

**ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ ПРОГНОЗНОЙ ОЦЕНКИ  
МЕЗОЗОЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОЙ  
ИНТЕРПРЕТАЦИИ ДАННЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

© *Ажгалиев Дулат Калимович,*

Некоммерческое акционерное общество «Атырауский университет нефти и газа  
им. Сафи Утебаева», г. Атырау, Республика Казахстан

© *Баймурзаева Жанна Баймурзаевна,*

Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный  
исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева»,  
г. Алматы, Республика Казахстан

**Аннотация.** В статье рассмотрены особенности строения мезозойских отложений в разрезе южной части Прикаспийской впадины (надсолевой комплекс), Устюрт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна Западного Казахстана. С учетом высокой прогнозной оценки углеводородного потенциала данных отложений и значительного объема геолого-геофизических материалов, авторами обоснованы дополнительные благоприятные факторы и необходимость комплексного применения геофизических методов (сейсморазведка и промыслово-геофизические методы) в целях расширения нефтегазоносности при анализе строения локальных структур. Основной упор при этом сделан на обосновании и прогнозе дополнительных зон и интервалов продуктивности разреза. Решение поставленных задач продемонстрировано с учетом отдельного рассмотрения триасовой толщи в условиях солянокупольной тектоники в разрезе Прикаспийской впадины, а также специфической среде карбонатного осадконакопления Устюрт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна. Отдельно рассмотрена категория низкоомных триасовых и юрских продуктивных горизонтов, обоснована достаточно высокая вероятность продуктивности нетрадиционных интервалов разреза (кепок и валанжинский горизонт нижнего мела). Выполнен анализ различных фациальных обстановок накопления отложений по локальным площадям юга Прикаспийской впадины (Кенбай, Кемерколь, Мынтеке Южный, Сазтобе Южное, Макат Восточный, Новобогатинская зона и др.), Устюрт-Бозаши и Мангышлака (Баканд, Пионерское, Комсомольское, Оймаша и др.). Комплексное изучение и детализация перспективных объектов дополнена объективной необходимостью обоснования структурного фактора и наличием кондиционных сейсмических материалов. В результате проведенных исследований обоснованы новые возможности и предпосылки для прогноза и расширения стратиграфического диапазона нефтегазоносности мезозойских отложений, в т.ч.: для регионов с

достаточной высокой степенью изученности. Даны практические рекомендации к дальнейшему изучению, в основе которых более полная оценка состава разреза, с точки зрения выявления дополнительных нефтегазонасыщенных интервалов.

**Ключевые слова:** надсолевой комплекс, южная часть, Прикаспийская впадина, Устюрт-Бозаши, Мангышлак, ловушка, мезозойские отложения, разрез, нефтегазоносность, геофизические исследования

**POSSIBILITIES FOR IMPROVING THE PREDICTIVE ASSESSMENT OF MESOZOIC DEPOSITS BASED ON THE RESULTS OF A COMPREHENSIVE INTERPRETATION OF GEOPHYSICAL RESEARCH DATA**

© *Azhgaliev Dulat Kalimovich,*

Non-profit joint-stock company "Atyrau Oil and Gas University" them. Safi Utebaeva", Atyrau, Republic of Kazakhstan

© *Baymurzaeva Zhanna Baymurzaevna,*

Non-profit joint-stock company "Kazakh National Research Technical University named after. K.I. Satpayev", Almaty, Republic of Kazakhstan

**Summary.** The article examines the structural features of Mesozoic deposits in the section of the southern part of the Caspian basin (supra-salt complex), the Ustyurt-Bozashinsky and Mangyshlak basins of Western Kazakhstan. Taking into account the high predictive assessment of the hydrocarbon potential of these deposits and the significant volume of geological and geophysical data, the authors substantiate additional favorable factors and the need for an integrated consideration of data based on the integrated application of geophysical methods (seismic exploration and field geophysical methods) in order to expand oil and gas content in the analysis of local structures. The main emphasis is placed on the justification and forecast of additional zones and intervals of productivity of the section. The solution to the assigned problems is demonstrated taking into account a separate consideration of the Triassic strata under the conditions of salt-dome tectonics in the section of the Peri-Caspian Depression, as well as the specific environment of carbonate sedimentation of the Ustyurt-Bozashinsky and Mangyshlak basins. Also, separate consideration is given to the category of low-resistivity Triassic and Jurassic productive layers, and the rather high probability of productivity of unconventional intervals of the section (caprock and Valanginian horizon of the Lower Cretaceous) is substantiated. An analysis of various facies environments of sediment accumulation was carried out in local areas of the south of the Peri-Caspian Depression (Kenbai, Kemerkol, Mynteke Yuzhny, Saztobe Yuzhnoye, Makat Vostochny, Novobogatinskaya zone, etc.), Ustyurt-Bozashi and Mangyshlak (Bakand, Pionerskoye, Komsomolskoye, Oymasha, etc.). A comprehensive study and detailing of promising objects is supplemented by the objective need to substantiate the structural factor and the availability of qualified seismic materials. As a result of the research, new opportunities and prerequisites for predicting and expanding the stratigraphic range of oil and gas content of Mesozoic

deposits have been substantiated, including: for regions with a sufficiently high degree of knowledge. Practical recommendations for further study have been given based on a more complete assessment of the composition of the section, from the point of view of identifying additional oil and gas-saturated intervals.

**Key words:** suprasalt sequence, southern part of the Peri-Caspian depression, Ustyurt-Bozashi, Mangyshlak, trap, Mesozoic deposits, section, oil and gas content, geophysical researches.

**Актуальность и постановка исследований.** Необходимость ускоренного восполнения ресурсной базы по нефти и газу в масштабе Прикаспийского, Устыурт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна (Западный Казахстан) ставит на передний план задачу повышения успешности поисковых работ по всем направлениям оценки перспективных объектов (структур). Одним из факторов является повышение детальности изучения локальных объектов и расчленения разреза на предмет выделения перспективных интервалов для детального изучения. Опыт поисковых исследований позволяет в полной мере опираться на объективную корреляционную связь показателя «степень изученности региона» и «детальность изучения разреза» с возможностями увеличения прогнозной оценки углеводородного потенциала. В данном отношении большое значение отводится качеству интерпретации данных и результатов геофизических исследований скважин (далее – ГИС), занимающих ключевые позиции в оценке нефтегазоносности разреза и объективном выделении интервалов для опробования. Существующий широкий спектр методов ГИС способствует комплексной оценке характера разреза и решению геологических задач на конкретном объекте. В тоже время при анализе локальных структур не всегда учитываются в полной мере все возможности в оценке масштабов продуктивности вскрываемого разреза.

Детальная геолого-промысловая характеристика разреза и объективность выделения интервалов для опробования зависит и учитывает ряд косвенных факторов, связанных с полнотой данных и накопленной статистикой в результативности комплексной оценки. В связи с этим определяется необходимость повышения детальности изучения и оценки разреза, учета тонких и маломощных литологических горизонтов, которые могут оказаться продуктивными и неучтенными в условиях полной картины интерпретации и максимального охвата изучаемого разреза надлежащим комплексом методов ГИС. Успешность решения такой задачи повышается в зависимости от степени геолого-геофизической изученности исследуемого региона, по мере которой нарабатывается определенный алгоритм и критерии определения нефтегазонасыщенных интервалов, особенно эффективный для данного тектонического региона (зоны).

Немаловажное значение в оценке нефтегазоносности на локальном уровне имеет структурный фактор, определение которого представляет собой следующую, вслед за данными интерпретации материалов ГИС, большую геологическую задачу, решение которой обеспечивает прогноз и оконтуривание ловушек и залежей УВ. Неожиданный парадокс заключается в том, что при высокой степени геолого-геофизической изученности надсолевой комплекс и мезозойские отложения в разрезе южной части Прикаспийской впадины, Мангышлака и Устюрт-Бозаши в настоящее время характеризуются практически отсутствием достаточного фонда кондиционных перспективных структур (объектов) для постановки поискового бурения (рис. 1).

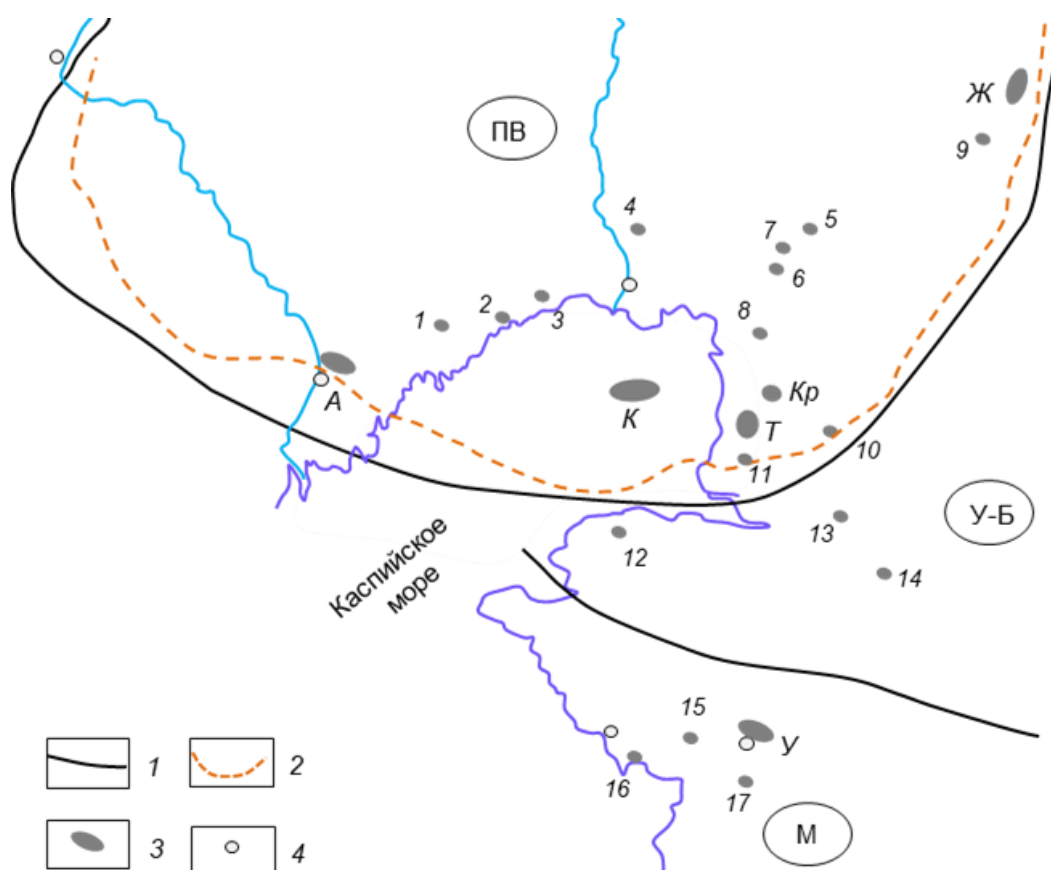


Рис. 1 – Бассейны Западного Казахстана и месторождения нефти и газа в мезозойских отложениях,

где: 1 – границы бассейнов (ПВ – Прикаспийская впадина, У-Б – Устюрт-Бозашинский, М – Мангышлакский бассейн), 2 – южная граница распространения соли, 3 – месторождения углеводородов, 4 – областные центры и крупные населенные пункты.

Крупнейшие месторождения: А – Астраханское, К – Кашаган, Т – Тенгиз, Кр – Королевское, У – Узень. Характерные месторождения в мезозойских отложениях: 1 – Мынтеке Южный, 2 – Жанаталап, 3 – Новобогатинская группа, 4 – Дараймола, 5 – Кенбай, 6 – Сагиз, 7 – Макат Восточный, 8 – Масабай, 9 – Каратобе, 10 – Сазтобе Южное (Тасым), 11 – Прорвинская зона, 12 – Каражанбас, 13 – Комсомольское, 14 – Тепке, 15 – Баканд, 16 – Оймаша, 17 – Пионерское.

Вместе с этим мезозойские отложения продолжают оставаться основным направлением поисковых работ в указанных регионах, сосредотачивают в себе все еще значительный углеводородный потенциал, способный, как видно, серьезно повлиять на восполнение ресурсной базы [1, 14].

В этих условиях приоритетное значение отводится совершенствованию методики поисковых работ в связи с выработкой эффективных «подходов» в зависимости от особенностей регионального строения и геологического развития осадочных бассейнов. В этом отношении на поисковом этапе первостепенное значение приобретает знание главных и индивидуальных особенностей внутреннего строения отдельных литолого-стратиграфических комплексов (далее – ЛСК) в разрезе бассейнов и крупных регионов. Вместе с этим, как правило, для отдельного региона детальное изучение разреза может быть эффективным и высоким при определенном сочетании и комплексе методов ГИС.

**Материалы и методы исследования.** Подходы и анализ выделения продуктивных интервалов и благоприятных перспективных объектов (ловушек) в разрезе мезозойского комплекса бассейнов Западного Казахстана совершенствуются уже на протяжении более 100 лет. За этот период отдельно в Прикаспийской впадине (южный и восточный борт) установлено более 120 месторождений, приуроченных к сводам соляных куполов и их периферийным участкам, а также связанных с подкарнизными структурами.

Практика поисковых работ показывает изменчивость основных параметров разреза отложений (формационный состав, глинистость, карбонатность пород, присутствие редких компонентов и маркирующих горизонтов) в различных осадочных бассейнах [6, 7]. В особенности это относится к верхней мезозойской части разреза Прикаспийской впадины, Северного Устюрта и Мангышлака. Соответственно, вероятность и масштабы присутствия продуктивных интервалов в одних и тех же стратиграфических комплексах отложений в разрезе данных бассейнов неоднозначны и различны.

В этой связи «показательна» южная бортовая зоны Прикаспийской впадины, в пределах которых порядка 100 % выявленных и подготовленных к детализации структур, уже изучены глубоким поисковым и структурно-поисковым бурением. Проводимые в настоящее время исследования и изучение в целях поиска и оконтуривания потенциальных локальных объектов характеризуются низкой эффективностью, т.е.: практически отсутствуют новые привлекательные структурные объекты. Результаты поисковых работ характеризуются значительным количеством «пустых» объектов, что сказывается на экономической составляющей геологоразведочных работ (далее – ГРР). Актуальность задачи выбора первоочередных перспективных ловушек в надсолевом комплексе Прикаспийской впадины для постановки ГРР определяет и диктует необходимость выработки четких геологических критериев, которые

могли бы определять максимальную вероятность наличия залежей УВ и подбора на их основе объектов поиска и разведки.

Перспективные локальные объекты могут быть развиты, непосредственно, над соляными куполами и характеризоваться различной степенью сохранности надсолевых отложений (полнотой разреза), размерами и остальными внутренними и внешними геометрическими параметрами, влиянием блоковой тектоники и др. [4].

Для Прикаспийской впадины следует учитывать объективную связь нефтеносности подсолевого и надсолевого комплекса, которая практически всеми исследователями выдвигается как доказанный постулат [1, 2]. Вместе с тем эта гипотеза на отдельных примерах все еще нуждается в достаточно объективном подтверждении новыми данными.

Следует, наряду с фактором достаточной эффективной толщины, учитывать развитие систем разломов (протяженность, амплитуда, направление, раскрытость и т.д.), что является ключевым элементом, обеспечивающим наличие миграционных потоков в направлении оцениваемых резервуаров [11, 16, 17, 18, 20]. Выделение и обоснование системы разломов проводится на основе многофакторного анализа данных сейсмических, гравиметрических, магнитометрических, тепловых полей и космических снимков [19]. Основным параметром, определяющим разломную тектонику Прикаспийской впадины – планетарные разломы в сочетании с ортогональными нарушениями. На основе анализа предполагается выделить зоны разуплотнения, которые служат основными точками формирования вертикальных миграционных потоков УВ.

Большое значение имеет фактор наличия структурной ловушки на сводах соляных куполов на линиях миграционных потоков. Последние определяются совокупностью вышеупомянутых факторов, оценивается степень герметичности ловушки, наличие региональных и зональных покровов.

Все затронутые выше факторы, определяющие геолого-геофизические условия накопления и формирования локальных объектов, ориентируются на планомерную разработку модели перспективного локального объекта для постановки поискового бурения и эффективного опробования для каждого крупного региона.

**Характеристика мезозойских отложений и результаты исследований.** С учетом геологических особенностей регионального формирования и развития, в отношении изучения мезозойских отложений и выделения в них нефтегазонасыщенных интервалов, весьма характерным является надсолевой комплекс южной части Прикаспийской впадины, а также триасовые и юрские отложения Мангышлака и Северного Устья (рис. 1). Рассмотрим некоторые теоретические аспекты и частные «подходы», позволяющие, по мнению авторов, улучшить методику исследований при оценке углеводородного потенциала

разреза и повысить эффективность выделения в разрезе мезозойских отложений дополнительных нефтегазонасыщенных интервалов.

*Триасовые продуктивные горизонты.* Отложения триаса выполняют обширные пространства межкупольных мульд в разрезе юга Прикаспийской впадины. Продуктивность триасовых отложений, как известно, тесно связывается с формированием и развитием солянокупольных структур (рис. 2).

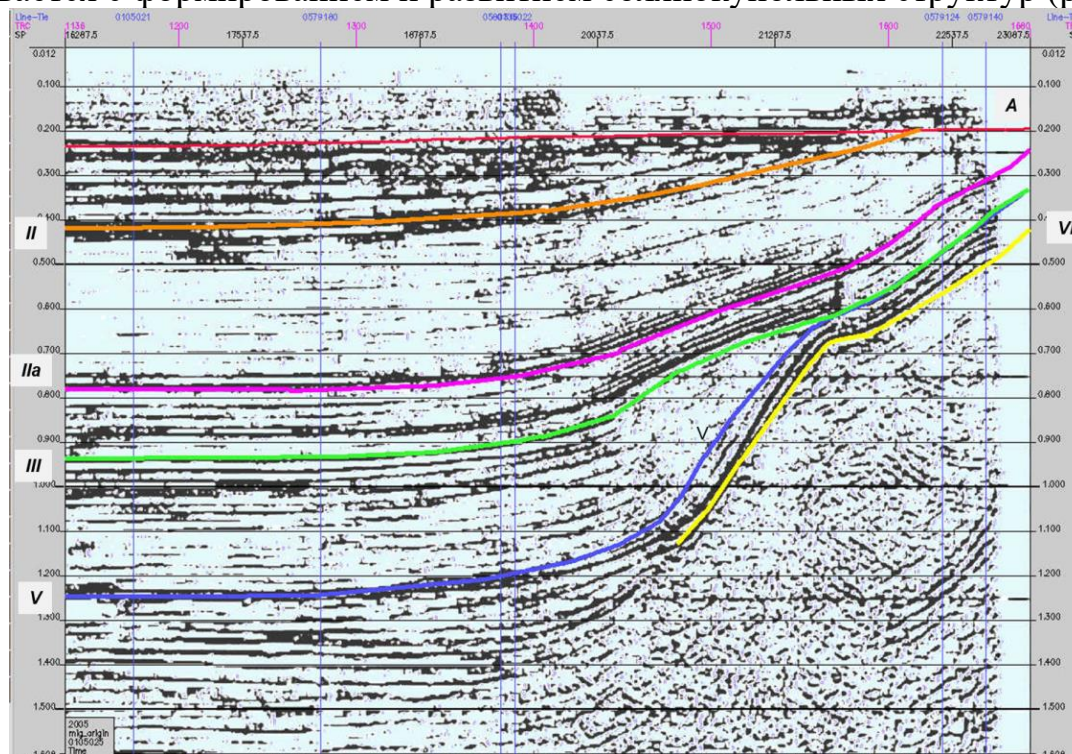


Рис. 2 – Мигрированный временной разрез по площади междуречья Урал-Волга и отражение скачкообразного роста соляного купола (по данным ТОО «Жаһан», 2008)

При этом следует отдельно рассматривать особенности осадконакопления в нижнетриасовую, среднетриасовую и верхнетриасовую эпоху [9, 13]. Осадконакопление и формирование коллекторских пачек и дифференциация структуры соляного купола по масштабам нефтегазонасыщения происходило в соответствии и определялось спецификой взаимодействия системы «соляной купол – мульда». В палеотектоническом отношении на отдельных отрезках геологического времени для обоих компонентов данной системы, принципиально существование области подъема соляного купола (суша) и зоны устойчивого прогибания (водоем, бассейн). Вместе с этим вдоль контура купола в различные промежутки времени существовала переходная зона (базис эрозии) между сушей и понижениями, определявшая береговую полосу. С учетом фактических материалов толщина отложений в этой полосе составляет и изменяется до 400 м и более [9].

Залежи в триасовых отложениях характеризуются как разнообразием своего пространственного положения по отношению к куполу, так и по степени

сложности строения ловушки с учетом ориентиров в отношении вероятных каналов миграции УВ с больших глубин. Продуктивные ловушки среднего триаса тяготеют к периферии купола или расположены на некотором отдалении от центральной части соляного купола. Можно предположить вероятное распространение залежей в нижнем триасе в разрезе центральной части купола, а верхнетриасовых продуктивных ловушек за периферийной частью купола ближе к области структурного «перехода» к прилегающей мульде. В основе продуктивности разреза, по мнению авторов, предположение о существовании в пределах купола переходных зон (береговой полосы), время формирования которых соответствует этапам активного роста купола и последовательного изменения обстановок и зональности морского водоема (рис. 2). Зоны развития вероятных ловушек в отложениях нижнего, среднего и верхнего триаса могли иметь различное расположение в плане [6, 7].

Высока вероятность продуктивных горизонтов в юрских и меловых отложениях в разрезе надкупольной части структуры при условии сохранения в разрезе верхнеюрской и аптской региональной глинисто-карбонатной покрывки. Береговая зона, в пределах которой формируются пласты-коллекторы с пористостью до 20-25 %, распространяется вокруг купола в виде полосы шириной не более 1 км [9]. Выклинивание пластов-коллекторов вблизи купола приводит к формированию разнообразных ловушек неантиклинального типа, в т.ч., связанных с литологическим, стратиграфическим выклиниванием и экранированием, а также объекты, приуроченные к линиям разломов. Таким образом, продуктивность отложений триаса характеризуется многоэтапностью формирования ловушек и залежей, определяется, отмеченными выше особенностями палеотектонического развития [5].

В отношении продуктивности триасовых отложений выделяется орысказганский тип залежей, впервые выделенный в разрезе одноименного месторождения. Несколько иной тип залежей, больше и характерно связанный с зонами развития карнизов, известен как котыртасский тип. Карнизы в этих случаях являются устойчивыми тектоническими барьерами и элементами экранирования. Предположительно, ширина береговой полосы с благоприятными условиями для накопления коллекторских горизонтов может увеличиваться до 2 км и более. В целом, триасовые отложения характеризовались относительно схожими литолого-фациальными условиями накопления по данным большинства известных месторождений нефти и газа Южно-Эмбинского региона: Кенбай (Котыртас Северный, Молдабек Восточный), Искене, Масабай, Сагиз, Кемерколь, Кожа Южный и др.(рис. 3).

Характерными примерами выделения продуктивных триасовых отложений южной части Прикаспийской впадины являются разрезы скважин № 401 Каратобе, Г-3 Дараймола Восточная, Г-5 Кажигали, Г-1 Коныр, № 100 Масабай и др.





Рис.3 – Схема месторождений углеводородов в надсолевом комплексе юга Прикаспийской впадины

Описанные выше процессы находят отражение в существующей характеристике и ниже следующих особенностях состава пород-коллекторов триасовых продуктивных горизонтов.

- Относительная их уплотненность, обусловленная длительностью воздействия геологических факторов по сравнению с более молодыми юрскими и меловыми отложениями и, как следствие, значительная преобразованность и видоизмененность пород в сравнении с первичной структурой.

- Преобладающий полимиктовый состав песчаников и связанный с этим мелко- и тонкозернистый характер обломочной части пород-коллекторов, вследствие которого отсутствует или нарушается корреляционная связь между показаниями кривой ГК и значением показателя глинистости. Иногда, использование показаний ГК в качестве индикатора глинистости, как правило, приводит к ошибочным результатам интерпретации.

*Поисковые объекты подкарнизного типа.* Нефтегазоносность в разрезе объектов данного типа характеризует район Новобогатинской группы соляных куполов (Новобогатинск Юго-Западный, Новобогатинск Западный, Новобогатинск надкарнизный) в южном междуречье Урал-Волга [10, 14, 15].

Продуктивные отложения подкарнизного типа чаще характеризуются незначительными глубинами и по каротажной характеристике имеют некоторое

сходство с юрскими продуктивными горизонтами, залегающими на относительно больших глубинах. Данное сходство обусловлено тем, что формирование соответствующих залежей УВ во многом связано с прорывом и расползанием соли (рис. 4).

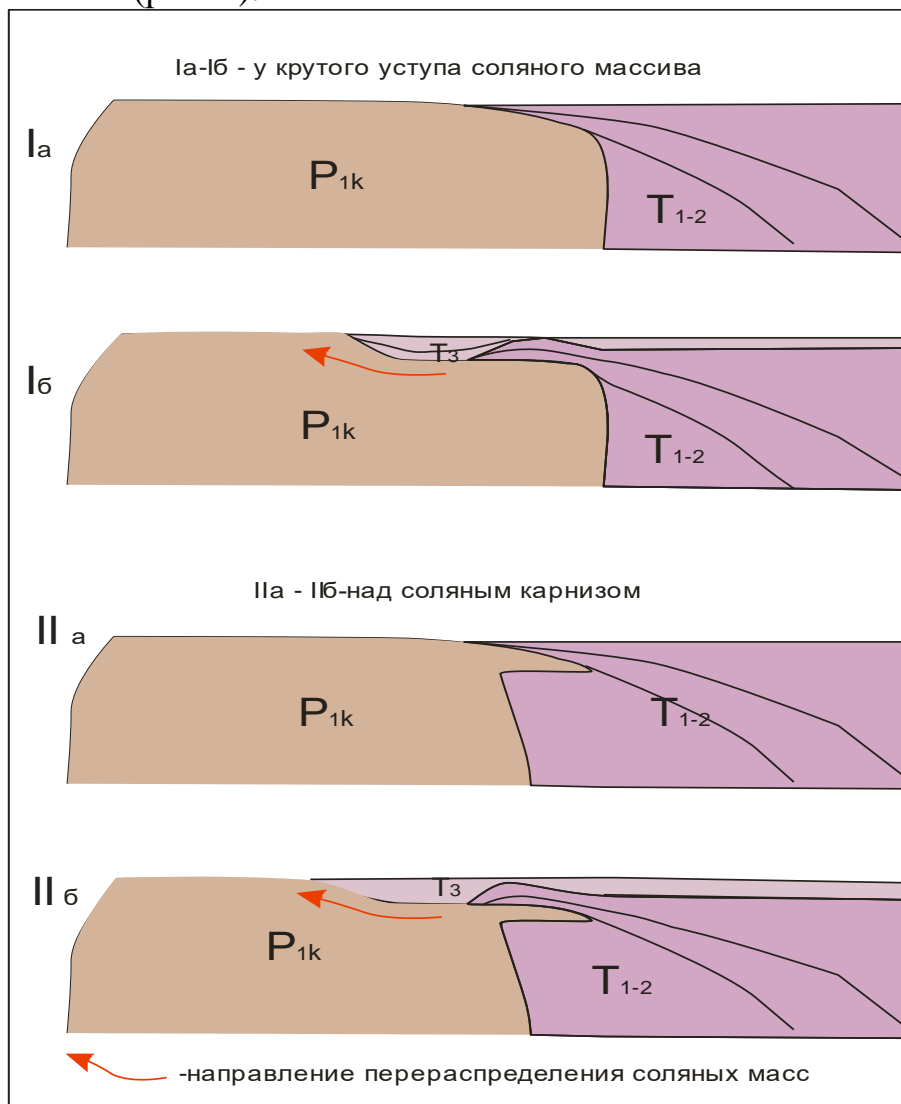


Рис. 4 – Схема формирования структур на периферии соляных массивов (по данным Обрядчикова О.С., 2018)

Как правило, при движении соли и с каждым моментом (этапом) тектонической активности земной коры глинистые отложения испытывают аналогичный стресс и напряжения (температура и давление), как те же самые породы на больших глубинах при меньшей тектонической активности. При этом соляной карниз является надежным экраном для сохранения и консервации тяжелой воды в пределах структуры. В этих условиях, полагаем, сохраняются удовлетворительные показания по фильтрационно-емкостным свойствам пород-коллекторов (далее – ФЕС). Как правило, в данных условиях отмечается

повышенный геотермический градиент, высокое пластовое давление и содержание газового фактора.

*Нефтегазоносность триасовых отложений характеризуется значительными толщинами продуктивных горизонтов в разрезе Мангышлака и Устюрт-Бозашиинского бассейна.* К отложениям триаса (средний и верхний триас), наряду с отложениями юры, в этих бассейнах приурочены все основные нефтяные и газовые месторождения. В тектоническом отношении залежи характерны для склонов Жазгурлинской депрессии (Махат, Жарты и др.) и Большой Мангышлакской флексуры (Пионерское, Тучискен, Улькендале, Баканд).

Высокая перспективность данных регионов по отложениям триаса и юры дополнительно обосновывается относительной близостью к зонам нефтегазонакопления Жетыбай-Узеньской ступени, Песчанномысско-Ракушечного поднятия (Северо-Ракушечное, Жиланды, Сарсенбай, Оймаша) и Карагиинской седловины (Карагие Северный, Долинное, Кариман, Алатобе).

Особенностью разреза Мангышлакского бассейна является карбонатный состав отложений триаса. Долгие годы изучение карбонатной толщи триаса считалось бесперспективным направлением поисков в связи с низкой эффективностью и отрицательными результатами, как в разрезе известных месторождений Узень, Жетыбай, Карамандыбас, Тенге и др., так и на прилегающих к ним локальных площадях. Со временем и объективно акцент поисковых работ по изучению мезозойских отложений постепенно смещался к югу в сторону Жазгурлинской депрессии и полосы Большой Мангышлакской флексуры. Вскрытые после бурения образцы керна и породы из триасовой толщи опытные геологоразведчики со стажем прозвали «звенящими известняками». На практике, как правило, после вскрытия триасовой толщи проводка поисковых скважин и их последующее углубление в большинстве случаев прекращалось.

Карбонатные отложения триаса представлены известняками преимущественно хемогенного происхождения с включением эффузивных пород, местами отмечается заглинизированность карбонатного разреза. Трещинное пространство «залечено» глинистым материалом. Предположительно, зоны развития пород-коллекторов с улучшенными ФЕС приурочены к разуплотненным приразломным участкам, которые представляют собой «ослабленные» зоны с проявлением процессов трещиноватости. В отдельных случаях, в особенности вблизи разломов, пористость достигает 20-23 %. Происхождение и природа зон с высокими значениями ФЕС, не типичных для хемогенных карбонатов, объясняется образованием активной сети трещин при дизъюнктивных нарушениях, которая под влиянием агрессивной среды характеризуется изменением морфологии пустотного пространства и переходом в пустоты растворения, выщелачивания и др.

*Низкоомные триасовые и юрские продуктивные горизонты.* Комплексная оценка перспективности триасовых и юрских отложений также учитывает развитие в разрезе юга Прикаспийской впадины, Северного Устья и Мангышлака низкоомных продуктивных горизонтов.

Наибольшая степень неоднозначности с точки зрения коллекторских свойств и характера насыщения имеют выделенные пласты-коллекторы, предположительно приуроченные к ааленскому горизонту средней юры. По данным бурения разрез нижней части юрских отложений (подошвенная часть комплекса) сложен грубообломочными образованиями (базальные конгломераты), которые вверх по разрезу постепенно сменяются разнозернистыми песчаниками. Плохая отсортированность обломочного материала и плотная их упаковка значительно усложнила морфологию порового пространства, вследствие этого породы характеризуются пониженными значениями пористости и проницаемости (рис. 5).

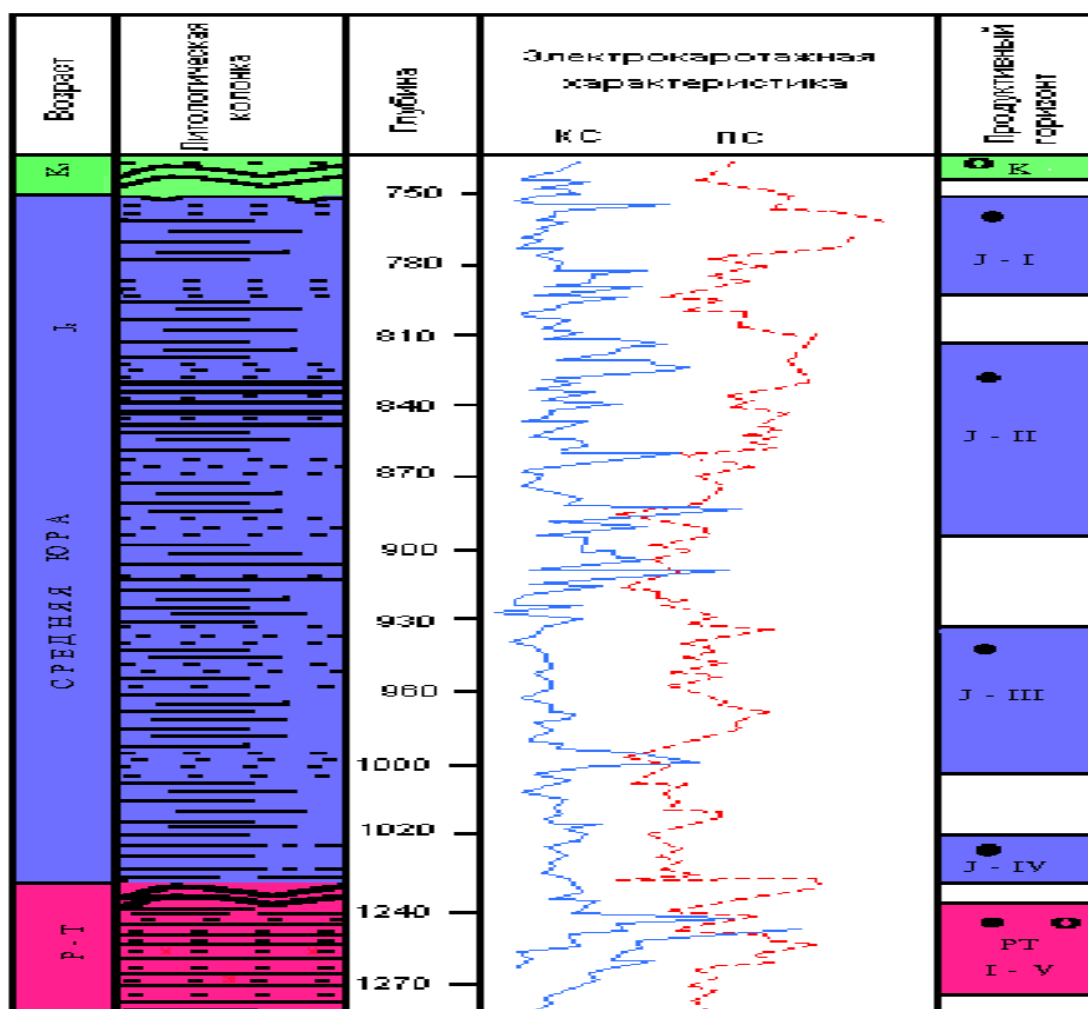


Рис. 5 – Низкоомные горизонты в разрезе площади Макат Восточный

На практике выделение пород-коллекторов по результатам переинтерпретации материалов ГИС проводится, как правило, по качественным признакам с учетом условно принятой величиной граничного значения пористости. Достоверность принятой методики определения литологии и пористости проверялась сопоставлением с литологическим описанием по керну и данными тестирования скважин. Однако, следует отметить условность выделенных пластов пород-коллекторов и относительный характер определения по ним характера насыщения.

При этом возможны ошибки интерпретаторов при обосновании коллекторских пачек, как в сторону определения «псевдоколлекторов», так и в сторону определения переходных разностей от истинных коллекторов к непроницаемым отложениям и пропласткам.

Характерной особенностью залегания и пространственного положения в разрезе данного класса пород-коллекторов является распространение в определенном диапазоне глубин, т.е. на глубине порядка 2500 м более. В основе выделения характерных продуктивных интервалов исследователями принимается их пониженное электрическое сопротивление на фоне сопротивления вмещающих глин. *Данная закономерность объясняется ниже следующими факторами.*

- Повышенная плотность глин с учетом принятого нормального закона уплотнения. В соответствии с описанной выше в разделе схемой и этапностью выделения воды, помимо рыхлосвязанной поровой воды, также «выжимается» часть межслойной воды. Этому способствовали большие глубины (значительная геостатическая нагрузка) и высокая температура (свыше 95-100°C). В большей степени такому интенсивному уплотнению способствовала повышенная температура, т.к. аналогичные по характеру залегания глины на тех же глубинах в разрезе центральной части Прикаспийской впадины имеют иное значение плотности.

- Существование условий для сохранения достаточных по значению ФЕС пород-коллекторов с пористостью порядка 18-25%. При наличии достаточно мощных пластов однородных глин, выжатой из них плотной воде некуда было эмигрировать, кроме как в песчаные пласты и поддерживать тем самым начальные значения их емкостных свойств.

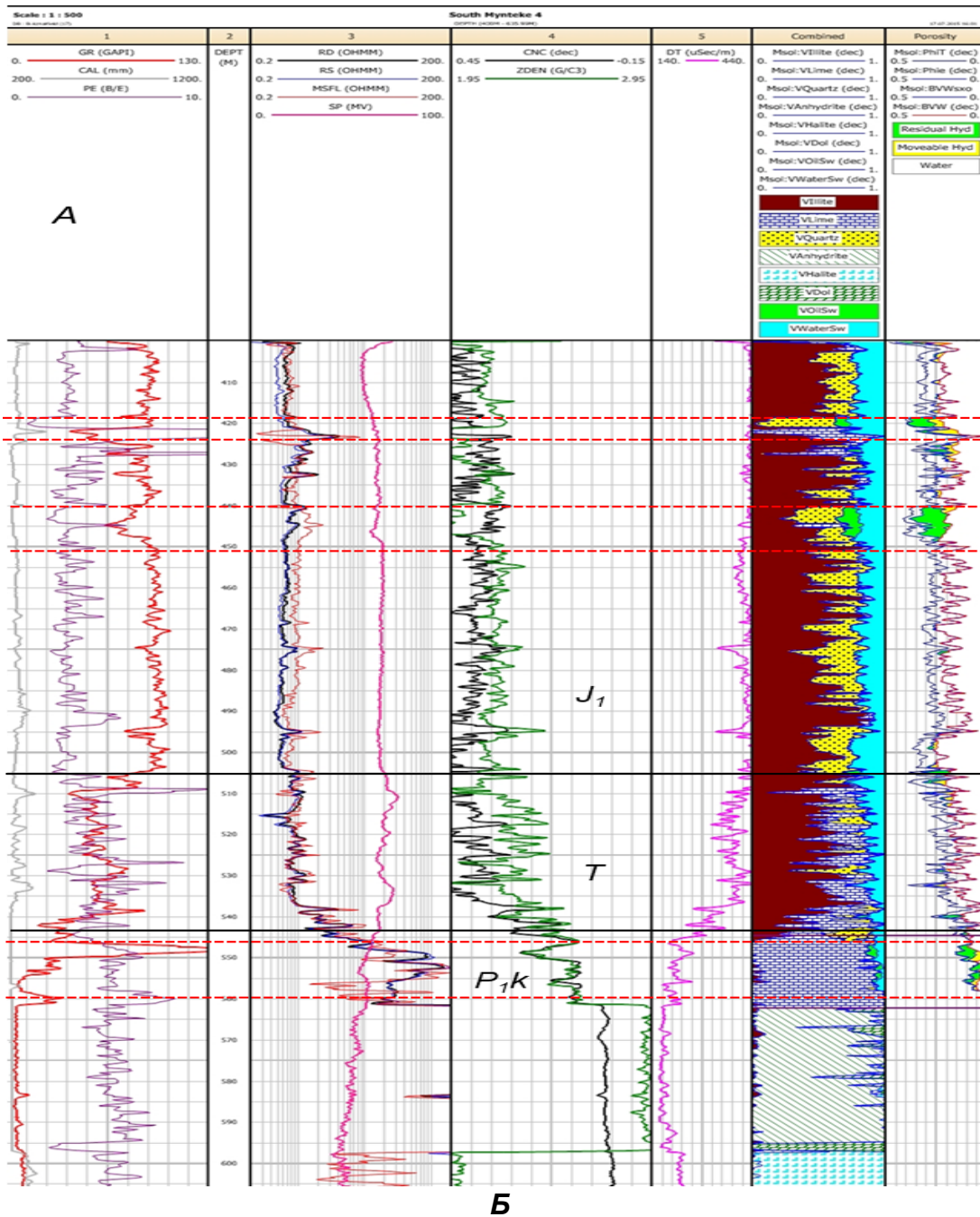
- Высокая минерализация пластовых вод, насыщающих поровое пространство пород-коллекторов.

В целом, характерным примером низкоомных продуктивных горизонтов в юре являются юрские горизонты в разрезе месторождений Северного Устюрта, прилегающих к нему районов юго-восточного обрамления Прикаспийской впадины и Мангышлака (Арыстановская, Комсомольская, Колтык, Елемес Западный, Шалва, Жетыбай, Прорвинская зона и др.).

*Продуктивные объекты в кепроке.* Порода-кепрок, обладая высоким электрическим сопротивлением и низкими емкостными свойствами, как правило, принимается реперным горизонтом и предвестником вскрытия гидрохимических образований кунгурского яруса. Учитывая общую тенденцию повышения эффективности методов, ГИС, на предыдущих этапах изучения применение стандартного комплекса не позволяло получить однозначное суждение в оценке показателей ФЕС и характера насыщенности (рис. 6).

*Для бассейнов Западного Казахстана примечательным является получение фонтанного притока легкой нефти из отложений кепрока в скважине Г-4 площади Мынтеке Южный (междуречье Урал-Волга).* Дебит нефти в интервале 547-550.5 м составил 20 м<sup>3</sup>/сут (4 мм режим). Отмечался длительный период эксплуатации скважины на данном режиме. Другим характерным примером продуктивного отложений кепрока является скважина № 401 Каратюбе, в которой получен фонтанный приток легкой нефти в интервале 1652-1654 м на востоке Прикаспийской впадины. В обоих случаях продуктивные интервалы характеризовались высокими показаниями ГК, что, предположительно, связывается с повышенным содержанием урана.

*Изучение и характеристика валанжинского горизонта нижнего неокома (нижний мел).* На практике поисковых работ для южной части Прикаспийской впадины впервые валанжинский горизонт (K<sub>1v</sub>) в качестве самостоятельной стратиграфической единицы разреза выделен в 1978 г. с открытием месторождения Кисимбай (Воцалевский Э.С.). Данный горизонт также продуктивен и имеют промышленные кондиции на ряде площадей юга Прикаспийской впадины: Боранколь, Прорвинская зона, Сазтобе Южное (Тасым) и др.

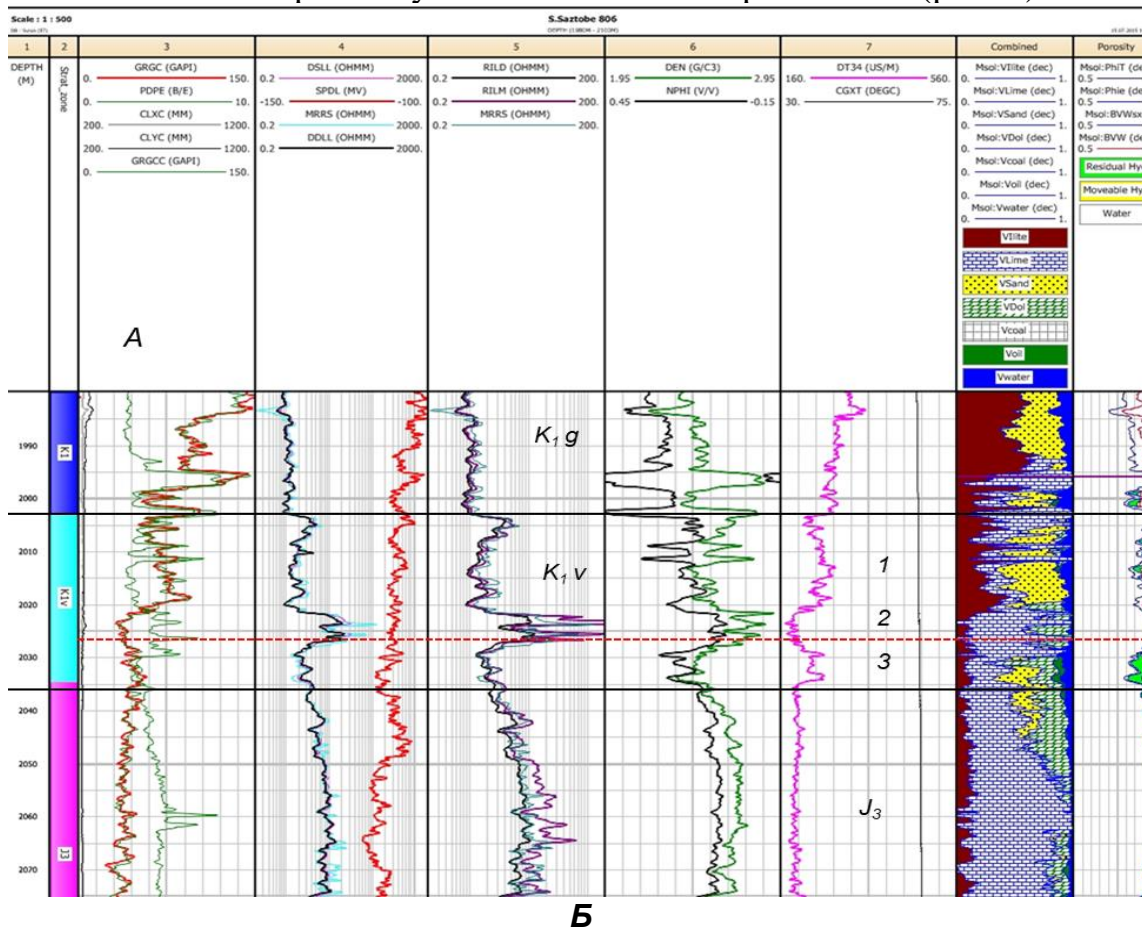


1	2	3	4	5	Combined	Porosity
1) KB 2) ГК 3) Зонд КС	Гл. (м)	1-3) Зонды БКЗ 4) ПС	1) Гамма- гамма каротаж 2) НГК	1) АК	1-7) Объемная модель различных минералов (0- 100 % и в долях единицы). 8) Объем воды.	1) К пор.общ.; 2) К пор.эфф.; 3) связ. вода; 4) общ.объем воды; 5) остаточные УВ; 6) подвижные УВ; 7) объем воды

Рис. 6 – Продуктивность отложений кепрока и юры по скважине Г-4 Мынтеке Южный (инт. 400-600 м) в междуречье Урал-Волга. А – Промышленно-геофизическая характеристика разреза. Б – Расшифровка и перевод названий методов ГИС (по данным Кабышева П.З.; ЗКЭГИС, 1990-1992 г.)

Как показала практика поисковых работ в последующем, валанжинский горизонт получил развитие и распространение в разрезе южной и юго-восточной прибортовой части Прикаспийской впадины [12]. На остальной территории впадины данный горизонт, предположительно, эродирован. Глубина размыва, иногда охватывает ниже залегающие карбонатные отложения верхней юры.

Валанжинский горизонт условно состоит из трех частей (рис. 7).



1	2	3	4	5	6	7	Combined	Porosity
Гл. (м)	Возраст	1) КВ и ДС; 2) ГК; 3) Зонд КС	1) БК; 2) ПС	1-3) Зонды БКЗ	1) Гамма- гамма картаж; 2) НГК	1) АК	1-5) Объемная модель различных минералов (0-100 % и в долях ед.); 6) объем нефти; 7) объем воды	1) К пор.общ.; 2) К пор.эфф.; 3) связ. вода; 4) общ.объем воды; 5) остаточ. УВ-ы; 6) подвиж. УВ-ы; 7) объем воды

Рис.7 – Продуктивность валанжинского горизонта по скважине № 806 Сазтобе Южное (Тасым) на юго-востоке Прикаспийской впадины. А – Промыслово-геофизическая характеристика разреза. Б – Расшифровка и перевод названий методов ГИС (по данным компании «BNG Ltd», 2010 г.)

Верхняя часть горизонта представлена преимущественно терригенными осадками – неравномерным чередованием пластов и прослоев песчаника, алевроглинистого песчаника и глин, отмечается карбонатный цемент.

Средняя часть сложена плотными карбонатными, преимущественно доломитизированными породами с примесями ангидритов. По литологическому



составу данный интервал во многом имеет сходство с филипповским горизонтом кунгурского яруса нижней перми. По высоким значениям ФЕС выделяется нижняя часть горизонта, где пористость доломитизированных известняков доходит до 22-23 % (в среднем 18-20 %). Такая высокая пористость в карбонатах свидетельствует о развитии вторичных процессов (выщелачивании, кавернообразовании и др.).

По каротажной характеристике данный диапазон разреза, как правило, характеризуется пониженным сопротивлением на фоне плотных и сильно уплотненных вмещающих пород. В случае предельного значения нефтенасыщения электрическое сопротивление породы-коллектора варьирует в пределах 2.5-6 ом, при сопротивлении вмещающих пород 10-200 ом. При водонасыщении сопротивление, как правило, снижается до значения 0.2-0.5 ом м.

Учитывая совокупность данных интерпретации ГИС, нижние две части в разрезе валанжинского горизонта с учетом литологических особенностей можно отнести и к верхней юре. Здесь следует отметить, что верхнеюрская карбонатизированная пачка традиционно считается региональной покрывкой для ниже залегающей части юрского разреза. Хотя в карбонатах верхней юры по данным ГИС нередко выделяется ряд нефтегазонасыщенных прослоев и горизонтов, промышленная значимость которых еще в полной мере не установлена, в основном, по причине недостаточного объема данных и отсутствия целенаправленных и планомерных исследований.

В связи с отмеченными выше промысловыми характеристиками в масштабе локальных структур надсолевого комплекса юга Прикаспийской впадины валанжинский горизонт представляет практический интерес в части планомерного наращивания объема новых запасов нефти и газа. Следует принять во внимание, что на ряде площадей и месторождений ввиду нечеткого стратиграфического расчленения и отнесения к карбонатной верхней юре, валанжинский горизонт все еще остается неучтенным и неопробованным.

Таким образом, по отмеченным выше материалам получены объективные предпосылки для расширения резервуарной части разреза продуктивности структур внутри отдельного стратиграфического диапазона. Необходимым условием при этом является повышение детальности изучения разреза.

Применительно к мезозойским отложениям рассматриваемого региона в дальнейшем считаем необходимым уточнение и разработку зональной модели типичного резервуара с обоснованием параметров его внутреннего породно-вещественного состава в зависимости от палеогеографических и палеотектонических условий накопления. При этом должны акцентироваться геометрические характеристики потенциального резервуара на основе изучения сейсмоволнового поля и проектов с применением инновационных технологий.

В данном отношении можно вполне рекомендовать применение новой технологии обработки сейсмических данных 3Д-МОГТ – Мультифокусинг (далее – МФ), направленной на повышение разрешающей способности отраженных волн за счет повышения соотношения «Сигнал/Помеха» [8]. Данная технология способствует и демонстрирует существенное повышение качества и детальности сейсмического изображения по всей глубине разреза, в особенности, строение внутри отдельной массивной толщи. В предварительном порядке имеется возможность оценить основные макронеоднородности пласта (степень расчлененности, песчанистость, разделение пропластков на коллектор и неколлектор).

Комплексный анализ данных ГИС и сейсморазведки, включение в состав обработки и интерпретации данных 3Д-МОГТ технологии МФ, полагаем, будет обеспечивать существенное повышение информативности и эффективности геологоразведочных проектов, связанных с поисковыми объектами в мезозойской толще. В особенности это относится к надсолевым отложениям в условиях развитой солянокупольной тектоники Прикаспийской впадины.

#### **Выводы:**

1. Детальное представление закономерностей внутреннего строения мезозойских отложений юга Прикаспийской впадины, Устюрт-Бозашинского и Мангышлакского бассейна и уточнение особенностей разреза, в т.ч.: отдельных стратиграфических свит, свидетельствует о новых возможностях и дополнительном потенциале для расширения интервалов нефтегазоносности и прироста запасов нефти и газа.

2. Комплексное изучение перспективных структур с учетом размещения ближайшей зоны нефтегазонакопления должно учитывать использование материалов региональной и площадной сейсморазведки, характер и закономерности в распределении значений ФЭС по разрезу и по латерали.

3. В условиях разрабатываемых месторождений выделение дополнительных интервалов вполне может повысить показатели сырьевой базы актива, обеспечить повышение коэффициента нефтеотдачи и полноту извлечения сырья.

4. Немаловажное значение имеет детальное изучение разреза методами ГИС и сейсморазведкой в плане применения новых технологий в целях повышения нефтеотдачи продуктивных горизонтов. Геологические особенности строения разреза отдельных регионов обуславливают высокую эффективность выделения продуктивных интервалов при определенном сочетании методов ГИС.

5. Уточнение методики изучения продуктивности и новые «подходы» в оценке разреза, направленные на обеспечение максимальной эффективности поисковых работ, указывают на необходимость более детального учета литологии и фациального «наполнения» разреза пробуренных скважин. При этом следует учитывать региональное и структурное положение рассматриваемого конкретного локального объекта. Повышенное внимание

поисковиков должно быть направлено на более широкое изучение тонких пластов. Многообразие разрезов мезозойских отложений следует расценивать весьма благоприятным фактором, что заведомо предполагает широкий спектр вероятных ловушек нефти и газа и перспективных объектов.

6. Применение инновационных технологии МФ по обработке и интерпретации данных сейсмических исследований в комплексе с материалами ГИС позволит существенно расширить возможности прогноза продуктивных интервалов в разрезе перспективных локальных объектов.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Акчулаков У.А. Новая ресурсная база углеводородов Республики Казахстан и пути возможной их реализации». Ред. Б.М. Куандыков, О.С. Турков, М.С. Трохименко и др. / Нефтегазоносные бассейны Казахстана и перспективы их освоения. Общественное объединение «Казахстанское общество нефтяников-геологов. Алматы, 2015. С.21-29.
2. Адилбеков К.А., Матлошинский Н.Г., Матлошинский Р.Н. Углеводородная система надсолевого комплекса Прикаспийской впадины (на примере зоны Тенгиз-Карасор) // Нефть и газ. 2021. № 2 (122). С.35-42.
3. Ажгалиев Д.К., Каримов С.Г., Косназарова Н.Р., Алимжанова Г.Н. О комплексном подходе исследования к интерпретации данных сейсморазведки 3Д в зонах развития соляной тектоники // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологическая. 2014. №4. С.68-73.
4. Ажгалиев Д.К., Каримов С.Г., Курметов Б.К., Балабаева У.Ш. Типичные модели строения залежей углеводородов в надсолевом комплексе Прикаспийского бассейна // Нефть и газ. Алматы. 2019. № 6. С.69-84.
5. Ажгалиев Д.К., Максотова Ш.Ж. Особенности геологического строения и нефтегазоносность юрско-меловых отложений Южно-Эмбинского региона // Геология и охрана недр. Академия минеральных ресурсов. 2023. № 2 (87). С.30-39.
6. Ескожа Б.А., Воронов Г.В., Куантаев Н.Е., Трохименко М.С., Шудабаев К.С., Маджанов К.К. Результаты и направления дальнейшей реализации нефтегазового потенциала надсолевых отложений Южно-Прикаспийской впадины // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия Геологическая. 2007. № 6. С. 34-50.
7. Ескожа Б.А. Особенности строения и перспективы нефтегазоносности триасового комплекса юга Прикаспийской впадины // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологическая. 2008. № 4. С.38-48.
8. Исенов С.М., Караулов А.В. Технологии Мультифокусинг и Дифракционный Мультифокусинг – новый уровень геологического изучения подсолевых

- карбонатных резервуаров в Прикаспийской впадине // Нефтегазовая вертикаль. 2014. № 22-23-24. С.14-15.
9. Куанышев Ф.М., Пронин А.П., Борzych Б.В. Анализ и переинтерпретация геолого-геофизических материалов с целью выделения перспективных участков в надсолевом комплексе блока Лиман. Том 1, 2. Атырау, 2008. С. 56-60.
  10. Мусагалиев М.З. 3D сейсморазведка при подготовке перспективных на нефть и газ объектов. Астана, 2011. 210 с.
  11. Нуралиев Б.Б. Основа определения стратегии нефтепоисковых работ – разломная тектоника // Нефть и газ. 2008. № 8. С.42-55.
  12. Таскинбаев К.М., Тарбаев С.К., Ерниязова Г.Т., Айткалиева Н.Б. Перспективы нефтегазоносности валанжинского горизонта на Южной Эмбе / Материалы международной конференции «Проблемы нефтегазового комплекса Казахстана». Атырау: Атырауский университет нефти и газа, 2001. Т.2. С.31-36.
  13. Таскинбаев К.М., Обрядчиков, Д.К. Ажгалиев, Г.В. Воронов, С.Н. Нурсултанова, Нысанова А.С. Неантиклинальные ловушки нефти и газа в Республике Казахстан. Монография. Атырауский университет нефти и газа им. Сафи Утебаева. Алматы, 2020. 272 с.
  14. Таскинбаев К.М., Ахметов С.М., Ажгалиев Д.К., Диаров М.Д. Уточнение направлений геологоразведочных работ в Казахстане на основе особенностей нефтегазоносности осадочных бассейнов // Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук. Алматы. 2021. № 1. С.177-185.
  15. Трохименко М.С. Структурно-седиментационные ловушки-резервуары в солянокупольной области Прикаспийской впадины: закономерности расположения, механизм формирования, особенности образования залежей нефти и газа. Актуальные проблемы геологии и нефтегазоносности южной части Прикаспийской впадины / Материалы международной научной конференции «АтырауГео-2011». Атырау, 2011. 190 с.
  16. Казанцева Т.Т. К аспектам проблем геологии Южного Урала // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 49, № 4(112). С. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
  17. Харитонов А. Л. Геолого-геофизический анализ морфологических структур центрального типа Предуральяских регионов Восточно-Европейской платформы и их связь с месторождениями нефти и газа // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 39, № 2(102). С. 40-48. DOI 10.24412/1728-5283-2021-2-40-48. EDN KTVHYJ.
  18. Попков В. И. Доверхнепермские отложения полуострова Бузачи и перспективы их нефтегазоносности / В. И. Попков, И. В. Попков // Вестник

Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 40, № 3(103). С. 5-15. DOI 10.24412/1728-5283-2021-3-5-15. EDN BNUUSV.

19. Деркач А.А. Комплексные геофизические исследования скважных условий течения солей в Кунгурских отложениях на юге Оренбургской области // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2021. Т. 40, № 3(103). С.34-43. DOI 10.24412/1728-5283-2021-3-43-50. EDN MEVVNV.
20. Жерновкова Т.В., Мартьянова К.В., Хлебников М.С., Одинцова М.Ю. Применение динамического анализа при картировании сложнопостроенных отложений ачимовской толщи на примере месторождения ЯНАО // Вестник Академии наук Республики Башкортостан. 2023. Т. 49, № 4(112). С. 65-72. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-65-72. EDN EOXDIM.

## REFERENCES

1. Akchulakov U.A. New hydrocarbon resource base of the Republic of Kazakhstan and ways of their possible implementation.” Ed. B.M. Kuandykov, O.S. Turkov, M.S. Trokhimenko et al. / Oil and gas basins of Kazakhstan and prospects for their development. Public association “Kazakhstan Society of Oilmen-Geologists. Almaty, 2015. Pp.21-29.
2. Adilbekov K.A., Matloshinsky N.G., Matloshinsky R.N. Hydrocarbon system of the post-salt complex of the Caspian basin (using the example of the Tengiz-Karasar zone) // Oil and Gas. 2021. No. 2 (122). Pp. 35-42.
3. Azhgaliev D.K., Karimov S.G., Kosnazarova N.R., Alimzhanova G.N. On an integrated research approach to the interpretation of 3D seismic data in salt tectonic development zones // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geological series. 2014. No. 4. Pp. 68-73.
4. Azhgaliev D.K., Karimov S.G., Kurmetov B.K., Balabaeva U.Sh. Typical models of the structure of hydrocarbon deposits in the post-salt complex of the Caspian basin // Oil and Gas. Almaty. 2019. No. 6. Pp. 69-84.
5. Azhgaliev D.K., Maksotova Sh.Zh. Features of the geological structure and oil and gas potential of Jurassic-Cretaceous deposits of the South Emba region // Geology and subsoil protection. Academy of Mineral Resources. 2023. No. 2 (87). Pp. 30-39.
6. Eskozha B.A., Voronov G.V., Kuantaev N.E., Trokhimenko M.S., Shudabaev K.S., Madzhanov K.K. Results and directions for further implementation of the oil and gas potential of post-salt deposits of the South Caspian depression // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geological series. 2007. No. 6. Pp. 34-50.
7. Eskozha B.A. Features of the structure and prospects for oil and gas potential of the Triassic complex in the south of the Caspian basin // Proceedings of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geological series. 2008. No. 4. Pp.38-48.
8. Isenov S.M., Karaulov A.V. Technologies Multifocusing and Diffraction Multifocusing

- a new level of geological study of subsalt carbonate reservoirs in the Caspian basin // Oil and Gas Vertical. 2014. No. 22-23-24. Pp.14-15.
9. Kuanyshev F.M., Pronin A.P., Borzykh B.V. Analysis and reinterpretation of geological and geophysical materials in order to identify promising areas in the post-salt complex of the Liman block. Volume 1, 2. Atyrau, 2008. Pp. 56-60.
  10. Musagaliev M.Z. 3D seismic exploration in the preparation of promising oil and gas objects. Astana, 2011. 210 p.
  11. Nuraliev B.B. The basis for determining the strategy for oil exploration is fault tectonics // Oil and Gas. 2008. No. 8. Pp.42-55.
  12. Taskinbaev K.M., Tarbaev S.K., Erniyazova G.T., Aitkalieva N.B. Prospects for the oil and gas potential of the Valanginian horizon on the South Emba / Proceedings of the international conference “Problems of the oil and gas complex of Kazakhstan”. Atyrau: Atyrau University of Oil and Gas, 2001. T.2. Pp.31-36.
  13. Taskinbaev K.M., Obryadchikov, D.K. Azhgaliev, G.V. Voronov, S.N. Nursultanova, Nysanova A.S. Non-anticlinal oil and gas traps in the Republic of Kazakhstan. Monograph. Atyrau University of Oil and Gas named after. Safi Utebaeva. Almaty, 2020. 272 p.
  14. Taskinbaev K.M., Akhmetov S.M., Azhgaliev D.K., Diarov M.D. Clarification of the directions of geological exploration work in Kazakhstan based on the oil and gas potential of sedimentary basins // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Geology and Engineering Science Series. Almaty. 2021. No. 1. Pp.177-185.
  15. Trokhimenko M.S. Structural-sedimentation traps-reservoirs in the salt-dome region of the Caspian basin: patterns of location, mechanism of formation, features of the formation of oil and gas deposits. Current problems of geology and oil and gas potential of the southern part of the Caspian basin / Materials of the international scientific conference “AtyrauGeo-2011”. Atyrau, 2011. 190 p.
  16. Kazantseva T.T. On aspects of the problems of geology of the Southern Urals // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 49, No. 4(112). pp. 5-10. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-5-10. EDN GTXVPR.
  17. Kharitonov A.L. Geological and geophysical analysis of morphological structures of the central type of the Pre-Ural regions of the East European Platform and their connection with oil and gas fields // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. T. 39, No. 2(102). pp. 40-48. DOI 10.24412/1728-5283-2021-2-40-48. EDN KTVHYJ.
  18. Popkov V.I. Pre-Upper Permian deposits of the Buzachi Peninsula and prospects for their oil and gas potential / V.I. Popkov, I.V. Popkov // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. T. 40, No. 3(103). pp. 5-15. DOI 10.24412/1728-5283-2021-3-5-15. EDN BNUUSV.
  19. Derkach A.A. Complex geophysical studies of well conditions of salt flow in the Kungur deposits in the south of the Orenburg region // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. T. 40, No. 3(103). P.34-43. DOI 10.24412/1728-5283-

2021-3-43-50. EDN MEVVNV.

20. Zhernovkova T.V., Martyanova K.V., Khlebnikov M.S., Odintsova M.Yu. Application of dynamic analysis in mapping complex deposits of the Achimov strata using the example of the Yamal-Nenets Autonomous Okrug deposit // Bulletin of the Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2023. T. 49, No. 4(112). pp. 65-72. DOI 10.24412/1728-5283-2023-4-65-72. EDN EOXDIM.

#### ***Сведения об авторах:***

***Ажгалиев Дулат Калимович***, доктор геолого-минералогических наук, доцент нефтегазового факультета. Некоммерческое акционерное общество «Атырауский университет нефти и газа им. Сафи Утебаева». г. Атырау, Республика Казахстан. 060027, г. Атырау, ул. М. Баймуханова, 45-А. Офисный тел.: +7 (7122) 360135; моб.: +7 (777) 222 4002. ORCID: 0000-0001-9770-0473. E-mail: [dulat.azhgaliev@gmail.com](mailto:dulat.azhgaliev@gmail.com)

***Баймурзаева Жанна Баймурзаевна***, докторант института нефтегазового дела, Некоммерческое акционерное общество «Казахский национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева». г. Алматы, Республика Казахстан. 060024, г. Атырау, ул. Т. Джумагалиева, 14-а, кв 207. Моб. тел.: +7 (778) 510 8195. ORCID: 0009-0001-7409-0323; e-mail: [zhan-7777@bk.ru](mailto:zhan-7777@bk.ru)

#### ***Author's personal details:***

***Azhgaliev Dulat Kalimovich***, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Associate Professor of the Oil and Gas Faculty. Non-profit joint-stock company "Atyrau Oil and Gas University named after. Safi Utebaeva." Atyrau, Republic of Kazakhstan. 060027, Atyrau, st. M. Baimukhanova, 45-A. Office tel.: +7 (7122) 360135; mobile: +7 (777) 222 4002. ORCID: 0000-0001-9770-0473. E-mail: [dulat.azhgaliev@gmail.com](mailto:dulat.azhgaliev@gmail.com)

***Baymurzaeva Zhanna Baymurzaevna***, doctoral student at the Institute of Oil and Gas Business, Non-profit joint-stock company "Kazakh National Research Technical University named after. K.I. Satpayev." Almaty, Republic of Kazakhstan. 060024, Atyrau, st. T. Dzhumagalieva, 14-a, apt. 207. Mob. tel.: +7 (778) 510 8195. ORCID: 0009-0001-7409-0323. E-mail: [zhan-7777@bk.ru](mailto:zhan-7777@bk.ru)

© Ажгалиев Д.К., Баймурзаева Ж.Б.