

## ГЕОЛОГИЯ, ПОИСК И РАЗВЕДКА МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА

DOI: 10.15593/2224-9923/2015.17.1  
УДК 550.38

© Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А.,  
Валиев С.А., Бабаева М.Т., 2015

### ЛИТОЛОГО-ПЕТРОГРАФИЧЕСКИЕ И КОЛЛЕКТОРСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕЗОКАЙНОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЮЖНО-КАСПИЙСКОЙ ВПАДИНЫ

В.Ш. Гурбанов, Л.А. Султанов, С.А. Валиев, М.Т. Бабаева

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности,  
Баку, Азербайджан

С целью поиска источников нефти и газа глубоких слоев в Азербайджане были проведены геологические и геофизические исследования, позволяющие выявить научные критерии, которые могут быть основанием для будущего исследования. Было установлено, что основные месторождения нефти и газа связаны с Южным Каспием и Курским бассейном, которые подвергались интенсивному углублению во время мезокайнозойской эры.

Высокая перспективность залежей в центральной части и в глубоких слоях пока не вызывает подозрения у исследователей, однако количественного подтверждения данного факта пока еще нет.

Известно, что разведка, добыча и оценка потенциала нефтяных и газовых месторождений сильно зависят от собранной информации о петрофизических характеристиках слоев, встречающихся в геологическом профиле.

С этой точки зрения оценка должна проводиться в нефтяных и газовых регионах Южно-Каспийской впадины, где отложения мезозоя и кайнозоя широко распространены.

Были исследованы различные геолого-геофизические и физические аспекты, которые влияют на коллекторский потенциал нефтяных, газовых и газоконденсатных месторождений в данном районе. Проведенные исследования по палеогеографиям показывают, что вдоль антиклинальной линии Курдаханы-Шах-дениз на северо-западе данного района залегают плиоценово-антропогенные отложения небольшой мощности от 100 до 200 м. Толщина этих отложений увеличивается в сторону Гум адасы до 3600 м, а на Шах-денизе – до 6000 м. В пределах синклинали складов толщина упомянутых скоплений достигает 3000 м на северо-западе, а в районе Шах-дениз – 10 000 м.

Таким образом, не имея достаточных знаний относительно коллекторских характеристик страты, невозможно оценить залежи углеводородов и объемы производства, а также поменять направление исследования. Помимо геолого-геофизических исследований, проведенных в этой области, были изучены литолого-петрографические и коллекторские характеристики для определения изменений содержания углерода, пористости, проницаемости, плотности, гранулярного состава и скорости звуковых волн вышеупомянутой страты. Соответственно, была составлена таблица, отражающая коллекторские характеристики месторождения, в которой также определены минимальные, максимальные и средние пределы физических свойств пород. Рассмотрена зависимость коллекторских свойств от глубины залегания и от других физических факторов.

**Ключевые слова:** петрофизика, плотность, распространение ультразвуковых волн, пористость, скважина, породы, глубина, нефть, газ, залежь, критерии, карбонатность, прогиб, бурение, геофизика, нефтегазоаккумуляция.

### THE LITHOPHYSICAL AND COLLECTOR CHARACTERISTICS OF MESOZOIC-CENOZOIC DEPOSITS OF NORTH-WESTERN PART OF THE CASPIAN DEPRESSION

V.Sh. Gurbanov, L.A. Sultanov, S.A. Valiyev, M.T. Babaeva

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku, Azerbaijan

In order to find oil and gas sources in deep reservoirs of Azerbaijan geological and geophysical research allowing determination scientific criteria that could represent basis for future research were performed. It was determined that major oil and gas fields are related to South Caspian and Kura basins that were intensively submerging during Meso-Cenozoic era. At the moment there are no doubts about high potential of reservoirs in central zones and deep layers but quantitative analysis was not done yet.

It is known that exploration, production and evaluation of oil and gas capacity of fields depend heavily on gathered information about petrophysical parameters of layers presented in the geological cross-section.

From this point of view evaluation should be performed in gas and oil regions of South Caspian basin where Mesozoic and Cenozoic deposits are spread widely.

Different geological, geophysical and physical aspects affecting reservoir capacity of oil, gas and gas-condensate fields in mentioned regions were studied. Conducted research highlighted Pliocene deposits that have small thickness of 100 to 200 meters along anticline line Kurdahany-Shakh-Deniz in North-West part of the region. Thickness of the deposits increase towards Gum-Adasy and Shakh-Deniz up to 3600 and 6000 m respectively. Thickness of the deposits within syncline folds is up to 3000 m North-West and 10000 m in the Shakh-Deniz region.

Thus, having lack of information about reservoir properties of strata it is impossible to evaluate hydrocarbon and production capacity as well as to change research direction. In addition to the geological and geophysical research performed in that region lithological, petrographical and reservoir properties were studied to determine change in carbon saturation, porosity, permeability, density, granular composition and acoustic waves of the strata. In order to show reservoir properties of the field, maximal, minimal and average physical properties limitations of rocks a table was created. The relation between reservoir properties, depth, and their relation between other physical factors is analyzed.

**Key words:** petrophysics, density, acoustic waves propagation, porosity, well, rocks, depth, oil, gas, reservoir, criteria, carbonate, bend, drilling, geophysics, oil and gas accumulation.

## Введение

В настоящее время нефтяная промышленность в Азербайджане является основной областью мировой экономики: это древний край нефти, очаг первой морской нефти, «нефтяная академия». 20 сентября 1994 года с крупнейшими мировыми нефтяными компаниями был подписан «контракт века», который все больше и больше укрепляет экономическую силу и политическую репутацию Азербайджана – одной из самых богатых нефтегазовых провинций. Разработка этих запасов может сыграть большую роль в развитии нефтегазовой промышленности страны.

Недавно в связи с изучением нефтегазоносности глубокозалегающих слоев в Азербайджане в значительном объеме были проведены геолого-разведочные и геофизические работы. Были подготовлены научные критерии, которые могут быть основанием для будущего геолого-разведочного исследования. Было отмечено, что основные залежи нефти и газа связаны с Южно-Каспийской (ЮКВ) и Куринской впадинами, которые подвергались интенсивному погружению во время мезокайнозоя.

Несмотря на высокую перспективность центральной части глубокозалегающих слоев, проблемы, связанные с извлечением углеводородов, еще не разрешены до конца.

В связи с изучением нефтегазоносности глубокозалегающих толщ осадочного чехла Южно-Каспийской впадины в Азербайджане были проведены крупномасштабные геолого-геофизические работы.

Тем не менее проблемы, связанные с извлечением из глубокозалегающих толщ ЮКВ нефти и газа, еще не разрешены окончательно.

Локальные поднятия отдельных структурных элементов ЮКВ развивались в основном при активности одних и тех же механизмов складкообразования, и их подавляющая часть относится к структурам нагнетания. Таковы и локальные поднятия антиклинальной линии Дарвин купеси, имеющие одинаковое геологическое строение. К ним относятся Гюргяны-дениз, расположенные на антиклинальной линии Дарвин купеси южный, и о. Чиллов, расположенный на антиклинальной линии Хали-Нефт Дашлары. Структуры, которые располагаются на этих антиклинальных линиях, корреляционно изучены.

## Геологическое строение Апшеронского архипелага и анализ закономерности изменения коллекторских свойств пород продуктивной толщи в зависимости от глубины

В районе Апшеронского архипелага были осуществлены петрофизические исследования для получения подробной информации о породах-коллекторах и их литолого-петрофизических особенностях, уточнения углеводородных ресурсов, чтобы на основе полученных результатов наметить дальнейшее направление поисково-разведочных работ.

С этой целью были исследованы геолого-геофизические и физические характеристики, которые влияли на коллекторский потенциал отложений, содержащих нефтяные, газовые и газоконденсатные скопления мезокайнозойского возраста в ЮКВ. Изучение геологических разрезов локальных поднятий антиклинальной линии Фатьмаи-Зых-Шах-дениз показывает, что на северо-западе данной тектонической линии мощность плиоценово-антропогеновых отложений изменяется от 100 до 200 м. Далее толщина этих отложений увеличивается в сторону Гум адасы до 3600 м, а на Шах-денизе до 6000 м. В пределах соответствующих синклиналей толщина упомянутых отложений достигает 3000 м на северо-западе, а в районе Шах-дениз составляет порядка 10 000 м.

В свою очередь, Северо-Апшеронский архипелаг месторождения Нефт Дашлары, находясь в приосевой зоне Апшероно-Прибалханского мегаседла, простирается в общекавказском направлении. Оно осложнено двумя продольными и большим числом поперечных разрывов (рис. 1).

Складка асимметрична по простиранию и в крест него. Ее северо-западная периклиналь укорочена, углы падения здесь составляют 33–45°, а юго-восточная периклиналь имеет удлиненную форму, слои залегают под углом 22–29°. Свод складки смещен в сторону северо-западной периклинали, к юго-востоку от продольного тектонического нарушения (рис. 2) и размыт, а отложения кирмакинской свиты, залегающие в ядре складки, обнажаются на поверхности морского дна [1, 2]\*.

В геологическом строении месторождения Нефт Дашлары осадочный разрез изучен от коунской свиты до четвертичных отложений.

\* Кроме указанных в библиографическом списке источников использованы фондовые материалы (структурные карты, геологические профили и др.) Института геофизики Азербайджана.

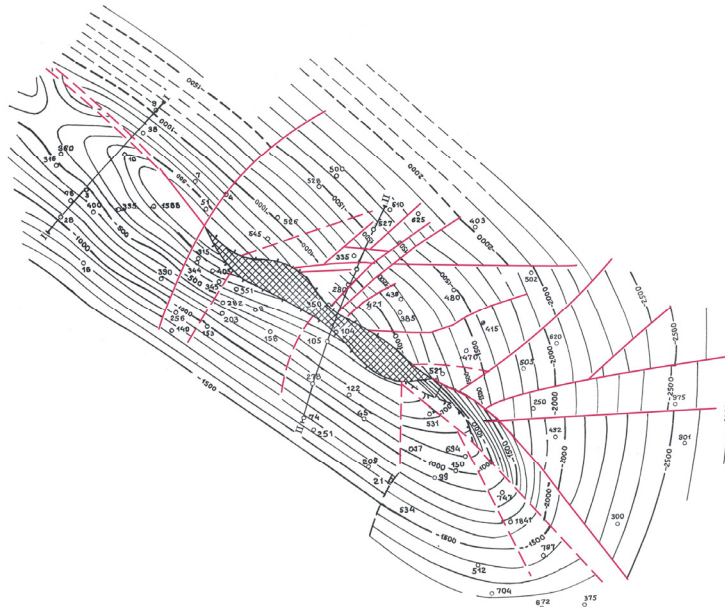


Рис. 1. Месторождение Нефть Дашлары. Структурная карта по кровле кирмакинской свиты продуктивной толщи

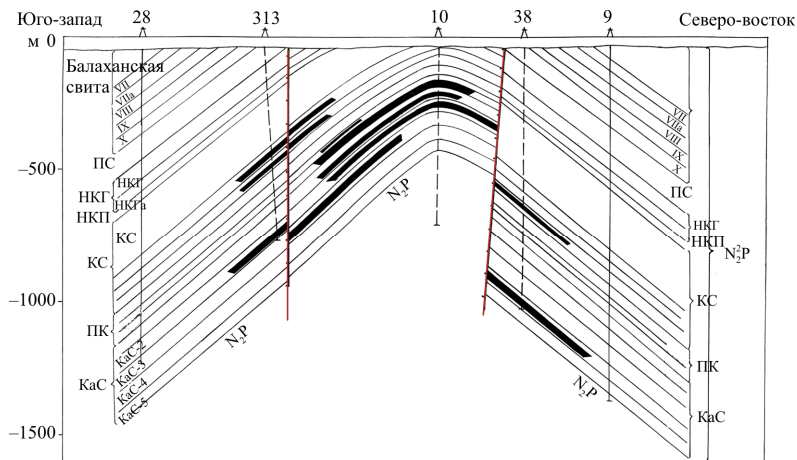


Рис. 2. Геологический профиль. Месторождение Нефть Дашлары:

КаС – калинская свита; ПК – подкирмакинская свита; КС – кирмакинская свита; КС-1-5 – первый-пятый горизонты кирмакинской свиты; НКП – надкирмакинская песчаная свита; NP – плиоцен (понт); НКГ – надкирмакинская глинистая свита; ПС – песчаная свита.

Все свиты относятся к продуктивной толще

Глубокой поисково-разведочной скважиной были вскрыты и изучены отложения конунской и майкопской свит, среднего, верхнего миоцена и плиоцена.

Максимальная толщина этих отложений составляет 3350 м.

Майкопская серия (олигоцен – нижний миоцен) вскрыта скважиной, пробуренной в сво-

вой части складки, она состоит из песков и глин с прослойками вулканического пепла и растительных остатков.

В разрезе продуктивной толщи были вскрыты многоярусные нефтяные залежи. Калининская свита представлена алевролитами и глинистыми отложениями с прослойками мелкозернистых песков и песчаников. Пески квар-

цевые, среднелкозернистые, а глины слабопесчанистые и слабокарбонатные. Вещественный состав и мощность песчаных горизонтов и глинистых прослоев, разделяющих их, по площади нестабильны. Песчаность разреза от подошвы к кровле свиты и от свода к крыльям складки увеличивается до 70 %. Свита делится на 4 нефтегазоносных горизонта. Кроме того, в нижней части горизонта в ряде блоков отмечаются еще 4 горизонта [2].

Для определения запасов эксплуатационного объекта по площади осуществляется анализ накопленного многочисленного геолого-геофизического и промыслового материала и комплексного использования результатов исследований. По накопленным промыслово-геофизическим материалам каждой скважины интерпретируются и определяются значения таких параметров, как эффективная мощность, пористость, нефтенасыщенность. Используемая методика реализуется по программе алгоритма [3, 4].

Месторождение Нефть Дашлары простирается с северо-запада к юго-востоку, юго-восточная часть периклинали надвинута на юго-западную. Свод складки осложнен крупным продольным разрывом, который по существу является широкой зоной дизъюнктивной дислокации, сложенной сильно перемятыми брекчиевидными отложениями олигоцен-миоценового возраста. В юго-восточной части складки, на пересечении разрывных нарушений, располагается грязевой вулкан. Здесь имеются многочисленные грифоны, непрерывно выделяющие нефть и газ на дне моря [5, 6].

Юго-западное крыло складки более крутое, углы падения составляют 35–40°. Северо-восточное крыло относительно пологое, с углами падения в 27–30°. На северо-восточном крыле, ближе к юго-восточной периклинали, углы падения слоев составляют 45–50°. На некоторых участках в приосевой полосе северо-восточного крыла в тектоническом блоке между осепродольными разрывами углы падения пластов достигают 72° (см. рис. 2).

Сейсморазведкой было установлено, что в пределах юго-восточной периклинали шарнир складки разветвляется. Складка с севера кулисообразно сочленяется со структурой Гюнешли через неглубокую седловину, а с юга сочленяется со структурой Нефть Дашлары-2. На северо-западе Нефть Дашлары отделяется от Палчыг Пилпилеси слабо выраженной седловиной.

Известно, что поиски и разведка месторождений нефти и газа, их разработка и оцен-

ка потенциала нефтегазоносности коллекторов зависят от петрофизических свойств отложений, составляющих разрез структуры.

Для определения литолого-петрографических и коллекторских свойств глубокозалегающих слоев, изменяющихся по площади, были изучены карбонатность, пористость, проницаемость, плотность, гранулометрический состав и скорости распространения продольных волн с помощью образцов, взятых из пробуренных поисково-разведочных скважин площади Нефть Дашлары. Также были определены экстремальные и средние пределы физических свойств пород. Рассмотрена зависимость их коллекторских свойств от глубины залегания и физических факторов. Соответственно, была составлена петрофизическая таблица, отражающая коллекторские характеристики пород (табл. 1) [7, 8].

Месторождение Нефть Дашлары содержит 26 нефтеносных объектов, распределенных по свитам и горизонтам продуктивной толщи.

Нефть Дашлары характеризуется пластовым, литологическим и тектоническим типами нефтеносных объектов. Отложения, подстилающие продуктивные толщи (коунская свита-понт), с точки зрения их нефтегазоносности представляют интерес по данным более 25 скважин.

В нефтеносных объектах скопления газа встречаются в растворенном виде. Однако в некоторых случаях отмечается самостоятельный выход газа. Нефтеносность калинской свиты была установлена во всех блоках структуры.

Вскрытая максимальная мощность продуктивной толщи в скважинах составляет 2400 м. Но в некоторых частях месторождения глубокими разведочными скважинами на больших глубинах были вскрыты некоторые горизонты продуктивной толщи. Плотность глинистых пород здесь составляет 2,20–2,48 г/см<sup>3</sup>, пористость – 8,3–17 % (в некоторых случаях достигает 25 %), распространение ультразвуковых волн – 2150–2200 м/с. Плотность алевролитов – 2,13–2,60 г/см<sup>3</sup>, пористость – 15–28 %, распространение ультразвуковых волн колеблется между 1300–2200 м/с. Плотность песчаников составляет от 2,00 до 2,50 г/см<sup>3</sup>, пористость – 7,2–22,0 %. Во всех породах распространение ультразвуковых волн, в зависимости от литологического состава, изменяется в пределах 850–2800 м/с. Карбонатные глины продуктивной толщи подвергались изменению, и их физические свойства характеризуются следующими величинами: плотность – 2,02–2,59 г/см<sup>3</sup>, пористость – 8,5–30 %, распространение ультразвуковых волн – 2100–3500 м/с. Надо отметить, что карбонатность и проницаемость отложе-

Таблица 1

Пределы изменений и средние значения физических свойств осадочных пород продуктивных толщ по скважинам месторождения Нефт Дашлары

№ п/п	Интервал глубины, м	Литология	Карбонатность, %		Пористость, %		Проницаемость, $10^{-15} \text{ м}^2$		Плотность $\sigma$ , г/см <sup>3</sup>				Скорость распространения упругих волн V, м/с	
			min-max	средние значения	min-max	средние значения	min-max	средние значения	вл.		сух.		min-max	средние значения
									min	max	min	max		
1	930-4610	Песчано-глинистые алевролиты	8,2-9,4	8,8	9,9-25,7	15,5	3,0-3,5	2,3	2,2-26,0	2,48	2,01-2,47	2,37	2300-3200	3000
2	1600-4375	Глинистые алевролиты	2,9-10,4	5,7	10,2-20,7	12,1	0,9-12,7	5,8	2,29-2,50	2,40	2,09-2,40	2,28	2600-3000	2800
30	430-525	Песчано-глинистые алевролиты	8,3-12,8	9,7	11,6-20,1	16,3	28,5-79,4	59,7	2,49-2,63	2,56	2,42-2,50	2,45	3200-3600	3400
316	690-905	Глинисто-песчаные алевролиты	8,9-9,9	9,37	19,5-22,9	21,4	0,1-95,7	2,20	2,23-2,30	2,27	2,01-2,10	2,05	2400-2600	2500
419	640-1120	Глинисто-песчаные алевролиты	5,8-12,4	7,53	11,0-33,6	16,92	0,1-95,7	40,68	1,93-2,57	2,35	1,6-2,34	2,20	1700-2400	1980
900	2050-2527	Песчано-глинистые алевролиты	4,1-14,6	9,79	13,6-17,9	14,8	-	12,5	2,43-2,56	2,50	2,36-2,43	2,40	-	3150
951	2216-2341	Глинистые алевролиты	3,8-15,7	11,8	7,6-10,8	9,02	-	56,9	2,58-2,64	2,61	2,47-2,56	2,51	3500-3600	3550
1999	1508-1525	Глинистые алевролиты	3,0-11,0	7,0	12,6-14,9	13,75	0,6-20	1,3	2,58-2,54	2,52	2,40-2,47	2,44	2300-2400	2350
2042	940-1005	Глинистые алевролиты	4,5-6,0	5,27	6,0-16,0	9,57	-	214,9	2,30-2,73	2,57	2,37-2,67	2,56	2500-3000	2800
2054	1130-1405	Глинисто-песчаные алевролиты	23,4-25,8	24,60	9,7-11,1	10,40	2,25-6,23	4,24	2,43-2,60	2,56	2,38-2,53	2,44	2100-3200	2580
2067	480-830	Алевритовые глины	4,9-26,8	19,14	12,4-17,0	11,0	2,6-8,1	5,35	2,41-2,63	2,56	2,36-2,56	2,50	2000-3100	2650

ний продуктивной толщи в целом также подверглись значительному изменению.

При изучении гранулометрического состава свит продуктивной толщи площади Нефт Дашлары установлено, что диаметр зерен варьируется в основном от 0,1 до 0,01 мм. Это свидетельствует о том, что в разрезе больше алевроитов, чем отложений другого состава.

Как известно, месторождение Нефт Дашлары многоэтажное. Чтобы выяснить коллекторские свойства отложений, зависящие от глубины, по площади были корреляционно исследованы пределы изменений физических параметров. В результате установлено, что нижние и верхние пласты мало отличаются, несмотря на разность физических параметров. Это свидетельствует об уменьшении пористости с глубиной и об относительном увеличении плотности и скорости распространения ультразвуковых волн.

Проведенные исследования дают возможность предположить, что изменения физических характеристик исследуемого объекта связаны с литологической неоднородностью основного комплекса, разнообразием пород и

тектонических условий. Установлена также закономерность изменения коэффициентов пористости и проницаемости.

Обработка и интерпретация петрофизических и промыслово-геофизических материалов позволили установить, что некоторые горизонты продуктивной толщи в пересчете на нефть и газ более перспективны.

Изучая литолого-петрографические свойства отложений месторождения по геолого-геофизическим материалам и коллекторские свойства образцов керна, взятых из скважин площади, можно прогнозировать нефтегазонасыщенность глубокозалегающих слоев наряду с эксплуатируемыми [9, 10].

#### Исследование геологического строения месторождений Гюргян-дениз и о. Чиллов

С целью изучения геологического строения месторождения Гюргян-дениз и о. Чиллов были собраны геолого-геофизические материалы, на основании изучения которых были построены структурные карты по кровле про-

дуктивных слоев и несколько поперечных и продольных геологических профилей.

В геологическом строении месторождения о. Чилов принимают участие отложения от современных (четвертичных) до диатомовой свиты включительно. Последняя (караган, конк, сармат, меотис) представлена частым чередованием глин, мергелей и алевролитов. Ее вскрытая толщина составляет 290 м. Отложения понта в основном состоят из глин.

Чилов представляет собой брахиантиклинальную складку, вытянутую с северо-запада на юго-восток, протяженностью до 10 км при ширине до 4 км, с крутыми (до 55–80°) крыльями. Свод складки размыт до диатомовой свиты, складка осложнена продольным надвигом, выход которого на дне моря прослеживается почти на 15 км. Вертикальная амплитуда смещения по разрезу составляет 500 м (рис. 3, 4).

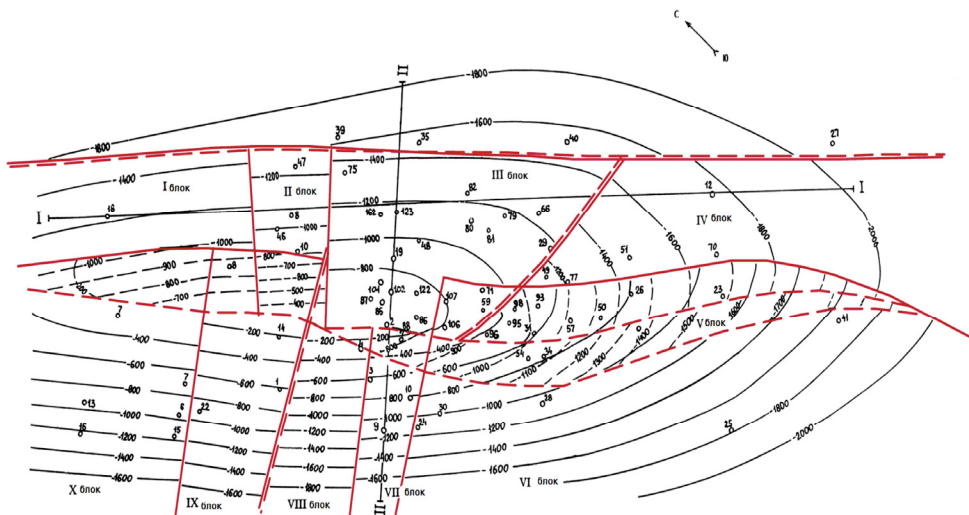


Рис. 3. Месторождение о. Чилов. Структурная карта по кровле I горизонта калинской свиты продуктивной толщи

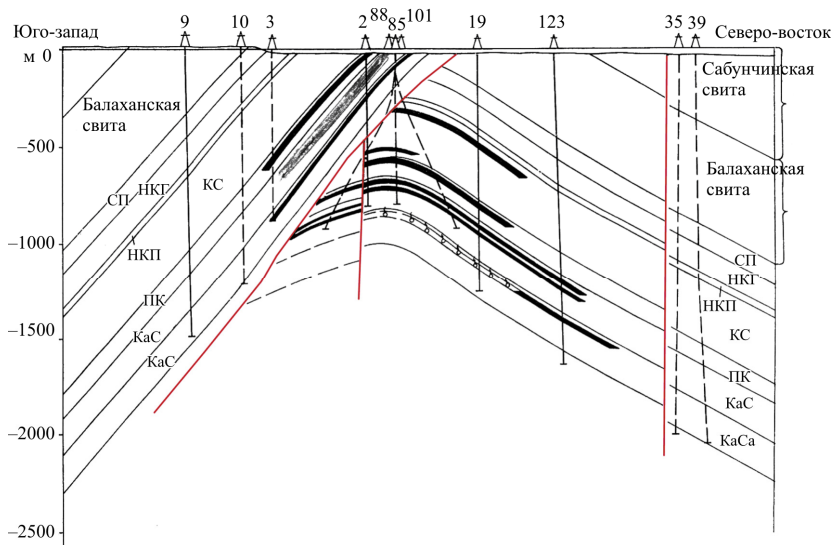


Рис. 4. Месторождение о. Чилов. Геологический профиль по линии II-II: СП – свита перевыва

Складка осложнена 7 поперечными и 2 продольными нарушениями с амплитудой вертикального смещения до 250 м. Она имеет сложное строение и разбита сетью продольных и поперечных нарушений на 10 блоков.

Первая промышленная нефть на площади о. Чилов была получена в 1948 г. с дебитом  $3 \text{ м}^3/\text{сут.}$  из нефтеносных горизонтов калинской свиты, на глубине 730–790 м. Далее в поднадвиговой зоне в нижней части калинской свиты были установлены нефтяные и газовые залежи и газовая шапка (по результатам бурения скважин № 46, 48). В 1952 г. калинская свита была введена в эксплуатацию.

Подкирмакинская свита была введена в эксплуатацию после получения промышленной нефти при опробовании скважины № 47, которая была заложена в зоне разрывных нарушений. В 1952 г. из кирмакинской, а в 1972 г. из надкирмакинской песчаной свиты была получена промышленная нефть.

По результатам геофизических исследований и опробования разведочных скважин, пробуренных на северо-западном крыле в 1955 г., месторождение считается перспективным.

Нефтеносность надкирмакинской песчаной свиты приурочена к IV блоку поднадвиговой зоны. В этом блоке эффективное насыщение нефтью составляет 7,5 м. Промышленная неф-

теносность кирмакинской и подкирмакинской свит выявлена в поднадвиговой зоне в II, III, IV и V блоках.

Промышленная нефтеносность верхней части калинской свиты приурочена к III, IV и V блокам, а нефтеносность нижней части свиты связана с III блоком. В поднадвиговой зоне промышленная нефть из подкирмакинской свиты обнаружена в IV блоке, в VI и VII блоках в верхней и нижней частях калинской свиты, в VIII блоке нижней ее части.

Итак, на юго-западном крыле в поднадвиговой зоне промышленная нефтеносность связана с подкирмакинской и калинской свитами, а на северо-восточном крыле – в поднадвиговой зоне с надкирмакинской песчанистой, калинской и подкирмакинской свитами нижнего отдела продуктивной толщи. В поднадвиговой зоне в единичных скважинах в объекте калинской свиты  $\text{KaC}_a$  получен приток газа с дебитом 40–100 тыс.  $\text{м}^3/\text{сут.}$

Месторождение относится к структурному типу с сильно нарушенным сводом.

Нефтеносность первого и второго горизонта кирмакинской свиты установлена электрокаротажем. Нефтегазоносность калинской свиты по всему крылу складки связана с линзовидными прослоями песков (рис. 5).

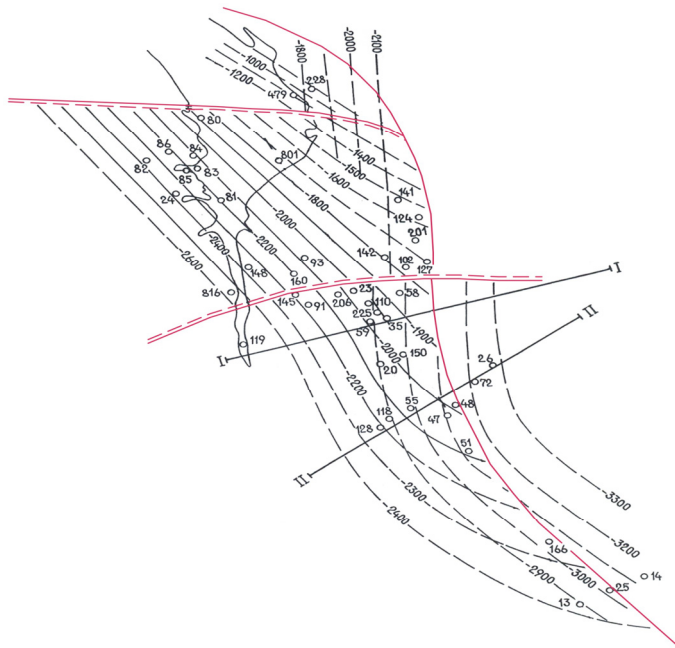


Рис. 5. Месторождение Гюргян-дениз.  
Структурная карта по кровле калинской свиты продуктивной толщи

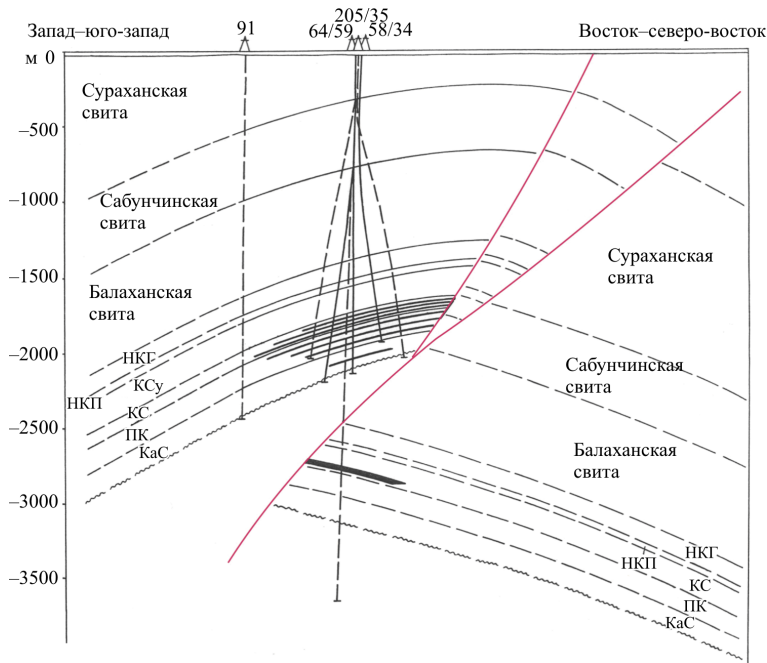


Рис. 6. Месторождение Гюргян-дениз. Геологический профиль по линии I-I

На северо-восточном крыле поднадвиговой зоны в горизонтах кирмакинской и подкирмакинской свит установлены небольшие нефтяные залежи (рис. 6).

На северо-восточном крыле из двух скважин, вскрывших нижние части продуктивной толщи, получен приток нефти. Нефтяные залежи Гюргян-дениз тектонически экранированного, литологически ограниченного и комбинированного типов. Нефти залежей высокосмолистые, малопарафинистые, содержат высокооктановый бензин, лигроин и белую нефть. Сера отсутствует. Газы залежей сухие. В составе газов содержание метана доходит до 92 %. В течение эксплуатации месторождения Гюргян-дениз получено 7295 тыс. т. нефти и 596,9 тыс. м<sup>3</sup> газа [11, 12].

В результате палеотектонического анализа выявлено, что на Апшеронском архипелаге в начале эпохи продуктивной толщи структуры развивались медленно, а в конце – интенсивно. Поэтому крылья структур находятся на разных гипсометрических уровнях. Кроме того, под действием сжимающих напряжений юго-западное крыло надвинуто на северо-восточное. Ядро структуры подвержено эрозии [13].

На вышеотмеченной площади для определения литолого-петрографических и коллекторских свойств, а также закономерности из-

менения по площади и с глубиной были изучены карбонатность, пористость, проницаемость, плотность, гранулометрический состав и скорости распространения продольных волн с помощью образцов, взятых из пробуренных поисково-разведочных скважин месторождения Нефть Дашлары. Также были определены минимальные, максимальные и средние пределы физических свойств пород. Рассмотрена зависимость коллекторских свойств пород от глубины залегания и от других физических факторов. Соответственно, была составлена петрофизическая таблица, отражающая коллекторские характеристики пород (табл. 2) [14].

Из таблиц и построенных графиков видно, что коллекторские свойства пород в пределах рассматриваемых глубин претерпевают незначительные изменения, что дает основание прогнозировать наличие коллекторов на этих глубинах. Но в некоторых случаях в связи с петрофизическими изменениями нарушаются некоторые закономерности. Это видно по изменениям пределов значений коллекторских характеристик осадочных пород (рис. 7).

Нами были изучены также пределы изменения пористости и карбонатности по некоторым площадям Южно-Каспийской впадины на основе петрофизических свойств пород (рис. 8, 9). Зависимость физических свойств пород от глубины



Таблица 2

Пределы изменений и средние значения коллекторских свойств осадочных пород продуктивной толщи по скважинам месторождений (в скобках указано число исследуемых образцов)

№ п/п	Интервал глубины, м	Литология	Карбонатность, %		Пористость, %		Проницаемость, $10^{-15} \text{ м}^2$		Плотность $\sigma$ , $\text{г/см}^3$		Скорость распространения упругих волн $\delta$ , м/с	
			min-max	средние значения	min-max	средние значения	min-max	средние значения	min-max	средние значения	min-max	средние значения
о. Чилев												
8	558-610	Алевритовые песчаники	31,6-32,4	32,0 (2)	13,2-17,6	15,4 (2)	15,0-63,0	39,0 (2)	2,23-2,46	2,38 (4)	3200-3700	3500 (2)
3	652-863	Глинисто-песчаные алевролиты	4,1-34,1	13,1 (16)	5,8-24,8	14,9 (16)	5-55,0	28,3 (6)	213-218	215 (6)	2250-3050	2500 (6)
19	954-1103	Глинистые алевролиты	3,5-10,5	5,4 (5)	14,1-23,9	20,3 (4)	12,0-29,0	23,0 (4)	2,38-2,56	2,49 (4)	2200-2900	2750 (4)
13	1077-1165	Глинистые алевролиты	9,6-22,0	17,1 (6)	11,8-22,4	16,4 (6)	9,0(1)	9,0 (1)	2,40-2,60	2,53 (6)	2200-3800	3100 (6)
15	1443-1516	Алевритовые песчаники	5,7-17,2	12,5 (6)	21,9-24,9	23,6 (8)	14,0-544,0	247,0 (6)	2,18-2,43	2,38 (6)	2000-3000	2450 (6)
23	1660-1665	Глинисто-песчаные алевролиты	-	9,8 (1)	-	22,6 (6)	Непроницаемые	-	240-2,48	2,44 (3)	2100-2950	2350 (3)
35	1580-1812	Глинисто-алевроитовые песчаники	18,9-19,5	14,2 (2)	-	24,2 (1)	Непроницаемые	-	2,48	-	-	2450
Гюргян-дениз												
801	1769-1913	Алевритоглинистые песчаники	4,2-37,5	17,8 (4)	5,1-28,8	20,1 (14)	18,0-830	180(8)	2,54-2,68	2,63 (8)	2500-2950	2850 (8)
23	1970-2424	Алевритоглинистые песчаники	11,0-24,7	15,6 (4)	9,0-23,6	17,8 (6)	7,0-184,0	53,0(6)	2,43-2,56	2,51 (6)	2350-2800	2500 (6)
35	2043-2092	Глинисто-песчаные алевролиты	4,5-21,0	7,6 (6)	7,4-27,8	23,1 (8)	22,0-4802,0	180,5(8)	2,48-2,55	2,52 (8)	2300-2750	2450 (6)
200	2153-2203	Песчано-глинистые алевролиты	5,2-10,7	8,6 (4)	20,5-20,7	20,6 (2)	Непроницаемые	-	2,55-2,61	2,58 (4)	2800-2900	2850 (2)
145	2255-2347	Глинистые алевролиты	3,0-6,5	5,3 (5)	12,6-22,8	18,0 (8)	Непроницаемые	-	2,38-2,50	2,43 (6)	2100-2650	2350 (6)
148	2436-2620	Глинисто-песчаные алевролиты	3,2-5,1	4,3 (4)	15,7-22,6	14,2 (4)	Непроницаемые	-	2,22-2,38	2,33 (5)	2000-2100	2050 (2)

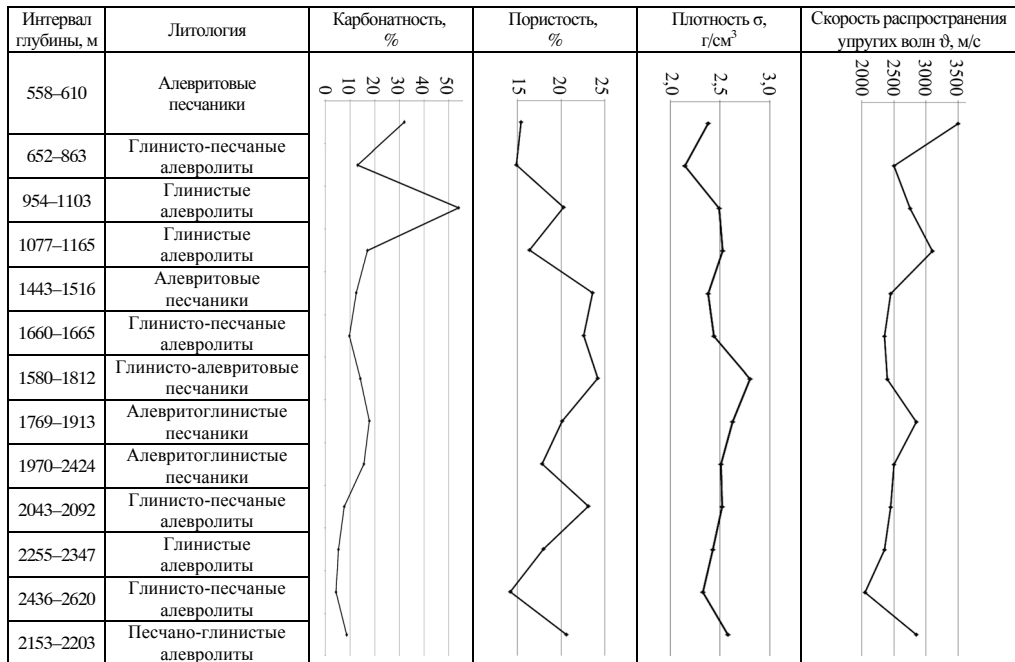


Рис. 7. Графики изменения пределов значений коллекторских свойств осадочных пород продуктивной толщи месторождений



Рис. 8. Пределы изменения пористости по площади



Рис. 9. Пределы изменения карбонатности по площади

была изучена по гипсометрическим и стратиграфическим принадлежностям. С учетом связи между коллекторскими свойствами и изменением литолого-гранулометрических характеристик пород была проведена корреляция разрезов. На исследуемой территории вдоль различных антиклинальных структур была изучена зависимость петрографических параметров.

Рисунки и таблицы показывают, что изменение пористости, как и карбонатности, происходит скачкообразно. В некоторых случаях пористость составляет более 20 %. Максимальный перепад пористости на Гюргяндениз – 15,7 %, а на о. Чилов – 18,0 % [15].

Таким образом, на трех площадях Южно-Каспийского бассейна были детально исследованы петрофизические свойства коллекторы продуктивной толщи, определены основ-

ные их параметры и изменение их значений с глубиной. Следует отметить, что проведенный анализ изменения пористости, проницаемости, карбонатности и гранулометрического состава пород можно аппроксимировать на соседние площади.

Итак, анализ литолого-петрографических свойств отложений рассмотренных площадей и коллекторских свойств образцов пород, представленных керновым материалом с различных площадей, дает возможность прогнозировать нефтегазоносность отложений.

### Заклучение

В результате работ, проведенных в пределах исследуемой территории, установлено, что отложения продуктивной толщи литологически представлены песками, песчаниками и чередованием алевритов с прослойками глин. В южной и восточной частях региона карбонатность пород претерпевает некоторые изменения. В центральной части региона изменение пористости и карбонатности происходит скачкообразно.

Установлено, что изменение петрофизических значений в широком диапазоне связано с литологическими неоднородностями, разнообразием глубин залегания пород и тектоническими условиями в регионе.

При исследовании коллекторских свойств региона выявили, что в глубокозалегающих пластах отмечается эффективная пористость, и это дает возможность прогнозировать коллекторы нефти и газа на рассматриваемых глубинах. Однако графики петрофизических изменений пределов рассматриваемых параметров показывают, что в связи с некоторыми литофизическими изменениями нарушается установленная закономерность.

Чтобы прогнозировать нефтегазоносность в более глубоких слоях структуры, использованы оптимальные геофизические методы. Применение метода определения фильтрационно-емкостных свойств пород считается целесообразным.

### Список литературы

1. Геология нефтяных и газовых месторождений Азербайджана / А.А. Али-заде, Г.А. Ахмедов, А.М. Ахмедов, А.К. Алиев, М.М. Зейналов. – М.: Недра, 1966. – 390 с.
2. Юсефзаде Х.Б. Применение современных технологий в области разведки и добычи нефтегазовых месторождений в Азербайджане // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı. – 2013. – № 7–8. – С. 3–13.
3. Бабазаде Б.Х., Путкарадзе Л.А. О поисках залежей газа и нефти в прибрежной морской зоне Апшеронского полуострова и Бакинского архипелага // Геология нефти и газа. – 1961. – № 10. – С. 7–11.
4. Методика выявления дифференциации запасов нефти / Б.А. Багиров, А.А. Нариманов, С.А. Назарова, А.М. Салманов, М.К. Гасаналиев. – Баку: Realcom BM, 2001. – 34 с.
5. Али-Заде А.А., Салаев С.Г., Алиев А.И. Научная оценка перспектив нефтегазоносности Азербайджана и Южного Каспия и направление поисково-разведочных работ. – Баку: Элм, 1985. – 250 с.
6. Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А., Аббасова Г.Г. Литолого-петрографические и коллекторские свойства мезокайнозойских отложений Прикаспийско-Губинского нефтегазоносного района // Геофизические новости Азербайджана. – 2014. – № 3–4. – С. 10–13.
7. Физические свойства горных пород и полезных ископаемых / под ред. Н.Б. Дортман. – М.: Недра, 1976. – 527 с.

8. Составление каталога коллекторских свойств мезокайнозойских отложений месторождений нефти и газа и перспективных структур Азербайджана: отчет Научно-исследовательского института геофизики № 105-2009 / Фонды Управления геофизики и геологии. Баку, 2010.
9. Рачинский М.З., Чилингар Дж. Результаты геолого-разведочных работ 1990–2005 гг., геологические аспекты перспектив и количественная оценка // Азербайджанское нефтяное хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 7–15.
10. Алиев А.И. Всё о нефти. – Баку, 2013. – 284 с.
11. Месторождения нефти и газа и перспективные структуры Азербайджанской ССР / А.И. Алиев, Ф.М. Багир-заде [и др.]. – Баку: ЭЛМ, 1985. – 107 с.
12. Багир-заде Ф.М. Формирование среднеплиоценовых залежей нефти и газа в акваториальной части Южно-Каспийской впадины. – Баку: Азернешр, 1969. – 116 с.
13. Керимов К.М., Рахманов Р.Р., Хеиров М.Б. Нефтегазосность Южно-Каспийской мегавпадины. – Баку: Адльоглы, 2001. – С. 317.
14. О результатах петрофизических исследований отложений продуктивной толщи нефтегазоносных площадей Бакинского архипелага / М.С. Бабаев, Л.А. Султанов, Ш.А. Ганбарова, Т.А. Алиева // Известия высших технических учебных заведений Азербайджана. – 2014. – № 2. – С. 7–12.
15. Мехтиеv У.Ш., Хеиров М.Б. Литолого-петрографические особенности и коллекторские свойства пород калинской и подкормакинской свит Апшеронской нефтегазоносной области Азербайджана. – Баку, 2007. – Ч. 1. – С. 238.

## References

1. Ali-zade A.A., Akhmedov G.A., Akhmedov A.M., Aliev A.K., Zeinalov M.M. Geologiya neftiyanikh i gazovykh mestorozhdenii Azerbaidzhana [Geology of oil and gas fields of Azerbaijan]. Moscow: Nedra, 1966. 390 p.
2. Iusifzade Kh.B. Primenenie sovremennykh tekhnologii v oblasti razvedki i dobychi neftegazovykh mestorozhdenii v Azerbaidzhane [Application of modern technologies in the areas of exploration and production of oil and gas fields of Azerbaijan]. *Azərbaycan Neft Təsərrüfatı*, 2013, no. 7-8, pp. 3-13.
3. Babazade B.Kh., Putkaradze L.A. O poiskakh zalezhei gaza i nefti v pribrezhnoi morskoj zone Apsheronogo polostrova i Bakinskogo arhipelaga [About oil and gas field search at sea shore zone of Apsheronkiy peninsula Baku archipelago]. *Geologiya nefi i gaza*, 1961, no. 10, pp. 7–11.
4. Bagirov B.A., Narimanov A.A., Nazarova S.A., Salmanov A.M., Gasanaliev M.K. Metodika vyivleniya differentsiatnyi zapasov nefi [The methodology for oil reserves differentiation determination]. Баку: Realcom BM, 2001. 34 p.
5. Ali-Zade A.A., Salaev S.G., Aliev A.I. Nauchnaia otsenka perspektiv neftegazonosti Azerbaidzhana i Iuzhnogo Kaspiia i napravlenie poiskovo-razvedochnykh rabot [Scientific evaluation of oil and gas content prospects of Azerbaijan and South Caspian Sea and exploration directions]. Баку: Elm, 1985. 250 p.
6. Gurbanov V.Sh., Sultanov L.A., Abbasova G.G. Litologo-petrograficheskie i kolektorskie svoystva mezokainozoiskikh otlozhenii Prikaspiisko-Gubinskogo neftegazonosnogo raiona [Lithological, petrological and reservoir properties of Meso-Cenozoic deposits of Prikaspiisko-Gubinskogo oil and gas region]. *Geofizicheskie novosti Azerbaidzhana*, 2014, no. 3-4, pp. 10-13.
7. Fizicheskie svoystva gornykh porod i poleznykh iskopaemykh [Physical properties of the rocks and mineral deposits]. Ed. N.B. Dortman. Moscow: Nedra, 1976. 527 p.
8. Sostavlenie kataloga kolektorskikh svoystv mezokainozoiskikh otlozhenii mestorozhdenii nefi-gaza i perspektivnykh struktur Azerbaidzhana [Catalog composition of properties of reservoirs that contain Meso-Cenozoic oil and gas deposits and prospect structures of Azerbaijan]. *Otchet Nauchno-issledovatel'skogo instituta geofiziki № 105-2009. Fondy Upravleniia geofiziki i geologii*. Баку, 2010.
9. Rachinskiy M.Z., Chilingar Dzh. Rezul'taty geologo-razvedochnykh rabot 1990-2005 gg., geologicheskie aspekty perspektiv i kolichestvennaia otsenka [Results of exploration made in 1990-2005, geological aspects of prospects and quantitative evaluation]. *Azerbaidzhanskoe nefianoe khoziaistvo*, 2007, no. 1, pp. 7-15.
10. Aliev A.I. Vse o nefi [Everything about oil]. Баку, 2013. 284 p.
11. Aliev A.I., Bagir-zade F.M. et al. Mestorozhdeniia nefi i gaza i perspektivnye struktury Azerbaidzhanskoi SSR [Oil and gas fields and prospective structures of Azerbaijan Soviet Socialist Republic]. Баку: ELM, 1985. 107 p.
12. Bagir-zade F.M. Formirovaniye srednepliotsenovnykh zalezhei nefi i gaza v akvatorial'noi chasti Iuzhno-Kaspiiskoi vpadiny [Formation of Middle Pliocene oil and gas deposits at water area of South-Caspian basin]. Баку: Azerneshr, 1969. 116 p.
13. Kerimov K.M., Rakhmanov R.R., Kheirov M.B. Neftegazonosnost' Iuzhno-Kaspiiskoi megavpadiny [Oil and gas deposits of South-Caspian mega basin]. Баку: Adlyogly, 2001. 317 p.
14. Babaev M.S., Sultanov L.A., Ganbarova Sh.A., Alieva T.A. O rezul'tatakh petrofizicheskikh issledovaniy otlozhenii produktivnoi tolshchi neftegazonosnykh ploshchadei Bakinskogo arhipelaga [Results of petrophysical study of productive deposits that belong to Baku archipelago]. *Izvestiia vysshikh tekhnicheskikh uchebnykh zavedenii Azerbaidzhana*, 2014, no. 2, pp. 7-12.
15. Mekhtiev U.Sh., Kheirov M.B. Litologo-petrograficheskie osobennosti i kolektorskie svoystva porod kalinskoi i podkirmakinskoi svit Apsheronskoi neftegazonosnoi oblasti Azerbaidzhana [Lithological, petrological and reservoir properties of rocks from Kala and under Kirma sets of Apsheronkaia oil and gas region of Azerbaijan]. Баку, 2007, part 1. 238 p.

## Об авторах

- Гурбанов Вагиф Шыхы оглы** (Баку, Азербайджан) – доктор геолого-минералогических наук, профессор кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности (AZ1010, г. Баку, пр. Азадлыг, 20; e-mail: vagifgurbanov@mail.ru).
- Султанов Латиф Агамирза оглы** (Баку, Азербайджан) – научный сотрудник кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности (AZ1010, г. Баку, пр. Азадлыг, 20; e-mail: latif.sultan@mail.ru).
- Валиев Самир Аламыш оглы** (Баку, Азербайджан) – докторант кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности (AZ1010, г. Баку, пр. Азадлыг, 20; e-mail: vesgb8@bp.com).
- Бабаева Малахат Тофиг кызы** (Баку, Азербайджан) – докторант кафедры поиска и разведки нефтяных и газовых месторождений Азербайджанского государственного университета нефти и промышленности (AZ1010, г. Баку, пр. Азадлыг, 20; e-mail: melahetaslanova@mail.ru).

## About the authors

- Vagif Sh. Gurbanov** (Baku, Azerbaijan) – Doktor of Geologo-mineralogical Sciences, Professor, Vice-Rector for Education, Head of Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration, Azerbaijan State University of Oil and Industry (AZ1010, Baku, Azadlyg av.,20; e-mail: vagifgurbanov@mail.ru).
- Latif A. Sultanov** (Baku, Azerbaijan) – Researcher, Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration, Azerbaijan State University of Oil and Industry (AZ1010, Baku, Azadlyg av., 20; e-mail: latif.sultan@mail.ru).
- Samir A. Valiyev** (Baku, Azerbaijan) – Phd, Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration, Azerbaijan State University of Oil and Industry (AZ1010, Baku, Azadlyg av., 20; e-mail: vesgb8@bp.com).
- Melahet T. Babayeva** (Baku, Azerbaijan) – Phd, Department of Oil and Gas Field Prospecting and Exploration, Azerbaijan State University of Oil and Industry (AZ1010, Baku, Azadlyg av., 20; e-mail: melahetaslanova@mail.ru).

Получено 10.07.2015

Просьба ссылаться на эту статью в русскоязычных источниках следующим образом:

Гурбанов В.Ш., Султанов Л.А., Валиев С.А., Бабаева М.Т. Литолого-петрографические и коллекторские характеристики мезокайнозойских отложений северо-западной части Южно-Каспийской впадины // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Геология. Нефтегазовое и горное дело. – 2015. – № 17. – С. 5–15. DOI: 10.15593/2224-9923/2015.17.1

Please cite this article in English as:

Gurbanov V.Sh., Sultanov L.A., Valiyev S.A., Babaeva M.T. The lithophysical and collector characteristics of mesozoic-cenozoic deposits of north-western part of the Caspian depression. *Bulletin of PNRPU. Geology. Oil & Gas Engineering & Mining*, 2015, no. 17, pp. 5-15. DOI: 10.15593/2224-9923/2015.17.1