

ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ОБНАРУЖЕНИЯ НЕСТРУКТУРНЫХ ЛОВУШЕК В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

И. Иманғалиұлы

ТОО «КМГ Инжиниринг», г. Астана, Казахстан

В данной статье рассмотрены перспективы поиска неструктурных ловушек в юрских отложениях Центральной части Каспийского моря. В связи с тем, что территория не была полностью исследована 3D сейсморазведкой и бурением скважин, в работе были использованы дополнительные геолого-геофизические данные, полученные при изучении аналогового близлежащего месторождения.

Ключевые слова: неструктурные ловушки, стратиграфические ловушки, литологические ловушки, турбидиты, несогласие, русловые отложения.

Введение

Огромная территория Казахстана богата полезными ископаемыми. За более чем 100 лет на суше открыты около 350 месторождений нефти и газа, включая гигантские месторождения Тенгиз, Карачаганак и другие. Казахстанская часть Каспийского моря также является важной экономической и политической территорией. Здесь в начале XXI в. было открыто уникальное нефтегазовое месторождение Кашаган, а также крупные нефтегазовые месторождения Кайран, Актоты, Юго-восточный Кашаган, Каламкас-Море, Жемчужное и другие. Многие расположенные на суше месторождения открыты в советское время и в связи с этим находятся на стадии истощения. Учитывая это, необходимо понимать важность развития, поиска и разведки новых участков в акватории Каспия.

С точки зрения разведки и добычи углеводородного сырья Центральная часть Каспийского моря остаётся привлекательной зоной для зарубежных и мест-

ных недропользователей. Однако глубина морского дна (≈ 500 м) может создать некоторые сложности при освоении перспективных участков, но с учётом выявления здесь крупных перспективных структур со значительными прогнозными геологическими ресурсами этот участок моря может иметь определенный интерес для инвестирования. Для максимально обоснованной оценки таких ресурсов необходимы детальные исследования этих территорий современными 3D сейсморазведочными работами и бурением поисковых скважин.

В современном мире существует два вида неструктурных ловушек: стратиграфические и литологические, однако в основном преобладают стратиграфические структуры.

Стратиграфические ловушки образуются в процессе осадконакопления, образуя такие виды ловушек, как линзовидные тела, фашиально-замещенные отложения, турбидитовые песчаные тела и рифы (рис. 1).

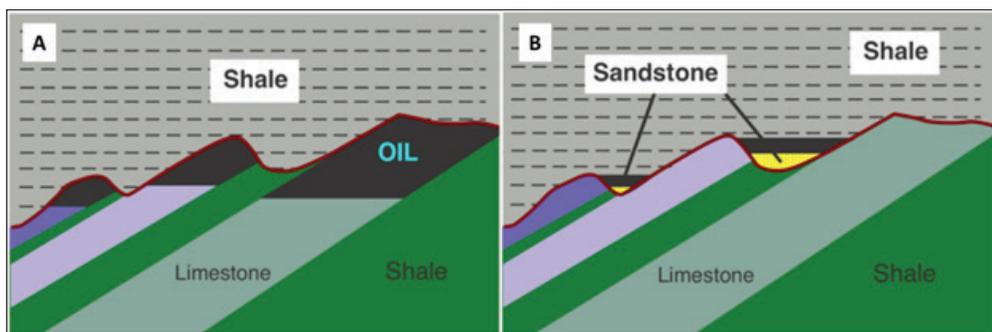


Рисунок 1. Виды стратиграфических ловушек [1]

А) нефть, погребенная трансгрессивными глинистыми отложениями и ниже несогласием;

В) нефть в руслах, погребенная глинистыми породами и выше несогласием

Литологические ловушки образуются после процесса осадконакопления, протекшего в более позднее время, и одной из

главных причин их образования являются стратиграфические несогласия (рис. 2) [1].

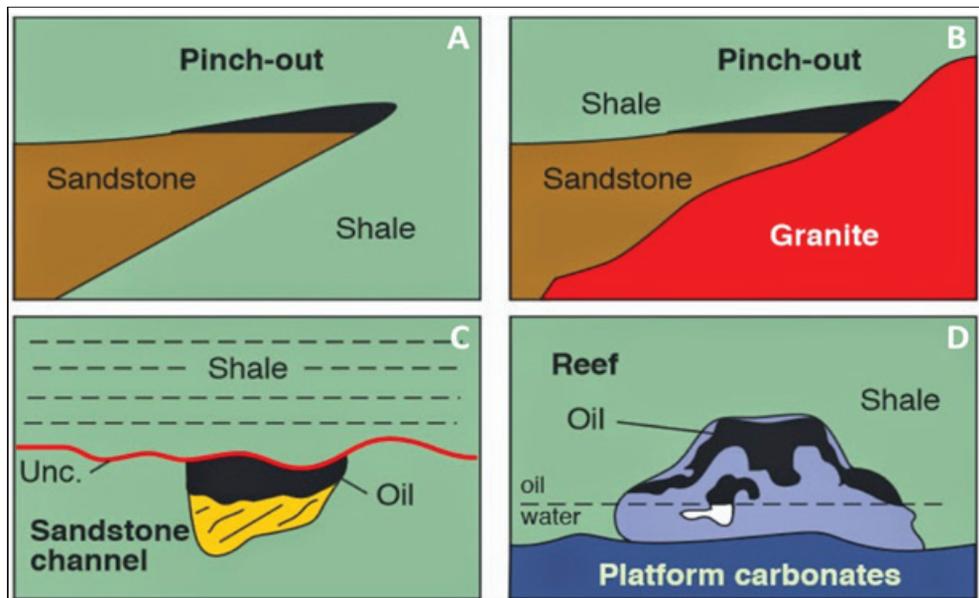


Рисунок 2. Основные виды первичных литологических ловушек

A) выклинивающее линзовидное песчаное тело; B) выклинивающее линзовидное песчаное тело на глинистых и окруженных непроницаемых гранитных породах; C) глубоководные песчаные каналы под массивными глинами; D) поровые рифы под непроницаемыми глинистыми породами

Анализ геолого-геофизических данных

Впервые геолого-геофизические данные о состоянии шельфа Каспийского моря были получены в 30-е гг. XX в., когда начали проводиться гравиметрические работы.

С 50-х по 90-е гг. на акватории Среднего и Южного Каспия интенсивно проводились региональные поисковые исследования, на многих локальных структурах были проведены детальные сейсмические исследования методом общей глубинной точки (далее – МОГТ) с 24- и 48-кратным перекрытием.

Международным Консорциумом «Казахстанкаспийшельф» в казахстанском секторе Каспийского моря в 1995–1996 гг. были отработаны 26180 пог. км сейсмических профилей МОГТ. Этот объем сейсмических профилей покрывал регулярную сеть от 16 x 16 км до 4 x 4 км северную часть и от 8 x 8 км до 4 x 4 км южную часть сектора моря. Морские сейсморазведочные работы были проведены в трех зонах (переходная, мелководная и глубоководная), с использованием трех независимых мор-

ских партий, имеющих самые передовые технологии разведки, такие как технологии донного кабеля и буксируемой косы.

Важно отметить, что большая часть казахстанской территории центральной части Каспийского моря исследована, в основном, современной 2D сейсморазведкой консорциумом «Казахстанкаспийшельф», поэтому на изучаемой территории мало детальной геолого-геофизической информации, включая данные 3D сейсморазведки.

Для анализа исследуемого участка использованы данные 2D и 3D сейсморазведочных работ, проведенных в 2010–2012 гг. на близко расположенном действующем месторождении А [2].

Перспективы юрских отложений аналогового месторождения

Как было описано выше, на рассматриваемой территории ранее не были проведены в достаточном объеме кондиционные геолого-геофизические исследования, особенно высокоразрешающие 3D сейсморазведочные работы с целью поиска только неструктурных типов ловушек.

Современные морские сейсморазведочные работы в глубоководных частях моря позволяют получать данные высокого качества и разрешения, необходимые для поиска неструктурных типов ловушек, ввиду использования оптимальных условий возбуждения и приёма сейсмической энергии и постоянства зоны малых скоростей.

В центральной части Каспийского моря продуктивными горизонтами являются юрские отложения. Основываясь на этом, на изучаемом участке рассмотрены и выделены потенциально перспективные

объекты в отложениях верхней и средней юры.

По данным со скв. А-1 (рис. 6), верхнеюрские отложения представлены переслаиванием известняков-доломитов, алевролитов, глин и песчаников. Мощность продуктивного пласта варьируется от 150 до 180 м, глубина – 2200 м. По результатам скважинных данных и сейсмической инверсии были выделены две зоны, в которых верхняя часть сложена известняками, нижняя – доломитами, а также выделены зоны коллектора в песчаниках (рис. 3).

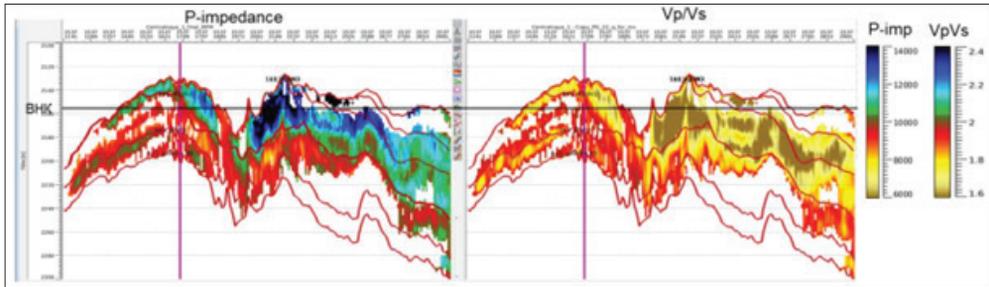


Рисунок 3. Выделение коллектора по результатам инверсии в верхнеюрских отложениях

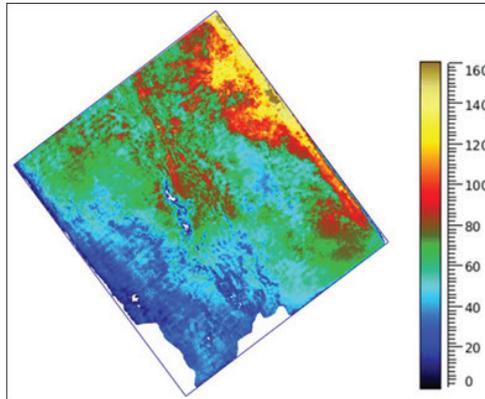


Рисунок 4. Карта эффективных толщин верхнеюрских отложений по месторождению А

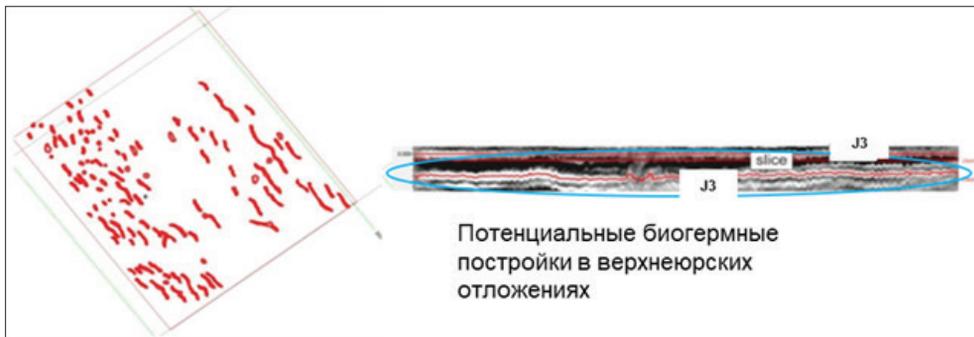


Рисунок 5. Потенциально биогермные постройки, выделенные по результатам атрибутивного анализа 3D сейсмического куба [3]

J3 – верхнеюрский горизонт

По результатам атрибутного анализа в верхнеюрских интервалах выделяется большое количество узких, протяженных тел, направленных с северо-запада на юго-восток. В разрезе эти тела выгля-

дят как локальные области повышенных амплитуд (рис. 5). По морфологическим признакам можно предполагать, что эти тела являются биогермными постройками.

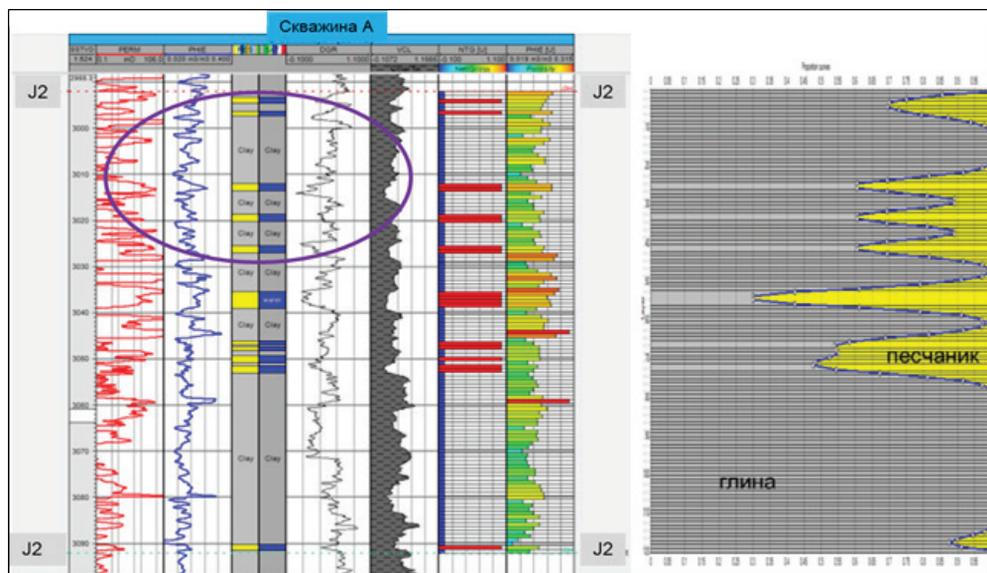


Рисунок 6. Скважинные данные по интервалам средней юры [4]

J2 – среднеюрский горизонт

По результатам геофизических исследований данных в интервале средней юры по скв. А-1 было выделено 5 интервалов коллекторов, основная часть которых сосредоточена в средневерхней части разреза, нижние интервалы – водоносные. По скважинным данным среднеюрские отложения представлены переслаиванием алевролитов, глин и песчаников.

Осадконакопление в среднеюрских отложениях происходило в терригенных, преимущественно континентальных обстановках вплоть до прибрежно-морских. Широко развиты речные системы, в особенности в середине среднеюрских отложений.

Основными коллекторами в этом интервале являются элементы русловых систем, такие как русловые песчаники, прирусловые валы, области меандрирования рек (рис. 7).

По результатам анализа данных сейсмической инверсии выделенные палеорула теоретически могут быть представлены насыщенными коллекторами (рис. 8).



Рисунок 7. Пример меандрирующей реки в Ханты-Мансийском автономном округе, Россия

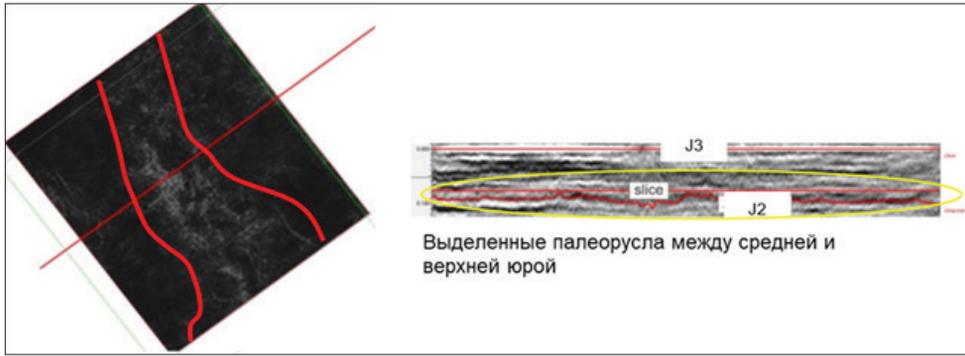


Рисунок 8. Куб когерентности в интервале средней юры с выделенными палеоруслу
J2 – среднеюрский горизонт, J3 – верхнеюрский горизонт

Перспективы юрских отложений рассматриваемого участка

Потенциальными коллекторами для участка В могут являться юрские карбонаты и песчаники и дополнительно нижнемеловые отложения. Глинистые толщи в подошвенной части альбского и аптского ярусов могут служить покрывками для потенциальных залежей. В поздней юре осадконакопление бассейна происходило за счет карбонатных отложений с перекрытием их на этапе трансгрессии моря глинистыми карбонатными отложениями, являющимися региональной покрывкой.

По результатам анализа 2D сейсмических данных прогнозируется увеличение толщин в сторону участка В (северо-восточное направление).

Юрские залежи с доказанной нефтегазоносностью на аналоговом месторождении А характеризуются песчаниками и карбонатными отложениями.

По результатам анализа 2D сейсмических профилей на исследуемой территории в среднеюрских отложениях были выделены перспективные зоны. По результатам исследования в зоне № 1 (рис. 9) спрогнозирована возможная аномалия выклинивающей формы сводового залегания. В зоне № 2 спрогнозирована аномалия, связанная с возможным потенциальным палеоруслom. Спрогнозированное в зоне № 2 палеорусло на рис. 10 показано в увеличенном виде. По всей территории исследуемого участка, основываясь на данных 2D сейсморазведки, можно неоднозначно прогнозировать русловые тела, однако достоверно выделить неструктурные ловушки на таком материале невозможно в связи с редкой сетью сейсмических профилей. В связи с этим для достоверного выделения

таких неструктурных ловушек (палеорусел) необходимо проведение современной 3D сейсморазведки на выделенных перспективных участках моря.

Крупнейшие мировые геологоразведочные компании на протяжении многих лет уделяют внимание использованию 3D сеймики для детального изучения потенциальных неструктурных ловушек в глубоководных территориях. Исследования проводятся на разных морских проектах мира, таких как Мексиканский залив, офшоры Нигерии и Анголы, Восточное побережье Индии и Индонезии (рис. 11). Как ранее было описано, 2D сейсмические профили визуально помогают выделять русла, но не могут детализировать латеральные неоднородности, оконтурить общие границы тел на палеодолины и палеоканалы, увидеть элементы внутреннего строения речной долины. С помощью современных 3D сейсмических данных с высокой кратностью (выше 100) можно будет выделить отдельные элементы русел с зонами большого накопления песчаных материалов, таких как косы, конусы прорыва и прирусловые валы. В связи с этим для обоснования потенциала выделения неструктурных ловушек в Центральной части Каспийского моря Казахстана необходимы современные 3D сейсмические данные.

Подсчёт геологических ресурсов одного русла

В качестве примера были рассчитаны геологические ресурсы одного из русел на участке В в отложениях средней юры. Геологические характеристики русла (ширина 1 км, длина 5 км) и расчётные параметры (пористость, нефтенасыщенность, плотность, площадь тела и т.д.) были исполь-

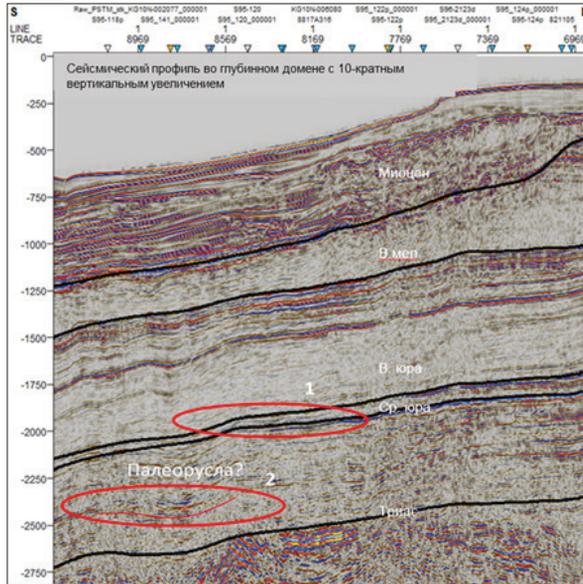


Рисунок 9. 2D сейсмический профиль в глубинном домене по участку В

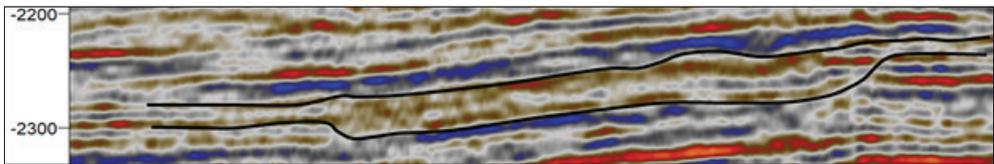


Рисунок 10. 2D сейсмический профиль в глубинном домене с 10-кратным вертикальным увеличением с выделенным палеоруслем в среднеюрских отложениях по участку В

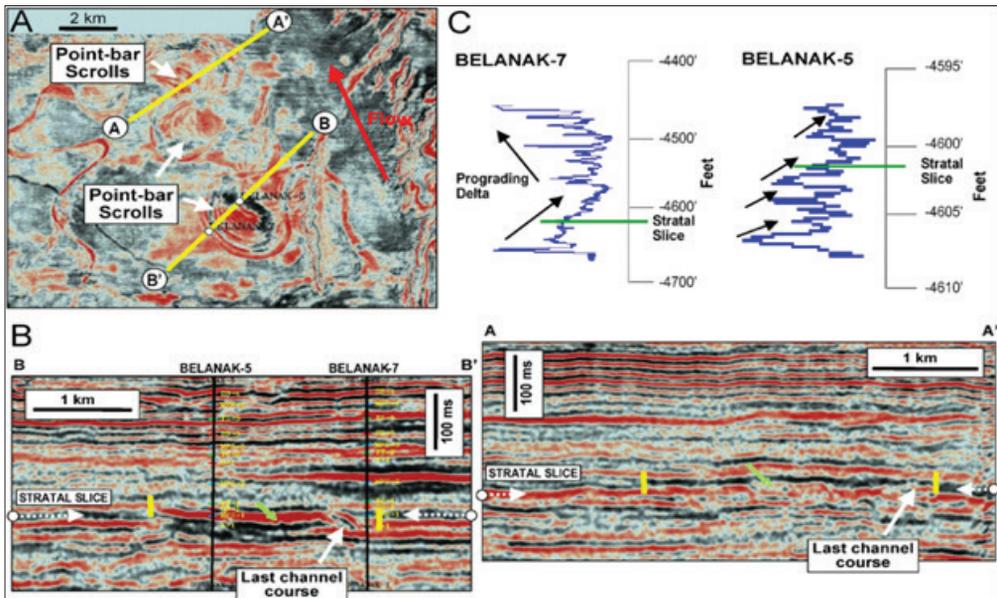


Рисунок 11. 3D сейсмические данные с выделенными руслами морского проекта в Индонезии [5]

А) Амплитудный слоистый срез, показывающий два речных извилистых канала, бассейн Натуна; В) Сейсмические профили с изображениями русловых тел; С) Каротажные данные, показывающие изменения в сиквенс-стратиграфии

зованы из близлежащего аналогового месторождения А.

Предварительно геологические ресурсы одного русла составляют 14476 тыс. т, из них извлекаемые 3619 тыс. т (табл. 1).

Синим цветом обозначены 2D сейсмические профили, красным – территория участка В, зеленая стрелка – указатель северного направления

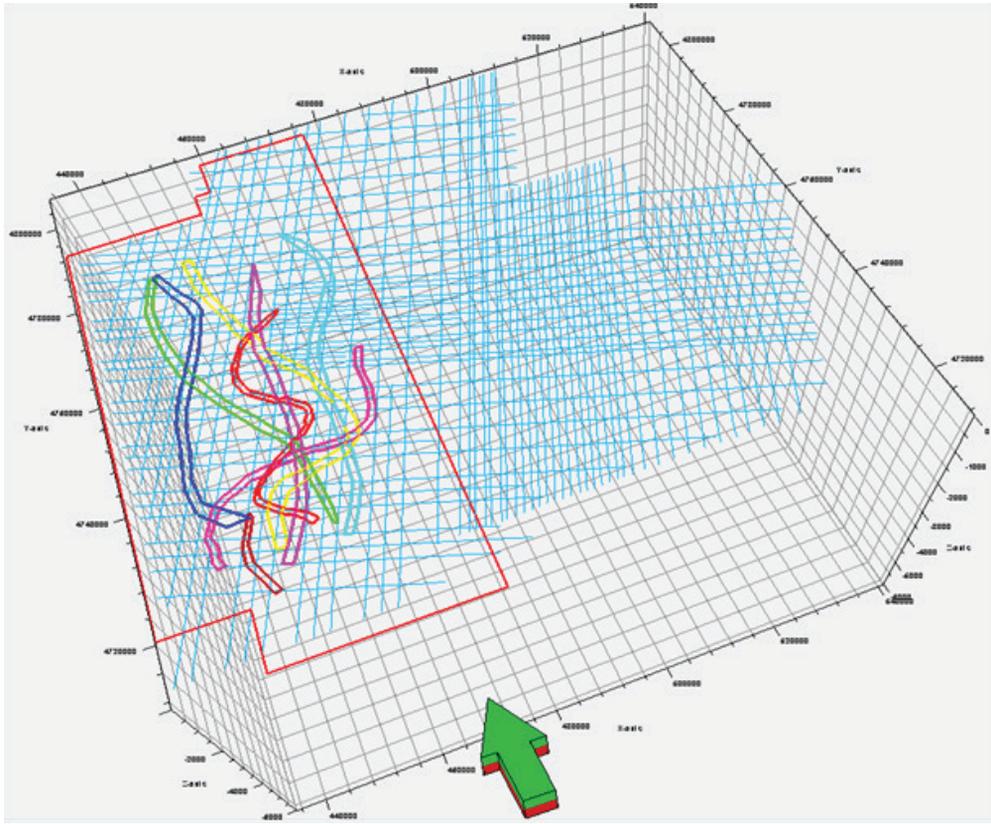


Рисунок 12. Концепция выделенных русловых тел в среднеюрских отложениях на территории участка В

Заключение

Следует отметить возможное наличие неструктурных литологически и стратиграфически экранированных типов ловушек в пределах участка В, также не исключены глубоководные отложения турбидитных потоков в юрских отложениях.

Для определения распространения неструктурных ловушек необходимо проведение современной 3D сейсморазведки с последующим структурным и динами-

ческим анализом для достоверного выявления и оконтуривания потенциальных ловушек и определения точки заложения поисково-разведочной скважины.

Несомненно, территория Центральной части Каспийского моря является слабо изученной и вопрос наличия перспективных залежей остается актуальным. Более детальные исследования участка откроют новые возможности поиска классических и неструктурных видов ловушек.

Список использованной литературы

1. Petroleum traps – stratigraphic traps – King Abdul Aziz University Press, 2015, pp. 6–7.
2. Sams M., Hu R., Jason F., Inclusion based rock physics models as part of the seismic reservoir characterization workflow, 2013, pp. 56–60.

3. Кирзелева О.Я., Кирьянова Т.Н. Палеоруслы и палеореки в сейсмических данных (на примере продуктивного пласта Ю3-4 тюменской свиты одного из месторождений Западной Сибири). – Нефть. Газ. Новации, 2021, №4, 1–8 с. // O.Ja. Kirzeleva., T.N. Kir'janova. Paleorusla i paleoreki v sejsmicheskikh dannyh (na primere produktivnogo plasta Ju3-4 tjumenskoj svity odnogo iz mestorozhdenij Zapadnoj Sibiri) [Paleochannels and paleorivers in seismic data (on the example of productive formation Yu3-4 of the Tyumen suite of one of the fields in Western Siberia)]. – Neft'. Gaz. Novacii, 2021, №4, pp. 1–8.

4. Краснов С.В., Лыков В.А., Масатова Ж. Отчёт о работах сейсморазведочной партии 2/84-85, проводившей в 1984–85 гг. поисковые сейсмические исследования МОГТ в Мангышлакской области Казахской ССР. – г. Шевченко, МНГФ, 156 с. // Krasnov S.V., Lykov V.A., Masatova Zh. Otchjot o rabotah sejsmorazvedochnoj partii 2/84-85, provodivshej v 1984–85 gg. poiskovyje sejsmicheskie issledovaniya MOGT v Mangyshlakskoj oblasti Kazahskoj SSR [Report on the work of seismic survey team 2 / 84-85, which conducted in 1984-85 exploratory seismic surveys of CDPM in the Mangyshlak region of the Kazakh SSR]. – Shevchenko, MNGF, 156 p.

5. Septiantoro A., Bujnoch J., Welbourn E. Belanak Development: Case Study of Batch Drilling Operation in Natuna Sea – SPE Asia Pacific Oil and Gas Conference and Exhibition - Jakarta, Indonesia, 2005, pp. 1–7.

КАСПИЙ ТЕҢІЗІНІҢ ОРТАЛЫҚ БӨЛІГІНДЕГІ ҚҰРЫЛЫМДЫҚ ЕМЕС ТҰТҚЫШТАРДЫ АНЫҚТАУДЫҢ ЫҚТИМАЛ ЖОЛДАРЫ

I. Иманғалиұлы

«ҚМГ Инжиниринг» ЖШС, Астана қ-сы, Қазақстан

Ұсынылған мақалада, Каспий теңізінің орталық бөлігіндегі юра шөгінділерінің мұнай және газ кен орындарының перспективасы қарастырылады. Осыған байланысты, бұл аумақ 3D сейсмикалық жұмыстармен толық зерттелмегеннен және ұңғымалардың бұрғыланбау себебімен, ғылыми жұмысты дайындау барысында негізгі геологиялық материалдар көршілес орналасқан кен орыннан алынды.

Негізгі сөздер: құрылымдық емес тұтқыштар, стратиграфиялық тұтқыштар, литологиялық тұтқыштар, турбидиттер, келіспеушілік, сейсмикалық деректер, геология-геофизикалық деректер, арналық шөгінділер.

POSSIBLE WAYS TO DETECT NON-STRUCTURAL TRAPS IN THE CENTRAL PART OF THE CASPIAN SEA

I. Imangaliuly

KMG Engineering LLP, Astana, Kazakhstan

This article considers the prospects for the search of non-structural traps in the Jurassic sediments of the Central Caspian Sea of Kazakhstan. Due to the fact that the territory was not fully explored by 3D seismic and well drilling, additional geological and geophysical data obtained during the study of an analogous nearby field were used in the work.

Keywords: non-structural traps, stratigraphic traps, lithological traps, turbidites, unconformity, channel deposits.

Информация об авторе

Иманғалиұлы Илияс – старший инженер службы развития ресурсной базы разрабатываемых месторождений, *i.imangaliuly@niikmg.kz*.

ТОО «ҚМГ Инжиниринг», г. Астана, Казахстан