

Структура субдукционной зоны Южно-Каспийской впадины и сейсмичность

© А. Г. Заманова, 2014

Институт геологии НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан

Поступила 22 января 2014 г.

Представлено членом редколлегии Ю. М. Вольфманом

З урахуванням останніх даних геофізичних досліджень проаналізовано зв'язок сильних землетрусів з шарами земної кори в азербайджанському секторі Південнокаспійської западини. На основі карти епіцентрів землетрусів і сейсмологічних профілів вивчено закономірності розподілу землетрусів за площею і глибиною. Північна межа западини відрізняється високою сейсмічною активністю. Ґрунтуючись на сучасних глибинних даних, можна припустити, що спостережувана сейсмічність пов'язана з процесами, які виникають в результаті субдукції консолідованої кори Південнокаспійської западини під епігерцинську платформу, встановлену за матеріалами надглибинної сейсмометрії.

Ключові слова: Південнокаспійська западина, епіцентр, гіпоцентр, землетрус.

Введение. Южно-Каспийская впадина (ЮКВ) — самая глубокопогруженная депрессия мира. Тектоническое районирование региона проведено по современному тектоническому положению крупных морфоструктур, а также по геологическому строению осадочных суббассейнов. ЮКВ окружена альпийскими складчатыми сооружениями Большого Кавказа, Апшеронского порога, Кубадага, Большого Балхана, Копетдага, Талыша, Эльбурса и Малого Кавказа (рис. 1). Характеризуется консолидированной корой океанического типа (6—8 км) и мощным осадочным покровом (25—30 км) [Мамедов, 2006, 2010]. В современной геодинамической обстановке на ЮКВ и сопредельную территорию воздействуют силы сжатия, обусловленные движением Аравийской плиты на север [Jackson et al., 2002]. В результате возникают определенные деформации в земной коре, происходят сейсмические процессы, наблюдаемые при землетрясениях. Сложное геологическое строение ЮКВ и приграничных зон, проявления грязевого вулканизма и наличие аномалий (сейсмической, гравитационной, магнитной, тепловой) геофизических полей несут в себе информацию о геодинамических процессах в литосфере. В последние годы по материалам СГ-ОГТ получена важная информация о строении земной коры ЮКВ. Основные результаты исследований глубинного строения земной коры ЮКВ, полученные методами сейсморазведки на со-

временном этапе, отражены в работах [Knapp et al., 2004; Мамедов, 2006; Green et al., 2009], особенности гравитационного и теплового полей — в работах [Мухтаров, 2008; Кадилов, Кадилов, 2009].

Особенности строения земной коры ЮКВ. История формирования и геологического развития впадины тесно связана с эволюцией Альпийско-Гималайского подвижного пояса и историей океана Тетис. Подробное описание движения плит, закрытия океана Тетис и образования Южно-Каспийской впадины — реликта Большекавказского (задугового) моря — приведено в работах [Адамия, Асанидзе, 1982; Зоненшайн и др., 1990; Мамедов, 2007, 2010]. В отличие от периферийных областей морского бассейна, испытавших сильные тектонические деформации и складчатость, зажатая со всех сторон ЮКВ осталась относительно слабо деформированной. Тем не менее ее жесткое основание разбито на отдельные блоки, а осадочная толща смята в складки, местами с проявлениями грязевого вулканизма.

Первые данные о структуре и генезисе ЮКВ, возрасте, типе, составе консолидированной коры были получены по результатам глубинного сейсмического зондирования (ГСЗ) и корреляционного метода преломленных волн (КМПВ). Однако по разрезам ГСЗ можно охарактеризовать состояние только поверхности консолидированной коры и местами проследить поверхность Мохо (М) по различным про-

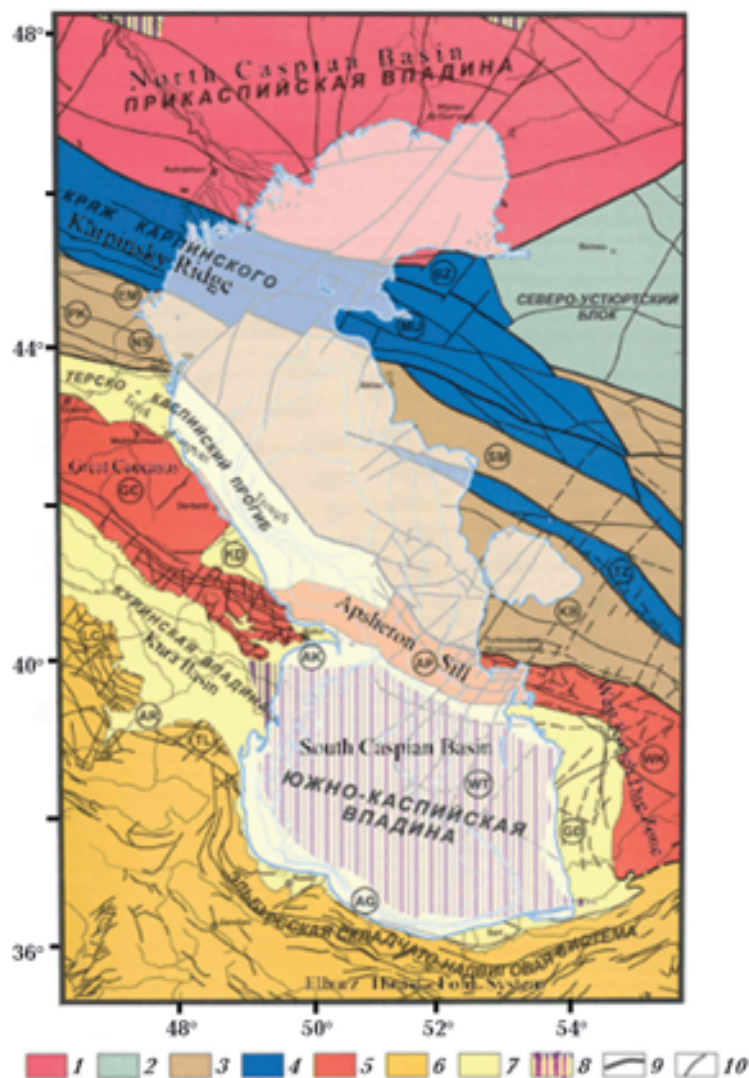


Рис. 1. Тектоническая карта Каспийского моря (а), по [Хаин, Богданов, 2003]: 1—4— фундамент платформенных областей (1 — раннедокембрийский, 2 — байкальский, 3 — герцинский, 4 — раннекиммерийский); 5—6 — альпийские складчато-покровные системы (5 — Большой Кавказ и Копетдаг, 6 — Малый Кавказ, Талыш, Эльбурс); 7 — передовые прогибы и впадины; 8 — впадины с корой океанического типа; 9 — разрывные нарушения, соответствующие границам крупных структур; 10 — прочие важные разрывы.

филям. Первичная интерпретация этих разрезов [Аксенович и др., 1962; Косминская, 1968] выявила субокеанический тип коры в основании бассейна. Последующая интерпретация ГСЗ с учетом данных сверхглубокого бурения (скв. Саатлы-1) [Павленкова и др., 1987; Баранова и др., 1990] дала возможность построить двумерные модели земной коры ЮКВ и прилегающих районов по региональным профилям. В последние годы на основании данных сверхглубокой сейсмометрии в модификации ОГТ (СГ-ОГТ) составлены двумерные модели земной коры ЮКВ и структурная карта поверхности консолидированной коры [Маме-

дов, 2006, 2010].

Интерпретация временных разрезов (П. З. Мамедов, 2000—2012) показала, что мощность осадочной толщи ЮКВ (осадки от юры до современных комплексов) с юга на север увеличивается от 20 до 30 км. Глубина залегания поверхности М изменяется в интервале глубин 25—36 км. В основании фундамента ЮКВ выделяется консолидированная кора океанического типа мощностью 6—8 км, которая в районе Апшеронского порога субдуцирует под платформу. Над консолидированной корой образовалась складчато-надвиговая чешуйчатая аккреционная призма вследствие со-

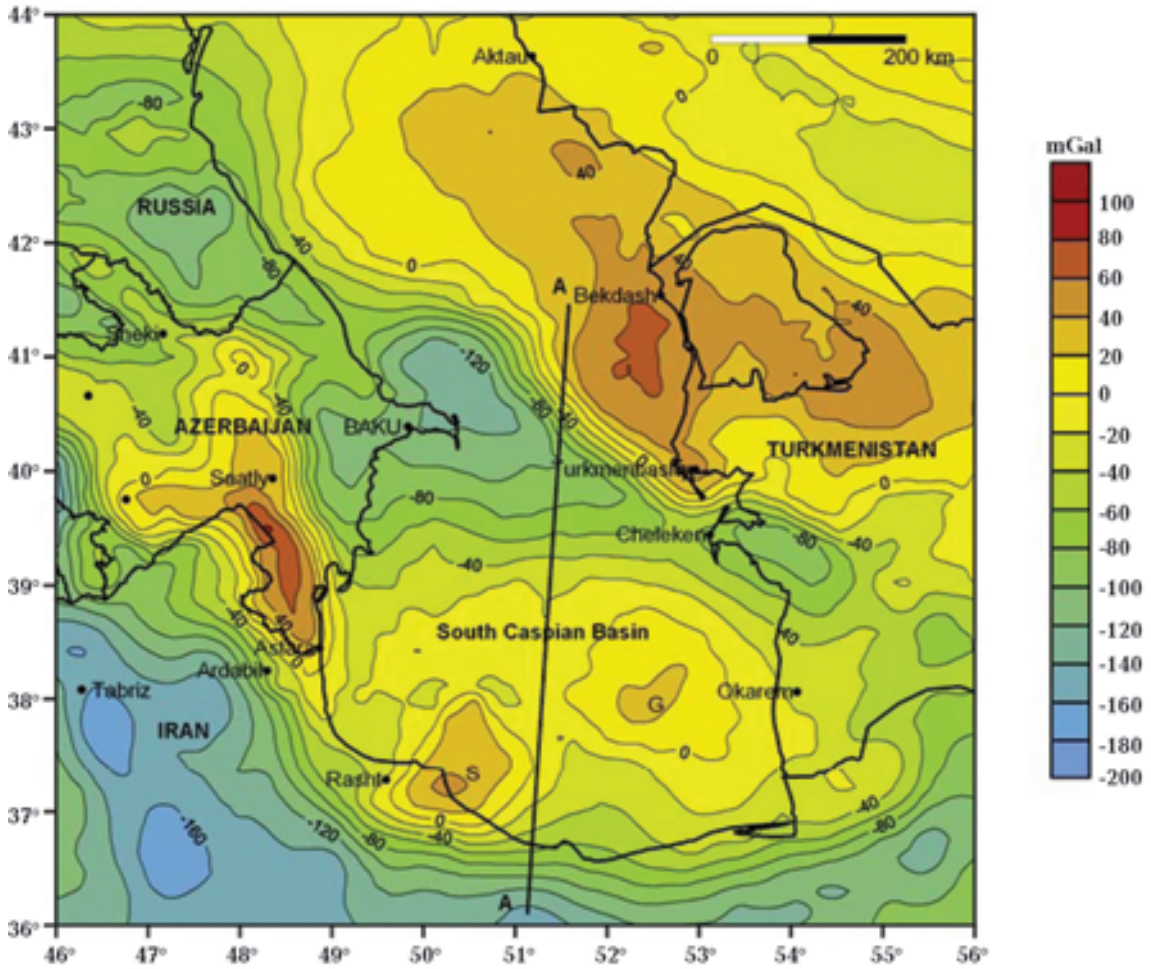


Рис. 2. Карта гравитационных аномалий ЮКВ в редукции Буге (Ф. А. Кадиров). А—А — исследуемый профиль.

скальзывания с поверхности погружающейся коры. В состав призмы вошли пострифтовые (меловые и палеоценовые) и синрифтовые (средне- и позднеюрские) породы. Зона сочленения ЮКВ с платформой подвижная, так как на консолидированную кору и аккреционную призму воздействуют мощные геодинамические силы сжатия с юга.

Гравитационное поле ЮКВ (рис. 2) характеризуется аномалиями различных типов и амплитуд [Кадиров и др., 2009]. Аномальное поле ее северной части представлено зоной увеличенных горизонтальных градиентов субкавказского направления. В северо-западной части впадины фиксируется обширный гравитационный минимум с амплитудой до 125 мГал. Центральная часть ЮКВ представлена слабым отрицательным полем силы тяжести, на фоне которого в области Туркменского шельфа выделяется гравитационный максимум, отобра-

жающий выступ консолидированной коры (выступ Година). На юго-западном борту впадины выделяется еще один гравитационный максимум (Сафидрудский выступ). Слабое гравитационное поле, наблюдаемое в западной (наиболее прогнутой) части ЮКВ, свидетельствует о том, что эта часть впадины находится в состоянии изостатического равновесия. Оно, по мнению некоторых исследователей, обусловлено наличием под консолидированной корой разуплотненного слоя в верхней мантии.

Сейсмичность ЮКВ. Современная неотектоническая активность региона связана со сжатием его литосферы под давлением Аравийской плиты. ЮКВ, и ее центриклинальные прогибы (Куринский и Западно-Туркменский межгорные прогибы) окружены зонами интенсивной сейсмичности (рис. 3). Распределение очагов сильных землетрясений, их магнитуды и гипоцентры (глубины залегания) связаны с

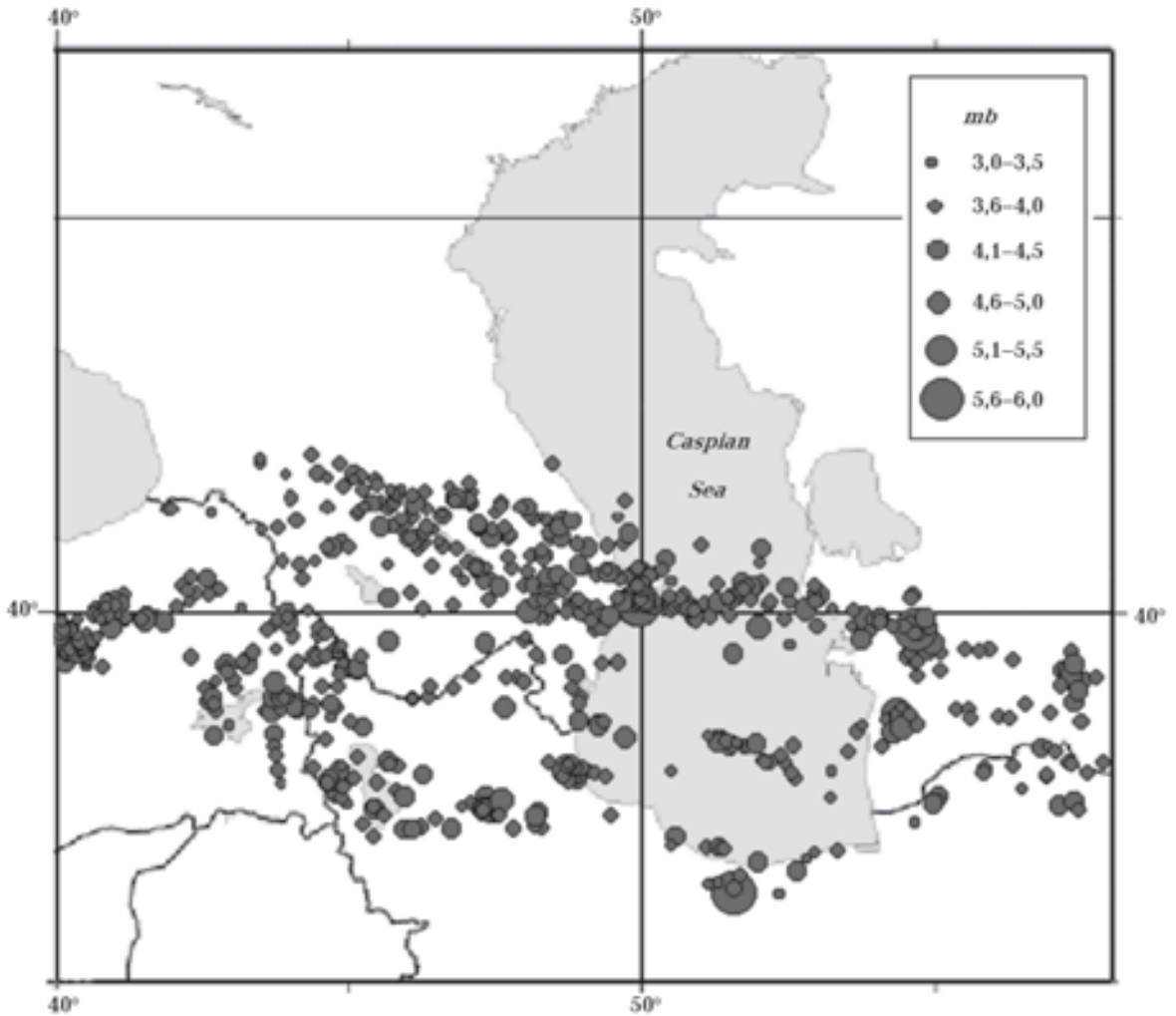


Рис. 3. Карта эпицентров землетрясений Азербайджана и прилегающих районов по данным СТВТО за период 2000—2005 гг. [Агаева, Бабаев, 2009].

периодическим геодинамическим «оживлением» подвижной зоны в районе Апшеронского порога. Центральная часть впадины в отличие от ее периферии практически асейсмична. Эпицентры землетрясений, происходящих на периферийной части, окаймляют впадину и ее центриклинальные прогибы, подчеркивая их контуры. Анализ фокальных механизмов сильных землетрясений ($M=6,1; 6,2; 6,3$) в Прибалханской складчатой зоне [Kadirov, Gadirov, 2013] показывает, что эта зона характеризуется крутым сбросовым механизмом. В отличие от этого фокальные механизмы сильных, но неглубоких землетрясений, происходящих вдоль Апшеронского порога, указывают на их связь с покровно-взбросовыми структурами аккреционной призмы.

Автором настоящей статьи исследована

связь сильных очагов землетрясений с тектонической сейсмоактивной зоной в Среднем Каспии, севернее Апшеронского порога. Эта зона в направлении от Махачкалы на юго-восток, огибая край эпигерцинской платформы в море, охватывает территорию юга г. Туркменбаши и Большого Балхана.

С этой зоной связаны более глубокие очаги землетрясений (55—60 км, в редких случаях 95—100 км) [Кондорская и др., 1993]. Расчетная глубина очагов землетрясений в пределах Дагестанского шельфа составляет 40—50 км [Даниялов и др., 2003], в Прибалханском районе — 38—55 км [Priesley et al., 1994]. На восточном берегу Каспия в районе Туркменбаши — Большой Балхан зарегистрированы три землетрясения с эпицентрами на глубине 38, 42 и 55 км. Все эпицентры расположены на глубинном разломе,



Рис. 4. Карта эпицентров землетрясений $M_L > 3,0$ за 1970—2010 гг. в Каспийском море (Азербайджанская часть): А — пояс сильных ($M_L \geq 5,0$) и средних ($M_L \geq 3,5 \div 5,0$) землетрясений с гипоцентрами 35—70 км и глубже в предплатформенной зоне, Б — пояс слабых и средних землетрясений с гипоцентрами 10—30 км, В — пояс землетрясений в зоне пересечения глубинных разломов.

полого наклоненном на север. На основе фактических сейсмических и сейсмологических данных было доказано [Мамедов, 2006, 2010; Green et al., 2009], что такой наклон связан с субдукцией Южно-Каспийской плиты.

По данным сейсмологических исследований юго-западная прибрежная зона ЮКВ характеризуется относительно низкой сейсмичностью [Panahi, 2000]. Начиная от Талышских гор, эта зона продолжается вдоль южного берега Каспия до Аладага-Беналуда, далее до юго-восточных отрогов Копетдага. Здесь глубина очагов землетрясений составляет 10—13 км и только в районе Талышских гор — 20÷25 км. Нельзя предполагать субдукцию коры ЮКВ под горную систему Эльбурса [Родкин, 2003] без данных сверхглубинной сейсмометрии и сравнения их

с размещением очагов сильных землетрясений. По карте эпицентров землетрясений и сейсмологическим разрезам изучены сейсмичность и особенности распределения очагов землетрясения от глубин в азербайджанском секторе ЮКВ. Данные о землетрясениях взяты из базы электронного каталога Центра сейсмологической службы Академии наук Азербайджана. Карта эпицентров землетрясений с магнитудой ($M_L > 3,0$) была составлена на основе параметров землетрясений. Эти данные сравнивались с данными глубинного строения территории, полученными методом сверхглубинной сейсмометрии ОГТ [Мамедов, 2006, 2010].

На карте эпицентров (рис. 4) видно скопление очагов сильных землетрясений в северной части ЮКВ, в основном севернее Апшеронско-

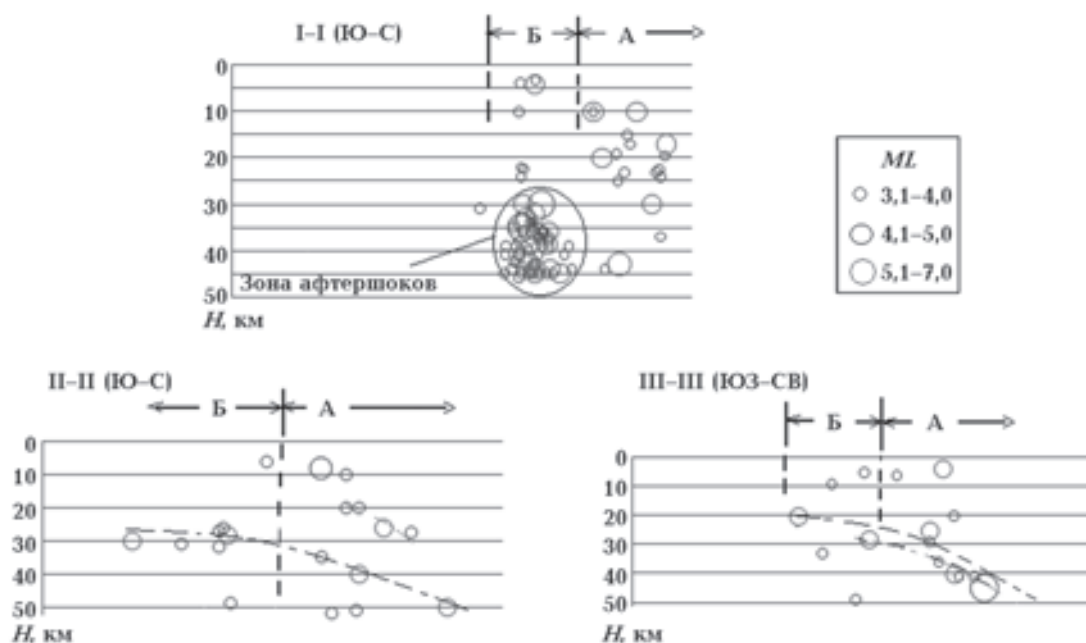


Рис. 5. Сейсмологические разрезы по профилям I—I, II—II, III—III.

го полуострова и одноименного порога. Большое сгущение землетрясений слабой и средней интенсивности на юге Апшеронского полуострова обусловлено афтершоками сильного землетрясения 25.11.2000 г. Скопление очагов в основном слабых ($M=3,1\div 3,5$) и мелкофокусных ($H<20\div 25$ км) землетрясений на юге Апшеронского полуострова и одноименного порога, судя по сейсмическим данным, связано с процессами сжатия и деформаций в пределах аккреционной призмы над субдуцирующей консолидированной корой ЮКВ. Отмечаются редкие эпицентры землетрясений с магнитудой $M=4,1\div 5,0$ в приграничной с Ираном акватории. В центральной части ЮКВ скопления эпицентров сильных и средних землетрясений почти не наблюдается.

Сейсмологические профили (рис. 5) указывают на распределение очагов землетрясений вдоль зоны сопряжения впадины с эпигерцинской платформой, в основном на глубине 10–60 км. На профиле I—I очаги афтершоков землетрясения 25.11.2000 г. на юге Апшеронского полуострова сосредоточены на глубине 30–45 км. Необходимо отметить, что это сильное землетрясение ($M=6,4$; $H=35$ км) на Каспии происходило в 50 км южнее Апшеронского полуострова. Основной толчок и афтершоки вокруг него, как предполагают авторы работы

[Гасанов и др., 2005], связаны с продолжением Вандамского разлома в море, а источники слабых толчков на юго-западном секторе моря — с продолжением разлома Аджычай-Алят. На сейсмологическом разрезе (I—I) севернее Апшеронского полуострова очаги сильных землетрясений отмечены на глубине до 30 км. Профили II—II, III—III характеризуют распределение очагов землетрясений в центральной части Апшеронского порога.

На рис. 6 показан региональный геологический разрез СГ—ОГТ с указанием очагов сильных землетрясений из сейсмологического профиля II—II. Как видно, зона Бенъофа хорошо совпадает с субдуцирующей консолидированной корой ЮКВ. На этом разрезе, как и на других разрезах региональных профилей СГ—ОГТ, составленных П. З. Мамедовым и специалистами ВР Caspian Ltd [Green et al., 2009], в коре ЮКВ выявлены разрывы, пересекающие консолидированную кору и осадочный чехол. Большинство из них связано с деформированной структурой аккреционной призмы в районе Апшеронского порога.

Заключение. Большинство сильных и средних землетрясений в районе Апшеронского порога и севернее от него связано с геодинамическими процессами, происходящими в платформенной подвижной зоне. Относительно

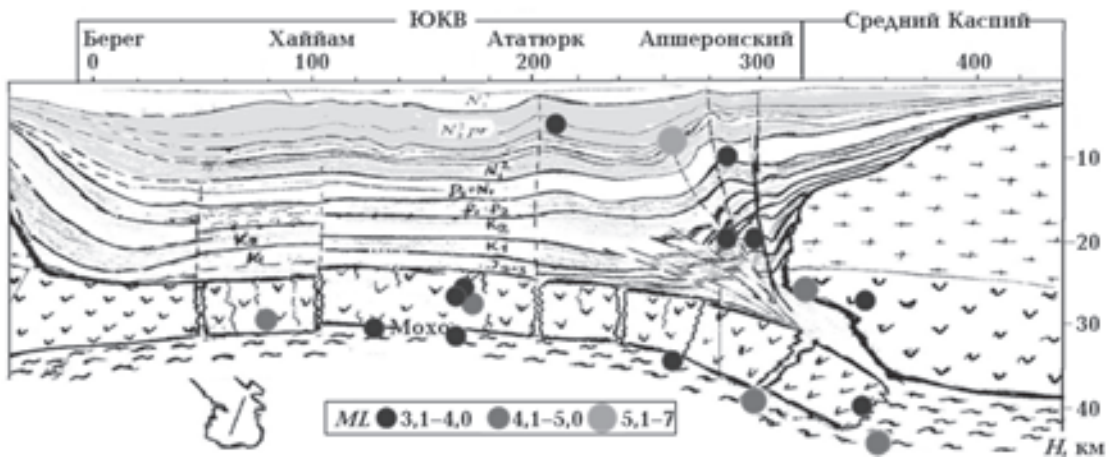


Рис. 6. Расположение очагов сильных землетрясений по региональному геологическому разрезу ЮКВ [Мамедов, 2003].

мелкофокусные землетрясения средней силы происходят в пределах сложнодеформированного осадочного клина — аккреционной призмы. Здесь также фиксируется несколько очагов сильных землетрясений. Учитывая, что в Северо-Апшеронской акватории зона субдукции и аккреционная призма являются подвижными структурами, можно утверждать, что

здесь распределение очагов землетрясений, их магнитуды и глубины связаны с постоянным «оживлением» тектонических процессов под действием мощных геодинамических сил сжатия в литосфере ЮКВ (регенерация субдукции океанической коры, сбросо- и взбросообразование, грязевой вулканизм, деформация толщ внутри аккреционной призмы).

Список литературы

- Агаева С. Т., Бабаев Г. Р. Анализ очагов землетрясений Большого и Малого Кавказа по методике построения всемирной карты напряжений. *Сейсмо-прогностические наблюдения на территории Азербайджана*. 2009. С. 51—55.
- Агамия Ш. А., Асанцзе Б. З. Геодинамика Кавказа. В сб.: *Проблемы геодинамики Кавказа*. Москва: Наука, 1982. С. 13—21.
- Аксенович Г. И., Аронов Л. Е., Гавельянец А. А., Гальперин Е. И., Зайончковский М. А., Косминская И. П., Кракшина Р. М. Глубинное сейсмическое зондирование в центральной части Каспийского моря. Москва: Изд-во АН СССР, 1962. 152 с.
- Баранова Е. П., Косминская И. П., Павленкова Н. И. Результат переинтерпретации материалов ГСЗ по Южному Каспию. *Геофиз. журн.* 1990. Т. 12. № 5. С. 60—67.
- Гасанов А. Г., Панахи Б. М., Етирмишли Г. Д., Агаева С. Т., Абдуллаева Р. Р. Каспийское землетрясение 25.11.2000 г. *Изв. НАН Азербайджана (геологическая серия)*. 2005. № 1. С. 43—51.
- Даниялов М. Г., Левкович Р. А., Мирзалиев М. М., Амиров С. Р., Асманов О. А., Игармачев Ш. Г. Сейсмический мониторинг территории Дагестана (1998—2002). Москва: Лика, 2003. 178 с.
- Зоненшайн А. П., Кузмин М. И., Натанов Л. М. Геодинамика литосферных плит территории СССР. Кн. 2. Москва: Недра, 1990. 335 с.
- Кагиров Ф. А., Кагиров А. Г. Гравитационная модель глубинного строения Южно-Каспийской впадины по региональному профилю Эльбурс — Апшеронский порог. *Изв. НАН Азербайджана (геологическая серия)*. 2009. № 4. С. 3—9.
- Кондорская Н. В., Тушко Т. А. Блоково-слоистая модель земной коры и определение гипоцентров землетрясений Каспийского моря. *Физика Земли*. 1993. № 7. С. 17—23.
- Косминская И. П. Метод глубинного сейсмического зондирования земной коры и верхней мантии. Москва: Наука, 1968. 227 с.
- Мамедов П. З. Особенности земной коры ЮКВ в свете новых геофизических данных. *Изв. НАН Азербайджана. Науки о Земле*. 2006. № 3. С. 36—48.

- Мамегов П. З. Сейсмостратиграфические (возрастные) подразделения осадочного чехла ЮКМБ. Стратиграфия и седиментология нефтегазоносных бассейнов. *НАН Азербайджана. Отделение наук о Земле*. 2007. № 1. С. 102—117.
- Мамегов П. З. Современная архитектура Южно-Каспийского мегабассейна — результат многоэтапной эволюции литосферы в центральном сегменте Альпийско-Гималайского подвижного пояса. *Изв. НАН Азербайджана (геологическая серия)*. 2010. № 4. С. 46—72.
- Мамегов П. З. Структура земной коры ЮКВ по данным СОГТ, сейсмографик и сейсмостратиграфических исследований. *Материалы Пятой геофизической чтений им. В. В. Федынского*. Москва, 2003. С. 26.
- Мухтаров А. Ш. Тепловой поток восточной части Кавказской зоны коллизии. Тепловое поле земли и методы его изучения. Москва: РГГУ, 2008. С. 155—160.
- Павленкова Н. И., Рагжабов М. М., Гулиев И. С. Зона регионального разуплотнения в осадочном бассейне ЮКВ. *Изв. НАН Азербайджана. Науки о Земле*. 1987. № 6. С. 111—116.
- Рогкин М. В. Флюидогеодиническая модель литосферы Южного Каспия. *Геотектоника*. 2003. № 1. С. 43—53.
- Хаин В. Е., Богданов Н. А. Тектоническое районирование. В кн.: *Объяснительная записка к Международной тектонической карте Каспийского моря и его обрамления*. Масштаб 1:2500000. Москва: Новый мир, 2003. С. 11—20.
- Green T., Abdullayev N., Hossack J., Riley G., Roberts A., 2009. Sedimentation and subsidence in the South Caspian Basin, Azerbaijan. *Geol. Soc. Spec. Publ.* London, 312, P. 241—260.
- Jackson J., Priestly K., Allen M., Berberian M., 2002. Active tectonics of the South Caspian Basin. *Geophys. J. Int.* 148, 214—245.
- Kadirov F. A., Gadirov A. H., 2013. A gravity model of the deep structure of South Caspian Basin along submeridional profile Alborz—Absheron Sill. *Glob. Planet. Change* 114, 66—74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.09.001>.
- Knapp C. C., Knapp J. H., Connor J. A., 2004. Crustal-scale structure of the South Caspian Basin revealed by deep seismic reflection profiling. *Mar. Petrol. Geol.* 21, 1073—1081.
- Panahi B. M., 2000. On spatial-time correlation of earthquakes and mud volcano eruptions seismic regime of Azerbaijan-Caspian region. *Geophysics New in Azerbaijan* (1), 26—29.
- Priestley K., Baker C., Jackson J., 1994. Implications of earthquake focal mechanism data for the active tectonics of the South Caspian basin and surrounding regions. *Geophys. J. Int.* 118, 111—141.

Structure of subduction zone of the South Caspian basin and seismicity

© A. H. Zamanova, 2014

The article, based on the data of recent geophysical investigations were analyzed the relationship of strong earthquakes with layers of the Earth's crust in the Azerbaijani sector of the South Caspian Basin. Based on a map of earthquakes and seismic profiles were studied the objective laws of distribution of earthquakes along the area and depth. The northern boundary of the South Caspian basin is differed by high seismic activity. Based on the modern depth data, it is possible to assume that the observed seismicity associated with the processes, the result from the subduction of the consolidated crust of SCB beneath the Epihercynian platform, established on the materials ultra-deep seismometry.

Key words: South Caspian basin, epicenter, hypocenter, earthquake.

References

- Agaveva S. T., Babaev G. R., 2009. Analysis of earthquake focal Greater and Lesser Caucasus by the method of constructing a world stress map. *Seysmoprognosticheskie nablyudeniya na territorii Azerbaydzhana*, 51—55 (in Russian).
- Adamia Sh. A., Asanidze B. Z., 1982. Geodynamics of the Caucasus. In: *Problems of Geodynamics of the Caucasus*. Moscow: Nauka, P. 13—21 (in Russian).
- Axenovich G. I., Aronov L. E., Gagelyants A. A., Galperin E. I., Zaionchkovskiy M. A., Kosminskaya I. P., Krakshina R. M., 1962. Deep seismic sounding in the central part of the Caspian Sea. Moscow: Publ. House of the USSR Academy of Sciences, 152 p. (in Russian).

- Baranova E. P., Kosminskaya I. P., Pavlenkova N. I., 1990. Result reinterpretation of materials by NHS South Caspian. *Geofizicheskiy zhurnal* 12(5), 60—67 (in Russian).
- Gasarov A. G., Panahi B. M., Yetirmishli G. D., Agayeva S. T., Abdullayeva R. R., 2005. Caspian earthquake of 25.11.2000. *Izvestiya NAN Azerbaydzhana. Ser. geolog.* (1), 43—51 (in Russian).
- Daniyalov M. G., Lewkowich R. A., Mirzaliyev M. M., Amirov S. R., Asmanov O. A., Idarmachev Sh. G., 2003. Seismic monitoring of the territory of Dagestan (1998—2002). Moscow: Lika, 178 p. (in Russian).
- Zonenshain L. P., Kuzmin M. I., Natapov L. M., 1990. Geodynamics lithospheric plates of the USSR. Book 2. Moscow: Nedra, 335 p. (in Russian).
- Kadirov F. A., Kadirov A. G., 2009. Gravity model of deep structure of the South Caspian Basin Regional profile Elbrus — Absheron sill. *Izvestiya NAN Azerbaydzhana. Ser. geolog.* (4), 3—9 (in Russian).
- Kondorskaya N. V., Tushko T. A., 1993. Block-layered model of the crust and the determination of earthquake hypocenters of the Caspian Sea. *Fizika Zemli* (7), 17—23 (in Russian).
- Kosminskaya I. P., 1968. Method of deep seismic sounding of the Earth's crust and upper mantle. Moscow: Nauka, 227 p. (in Russian).
- Mamedov P. Z., 2006. Features crustal SCB in the light of new geophysical data. *Izvestiya NAN Azerbaydzhana. Nauki o Zemle* (3), 36—48 (in Russian).
- Mamedov P. Z., 2007. Seismostratigraphic (age) division of the sedimentary cover SCMB. Stratigraphy and sedimentology of oil-gas basins. *NAN Azerbaydzhana. Otdelenie nauk o Zemle* (1), 102—117 (in Russian).
- Mamedov P. Z., 2010. Modern architecture of the South Caspian megabasin — the result of a multi-stage evolution of the lithosphere in the central segment of the Alpine-Himalayan mobile belt. *Izvestiya NAN Azerbaydzhana. Ser. geolog.* (4), 46—72 (in Russian).
- Mamedov P. Z., 2003. The structure of the Earth's crust SCB according SOGT, seismic tomography and seismic studies. *Proc. of the Fifth geophysical readings named V. V. Fedynskiy.* Moscow, P. 26 (in Russian).
- Mukhtarov A. Sh., 2008. Heat flow eastern Caucasus conflict zone. Thermal field of the earth and the methods of its study. Moscow: RSGPU, P. 155—160 (in Russian).
- Pavlenkova N. I., Radzhabov M. M., Guliyev I. S., 1987. Zone Regional decompression in the sedimentary basin of the South Caspian basin. *Izvestiya NAN Azerbaydzhana. Nauki o Zemle* (6), 111—116 (in Russian).
- Rodkin M. V., 2003. Fluid dynamic model of the lithosphere of the South Caspian. *Geotektonika* (1), 43—53 (in Russian).
- Khain V. E., Bogdanov N. A., 2003. Tectonic zoning. In: *Explanatory note to the International Tectonic Map of the Caspian Sea and its surroundings. Scale 1:2 500 000.* Moscow: Novyy mir, 2003, P. 11—20 (in Russian).
- Green T., Abdullayev N., Hossack J., Riley G., Roberts A., 2009. Sedimentation and subsidence in the South Caspian Basin, Azerbaijan. *Geol. Soc. Spec. Publ.* London, 312, P. 241—260.
- Jackson J., Priestly K., Allen M., Berberian M., 2002. Active tectonics of the South Caspian Basin. *Geophys. J. Int.* 148, 214—245.
- Kadirov F. A., Gadirov A. H., 2013. A gravity model of the deep structure of South Caspian Basin along submeridional profile Alborz—Absheron Sill. *Glob. Planet. Change* 114, 66—74. <http://dx.doi.org/10.1016/j.gloplacha.2013.09.001>.
- Knapp C. C., Knapp J. H., Connor J. A., 2004. Crustal-scale structure of the South Caspian Basin revealed by deep seismic reflection profiling. *Mar. Petrol. Geol.* 21, 1073—1081.
- Panahi B. M., 2000. On spatial-time correlation of earthquakes and mud volcano eruptions seismic regime of Azerbaijan-Caspian region. *Geophysics New in Azerbaijan* (1), 26—29.
- Priestley K., Baker C., Jackson J., 1994. Implications of earthquake focal mechanism data for the active tectonics of the South Caspian basin and surrounding regions. *Geophys. J. Int.* 118, 111—141.