

QUYU GEOFİZİKİ TƏDQIQAT MƏLUMATLARININ KLASTERLƏRƏ GÖRƏ İNTERPRETASIYASI (CXÇ-dəki yataq üzrə)

X.B.Ağayev

*AMEA Geologiya İnstitutu
AZ1143, Bakı, H. Cavid prosp., 29A*

Məqalədə geofiziki tədqiqat məlumatlarının süni neyron şəbəkəsindən istifadə etməklə klasterlərə ayrılması, klasterlərin dərinlik və petrofiziki xüsusiyyətləri üzrə paylanmasının interpretasiyası nəticələri şərh edilir. Klasterlərin dərinlik üzrə paylanmaya görə mühitin nazik təbəqəliliyi kəmiyyətə müəyyən edilmişdir. Süxurların petrofiziki xüsusiyyətləri arasındakı asılılığın hətta klasterlərə bölünmüş məlumatlara görə təyin edilməsinin mürəkkəb olduğu göstərilir. Klasterlərin paylanmasından istifadə edilməsi mürəkkəb geoloji quruluşa və termodinamik şəraitə malik mühitdəki süxurların petrofiziki xüsusiyyətlərinin dərinlik üzrə paylanmasını və onların qarşılıqlı əlaqəsini daha dəqiq və mötəbər təyin etməyə imkan verir.

Giriş. Laboratoriya şəraitində çökmə süxur nümunələri üzrə aparılan tədqiqatların nəticələri göstərir ki, eyni litoloji tərkibli süxurlar yaşın, doymuluğun, sementləşmənin, təzyiqin, temperaturun və digər bu cür amillərin fərqli olması səbəbindən petrofiziki xüsusiyyətlərinə görə kəskin fərqlənə və yaxud oxşar petrofiziki xüsusiyyətli süxurlar fərqli litoloji tərkibli ola bilərlər (Мармонштейн, 1985). Real mühitdə isə, məsələn, gil laylarında anomal yüksək lay təzyiqi (AYLT) olduqda onlar üzrə seysmik dalğaların yayılma sürətləri aşağı olur (Буряковский и др., 1986) və digər petrofiziki xüsusiyyətlər fərqlənir. Buna görə də süxurun litoloji tərkibi və ya petrofiziki xüsusiyyətləri məlum olduqda belə, birini digərinə görə hər zaman lazımı dəqiqliklə proqnozlaşdırmaq olmur. Bu çətinlik xüsusən mürəkkəb geoloji quruluşu və termodinamik şəraiti, neft-qazlılığı, palçıq vulkanları, AYLT-nin olması və çökmə süxurlarının yüksək məsaməliliyi ilə səciyyələnən Cənubi Xəzər çökəkliyi (CXÇ) üzrə quyu geofiziki tədqiqat (QGT) materiallarının interpretasiyası zamanı da yaranır (Буряковский, 1985). Buradakı diapir formalı strukturlarda qazılmış quyulara görə eyni stratigrafik mənsubiyyətli süxurların petrofiziki xüsusiyyətləri əsasında onların litoloji tərkibini, doymumluluğunu yüksək dəqiqliklə təyin etmək olmur. Belə çətinlik QGT və 2D/3D seysmik materialları ilə geoloji kəşilişin proqnozlaşdırmasında da qarşıya çıxır (Guliyev et al., 2010).

Son zamanlar QGT məlumatlarını interpretasiya edərkən süni neyron şəbəkəsi əsasında hesab-

lanan klasterlərin analizindən geniş istifadə edilir (Chashkov, Valery, 2011; <http://hdl.handle.net/10197/1914>, <http://www.neurogeo.nm.ru/index.htm>). Bu, böyük həcmdə və müxtəlif tipli QGT məlumatlarını kompüterdə oxşarlıq dərəcəsinə görə klasterləşdirməyə, süxurların petrofiziki xüsusiyyətlərinin qarşılıqlı əlaqəsini interaktiv şəkildə müəyyənləşdirməyə, litologiyasını daha dəqiq təyin etməyə imkan verir. Qeyd edilənləri nəzərə alaraq CXÇ üzrə QGT materiallarına görə süxurların petrofiziki xüsusiyyətlərinin tədqiqində bu yeni səpkili imkanlardan istifadə edilməsinə ehtiyac yaranmışdır.

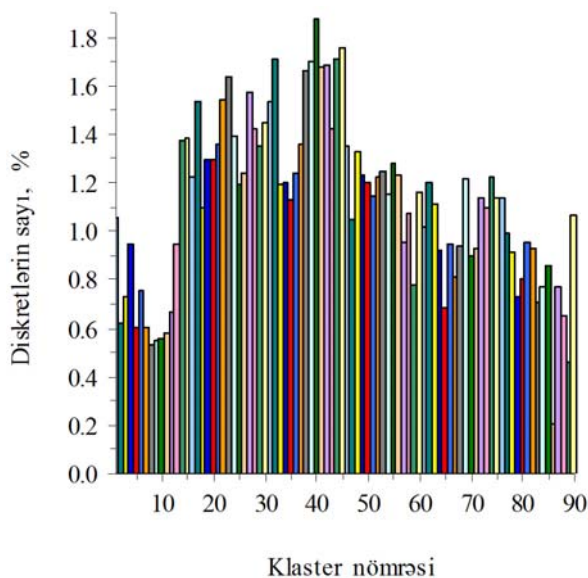
Məqalədə CXÇ-dəki dərin quyu geofiziki tədqiqat məlumatlarının klasterlərə ayrılması, onların dərinlik və petrofiziki xüsusiyyətləri üzrə paylanmasının interpretasiyası şərh edilir. Süxurların petrofiziki xüsusiyyətləri arasındakı asılılığın hətta klasterlərə bölünmüş məlumatlara görə təyin edilməsinin mürəkkəb olduğu göstərilir. Mühitin nazik təbəqəliliyi, klasterlərin dərinlik üzrə paylanmasına görə kəmiyyətə müəyyən edilmişdir.

Klasterlərin dərinliyə görə paylanması.

Tədqiqatda uzununa (V_p) və eninə (V_s) seysmik dalğalı akustik, sıxlıq (δ), məsaməlik (ϵ_m), xüsusi elektrik müqaviməti (ρ_f) və radioaktivlik (I_γ) üzrə karotaj məlumatlarından istifadə edilmişdir. Interpretasiya karotaj məlumatlarının hamısı mövcud olan ölçü dərinliklərinə görə aparılmışdır. Belə dərinlik diskretlərinin sayı hər bir karotaja görə 21271-dir. Məlumatlar xüsusi

kompyuter proqramı (<http://neuroxl.com/products>) ilə klasterlərə bölünmüş və onun parametrləri testləşdirmə yolu ilə seçilmişdir. Nəticədə klasterlərin təyini alqoritmi – “Theshold – function”; neyron təbəqələrinin sayı – 20; iterasiyaların sayı – 5000; klasterlərin sayı – 90 müəyyən edilmişdir.

Diskretlərin sayı, histoqramına görə (1-ci şəkil), ən çox diskret 15-45 sayılı klasterlər üzrədir. 40 sayılı klasterə 1,88%-lə 399, ən çox və 89 sayılı klasterə isə 0,21%-lə 44, ən az diskret aiddir. Histoqram klasterlərin təyini zamanı statistik cəhətdən kifayət qədər məlumatdan istifadə edildiyini göstərir.



1-ci şəkil. Klasterlər üzrə diskretlərin sayı histoqramı

Hesablanmış klasterlərin dərinlik üzrə paylanması mürəkkəb formalı zolaqlar şəklindədir (2-ci a şəkil). Məsələn, müxtəlif dərinliklərdə eni təqribən 5-15 klasterdən ibarət çoxlu zolaqlar müşahidə edilir. Hər bir dərinliyə görə ancaq bir klaster hesablanmasına baxmayaraq, eyni dərinlikdə bir neçə klasterin görünməsi şəkildə şaquli miqyasın çox kiçik olmasına görədir. Zolaqların alınması tədqiq etdiyimiz mühitin nazik təbəqəliliyi və klaster sayının çoxluğu ilə əlaqədardır. Hər bir zolağın eninin böyüklüyü onun mənsub olduğu yaxın dərinliklərdə oxşar petrofiziki xüsusiyyətli süxurların çoxluğunu səciyyələndirir. Hər bir zolağın eninin ümumi klaster sayına nisbəti hər bir dərinlik üzrə mühitin nazik təbəqəliliyini kəmiyyətcə göstərir.

Zolaqların “inerferensiyası” həmin dərinliklərdə (məsələn, 3100-4000 m) mühitin mürəkkəb petrofiziki xüsusiyyətli olduğunu əks etdirir. Zolaqların dərinlik sərhədləri isə quyu boyunca mühitdəki süxurların petrofiziki xüsusiyyətlərinin kəskin dəyişdiyi yerləri göstərir. Burada həmçinin yaxın dərinliklərdə bir neçə klaster zolağı müşahidə edilir. Məsələn, 4000 m-ə yaxın dərinliklərdə nömrələri təqribən 1-10, 35-47 və 55-65 olan 3 klaster zolağı görünür, onların eni müxtəlif dərinliklərdə fərqlənir. 2800-3100 m, 3800-4500 m və 5200-5800 m dərinlik intervallarının hər birində isə 2 klaster zolağı vardır. Yaxın dərinliklərdəki zolaqların sayı mühitdə petrofiziki xüsusiyyətləri kəskin fərqlənən süxurların sayını kəmiyyətcə göstərir. Tədqiqat zamanı 90 deyil, 120 klasterdən istifadə etdikdə mühitin petrofiziki xüsusiyyətlərinin dəyişməsi daha dəqiq görünəcəkdir. Lakin bu halda, təbii ki, hər bir klasterin təyini zamanı daha az diskretdən istifadə edildiyi üçün onun mötəbərliyi azala bilər.

OQT müşahidələri zamanı yaranması ehtimal olunan təsadüfi xətalara aradan qaldırmaq üçün karotaj məlumatları dərinlik boyunca 2 m-lik bazada (15 diskret) ortalaşdırılmışdır. Ortalaşdırmadan sonra hesablanmış klasterlərdə diskretlərin sayı histoqramı əvvəlkindən bir qədər fərqlənir. Klasterlərin dərinlik üzrə paylanması isə əsasən dəyişməsə də, fərqlər vardır (2-ci a,b şəkil). Məsələn, klaster zolaqlarının eninin azalması, nömrələrinin və formasının dəyişməsi, təsadüfi xəta olması güman edilən 1-10 klaster zolağının yox olması müşahidə edilir. Təqribən 3800-4500 m dərinlik intervalında isə klaster zolaqlarının forması, klasterlərin nömrəsi əhəmiyyətli dərəcədə dəyişmişdir. Zolaqların eninin azalması hər bir karotaj üzrə dərinlik boyunca petrofiziki parametr ölçülərinin ortalaşdırma nəticəsində dispersiyasının azalması ilə əlaqədardır. Ortalaşdırmadan sonra klasterlərin paylanması daha aydın görünsə də, mühitin nazik təbəqəliliyi üzrə məlumat qismən təhrif olunmuşdur. Bu nəticə onu deməyə əsas verir ki, hər bir karotaj məlumatının dərinlik üzrə deyil, klasterlərə görə ortalaşdırılması və sonradan yenidən klasterləşdirmə aparılması daha məqsəduyğun olardı.

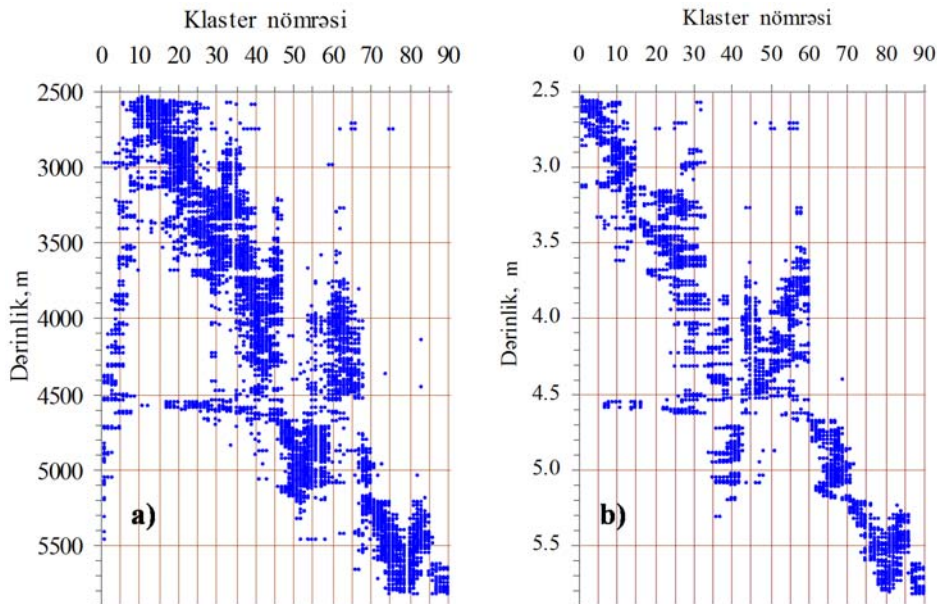
Klasterlərin dərinlik üzrə paylanmasının təhlili nəticəsində mühitin nazik təbəqəlilik dərəcəsi və yaxın dərinliklərdə petrofiziki xüsusiyyətləri kəskin fərqlənən süxurların olması kəmiyyətcə müəyyən edilmişdir. Klasterlərin paylan-

masından istifadə edilməsi mühitin petrofiziki xüsusiyyətinin dərinlik üzrə dəyişməsinə əyani şəkildə göstərir və QGT məlumatlarını daha mükəmməl interpretasiya etməyə imkan verir.

Klasterlərin petrofiziki parametrlərə görə paylanması. Uzununa və eninə dalğa sürətlərinin klasterlər üzrə paylanması qrafiklərinin (3-cü a,b şəkil) forması, demək olar ki, eynidir. Lakin bəzi yerlərdə, məsələn, 50-70 və 80-90 klaster sayılı zolaqların formasında əhəmiyyətli fərqlər müşahidə olunur. Klaster nömrəsi 1-dən 10-a qədər artdıqca V_p -nin və V_s -in xeyli azalması müşahidə edilir. Bu zolaq böyük, 3000-5000 m dərinlik intervalını əhatə edir (2-ci a şəkil) və başqa zolaqlar ilə müqayisədə qeyri-real görünür. İntervalda geostatik təzyiqin 64-112 MPa, temperaturun 57-86°C və Puasson əmsalının 0,25-0,45 geniş hədudlarda dəyişdiyi şəraitdə eyni petrofiziki xüsusiyyətli süxurların olması ehtimalı azdır. Bunlar zolağın, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, təsadüfi xəta ilə əlaqədar olduğunu bir daha göstərir. 10-cu klasterdən sonra sürətlərin variasiyalarla tədricən artması müşahidə edilir. 3800-4500 m dərinliklərdə, klaster nömrələri təqribən 35-47 və 55-67 olan 2 geniş zolaq (2-ci a şəkl.) seysmik sürətlərdə də (3-cü a,b şəkil) müşahidə edilir. Zolaqlar klasterlərin paylanma formasına və sürətlərin qiymətlərinə görə çox fərqlənirlər. Sürətlər 1-ci zolaqda 2-ci-yə nisbətən yüksəkdir. 80-90 sayılı klasterlərdə V_p -nin kəskin

azalması V_s -in isə az dəyişməsi müşahidə edilir. Bu anomalyanın süxurların neft-qazlılığı ilə əlaqədar olması güman edilir.

Sıxlıq (3-cü şəkil) və seysmik sürət (3-cü a,b şəkil) qrafiklərini müqayisə edərkən, təbii ki, formaca ümumi oxşarlıq görünsə də, fərqli cəhətlər də çoxdur. Məsələn, 80-90 klasterlərində sürətdən fərqli olaraq, sıxlığın kəskin azalması müşahidə edilir. Sıxlıq və sürət qiymətlərinin dəyişməsi mütənasibliyinin klasterlər üzrə fərqlənməsi 15-25 klasterlər zolağında daha aydın görünür. Klasterlər üzrə sıxlıq və sürətarası asılılıq qrafikində yüksək dispersiya müşahidə edilir. 3800-4500 m dərinliyə aid olan 35-47 və 55-65 sayılı klasterlərdə müşahidə edilən (2-ci a şəkil) zolaqların yaranma səbəbini müəyyən-ləşdirək. Birinci və ikinci zolaqlara görə, fərq V_p -də + 4,2% (3-cü a şəkil), V_s -də + 10,8% (3b şəkil), δ -də - 2,8% (3-cü c şəkil), ϵ_m -də - 16,9% (3-cü ç şəkil), ρ_f -də - 28,4% (3-cü d şəkil) və I_γ -də - 13,4% (3-cü d şəkil) təşkil edir. İkinci zolaqda birinciyə nisbətən V_p və V_s -in artması, κ_m , ρ_f və I_γ -in isə əhəmiyyətli dərəcədə azalması zolaqların aid olduğu dərinlik intervalında yaxın termodinamik şəraitdə yerləşən fərqli litoloji tərkibli süxur təbəqələrinin növbələşməsinə göstərir.



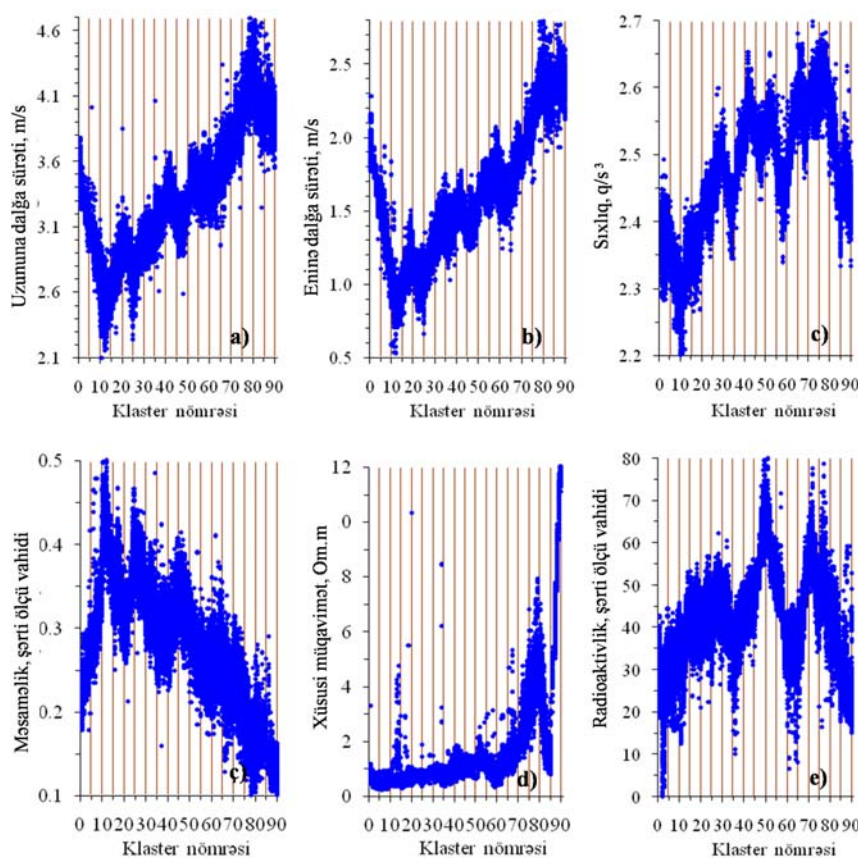
2-ci şəkil. Klasterlərin dərinlik üzrə paylanması, ortalaşdırmadan əvvəl (a) və sonra (b)

Məsəməlik (3-cü ç şəkil) və sıxlıq (3-cü c şəkil) qrafiklərində təbii olaraq ümumən tərs mütənəsblik müşahidə edilir. Lakin mütənəsbliyin ölçüsü klasterlər üzrə fərqlidir və bu, 65-80 klasterlərində daha yaxşı görünür. Buradakı klaster zolaqlarının eni bir çox yerlərdə sıxlıq qrafikinə (3-cü c şəkil) nisbətən genişdir. Məsəməlik və sıxlıq qrafiklərinin klasterlər üzrə fərqlənməsi xarakteri mühitin bu iki xüsusiyyəti arasında asılılığın mürəkkəb olduğunu göstərir. Bu, sıxlıq və sürət arasındakı asılılığın qrafikində də görünür.

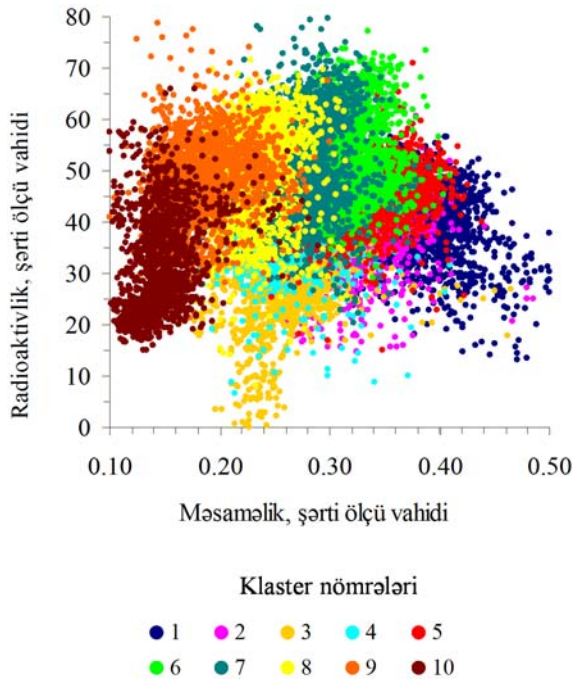
Xüsusi elektrik müqaviməti klaster nömrəsi artdıqca ümumən artır (3-cü d şəkil). Bu qrafik digərlərindən formaca kəskin fərqlənir və səbəbi ρ_f -nin böyük diapazonda və eksponensial şəkildə dəyişməsi ilə əlaqədardır. 80-90 sayılı klasterlərdə kəskin azalma və sonradan artma müşahidə edilməsi, yəqin ki, yuxarıda qeyd edildiyi kimi, zolağın neft-qazlıqla əlaqədar olduğunu göstərir.

Radioaktivlik (3-cü e şəkil) və sıxlıq (3-cü c şəkil) qrafikləri arasında ümumi oxşarlıq müşahidə edilir. QGT məlumatlarına görə, litoloji kəsilişin əsasən gillərdən ibarət olmasına baxmayaraq, radioaktivlik (3-cü e şəkil) və məsəməlik

(3-cü ç şəkil) qrafiklərinin oxşarlığı müşahidə olunmur. Bunun səbəbini aydınlaşdırmaq üçün petrofiziki xüsusiyyətlər arasındakı asılılığı klasterlər üzrə təhlil edək. Rəngli vizuallaşmanın məhdudiyətini nəzərə alaraq, QGT məlumatlarına görə, 10 klaster hesablanmışdır. Qrafikdə (4-cü şəkil) radioaktivlik və məsəməlikarası asılılıq böyük dispersiyaya malikdir və hətta ayrı-ayrı klasterlərdə də, demək olar ki, müşahidə olunmur. Klasterlər üzrə radioaktivlik qiymətləri təqribən eyni diapazonda olsa da, məsəməliyə görə onlar fəqlənirlər. Yüksək məsəməliliyi və radioaktivliyi ilə səciyyələnən gilləri klasterlər üzrə seçmək olmur. Belə pərakəndəliyin alınması kəsilişdə müxtəlif petrofiziki xüsusiyyətli gillərin olması ilə əlaqədardır. Bu, hazırkı halda süxurların məsəməliyi və radioaktivliyi arasında asılılığın olmadığını və bu iki parametrdən birinə görə digərinin hətta oxşar petrofiziki xüsusiyyətli süxurlar üzrə proqnozlaşdırılmasının mümkün olmadığını göstərir. Bu, tədqiqat quyusu üzrə petrofiziki xüsusiyyətlərin proqnozlaşdırılmasında empirik asılılıqlardan istifadəni qeyri-məqbul edir.



3-cü şəkil. Klasterlərin petrofiziki parametrlər üzrə paylanması



4-cü şəkil. Klasterlər üzrə süxurların məsəmaliyi ilə radioaktivliyi arasında asılılıq

Klasterlərin qeyd edilən paylanmasının təhlili nəticəsində mühitin petrofiziki xüsusiyyətləri arasında asılılığının ümumən mürəkkəb olduğu müəyyən edilmişdir. Buna görə də petrofiziki parametrlərdən birini digərinə görə proqnozlaşdırmaq üçün “öyrənən” süni neyron şəbəkəsindən istifadə edilməsi daha məqsədəuyğundur.

QGT məlumatlarının petrofiziki xüsusiyyətlərə görə klasterlərə bölünməsi barədə məlumatdan süxurların litoloji bölgüsünün, doyumluluğunun təyin edilməsində istifadə edilə bilər. Klasterləşdirmə zamanı daha çox tipli karotaj, həmçinin effektiv təzyiç və temperatur üzrə məlumatlardan istifadə edilməsi daha dəqiq və mötəbər nəticə almağa imkan verə bilər. Məlumdur ki, qaz, neftdoyumlu süxurlar nisbətən yüksək elektrik müqaviməti, kiçik seysmik sürətləri ilə səciyyələnir. Neftlə doyumluluq su ilə doyumluluğa nisbətən uzununa dalğa sürətlərinin 5-10% azalmasına səbəb olur. Maye ilə doyumluluq eninə dalğa sürətlərinə, demək olar ki, təsir etmir. 80-90 sayılı klasterlərdə V_p - nin kəskin azalması (3-cü a şəkil) və V_s -in isə, demək olar ki, artması (3-cü b şəkil) müşahidə edilir. Bu zolaqda elektrik müqavimətinin kəskin artması zolağın,

yuxarıda qeyd edildiyi kimi, neft-qazlılıqla əlaqədar olduğunu göstərir.

Qeyd edilən nəticələri daha çox vaxt sərf etməklə, nisbətən az dəqiqliklə və mötəbərliklə birbaşa karotaj diaqramlarını vizual şəkildə interpretasiya etməklə də əldə etmək olar. Lakin klasterlərin paylanması qrafiklərindən istifadə edilməsi mühitin petrofiziki xüsusiyyətlərinə yeni müstəvidə baxmaqla daha dəqiq və mötəbər nəticələr almaq olar. Klasterlərdən istifadə QGT məlumatlarının interpretasiyası zamanı aşağıdakı əlavə imkanları yaradır:

- karotaj diaqramlarının eyni zamanda, qarşılıqlı və əyani təhlili;
- petrofiziki xüsusiyyətləri fəqlənən və ya oxşar olan təbəqələrin daha əyani şəkildə göstərilməsi;
- petrofiziki xüsusiyyətlərin dərinlik üzrə dəyişməsi və mühitin nazik təbəqəliyinin kəmiyyətə müəyyən edilməsi.

Nəticə. QGT məlumatları üzrə süni neyron şəbəkəsindən istifadə etməklə hesablanmış klasterlərin paylanması qrafiklərindən istifadə edilməsi mürəkkəb geoloji quruluşlu və termodinamik şəraitli mühitdəki süxurların petrofiziki xüsusiyyətlərinin dərinlik üzrə paylanmasını və onların qarşılıqlı əlaqəsini daha dəqiq və mötəbər təyin etməyə imkan verir.

ƏDƏBİYYAT

- БУРЯКОВСКИЙ, Л.А. 1985. Петрофизика нефтяных и газовых коллекторов продуктивной толщи Азербайджана. ЭЛМ, Баку.
- БУРЯКОВСКИЙ, Л.А., ДЖЕВАНШИР, Р.Д., АЛИЯРОВ, Р.Ю. 1986. Геофизические методы изучения геофлюидальных давлений. ЭЛМ, Баку.
- МАРМОНШТЕЙН, Л.М. 1985. Петрофизические свойства осадочных пород при высоких давлениях и температурах. Недра, Москва.
- CHASHKOV, A.V., VALERY, V.M. 2011. Use of the Cluster Analysis and Artificial Neural Network Technology for Log Data Interpretation. *Journal of Siberian Federal University. Engineering & Technologies*, 4, 453-462.
- GULIYEV, H.H., AGHAYEV, KH.B., SHIRINOV, N.M. 2010. 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*, 50, 10-16.
- <http://hdl.handle.net/10197/1914>
- <http://neuroxl.com/products>
- <http://www.neurogeo.nm.ru/index.htm>

Məqaləyə AMEA-nın müxbir üzvü H.H.Quliyev rəy vermişdir