

Для цитирования: Алиев Р.М., Гумаров Р.К. ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ТЕРСКО-КАСПИЙСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА НА ТЕРРИТОРИИ РАВНИННОГО ДАГЕСТАН. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. 2016;42 (3):131-143. DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-131-143

For citation: Aliev R.M., Gumarov R.K. THE TEREK-CASPIAN FOREDEEP OIL AND GAS CONTENT IN THE TERRITORY OF THE DAGESTAN PLAIN. Herald of Daghestan State Technical University. Technical Sciences. 2016;42 (3):131-143. (In Russ.) DOI:10.21822/2073-6185-2016-42-3-131-143

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ СТРОИТЕЛЬСТВО И АРХИТЕКТУРА

УДК 553.98

DOI: 10.21822/2073-6185-2016-42-3-131-143

Алиев Р.М.¹, Гумаров Р.К.²

¹Дагестанский государственный технический университет,
367015 г. Махачкала, пр. И. Шамиля, 70,
¹ e-mail:n-guseinova@mail.ru
²ООО «ЮЙЛ менеджмент» 117246, г.
Москва, Научный проезд, дом 19,
² e-mail:geopromooo@yandex.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТИ ТЕРСКО-КАСПИЙСКОГО КРАЕВОГО ПРОГИБА НА ТЕРРИТОРИИ РАВНИННОГО ДАГЕСТАН

Аннотация. Цель. В статье на основе анализа данных современной и предшествующей геолого-геофизической информации оцениваются перспективы нефтегазоносности участка недр на территории равнинного Дагестана. **Методы.** Рассмотрена краткая история геологического развития и сейсмостратиграфическая характеристика региона. Приведена литолого-стратиграфическая характеристика разреза. Определены области формирования потенциальных ловушек. **Результаты.** Представлены результаты АВО-анализа. Установлено, что точность прогноза нефтегазоносности по результатам АВО-анализа определяется глубиной залегания объекта исследования и характером его углеводородного насыщения. По величине отклонения значений параметров АВО-анализа можно прогнозировать газовое и нефтегазоконденсатное насыщение. **Вывод.** Предложена стратегия «аналогового» освоения Дагестанского сектора шельфа Каспийского моря.

Ключевые слова: сейсмика, АВО-анализ, ловушка, нефтегазоносность

Rasul M. Aliev¹, Rinat K. Gumarov²
Daghestan State Technical University,
70 I. Shamil Ave, Makhachkala, 367015 e-
mail:n-guseinova@mail.ru,
ООО «OYL 1 management»,
19 Scientific passage Ave, Moscow, 117246,
e-mail:geopromooo@yandex.ru

THE TEREK-CASPIAN FOREDEEP OIL AND GAS CONTENT IN THE TERRITORY OF THE DAGESTAN PLAIN

Abstract. Aim. In article on the basis of the modern data given analysis and previous geological and geophysical information are marked the prospects of subsurface oil and gas content on the territory Daghestan Plain. **Methods.** A brief history geological development and seismostratigraphic characteristics of the region are presented. Determined is the formation of the potential trap. **Results.** It is presented the results of AVO-analysis. It was found that the accuracy of the forecast of oil and gas potential on the results of AVO-analysis determined depth of the research object and the nature of its hydrocarbon saturation. The magnitude of the deviation values of AVO-analysis parameters can pre-

dict gas and oil and gas saturation. **Conclusion.** The proposed strategy of «analogue» development Dagestan sector of the Caspian sea shelf.

Key words: seismicity, AVO-analysis, trap, oil and gas content

Введение. Рассматриваемый участок недр расположен в пределах Терско-Сулакской равнины (рис 1). В геоморфологическом плане расположен на территории Терско-Сулакской дельтово – аллювиально – морской современной равнины.

В структурно-тектоническом отношении участок расположен в пределах Сулакской депрессии Терско-Каспийского передового прогиба. В нефтегазоносном плане участок недр относится к Терско-Сулакскому нефтегазоносному району Терско-Каспийской нефтегазоносной области Северо-Кавказско-Мангышлакской провинции [1, 2].

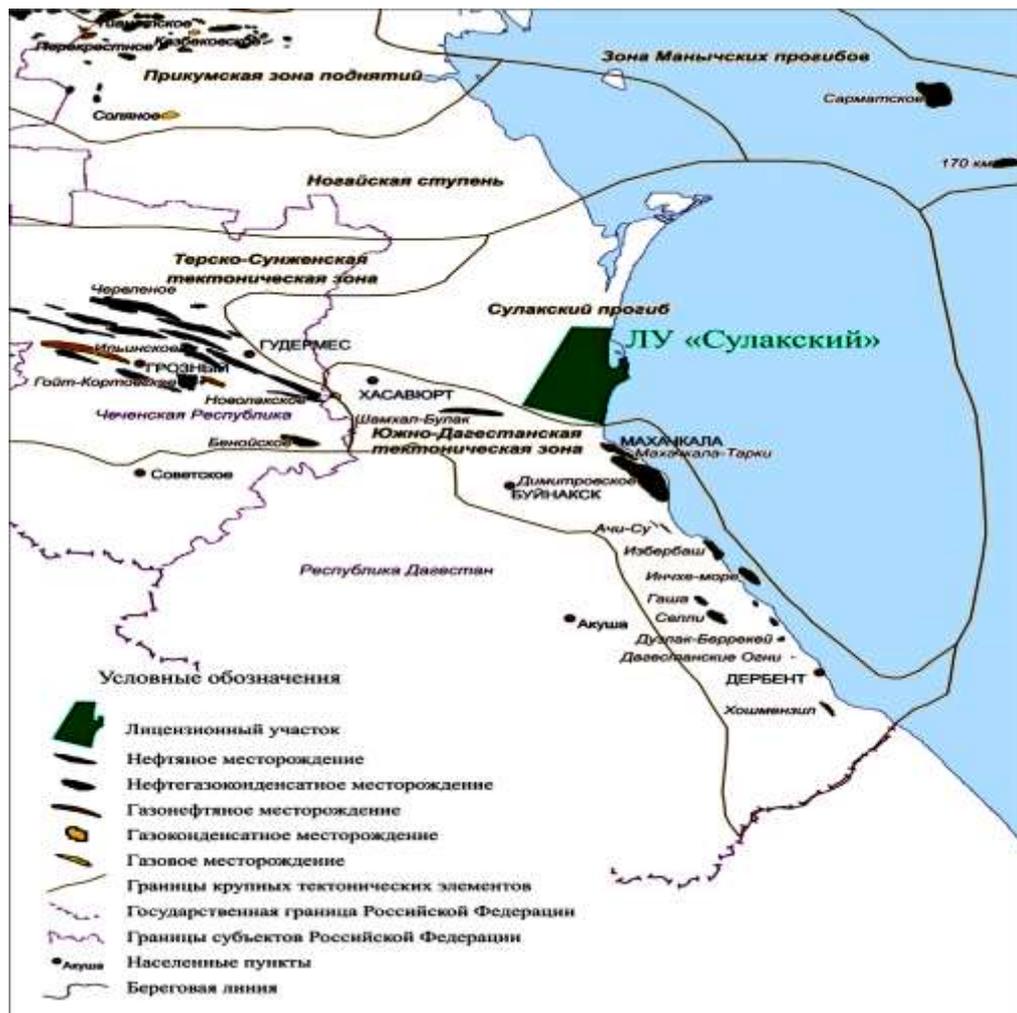


Рисунок 1 - Обзорная схема расположения участка недр Сулакский

Постановка задачи. Литолого-стратиграфическая характеристика разреза. Осадочный разрез района сложен преимущественно терригенными и карбонатными отложениями мезокайнозоя и представлен песчаниками, глинами, алевролитами, мергелями [3].

Литолого-стратиграфическая характеристика разреза приводится по данным параметрической скважины Сулакская-1 (рис. 2).

Параметрическая скважина Сулакская-1 была пробурена в 1984 году по результатам сейсморазведочных работ МОГТ, проведенных в 1980 году на Сулакской площади, с целью изучения литолого-стратиграфической характеристики разреза, сейсмогеологических условий, а также оценки перспектив нефтегазоносности среднемиоценовых отложений. Скважина в интервале от 0 до 4008 метров вскрыла разрез отложений от четвертичных до тарханского яруса

среднего миоцена. В процессе бурения скважины было проведено испытание трех объектов в интервалах 3988-4015 м, 4108-4154 м, 4244-4303 м. Согласно заключению по результатам испытаний первые два объекта характеризовались как газоводонасыщенные, а третий объект, как водонасыщенный.

Потенциальные дебиты оценивались в следующих объемах: по первому объекту - воды 1 757 м³/с, газа 1236 647 м³/с; по второму объекту - воды 1 785 м³/с, газа 428 169 м³/с. Результаты обобщения материалов станции геологического контроля, газокаротажной станции испытания в открытом стволе, изучения керна и промыслово-геофизических исследований, выполненного в 1984 г. в объединении «Дагнефть», показали, что в разрезе скважины отсутствуют пласты представляющие интерес в отношении нефтегазоносности. На основании этого параметрическая скважина Сулакская-1 была ликвидирована, как выполнившая своё геологическое назначение.



Рисунок 2-Литолого-стратиграфическая характеристика неогеновых отложений участка недр Сулакский

Методы исследования. Изучаемый участок находится в пределах континентальной части Сулакской впадины Терско-Каспийского прогиба (ТКП). В геологической истории формирования осадочного бассейна ТКП выделяются 7 этапов: доюрский, юрско-эоценовый, олигоцен-нижнемиоценовый, среднемиоценовый, верхнемиоценовый, ниже-среднеплиоценовый и верхнеплиоценовый [4].

1 этап. В триасе от Восточно-Европейского палеоконтинента были отторгнуты континентальные блоки Северного Кавказа, в результате чего в регионе сформировался глубоководный бассейн с палеозойским складчатым основанием.

2 этап. В нижнеюрское время бассейн заполнялся глинистыми отложениями. В конце средней юры регион подвергся сжатию, в результате которого образовались поднятия и произошло обмеление бассейна. В поздней юре терригенная седиментация сменилась преимущественно мелководной карбонатной. В палеоцене-эоцене снижение уровня моря привело к формированию глинисто-карбонатной толщи (фораминиферовый слой).

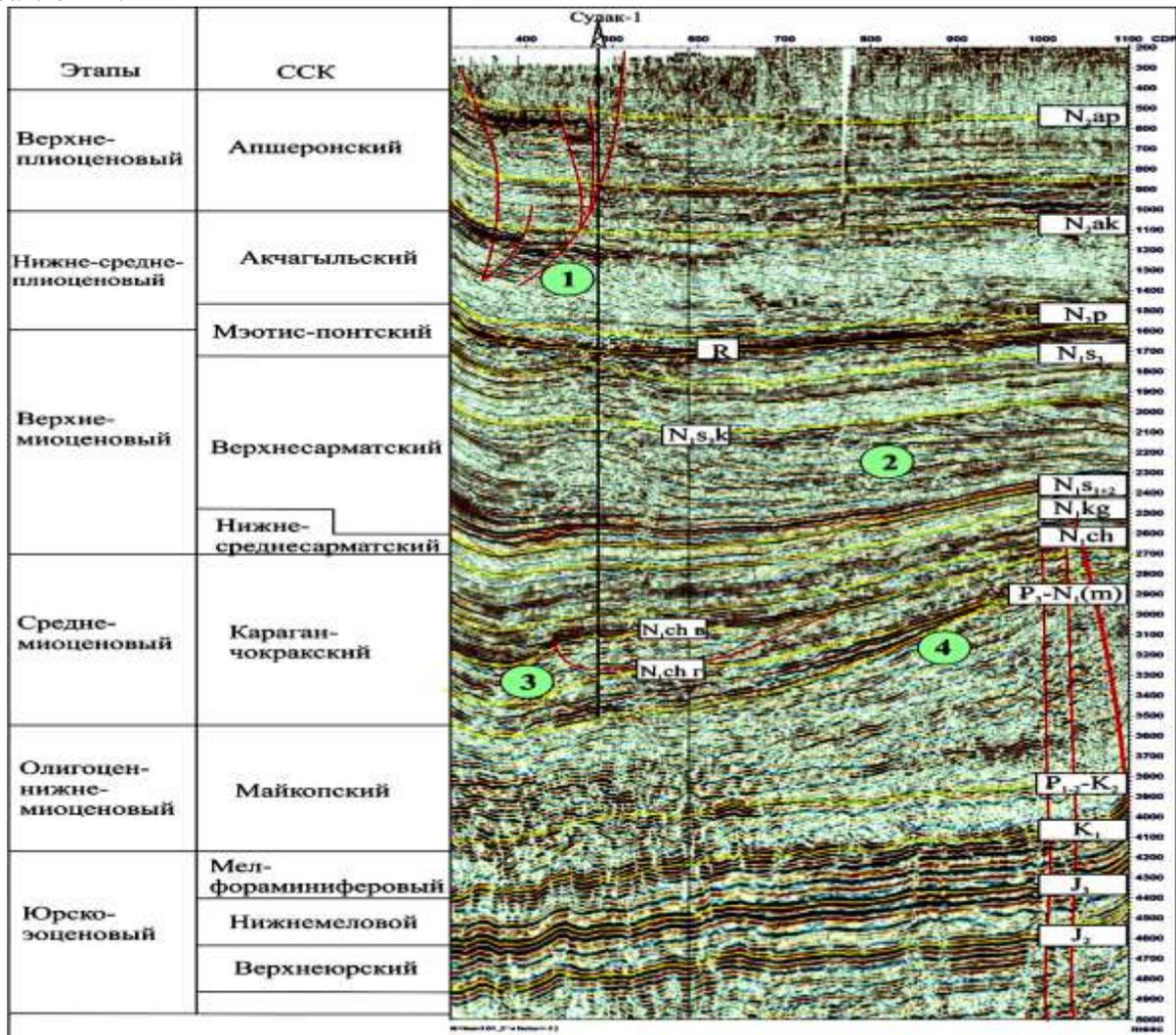
3 этап. В олигоцен-нижнемиоценовое время карбонатное осадконакопление сменилось терригенным. На северном борту прогиба формировались клиноформные комплексы, на южном борту, в условиях более высокой тектонической активности, происходило образование подводнооползневых горизонтов.

4 этап. В среднемиоценовое время некомпенсированный майкопский прогиб заполнялся с подошвенным налеганием преимущественно песчано-алевролитовыми осадками.

5 этап. В верхнемиоценовое время началось воздымание Кавказского орогена. Строеение сарматского клиноформного комплекса указывает на то, что снос терригенного материала происходил с юго-запада на северо-восток. С нарастающей до середины верхнего сармата интенсивностью.

6 этап. В нижне-среднеплиоценовое время усилился процесс воздымания Кавказа. Начала формироваться фронтальная часть Дагестанского клина.

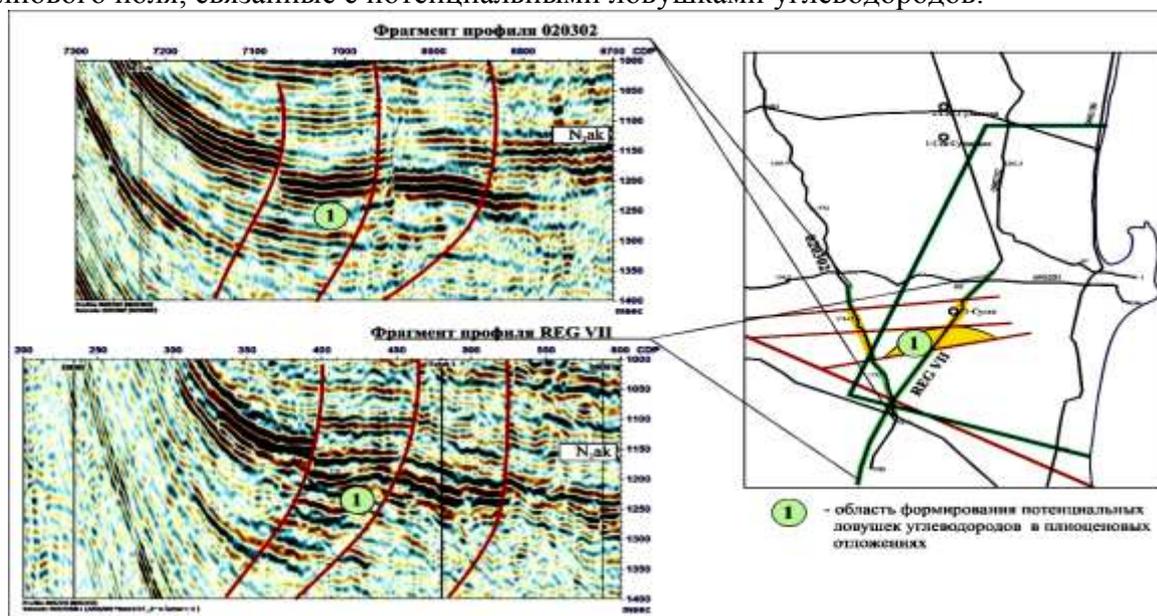
7 этап. Наиболее резкое поднятие имело место в предакчагыльское время. При этом активизировались горизонтальные движения толщ Дагестанского клина в северо-восточном направлении.



2 - отображение зон формирования потенциальных ловушек углеводородов

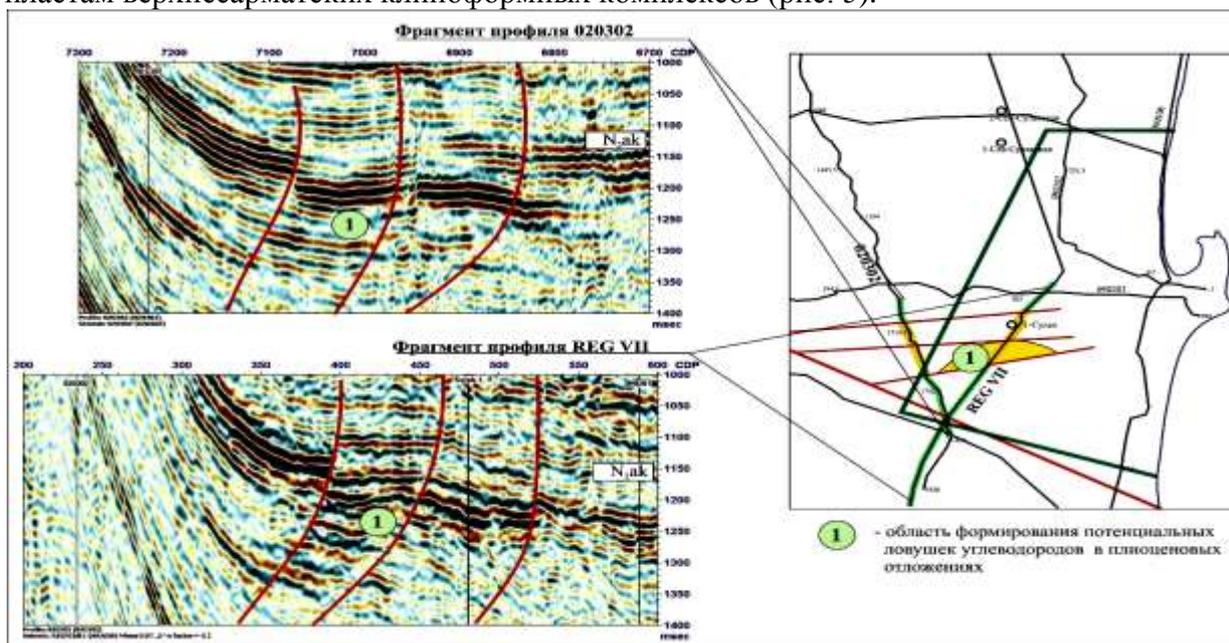
Рисунок 3 - Сейсмостратиграфическое расчленение осадочного комплекса в пределах участка недр Сулакский

Формирование Дагестанского клина сопровождалось образованием тектонических нарушений различной ориентировки, в том числе и на относительном удалении от фронтальной зоны складчатости [8]. Стратиграфические перерывы на границах этапов и изменение структуры осадочных толщ наглядно отображаются в сейсмическом волновом поле. На рис. 3 приведен фрагмент регионального сейсмического профиля RegVII, на котором в сопоставлении с геологическими этапами приведены 10 сеймостратиграфических комплексов (ССК). На этапе обобщения данных по региональным профилям МОГТ были выделены аномалии сейсмического волнового поля, связанные с потенциальными ловушками углеводородов.



**Рисунок 4 - Приразломные потенциальные ловушки углеводородов
в плиоценовых отложениях**

В юго-западной части участка недр по результатам интерпретации профилей RegVII и 020302 выделяется область возможного формирования ловушки углеводородов в плиоценовых отложениях (рис. 4). Данные ловушки могут быть сформированы тектоническим экранированием пластов коллекторов в пределах локального антиклинального поднятия [15]. В северо-западной части участка недр на профиле RegVII выделяется серия антиклинальных перегибов по пластам верхнесарматских клиноформных комплексов (рис. 5).



**Рисунок 5 - Приразломные потенциальные ловушки углеводородов
в плиоценовых отложениях**

Исходя из региональной пространственной ориентировки и строения клиноформных комплексов, в условиях моноклинального залегания осадочных толщ, можно предположить наличие литологических локально замкнутых поисковых объектов [5, 11]. В центральной части участка недр по результатам интерпретации профилей RegVII и 090201 в чокракских отложениях локализована потенциальная ловушка углеводородов, связанная с тектоническим нарушением сколового типа (рис. 6). На её перспективность указывают газопроявления в чокракских отложениях, выявленные в ходе испытаний скважины Сулакская-1, расположенной на южном окончании предполагаемой залежи.

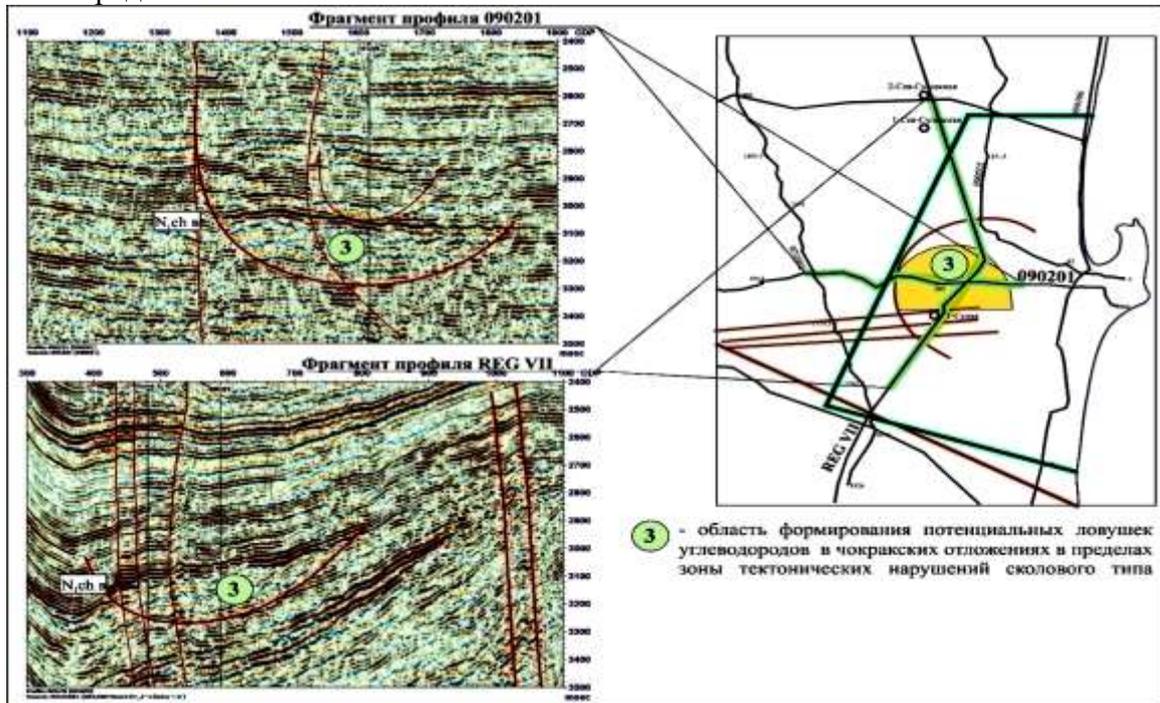


Рисунок 6 - Потенциальная литолого-стратиграфическая ловушка углеводородов сколового типа в чокракских отложениях

На профиле RegVII на трассах 760-940 выделены амплитудные аномалии отражений, связанных с пачкой «г» в низах чокракского горизонта (рис. 7).

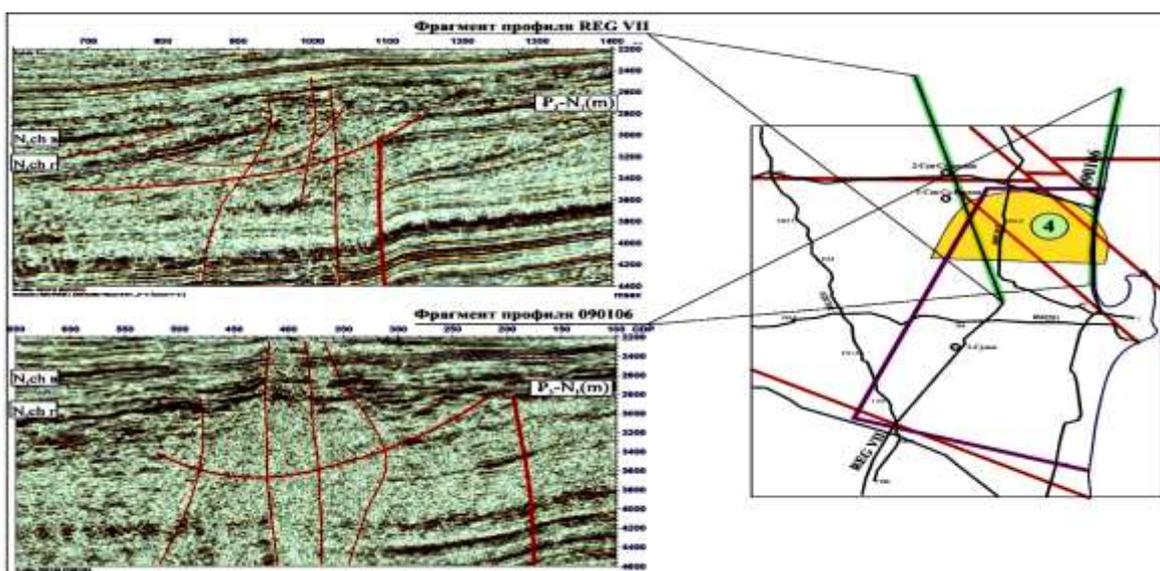


Рисунок 7 - Потенциальные литолого-стратиграфические и тектонически экранированные ловушки углеводородов в чокракских отложениях

Данные аномалии связываются с зоной повышения песчанности отложений при переходе от относительно глубоководных условий седиментации к мелководным, и последующим выклиниванием пластов [14]. Помимо выклинивания пласты пород-коллекторов могут быть ограничены вверх по восстанию и тектоническими нарушениями, которые сопровождали внедрение верхнемайкопских толщ в чокракские отложения. Наиболее интенсивно эти процессы проявляются на временном разрезе профиля 090106 (трассы 500-300). В этой зоне возрастает вероятность выявления тектонически экранированных ловушек.

В 2014 году ОАО «Ставропольнефтегеофизика» выполнило площадные сейсморазведочные работы МОГТ 2Д в объеме 298 пог. км, переобработку 200 пог. км ранее отработанных ОАО «Ставропольнефтегеофизика» сейсмопрофилей и переинтерпретацию всех сейсмических данных, включая данные по региональным сейсмическим профилям ОАО «Грознефтегеофизика», ФГУ ГНПП «Спецгеофизика» и ОАО «Краснодарнефтегеофизика». Общий объем сейсмических данных, использованных при анализе и структурных построениях составил 920 пог. км.

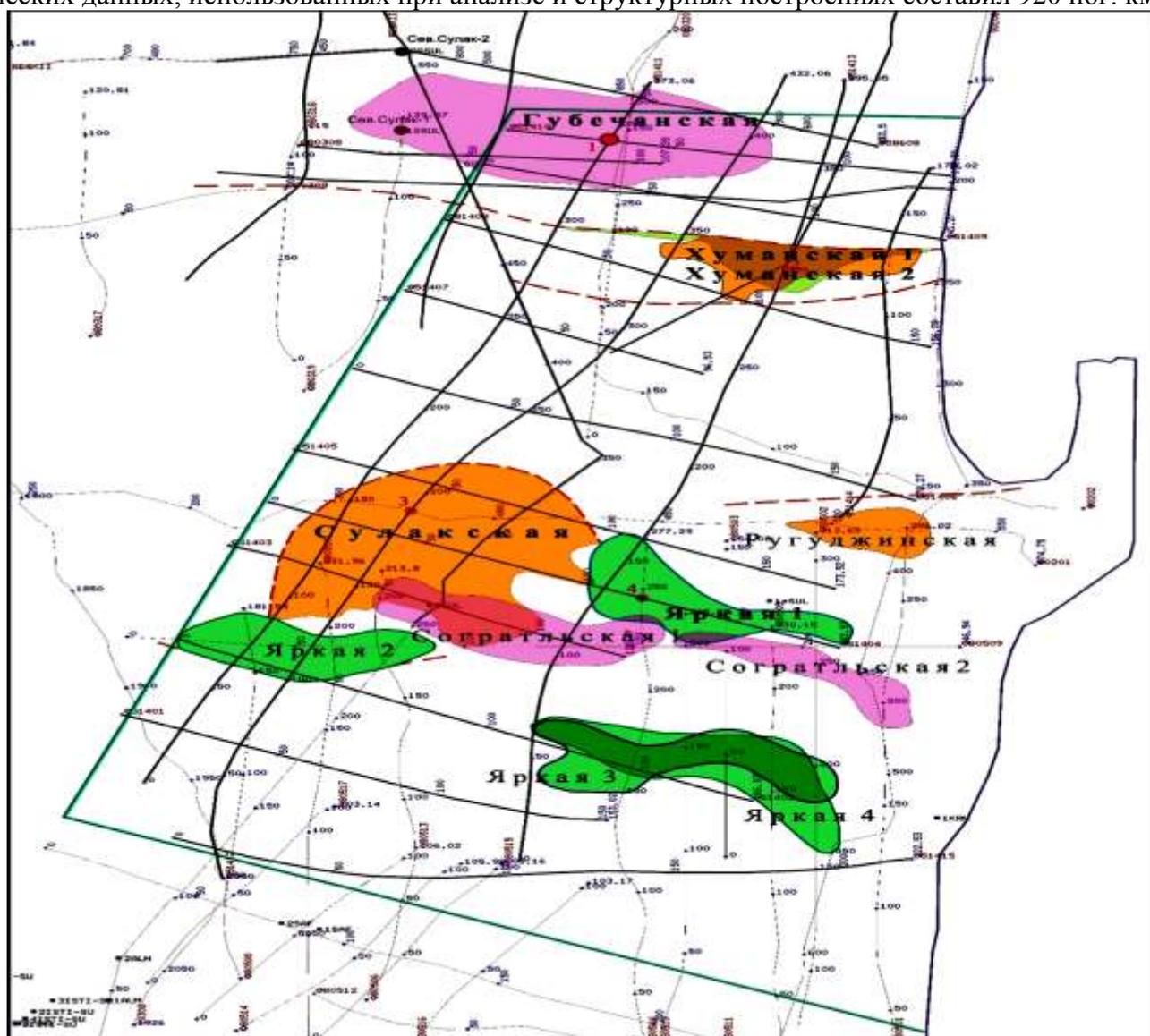


Рисунок 8 - Схема расположения выявленных по результатам сейсморазведочных работ потенциальных ловушек углеводородов в чокракских отложениях (Хаманская, Сулакская, Ругуджинская), сарматских отложениях (Губечанская, Согратльские 1 и 2), в Апшеронских отложениях (Яркие 1-4)

Обсуждение результатов. В результате комплексной геолого-геофизической интерпретации на территории Сулакского лицензионного участка в плиоцен-неогеновых отложениях выявлено 11 перспективных объектов (рис. 8), на 4-х из которых подготовлены паспорта структур и по которым на учет Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации месторождений на 01.01.2015 г. поставлены ресурсы категории С3 в суммарном объеме: по газу 89 356 трлн. м³, по нефти 39 580/13 457 тыс. т (геологические/извлекаемые). Из подготовленных к поисково-оценочному бурению объектов наиболее перспективной на выявление залежи углеводородов является Губечанская структура. Губечанская структура приурочена к антиклинальному осложнению шельфовой часть верхнесарматской клиноформы. Она образует линейно-вытянутую с востока на запад антиклинальную складку, замыкающуюся по изогипсе -2440 м, размеры складки составляют 6,3 км × 2,3 км, высота около 25 м. В своде структуры выделяется сейсмическая амплитудно-частотная аномалия.

На вероятную продуктивность Губечанской структуры указывает сопоставление данных ГИС скважин Северо-Сулакская-1 и Северо-Сулакская-2 (рис. 9).

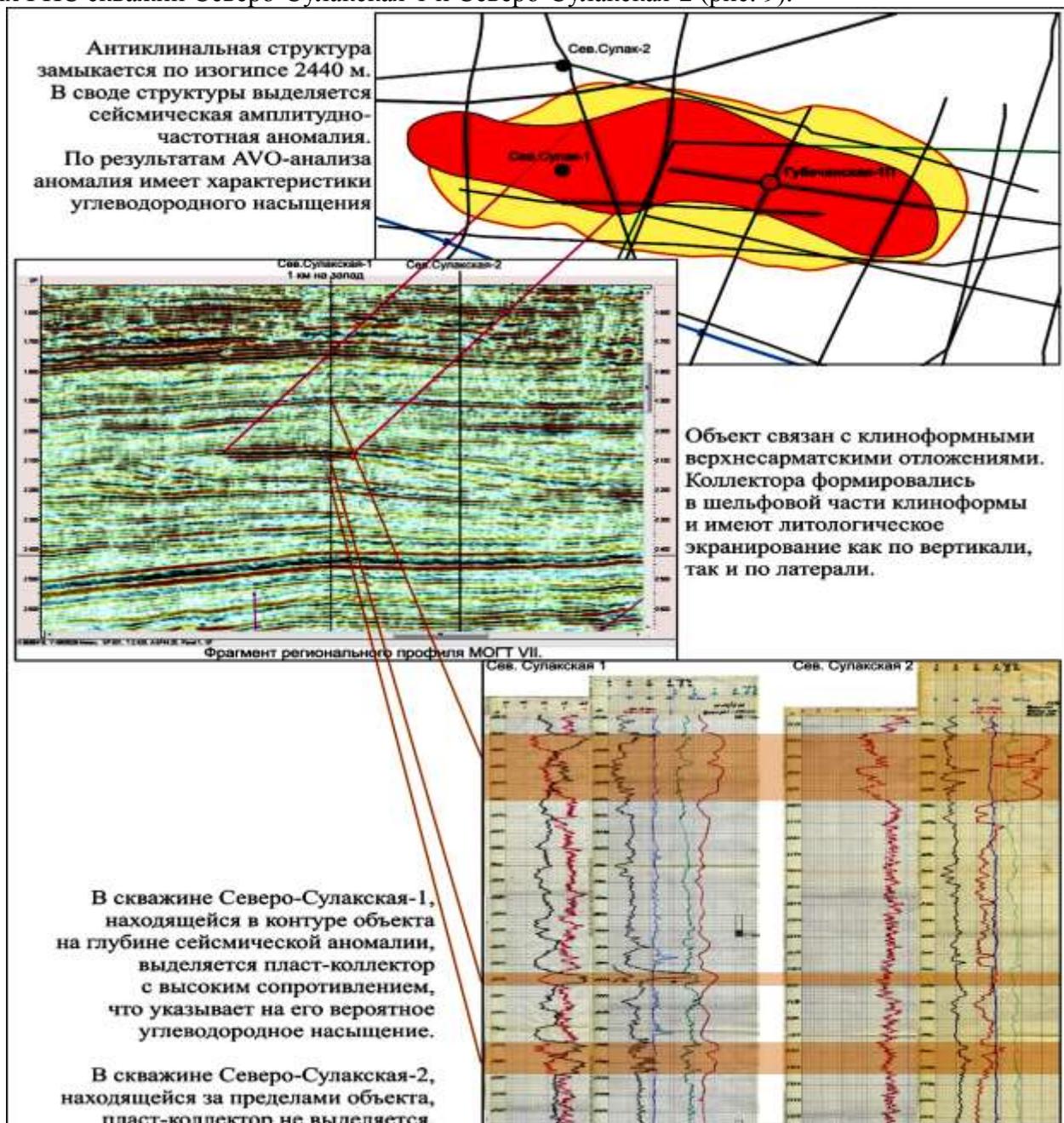
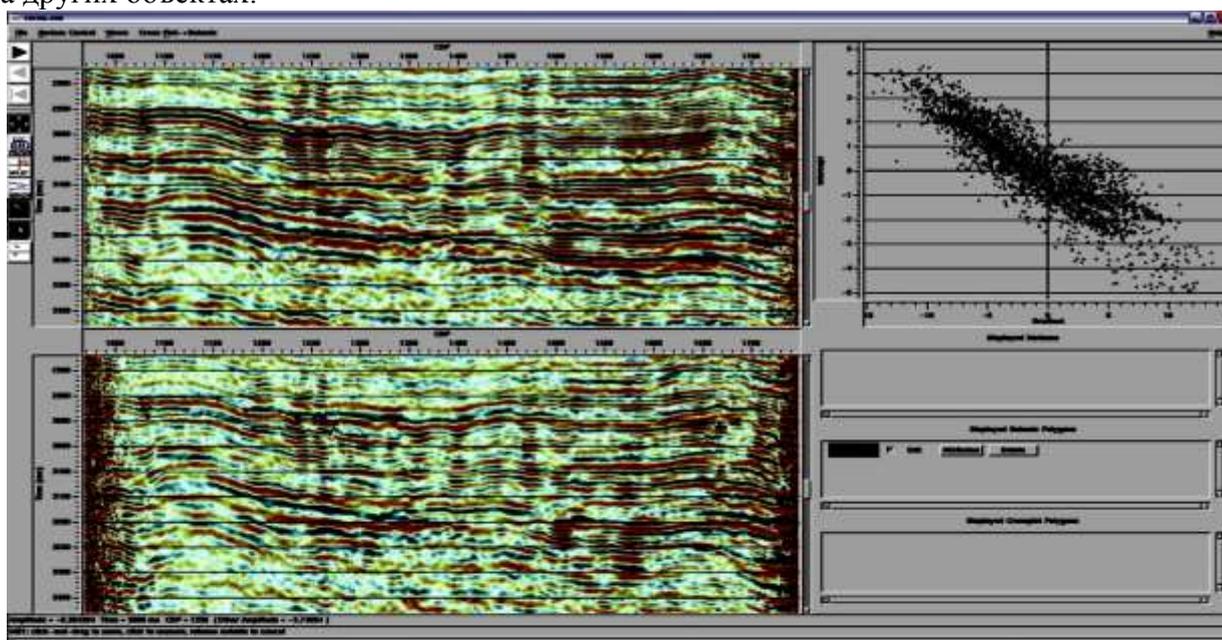


Рисунок 9 - Геолого-геофизические предпосылки нефтегазоносности Губечанской структуры

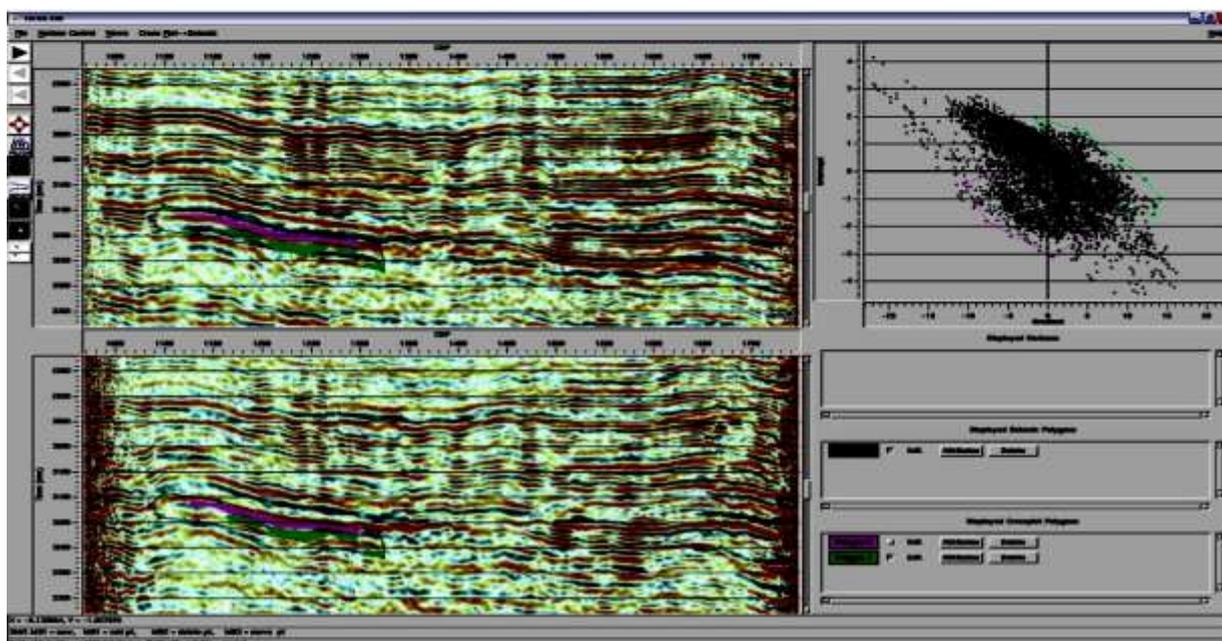
В скважине Северо-Сулакская-1, находящейся в контуре структуры на глубине сейсмической аномалии, выделяется пласт-коллектор с высоким сопротивлением, что указывает на его вероятное углеводородное насыщение. В скважине Северо-Сулакская-2, находящейся за пределами объекта, пласт-коллектор не выделяется.

Для оценки возможного углеводородного насыщения коллектора был проведен AVO-анализ [5, 12, 13]. На cross plot были выделены три овала: центральный крупный, характеризующий фоновые значения и два оперяющих меньшего размера, соответствующих кровле (отрицательная область) и подошве (положительная область). Подобное распределение характерно для коллекторов с углеводородным насыщением [9,10].

Подтверждение перспектив нефтегазоносности по результатам AVO-анализа получены и на других объектах.

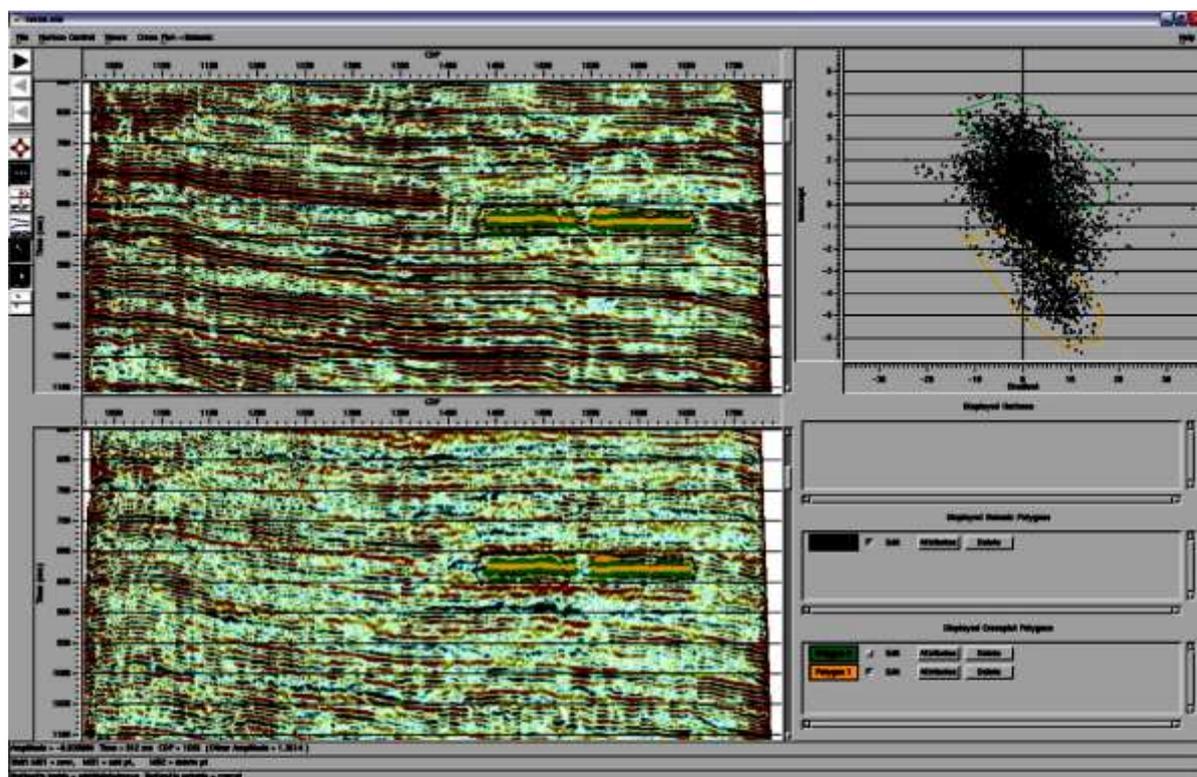


а. Окно AVO-анализа в кровле караган-чокракских отложений

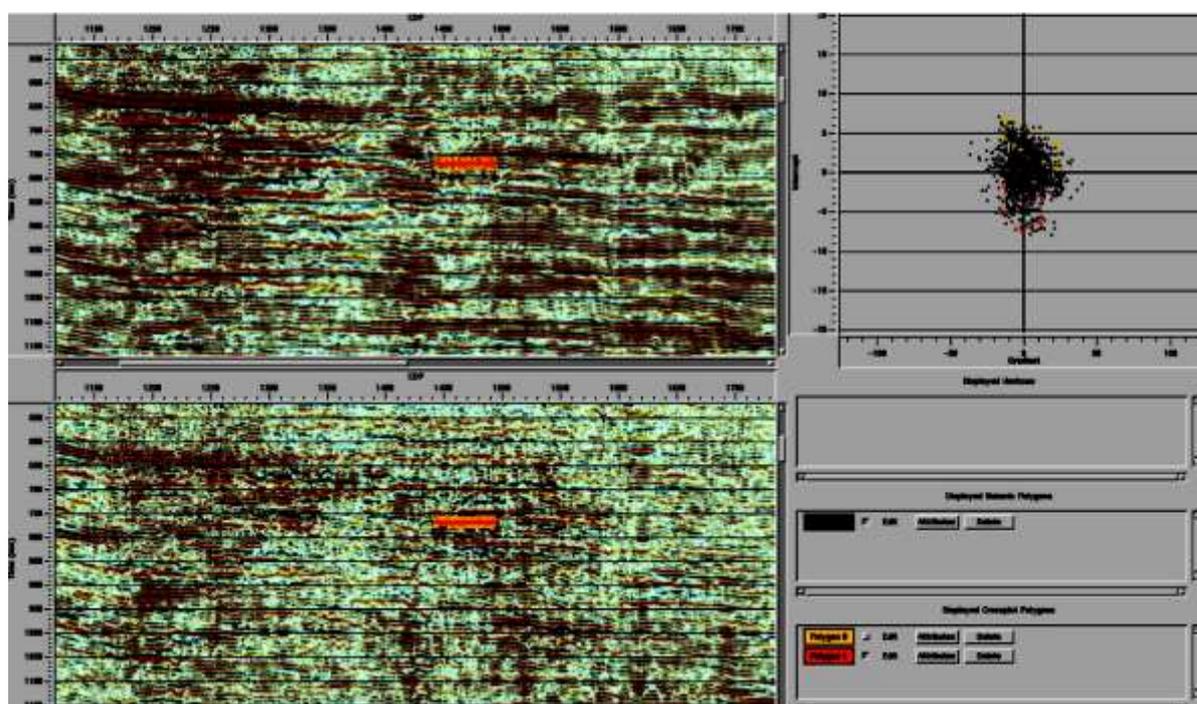


б. Окно AVO-анализа в низах чокракских отложений

Рисунок 10 - Структура Сулакская, профиль 051404. Сопоставление результатов AVO-анализа в кровле караганских отложений и в низах чокракских отложений



а. AVO-анализ по профилю 051404, объект Яркая-1



б. AVO-анализ по профилю 051411, объект Яркая-2

Рисунок 11 - Сопоставление результатов AVO-анализа по объектам Яркая-1 и Яркая-2 в апшеронских отложениях

На рис. 10 иллюстрируется сопоставление результатов AVO-анализа амплитудных аномалий по кровле караганских отложений и в низах чокракских отложений. Аномалия в кровле караганских отложений имеет вид узкого линейного облака, что характерно для акусти-

чески жесткой отражающей границы. Аномалия в низах чокракских отложений имеет вид широкого линейного облака с явно выраженными боковыми лепестками, условно именуемое «бабочкой». Подобное распределение характерно для отложений с углеводородным насыщением [6,7]. Более контрастную картину можно наблюдать по объектам в плиоценовых отложениях (рис. 11).

Точность прогноза нефтегазоносности по результатам АВО-анализа определяется глубиной залегания объекта исследования и характером его углеводородного насыщения: на глубине до 1,5 км эффект выше, чем на глубине более 2,5 км, для газонасыщенного коллектора эффект выше, чем для нефтенасыщенного.

По величине отклонения значений параметров АВО-анализа можно прогнозировать в плиоценовых объектах газовое насыщение, в сарматских и чокракских – нефтегазоконденсатное насыщение.

Вывод. В результате комплексной геолого-геофизической интерпретации на территории Сулакского лицензионного участка в плиоцен-неогеновых отложениях выявлено 11 перспективных объектов, на 4-х из которых подготовлены паспорта структур и, по которым на учет Государственным балансом запасов полезных ископаемых Российской Федерации месторождений на 01.01.2015 г. поставлены ресурсы категории С3 в суммарном объеме: по газу 89 356 трлн. м³, по нефти 39 580/13 457 тыс. т (геологические/извлекаемые).

Участок недр «Сулакский» находится в пределах области сопряжения юго-западного борта Терско-Каспийского прогиба и фронтальной части Дагестанского клина. Аналогичные тектоно-седиментационные условия имеют отложения 12-ти мильной зоны Дагестанского сектора шельфа Каспийского моря. Результаты поисково-оценочного бурения на локализованных в пределах участка недр «Сулакский» потенциальных нефтегазоносных объектов явятся «ключом» к освоению их аналогов в пределах Дагестанского сектора шельфа Каспийского моря.

Библиографический список:

1. Шарафутдинов Ф.Г., Мирзоев Д.А., Алиев Р.М., Серебряков В.А. Геология нефтегазовых месторождений Дагестана и прилегающей акватории Каспийского моря. -Махачкала.: 2001- 297 с.
2. Немцов Н.И., Гумаров Р.К., Капалин А.Б., Алиев Р.М. Новые объекты поисков УВ на российском шельфе Каспия (Республика Дагестан). - Геология нефти и газа, 2011, № 2, с. 56-63.
3. Бинкин И. Г., Мосякин А. Ю., Бусыгин И. Н. АВО и многоволновая сейсморазведка при прогнозе залежей углеводородов в терригенном разрезе Западного Предкавказья // Геофизика.-2000.-№ 3 С. 18-20.
4. Бусыгин И.Н., Мосякин А.Ю., Бусыгин А.И. Методика прогноза УВ-насыщения в условиях терригенного разреза на основе АВА-анализа сейсмических данных // Геофизика.- спец. выпуск. Технологии сейсморазведки- 2002.- С. 96-100.
5. Валиев С.Г., Ли И. А. Результаты АВО-анализа сейсмических записей на нефтегазовых месторождениях шельфа Сахалина Геофизика.-2003.-№ 2.- С.21—26.
6. Иноземцев А.Н., Коростышевский М.Б., Воскресенский Ю. Н., Баранский Н. Л. Бадейкин А. Н. Влияние спектральных характеристик сейсмических сигналов на образ и класс АВО-аномалий в тонкослоистых средах // Геофизика.- спец. выпуск. Технологии сейсморазведки-II- 2003.- С. 167-172.
7. Алиев Р.М., Немцов И.Н., Немцов Н.И., Бадавов Г.Б.. Сравнительная тектоника и нефтегазоносность территории суши и шельфа Южного Дагестана. Вестник Дагестанского государственного технического университета. Технические науки. Махачкала 2012, Т.25, № 2.- С. 58 – 64.
8. Сабанаев К.А. Каспийский мегабассейн, особенности геодинамики и нефтегазоносность. Махачкала, «Лотос», 2014 – 320 с.
9. Лебедев Л.И. Перспективы поисков залежей нефти и газа в Южно-Каспийской впадине. М.: Научный мир 2001. с 74 – 77.
10. Castagna J.P., Bazle M.L., Eastwood, R.L. Relationships between compressional-wave and shear-wave velocities in clastic silicate rocks. *Geophysics*, 1985, vol. 50, pp. 571-581.

11. Castagna J.P., Bazle M.L., Kan T.K. Rock physics. The link between rock properties and AVO response, in Castagna J.P. and Backus M.M., Eds., Offset-dependent reflectivity. *Theory and practice of AVO analysis. Soc. Expl. Geophys*, 1993, pp. 135-171.
12. Castagna J. P., Smith S. W. Comparison of AVO indicators: A modeling study. *Geophysics*, 1994, vol. 59, pp. 1849-1855.
13. Castagna J.P., Swan H.W., Foster D.J. Framework for AVO gradient and intercept interpretation. *Geophysics*, 1998, vol. 63, no. 3, pp. 948-956.
14. Debski W., Tarantola A. Information on elastic parameters obtained from the amplitudes of reflected waves. *Geophysics*, 1995, vol. 63, no 5, pp. 1426- 1436.
15. Rutherford S. R, Williams R.H., Amplitude-versus-offset variations in gas sands. *Geophysics*, 1989, no.54, pp. 680-688.

References:

1. Sharafutdinov F.G., Mirzoev D.A., Aliev R.M., Serebryakov V.A. Geology oil and gas fields in Dagestan and adjacent shelf of the Caspian sea. *Makhachkala* 2001, 297 p. (In Russian)
2. Nemtsov N., Gumarov R.K., Kaplan, A.B., Aliev R.M. New objects of prospecting of hydrocarbons on the Russian shelf of the Caspian sea (Republic of Dagestan). *The oil and gas Geology*, 2011, no. 2, pp. 56-63. (In Russian)
3. Binkin I.G., Mosyakin A.Yu., Busygin I.N. AVO and multiwave seismic exploration at the forecast of deposits of hydrocarbons in a terrigenous section of the Western Ciscaucasia. *Geophysics*.2000, no. 3, pp. 18 - 20. (In Russian)
4. Busygin I.N., Mosyakin A.Yu., Busygin A.I. The method of the forecast of UV-saturation in the conditions of a terrigenous section on the basis of the AVA analysis of seismic data. *Geophysics. Special release. Technologies of seismic exploration*. 2002, pp.96-100. (In Russian)
5. Valiyev S G. Li I.A. Results of the AVO-analysis of seismic recordings on oil and gas fields of the shelf of Sakhalin. *Geophysics*. 2003, no.2, pp. 21 - 26. (In Russian)
6. Inozemtsev A.N., Korostyshevsky M.B., Voskresensky Yu.N., Baransky N.L. Badeykin A. N. Influence of spectral characteristics of seismic signals on an image and a class of AVO-anomalies in thin-layer environments. *Geophysics. - special release. Technologies of seismic exploration II*, 2003, pp.167 - 172. (In Russian)
7. Aliyev R.M., Nemtsov I.N., Nemtsov N.I., Badavov G.B. Comparative tectonics and oil-and-gas content of the land area and shelf of Southern Dagestan. *Vestnik Daghestanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Tekhnicheskie nauki* [Herald of Daghestan State Technical University. Technical science]. *Makhachkala*, 2012, vol. 25, no.2, pp.58 – 64. (In Russian)
8. Sabanayev K.A. Pool Caspian megabass, features of geodynamics and oil-and-gas content. *Makhachkala, "Lotus"*, pp.2014 - 320. (In Russian)
9. Lebedev L.I. The prospects of searches of deposits of oil and gas in the Southern Caspian hollow. *Moscow: Scientific world of, 200*, pp. 74 - 77. (In Russian)
10. Castagna J.P., Bazle M.L., Eastwood, R.L. Relationships between compressional-wave and shear-wave velocities in clastic silicate rocks. *Geophysics*, 1985, vol. 50, pp.571-581.
11. Castagna J.P., Bazle M.L., Kan T.K. Rock physics. The link between rock properties and AVO response, in Castagna J.P. and Backus M.M., Eds., Offset-dependent reflectivity. *Theory and practice of AVO analysis. Soc. Expl. Geophys*, 1993, pp.135-171.
12. Castagna J.P., Smith S.W. Comparison of AVO indicators: A modeling study. *Geophysics*, 1994, vol. 59, pp.1849-1855.
13. Castagna J.P., Swan H.W., Foster D.J. Framework for AVO gradient and intercept interpretation. *Geophysics*, 1998, vol. 63, no.3, pp.948-956.
14. Debski W., Tarantola A. Information on elastic parameters obtained from the amplitudes of reflected waves. *Geophysics*, 1995, vol. 63, no 5, pp.1426- 1436.
15. Rutherford S.R, Williams R.H. Amplitude-versus-offset variations in gas sands. *Geophysics*. 1989, no.54, pp.680-688.

Сведения об авторах.

Алиев Расул Магомедович – доктор технических наук, профессор заведующий кафедрой бурения нефтяных и газовых скважин.

Гумаров Ринат Камильевич – заместитель генерального директора по геологоразведке.

Authors information.

Rasul M. Aliev – doctor of technical Sciences, Professor, head of Department of drilling oil and gas wells.

Rinat K. Gumarov – Deputy General Director for exploration.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила в редакцию 22.06.2016.

Принята в печать 20.08.2016.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Received 22.06.2016.

Accepted for publication 20.08.2016.