

XƏZƏR DƏNİZİNİN QƏRB SAHİLİ LİTOSFERİNİN QEYRİ-BİRCİNSLİLİYİ, DƏRİNLİK QURULUŞU VƏ MÜASİR GEODİNAMİK XARAKTERİSTİKASI

G.R.Sadigova

AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu

AZ1143, Bakı şəh., H.cavid prosp., 119: gsadigova@yahoo.com

INHOMOGENEITY OF THE LITHOSPHERE, DEEP STRUCTURE AND MODERN GEODYNAMIC CHARACTERISTICS OF THE WESTERN COAST OF THE CASPIAN SEA

G. R.Sadigova

Geology and Geophysics Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences

H. Javid Ave., 119, Baku, Azerbaijan, AZ1143: gsadigova@yahoo.com

Keywords: South-Eastern Caucasus, gravity model, GPS velocities, vertical movements, stress, earthquake, fault

Summary. The actualization of the Gusar-Shabran trough research in line with the basic fundamental problem of formation and dynamics, proves by practical significance interlinked with the perspectives of oil and gas discovery and geodynamic hazard studies for the Baku-Novorossiysk oil pipeline and Shollar and Takhtakorpu water pipelines and other regional infrastructures. The purpose of the paper is to obtain new information about the features of the geological structure of the Earth's crust and geodynamics along the profile of Samur-Baku. In paper, 2D gravity model alongside the Samur-Baku profile located along the western coast of the Caspian Sea was plotted using an inhomogeneous density model and the geodynamic characteristics of the profile were studied. 2D gravity model is plotted by the selective method of density boundaries of the upper boundary of the Earth's crust and the Moho-boundary. The boundaries of basalt (28-32 km) and Moho (47-57 km) boundaries were identified. Along the profile, the velocity curves of modern vertical and horizontal motions were analyzed and the stress accumulation zones were identified. The values of the foci radii and earthquake magnitudes were determined, which created additional stresses and influenced the geodynamic conditions of the profile.

© 2018 Earth Science Division, Azerbaijan National Academy of Sciences. All rights reserved.

Giriş

Regional geofiziki profillər boyu (geotraverslər) Yer qabığının dərinlik geoloji quruluşunun tədqiqi geologiyanın prioritet istiqamətlərindən biridir (Хаин, 1979; Зоненшайн и др., 1990; Пучков, 2000). Qusar-Şabran (Dəvəçi) çökəkliyinin Yer qabığı quruluşunun plitələr tektonikası konsepsiyasında təkamül prosesi, faydalı qazıntıların proqnozu və axtarışı kimi problemlər bu gün də alimlərin diqqət mərkəzindədir. Regionun tədqiqinin aktuallığı onun formalaşmasının və dinamikasının əsas fundamental problemlərindən əlavə, neft-qaz yataqlarının aşkar edilmə perspektivliyi və regionda mövcud olan infrastruktur üçün (Bakı-Novorossiysk neft kəməri, Şollar su kəməri, Taxtakörpü su kəməri və s.) geodinamik təhlükənin öyrənilməsi ilə bağlı praktik məsələlərlə də müəyyən olunur.

Böyük həcmdə geoloji-geofiziki işlərin aparılmasına baxmayaraq, mürəkkəb və dəyişkən Yer qa-

bığı quruluşuna malik olan regionun dərinlik tektonikası və geodinamikasının bir sıra məsələləri hələ də həll olunmamış qalmaqdadır. Qusar-Şabran çökəkliyi tektonikasının öyrənilməsi və geodinamik şəraitinin modelləşdirilməsi məqsədilə Yer qabığının dərinlik quruluşu xüsusiyyətlərinin müəyyən olunmasına, tektonika və geodinamikasının problemlərinin öyrənilməsinə çoxsaylı tədqiqatlar həsr olunmuşdur (Хаин, Ахмедбейли, 1957; Абдуллаев, Джафаров, 1962; Гаджиев, 1965; Краснопевцева, 1978; Амирасланов, 1986; Кадиров, 2000; Ахмедбейли и др., 2010).

Aparığımız bu tədqiqat işində əsas məqsəd Samur-Bakı profili üzrə Yer qabığının geoloji quruluşu və geodinamikası haqqında yeni məlumatların əldə edilməsidir. İlk kəsilişin alınmasında əsas material kimi Qusar-Şabran çökəkliyini kəsən Samur-Bakı profili üzrə geoloji və geofiziki məlumatlardan istifadə olunmuşdur.

Samur-Bakı profilinin 2D qravitasiya modeli

Tədqiq olunan profilboyu Yer qabığının və üst mantiyanın dərinlik quruluşunun qravitasiya modelləşməsi üçün seçmə üsul tətbiq olunub (Булах и др., 1984; Булах, Маркова, 1992; Blakely, 1995; Кадилов, 2000; Kadirov, Gadirov, 2014). Seçmə üsul ilə Yer qabığının strukturlarının və üst mantiyanın modelləşməsi aşağıdakı ardıcılıqla aparılıb:

1) tədqiqat rayonunun fiziki-geoloji quruluşu haqqında əvvəlcədən məlum informasiya əsasında sıxlıq modelinin tərtib olunması; 2) tərtib olunmuş model üçün düz məsələnin həlli; 3) regional fonun təcrid (istisna) edilməsi; 4) sıxlıq modelinin həndəsi və fiziki parametrlərində məhdudiyyətlərin seçilməsi və etibarlı məlumatların təmin edilməsi; 5) seçmə üsulu ilə modelin parametrlərinin dəqiqləşdirilməsi; 6) ehtiyac olarsa, yeni qraviaktiv mənbələrin axtarışının təmin edilməsi.

Müşahidə olunan $g(x_i)$ və seçilmiş $\Phi(x_i)$ ayrılmanın yaxınlaşma kriterisi çərçivəsində aşağıdakı düsturdan istifadə olunub:

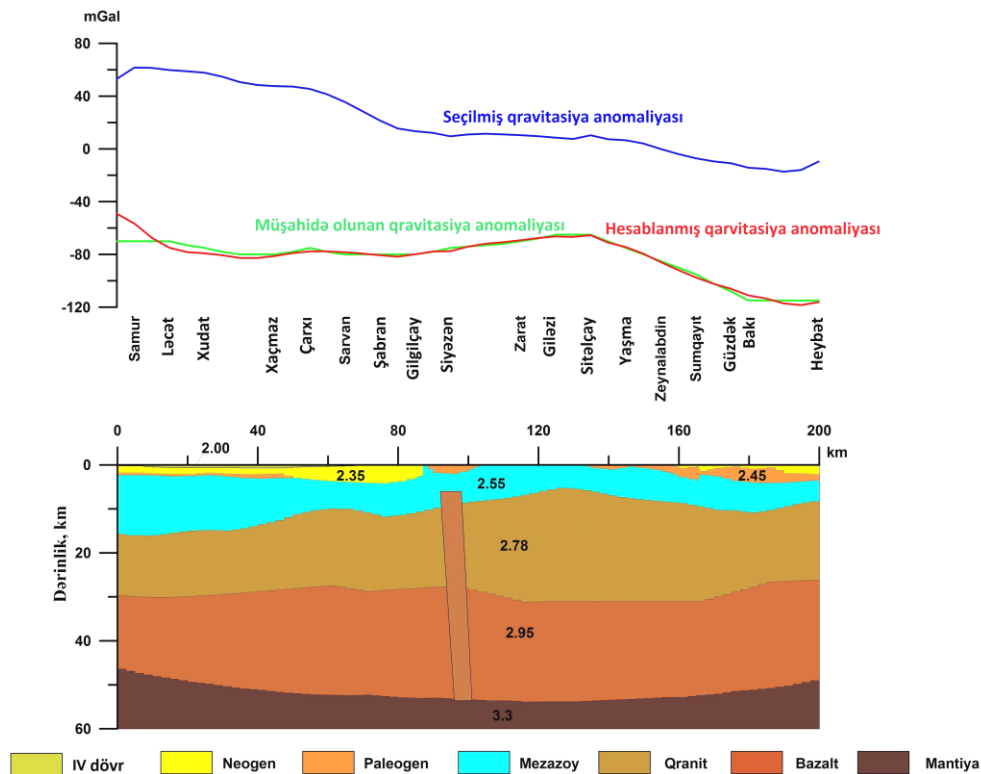
$$F = \sum_{i=1}^n [g(x_i) - \Phi(x_i)]^2 = \min$$

x_i – approksimasiyada istifadə olunan müşahidə nöqtələrinin koordinatları, n –nöqtələrin sayı.

Qravitasiya modelləşdirilməsi üçün əsas material kimi profilin Dərin Seysmik Zondlama məlumatları əsasında qurulmuş geoloji-geofiziki kəsilişdən istifadə olunmuşdur (Гаджиев, 1965; Гаджиев, Кадилов, 1984). İlk kəsilişdə aşağıdakı seysmik sərhədlər ayrılmışdır: 1) IV dövr; 2) neogen; 3) paleogen; 4) mezozoy; 5) qranit; 6) bazalt; 7) Moxoroviç sərhədi.

Yer qabığının və mantiyanın sıxlıq kəmiyyətləri ədəbiyyat məlumatlarına uyğun seçilmişdir. “IV dövr” sərhədi üçün sıxlıq qiyməti 2 q/sm^3 , “neogen” sərhədi üçün $2,35 \text{ q/sm}^3$, “paleogen” sərhədi üçün $2,45 \text{ q/sm}^3$, “mezozoy” sərhədi üçün $2,55 \text{ q/sm}^3$, “qranit” sərhədi üçün $2,78 \text{ q/sm}^3$, “bazalt” sərhədi üçün $2,95 \text{ q/sm}^3$, Moxoroviç sərhədi üçün isə $3,3 \text{ q/sm}^3$ qəbul edilmişdir (Гаджиев, 1965; Озерская, Подоба, 1967; Амирасланов, 1986; Павленкова и др., 1991; Сафаров, 2011; Pitarka et. al., 2016).

1-ci şəkildə profil üzrə müşahidə olunan (yaşıl xətt) profilin ilkin kəsiliş modelinə görə hesablanmış (qırmızı xətt) və seçilmiş (göy xətt) qravitasiya sahəsinin anomaliya ayrılma göstərilmişdir. Profilboyu ilkin geoloji-geofiziki model üçün hesablanmış qravitasiya sahəsi müşahidə olunan qravitasiya sahəsi ilə üst-üstə düşür. Yalnız profilin şimal hissəsində hesablanmış və müşahidə olunan sahələr arasında fərq müşahidə olunur. Hesablanmış qravitasiya anomaliyasının müşahidə olunan anomaliyanı üstələməsi burada kənar effektin olması ilə izah oluna bilər.



1-ci şəkil. Samur-Bakı profili boyunca 2D qravitasiya modeli. Sıxlıq qiymətləri q/sm^3 ilə verilmişdir

Qravitasiya sahəsinin daha çox fərqliliyi müşahidə olunan profilin şimal hissəsində qranit qatının səthi 9 km, bazalt qatının səthi isə 6 km aşağı enmişdir. Moxo sərhədi isə profilin şimalında 7 km, mərkəzi hissədə 4 km və cənub hissəsində 3 km aşağı enmişdir. Bazalt sərhədinin dərinliyi 28-32 km, Moxo sərhədinin dərinliyi isə 47-57 km arasında dəyişir və hər iki sərhədin maksimum dərinliyi Zarat məntəqəsinə uyğun gəlir.

Samur-Bakı profilinin müasir geodinamik şəraiti

Müasir vertikal hərəkətlər

İlk dəfə Xəzər dənizinin qərb sahili boyu nivelirləmə işləri hərbi topoqraflar tərəfindən 1912-ci ildə aparılmışdır. Daha sonra nivelirləmə işləri 1935-1937, 1951, 1971 və 1986-cı illərdə təkrarlanmışdır. Xəzər dənizinin qərb sahilinin bir hissəsi olan Samur-Bakı profili boyu Yer səthinin müasir şaquli hərəkətlərini öyrənmək məqsədilə son iki yüksək dəqiqlikli nivelirləmənin nəticələrindən istifadə edilmişdir (Лилиенберг, 1980; Гаджиев и др., 1987; Яценко, 1974, 1989; Əhmədbəyli və b., 1991; Касьянова, 2003). Samur-Bakı profili boyu Yer səthinin müasir şaquli hərəkətləri 2-ci şəkildə göstərilmişdir.

Şaquli hərəkətlərin sürətlərinin təhlili göstərir ki, Qafqazın cənub-şərq hissəsi – Samurdan Xaçmaza qədər enməyə məruz qalır. Daha kiçik enmə zonası – 2 mm/il sürətilə Xaçmaz rayonunda qeyd alınmışdır. Xaçmazdan Güzdəyə qədər olan ərazilərdə qalxma sürətləri xarakterikdir. Abşeron yarımadasının qərbində müasir şaquli hərəkətlərin sürəti +12,5 mm/il-dən -4,7 mm/il-ə qədər intervalda dəyişir. Belə ki, daha çox qalxma +12,5 mm/il sürətilə Güzdək ərazisində müşahidə edilmişdir. Güzdəkdən Heybətə qədər yenidən enmə hərəkətləri baş verir. Enmənin maksimal sürəti Heybət zonasına uyğun gəlir (-4,7 mm/il).

Mezo-kaynozoy qırıqlıqlıq zonalarında isə müasir şaquli hərəkətlərin sürət əyrisi ziqzaqvari formada. Bu cür sürət əyrisindən $V_{\Delta h}$ Siyəzəndən başlayaraq Bakıya qədər olan ərazilərdə müşahidə olunur.

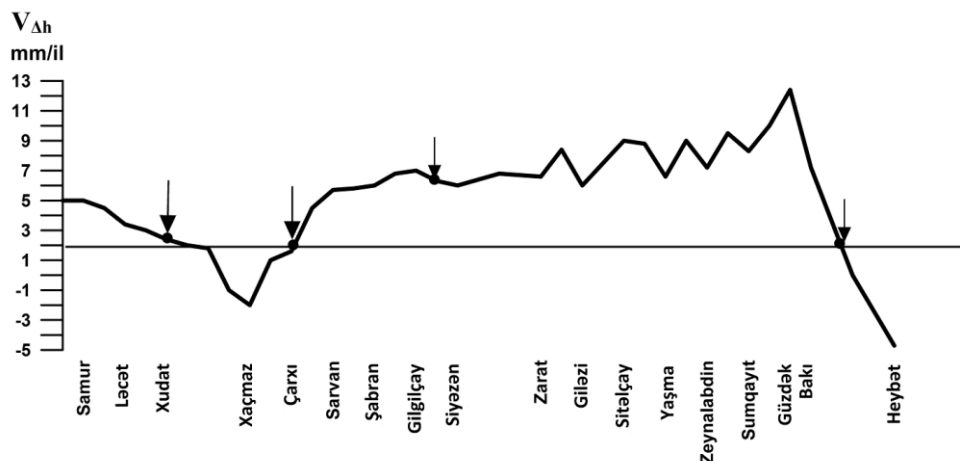
Müasir şaquli hərəkət sürətlərinin dəyişmə əyrisindən istifadə edilərək gərginliktoplanan yerlər yüksəlmə və enmənin sərhədlərinə görə ayrılmış və profil üzrə oxlar ilə qeyd edilmişdir. Yer qabığının müasir şaquli hərəkətləri profilboyu əsas gərginliktoplanma zonalarının Xudat, Çarxı, Siyəzən və Bakı məntəqələrinə yaxın olduğunu göstərir.

GPS sürətləri və gərginlik

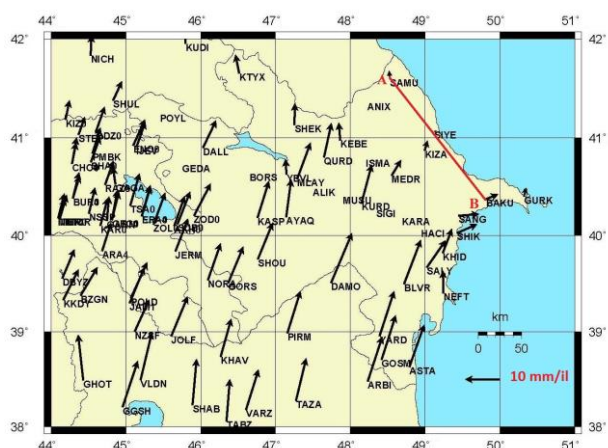
Azərbaycan ərazisi Afrika və Avrasiya kontinentlərinin aktiv toqquşma zonasında (kolliziya) yerləşir (McKenzie, 1972; Sengor et al., 1985; Philip et al., 1989). Ərəbistan plitəsinin Avrasiya qitəsinə olan bu kəsilməz hərəkəti nəticəsində Əsas Qafqaz üstəgəlməsində baş verən litosferin qısalmaları, Yer qabığının deformasiyası və tektonik hərəkətlər zəlzələlərə səbəb olur ki, bunlar da bütün Qafqaz ərazisində tarixən qeyd olunmuşdur (McKenzie, 1972; Sengor et al., 1985; Jackson, 1992; Kadirov, 2004; Reilinger et al., 2006 b; Kadirov et al., 2008, 2012).

Azərbaycanda və qonşu ərazilərdə yerinə yetirilən GPS müşahidə məlumatları Yer qabığının müasir səthi hərəkətlərini və onlarla əlaqəli deformasiyaları qiymətləndirməyə imkan vermişdir. Müşahidə olunan hərəkətlər (müşahidə məntəqəsindəki sürətlər) Yer qabığında gərginliktoplanma zonalarını müəyyən etməyə imkan verir.

1998-ci ildən etibarən Azərbaycan ərazisində yer səthinin müasir üfüqi hərəkətlərinin öyrənilməsi məqsədilə monitorinq işləri aparılmışdır (Reilinger et al., 2006 b; Kadirov et al., 2013; Кадиров, Сафаров, 2013; Kadirov et al., 2015). Azərbaycan və Qafqaz regionu üçün GPS-üfüqi sürətlər xəritəsində (40,31° N 49,81° E; 41,75° N 48,56° E) koordinatları daxilində və Əsas Qafqaz üstəgəlməsinə paralel istiqamətlənmiş Samur-Bakı geodinamik profili AB xətti ilə göstərilmişdir. Şəkildəki oxlar sürət vektorlarının istiqamətini göstərir, sürət qiymətləri isə xəritənin aşağı sağ küncündə verilən miqyasa uyğun olaraq oxların uzunluğu ilə xarakterizə olunur (3-cü şəkil).



2-ci şəkil. Samur-Bakı profili boyu Yer səthinin müasir şaquli hərəkət sürətlərinin dəyişmə əyrisi



3-cü şəkil. GPS sürətlər xəritəsi (Kadиров, Сафаров, 2013). Azərbaycan ərazisində olmayan məntəqələrin sürətləri haqqında məlumatlar Reilinger et al. (2006 b); Masson et al. (2006); Nilforoushan et al. (2003) işlərindən götürülmüşdür.

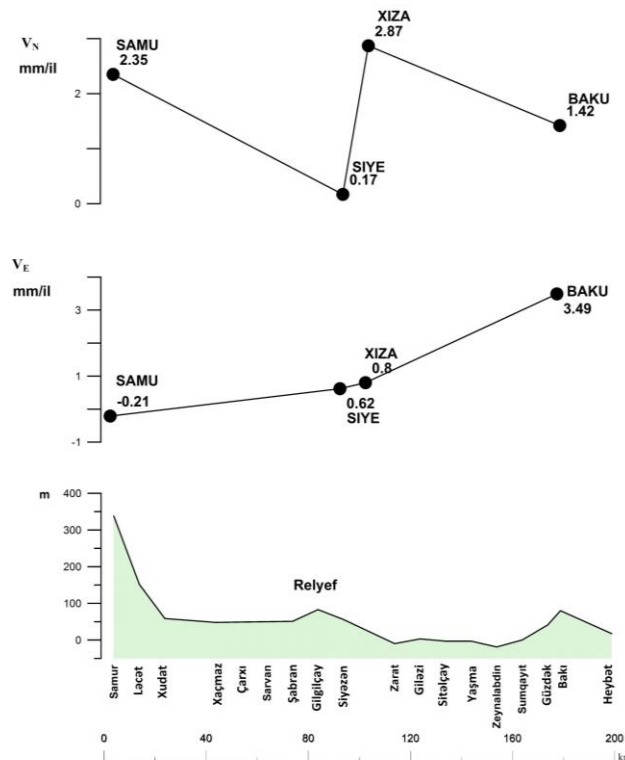
Böyük Qafqaz üstəgəlməsinə (BQÜ) yaxınlaşdıqda GPS nöqtələrindəki sürət göstəricilərinin azalması burada gərginlik toplanmasının bir səbəbi kimi interpretasiya edilir. Əsas üfqi istiqamətdə Yer qabığı qısalmaları BQÜ-də baş verir (Qədirov, 2011). BQÜ-yə perpendikulyar istiqamətdə Yer qabığında olan qısalmalar iki GPS nöqtəsindəki sürət fərqi ilə hesablanır. Xızı (XIZA) və Xəzərin sahilindəki, Abşeron yarımadasının şimalındakı Siyəzən (SİYE) müşahidə məntəqələrində GPS sürət fərqləri Samur-Bakı profilinin eni boyu Yer qabığının 2,7 mm/il sürətilə qısalmasını göstərir.

Yüksək gərginlik zonaları GPS sürət paylanması xəritəsində özünü GPS sürət qiymətinin ardıcıl azalması şəklində büruzə verir. Belə zonalardan biri Xəzər dənizinin qərb sahili boyu Samur-Bakı profili üzrə müşahidə edilir. Belə ki, burada GPS sürətləri profilin cənub hissəsindən başlayaraq (BAKİ) Samura qədər (XIZA, SIYE, SAMU) ardıcıl olaraq azalır.

Samur-Bakı profili boyu GPS ölçmələrinə görə təyin olunmuş üfüqi hərəkətlərin dəyişmə sürətlərinin şimal V_N və şərq komponentləri V_E və relyef ayrılırları 4-cü şəkildə verilmişdir. Şimal komponentində Samur, Xızı və Bakı məntəqələrinin dominant olduğu görünür. Şərq komponenti isə yüksək qiymətə Bakı müşahidə nöqtəsində sahibdir. Bu nöqtələrdə, eyni zamanda, relyefdə yüksəlmələr vardır. Belə sürət dəyişmələri Yer qabığında gərginlik yaranmasına səbəb olur.

İki GPS nöqtəsi arasında gərginliyin orta qiyməti bu nöqtələr arasındakı sürətlər fərqi aralarında ki məsafəyə bölünməsi ilə hesablanır (Теркот, Шыдєрт, 1985). Şimal komponentinə görə, bu qayda ilə əldə edilən BAKU və XIZA GPS nöqtələri arasında toplanan deformasiyanın xətti orta qiyməti 16,2 nanostrain/il, SİYE və XIZA məntəqələri arasında 112,5 nanostrain/il, SİYE və SAMU məntəqələri arasında 28,3 nanostrain/il təşkil edir. Siyəzən məntəqəsindən Samur məntəqəsinə və Bakı məntə-

qəsindən Xızı məntəqəsinə doğru sürətlərin artması ilə şimala doğru hərəkətin olduğu müşahidə olunur. Şimal komponentinə görə, SİYE və XIZA arasında müşahidə olunan yüksək deformasiya qiyməti relyef əyrisinin yüksək dəyişməsinə və Siyəzən qırılmasının olduğu əraziyə uyğun gəlir.



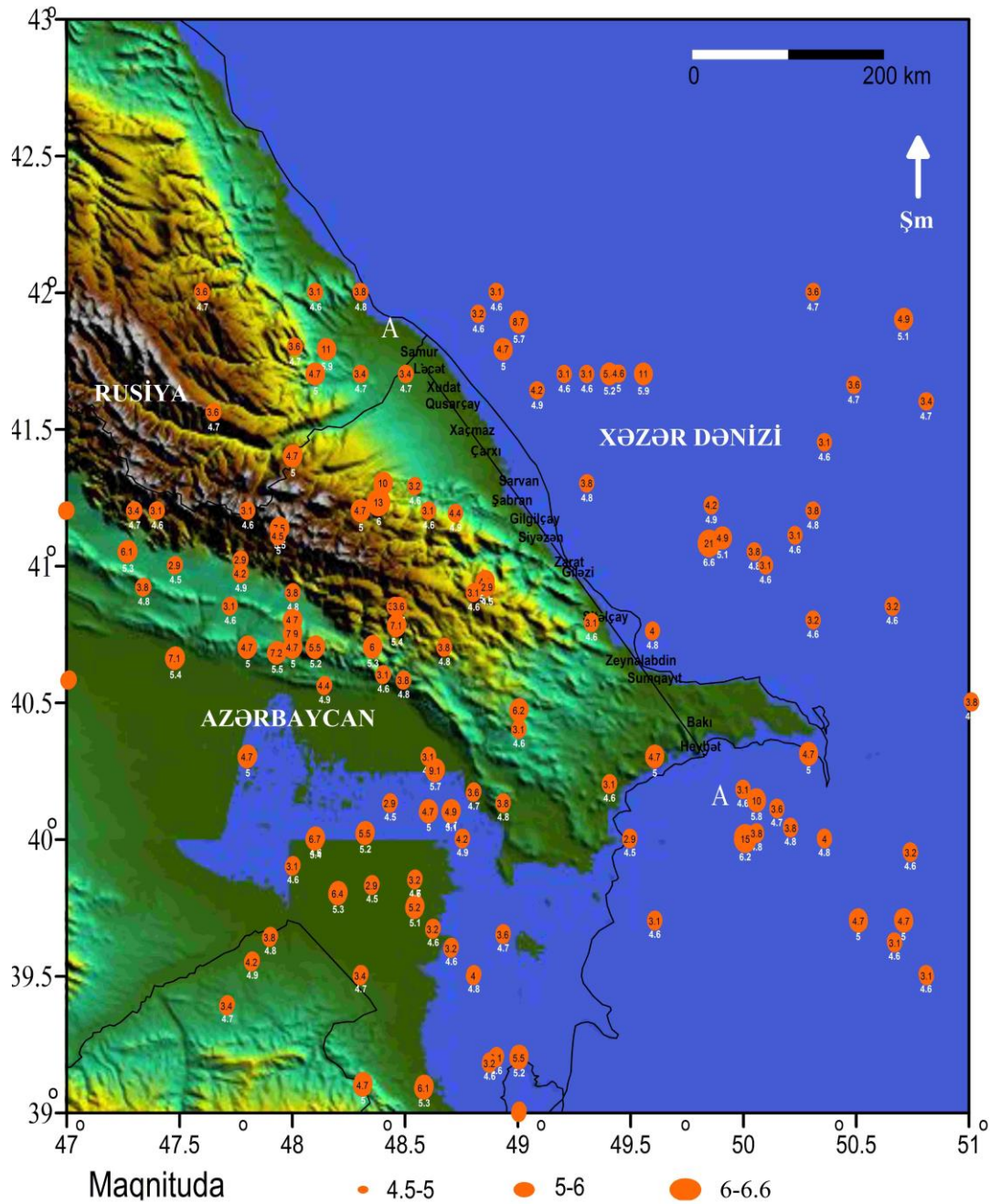
4-cü şəkil. Samur-Bakı profili boyu üfüqi hərəkət sürətlərinin şimal (V_N) və şərq (V_E) komponentlərinin və relyefin dəvismə əyriyələri

Şərq komponentinə görə, BAKU və XIZA məntəqələri arasında toplanan deformasiyanın xətti orta qiyməti 30,2 nanostrain/il, XIZA və SIYE məntəqələri arasında 7,5 nanostrain/il, SIYE və SAMU məntəqələri arasında isə 10,7 nanostrain/il-dir. Samur məntəqəsindən Bakı məntəqəsinə doğru sürətlərin ardıcıl artması burada şərq istiqamətində hərəkətin olduğunu göstərir.

Hər iki sürət komponentinə görə, ümumi deformasiya sürəti BAKU və XIZA məntəqələri arasında 8,9 nanostrain/il, SİYE və XIZA məntəqələri arasında 97,5 nanostrain/il, SİYE və SAMU məntəqələri arasında isə 22,3 nanostrain/il təşkil edir.

Ərazinin seysmikliyi

Cənub-Şərqi Qafqaz ərazisinin seysmikliyinin tədqiqi zamanı AMEA Respublika Seysmoloji Xidmət Mərkəzinin (RSXM) kataloqundan istifadə olunmuşdur. Bu kataloq əsasında 1963-2015-ci illər ərzində baş vermiş maqnituda $4,5 \leq M \leq 6,6$ olan zəlzələ məlumatlarından istifadə olunaraq, Cənub-Şərqi Qafqaz və onunla həmsərhəd ərazilərdə baş vermiş zəlzələlərin episentrlərinin məkan üzrə paylanma xəritəsi tərtib olunmuşdur (5-ci şəkil).



5-ci şəkil. Cənub-Şərqi Qafqaz və həmsərhəd ərazilərdə maqnitudası $4,5 \leq M \leq 6,6$ zəlzələ episentrlerinin paylanma xəritəsi (1963-2015-ci illər)

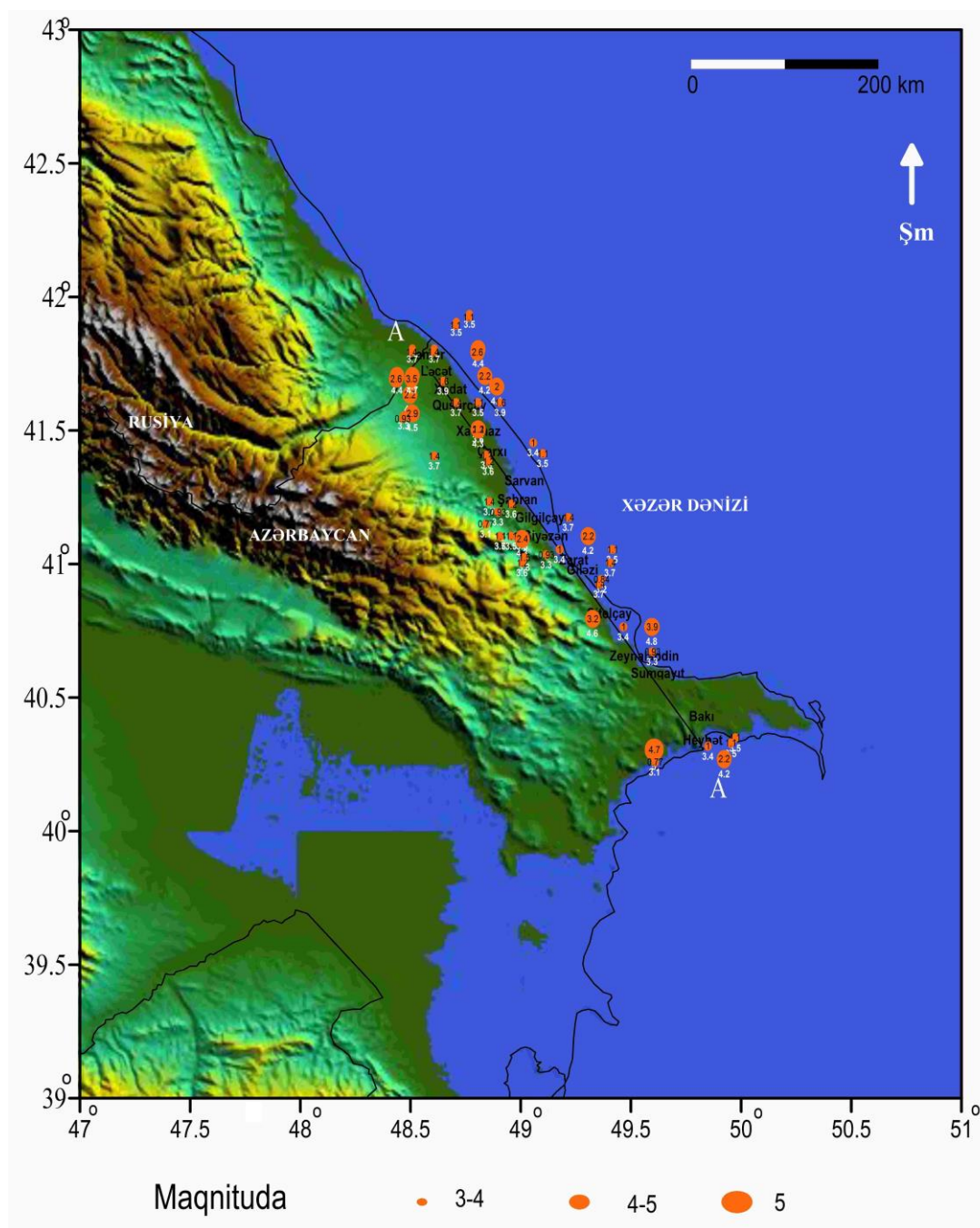
Maqnitudadan asılı olaraq (M) zəlzələdən əvvəl zəlzələ ocağı kürə ilə aproksimasiya olunduqda tektonik gərginliyin maksimum radiusu aşağıdakı formula təyin edilir (Добровольский, 2009):

$$R_{\max} = 10^{0.413M - 1.396} \text{ km}$$

$M=6,6$ olduqda $R_{\max} = 21$ km olur. Yəni profildən 21 km-dən kiçik uzaqlıqda $M=6,6$ olan zəlzələ baş verəcəksə (zəlzələnin hazırlıq dövrü), bu zaman profildə geodinamik şəraitə təsir göstərir. Episentrlerin paylanma xəritəsində qara rəngli rəqəmlərlə zəlzələlər üçün hesablanmış R_{\max} qiymətləri və ağ rəngli rəqəmlərlə isə zəlzələlərin maqnitudası göstərilmişdir. 3-cü şəkildən

görünür ki, profilin yaxınlığında maqnitudası $4,6 \leq M \leq 5$ intervalında dəyişən 5 zəlzələ qeyd olunmuşdur. Bu zəlzələlərin tektonik gərginliyinin maksimum radiusu $3,1 \text{ km} \leq R_{\max} \leq 4,7 \text{ km}$ intervalında dəyişir.

6-cı şəkildə profildən 20 km-dən kiçik uzaqlıqda zəlzələ episentrlerinin paylanması göstərilmişdir. Profil ətrafında maqnitudası $3 \leq M \leq 5$ intervalında dəyişən zəlzələlərin baş verdiyi müşahidə olunur. Tektonik gərginliyin maksimum radiusu $0,8 \text{ km} \leq R_{\max} \leq 4,7 \text{ km}$ intervalında dəyişir. Qeyd olunan zəlzələlərin episentrləri müasir şaquli hərəkətlərin sürət əyrisi üzrə qeyd olunan gərginliktoplanma zonalarına yaxın ərazilərdə paylanmışdır (Xudat, Çarxı, Siyəzən və Bakı).



6-cı şəkil. Samur-Bakı profilindən 20 km-dən kiçik uzaqlıqda zəlzələ episentrələrinin paylanması (1963-2015-ci illər)

Nəticə

Seçmə üsul ilə tədqiq olunan profilboyu Yer qabığının və üst mantiyanın dərinlik quruluşunun 2D qravitasiya modeli tərtib olunmuş, bazalt və Moxo sərhədlərinin üst səthinin dərinliyi dəqiqləşdirilmişdir.

Yer qabığının müasir şaquli və üfüqi hərəkətlərindən istifadə edilərək profilboyu gərginlik zonaları (Xudat, Çarxı, Siyəzən və Bakı) müəyyənləşdirilmişdir.

GPS sürətlərin şimal komponentinə görə, ən yüksək deformasiya qiyməti SIYE və XIZA (112,5 nanostrain/il), şərq komponentinə görə isə, BAKU və XIZA

(30,2 nanostrain/il) GPS nöqtələri arasında toplanmışdır. Hər iki sürət komponentinə görə, ümumideformasiya sürətinin ən yüksək qiyməti SIYE və XIZA məntəqələri arasında 97,5 nanostrain/ildir. SIYE və XIZA məntəqələri arasında müşahidə olunan yüksək deformasiya sürəti relyef əyrisinin yüksək dəyişməsinə və Siyəzən qırılmasının olduğu əraziyə uyğun gəlidiyi müəyyən edilmişdir.

Cənub-Şərqi Qafqaz ərazisindən keçən Samur-Bakı profilinin geodinamik şəraitinə təsir nəticəsində əlavə hiss edilə biləcək zəlzələlərin ocaq radiusu və maqnitudası müəyyən edilmişdir.

ƏDƏBİYYAT

- Əhmədbəyli F., Məmmədov Ə., Şirinov N., Şixəlibəyli H. Azərbaycanın neotektonik xəritəsi. Azərbaycan aerogeodeziya. Bakı, 1991.
- Qədirov F.Ə. Azərbaycan ərazisinin müasir geodinamikası və seysmik təhlükə (GPS, seysmoloji və geofiziki məlumatlar əsasında). Hesabat. AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutunun fondu. 2011, 107 s.
- Blakely R.J. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge University Press. New York, 1995, 441 p.
- Jackson J. Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey. *J. Geophys. Res.*, V. 97, 1992, pp. 12471-12479.
- Kadirov F.A. Gravity model of lithosphere in the Caucasus-Caspian Region, (in) South Caspian Basin: Geology, geophysics, oil and gas content. Geology Institute. Azerbaijan National Academy of Sciences. Nafta-Press. Baku. Azerbaijan. 2004, pp. 107-123.
- Kadirov, F., Mammadov, S., Reilinger R., McClusky S. Global Positioning System measurements of tectonic deformation in Azerbaijan: New constraints on active faulting and earthquake hazards. *Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences, The Sciences of Earth*, № 1, 2008, pp. 82-88.
- Kadirov F., Floyd M., Alizadeh A., Guliev I., Reilinger R., Kuleli S., King R., Toksoz M.N. Kinematics of the eastern Caucasus near Baku, Azerbaijan. *J. Nat. Hazards*, doi:10.1007/s11069-012-0199-0. 2012.
- Kadirov F.A., Gadirov A.G., Babayev G.R., Agayeva S.T., Mammadov S.K., Garagezova N.R., Safarov R.T. Seismic zoning of the southern slope of Greater Caucasus from the fractal parameters of the earthquakes, stress state, and GPS velocities. *Izvestiya, Physics of the Solid Earth*, V. 49 (4), 2013, pp. 554-562.
- Kadirov F.A., Gadirov A.H. A gravity model of the deep structure of South Caspian Basin along submeridional profile Alborz–Absheron Sill. *Global and Planetary Change*, 114, 66-74. doi:10.1016/j.gloplacha.2013.09.001. 2014.
- Kadirov F.A., Floyd M., Reilinger R., Alizadeh A.A., Guliyev I.S., Mammadov S.G., Safarov R.T. Active geodynamics of the Caucasus Region: Implications for earthquake hazards in Azerbaijan. *Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences. The Sciences of Earth*, № 3, 2015, pp. 3-17.
- Masson F., Van Gorp S., Chery J., Djamour Y., Tatar M., Tavakoli F., Nankali H., Vernant P. Extension in NW Iran Driven by the Motion of the South Caspian Basin. *Earth Planet. Sci. Lett.*, V.252, 2006, pp. 180-188.
- McKenzie D.P. Active tectonics of the Mediterranean region. *Geophys. J. R. Astron. Soc.*, V.30, 1972, pp. 239-243.
- Nilforoushan F., Masson F., Vernant P., Vigny C., Martinod J., Abbasi M., Nankali H., Hatzfeld D., Bayer R., Tavakoli F., Ashtiani A., Doerflinger E., Daignieres M., Collard P., Chéry J. GPS Network monitors the Arabia-Eurasia collision deformation in Iran. *J. Geodesy*, V.77, 2003, pp. 411-422.
- Philip H., Cisternas A., Gvishiani A., Gorshkov A. The Caucasus: An actual example of the initial stages of continental collision. *Tectonophysics*. V.161, 1989, pp. 1-21.
- Pitarka A., Gok R., Yetirmishli G., Ismayilova S. and Mellors R. Ground motion modeling in the Eastern Caucasus. *Pure and Applied Geophysics*, V.173, 2016, pp. 2791-2801, doi: 10.1007/s00024-016-1311-2.
- Reilinger R.S. and 22 others. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, *J. Geophys. Res.*, B05411, 2006 : doi:10.1029/2005JB004051.
- Sengor, A.M.C. and Gorur, N. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a

REFERENCES

- Abdullayev R.A., Jafarov Kh.D. Geological and geophysical characteristics of the Pre-Caspian oil and gas region of Azerbaijan. *Azerneshr. Baku*, 1962, 168 p. (in Russian).
- Akhmedbeyli, F.S., Isaeva M.I., Kadirov F.A., Korobanov V.V. Geodynamics of the neotectonic stage of the Caucasian segment of the Alpine-Himalayan orogenic belt. *Nafta-press. Baku*, 2010, 214 p. (in Russian).
- Akhmedbeyli F.S., Mamedov A.V., Shirinov N.Sh., Shikhalibeyli H.Sh. Neotectonic Map of Azerbaijan. M 1:500000. Azerbaijan Aerogeodesy, Baku, 1991 (in Azerbaijani).
- Amiraslanov T.S. Interpretation of gravity anomalies of complex oil and gas regions based on a comprehensive analysis of geophysical fields (on example of Azerbaijan and the adjacent areas). Abstract of the dissertation submitted for the degree of doctor of geological and mineralogical sciences. Baku, 1986, 24 p. (in Russian).
- Blakely R.J. Potential theory in gravity and magnetic applications. Cambridge University Press. Cambridge, 1995, 441 p.
- Bulakh E.G., Markova M.N. The solution of inverse problems of gravimetry by matching method. *Geophysical journal*, № 4, 1992, pp.9-19 (in Russian).
- Bulakh E.G., Markova M.N., Timoshenko V.I., Boiko P.D. Mathematical software for an automated system for interpreting gravity anomalies. *Naukova Dumka. Kiev*, 1984, 112 p. (in Russian).
- Dobrovolsky I.P. Mathematical theory of preparation and forecast of tectonic earthquake. *Fizmatlit. Moscow*, 2009, 240 p. (in Russian).
- Hajiev R.M. The deep geological structure of Azerbaijan. *Azerneshr. Baku*, 1965, 200 p. (in Russian).
- Hajiev R.M., Kadirov F.A. Report on scientific-research work on "High-precision gravimetric observations on the Pre-Caspian profile of Samur-Baku-Astara". *Funds of the Institute of Geology and Geophysics of AS of Azerb. SSR*, 1984, 63 p. (in Russian).
- Hajiev R.M., Kadirov F.A., Gadirov A.H., Kunstman V.V. The identification of hidden periodicities in the modern vertical movements of the Earth's crust on the profile of Ulan Khol-Baku-Astara. *Proceedings of AS of Azerb. SSR. The Sciences of Earth*, № 1, 1987, pp. 57-62 (in Russian).
- Jackson J. Partitioning of strike-slip and convergent motion between Eurasia and Arabia in eastern Turkey, *J. Geophys. Res.*, № 97, 1992, pp. 12471-12479.
- Khain V.E. West Siberian young plate (megasineclise). *Regional geotectonics*, 3, Moscow, 1979, pp. 55-68 (in Russian).
- Khain V.E., Ahmedbeyli F.S. Geological structure and development of the Kusar-Devechy synclinorium. In: *Materials on the geology of northeastern Azerbaijan*. Baku, 1957, pp. 183-385 (in Russian).
- Kadirov F.A. Gravity model of lithosphere in the Caucasus-Caspian Region, In book: South Caspian Basin: Geology, geophysics, oil and gas content. Geology Institute, Azerbaijan National Academy of Sciences, Azerbaijan. Nafta Press. Baku. 2004, pp. 107-123.
- Kadirov F., Mammadov S., Reilinger R., McClusky S. Global Positioning System measurements of Tectonic deformation in Azerbaijan: New constraints on active faulting and earthquake hazards. *Proceedings of Azerb. Nat. Acad. Sci. The Sciences of the Earth*, № 1, 2008, pp. 82-88.
- Kadirov F., Floyd M., Alizadeh A., Guliev I., Reilinger R., Kuleli S., King R., Toksoz M.N. Kinematics of the eastern Caucasus near Baku, Azerbaijan. *J. Nat. Hazards*, 2012, doi:10.1007/s11069-012-0199-0.
- Kadirov F.A., Gadirov A.H., Babayev G.R., Agayeva S.T., Mammadov S.K., Garagezova N.R., Safarov R.T. Seismic zoning of the southern slope of Greater Caucasus from the

- case study. In: Biddle, K. and Christie-Blick, N., Eds., Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, Special Publications, SEPM Society for Sedimentary Geology, Tulsa, Vol. 37, 1985, pp. 227-264.
- Абдуллаев Р.А., Джафаров Х.Д. Геолого-геофизическая характеристика Прикаспийского нефтеносного района Азербайджана. Азернешр. Баку, 1962, 168 с.
- Амирасланов Т.С. Интерпретация гравитационных аномалий сложнопостроенных нефтегазоносных областей на основе комплексного анализа геофизических полей (на примере Азербайджана и прилегающей акватории). Автореф. дисс. докт. геол.-мин. наук. Баку, 1986.
- Ахмедбейли Ф.С., Исаева М.И., Кадиров Ф.А., Коробанов В.В., Геодинамика неотектонического этапа Кавказского сегмента Альпийско-Гималайского орогенного пояса. Nafta-Press. Баку, 2010, 214 с.
- Булах Е.Г., Маркова М.Н., Тимошенко В.И., Бойко П.Д. Математическое обеспечение автоматизированной системы интерпретации гравитационных аномалий. Наукова Думка. Киев, 1984, 112 с.
- Булах Е.Г., Маркова М.Н. Решение обратных задач гравиметрии методом подбора. Геофизический журнал, № 4, 1992, с. 9-19.
- Гаджиев Р.М. Глубинное геологическое строение Азербайджана. Азернешр. Баку, 1965, 200 с.
- Гаджиев Р.М., Кадиров Ф.А. Высоточные гравиметрические наблюдения на Прикаспийском профиле Самур-Баку-Астара. Отчет. Фонды Института геологии и геофизики НАНА. Баку, 1984, 64 с.
- Гаджиев Р.М., Кадиров Ф.А., Кадиров А.Г., Кунстман, В.В. Выявление скрытых периодичностей в современном вертикальном движении земной коры на профиле Улан-Хол-Баку-Астара. Известия АН Азерб. ССР, серия наук о Земле, № 1, 1987, с. 57-62.
- Добровольский И.П. Математическая теория подготовки и прогноза тектонического землетрясения. Физматлит. Москва, 2009, 240 с.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Натапов Л.М. Тектоника литосферных плит территории СССР. Недра. Москва, 1990, 334 с.
- Кадиров Ф.А. Гравитационное поле и модели глубинного строения Азербайджана. Nafta-Press. Баку, 2000, 112 с.
- Кадиров Ф.А., Сафаров Р.Т. Деформация земной коры Азербайджана и сопредельных территорий по данным GPS-измерений. Известия НАН Азербайджана. Науки о земле, № 1, 2013, с. 47-55.
- Касьянова Н.А. Экологические риски и геодинамика. Научный мир. Москва, 2003, 332 с.
- Краснопецева Г.В. Глубинное строение Кавказа. В кн: Строение земной коры и верхней мантии Центральной и Восточной Европы. Наукова Думка. Киев, 1978, с. 190-199.
- Лилиенберг Д.А. Опыт комплексного картирования современной геодинамики (на примере Азербайджанской ССР). Современные движения земной коры. Теория, методы, прогноз. Результаты исследований по международным геофизическим проектам. Наука. Москва, 1980, с. 65-76.
- Озерская М.Л., Подоба Н.В. Физические свойства осадочного покрова территории СССР. Недра. Москва, 1967, 772 с.
- Павленкова Н.И., Егорова Е.П., Старостенко В.И., Козленко В.Г. Трехмерная плотностная модель литосферы Европы. I. Известия АН СССР. Физика Земли, № 4, 1991, с. 3-13.
- Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. ГИЛЕМ. Уфа, 2000, 146 с.
- Сафаров И.Б. Петрофизические модели литосферных плит материков и океанов. Элм. Баку, 2011, 306 с.
- fractal parameters of the earthquakes, stress state, and GPS velocities. Izvestiya, Physics of the Solid Earth, V.49, № 4, 2013, pp. 554-562.
- Kadirov F.A., Gadirov A.H. A gravity model of the deep structure of South Caspian Basin along submeridional profile Alborz-Absheron Sill. Global and Planetary Change, V. 114, 2014, pp. 66-74, doi:10.1016/j.gloplacha.2013.09.001.
- Kadirov F.A., Floyd M., Reilinger R., Alizadeh Ak.A., Guliyev I.S., Mammadov S.G., Safarov R.T. Active geodynamics of the Caucasus Region: Implications for earthquake hazards in Azerbaijan. Proceedings of Azerbaijan National Academy of Sciences, The Sciences of Earth, № 3, 2015, pp. 3-17.
- Kadirov F.A. Report on scientific-research work on "Modern geodynamics of Azerbaijan and seismic hazard (based on GPS, seismic and geophysical data)". Funds of the Institute of Geology and Geophysics of ANAS, 2011, 107 p. (in Azerbaijani).
- Kadirov F.A. Gravity field and models of the deep structure of Azerbaijan. Nafta-press. Baku, 2000, 112 p. (in Russian).
- Kadirov F.A., Safarov R.T. Deformation of the Earth's crust of Azerbaijan and adjacent territories according to GPS measurements. Proceedings of ANAS, The sciences of Earth, № 1, 2013, pp. 47-55. (in Russian).
- Kasyanova N.A. Environmental risks and geodynamics. Scientific world. Moscow, 2003, 332 p. (in Russian).
- Krasnopevtseva G.V. The deep structure of the Caucasus. In book: The structure of the Earth's crust and upper mantle of Central and Eastern Europe. Naukova Dumka. Kiev, 1978, pp. 190-199 (in Russian).
- Lilienberg, D.A. The experience of complex mapping of modern geodynamics (on the example of the Azerbaijan SSR). Modern movements of the Earth's crust. Theory, methods, forecast. The results of research on international geophysical projects. Nauka. Moscow. 1980, pp. 65-76 (in Russian).
- Masson F., Van Gorp S., Chery J., Djamour Y., Tatar M., Tavakoli F., Nankali H., Vernant P. Extension in NW Iran Driven by the Motion of the South Caspian Basin. Earth Planet. Sci. Lett., V.252, 2006, pp. 180-188.
- McKenzie D.P. Active tectonics of the Mediterranean region. Geophys. J. R. Astron. Soc., V.30, 1972, pp. 239-243.
- Nilforoushan F., Masson F., Vernant P., Vigny C., Martinod J., Abbasi M., Nankali H., Hatzfeld D., Bayer R., Tavakoli F., Ashtiani A., Doerflinger E., Daignieries M., Collard P., Chéry J. GPS Network monitors the Arabia-Eurasia collision deformation in Iran. J. Geodesy, V.77, 2003, pp. 411-422.
- Ozerskaya M.L., Podoba N.V. Physical properties of the sedimentary cover of the USSR territory. Nedra. Moscow, 1967, 772 p. (in Russian).
- Pavlenkova N.I., Egorova E.P., Starostenko V.I., Kozlenko V.G. Three-dimensional density model of the lithosphere of Europe. Izvestiya of the Academy of Sciences of the USSR. Physics of the Solid Earth, № 4, 1991, pp.3-13 (in Russian).
- Philip H., Cisternas A., Gvishiani A., Gorshkov A. The Caucasus: An actual example of the initial stages of continental collision. Tectonophysics. V.161, 1989, pp. 1-21.
- Pitarka A., Gok R., Yetirmishli G., Ismayilova S. and Mellors R. Ground motion modeling in the Eastern Caucasus. Pure and Applied Geophysics, V.173, 2016, pp. 2791-2801, doi: 10.1007/s00024-016-1311-2.
- Puchkov V.N. Paleogeodynamics of the Southern and Middle Urals. Gilem. Ufa, 2000, 146 p. (in Russian).
- Reilinger R.S. and 22 others. GPS constraints on continental deformation in the Africa-Arabia-Eurasia continental collision zone and implications for the dynamics of plate interactions, J. Geophys. Res., B05411, 2006 : doi:10.1029/2005JB004051.
- Safarov I.B. Petrophysical models of lithospheric plates of continents and oceans. Elm. Baku, 2011, 306 p. (in Russian).
- Sengor, A.M.C. and Gorur, N. Strike-slip faulting and related basin formation in zones of tectonic escape: Turkey as a

- Теркот Д., Шуберт Дж. Геодинамика: геологические приложения физики сплошных сред. В. 2. Мир. Москва, 1985, 360 с.
- Хаин В.Е. Западно-Сибирская молодая плита (мегасинеклиза). В: Региональная геотектоника. Москва, 1979, с. 55-68.
- Хаин В.Е., Ахмедбейли Ф.С. Геологическое строение и развитие Кусаро-Дивичинского синклиория. В: Материалы по геологии Северо-Восточного Азербайджана. Баку, 1957, с. 183-385.
- Ященко В.Р. Современные вертикальные движения Западного Прикаспия по данным повторного нивелирования. Геодезия и картография, № 2, 1974, с. 24-25.
- Ященко В.Р. Геодезические исследования вертикальных движений земной коры. Недра. Москва, 1989, 192 с.
- case study. In: Biddle, K. and Christie-Blick, N., Eds., Strike-Slip Deformation, Basin Formation and Sedimentation, Special Publications, SEPM Society for Sedimentary Geology, Tulsa, Vol. 37, 1985, pp. 227-264.
- Terkot D., Shubert J. Geodynamics: Geological applications of continuum physics. Vol. 2. Mir. Moscow, 1985, 360 p. (in Russian).
- Yashenko V.R. Geodetic studies of vertical movements of the earth's crust. Nedra. Moscow, 1989, 192 p. (in Russian).
- Yashenko V.R. Modern vertical movements of the Western Pre-Caspian region according to the re-levelling data. Geodesy and cartography. № 2, 1974, pp. 24-25 (in Russian).
- Zonenshayn L.P., Kuzmin M.I., Natapov L.M. Tectonics of lithospheric plates on the territory of the USSR. Nedra. Moscow, 1990, 334 p. (in Russian).

XƏZƏR DƏNİZİNİN QƏRB SAHİLİ LİTOSFERİNİN QEYRİ-BİRCİNSLİLİYİ, DƏRİNLİK QURULUŞU VƏ MÜASİR GEODİNAMİK XARAKTERİSTİKASI

G.R.Sadıqova

AMEA Geologiya və Geofizika İnstitutu

AZ1143, Bakı şəh., H.cavid prosp.,119: gsadigova@yahoo.com

Xülasə. Məqalədə Xəzər dənizinin qərb sahili boyu uzanan Samur-Bakı profilinin qeyri-bircins sıxlıq modelindən istifadə edilərək 2D qravitasiya modeli qurulmuş və profilin geodinamik xarakteristikaları tədqiq edilmişdir. 2D qravitasiya modeli Yer qabığının üst sərhədlərinin və Moxo sərhədinin sıxlıq sərhədləri seçmə üsulu ilə tərtib olunmuş, bazalt (28-32 km) və Moxo sərhədləri (47-57 km) dəqiqləşdirilmişdir. Profilboyu müasir şaquli və üfüqi hərəkətlərin sürət əyriləri təhlil edilmiş və Yer qabığında gərginliktoplanma zonaları müəyyunlaşdırılmışdır. Samur-Bakı profilinin geodinamik şəraitinə təsir nəticəsində əlavə hiss edilən gərginlik yaradacaq zəlzələlərin ocaq radiusu və maqnitudası müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: Cənub-Şərqi Qafqaz, qravitasiya modeli, GPS sürəti, şaquli hərəkət, gərginlik, zəlzələlər, episentr, yarımla

НЕОДНОРОДНОСТЬ ЛИТОСФЕРЫ, ГЛУБИННОЕ СТРОЕНИЕ И СОВРЕМЕННАЯ ГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Г.Р.Садыгова

Институт геологии и геофизики

Национальной Академии Наук Азербайджана

AZ 1143 г.Баку, просп. Г. Джавида,119: gsadigova@yahoo.com

Резюме. Актуальность исследования Гусар-Шабранского прогиба, помимо основной фундаментальной – изучение особенностей формирования и геодинамики, определяется и практическими задачами, связанными с перспективами обнаружения нефтяных и газовых месторождений и выявления геодинамической опасности для нефтепровода Баку-Новороссийск, водопроводов Шоллар и Тахтакёрню и других инфраструктур в этом региона. Целью данной работы является получение новой информации об особенностях геологического строения земной коры и геодинамики вдоль профиля Самур-Баку. В качестве исходных материалов для получения исходного разреза были использованы геофизические и геологические данные по профилю Самур-Баку, пересекающему Гусар-Шабранский прогиб.

В статье дается 2D гравитационная модель профиля Самур-Баку, расположенного на западном побережье Каспийского моря, построенная с использованием неоднородной плотностной модели, и геодинамические характеристики профиля. 2D гравитационная модель составлена методом подбора плотностных границ. Уточнены границы базальта (28-32 км) и Моху (47-57 км). Вдоль профиля проанализированы кривые скорости современных вертикальных и горизонтальных движений, и идентифицированы зоны накопления напряжения. Определены величины радиусов очагов и магнитуды землетрясений, создавших дополнительные ощутимые напряжения, которые влияют на геодинамические условия профиля.

Ключевые слова: Юго-Восточный Кавказ, гравитационная модель, GPS скорости, вертикальные движения, напряжения, землетрясения, эпицентр, разлом