



Научная статья

DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-1-57-65

УДК 551.248.2:550.348(55)

## Литологические особенности стратиграфии и тектонического районирования сейсмически активного Загросского краевого прогиба в пределах акватории Персидского залива

В.Ю. Абрамов\*, Х. Алджабасини†

Российский университет дружбы народов, *Российская Федерация, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6*

*История статьи:*

Поступила: 21 января 2019

Доработана: 21 февраля 2019

Принята: 25 февраля 2019

*Ключевые слова:*

геология;  
тектоника;  
сейсмология;  
землетрясение;  
Персидский залив

В статье рассматриваются некоторые особенности стратиграфии и основные черты тектонической характеристики Загросского (Месопотамского) краевого прогиба как сейсмически активного и нефтегазоносного объекта. Стратиграфия в пределах всего Предзагросского краевого прогиба, несмотря на его протяженность, в различных частях схожа между собой, основные отличия связаны с тектоническим строением. На формирование складок основное влияние оказывали тектонические движения во время формирования альпийской складчатости. Значительный объем работ выполнен на основе комплексного анализа каталогов землетрясений NEIC (The National Earthquake Information Center), сформированных Национальной геологической службой США (The United States Geological Survey). Представления о строении рассматриваемого региона проведены на основе изучения литературных источников, а также комплексирования данных предыдущих авторских исследований. Сопоставление данных по землетрясениям, произошедшим в период 2005—2017 гг., и реконструкция тектонического развития рассматриваемого региона помогли установить связи между землетрясениями и тектонически активными зонами и в итоге определить сейсмическую опасность различных участков акватории Персидского залива. В работе обозначены основные тектонические причины возникновения землетрясений. Это коллизионное столкновение плит и различных тектонических блоков, глубинные структурные, фазовые и вещественные преобразования, обусловленные влиянием на литосферу потоков активной астеносферы, а также структурные трансформации, связанные с отсложкой осадочного чехла и верхней части земной коры. Исследование имеет прикладное значение для прогнозирования будущих природных явлений и положения их очагов, а также при определении причин уже произошедших событий.

\* Доцент департамента недропользования и нефтегазового дела, Инженерная академия, к.г.-м.н., доцент; [geophy-rudn@mail.ru](mailto:geophy-rudn@mail.ru)

† Аспирант департамент недропользования и нефтегазового дела, Инженерная академия

© Абрамов В.Ю., Алджабасини Х., 2019



## Введение

В общем виде облик Персидского залива сформировался более 30 млн лет назад в результате давления Африки на Европу (возникновение Альп), а также столкновения Индии и Азии (возникновение Гималаев).

Нефтегазоносный бассейн Персидского залива приурочен к крупной асимметричной впадине (Предзагросский прогиб). Ее формирование произошло в процессе длительного погружения в области соединения Африкано-Аравийской платформы с Альпийско-Гималайским горно-складчатый поясом. Изучение геологического строения, обстановок осадконакопления и оценка потенциала нефтегазоносности Персидского залива являются актуальными задачами на сегодняшний день. Понимание природы сейсмической активности и прогноз сейсмических событий позволит минимизировать затраты при разработке месторождений нефти и газа, а также облегчит поисковое и разведочное бурение.

Добыча нефти в пределах акватории Персидского залива составляет около 15 % от мировой, доказанные запасы нефти превышают 30 % разведанных мировых запасов. Это один из богатейших и перспективных в плане своего потенциала нефтегазоносных бассейнов на Земле. Залежи нефти в пределах рассматриваемой территории приурочены к крупным складкам, сложенным породами мела — нижнего олигоцена, перекрытым сильно дислоцированными отложениями плиоцена — нижнего миоцена (месторождения Ага-Джари, Пазанан, Киркук, Гечсаран, Джамбур, Бай-Хасан и др.). На формирование складок значительное влияние оказывали тектонические движения во время формирования альпийской складчатости [1]. В пределах акватории Персидского залива насчитывается порядка 25 месторождений, относящихся к гигантским или уникальным по своим запасам (Науруз, Сальман, Духан, Ферейдун, Сирри и т.д.).

В статье представлены некоторые особенности стратиграфии и тектонического районирования акватории Персидского залива, а также дана краткая модель геологической истории развития региона. Модель геологического развития региона необходимо разрабатывать и уточнять с целью выявления пространственно-временных закономерностей тех или иных природных явлений для решения прикладных задач в строительстве, в целях более эффективной разработки и эксплуатации нефтяных

и газовых месторождений, а также в целях минимизации экономических потерь в случае возникновения природных катастрофических явлений (землетрясения, цунами, наводнения и т.д.).

Выявление особенностей геологического строения и тектонического развития акватории Персидского залива имеет практическое значение для установления закономерностей сейсмичности региона и его нефтегазоносности и заключается в комплексном подходе к анализу имеющихся инструментальных замеров и концептуальных данных в интересах нефтяной и строительной промышленности [2]. На примере выявления особенностей стратиграфии и тектонического развития в пределах акватории Персидского залива показана связь фундаментальной науки и производственных задач.

## 1. Стратиграфическая характеристика разреза

Осадочный чехол акватории Персидского залива представлен широким спектром толщ. По возрасту разрез представлен толщами от древних венд-кембрийских до отложений четвертичного возраста. Максимальная толщина чехла зафиксирована в наиболее погруженной части прогиба на уровне 10—12 км. На пологом склоне Аравийской плиты в районах, примыкающих к Аравийско-Нубийскому щиту, толщина чехла уменьшается до сотен метров. Осадочный чехол представлен 7 формациями палеозоя, 18 — мезозоя и 12 — кайнозоя (рис. 1).

Породы фундамента в регионе встречаются в горном массиве Сенедей-Сиран. По литологическому составу фундамент представлен метаморфизованными осадочными разностями, гранитоидный массив, по возрасту это архей-протерозой.

Палеозойский разрез представлен отложениями кембрия, ордовика и пермскими отложениями. В его основании залегают эвапориты формации Хормус. Отложения кембрия и ордовика по составу песчано-глинистые, общая толщина их более 3000 м. Пермские отложения залегают со стратиграфическим несогласием на ордовикской толще: здесь преобладают карбонатные породы. Толщина пермских отложений превышает 500 м, составляя в среднем около 800—1000 м. В палеозойском разрезе отсутствуют отложения силура, девона и карбона (для последних характерно локальное распространение).

Верхняя часть разреза детальнее изучена, в том числе бурением, так как здесь сосредоточено боль-

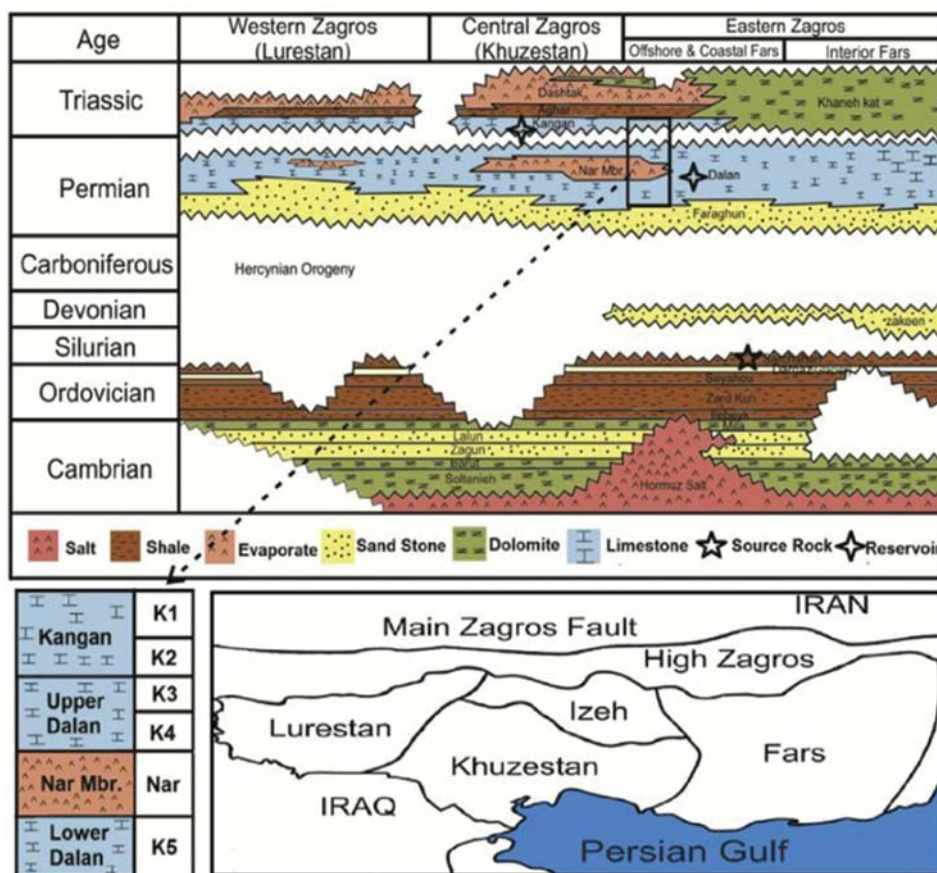


Рис. 1. Региональная стратиграфическая схема  
 [Figure 1. Regional stratigraphic scheme]

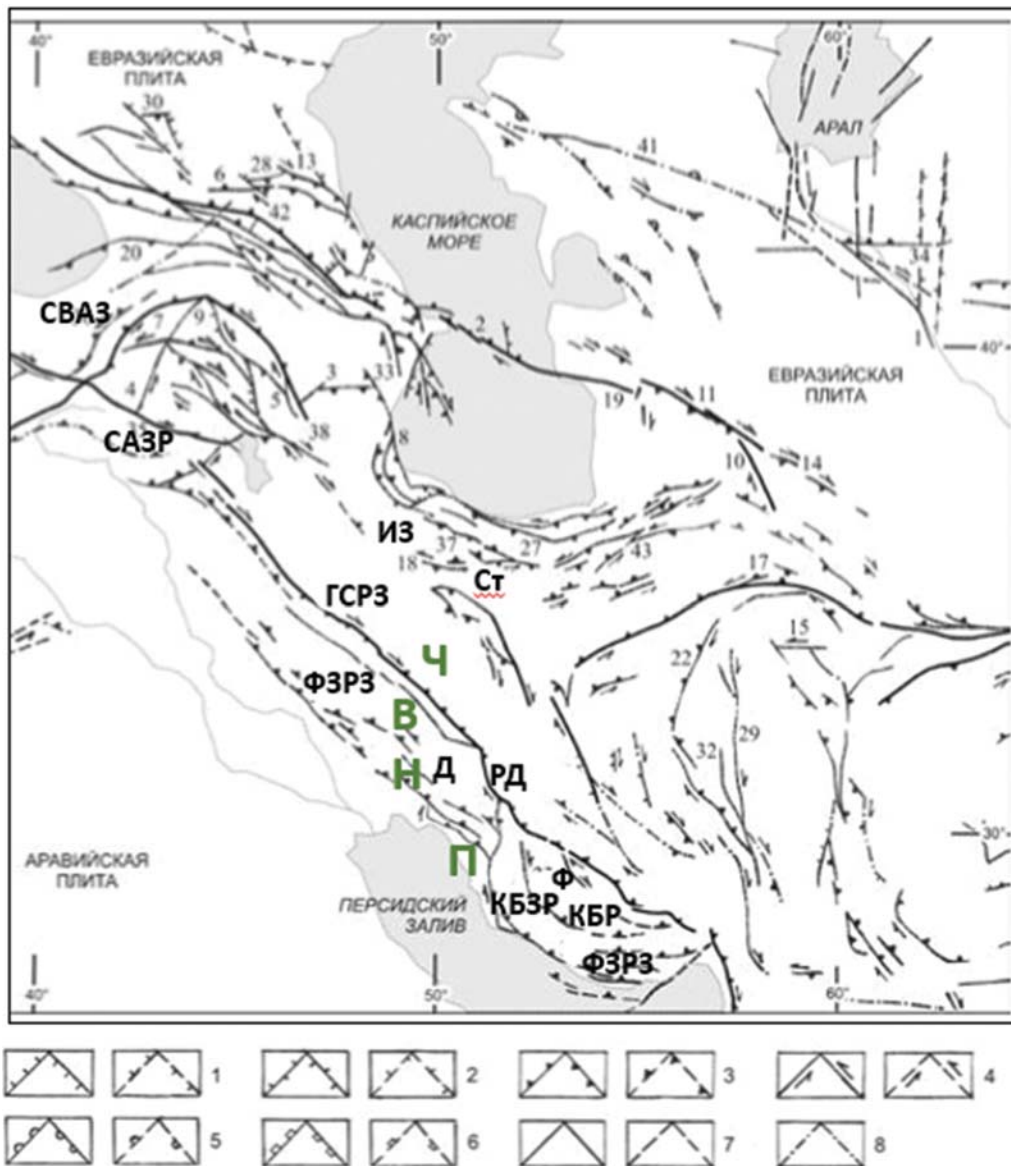
ше запасов нефти, чем в нижележащих пластах. Эта часть разреза представлена кайнозойскими отложениями неогена, палеогена и мезозойскими отложениями мела, триаса и юры. Мезозойские, палеогеновые и миоценовые отложения имеют в своем составе существенную карбонатную составляющую (известняки, доломиты, мергели). В неоген-четвертичных отложениях преобладают песчаные разности. Среди песчаников выделяется еще одна мощная эвапоритовая толща средне-миоценового возраста. Толщина соленосной толщи свыше 1300 м. По скважинным данным установлено, что в отложениях других возрастов также присутствуют солевые формации, они служат покрышками нефтеносных пластов. С солевыми горизонтами связаны уровни срывов литоформационных пластин, что привело к возникновению надвигов наподобие «чешуй» (верхнетриасовая формация Даштак, верхнеюрские — Хитх и Готния, миоцен-плиоценовая — Гачсаран). Уровни соленосных горизонтов сыграли значительную роль в формировании современных тектонических структур, что повлияло на сейсмичность в районе акватории Пер-

сидского залива. Таким образом, можно установить следующую закономерность. Нефтеносность продуктивных пластов связана напрямую с распространением соленосных горизонтов. В свою очередь, соленосные пласты оказывали влияние на становление текущей тектонической обстановки в пределах акватории Персидского залива, в том числе на современные тектонические движения, а значит, напрямую связаны с сейсмичностью территории.

Стратиграфия в пределах всего Предзагорского краевого прогиба, несмотря на его протяженность, в различных частях схожа между собой, отличаясь только мощностью тех или иных пластов. Основные отличия связаны с тектоническим развитием района.

## 2. Тектоническая характеристика изучаемой территории

Основными тектоническими элементами акватории Персидского залива являются склон Нубийско-Аравийского щита — на западе, а также область альпийской складчатости — на севере и северо-вос-



**Рис. 2.** Активные разломы в пределах Аравийско-Иранского сегмента:

СВАЗ — Северо-Восточная Анатолийская зона разломов; САЗР — Северо-Анатолийская зона разломов; ГСРЗ — Главный современный разлом Загроса (правый сдвиг); ФЗРЗ — фронтальная зона разлома Загроса; РД — разлом Дена (правый сдвиг и надвигание); КБЗР — Казерун-Борзджанская зона разломов (правый сдвиг); КБР — разлом Карех-Бас (правый сдвиг); ИЗ — Ипакская зона; Ст — Северо-Тегеранский разлом; Д — провинция Дезфул; Ф — провинция Фарс; Ч — Чешуйчатая зона деформации; В — зона деформации Высокий Загрос; Н — зона деформации Низкий Загрос; П — Предгорная зона деформации; 1 — сбросы; 2 — раздвиги; 3 — надвиги и взбросы; 4 — сдвиги; 5 — флексуры; 6 — продолжение зон субдукции; 7 — разломы с неопределенным типом смещения; 8 — разломы, активные в среднем плейстоцене

**[Figure 2.** Active faults within the Arabian-Iranian segment:

СВАЗ — North-East Anatolian fault zone; САЗР — North Anatolian fault zone strikes; ГСРЗ — The Main modern Zagros fault (right shift); ФЗРЗ — front fault zone Zagros; РД — Den fault (right shift and thrust); КБЗР — Kazerun-Burzjansky the fault zone (right shift); КБР — Kareh-Bassa fault (right shift); ИЗ — Ipak zone; Ст — North Tehran fault; Д — Dezful province; Ф — Fars province; Ч — Scaly deformation zone; В — High Zagros deformation zone; Н — Low Zagros deformation zone; П — Piedmont deformation zone; 1 — discharges; 2 — expansions; 3 — thrusts and reverse faults; 4 — shifts; 5 — flexures; 6 — subduction zones; 7 — faults with an uncertain type of displacement; 8 — faults active in the middle Pleistocene

токе, Тавр в Турции и Загрос в Иране (рис. 2). Перед горной системой Загроса расположен Предзагорский (Месопотамский) краевой прогиб [3]. На остальной территории определяется Аравийская плита. Древний фундамент погружается полого на платформенном склоне бассейна от 1,0—1,5 до

4,5 км, в краевом Месопотамском прогибе происходит его резкое углубление до 10—14 км.

Предзагорский краевой прогиб формировался перед горными складчатыми сооружениями Загроса. Формирование происходило после закрытия мезозойского океана Тетис, история которого ох-

ватывает значительный промежуток времени (от триаса до палеогена). Ключевым источником сноса терригенного материала в прогибе являлся растущий горный массив Загроса. Сильнейшим активным сжатиям подвергались толщи пород осадочного чехла. При сжатиях происходило формирование крупных антиклинальных структур, вытянутых вдоль главной оси прогиба.

Главный современный разлом Загроса имеет юго-восточное простирание и характеризуется правым направлением сдвига. Это взброс глубокого заложения, расколовший единую докембрийскую платформу на Аравийский и Иранский сегменты. Основным юго-восточным продолжением Загросского разлома является разлом Дена, который сначала простирается на юг, характеризуясь преимущественно правосдвиговыми смещениями, а затем отгибается на северо-восток, где вдоль его ветвей начинает преобладать надвигание, сопряженное со складчатостью. Казерун-Боразджанская и Карехбасская разломные зоны ответвляются на юг от разлома Дена. Здесь также преобладает правосдвиговая компонента. Первая разломная зона характеризуется скоростью сдвига  $\sim 4\text{—}6$  мм/год. Скорость уменьшается к югу по мере того, как от разломной зоны ответвляются на юго-восток складчато-надвиговые структуры Загроса. Вторая зона, Карехбасская, в северной части является сдвигом меридионального направления. Южнее она переходит во флексурно-надвиговую структуру, имеет юго-восточное простирание с поднятым северо-восточным крылом. Северо-западные разломы, следующие вдоль границы Аравийской плиты, характеризуются смещениями правого сдвига. Параллельные этому сдвигу в складчатом поясе Загроса развиваются структуры складчато-надвигового характера. Для четвертичного периода характерно поперечное укорочение складчатого пояса. Оно подсчитано суммированием надвиговых смещений. Скорость укорочения достигает нескольких миллиметров в год.

На востоке и северо-востоке рассматриваемой территории выявлены смещения левого сдвига, превосходящие взбросовые элементы. Это Ипакская зона разломов протяженностью около 100—120 км. Скорость сдвига —  $0,5\text{—}1,5$  мм/год. Она определена по смещению конуса выноса в начале позднплейстоценового времени. Стоит отметить, что это значительно меньше, чем в зоне разломов Загроса, где средние скорости доходят до  $5\text{—}6$  мм/год. К северо-востоку рассматриваемого района скорость тектонических движений уменьшается,

что отражается и на сейсмичности региона: к востоку она также ослабевает.

В зоне Главного Загросского надвига имеются нарушенные и деформированные следы субдукции Неотетиса, его остатки. Здесь сохранился реликтовый бассейн. При сокращении остаточного прогиба Неотетиса разные области плиты достигли Главного надвига в различное время. В зоне Главного Загросского надвига имеются нарушенные и деформированные следы субдукции Неотетиса, его остатки. На юго-востоке различаются северо-западный сегмент Дезфул с континентальной корой и юго-восточный сегмент Фарс. В районе Фарс кора более тонкая и, скорее всего, близка к океанической. Оба сегмента имеют складчато-надвиговую структуру, направленную на юго-запад. По характеру деформаций с северо-востока на юго-запад выделены четыре зоны: Чешуйчатая, Высокого Загроса, Низкого Загроса и Предгорная. Они различаются между собой по степени и времени деформаций. Наибольшая степень деформаций характерна для Чешуйчатой зоны, одновременно с этим ее деформация происходила позднее остальных. Образование рельефа в Чешуйчатой зоне началось в среднем позднем миоцене, после начала коллизии, и продолжалось практически до плиоценового времени. В Высоком Загросе период деформации охватывает временной промежуток от конца миоцена — начала плиоцена ( $5,3\text{—}4,9$  млн лет) до конца плиоцена ( $2,7\text{—}2,3$  млн лет). Далее деформация переместилась в зону Низкого Загроса, что соответствует временному периоду с позднего плиоцена — гелазия ( $3,1\text{—}2,3$  млн лет) до позднего калабрия — начала среднего плейстоцена ( $1,2\text{—}0,7$  млн лет). Установлено, что в Предгорной зоне коллизия началась в средне-плейстоценовое время ( $0,9\text{—}0,5$  млн лет назад) и продолжается до настоящего времени. Пологие складки возникли перед фронтом Главного надвига в Чешуйчатой зоне вследствие коллизии и затем сжатия. Эти складки подобны тем, что сейчас развиваются в Предгорной зоне. С увеличением складчатых изгибов, появлением большего количества складок возникло скольжение осадочного чехла по отдельным плоскостям, которые постепенно сливались в общий срыв в вендской солевой формации Ормуз. При этом скорость роста складчатой зоны постоянно повышалась. Происходило увеличение толщины отслоенного фундамента при сжатии, фундамент при этом продолжал пододвигаться в зоне Главного надвига. К этому времени потенциал сжатия и коллизий Чешуйчатой

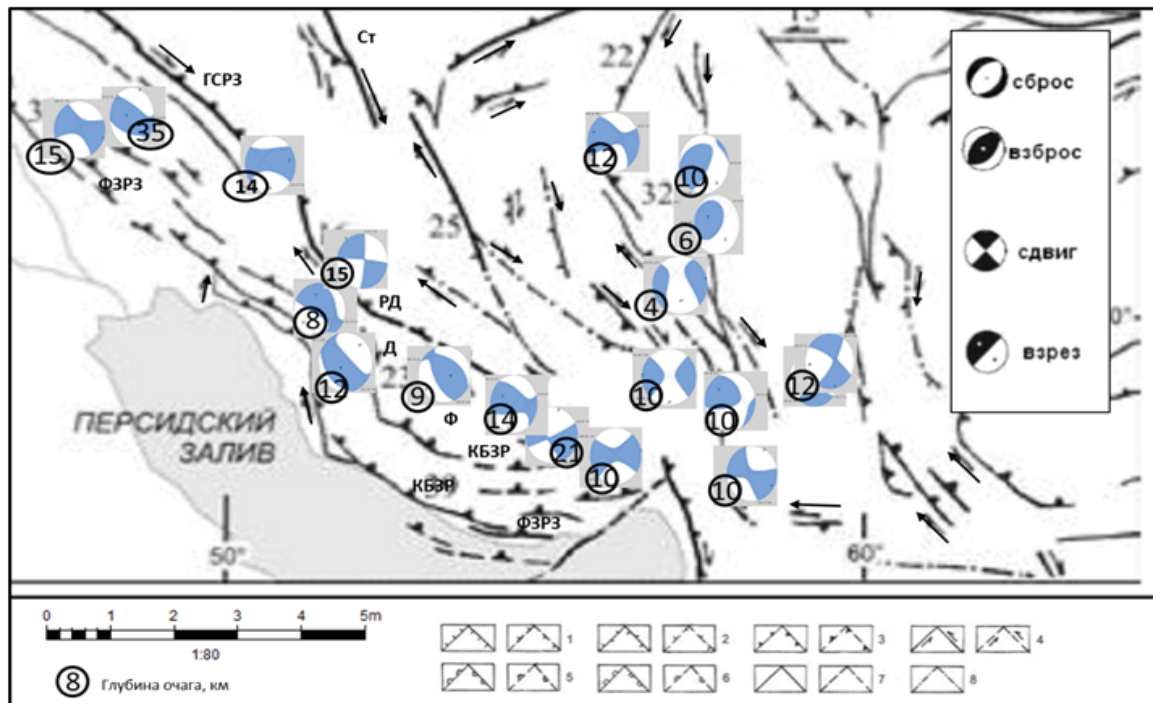
зоны полностью исчерпался, в связи с чем произошло ее поднятие. В то же время глубинное продвижение сместилось во фронт Чешуйчатой зоны. Перед ним началась точно такая же последовательность деформаций, приведшая к формированию Высокого Загроса, после чего аналогичные процессы происходили в Низком Загросе, а затем в Предгорной зоне. Размеры срыва чехла и ширина складчатых участков в сегменте Дезфул значительно меньше, чем в сегменте Фарс. Следовательно, Фарс более тектонически сложен, что объясняет большую сейсмичность провинции Фарс по сравнению с Дезфул [4].

Таким образом, активная тектоника рассматриваемого региона определяется подвижками по разломам и смещениями по ним, простирающимися на восток или восток — северо-восток и на север или север — северо-запад, одновременно в двух направлениях. Широтные активные нарушения преобладают на севере. Кулисный ряд разломов наряду

с взбросовой составляющей характеризуется активными смещениями правого сдвига. Он протягивается вдоль Загроса. Стоит отметить, что для рассматриваемого региона характерно преимущественно меридиональное направление горизонтального сжатия с параллельным укорочением земной коры.

### 3. Сопоставление тектонической обстановки рассматриваемого региона с сейсмической активностью

Кластеры эпицентров землетрясений трассируют зоны активных разломов. Глубина гипоцентров показывает абсолютное значение глубины, где находится активная зона разлома. Механизмы очагов землетрясений отражают поля тектонических напряжений и направления перемещений по разлому, т.е. кинематический тип разлома. Изменения интенсивности и распространения очагов землетрясений, а также их местоположение неплохо коррели-



**Рис. 3.** Карта механизмов очагов землетрясений в период 2005—2017 гг.:

СВАЗ — Северо-Восточная Анатолийская зона разломов; САЗР — Северо-Анатолийская зона разломов; ГСРЗ — Главный современный разлом Загроса (правый сдвиг); ФЗРЗ — фронтальная зона разлома Загроса; РД — разлом Дена (правый сдвиг и надвигание); КБЗР — Казерун-Борзджанская зона разлома (правый сдвиг); КБВР — разлом Карех-Бас (правый сдвиг); ИЗ — Иракская зона; Ст — Северо-Тегеранский разлом; Д — провинция Дезфул; Ф — провинция Фарс; Ч — Чешуйчатая; В — Высокий Загрос; Н — Низкий Загрос; П — Предгорная; 1 — сбросы; 2 — раздвижки; 3 — надвижки и взбросы; 4 — сдвиги; 5 — флексуры; 6 — продолжение зон субдукции; 7 — разломы с неопределенным типом смещения; 8 — разломы, активные в среднем плейстоцене. Цифры — это глубины очагов землетрясений (в км)

**[Figure 3.** Map of earthquake foci mechanisms in the 2005—2017 period:

СВАЗ — North-East Anatolian fault zone; САЗР — North Anatolian fault zone strikes; ГСРЗ — The Main modern Zagros fault (right shift); ФЗРЗ — front fault zone Zagros; РД — Den fault (right shift and thrust); КБЗР — Kazerun-Burzjansky the fault zone (right shift); КБВР — Kareh-Bassa fault (right shift); ИЗ — Iraq zone; Ст — Северо-Тегеранский разлом; Д — Dezful province; Ф — Fars province; Ч — Scaly; В — High Zagros; Н — Low Zagros; П — Piedmont; 1 — discharges; 2 — expansions; 3 — thrusts and reverse faults; 4 — shifts; 5 — flexures; 6 — subduction zones; 7 — faults with an uncertain type of displacement; 8 — faults active in the middle Pleistocene. The numbers are the depths of earthquake foci (in km)]

руются с геодинамическими изменениями и тектоническими событиями на границах плит (рис. 3). Установлено, что в обстановках относительного растяжения сейсмическая активность возрастает. Полученные фокальные механизмы для 70 землетрясений, произошедших в период 2005—2017 гг., соответствуют Казерун-Боразджанской зоне сдвигов и в то же время показывают наличие взрезовых механизмов. Это соответствует общей тектонической обстановке рассматриваемой территории. Характер смещений по разломам говорит о северо-восточном направлении максимального укорочения, или сокращения, земной коры. Это направление совпадает с направлением сжатия в очагах большинства крупных землетрясений региона.

## Заключение

Геологическое развитие рассматриваемой территории делится на два основных периода. Первый период в составе древней континентальной окраины океана Тетис. Второй — это период развития Месопотамского передового прогиба. Первый период намного длительнее второго и включает палеозой, мезозой и палеоцен-эоценовое время; второй — олигоценное, миоценовое, плиоценовое и четвертичное времена. Второй период характеризуется коллизионной концепцией развития и делится в свою очередь на две стадии: ранняя происходила с конца эоцена до начала позднего миоцена, поздняя приходится на конец миоцена до голоцена. Стадии характеризуются различными термодинамическими и тектоническими условиями, что определяет стиль деформаций и напряжений. На ранней стадии происходили латеральные перемещения тектонически расслоенной земной коры — сдвиги. Расслоению способствовал интенсивный прогрев коры, который выражался в проявлении интенсивного магматизма. На поздней стадии имели место прогрев и расслоение коры. Уменьшилась степень перемещения блоков, появилось воздымание территории, что привело к образованию взбросовых и сбросовых структур.

В результате горизонтальных перемещений фрагменты разновозрастной океанической коры оказались перекрыты блоками континентальной коры, отдельные части вдавлены на глубины 50—80 км, чаще всего вдавливание происходило на глубины 15—20 км. Это находит отражение при анализе данных прошедших землетрясений и их фокальных механизмов: средняя глубина очагов землетрясений в период 2005—2017 гг. составляет

13—15 км. В таких погружающихся фрагментах накапливались значительные напряжения, влияющие на возникновение современных землетрясений, а также определяющие их интенсивность и силу.

Новейший тектогенез в пределах рассматриваемой территории является многофакторным процессом, в который входят коллизионное столкновение плит и различных тектонических блоков, глубинные структурные, фазовые и вещественные изменения, связанные с влиянием на литосферу потоков активной астеносферы, а также структурные преобразования, связанные с отсложкой осадочного чехла и верхней части земной коры. Все эти факторы определяют интенсивность и силу землетрясений в пределах акватории Персидского залива. Наиболее тектонически осложнена провинция Фарс, что определяет повышенную сейсмичность в средней части Персидского залива. Исходя из этих закономерностей тектонического строения и связи с сейсмичностью рассматриваемого региона необходимо планировать с инженерной точки зрения строение зданий и других сооружений, а также разработку и эксплуатацию нефтяных и газовых месторождений. В этом заключаются прикладной аспект и практическое значение тектонофизики и геодинамики.

## Список литературы

- [1] Трифонов В.Г. Неотектоника, современная геодинамика и сейсмическая опасность Сирии. М.: Геос, 2012. 100 с.
- [2] Бейдун З.Р., Даннингтон Г.В. Нефтяная геология и ресурсы Ближнего и Среднего Востока / пер. с англ.; под ред. В.И. Высоцкого. М.: Недра, 1977. 135 с.
- [3] Забель Х.Г., Сиднев А.В. Формирование структур Месопотамского (Ирак) и Волго-Уральского (Россия) бассейнов в герцинский этап развития земной коры // Нефтяное хозяйство. 2008. № 12. С. 29—31.
- [4] Зоненшайн Л.П. и др. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. М.: Недра, 1976. 231 с.
- [5] Асланов Б.С. Нефтегазоносные провинции Персидского залива и Южного Каспия — реликтовые остатки палеотетиса // Карогажник. 2012. № 10. С. 4—11.
- [6] Высоцкий И.В., Высоцкий В.И., Оленин В.Б. Нефтегазоносные бассейны зарубежных стран. М.: Недра, 1990. 206 с.
- [7] Григоренко Ю.Н., Соболев В.С. Детальный прогноз — основа эффективных нефте- и газопоисков в акваториях морей России // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2013. Т. 8. № 1. С. 67.
- [8] Григоренко Ю.Н. О нефтегазонакоплении на окраинах континентов // Теория и практика нефтегеологического прогноза: сб. статей. СПб.: ВНИГРИ, 2008. С. 161—183.

- [9] Гаврилов В.П. Геодинамическая модель нефтегазообразования в литосфере и ее следствия // Геология нефти и газа. 1998. № 6. С. 2—12.
- [10] Демидов В.А. Особенности нефтегазоносного бассейна Персидского залива // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. 1994. № 11. С. 14—18.
- [11] Забанбарк А. Геолого-геохимические предпосылки нефтегазоносности Персидского залива // Советская геология. 1986. № 11. С. 112—114.
- [12] Нугманов А.Х. Факторы, влияющие на величину коэффициента удачи открытия месторождений в регионах северо-восточного борта Амударьинского седиментационного бассейна // Вестник ЦКР Роснедра. 2010. № 1. С. 22—26.
- [13] Нугманов А.Х. К методике анализа аномально высоких пластовых давлений // Вопросы геологии и тектоники нефтегазоносных областей Узбекистана. Вып. XXXI. Ташкент: САИГИМС, 1978. С. 39—55.
- [14] Ребецкий Ю.Л., Лукк А.А., Татевосян Р.Э., Быкова В.В. Определение фокальных механизмов слабых землетрясений и современная геодинамика юга Ирана // Геодинамика и тектонофизика. 2017. Т. 8. № 4. С. 971—988.
- [15] Основы гидрогеологии. Гидрохимия / отв. ред. С.Л. Шварцев. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1982. 286 с.
- [16] Дмитриевский А.Н., Сагалевиц А.М., Баланюк И.Е., Матвеевков В.В. Роль гидротермальной дегазации в процессах углеводородообразования // Геология нефти и газа. 1996. № 8. С. 4—13.
- [17] Дмитриевский А.Н., Баланюк И.Е., Каракин А.В., Повещенко Ю.А. Современные движения земной коры и механизм возобновления запасов углеводородов // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. 2007. № 5. С. 9—20.
- [18] Верма М.К., Альбрандт Т.С., Аль-Гайлани М. Запасы нефти и нераскрытые ресурсы в общих нефтяных системах Ирака: рост запасов и последствия для производства // ГеоАрабия. 2004. С. 51—74.
- [19] Тьен Х.В. Условия нефтегазообразования и формирования углеводородных скоплений в кайнозойских осадочных бассейнах континентального шельфа СРВ: автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. 1999. 40 с.

**Для цитирования:**

Абрамов В.Ю., Алджабасини Х. Литологические особенности стратиграфии и тектонического районирования сейсмически активного Загросского краевого прогиба в пределах акватории Персидского залива // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2019. Т. 20. № 1. С. 57—65. DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-1-57-65

**Research paper**

## **Lithological features of stratigraphy and tectonic zoning of seismically active Zagros regional trough within the waters of the Persian Gulf**

**Vladimir Yu. Abramov\***, **Hiba Aljabasini†**

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), 6 Miklukho-Maklaya St., Moscow, 117198, Russian Federation

*Article history:*

Received: January 21, 2019

Revised: February 21, 2019

Accepted: February 25, 2019

*Keywords:*

geology;  
tectonics;  
seismology;  
earthquake;  
Persian gulf

The article discusses some features of the stratigraphy and the main points of the tectonic characteristics of the Zagros (Mesopotamian) regional deflection due to its seismic activity and oil and gas potential. The stratigraphy within the whole Pre-Zagrosky regional trough, despite its length, is similar in different parts, the main differences are related to the tectonic structure. The formation of the folds was mainly influenced by tectonic movements during the formation of alpine folding. A significant amount of work was carried out on the basis of the comprehensive analysis of the NEIC earthquake catalogs (The National Earthquake Information Center), formed by the United States Geological Survey. Ideas about the structure of the region under consideration were carried out on the basis of a study of literary sources, as well as the integration of data from previous author studies. Comparison of data on earthquakes that occurred in the period 2005—2017 and the reconstruction of the tectonic development of the region under consideration helped to establish links between earthquakes and tectonically active zones, and ultimately, determine the seismic hazard of different parts of the Persian Gulf. The article shows the main tectonic causes of earthquakes. The article has practical importance in predicting future natural phenomena and the position of their foci, as well as in determining the causes of events that have already occurred.

\* Associate Professor of Department of Geology, Mining and Oil & Gas Engineering, Candidate of Geological Sciences; geophy-rudn@mail.ru

† Postgraduate student of Geology, Department of Geology, Mining and Oil & Gas Engineering



## References

- [1] Trifonov VG. *Neotektonika, sovremennaya geodinamika i seismicheskaya opasnost' Sirii* [Neotectonics, modern geodynamics and seismic danger of Syria]. Moscow: Geos Publ.; 2012. (In Russ.)
- [2] Beidun ZR, Dunnington GV. *Neftyanaya geologiya i resursy Blizhnego i Srednego Vostoka* [Petroleum Geology and Resources of the Near and Middle East]. Moscow: Nedra Publ.; 1977. (In Russ.)
- [3] Zaibel HG, Sidnev AV. Formirovaniye struktur Mesopotamskogo (Irak) i Volgo-Ural'skogo (Rossiya) basseynov v gertsinskiy etap razvitiya zemnoy kory [Formation of the structures of the Mesopotamian (Iraq) and Volga-Ural (Russia) basins in the Hercynian stage of development of the earth's crust]. *Neftyanoye khozyaystvo* [Oil industry]. 2008;(12): 29–31. (In Russ.)
- [4] Zonenshayn LP et al. *Global'naya tektonika, magmatizm i metallogeniya* [Global tectonics, magmatism and metallogeny]. Moscow: Nedra Publ.; 1976. (In Russ.)
- [5] Aslanov BS. Neftgazonosnyye provintsii Persidskogo zaliva i Yuzhnogo Kaspiya — reliktovyeye ostatki paleotetisa [Oil and gas provinces of the Persian Gulf and the South Caspian — Relict remnants of paleotethis]. *Karotazhnik* [Karotzhnik]. 2012;(10): 4–11. (In Russ.)
- [6] Vysotsky IV, Vysotsky VI, Olenin VB. *Neftgazonosnyye basseyny zarubezhnykh stran* [Oil and gas basins of foreign countries]. Moscow: Nedra; 1990. (In Russ.)
- [7] Grigorenko YuN, Sobolev VS. Detal'nyy prognoz — osnova effektivnykh nefte- i gazoposkov v akvatoriyakh morey Rossii [Detailed Forecast — The Basis of Effective Oil and Gas Exploration in the Waters of the Seas of Russia]. *Neftgazovaya geologiya. Teoriya i praktika* [Petroleum Geology — Theoretical and Applied Studies]. 2013;8(1): 67. (In Russ.)
- [8] Grigorenko YuN. O neftegazonakoplenii na okrainakh kontinentov [On oil and gas accumulation on the margins of continents]. *Teoriya i praktika neftegeologicheskogo prognoza: sb. statey* [Theory and practice of oil and geological forecast: collection of articles]. Saint Petersburg: VNIGRI; 2008. p. 161–183.
- [9] Gavrilov VP. Geodinamicheskaya model' neftegazo-obrazovaniya v litosfere i yeye sledstviya [Geodynamic model of oil and gas formation in the lithosphere and its consequences]. *Geologiya nefi i gaza* [Oil and Gas Geology]. 1998;(6): 2–12. (In Russ.)
- [10] Demidov VA. Osobennosti neftegazonosnogo basseyna Persidskogo zaliva [Features of the oil and gas basin of the Persian Gulf]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh mestorozhdeniy* [Geology, Geophysics and development of oil fields]. 1994;(11): 14–18. (In Russ.)
- [11] Zabanbark A. Geologo-geokhimicheskiye predposylki neftegazonosnosti Persidskogo zaliva [Geological and geochemical preconditions of petroleum potential of the Persian Gulf]. *Sovetskaya geologiya* [Soviet geology]. 1986;(11): 112–114. (In Russ.)
- [12] Nugmanov AH. Faktory, vliyayushchiye na velichinu koeffitsiyenta udachi otkrytiya mestorozhdeniy v regionakh severo-vostochnogo borta Amudar'inskogo sedimentatsionnogo basseyna [Factors affecting the magnitude of the success rate of discovery of deposits in the regions of the northeast side of the Amudarya sedimentary basin]. *Vestnik TSKR Rosnedra*. 2010;(1): 22–26. (In Russ.)
- [13] Nugmanov AH. K metodike analiza anomal'no vysokikh plastovykh davleniy [To the method of analysis of abnormally high reservoir pressures]. *Voprosy geologii i tektoniki neftegazonosnykh oblastey Uzbekistana. Vyp. XXXI* [Questions of geology and tectonics of the oil and gas regions of Uzbekistan. Issue XXXI]. Tashkent: SAIGIMS Publ.; 1978. p. 39–55. (In Russ.)
- [14] Rebetsky YuL, Lucc AA, Tatevosyan RE, Bykova VV, Schmidt OYu. Opredeleniye fokal'nykh mekhanizmov slabyykh zemletryaseniy i sovremennaya geodinamika yuga Irana [Determination of focal mechanisms of weak earthquakes and modern geodynamics of southern Iran]. *Geodinamika i tektonofizika* [Geodynamics and Tectonophysics]. 2017;8(4): 971–988. (In Russ.)
- [15] Shvartsev SL. *Osnovy gidrogeologii. Gidrokhiimiya* [Basics of hydrogeology. Hydrochemistry]. Novosibirsk: Science, Sib. Sep.; 1982. (In Russ.)
- [16] Dmitrievsky AN, Sagalevich AM, Balanyuk IE, Matveyenkov VV. Rol' gidrotermal'noy degazatsii v protsessakh uglevodorodooobrazovaniya [The role of hydrothermal degassing in the processes of carbohydrate generation]. *Geologiya nefi i gaza* [Geology of oil and gas]. 1996;(8): 4–13. (In Russ.)
- [17] Dmitrievsky AN, Balanyuk IE, Karakin AV, Veshchenko YuA. Sovremennyye dvizheniya zemnoy kory i mekhanizm vozobnovleniya zapasov uglevodorodov [Modern movements of the earth's crust and the mechanism for the recovery of hydrocarbon reserves]. *Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanykh i gazovykh mestorozhdeniy* [Geology, geophysics and development of oil and gas fields]. 2007;(5): 9–20. (In Russ.)
- [18] Verma MK, Ahlbrandt TS, Al-Gailani M. Zapasy nefi i neraskrytyye resursy v obshchikh neftyanykh sistemakh Iraka: rost zapasov i posledstviya dlya proizvodstva [Petroleum reserves and undiscovered resources for Iraq: reserve growth and production implications]. *GeoArabia* [GeoArabia]. 2004. 51–74. (In Russ.)
- [19] Thien HV. *Usloviya neftegaobrazovaniya i formirovaniya uglevodorodnykh skopleniy v kaynozoykskikh osadochnykh basseynakh kontinental'nogo shel'fa SRV*: avtoref. dis. ... d-ra geol.-miner. [Conditions of oil and gas formation and the formation of hydrocarbon accumulations in the Cenozoic sedimentary basins of the continental shelf of the CRV: author's abstract. dis. PhD. geol.-miner sciences]. 1999. (In Russ.)

## For citation:

Abramov VYu, Aljabasini H. Lithological features of stratigraphy and tectonic zoning of seismically active Zagros regional trough within the waters of the Persian Gulf. *RUDN Journal of Engineering Researches*. 2019;20(1): 57–65. DOI 10.22363/2312-8143-2019-20-1-57-65 (In Russ.)