

УДК 553.98

## О ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЯХ СТРУКТУРЫ УМИД-БАБЕК

**А. Т. Джавадова**

MicroPro GmbH, Magdeburger Str. 26b, 39245 Gommern, Germany; javadova@micropro.de

Структура Умид Бабек занимает положение на пути миграции флюидов из глубоких зон депрессии и обладает благоприятными условиями для накопления и сохранения залежей углеводородов.

**Ключевые слова:** Южный Каспий; интерпретация 2 D; грязевой диапиризм; продуктивная толща; расчёт по площади и глубине.

The structure of Umid Babek occupies a position on the migration path of fluids from deep depression zones and has favorable conditions for the accumulation and preservation of hydrocarbon deposits.

**Key words:** Southern Caspian; interpretation of 2D; mud diapirism; productive thickness; calculation by area and depth.

Структура Умид-Бабек находится в море в 80 км к югу от г. Баку и в 40 км восточнее побережья Южного Каспия (рис. 1).

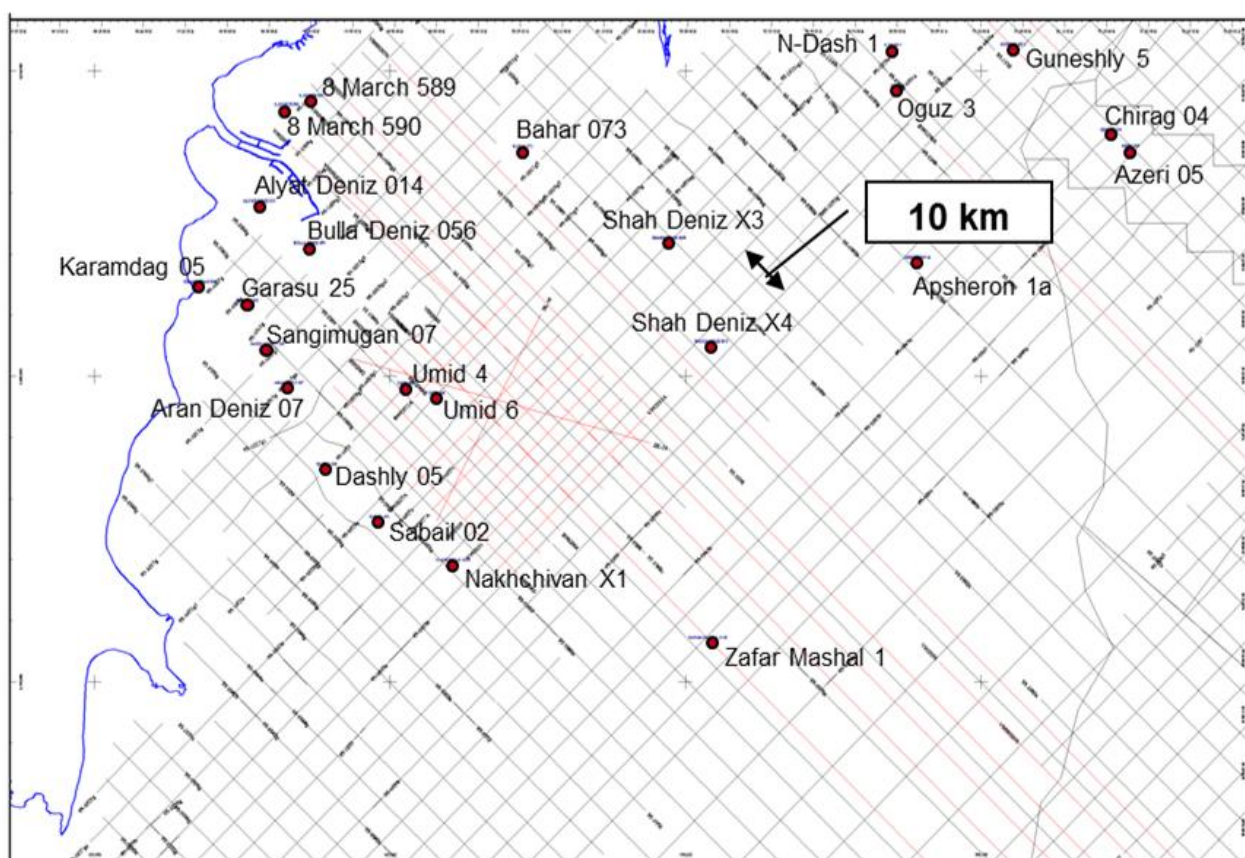


Рисунок 1 – Обзорная карта местоположения структур (с указанием сейсмических профилей и скважин)

Это вытянутая антиклиналь примерно 40 км длиной и 5–7 км шириной. Она простирается от границы мелководного шельфа, где глубины моря равны 50–60 м (пл. Умид) до площадей, расположенных на средних и больших глубинах в восточной части структуры (пл. Бабек) с глубинами 400–550 м. Ближайшим месторождением, на котором ведётся добыча, является Хара-Зирия Дениз (Булла Дениз) в 18 км к северо-западу с начальными геологическими запасами газа в 110 млрд м<sup>3</sup> (извлекаемые – 76 млрд м<sup>3</sup>) и 11 млн т извлекаемых запасов конденсата и нефти. Гигантское газоконденсатное месторождение Шах Дениз находится в 30 км к северо-востоку. Добыча на обоих месторождениях ведётся из балаханской свиты, свиты фасила/перерыва и надкирмакинской песчаной свиты плиоценовой продуктивной толщи в Бакинском архипелаге. Умид-Бабек является одной из самых глубоких структур в этом районе: на уровне кровли свиты фасила/перерыва поднятие находится на глубине 5 936 м, точка максимального охвата структуры – на 7 050 м, как на востоке, так и на западе. Структура состоит из двух поднятий, разделённых седловиной, которая прорвана грязевым вулканом (рис. 2).

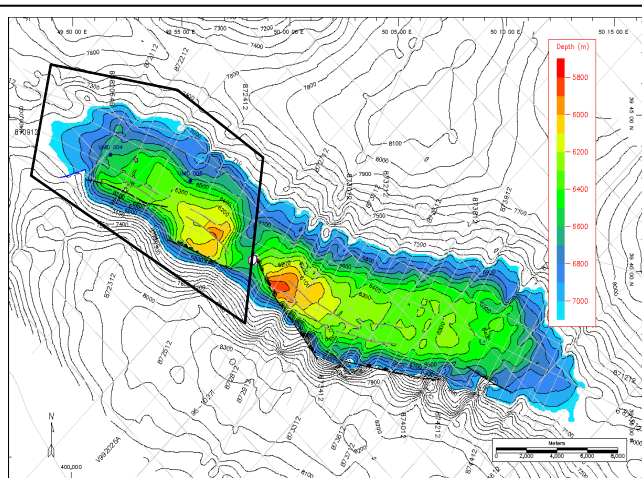
Основная цель разведки – 7 горизонт (аналог свиты перерыва/фасила), вторичные цели – 5 горизонт (аналог балаханской свиты среднего плиоцена для структур Абшеронского порога), 8 горизонт (аналог надкирмакинской песчаной свиты среднего плиоцена для структур Абшеронского порога) [4].

Умид-Бабек является крайне существенной возможностью после открытия гигантского газоконденсатного месторождения Шахдениз в азербайджанском секторе Каспийского моря в 1999 г., т. к. в этих структурах могут существовать значительные коммерческие объёмы углеводородов (УВ) для успешной разработки и добычи, которые, однако ещё не подтверждены в неразведанных частях структур.

### Расчёт по площади и глубине

Структура: Умид  
 Горизонт: Кровля Фасила  
 Глубинное преобразование Модель Vo к  
 Поправленная интерпретации профиля 2Д  
 Подробная интерпретация сейсмических данных  
 (плотность профилей 1х1 км)  
 Свод (м): 5879  
 Точка макс. насыщенности (м): 7050  
 Высота ловушки/залежи (м): 1171

Глубина (м)	Площадь (км <sup>2</sup> )
5879	0
5900	0.002
6000	0.31
6100	2.04
6200	7.9
6300	12.36
6400	19.72
6500	27.32
6600	34.73
6700	43.98
6800	53.41
6900	63.15
7000	73.95
7050	80.92



Отношение глубины и площади

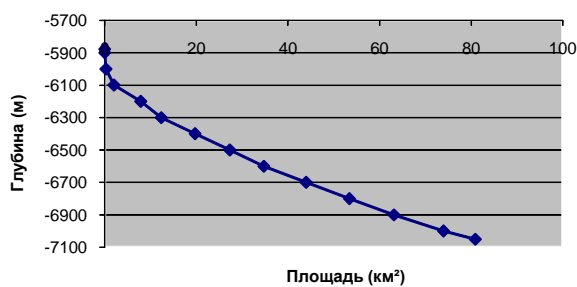


Рисунок 2 – Расчёт по площади и глубине для структуры Умид

Основные/возможные продуктивные коллекторы – 7, 5, 8 горизонты по местной (гобустанской) стратиграфической разбивке (средний плиоцен). Геологическая модель структуры имеет форму (сбросовая структура) с четырёхсторонним замыканием (разделение на блоки посредством главных систем сдвиговых сбросов (нарушений) – как обратных, так и трансгрессионных (т. е. сдвига и сжатия). Основной геологический риск заключается в эффективности ловушки, вторичный риск – в эффективности коллектора. Мы использовали сейсмические материалы 2 D (в основном сейсмика 1995 г.), охватывающие территорию с регулярной сеткой 5 км × 5 км, для интерпретации и построения структурных карт. Пробелы в сейсмическом покрытии относятся к мелководным участкам и регионам с активным грязевым диапиризмом. Сейсмическая сетка ориентирована в северо-западном и юго-восточном направлениях. Для интерпретации использовались окончательные временные миграции, которые предпочтительны из-за лучшего отображения круто падающих боковых сторон структур. Картирование сейсмическим методом и скважинные данные указывают на присутствие разделения на блоки, изменяющиеся высоты залежей и давления.

Интерпретация геофизических данных (сейсморазведки 2D) по структурам Умид-Бабек позволила прийти к выводу об их единой природе происхождения, своду и контурам замыкания, что чётко прослеживается на карте внизу (рис. 3–5).

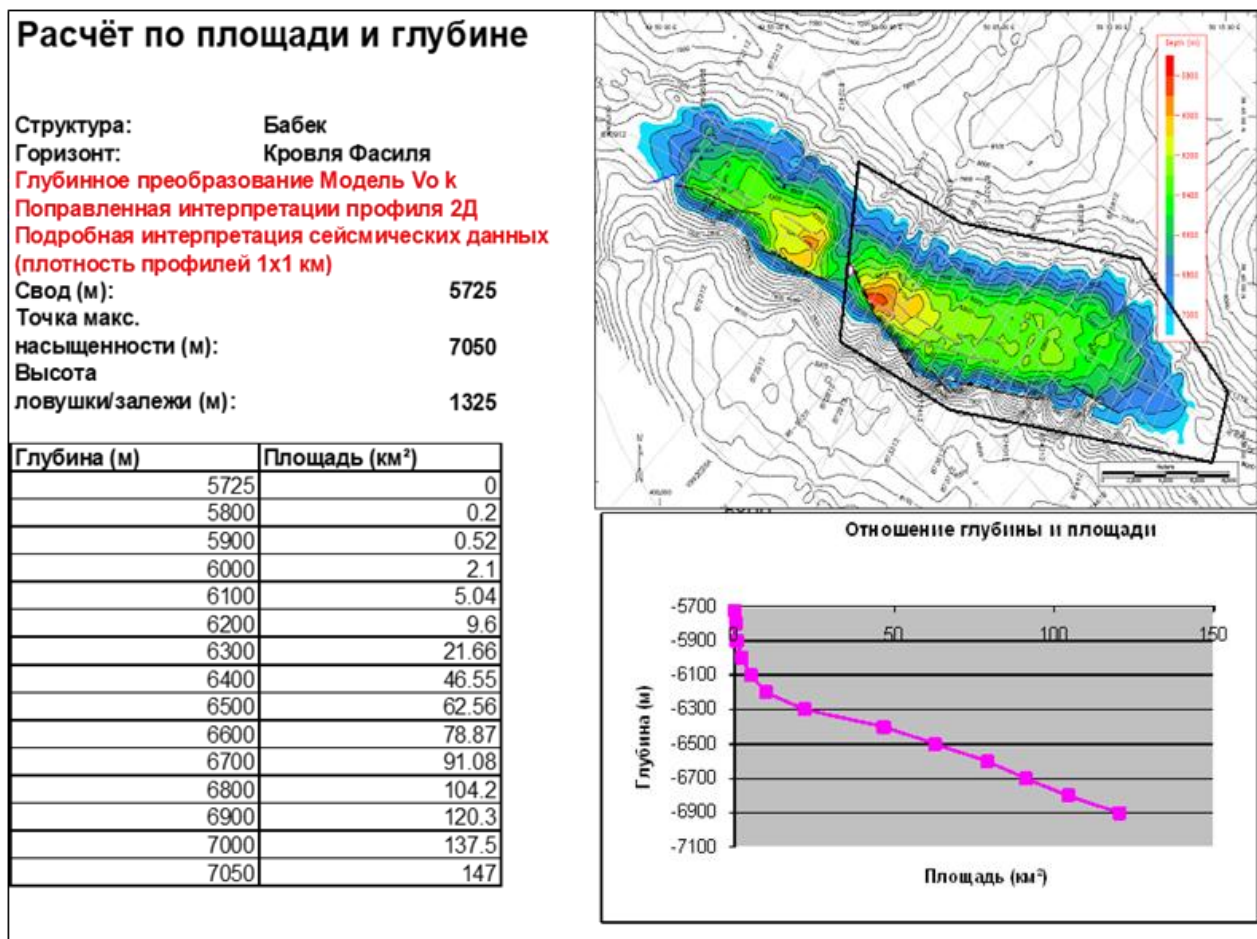


Рисунок 3 – Расчёт по площади и глубине для структуры Бабек



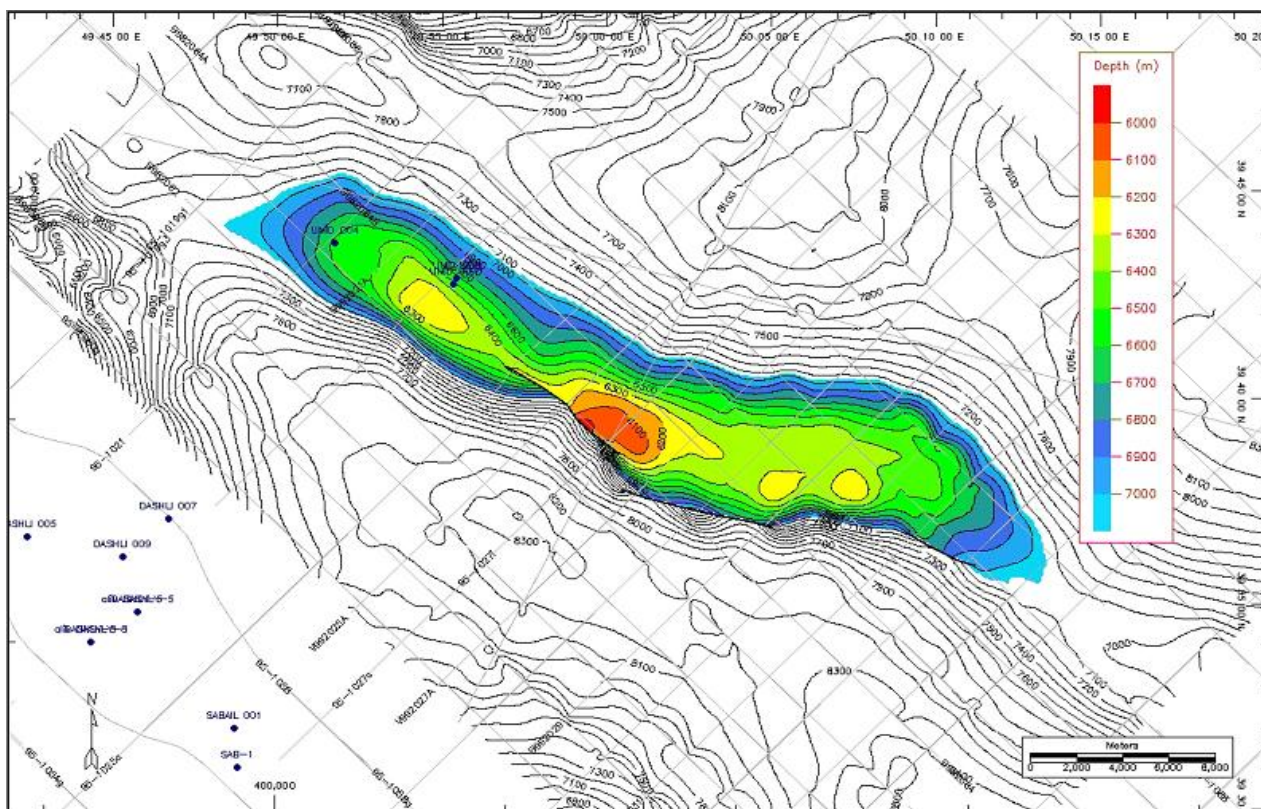


Рисунок 4 – Карта глубинной структуры по кровле фасила/перерыва, структура Умид-Бабек  
Изобаты и отмеченное цветом наполнение структуры по своду.

Структурная карта (рис. 4), составленная по профилям 2 D, показывает структуру Умид-Бабек более равномерно и целостно с геологической точки зрения. Структурные аномалии сведены к минимуму, и изолинии в основном следуют направлению простирания структуры. Структурные данные показывают, что свод находится на глубине 5 936 м, точка максимальной насыщенности коллектора – на глубине 7 050 м, что охватывает ловушку площадью в 198,35 км<sup>2</sup>.

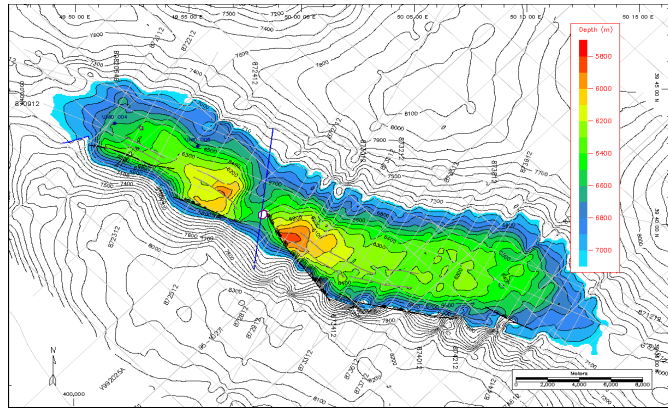
В предыдущих исследованиях [3] мы изучали общее структурное развитие территории, сходства и различия с прилегающей структурой Умид-Бабек, структурами Нахчыван, Шах Дениз, Зафар-Машал и Абшерон в отношении сроков структурной целостности, а также распределения коллекторов (рис. 6).

Исследованные структуры в Южно-Каспийском бассейне сравнивались по площади и высоте закрытия. Основное развития структур произошло в ачкагыльское время. Структуры Апшерон и Умид-Бабек демонстрируют усиление роста в апшеронское время, сопоставимое со структурой Нахчыван и Шах-Дениз.

В 1977–1993 гг. на структуре Умид было пробурено 9 скважин (табл.). Целью бурения являлось вскрытие коллекторов 5 и 7 горизонтов, расположенных на проектных глубинах между 5 920–6 664 м [1]. Только одна скважина, Умид 4, достигла кровли 7 горизонта на глубине 6 715 м, а другие две скважины достигли менее глубоко залегающего 5 горизонта. Остальные 6 скважин не достигли даже менее глубоко залегающих объектов. К сожалению, в то время все скважины оказались неудачными ввиду технических проблем (потеря ствола, застревание труб; или, например, были использованы все обсадные трубы нужного размера ввиду непредвиденных ситуаций с давлением в забое скважины и кончились трубы необходимого диаметра [2]).

## Расчёт по площади и глубине

**Структура:** Умид-Бабек  
**Горизонт:** Кровля Фасила  
**Глубинное преобразование Модель Vo k**  
**Поправленная интерпретации профиля 2Д**  
**Подробная интерпретация сейсмических данных (плотность профилей 1x1 км)**  
**Свод (м):** 5725  
**Точка макс. насыщенности (м):** 7050  
**Высота ловушки/залежи (м):** 1325



Глубина (м)	Площадь (км <sup>2</sup> )
5725	0
5800	0.2
5900	0.52
6000	2.41
6100	7.08
6200	17.5
6300	34.02
6400	66.27
6500	89.88
6600	113.69
6700	135.33
6800	157.93
6900	183.07
7000	212.01
7050	228.45

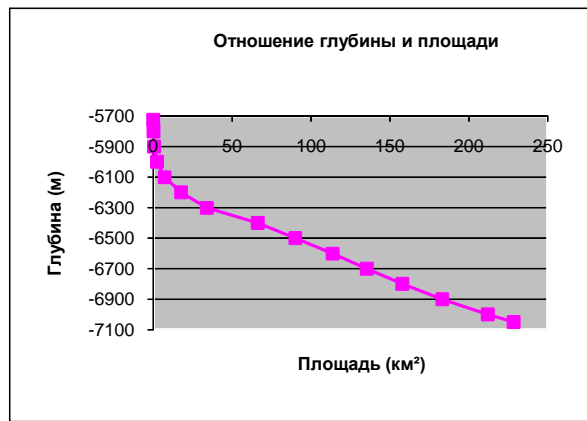


Рисунок 5 – Расчёт по площади и глубине для структур Умид и Бабек

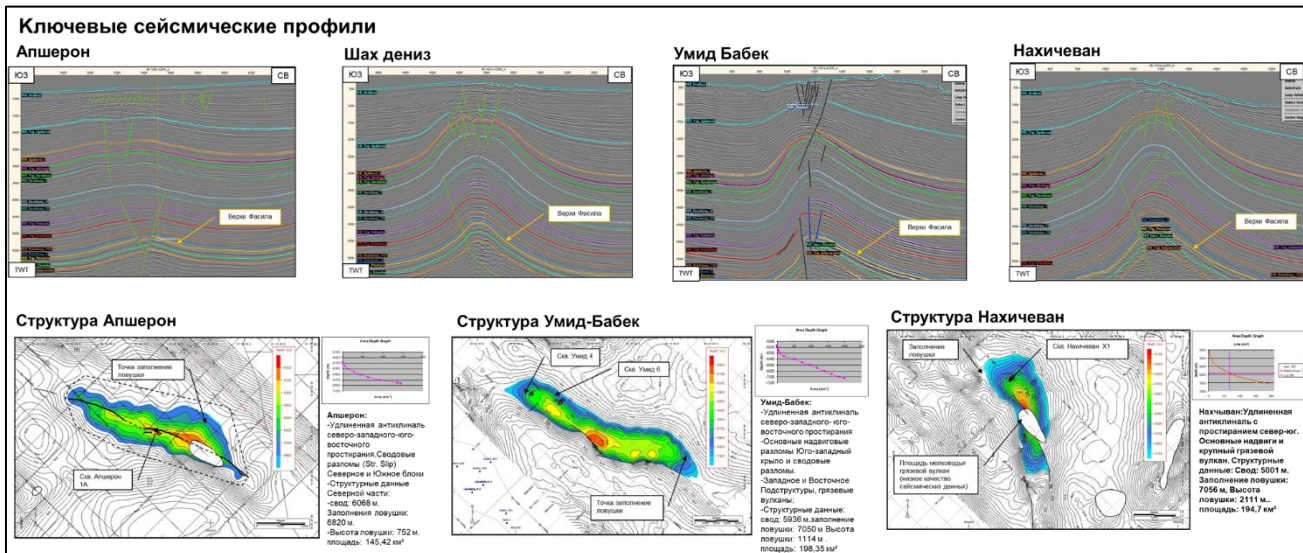


Рисунок 6 – Ключевые сейсмические профили структур Апшерон, Шах Дениз, Умид-Бабек и Нахичеван с дополнением структурных карт и геологических параметров

Таблица – Данные по пробуренным скважинам в структуре Умид

Скважина	Глубина, м (проектная/актуальная)	Глубина горизонтов, м			Примечание
		ПТ	5	7	
1	6 500/6 158	2 273	5 922–6 060		Положительный каротажный индикатор в зоне 5 горизонта. Ликвидирована по техническим причинам.
3	6 500/2 649	1 950			Ликвидирована по техническим причинам.
5	6 500/5 150	2 325			Ликвидирована по техническим причинам.
4	6 700/6 750	2 543	6 153–6 300	6 600–6 715	Получены вода и газ из зоны 5 горизонта. Положительные каротажные индикаторы в зоне 7 горизонта. Ликвидирована по техническим причинам.
7	6 500/4 409	2 275			Ликвидирована по техническим причинам.
6	6 700/6 619	2 425	6 046–6 156	6 565–?	Положительные каротажные индикаторы в зонах 5 и 7 горизонтов. Ликвидирована по техническим причинам.
2	6 500/2 936	2 050			Ликвидирована по техническим причинам.
9	6 500/4 449	2 277			Ликвидирована по техническим причинам.
11	6 500/4 445	2 005			Ликвидирована по техническим причинам.
8	6 500/6 006	1 960	5 475–5 582	5 905–?	Фонтан в 7 горизонте. Ликвидирована по техническим причинам.
10	6 500/6 400	1 995	5 777–5 868	6 248–6 364	В разработке 7 горизонт. Положительные каротажные индикаторы в зоне 5 горизонта.
12	6 500/6 309	1 995	5 765–5 885	6 236–?	В разработке 7 горизонт. Положительные каротажные индикаторы в зоне 5 горизонта.
14	6 400/6 341	2 000			В стадии завершения (зона 7 горизонта). Негативные каротажные индикаторы в зоне 5 горизонта.

Условия бурения в Южно Каспийском бассейне довольно сложные: глубокие скважины со сложными режимами давления, что приводит к аномально высоким поровым давлениям (в неколлекторских интервалах) и сильнейшей регрессии давления по коллекторским горизонтам. На соседних с Умид-Бабек глубокозалегающих структурах западными нефтяными компаниями с конца 1990-х гг. до настоящего времени были пробурены 8 разведочных скважин через те же стратиграфические единицы коллектора, наличие которых подтверждено на структуре Умид (и ожидается на структуре Бабек), если применить современные технологии и технику бурения. В настоящее время продолжается разработка и оценка на месторождении Шах Дениз (оператор БП), и там бурили на несколько меньших глубинах (6 000–6 200 м строго вертикально), чем на Умид-Бабек. На Шах Дениз имеется 6 разведочных/оценочных скважин и 4 эксплуатационные скважины, пробуренные к сегодняшнему дню.

Песчаники 5 горизонта, которые находятся на меньших глубинах, в изначальных пробуренных скважинах Умида были водонасыщенными. При этом на ближайшем месторождении Хара-Зиря Дениз начальные геологические запасы газа 5 горизонта составляли почти 11 млрд м<sup>3</sup>. На этом же месторождении также продуктивен 8 горизонт с начальными геологическими запасами газа в 8 млрд м<sup>3</sup>. Таким образом, при разведке на структуре Бабек оба коллектора могут внести свой вклад в добычу (также 8 горизонт на структуре Умид) и нуждаются в отдельном исследовании.

01.07.2011 г. Umid-Baek Operation Company начала бурение разведочной скв. 10. Сейсмические работы 3D проводились в период 2010–2012 гг. Площадь, охваченная сейсморазведкой составила 417,99 км<sup>2</sup>. Сейсмические данные и данные бурения, показали, что геологическое строение блока усложнено одним продольным нарушением с большой амплитуды в центральной оси свода и другими нарушениями. Скв. 12 пробурена до 6 309 м (верхняя часть зона 7 горизонта продуктивной серии). В 2014 г. проводилось тестирование в толще зоны 7 горизонта и скважина начала работу с высоким дебитом газового конденсата (750 000 м<sup>3</sup> газ,



150 т конденсата). В настоящее время добыто более 750 000–800 000 м<sup>3</sup> газа и 100–110 т конденсата из двух скважин. Umid-Babek Operation Company начала бурение эксплуатационной скв. U1-18 в мае 2020 г. Её проектная глубина составляет 6 720 м, а прогнозируемый суточный дебит – 1,5–2 млн м<sup>3</sup> газа. Ещё одна скважина будет пробурена с платформы «Умид-1». Это повысит суточную добычу газа с «Умид-1» с 2,4 до 6,6 млн м<sup>3</sup>. Умид был введён в эксплуатацию в сентябре 2012 г.. В настоящее время в эксплуатации находятся три эксплуатационные скважины. На сегодняшний день на месторождении добыто 3,4 млрд м<sup>3</sup> газа и 540 000 т конденсата. В 2019 г. добыто более 750 млн м<sup>3</sup> газа и около 140 тыс. т конденсата, а план на 2020 г. составлял 143 тыс. т. Запасы месторождения оцениваются в 200 млрд м<sup>3</sup> газа и 40 млн т конденсата.

*Заключение.* В результате интерпретации геофизических материалов построена структурная карта, выполнены расчёты по площади и глубине структур Умид и Бабека. Структура Умид-Бабек начинает развиваться на ранней стадии, когда более сильный структурный рост связан с частью Бабека, что подтверждает предположение об отдельных структурах, но в рамках одного геологического блока. Основной рост произошел с сураханского времени и далее, с отчётливо более высоким ростом Бабекской части блока. Синклиналь к северу от структуры появилась только к концу ачкагыльского времени. Недавно пробуренные скважины показали наличие УВ в структуре Умид. Пока в Бабеке наличие УВ не подтверждено. Но с точки зрения сроков и формы конструкции структура Бабек имеет чёткое закрытие, например, как в структуре Шахдениз. Кроме того, Умид-Бабек имеет ряд преимуществ в сравнении с остальными структурами Бакниского архипелага. Оно занимает наивыгоднейшее положение на пути миграции флюидов из глубоких зон депрессии и обладает благоприятными условиями для накопления и сохранения залежей УВ.

#### Библиографические ссылки

1. Ахмедов А. О геологической характеристике и перспективах нефтегазоносности площади Умид // Азерб. нефтяное хоз-во. 2008. № 3. С. 19–22.
2. Ахмедов Э., Велиев Р. Способы минимизации факторов неопределённости и геологических рисков на основе газоконденсатного месторождения Умид // Георесурсы. 2019. Т. 21, № 1. С. 92–98.
3. Javadova A. South Caspian Sub-Regional Basin Evaluation // Proc. 3<sup>rd</sup> Int. Conf. «Geology of the Caspian Sea and adjacent areas», Baku, Azerbaijan, 16–18 Oct. 2019. P. 1–5.
4. McLanachan G. A., Shikhaliyev Yu. A., Gauzer G. Y., Vasilchuk N. B. New results of a study of the Productive series in the Umid-Babek structural Trend // Geophysics news in Azerbaijan. 1998. Bull. N 4.

УДК 550.36(045)

## ГЕОТЕРМИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ

**Н. И. Бахова**

Институт геофизики им. С. И. Субботина НАН Украины,  
пр. Палладина 32, 03680 Киев, Украина; bakhova.nataly@gmail.com

На основе численного моделирования с помощью метода конечных элементов предложена методика расчёта теплового режима Днепровско-Донецкой впадины (профиль Михайловка-Ахтырка). Тепловой поток рассчитан как на поверхности модели, так и на заданных глубинах. Точность решения стационарного уравнения теплопроводности с различными граничными условиями не превышает 0,6 %.

**Ключевые слова:** температура; тепловой поток; вычислительный эксперимент; модель.

Based on numerical modeling using the finite element method, the methodology for calculating the thermal regime of the Dnieper-Donetsk depression (Mikhailovka-Akhtyrka profile) is proposed. The heat