskretləşmə addımına gətirilməsi.

Dissertasiyada təklif edilən alqoritmə QGT məlumatındakı küyün zəiflədilməsi üçün fiziki parametr qiymətinin ortalaşdırması quyu dərinliyi boyunca deyil, hər bir klaster məlumatı üzrə ayrıca edilir. Alqoritmin AK məlumatına tətbiqi nəticəsində küyün səviyyəsi və sıçrayışlar zəiflədilmişdir. Sürət qiymətlərində küyün zəifləmədən əvvəlki səviyyəsi əsasən 0.3 %, maksimum isə 1.0 % olmuşdur. Klaster üzrə ortalaşdırmadan fərqli olaraq dərinlik boyunca ortalaşdırma sürət qiymətlərinin 15% təhrif olunmasına gətirmişdir.

QGT məlumatlarına görə geoloji kəsilişin litoloji bölgüsünü etmək üçün müxtəlif proqramlardan istifadə edilir. Litoloji bölgünün gerçəkliyini müəyyən etmək və onun korreksiyası barədə məlumatları hazırlamaq üçün NŞ-dən istifadə edən alqoritm və proqram işlənmişdir. Alqoritm ona əsaslanır ki, əgər yaxın dərinliklərdə yerləşən süxur təbəqələri eyni litologiyalıdırsa, onlar petrofiziki xassələrinə görə oxşar və eyni məlumat klasterinə aid olmalıdırlar. Əgər bu şərtlər hər hansı bir təbəqə üzrə yerinə yetirilmirsə, deməli oradakı süxurun litologiyası düzgün təyin edilməyib. Proqram klasterlərə bölünmüş QGT məlumatlarına, verilmiş litologiya kodlarının quyu kəsilişində paylanmasına görə, süxurların litoloji bölgünün korreksiyası barədə cədvəl hazırlanır.

Elastiklik parametrlərinin mühitin gərginlik vəziyyəti və seysmik sürətlərin müxtəlif variantlarına görə QDN çərçivəsində 3-cü tərtibli elastiklik modulları üzrə real seysmik profilə görə mühitin 2D modelləri qurulmuşdur. Bir nümunə kimi, şəkil 3-də (2-ci varianta görə) Z və X istiqamətlərində mühitin qeyri-xətti təsiri ( $F_{PZ}^R$  və  $F_{SX}^R$ ) və kombinə edilmiş 3-cü tərtibli ( $K1$  və  $N$ ) elastiklik modulları üzrə dərinlik kəsilişləri göstərilir.  $F_{PZ}^R$  və  $F_{SX}^R$  kəsilişlərinin müqayisəsi göstərir ki, onlar formaca oxşardırlar, lakin qiymətə görə təqribən 2.5 dəfə fərqlənirlər.  $K1$  və  $N$  kəsilişləri bir-birindən və  $F_{PZ}^R$ ,  $F_{SX}^R$  kəsilişlərindən kəskin fərqlənirlər.  $K1$  və  $N$  kəsilişlərində strukturun tağından periklinal hissəyə doğru profil və dərinlik boyunca əmsalların qiymətlərinin daha yüksək qradiyentlə dəyişməsi müşahidə olunur. Kəsilişlərdə görünür ki,  $K1$  и  $N$  modulları mühitin xassələrinin

dəyişməsinə  $F_{PZ}^R$  и  $F_{SX}^R$  -ə nisbətən daha həssasdırlar. Müəyyən edilmişdir ki, 3-ci tərtibli elastiklik modulları 2-ci tərtibliyə nisbətən geoloji mühitin fiziki xassələrinin profil və dərinlik boyunca dəyişməsinə daha həssasdırlar və onların kəsilişlərdə əks olunmalarına görə fərqlənirlər. Bu həmin modullar ilə mühitin daha detal tədqiq olunma imkanını göstərir.



Şəkil 3.  $F_{PZ}^R$  (a),  $F_{SX}^R$  (b),  $K1$ (c) və  $N$  (ç) elastiklik modulları kəsilişləri

#### IV FƏSİL. ÇÖKMƏ SÜXURLARIN ELASTİKLİK VƏ PETROFİZİKİ XASSƏLƏRİNİN SEYSMİK KƏŞFİYYAT VƏ QGT MƏLUMATLARINA GÖRƏ MODELƏŞDİRİLMƏSİ

Geoloji mühitin elastiklik xassələrinin qeyri-klassik yanaşma çərçivəsində tədqiqi üçün geofiziki məlumatlar əsasında qurulmuş 1D və 2D petrofiziki xassə modellərindən istifadə edərək, modelləşdirmə aparılmışdır. 1D və 2D modelləri dissertasiyadakı işlənmiş metodlardan və onların reallaşdırılması üçün tərtib edilmiş proqramlardan istifadə etməklə qurulmuşdur.

1D modelini qurmaq üçün konkret tədqiqat sahəsi üzrə QGT məlumatlarından və ya süxurların petrofiziki xassələri arasındakı asılılıqlara görə müəyyən edilmiş empirik tənliklərdən istifadə edilmişdir. Empirik tənliklər NŞ-dən istifadə edilməklə ayrılış QGT məlumat klasterlərinə görə təyin edilməsidir.

Geoloji mühitin 2D elastiklik xassə modelləri uzununa və eninə dalğalar üzrə nazik təbəqəli seysmik sürət, süxurların sıxlığı və gərginlik vəziyyəti 2D modellərdən istifadə etməklə qurulmuşdur. Sürət və sıxlıq xassələri üzrə 2D modelləri əsasən real seysmik profil məlumatlarının inversiyası nəticələrinə görə və ya sintetik şəkildə təyin edilmişdir. 2D sintetik modelləri QGT məlumatları üzrə 1D modellərini quyudan kənara seysmik profil üzərinə, onun horizontları boyunca mühitin termobarik vəziyyətinin dəyişməsi nəzərə alınmaqla, ekstrapolyasiya etməklə və ya empirik asılılıqlardan istifadə etməklə qurulmuşdur. Quyular seysmik profillərdən aralı olduqları üçün QGT üzrə 1D modelləri profillər üzərinə mühitin geoloji quruluşu və quyu lüləsinin əyriliyi nəzərə alınmaqla ekstrapolyasiya edilmişdir. Eninə dalğa sürəti üzrə 2D modeli işlənmiş metoda əsasən NŞ ilə seysmik profilin hər ÜDN nöqtəsi üçün proqnoz edilməklə qurulmuşdur. Həmçinin geostatik təzyiqin şaquli, üfqi və layların yatımı istiqamətli komponentləri üzrə modellər qurulmuşdur.

Müəyyən edilmişdir ki, 2D modelləşdirmə apararkən, əsasən aşağıdakı məsələlərin həllinə diqqət yetirilməlidir: mühitin fiziki xassələrinin seysmik profil boyunca dəyişmə xarakterinin və yerlərinin müəyyən edilməsi; proqnoz edilmiş elastiklik modulları kəsilişlərinin keyfiyyətinə seysmik sürət modelləri ilə nəzarət edilməsi; real və sintetik modelləri müqayisə etməklə sonuncunun keyfiyyətinin təyin edilməsi; seysmik vaxt kəsilişlərində müşahidə edilən anomalionaların təbiətinin müəyyən edilməsi; real seysmik materiallardan alınan petrofiziki xassə modellərinin gerçəkliyinin qiymətləndirilməsi.

Eyni süxur təbəqəsi strukturun müxtəlif hissələrində müxtəlif geodinamik, temperatur, doymululuq, pozulma və sair şəraitlərdə yerləşdiyi halda onun fiziki xassələri də həmin yerlərdə fərqli olur. Qeyri-klassik yanaşmaya görə müxtəlif tərtibli elastiki modulları hesablanarkən mühitin geodinamik vəziyyəti nəzərə alınır. Buna əsalararaq geodinamik vəziyyətin profil boyunca dəyişkənliyinə görə, 2D elastiki xassə modelinin korreksiya edilməsi metodu işlənmişdir. Metod hər hası bir istinad, məsələn quyu yerinə nəzərən modelin digər yerləri üzrə elastiki xassə qiymətlərini korreksiya etməyə imkan verir. Metodun tətbiqi nəticələrindən biri şəkil 9-da göstərilir.

Mühitin seysmik sürət modelinin dəqiqliyinin əhəmiyyətini nəzərə

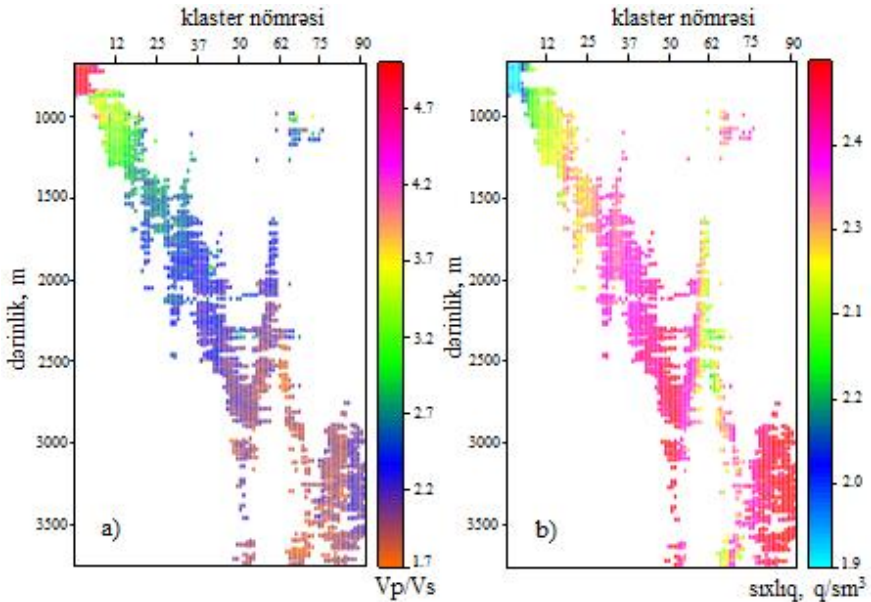
alaraq, ŞSP və 2D/3D məlumatlarına görə qurulmuş orta sürət modelindəki xətalərin QGT məlumatlarından və klaster analizindən istifadə edilməklə təyini metodu işlənmişdir. Metod stratigrafik sərhədlərin dərinliklərinin quyu və seysmik məlumatlara görə eyni olması prinsipinə əsaslanır. Metod iki tədqiqat sahəsi üzrə 2D və 3D məlumatlarına görə orta sürət modelinin korreksiyası və dəqiqliyinin təyin edilməsində istifadə edilmişdir. Korreksiya nəticəsində modeldəki xətalər 5% azalmışdır.

Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi üzrə hesablamalarda mühitdəki təzyiqlə barədə məlumatdan geniş istifadə edilir. Bunu nəzərə alaraq AYLT-nin proqnoz edilməsi üsulu işlənmişdir. Onunla AYLT kompleks QGT məlumatları əsasında qurulmuş 1D modellərinə görə NŞ ilə proqnoz edilir. Üsulun fərqli cəhəti AYLT-nin uzununa ( $V_p$ ) və eninə ( $V_s$ ) dalğa sürəti, süxurların sıxlığı və başqa xassələr üzrə məlumatlardan istifadə etməklə klaster analizi ilə proqnoz edilməsidir. Üsula görə hər hansı bir klaster zolağının dərinlik intervalında AYLT-nin mövcudluğu orada, qonşu dərinliklər ilə müqayisədə  $V_p/V_s$  nisbətinin çox, sıxlığın isə az olmasına görə proqnoz edilir. Üsulun tətbiqi nümunəsinə görə (şəkil 4) təqribən 1600-2500 m və 3000-3500 m dərinlik intervallarında AYLT proqnoz edilir. Bu üsul əsasında 2D AYLT modeli seysmik profilin inversiyası əsasında qurulmuş modellərə görə proqnoz edilməsi üsulu işlənmişdir. Bu zaman  $V_s$  üzrə 2D modeli NŞ ilə proqnoz edilir.

Süxurların petrofiziki xassələrinin quyu kəsilişi boyunca dəyişkənliyinin və xassələr arasındakı asılılıqların QGT məlumat klasterlərinə görə modelləşdirmə ilə tədqiqi metodu işlənmişdir. CXÇ-dəki bir necə quyunun QGT məlumatlarına görə NŞ ilə klaster analizi aparılmışdır. Klasterlərin dərinlik üzrə paylanması klaster kəsilişində (şəkil 4) müxtəlif formalı zolaqlar müşahidə olunur. Müəyyən edilmişdir ki, zolaqların alınması tədqiq edilən mühitin nazik təbəqəliyini, zolaqların forması isə mühitdəki süxurların petrofiziki xassələrinin dərinlik üzrə dəyişkənliyini xarakterizə edir. Zolağın eni xassələri oxşar olan süxurların sayını göstərir. Zolaqların sayı isə xassələri kəskin fərqlənən süxurların sayını göstərir.

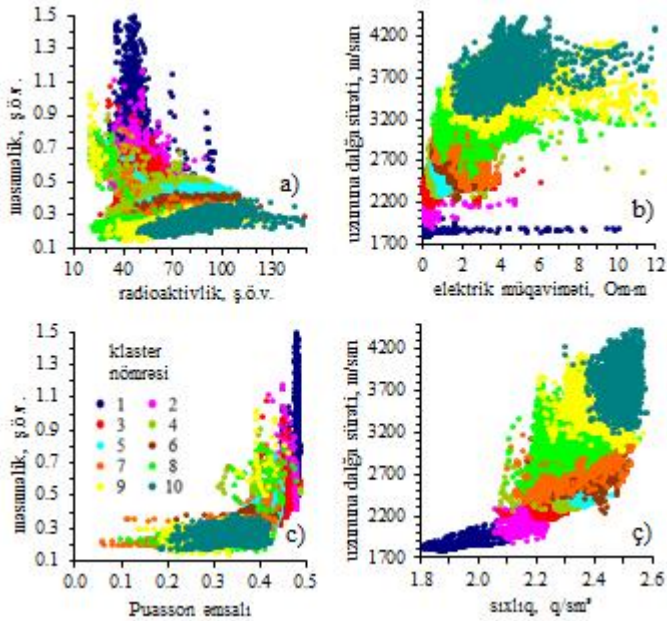
Süxurların petrofiziki xassələri arasındakı asılılıqlar QGT klaster məlumatlarına görə tədqiq edilmişdir. Hər bir klasterə görə asılılıq, əsasən mürəkkəb formadadır, bəzi klasterlər üzrə, ümumiyyətlə, hər-hansı bir asılılıq müşahidə olunmur (şəkil 5, b, ç). Radioaktivlik və məsaməlik arasında asılılıq olan və ya olmayan (şaquli və üfiqi istiqamətli) klasterlər müşahidə edilir (şəkil 5, a, c). Yaxşı izlənən asılılıqlar üzrə empirik tənliklər təyin edilmişdir. Göstərilmişdir ki, süxurların petrofiziki xassələri arası asılılıq-

larda, klasterlərə nisbətən, süxurların litoloji tərkibi üzrə xassə ölçüləri daha böyük diapazonda dəyişir və bir-birinə çox qarışır. Yəni xassələr arası asılılıq məlumat klasterində daha real əks olunur. Bunlar eyni litoloji tərkibli süxurların doyumluluğundan, yaşından, termodinamik şəraitdən və s. oxşar amillərdən asılı olaraq müxtəlif petrofiziki xassəli ola bilməsini və ya müxtəlif litoloji tərkibli süxurların oxşar petrofiziki xassəli ola bilməsini əyani şəkildə göstərir. Hətta eyni litoloji tərkibli süxurların petrofiziki xassələri arasındakı empirik asılılıqdan ancaq aprior məlumat almaq üçün istifadə etmək olar.



Şəkil 4. Uzununa və eninə dalğa sürətləri nisbəti (a) və süxurların sıxlığı (b) üzrə klaster nömrəsi kəsilşləri

Elastiklik modulları qiymətlərinin hesablanması üçün  $V_S$  barədə məlumat olmadıqda, onu proqnoz etmək lazım gəlir. Bunları nəzərə alaraq, NŞ-ni tətbiq etməklə  $V_S$  -in 1D və 2D modellərinin proqnoz edilməsi metodu işlənmişdir. Metoda görə əvvəlcə müxtəlif növ karotaj (uzununa və eninə dalğalı akustik, sıxlıq, elektrik, radioaktivlik, təzyiq temperatur və s.), klasterlərin və litologiya kodlarının paylanması və s. məlumatlar üzrə qurulmuş bütün 1D modellərinə görə NŞ öyrədilir. Sonra öyrədilmiş NŞ ilə onun ölçüsü aparılma-yan dərinlik intervalı və ya başqa quyu üzrə 1D  $V_S$  modeli proqnoz edilir.

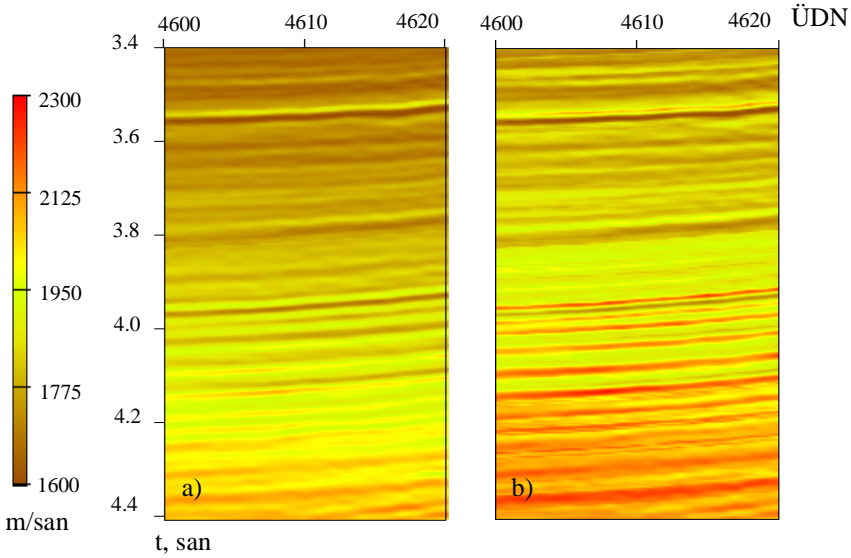


Şəkil 5. Məlumat klasterlərinə görə süxurların petrofiziki xassələri arasındakı asılılıqlar

$V_S$  üzrə 2D modelinin proqnozu quyu məlumatlarına görə öyrədilmiş NŞ ilə seysmik profilin inversiya nəticələri və digər məlumatlar üzrə qurulmuş 2D modellərinə görə edilir. NŞ ilə proqnoz edilmiş  $V_S$  2D modeli (şəkil 6, b) empirik asılılıqla proqnoz edilən modelə (şəkil 6, a) nisbətən böyük seçiciliyi və dinamik diapazonu ilə daha real görünür. İki sürət modelləri arasında maksimal fərq -4 və +13 % təşkil edir. Modelləşdirmə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, istifadə edilən məlumat tipinin sayı artdıqca, proqnozlaşdırma dəqiqliyi artır.

Klassik deformasiya nəzəriyyəindən fərqli olaraq qeyri-klassik yanaşmada əlavə olaraq 3-cü tərtibli elastiklik modulları hesablanır və süxurların məsaməlilik qiymətləri bəzi hesablama düsturlarında açıq şəkildə iştirak edir. Bu, real mühitdə olan süxurların məsaməliyi ölçüsünü təyin etmək imkanını yaradır. Bunu nəzərə alaraq, CXH-dəki tədqiqat sahələrindən biri üzrə QGT və 2D seysmik profil məlumatlarına görə süxurların məsaməliyinin tədqiqi üzrə modelləşdirmə aparılmışdır. Məsaməliyin ölçüsü real qiymətdən 10, 20 % az və çox verilmişdir.



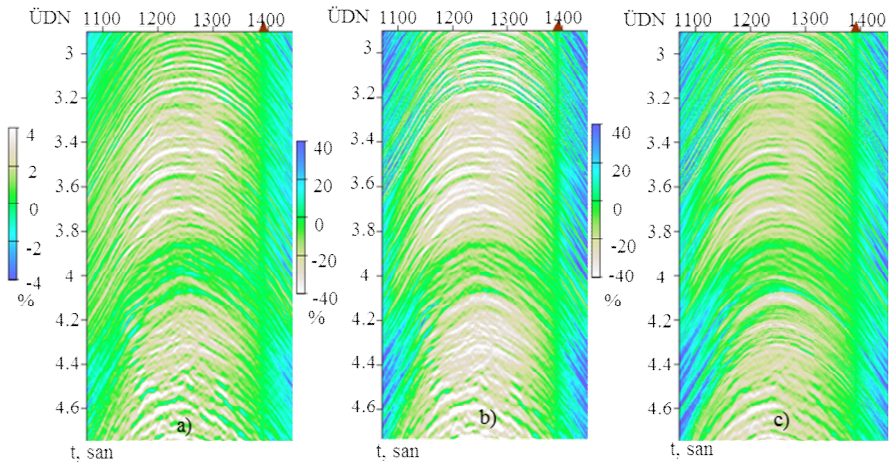


Şəkil 6. Empirik asılıqla (a) və neyron şəbəkəsi (b) ilə proqnozlaşdırılmış eninə dalğa lay sürəti modelləri

QGT məlumatlarına görə hesablanmış  $n_1$  və  $n_2$  3-cü tərtibli elastiklik modulları qiymətləri nəzərə çarpacaq dərəcədə fərqli alınmışdır. Seysmik sürət, təzyiq və məsaməliyin ayrı-ayrılıqda real qiymətlərdən 20% artıq verilməklə, hesablanmış  $n_1$  və  $n_2$  qiymətlərində əhəmiyyətli fərqlər müşahidə edilir. Alınmış fərqlər, sürəti və ya təzyiqli dəyişdikdə, böyük dərinliklərdə olan süxurlar üzrə təqribən 20-23 % təşkil edir. Məsaməliyin dəyişməsinə görə fərq bundan təqribən 2 dəfə azdır. 2D seysmik profilin elastiklik əmsalları qiymətlərinin profilin quyu ilə kəsişdiyi nöqtədəki ilə hər bir ÜDN nöqtəsindəki fərqiindən ibarət kəsilişlər hesablanmışdır (şəkil 7). Qiymətlərin maksimum fərqi Puasson əmsalına görə 4 %,  $n_1$  və  $n_2$  üzrə isə 40 % təşkil edir. Uzununa dalğa sürətinə görə belə fərqlər təxminən 5 %, məsaməliliyə görə isə 6 % təşkil edir.

Qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi çərçivəsində aparılmış modelləşdirmə nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, 3-cü tərtibli elastiklik modulları 2-ci tərtibli modullara nisbətən mühitin fiziki xassələrinin dəyişməsinə 10-100 dəfə daha həssasdırlar.  $n_1$  və  $n_2$  modullarından istifadə dərin qatla-

rın məsaməliyinin seysmik kəşfiyyat və seysmoloji məlumatlar əsasında modelləşdirmə ilə tədqiq etməyə imkan verə bilər.



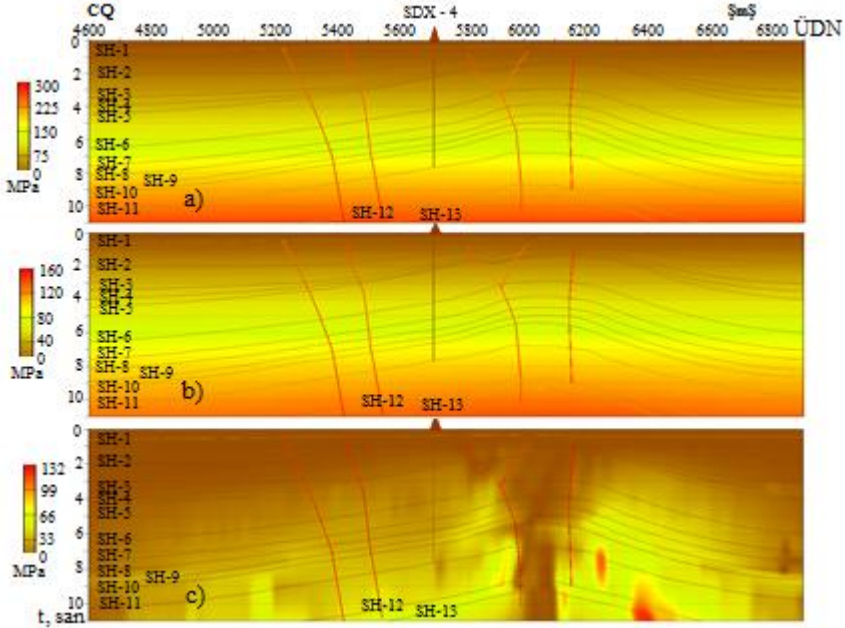
Şəkil 7. Puasson əmsalı (a) və 3-cü tərtibli elastiklik modulları  $n_1$  (b) və  $n_2$  (c) üzrə fərq kəsilisləri

## V FƏSİL. AZƏRBAYCANIN BƏZİ TƏDQIQAT SAHƏLƏRİ MÜHİTİNİN ELASTİKLİK VƏ PETROFİZİKİ XASSƏLƏRİNİN SEYSMİK KƏŞFİYYAT VƏ QGT MATERİALLARI ƏSASINDA TƏDQIQI

Məlumdur ki, Şah-dəniz, Naxçıvan və Ümid strukturları sahələrində 3D seysmik müşahidələri aparılmış, geofiziki materiallar yüksək səviyyədə emal və interpretasiya edilərək strukturların geoloji quruluşu dəqiq öyrənilmişdir. Dissertasiya işində bu strukturlar üzrə aparılan tədqiqatların əsas məqsədi onların mühitlərini işlənmiş yeni emal və interpretasiya metodları ilə tədqiq etmək olmuşdur.

Hər üç struktur üzrə geostatik təzyiğin şaquli, üfqi və laylan yatım istiqamətlərindəki komponentlərinin 2D modelləri hesablanmışdır. Şah-dəniz strukturu üzrə üfqi komponentin (şəkil 8, b) forması şaquli komponent (şəkil 8, a) ilə təqribən eynidir, lakin qiyməti daha azdır. Dərinlik artdıqca şaquli və üfqi komponentlər arasında fərq artır. Bu, üfqi komponent qiymətinin daha az qradientlə artması ilə əlaqədardır. Geostatik təzyiğin

təsiri ilə strukturun tağından onun sinklinalna doğru yönələn sürüşmə qüvvəsi yaranır. Onun qiymətini təyin etmək üçün seysmik sərhədlərin yatım bucağı kəsilişi hesablanmışdır. Kəsilişin bəzi yerlərində layların yatım bucağı 40 dərəcəyə çatır. Layların yatımı istiqaməti üzrə kəsiliş (şəkil 8, c) digərlərinə nisbətən daha mürəkkəb formadadır. Sürüşmə qüvvəsinin qiyməti şaquli komponentə nisbətən təqribən 40 - 45 % azdır.

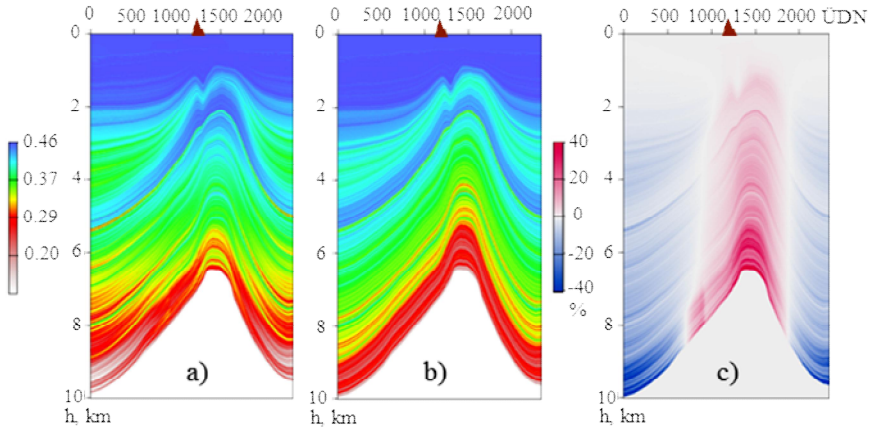


Şəkil 8. Geostatik təzyiqin şaquli (a), üfqi (b) və layların yatımı (c) istiqamətli komponentləri üzrə kəsilişlərin fraqmentləri

Bu strukturlar üzrə AYLТ-nin 2D modelləri hesablanmışdır. Model kəsilişlərində eyni lay üzrə və ümumən dərinlik artdıqca təzyiq də artır. Geostatik təzyiqin komponentləri və AYLТ modelləri tədqiq edilən strukturların mürəkkəb gərginlik vəziyyətində olduğunu göstərir. Bu modellərdən mühitin gərginlik vəziyyətini tədqiq etmək və 3-cü tərtibli elastiklik modullarını hesablanmaq üçün istifadə edilmişdir.

Mühitin gərginlik vəziyyətinin dəyişməsinin onun elastiklik xüsusiyyətlərinə təsirini müəyyən etmək üçün klassik və qeyri-klassik yanaşmalara əsasən Пуассон əmsalı üzrə 2D modelləri qurulmuşdur. Klassik yanaşmadan (şəkil 9, a) fərqli olaraq, qeyri-klassik yanaşma (şəkil 9, b) üzrə elastiklik əmsalı qiymətləri profil boyunca dəyişmir, yəni mühitin gərginlik

vəziyyətinin profil boyunca dəyişkənliyi geodinamik korreksiyada düzgün nəzərə alınmışdır. Korreksiya nəticəsində modellər arasındakı olan fərq (şəkil 9, c) götürülüb. Belə bir korreksiya lay sürəti 2D modelinə görə də edilmişdir. Eyni laya görə strukturun sinklinal, qanad və tağında quyu yerinə nisbətən sürətlərin müvafiq olaraq +12, +3 və -9 % ölçüsündə olan fərqləri korreksiyadan sonra aradan qaldırılıb. Mühitin gərginlik vəziyyətinin onun fiziki xüsusiyyətlərinə təsirinin tədqiqi real materiallar üzrə müşahidə edilən seysmik anomaliaların təbiətini daha mötəbər təyin etməyə imkan verə bilər.

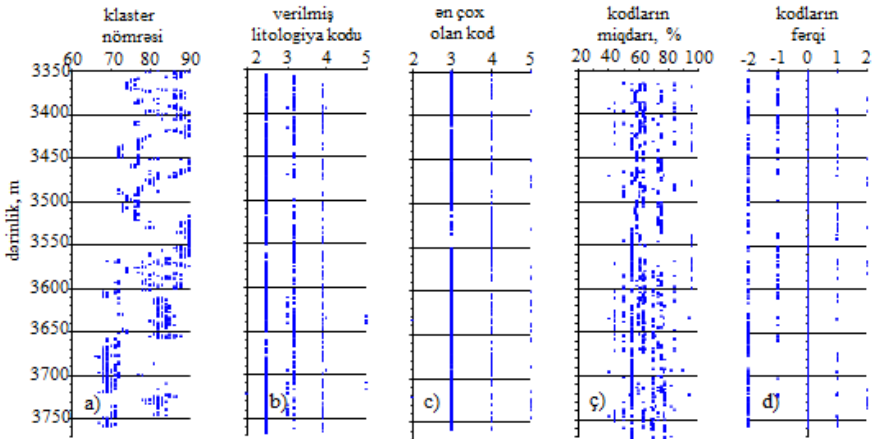


Şəkil 9. Puasson əmsalı üzrə 2D modeli mühitin gərginlik vəziyyətinə görə korreksiyadan əvvəl (a), sonra (b) və onların fərqi (c)

Eyni dərinlikdə strukturun tağında sinklinala nisbətən daha qədim çöküntülər yatdığı üçün orada lay sürətləri adətən böyük olmalıdır. Lakin, Şah-dəniz, Naxçıvan və Ümid strukturlarında, məsələn, 4 km dərinlikdə, təqribən eyni təzyiq şəraitində tağdakı seysmik sürət sinklinala nisbətən müvafiq olaraq təqribən 6, 6 və 4 % azdır. Bu anomaliyanın təbiətini əsasən süxurların neft və qazla yüksək doyumluluğu ilə izah etmək olar. Məlumdur ki, eyni lay üzrə lay təzyiqi və seysmik sürəti tağda sinklinala nisbətən az olmalıdır. Məsələn, “Fasil” lay dəstəsinə görə lay sürəti tağda sinklinala nisbətən, Naxçıvan, Şah-dəniz və Ümid üzrə müvafiq olaraq təqribən 18.2, 15.7 və 10.0 % azdır. Bu göstərir ki, mühitin seysmik sürət xassəsini öyrənərkən onun həmçinin gərginlik vəziyyəti nəzərə alınmalıdır. Bu strukturlar üzrə süxurların sıxlıq, məsaməlilik və gillilik xassələrinin 2D modelləri

qurulmuşdur. Sıxlıq modeli seysmik inversiya ilə birbaşa təyin edildiyi üçün məsələlilik və gillilik modellərinə nisbətən daha dəqiqdir. Modelə görə Şah-dəniz strukturunda sinklinaldan tağa doğru məsələliyin orta hesabla 24 % artması müəyyən edilmişdir.

Günəşli və Çıraq strukturları üzrə QGT məlumatlarına görə klaster analizi aparılmışdır. Bu zaman əsas məqsədlərdən biri əvvəlki tədqiqatlarda müəyyən edilən litoloji bölgünün mötəbərliyinin qiymətləndirilməsi və onu korreksiya etmək olmuşdur. Günəşli strukturundakı quyu üzrə klasterlərin və litologiya kodlarının paylanması qrafiklərində (şəkil 10, a, b) hər bir klasterə çoxlu sayda oxşar xassəli, yaxın dərinliklərdə yerləşən süxur təbəqələrinin aid olduğu görünür. Təbəqələrin qalınlığı quyudakı müşahidə addımına bərabərdir. Təbəqələr üzrə verilmiş litologiya kodlarına görə süxurlar bunlardır: qəhvəyi rəngli argillit (3), qum (4) və alevrolit, lil (5). Klaster nömrələrinin (şəkil 10, a) və litologiya kodlarının (şəkil 10, b) tez-tez dəyişməsi quyu kəsilişinin müxtəlif litoloji tərkibli süxur təbəqələrinin növbələşməsindən ibarət olduğunu əyani şəkildə göstərir. Klasterlərdə ən çox rast gəlinən süxurların kodları 3 və 4-dür (şəkil 10, c). Eyni litologiya koduna görə çoxluq təşkil edən təbəqələrin sayı, klasterdəki təbəqələrin ümumi sayının 50-70 %-dən artıq deyildir (şəkil 10, ç). Litologiya kodlarının fərqi qrafikində (şəkil 10, d) görünür ki, verilmiş litoloji bölgü ümumiyyətlə düzgündür, lakin onların korreksiyası tələb olunur. Alınan nəticələr verilmiş litoloji bölgünün mötəbərliyinin kəmiyyətcə təyində və korreksiyasında klaster təhlilinin yüksək effektivliyini göstərir.



Şəkil 10. Mühitin litoloji bölgünün mötəbərliyinin klaster analizi ilə təyini

Məlumdur ki, geoloji mühitdə təzyiq artdıqca seysmik dalğa sürəti qeyri-xətti artır. Bununla əlaqədar elastiklik əmsalları qiymətlərində yaranan xətalara qiymətləndirmək üçün qeyri-klassik yanaşmaya əsaslanan üsul işlənmişdir. Üsul Günəşli strukturundakı quyunun QGT məlumatlarına tətbiq edilmişdir və onun nəticələri aşağıdakı cədvəldə verilir. Üsulu tətbiq edərkən əvvəlcə QGT məlumatları verilmiş litoloji bölgüyə görə qruplaşdırılmışdır. Sonra hər bir qrupdakı məlumatlar süxurların petrofiziki xassələrinə görə 10 klasterə bölünmüşdür. Hər bir klaster məlumatlarına görə 3-cü tərtibli elastiki modulları “a”, “b” və “c” hesablanmışdır. Onların hər bir süxur üzrə orta qiymətləri cədvəlin aşağısında verərilir. Orada modulların (surətdə) böyük başlanğıc və kiçik başlanğıc (məxrəcdə) deformasiya hallarına görə qiymətləri göstərilir. Modulların qiymətləri deformasiya hallarına və süxurların tipinə görə fərqlənirlər. Cədvəldə müxtəlif süxurlar üzrə klassik (surətdə) və qeyri-klassik (məxrəcdə) nəzəriyyələrə görə hesablanmış Puasson əmsalı qiymətləri və onların fərqi (xəta, %) verilir. Bunlar mühitin elastiklik xassəsinin tədqiqində klassik nəzəriyyədən istifadə edilməsinin böyük xətalara gətirə biləcəyini göstərir. Buna görə də geofiziki məlumatların emalı və interpretasiyası müasir geodinamik dəyişikliklərin təsirini nəzərə alan nəzəriyyələr əsasında aparılmalıdır.

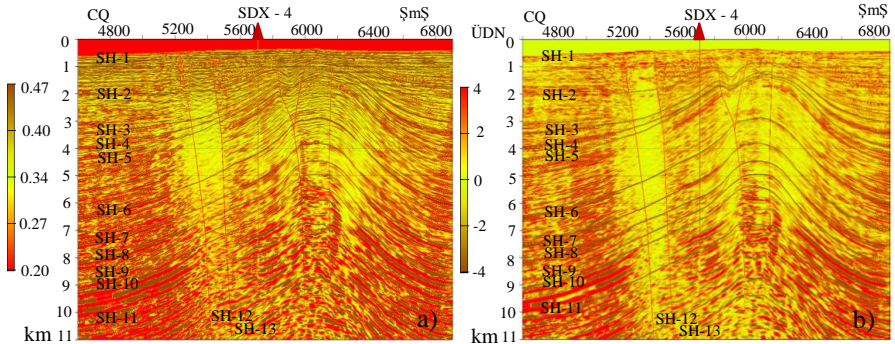
### 3-cü tərtibli elastiklik modullarının qiymətləri cədvəli

3-cü tərtibli elastiklik modulları	süxurların litologiyası				
	anhidrid	yaşıl və boz rəngli arqillit, şist, gil, sıxlaşmış gil	qəhvəyi rəngli arqillit	qum	alevrolit, lil
$a \cdot 10^{-3}$ , GPa	$\frac{-509,692}{-510,689}$	$\frac{-11,144}{-11,235}$	$\frac{-19,920}{-19,710}$	$\frac{-26,462}{-26,446}$	$\frac{-67,123}{-67,472}$
$b \cdot 10^{-3}$ , GPa	$\frac{17,936}{18,975}$	$\frac{-4,155}{-4,015}$	$\frac{-2,517}{-2,126}$	$\frac{1,548}{2,024}$	$\frac{-2,727}{-2,543}$
$c \cdot 10^{-3}$ , GPa	$\frac{2,557}{2,602}$	$\frac{-0,129}{-0,271}$	$\frac{-0,045}{-0,071}$	$\frac{0,126}{0,105}$	$\frac{0,059}{0,025}$
Puasson əmsalı, $\nu$ xəta, %	$\frac{0,4155}{0,4159}$ 0.10	$\frac{0,4200}{0,475}$ 13.10	$\frac{0,349}{0,3201}$ -8.28	$\frac{0,3013}{0,236}$ -21.67	$\frac{0,3400}{0,375}$ 10.29

CXÇ-dəki bəzi strukturların neftlilik-qazlılığının təyində işlənmiş metodların effektivliyini qiymətləndirmək üçün tədqiqat aparılmışdır. Onun

əvvəlkilərdən prinsiplial fərqləri digər məlumatlardan əlavə NŞ ilə proqnoz edilmiş eninə dalğa sürətindən və müxtəlif tipli, tərtibli elastiklik modulu kəsilişlərindən istifadə edilməsidir. ÜDN, AVO, elastiklik modulları kəsilişlərinin bir-biri ilə müqayisəsini asanlaşdırmaq üçün onlar xüsusiyyətləri saxlanılmaqla bəzən cəmləmə kəsilişlərinə kolibrə edilmişdir. Onlar aşağıda əksolunma kəsilişləri kimi adlandırılmışdır və digər kəsilişlər ilə birgə təhlil edilmişdir.

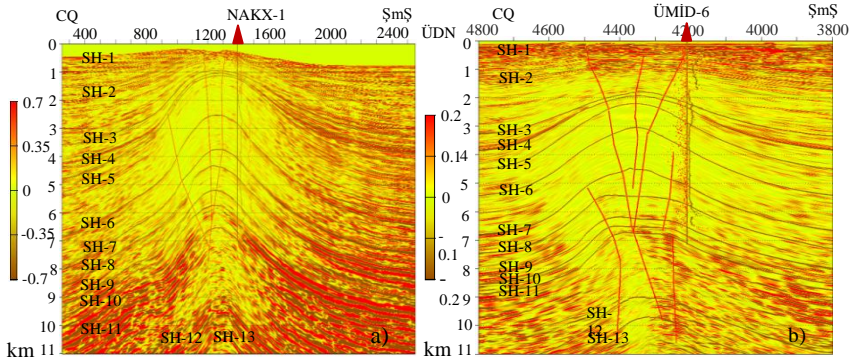
Puasson əmsalı kəsilişində (şəkil 11, a) strukturun sinklinal və qanad hissələrinə nisbətən tağda, xüsusən SH-4 (MQ-ın tavanı) ilə SH-11 (MQ-ın dabanı) horizontları arasındakı intervalda əmsalın qiymətinin əhəmiyyətli dərəcədə artımı və dispersiyasının azalması, sinfaz oxlarının müntəzəmliyinin pozulması və akustik sərhədlərin sərtliyinin azalması müşahidə edilir. Bu anomaliyalar Lamé  $\mu$  əmsalı əksolunma kəsilişində (şəkil 11, b) də müşahidə edilir. Qeyd edilən anomaliyalara əsasən, strukturun daha çox neft-qazlılığı ÜDN  $\approx 5800 - 6300$  hissədə, SH-7 (Sabunçu lay dəstəsinin tavanı) və SH-11 arası intervala görə proqnoz edilir. MQ-dan aşağı horizontlar SH-12 və SH-13 (Təbaşir və Yura cöküntülərinin səthi) arası intervallarda tağda akustik sərhədlərin pozulma xarakteri MQ-da olanlardan fərqlənir.



Şəkil 11. Şah-dəniz strukturu üzrə Puasson əmsalı (a) və Lamé  $\mu$  əksolunma (b) əmsalı kəsilişlərinin fraqmentləri

Naxçıvan strukturu üzrə kəsilişdə (şəkil 12, a) SH-5 (Orta Pliosenin yuxarılarına yaxın) və SH-11 arası intervalda sinklinal hissəyə nisbətən tağda əmsalın qiymətinin kəskin azalması şəffaf yazı şəklində müşahidə edilir. Belə azalma interval lay sürətləri modelində də görünür. Şah-dəniz strukturundan fərqli olaraq, burada tağ hissədə seysmik yazımın intensivliyi

daha azdır. SH-10 (Qırməki üstü gilli dəstə) və SH-11 horizontları arası intervalda sifaz oxları tağda daha müntəzəmdir. Əmsal qiymətinin azalması zolağı ÜDN  $\approx 1150 - 1450$ -də, SH-11-dən aşağıdakı intervalda müşahidə edilir və onun eni dərinlik artdıqca artır.



Şəkil 12. Naxçıvan strukturu üzrə Lamé  $\mu$  (a) və Ümid strukturu üzrə Poisson (b) əmsalları əksölünmə kəsilişlərinin fraqmentləri

Ümid strukturu üzrə Poisson əmsalı əksölünmə kəsilişində (şəkil 12, b) tağ hissədə (ÜDN  $\approx 4275 - 4460$ ) SH-7 horizontundan daha dərinə qədər seysmik sərhədlərin horizontal yatımı müşahidə edilir. Bu, əsasən həmin hissədə süxurların qazla yüksək doyumluluğu səbəbindən seysmik sürətlərin kəskin azalması ilə əlaqədardır. 2D lay sürəti modelində sürətlərin 20 % çoxaldılması nəticəsində yenidən hesablanmış kəsilişdə sərhədlər daha real forma almışdır. Bundan əlavə, tağ hissədə seysmik sərhədin intensivliyinin və formasının dəyişməsi, differensiasiyasının artması müşahidə edilir. Bu anomalialar qazla doyumluluğun əlamətləridir. Ümid strukturu üzrə qazla yüksək doyumluluq proqnozu sonradan qazılan quyu məlumatlarına görə təsdiq olunmuşdur.

Hər üç struktur üzrə neft-qaz doyumlu laylara görə, tağ hissədə neftli-qazlı yerin sərhədləri elastiklik əmsalı qiymətlərinin kəskin dəyişməsinə görə proqnoz edilir.

Əlbəttə ki, strukturların neftqazlılığının və onun hüdudlarının inamlı proqnozunu ancaq 3D seysmik məlumatlarına görə hesablanmış müxtəlif atribut, həmçinin AVO kəsilişlərinə və qurulmuş xəritələrə görə etmək olar. Lakin bu zaman əlavə olaraq 2-ci və 3-cü tərtibli elastiklik əmsalları kəsilişlərindən istifadə edilməsi mühitin hərtərəfli tədqiqinin və müvafiq olaraq onun neftqazlılığının təyini dəqiqliyini dəfələrlə artırmağa imkan verə bilər.



## ƏSAS NƏTİCƏLƏR

Dissertasiya işi üzrə aparılan tədqiqatların əsas elmi və praktiki nəticələri aşağıdakılardan ibarətdir:

1. Mühitin gərginlik vəziyyətinin və seysmik sürətinin müxtəlif variantlarına görə qeyri-klassik deformasiya nəzəriyyəsi (QDN) bazasında 2-ci və 3-cü tərtibli elastiklik modullarının QGT və seysmik kəşfiyyat məlumatlarına görə təyin edilməsi metodu işlənmişdir və tətbiq edilmişdir.

2. Seysmik profil boyunca mühitin gərginlik vəziyyətinin dəyişkənliyi ilə əlaqədar elastiklik qiymətinin fərqli alınmasını aradan qaldırmaq üçün QDN bazasında geodinamik korreksiya metodu işlənmişdir. Metodu tətbiq etməklə seysmik sürət və elastiklik əmsalı 2D modelləri geodinamik korreksiya edilmişdir. Nəticədə eyni lay üzrə fiziki parametrlərin ölçüləri strukturun müxtəlif yerlərində eyni alınmışdır. Mühitin xassəsinin profil boyunca quyruq yerinə nisbətən fərqlənməsi kəsilişinin alınması, 2D sintetik və ya real modellərin müqayisəsi və bir-birinə gətirilməsi alqoritmləri və proqramları işlənmişdir.

3. Uzununa və eninə dalğa sürətlərinin laboratoriyada və real mühitdə müxtəlif təzyiqlərdə ölçülmüş qiymətləri QDN əsasında yaradılmış alqoritmə görə 3 komponentə ayrılmışdır. Alınan yeni məlumatlar təzyiğin dəyişməsi ilə əlaqədar sürətin dəyişmə xarakterini müxtəlif süxurlar üzrə daha birmənalı müqayisə etməyə imkan verir.

4. CXH-dəki bir neçə tədqiqat sahəsi üzrə QGT məlumatlarına görə süxurların fiziki xassələri arasında asılılıqlar qurulmuş, onları approksimasiya edən tənliklər təyin edilmişdir. Uzununa, eninə dalğa sürətləri, süxurların sıxlığı, elastiklik, gərginlik vəziyyəti üzrə 1D və 2D nazik təbəqəli modellərin qurulması və proqnozlaşdırılması metodları işlənmişdir. Modellər qurulmuşdur.

5. Neyron şəbəkələrinin (NŞ) bəzi imkanları QGT və 2D seysmik məlumatlarının emalı və interpretasiyası metodlarında, alqoritmlərində reallaşdırılmışdır. NŞ ilə QGT məlumatlarının klasterləşdirilməsi və proqnozu metodları işlənmişdir. Eninə dalğa sürəti üzrə 2D nazik təbəqəli modelin QGT və 2D seysmik məlumatlarına görə NŞ ilə proqnozu metodu işlənmişdir. Klasterləşdirilmə və proqnozlaşdırma parametrlərinin optimal qiymətləri testləşdirmə ilə təyin edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, süxurların petrofiziki xassələri NŞ ilə empirik tənliyə nisbətən on dəfələrlə dəqiq proqnoz edilir.

6. QGT, 2D seysmik və MSK məlumatların emal qrafları, emal və interpretasiya alqoritmləri, metodları işlənmiş və təkmilləşdirilmişdir. Onlar daha dəqiq, real və yeni nəticələrinin alınmasına imkan verir.

7. Dissertasiyadakı işlənmiş metodları, alqoritmləri reallaşdırmaq üçün “GEOPRESS” proqram kompleksi yaradılmışdır. Onun qurulması prinsipləri, imkanları, texnologiyası və 45 əsas proqramı işlənmişdir. Kompleks ABŞ-nın Denver Universitetində yaradılmış “CWP” geofiziki proqram paketi çərçivəsində işləyir və onun imkanlarından istifadə edir. Kompleksin və “CWP” birlikdə tətbiqi: QGT və seysmik materiallara görə mühitin geodinamik vəziyyəti nəzərə almaqla onun elastiklik xassələrini 2-ci və 3-cü tərtibli modulalara görə tədqiq etməyə, mühitin 1D, 2D petrofiziki xassə və gərginlik vəziyyəti modellərini qurmağa; onları NŞ ilə proqnoz etməyə, modeli QDN əsasında geodinamik korreksiya etməyə, NŞ ilə proqnozlaşdırmağa; çoxdalğalı MSK, ŞSP və 2D məlumatlarını emal etməyə; digər oxşar əməliyyatları yerinə yetirməyə imkan verir.

8. Müəyyən edilmişdir ki, süxurların seysmik sürətinin və sıxlığının dəyişməsinə 3-cü tərtibli elastiklik modulları 2-ci tərtibliyə nisbətən çoxlu dəfə həssasdırlar. Bu 3-cü tərtibli modullar ilə geoloji mühiti daha detal tədqiq etməyə imkan verir.

Kvarsit mineralının və QGT məlumatlarına görə çökmə süxurların məsaməliliyinin (çatlılığının) dəyişməsinin 3-cü tərtibli  $n_1$  və  $n_2$  elastiklik modulları qiymətinə təsiri tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, modullar məsaməliyin, sürətin və təzyiğin dəyişməsinə çox həssasdırlar. Bu modullar ilə mühitin dərin qatlarının məsaməliyin tədqiqi üçün çox vacib yeni imkan yaradılmışdır.

9. QDN-nin tətbiqi nəticəsində QGT məlumatlarına görə müəyyən edilmişdir ki, klassik deformasiya nəzəriyyəsinə görə hesablanmış Puasson əmsalı qiyməti bir sıra süxurlarda -22 +13 % hüdudunda xəta ilə təyin edilir.

10. Çoxdalğalı MSK məlumatları emal və interpretasiya edilərək kiçik təzyiq şəraitində yerləşən çökmə süxurların seysmik sürət və elastiklik xassələri təyin edilmişdir. ŞSP məlumatları üzrə kvazianizotropiya ilə əlaqədar uzununa dalğa sürəti xətası təyin edilmişdir. MSK və ŞSP məlumatları üzrə, SV və SH eninə dalğaların sürətlərinə görə süxur dənələrinin qablaşma istiqaməti ilə əlaqədar 1.6 - 8.4 % ölçüsündə anizotropiya aşkar edilmişdir. Doyumlu olmayan, böyük boşluqlu qəmbərli süxurlar üzrə Puasson əmsalının mənfii qiyməti alınmışdır.

11. Şah-dəniz, Günəşli və Çıraq strukturları QGT məlumatları üzrə NŞ ilə alınmış klaster kəsilişinə görə mühitin dərinlik boyunca nazik

təbəqəlilik dərəcəsi və süxurların petrofiziki xassələrinin dəyişkənliyi təyin edilmişdir. Quyular üzrə süxurların litoloji bölgüsünün mötəbərliyi kəmiyyətə təyin edilmişdir. Aşkar edilmişdir ki, QGT məlumatlarına görə süxurların petrofiziki xassələri arasındakı asılılıq litologiyaya nisbətən, klasterlərə ayrılmış məlumatlara görə daha dəqiq xarakterizə olunur.

12. Şah-dəniz, Naxçıvan, və Ümid strukturları üzrə QGT və 2D məlumatları əsasında mühitin 2D petrofiziki xassə modelləri qurulmuş, eninə dalğa sürəti proqnoz edilmişdir. Onlara görə eyni lay üzrə sinklinaldan tağa doğru geostatik təzyiqin, seysmik sürətin, süxurların gillilik, məsaməlilik və sıxlıq qiymətlərinin dəyişməsi xarakteri müəyyən edilmişdir. Yunq modulu, Puasson, Lame, 3-cü tərtibli elastiklik əmsalları və AVO atributları kəsilişlərindəki anomaliaların neftlilik-qazlılıqla əlaqədar olduğu göstərilmişdir.

**Dissertasiya işinin əsas məzmunu aşağıdakı elmi əsərlərdə öz əksini tapmışdır:**

1. Ağayev X.B. Mühitin orta sürət modelinin dəqiqliyinin təyini barədə // Azərbaycanca Geofizika Yenilikləri, 2008, № 1, s. 17 - 21.
2. Ağayev X.B., Allahverdiyev E.Q., Atakişiyev F.Ə. Orta sürətin kvaziotropiyasının təyini nümunəsi // Azərbaycanca Geofizika Yenilikləri, 2008, № 2, s. 22-24.
3. Ağayev X.B. Kiçik sürətlər zonasının akustik xüsusiyyətinin tədqiqi // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2008, № 8, s. 1-6.
4. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Оценка влияния напряженного состояния реальной среды на упругие параметры осадочных пород / Тезисы докладов Международной конференции EAGE «Conference Caspian and Black Sea». Баку: EAGE / ASPG, 2008, A35.
5. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Моделирование сейсмических записей с учетом напряженного состояния среды / Тезисы научной конференции “Геофизические технологии мониторинга геологической среды“. Львов, 2008, p. 150-151.
6. Ağayev X.B. Geoloji kəsilişin yuxarı hissəsində qaz yığılması ehtimal olunan tələlərin seysmik tədqiqatla müəyyən edilməsi nümunəsi // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2009, № 3, s. 3-7.
7. Сафаров И.Б., Агаев Х.Б., Шахмарданов К.В. Пример изучения упругой анизотропии осадочных пород при лабораторных условиях и в реальной среде//Нефть и газ Грузии, 2009, №25, с. 14-24.
8. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б., Ширинов Н.М. Исследование влияния

- давления на значения упругих параметров геологической среды на основе сейсмических и скважинных данных / Материалы IX Международной научной конференции «Мониторинг геологических процессов». Киев: Из-во Киевского Национального университета им. Тараса Шевченко, 2009, с. 17-18.
9. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Моделирование сейсмических разрезов с учетом напряженного состояния среды // Геодинамика, 2010, № 1(9), с. 81-86.
  10. Агаев Х.Б. К исследованию скоростей распространения сейсмических волн на основе неклассической теории деформаций // Известия НАН Азербайджана. Науки о Земле, 2010, № 3, с. 23-28.
  11. Guliyev N.H., Aghayev Kh.B., Shirinov N.M. The research of the influence of the pressure to the values of elastic parameters of geological medium on the basis of seismic and well data // Herald of Kyiv National University named after T.Shevchenko, Geology, 2010, № 50, с. 10-16.
  12. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Моделирование упругих параметров среды с учетом его геодинамического состояния / Тезисы Азербайджанской Международной Геофизической Конференции «Пути повышения эффективности геофизических исследований в активных геодинамических условиях на примере Южно-Каспийской впадины. Баку: Нафта-Пресс, 2010, с. 37.
  13. Aghayev Kh.B. On acoustic models of the geological environment within the framework of non-classical theory of deformations / Materials of International Workshop «The influence of recent geodynamics on the physicommechanical state of the geological environment of the sedimentary cover». Baku: Nafta-Press, 2010, p. 95-98.
  14. Агаев Х.В., Мамедова А.М., Аллахвердиев Е.Г., Боровикова Ф.Ю. Опыт создания банка данных о сейсмических скоростях // Геофизические Новости Азербайджане, 2011, № 1-2, с. 10 - 13.
  15. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Определение физико-механических свойств пород осадочного чехла на основе сейсмических, скважинных данных и теории упругих волн напряженных сред // Геофизический журнал, 2011, т. 33, № 6, с. 126-135.
  16. Ağayev X.B. Çökmə süxurların elektrik müqavimətinə görə uzununa seysmik dalğa sürəti təyininin düzgünlüyü barədə // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, 2011, № 11, s. 3-7.
  17. Сафаров И.Б., Агаев Х.Б. Упругие модули кристалла сподумена при давлении до 2,0 ГПа // Геодинамика, 2012, № 1(2), с. 163-167.

18. Aghayev KH.B., Amrahov A.T., Mehraliyev F.E. Engineering-geophysical reserches by translucence of cross-hole phase method // Geophysics news in Azerbaijan, 2012, № 1-2, p. 17-21.
19. Ağayev X.B. Kəskin akustik sərtlikli lay olan mühit üzrə seysmik kvazianizotropiyanın tədqiqi // AMEA-nın Xəbərləri. Yer Elmləri seriyası, 2012, № 2, s. 22-28.
20. Ağayev X.B., Kərimov A.Z., Mehrəliyev F.E. Çoxdalğalı saquli mikroseymik profilləmə metodu ilə mühəndisi-geofiziki tədqiqatlar haqqında // Azərbaycanca Geofizika Yenilikləri, 2012, № 3-4, s. 13-17.
21. Ağayev X.B. Quyu geofiziki tədqiqat məlumatlarının klasterlərə görə interpretasiyası (CXÇ-dəki yataq üzrə) // AMEA-nın Xəbərləri. Yer Elmləri seriyası, 2012, № 4, s. 28-32.
22. Агаев Х.Б. Прогнозирование модели скоростей распространения поперечных волн по данным геофизических исследований скважин и сейсморазведки с применением нейронных сетей // Геоинформатика, 2012, № 4(44), с. 46-52.
23. Ağayev X.B. 2D seysmik işlərində "RELEY" səth dalğasının dəf edilməsi haqqında // Azərbaycan Neft təsərrüfatı, 2012, № 11, s. 12-16.
24. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Гулиев И.С. Прогнозирование упругих свойств среды по данным ГИС и сейсморазведки с применением кластерного анализа на нейронных сетях / Материалы XI Международной конференции "Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты", 2012, Киев: , 2723.
25. Агаев Х.Б. Моделирование пористости геологической среды с использованием неклассической теории деформаций / Материалы Международной научно-практической конференции "Мунайгаз кешенің озектімәселелері". Алма-ата: ТОО Ак-Шағыл, 2012, с. 54-62.
26. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Определение эмпирических зависимостей между скоростями продольных и поперечных волн по данным ГИС с применением кластерного анализа на нейронных сетях / Материалы Международной научной конференции "Комплексный подход для оценки углеводородных ресурсов". Баку. 2012, с. 167.
27. Агаев Х.Б., Мехралиев Ф.Е., Тагиев Г.Н. Определение некоторых петрофизических свойств пород верхней части геологического разреза по методу микросейсмического каратажа, Геофизические Новости Азербайджане, 2013, № 4, с. 3-6.

28. Агаев Х.Б. Применение кластерного анализа для расчленения геологического разреза по данным каротажа скважины // Каротажник, 2013, № 5, с. 3 - 11.
29. Aghayev Kh.B., Guliyev N.H. Studying of physical-mechanical properties of rocks of geological section considering the influences of recent geodynamics // Journal of Chemistry and Chemical Engineering, 2013, v. 7, № 5, p. 441-455.
30. Агаев Х.Б., Кулиев Г.Г., Гулиев И.С., Етирмишли Г.Д. Применение кластерного анализа при изучении петрофизических свойств среды / Материалы XII Международной конференции «Геоинформатика: теоретические и прикладные аспекты». Киев: , 2013, 5120.
31. Агаев Х.Б. Алгоритм ослабления шумов в данных ГИС с применением кластерного анализа // Каротажник, 2013, №11, с. 97-103.
32. Агаев Х.Б. Моделирование пористости геологической среды с использованием неклассической теории деформаций // Нефтяное хозяйство, 2013, № 10, с. 92-94.
33. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Метод исследования и компьютерный пакет программ обработки и интерпретации данных сейсмозаведки и ГИС с учетом влияния современной геодинамики. 1-я книга-Углеродородный потенциал и геодинамика Азербайджанской части Южно-Каспийской Впадины. Глава II. Подраздел 2.1. «Nafta-Press», 2016, с. 39-52.
34. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б., Джаббаров М.Д., Гасанова Г.Г. Сейсмическая анизотропия. 1-я книга-Углеродородный потенциал и геодинамика Азербайджанской части Южно-Каспийской Впадины. Глава IV. Подраздел 4.2. «Nafta-Press», 2016, с. 105-142.
35. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Обработка результатов лабораторных экспериментов при высоких термобарических условиях и приложения. 1-я книга-Углеродородный потенциал и геодинамика Азербайджанской части Южно-Каспийской Впадины. Глава XI. «Nafta-Press», 2016, с. 285-297.
36. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б., Гасанова Г.Г. Основные зависимости кинематических и динамических параметров волнового поля в рамках неклассически линеаризированной теории. 3-я книга- Геодинамические исследования и мониторинг. Глава I. Подраздел 1.1. «Nafta-Press», 2016, с. 9-14.
37. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б. Критерии прогноза на основе разностных разрезов тектонофизических параметров. 3-я книга- Геодинамические исследования и мониторинг. Глава IV. Подраздел 4.1.

«Nafta-Press», 2016, с. 161-81.

38. Guliyev N.H., Aghayev Kh.B. and Hasanova G.H. Determining the Elastic Moduli of the Third Order for Sedimentary Rocks Based on Well-Logging Data. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, 2016, Vol. 52, No. 6, pp. 836–843.
39. Кулиев Г.Г., Агаев Х.Б., Гасанова Г.Г. Определение модулей упругости третьего порядка для осадочных пород на основе скважинных геофизических данных. *ФИЗИКА ЗЕМЛИ*, 2016, № 6, с. 54-60.

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'Guliyev' or similar, written in a cursive style.

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ  
ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН С ПРИМЕНЕНИЕМ  
НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ ДЕФОРМАЦИЙ И  
НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

**РЕЗЮМЕ**

С целью повышения эффективности сейсморазведки и ГИС, разработаны и усовершенствованы методы и алгоритмы их обработки и интерпретации с учетом геодинамического состояния среды. На их основе, на базе геофизического пакета “СWP” был создан комплекс “GЕOPRESS”, состоящий из 45-и программ. С их использованием данных ГИС и сейсмике по средам некоторых участков ЮКБ проведены исследования по созданию моделей петрофизических, геодинамических и упругих свойств среды, геодинамической коррекции моделей, прогнозированию моделей по НС, обработке данных МСК, ВСП, 2Д и интерпретации полученных материалов.

По скоростям поперечной волны определена анизотропия, связанная с направлением упаковки зерен пород. Установлено, что модули упругости 3-го порядка более чувствительны к изменению упругости породы, чем 2-го порядка. Создан новый подход исследования пористости среды по сейсмическим данным. По кластерным разрезам полученных с НС по данным ГИС скважин, количественно определено тонкослоистость среды, петрофизическая изменчивость, достоверность литологической отбивки. Определено, что зависимость между петрофизическими свойствами пород более точно характеризуется кластерами, чем по литологии.

По структурам Шах-дениз, Нахчыван и Умид прогнозированы модели по петрофизическим и упругим свойствам среды. Определены характер изменения давления, скорости, глинистости, пористости и плотности пород вдоль сейсмических профилей. Показаны, что выявленные на моделях аномалии связаны с нефтегазаностью.



**KHANLAR BOYUKAGA AGHAYEV**

**DEVELOPMENT OF METHODS OF PROCESSING AND  
INTERPRETATION OF DATA OF SEISMIC EXPLORATION,  
WELL LOGGING USING NON-CLASSICAL THEORY OF  
DEFORMATIONS AND NEURAL NETWORKS**

**SUMMARY**

The methods and algorithms of their processing and interpretation are developed and improved taking into account the geodynamic state of the medium in order to increase the efficiency of seismic exploration and well logging. The "GEOPRESS" complex consisting of 45 programs is created on their basis, based on the geophysical package "CWP". The studying of the medium on some areas in the SCB on creation of models of petrophysical, geodynamic and elastic properties, geodynamic correction of models, prediction of models on NN, data processing of MSL, VSP, 2D and interpretation of all these materials is conducted with their use on well logging and seismic data.

The anisotropy related with the direction of packing of the rock grains is determined on velocities of shear waves. It is established that the elasticity moduli of the third order are more sensitive to changes of the elasticity of the rock than the second order. A new possibility of studying the porosity of the medium on seismic data is created. The thin layering of the medium, petrophysical variability, and the reliability of lithological division are quantitatively determined on cluster sections obtained by NN on well logging data. It is determined, that the relation between the petrophysical properties of rocks is more accurately characterized by clusters than by lithology.

The models are predicted on petrophysical and elastic properties of the medium on Shah-deniz, Nakhchivan and Umid structures. The nature of change of pressure, velocity, clayiness, porosity and density of rocks along seismic profiles are determined. It is shown that the revealed anomalies in the models, are related to oil and gas.

Sifariş № 5. Tirajı 100 nüsxə

---

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyası  
Geologiya və Geofizika İnstitutunun mətbəəsi.  
Bakı, H.Cavid pr. 119, Tel.: 539-39-72

**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК АЗЕРБАЙДЖАНА  
ИНСТИТУТ ГЕОЛОГИИ И ГЕОФИЗИКИ**

---

*На правах рукописи*

**АГАЕВ ХАНЛАР БЕЮКАГА оглы**

**РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ОБРАБОТКИ И ИНТЕРПРЕТАЦИИ  
ДАНЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ, ГЕОФИЗИЧЕСКИХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ СКВАЖИН  
С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕКЛАССИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ  
ДЕФОРМАЦИИ И НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

2507.01 – Геофизика, геофизические методы поисков  
полезных ископаемых

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора наук по наукам о земле

**БАКУ – 2018**