

DOI: 10.17353/2070-5379/25\_2023

УДК 551.242:[553.981/.982.23:551.761](574.12)

**Попков В.И., Попков И.В.**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный университет» (ФГБОУ ВО «КубГУ»), Краснодар, Россия, geoskubsu@mail.ru

## **ЛОВУШКИ УГЛЕВОДОРОДОВ В ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ СКИФСКО-ТУРАНСКОЙ ПЛАТФОРМЫ В РАЙОНАХ РАЗВИТИЯ СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВЫХ ДИСЛОКАЦИЙ**

*Рассмотрено строение складчато-надвиговых дислокаций в триасовых отложениях северного борта Южно-Мангышлакского прогиба. Описаны неизвестные ранее пологие внутрiformационные тектонические срывы, образовавшиеся в обстановке тангенциального сжатия. Показано, что зоны дислокационного разуплотнения вулканогенно-карбонатной нефтегазоносной формации приурочены к сводовым частям принадвиговых антиклиналей. Обосновано активное участие в формировании резервуаров в низкопроницаемых породах триаса высокоэнергетичных глубинных флюидов, использовавших зоны тектонического разуплотнения пород в качестве каналов миграции.*

**Ключевые слова:** *складчато-надвиговая дислокация, триасовые породы, ловушка углеводородов, глубинные флюиды, Южно-Мангышлакский прогиб, Скифско-Туранская платформа.*

### **Введение**

По мере истощения запасов нефти и газа в верхних горизонтах разреза осадочных бассейнов поисково-разведочные работы смещаются на большие глубины, имеющие, как правило, более сложное геологическое строение. Это в полной мере относится и к Скифско-Туранской платформе, основные перспективы нефтегазоносности которой связаны с триасовыми отложениями. При проведении геологоразведочных работ в ее пределах обнаружены целые области, где общий стиль тектоники доюрских отложений определяют складчато-надвиговые структуры: Каневско-Березанская система дислокаций - на западе Скифской плиты, Бузачинский свод и Восточно-Мангышлакские дислокации - в западной части Туранской плиты [Исмагилов и др., 1991; Попков, 1985, 1990]. Наибольший интерес представляют дислокации в триасовых отложениях Жетыбай-Узеньской тектонической ступени северного борта Южно-Мангышлакского платформенного прогиба, содержащие промышленные скопления нефти и газа. Целью настоящей работы является изучение особенностей морфологии складчато-надвиговых дислокаций и условий локализации скоплений углеводородов в их пределах. Полученные результаты могут способствовать не только более глубокому пониманию механизма складкообразования в осадочном покрове внутренних районов платформ, но и решению некоторых вопросов практической нефтегазопоисковой геологии.

## Материалы и методы

Для выполнения поставленной задачи произведен комплексный анализ имеющейся к настоящему времени геолого-геофизической информации по строению триасовых отложений Жетыбай-Узеньской ступени. Произведены макро- и микроописание кернов скважин, литолого-стратиграфическое расчленение и корреляция разрезов скважин с использованием данных всех видов каротажа, палеонтологических определений органических остатков. Используются материалы сейсморазведки МОГТ (метод общей глубинной точки) с высокой кратностью наблюдений. Применены методы сейсмостратиграфии и структурного анализа.

Детально исследованы особенности строения отдельных месторождений нефти и газа. Для изучения емкостно-фильтрационных свойств пород проанализированы данные петрофизики, каротажные диаграммы. Привлечены данные химических анализов макро- и микрокомпонентного состава пластовых флюидов, испытаний поисково-разведочных скважин.

## Результаты исследований

### *Краткая литолого-стратиграфическая характеристика триасовых отложений*

На основе детального изучения скважинного материала по доюрским отложениям осуществлено расчленение разреза на слагающие его литологические толщи, составлен сводный разрез триасовых отложений северного борта Южно-Мангышлакского прогиба (рис. 1). Для удобства практического использования литологическим толщам присвоены индексы ( $T_1^0$ ,  $T_1^1$ ,  $T_1^2$  и т.д.), отражающие их возрастную последовательность расположения в разрезе. Для межплощадной корреляции привлечены данные сейсморазведки. Учитывая, что этот вопрос детально рассмотрен авторами в предыдущей статье [Попков, Попков, 2023], характеристика триасового разреза дается в краткой форме.

Наиболее древние отложения (толща  $T_1^0$ ) вскрыты на Узеньском поднятии скв. 115 в интервале глубин 4250-4450 м (забой). В их составе преобладают красноцветные грубозернистые терригенные породы (песчаники, алевролиты). Вскрытая мощность отложений составляет 200 м. Предполагается индский возраст данной толщи. Глубоким бурением ее отсутствие доказано на поисково-разведочных площадях, расположенных в юго-западной части Жетыбай-Узеньской ступени (площади Баканд, Саукудук, Южный Жетыбай, Бектурлы, Придорожная, Жетыбай, Западный Жетыбай и Северо-Западный Жетыбай).

Выше по разрезу залегает мощная монотонная пестроцветная толща ( $T_1^1$ ), сложенная аргиллитами, туфоаргиллитами с маломощными прослоями алевролитов, мелко-среднезернистых песчаников, карбонатных пород. В верхах разреза появляются прослои зеленовато-серых туфов и туффигов. Возраст толщи обоснован находками фауны и флоры и

уверенно датируется как раннетриасовый. На перечисленных выше площадях южной и западной частей Жетыбай-Узенской ступени, где данные отложения залегают с размывом на палеозойских образованиях, в основании толщи выделяется базальная пачка мощностью 20-30 м, в составе которой преобладают грубозернистые породы с прослоями гравелитов и мелкогалечных конгломератов, содержащих плохоокатанные и слабоотсортированные обломки подстилающих магматических и метаморфических пород.

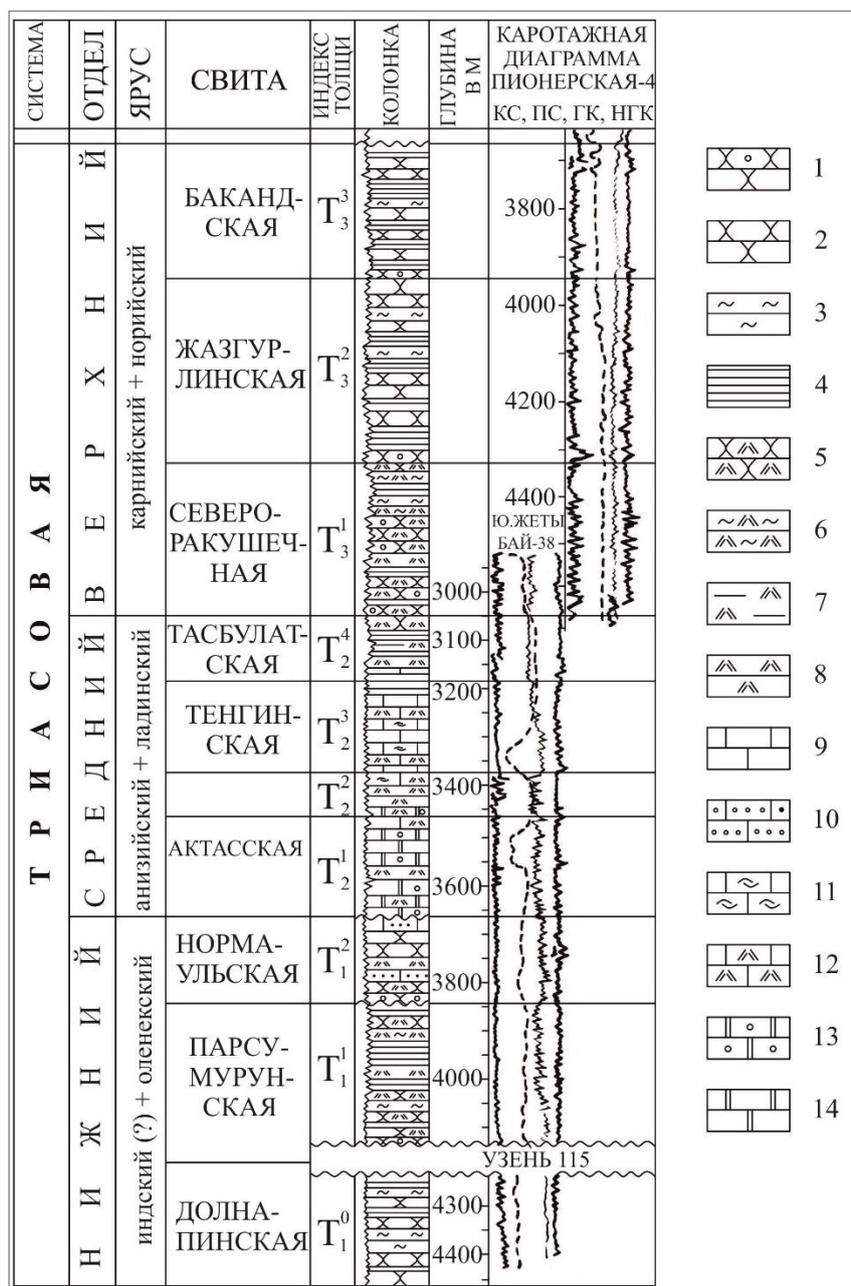


Рис. 1. Сводный разрез триасовых отложений Жетыбай-Узенской ступени Южно-Мангышлакского прогиба

1 - песчаники грубозернистые с гравийной примесью, 2 - песчаники средне- и мелкозернистые, 3 - алевролиты, 4 - аргиллиты, 5 - туфопесчаники, 6 - туфоалевролиты, 7 - туфоаргиллиты, 8 - туффиты и туфы, 9 - известняки мелкозернистые и кристаллические, 10 - известняки с терригенной примесью, 11 - известняки органогенно-детритовые, 12 - туфоизвестняки, 13 - доломиты оолитово-комковатые и оолитово-обломочные, 14 - доломиты сугтковые.

Карбонатно-терригенная толща ( $T_1^2$ ), залегающая с размывом на подстилающих отложениях, сложена песчаниками, алевролитами, аргиллитами, известняками. Во всех литологических разностях отмечается постоянная примесь вулканогенного материала. Подчиненное значение имеют отдельные маломощные прослои туфов. Окрашены породы в темно-серые, серые, зеленовато-серые цвета. Возраст отложений, благодаря многочисленным находкам аммоноидей, уверенно датируется как позднеоленинский. В северном и восточном направлениях мощность толщи заметно возрастает, достигая 828 м на Тенгинском поднятии (скв. 52) и 1043 м на Узени (скв. 113), при одновременном повышении глинистости разреза, сопровождающимся ухудшением коллекторских свойств пород. Отсутствие отложений в разрезе установлено в районе Северо-Западного Жетыбая, площадей Придорожная, Саукудук и Баканд.

На отложениях нижнего триаса с размывом залегают вулканогенно-доломитовая толща ( $T_2^1$ ) среднего триаса. Характерной особенностью толщи является широкое развитие в ее составе оолитово-комковатых и оолитово-обломочных доломитов, переслаивающихся с туфогенными прослоями, органогенно-детритовыми и микрозернистыми известняками. Органогенно-детритовая примесь представлена перекристаллизованными створками остракод. Присутствуют единичные окатанные обломки эффузивов, кремнистых пород (0,2-0,7 мм). В нижней половине толщи увеличивается роль туфогенных пород, органогенно-детритовых и копролитовых известняков.

Согласно фаунистическим находкам, возраст вулканогенно-доломитовой толщи и описываемых ниже трех последующих толщ, датируется как среднетриасовый [Попков, Попков, 2023]. На наблюдаемое ныне площадное распространение толщи в значительной мере повлиял предъюрский размыв: ее отсутствие доказано в северной части Жетыбай-Узеньской ступени и практически на всей территории Кокумбайской моноклинали. В местах, не затронутых размывом, мощность толщи  $T_2^1$  составляет 230 м (скв. Южный Жетыбай 4-П).

В строении известняково-вулканогенной толщи ( $T_2^2$ ) важное значение приобретают вулканокластические породы, чередующиеся с известняками, среди которых выделяются как оолитово-комковатые и оолитово-обломочные, так и органогенно-детритовые, полидетритовые, шламовые разности. Подчиненную роль играют песчаники, аргиллиты и доломиты. Мощность толщи в районах, не затронутых размывом, колеблется от 50 до 107 м.

Вышележащая вулканогенно-известняковая толща ( $T_2^3$ ) представлена в основном органогенно-детритовыми (существенно остракодовыми) и шламовыми известняками черного цвета с прослоями, обогащенными вулканогенным материалом. В середине толщи его содержание заметно возрастает, в результате чего она оказывается разделенной на две части. От предъюрского размыва эта часть разреза сохранилась лишь в юго-западных и южных

районах Жетыбай-Узеньской ступени, где ее мощность достигает 300 м. Возраст пород датирован многочисленными фаунистическими находками.

Завершает разрез среднего триаса вулканогенно-аргиллитовая толща ( $T_2^4$ ), представленная неравномерно переслаивающимися туфоаргиллитами, аргиллитами с редкими прослоями (0,5-2 м) кристалло- и витрокластических туфов, единичными прослоями (до 1,5 м) туфопесчаников и известняков. В сохранившихся от размыва разрезах мощность толщи составляет 80-160 м.

В составе трансгрессивно налегающих отложений верхнего триаса выделяются три толщи (снизу вверх): туфогенно-терригенная, песчаниково-аргиллитовая и аргиллито-песчаниковая (см. рис. 1). Туфогенно-терригенная толща ( $T_3^1$ ) сложена разномерными (от среднезернистых до грубозернистых) песчаниками и туфопесчаниками, туфоалевролитами и туфоаргиллитами. В ее основании выделяется песчано-гравелитовая пачка мощностью от 20-30 до 70 м. В составе кластического материала присутствуют обломки магматических и метаморфических пород. Характерно наличие переотложенных продуктов разрушения нижележащих туфогенных пород, отличающихся слабой окатанностью (вплоть до остроугольных обломков) и размером до 2-3 см. Все это указывает на базальный характер пачки, фиксирующей начало нового цикла седиментации.

Залегающая выше песчаниково-аргиллитовая толща ( $T_3^2$ ) характеризуется сравнительно равномерным чередованием серых и темно-серых песчаников, алевролитов и аргиллитов при преобладании последних. Отличительной особенностью толщи является отсутствие в ее составе вулканогенного материала. Мощность отложений достигает 440 м.

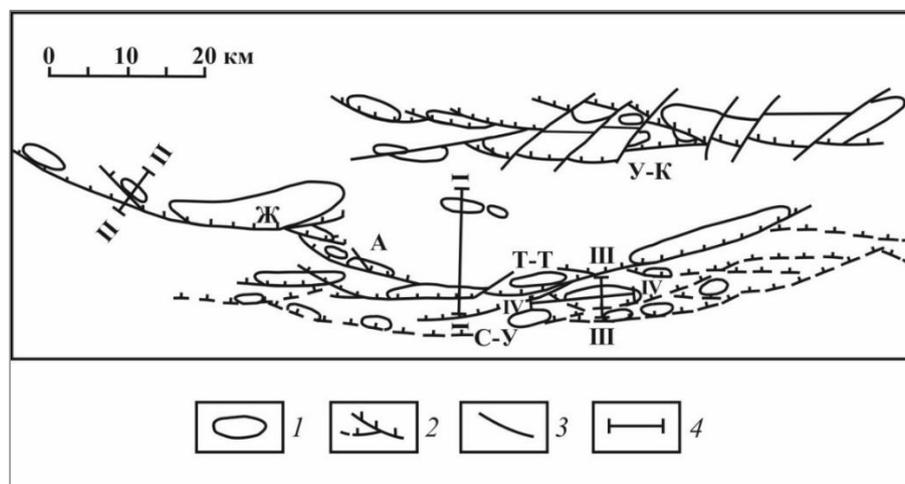
Венчает разрез верхнего триаса аргиллито-песчаниковая толща ( $T_3^3$ ). Присутствие ее в разрезе доказано лишь после разбуривания поднятий Баканд, Пионерская и Саукудук, расположенных в зоне сочленения Жетыбай-Узеньской ступени и Жазгурлинской депрессии. Максимальная вскрытая ее мощность - 286 м (скв. Пионерская 4). По сравнению с нижележащей толщей отмечается появление более грубого материала с преобладанием терригенных пород псаммитовой размерности.

### ***Строение складчато-надвиговых дислокаций***

В пределах Жетыбай-Узеньской тектонической ступени в юрско-меловых отложениях выделяются три крупные дугообразные складчато-надвиговые зоны: Тенге-Тасбулатская (протяженность 70 км), Узень-Карамандыбасская (70 км), Жетыбайская (45 км) (рис. 2). Асимметричные локальные поднятия, входящие в их состав, прилегают с севера к надвигам.

Платформенные антиклинали пространственно приурочены к фронтальным частям крупных триасовых надвигов. Триасовые отложения в отличие от юрско-меловых дислоцированы гораздо интенсивнее. Углы падения слоев на крыльях складок исчисляются

десятками градусов. В ряде случаев в лобовых частях тектонических пластин формируются мощные зоны смятия горных пород, фиксирующиеся на сейсмических разрезах зонами потери корреляции отражений (рис. 3). Как показало изучение кернового материала, углы падения пород на этих участках достигают 50-70°, а иногда - 90°. Более того, внутри самого триасового разреза отмечается дисгармония в складчатости отдельных литокомплексов, предопределенная неоднородностью их пластических свойств [Попков, 1986]. Достоверность большинства замеров не вызывает сомнений, так как напластование подчеркивается текстурными и структурными особенностями триасовых отложений, чередованием в разрезе различных литологических разностей осадочных и вулканогенно-осадочных пород, в том числе слоев, насыщенных макрофауной, залегающих вертикально (например, скв. 10 Тасбулат).

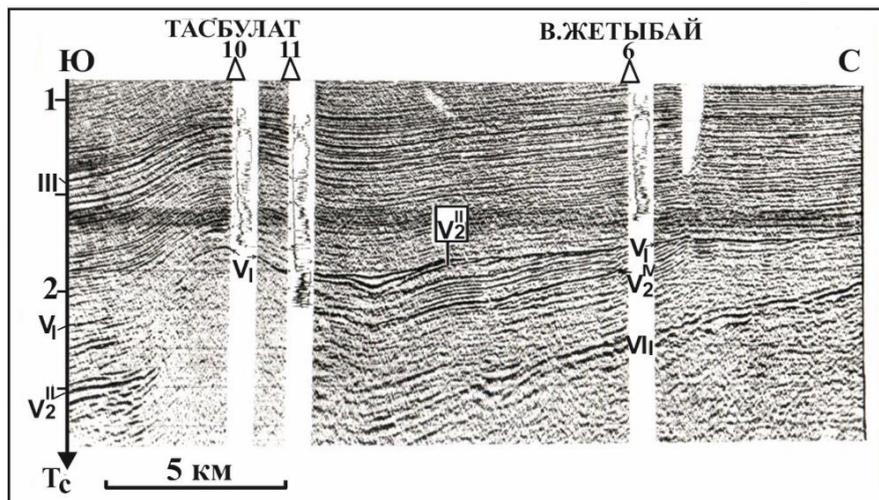


**Рис. 2. Тектоническая схема подошвы платформенного чехла Жетыбай-Узенской ступени**  
 Антиклинальные зоны: У-К - Узень-Карамандыбасская, Ж - Жетыбайская, А - Актаская, Т-Т - Тенге-Тасбулатская, С-У - погребенная Саукдук-Уикуюнская. 1 - локальные поднятия, 2 - надвиги, 3 - прочие разрывы, 4 - линии разрезов, приведенных на рис. 2, 4, 9, 10.

Поперечными и диагональными разрывами тектонические пластины рассечены на отдельные блоки линзовидной формы, которым в перекрывающих отложениях обычно отвечают локальные поднятия или осложняющие их купола. Плоскость этих разрывов близ вертикальна, наряду с вертикальной компонентой смещения отмечается и горизонтальная, то есть по своей кинематической природе они являются сбросо- и взбросо-сдвигами.

В головных частях пластин триасовые отложения в предъюрское время подверглись интенсивному размыву. Высокоамплитудные надвиги и взбросы подсечены в ряде случаев скважинами, вскрывшими сдвоенные разрезы триаса (рис. 4). При этом за фронтом надвига наблюдается скачкообразное возрастание стратиграфической полноты триасового разреза. Принадвиговые участки интенсивно дислоцированных пород по латерали в тыловой части

сменяются блоками, с полого-волнистым или моноклиналильным залеганием одновозрастных отложений (см. рис. 3).



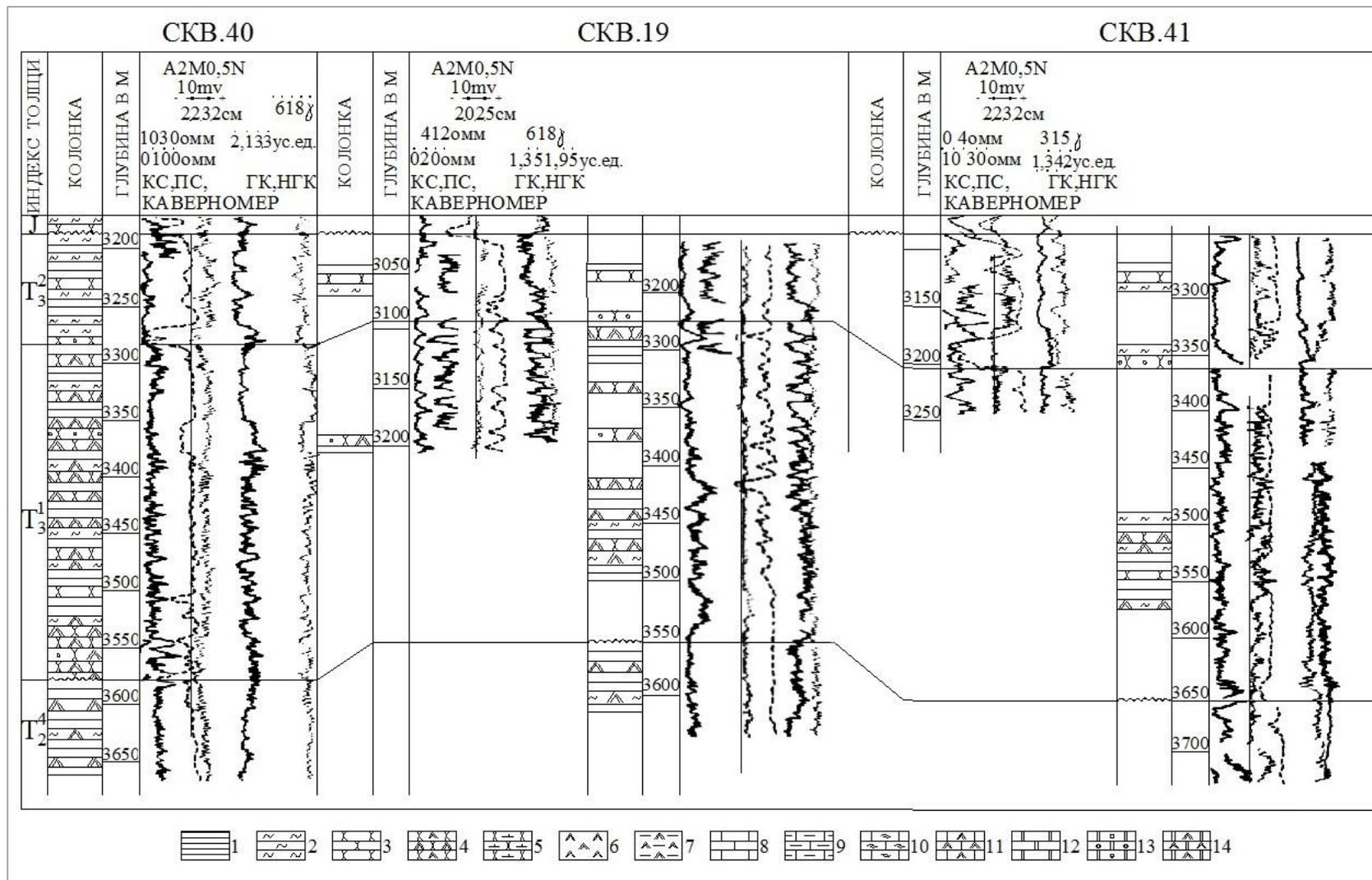
**Рис. 3. Временной сейсмический разрез по линии Восточный Жетыбай - Тасбулат, иллюстрирующий строение мезозойских отложений Жетыбай-Узеньской ступени**

*Отражающие горизонты: III - подошва неокома; V<sub>1</sub> - подошва юры, V<sub>2</sub><sup>II</sup> - кровля карбонатного комплекса среднего триаса, V<sub>2</sub><sup>IV</sup> - подошва карбонатного комплекса среднего триаса, VI<sub>1</sub> - подошва нижнего триаса.*

В пределах западных окончаний рассматриваемых тектонических пластин интенсивность деформаций триасовых отложений ослабевает, амплитуда и верхний стратиграфический диапазон проникновения надвигов уменьшаются. Примером могут служить Северо-Западно-Жетыбайское и Южно-Жетыбайское поднятия, представляющие собой резко асимметричные антиклинали, своды которых смещаются с глубиной по направлению к ограничивающим их разрывам.

Описанные выше структурные особенности триасовых отложений указывают на то, что в предъюрское время они испытали на себе мощное воздействие сил горизонтального сжатия, приведшего к сокращению занимаемой ими площади и, как следствие, образованию пологих срывов и тектонических пластин. Трансформация горизонтальных движений в вертикальные сопровождалась складчатостью и размывом накопленных ранее отложений в их головных частях.

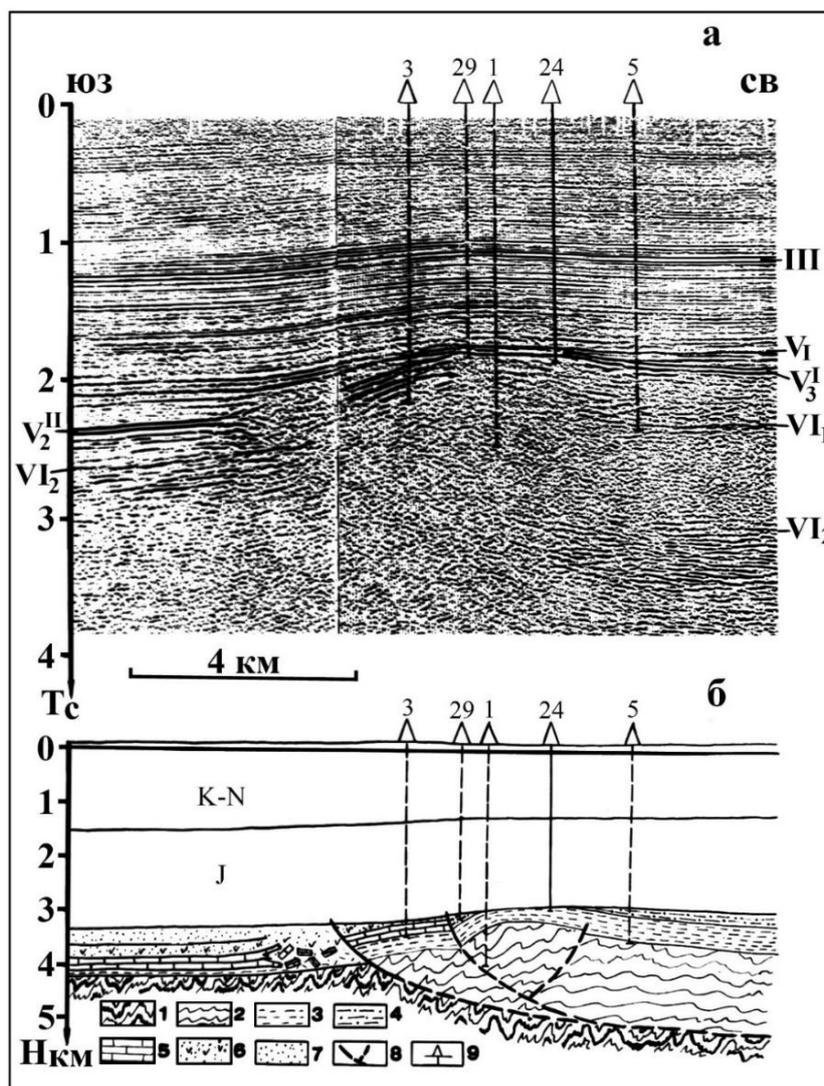
Если амплитуда вертикальных перемещений по взбросо-надвигам устанавливается достаточно надежно, то строгую количественную оценку горизонтальным смещениям дать невозможно. Однако наличие таких смещений подтверждается данными глубоких скважин, располагающихся на незначительном удалении друг от друга, вскрывших разрезы триаса с различной стратиграфической полнотой, мощностью одновозрастных толщ, а также отличающихся фациально.



**Рис. 4. Схема корреляции триасовых разрезов Южного Жетыбая, иллюстрирующая тектоническое «сдвигание» вулканогенно-терригенной толщи в скважинах 19 и 41**

1 - аргиллиты, 2 - алевролиты, песчаники; 3 - аркозовые и полимиктовые, 4 - туфогенные, 5 - известковистые; 6 - туфы, 7 - туфоаргиллиты, известняки; 8 - мелкозернистые и кристаллические, 9 - глинистые, 10 - органогенно-детритовые, 11 - туфогенные; доломиты: 12 - сгустковые, 13 - оолитово-комковатые и оолитово-обломочные, 14 - туфогенные.

Показательными в этом отношении являются результаты бурения на Западно-Жетыбайской площади, где происходит сочленение двух тектонических чешуй, входящих в Жетыбайскую пластину (рис. 5).



**Рис. 5. Разрезы через Западно-Жетыбайскую антиклиналь**

*а - временной сейсмический разрез, б - его геологическая интерпретация (соотношение вертикального и горизонтального масштабов 1:1).*

*Отражающие горизонты: III - подошва неокома, V<sub>1</sub> - подошва юры, V<sub>2</sub><sup>II</sup> - кровля карбонатного комплекса среднего триаса, V<sub>3</sub><sup>I</sup> - подошва верхнего оленека, VI<sub>1</sub> - подошва нижнего триаса, VI<sub>2</sub> - кровля каменноугольных (?) образований.*

*1 - метаморфические породы фундамента, 2 - слабо метаморфизованные отложения верхнего палеозоя, 3 - алевролит-аргиллитовая пестроцветная толща нижнего триаса, 4 - карбонатно-терригенная толща верхнего оленека, 5 - вулканогенно-карбонатная толща среднего триаса, 6 - туфогенно-терригенная толща верхнего триаса, 7 - песчано-аргиллитовая толща верхнего триаса, 8 - разрывы, 9 - скважины.*

Здесь в пределах взброшенного северо-восточного блока в наиболее приподнятой его части (скважины 1, 24, 35 и 69) под трансгрессивно налегающими отложениями нижней юры вскрыта пестроцветная алевролит-аргиллитовая толща нижнего триаса. В скв. 5 под

отложениями юры установлено присутствие в разрезе карбонатно-терригенной толщи верхнего оленека, залегающей на пестроцветной алевролитно-аргиллитовой толще. Необходимо отметить, что накопление карбонатно-терригенной толщи происходило в условиях морского бассейна с нормальным солевым режимом, благоприятным для обитания амmonoидей и другой морской фауны [Липатова, Жидовинов, Старожилова, 1984; Попков, 1985]. В скв. 29, расположенной в 300 м от взброса, под юрской толщей пройдено 67 м верхнеоленекских отложений (карбонатно-терригенная толща), в которых скважина и остановлена.

Скв. 3 Западный Жетыбай, расположенная в юго-западном блоке и находящаяся на расстоянии 3,8 км и 1,2 км от скважин 5 и 29, соответственно, вскрыла иной тип разреза: в интервале 2863-2935 м пройдена туфогенно-терригенная толща верхнего триаса, ниже - вулканогенно-карбонатная толща среднего триаса, а с глубины 3400 м и до забоя - пестроцветы нижнего отдела. То есть данной скважиной вскрыт разрез, типичный для Северо-Западно-Жетыбайского блока, где морские сероцветные отложения верхнего оленека отсутствуют повсеместно. Незначительное расстояние между скважинами позволяет предполагать, что вскрытые ими разрезы триаса принадлежат различным структурно-фациальным зонам и оказались сближенными за счет горизонтальных перемещений. Аналогичные примеры можно найти при сопоставлении триасовых разрезов площадей Саукдук - Южный Жетыбай, Баканд - Тасбулат и др.

С внешней стороны Жетыбайской пластины в разрезе появляются более молодые отложения верхнего триаса (песчаниково-аргиллитовая толща). Здесь же перед фронтом надвига в верхне- и среднетриасовых частях разреза на временных сейсмических разрезах происходит резкое ухудшение записи вплоть до полной потери информации (см. рис. 4). Не исключено, что данная аномалия фиксирует развитие обломков и глыб в триасовом разрезе, представляющих собой фрагменты тектонической мешанины, сгруженной, как скребком, лобовой частью аллохтона. Аналогичную зону потери корреляции триасовых отражающих горизонтов можно наблюдать на всем протяжении вдоль Тенге-Тасбулатской тектонической пластины.

Таким образом, имеющийся сегодня фактический материал позволяет говорить о том, что в триасовом разрезе Жетыбай-Узеньской ступени главенствующая роль принадлежит серии тектонических чешуй и пластин, во фронтальных частях которых отложения претерпели значительные деформации. Очевидно, что они усложняют крупный тектонический срыв, образовавшийся в предъюрское время в результате закрытия Центрально-Мангышлакского пермско-триасового прогиба. Продвижение на юг аллохтонных масс и передача тангенциальных напряжений в пределы Жазгурлинской депрессии привели к образованию в

ее северной части Саукудук-Ушкунской складчато-надвиговой зоны и узкого линейного Тайбагарского прогиба.

### ***Нефтегазоносность складчато-надвиговых дислокаций***

В пределах Жетыбай-Узеньской тектонической ступени в триасовых отложениях выявлен ряд мелких и средних по величине запасов нефтяных, нефтегазовых и газоконденсатных месторождений, связанных со складчато-надвиговыми дислокациями. Наиболее крупными из них являются Южный Жетыбай, Тасбулат, Западный Тасбулат, Каменистое и др., находящиеся в настоящее время в разработке. Строение нефтегазоносных структур может быть проиллюстрировано на примере детально изученных месторождений Южный Жетыбай и Тасбулат.

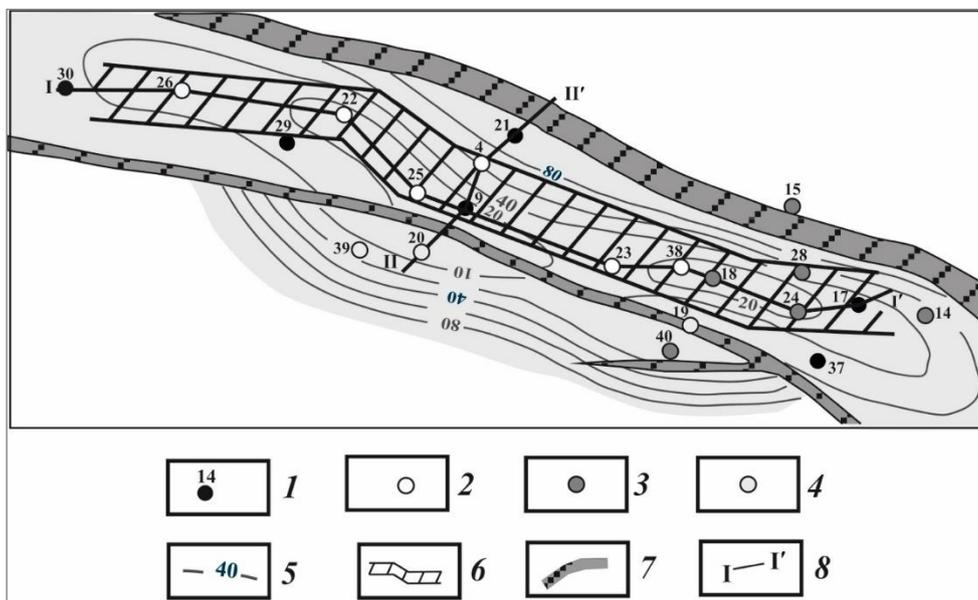
### **Нефтегазовое месторождение Южный Жетыбай**

Южно-Жетыбайская антиклиналь по кровле среднего триаса имеет размер 11,5x2,1 км. Осложнена она Южно-Жетыбайским (Каржауским) и к востоку от него Нормальским локальными поднятиями. На южном крыле структуры фиксируется крупный надвиг, амплитуда которого достигает 500 м. Промышленная нефтегазоносность установлена в юрских (13 залежей, связанных с горизонтами Ю-II - V и Ю-IX - XIII) и триасовых (залежи А, Б, В и Г) отложениях.

Проведенные исследования свидетельствуют о приуроченности триасовых залежей углеводородов месторождения Южный Жетыбай к линейной зоне разуплотнения пород субширотного простирания, совпадающей с присводовой частью антиклинали [Ларичев, Попков, 2003]. Прямым подтверждением этому является расположение всех продуктивных скважин 26, 22, 25, 4, 23, 38, 24, 28, 17 в зоне разуплотнения, а непродуктивных скважин 37, 36, 20, 30, 31, 21, 15, 29 - вне зоны разуплотнения (рис. 6). Кроме того, практически во всех продуктивных скважинах помимо притоков углеводородов получены притоки маломинерализованных вод, причем довольно внушительные. В частности, при опробовании скв. 26 дебит воды на штуцере 7 мм составил 77,8 м<sup>3</sup>/сут, а на 17 мм - 355 м<sup>3</sup>/сут. Дебит газа при этом увеличился с 95 до 216 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а конденсата - с 4,8 до 12,8 м<sup>3</sup>/сут. Скважина долгое время находилась в эксплуатации, однако заметного роста обводненности продукции не произошло. Аналогичные результаты получены в скважинах 25, 38, 22.

Выделенная зона разуплотнения сопровождается четко выраженными гидрохимической и гидродинамической аномалиями в триасовом разрезе. Так, для вод триасового комплекса установлено закономерное возрастание их минерализации по направлению от свода антиклинали к крыльям (см. рис. 6), а также к периклиналям, где минерализация вод увеличивается до 25,0-48,5 г/л. На северном крыле минерализация достигает 157,0-159,0 г/л

(скважины 31, 15, 14). Ростом минерализации сопровождается изменением типа вод. Так, на южном опущенном принадвиговом блоке вскрываются воды хлормагниевого состава, на периклиналях и крыльях - хлоркальциевые воды, замещающиеся в центральной части структуры (скважины 4, 26, 22, 25, 23, 38) водами гидрокарбонатно-натриевого типа [Ларичев, Попков, 2003].



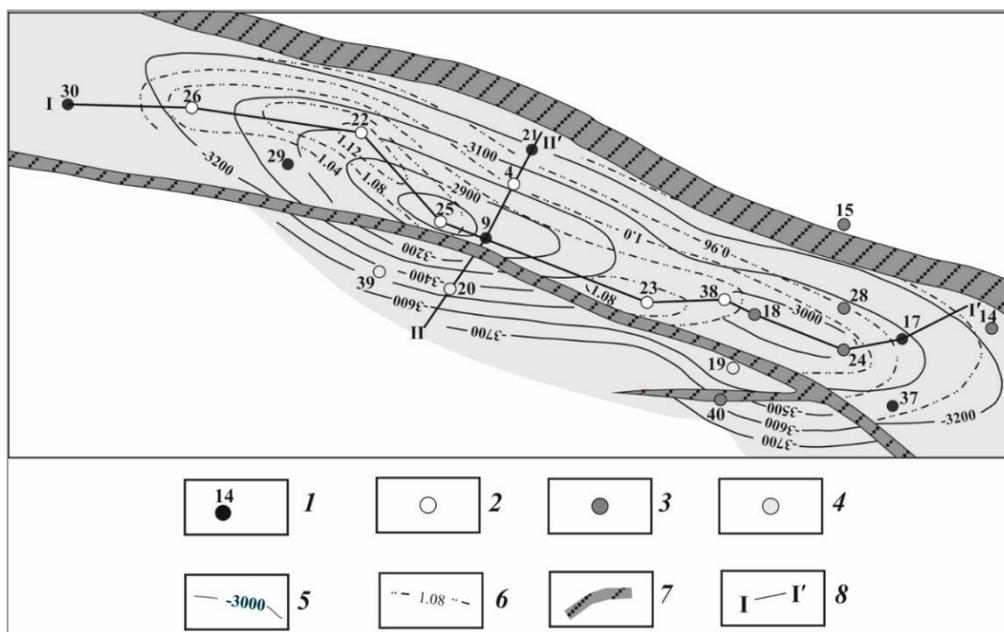
**Рис. 6. Схема гидрохимической зональности триасового комплекса месторождения Южный Жетыбай** ([Ларичев, Попков, 2003] с изменениями)

1-4 - скважины. Вверху - номер скважины, слева - минерализация, г/л; справа - Кнз. Тип воды: 1 - гидрокарбонатно-натриевый, 2 - хлоркальциевый, 3 - хлормагниевого, 5 - изоминеры, г/л; 6 - зона разуплотнения, 7 - разломы по данным сейсморазведки, 8 - линии гидрогеологических разрезов (рис. 8).

Помимо хлормагневых вод в ряде других площадей отмечены воды сульфатно-натриевого типа. Наглядно эта связь прослеживается от периферии структуры к своду. В скважинах 15 и 14, расположенных на северном крыле и восточной периклинали, содержание гидрокарбонат-иона составляет 1,5-7,3 мг-экв/л, а кальция - 142,9-775,8 мг-экв/л. В сводовых скважинах содержание гидрокарбонатов возрастает до 25,4-28,0 мг-экв/л, а концентрация кальция снижается до 0,4-8,5 мг-экв/л (скважины 25 и 26). Тип вод при этом сменился с хлоркальциевого на гидрокарбонатно-натриевый, а минерализация вод уменьшилась с 48,5-157,0 до 1,1-23,7 г/л.

Кроме плановой гидрохимической зональности присутствует вертикальная зональность, выраженная менее контрастно и охарактеризованная ограниченным объемом информации. В скв. 19 минерализация пластовых вод с глубиной уменьшилась с 20,2 г/л (инт. 3455-3496 м) до 14,6 г/л (инт. 3620-3258 м); в скв. 26 - с 40,0 до 19,7 г/л (инт. 3290-3330 м и 3360-3380 м соответственно).

Помимо гидрохимической на месторождении четко проявляется и плановая гидродинамическая зональность, заключающаяся в снижении величины коэффициента негидростатичности  $K_{нг}$  от 1,1-1,14 в присводовых участках складки до 1,0 и ниже на крыльях и периклиналях [Ларичев, Попков, 2003]. Превышение пластового давления над гидростатическим в зоне разуплотнения достигает 7,4 Мпа. Гидродинамическая аномалия со значениями  $K_{нг} > 1$  совпадает в плане с гидрохимической и полностью находится в пределах зоны разуплотнения (см. рис. 6-8).

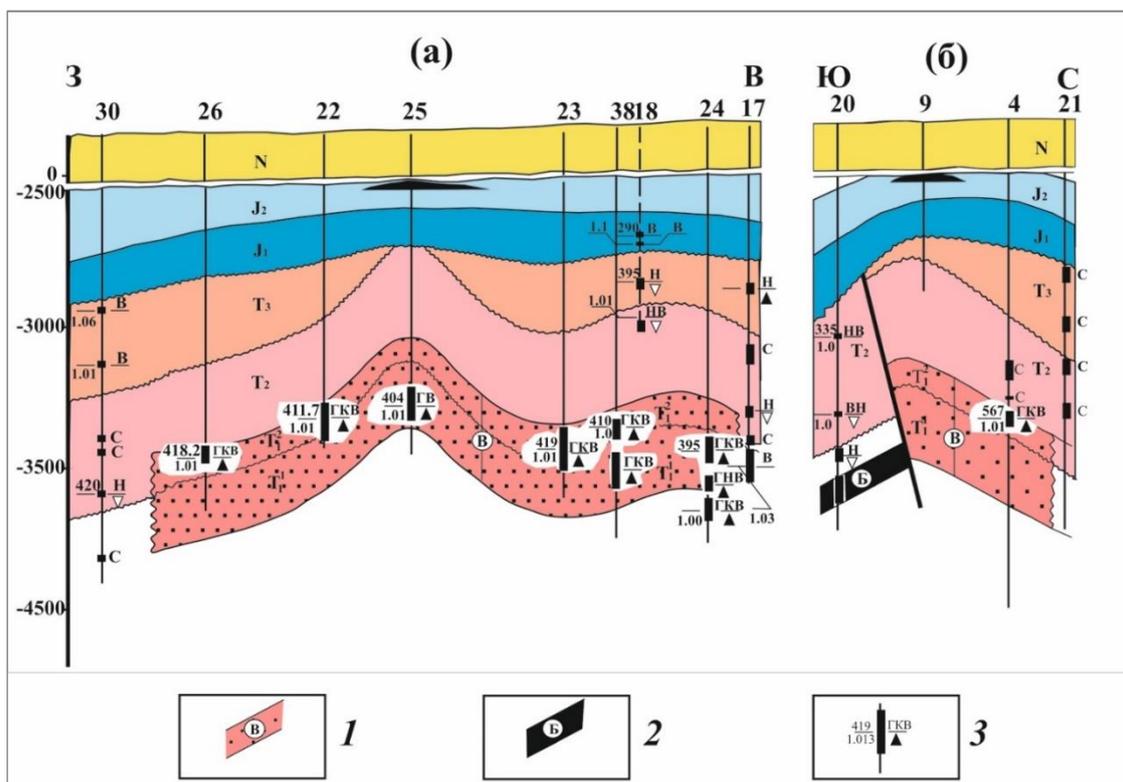


**Рис. 7. Схема гидродинамической зональности триасового комплекса месторождения Южный Жетыбай** ([Ларичев, Попков, 2003] с изменениями)

*1 - скважины: сверху - номер скважины, слева - минерализация, г/л; справа -  $K_{нг}$ , внизу - абсолютная отметка кровли карбонатного пласта. Типы вод: 2 - гидрокарбонатно-натриевый, 3 - хлоркальциевый, 4 - хлормагнийевый. 5 - изогипсы карбонатного пласта среднего триаса; 6 - изолинии коэффициента негидростатичности  $K_{нг}$ ; 7 - разломы по данным сейсморазведки; 8 - линии гидрогеологических разрезов (рис. 8).*

### Нефтегазовое месторождение Тасбулат

Месторождение Тасбулат располагается к востоку от Южно-Жетыбайского и находится с ним в сходных структурных условиях. Скопления углеводородов установлены в юрской продуктивной толще и отложениях триаса. Субширотная принадвиговая антиклиналь имеет размеры 10,0x2,5 км. Триасовые отложения интенсивно дислоцированы. В скв. 10, принимающейся во многих построениях в качестве сводовой, из триасовой части разреза поднят керн с вертикальным залеганием слоев, насыщенных фауной пеллеципод [Попков, 1986]. В кернах других скважин отмечены углы падения слоев, достигающие десятков градусов. Следствием этого является отсутствие регулярных отражений на пересекающих складку сейсмических разрезах (см. рис. 3).



**Рис. 8. Схематические геолого-гидрогеологические профили по линиям I-I и II-II месторождения Южный Жетыбай ([Ларичев, Попков, 2003] с изменениями)**

*1 - газоконденсатная залежь; 2 - нефтяная залежь; 3 - интервалы опробования. Цифры: слева - в числителе пластовое давление, атм; справа в числителе - тип флюида, Г - газ, К - конденсат, В - вода, Н - нефть, С - интервал «сухой», в знаменателе - приток промышленный (закрашен), непромышленный (не закрашен).*

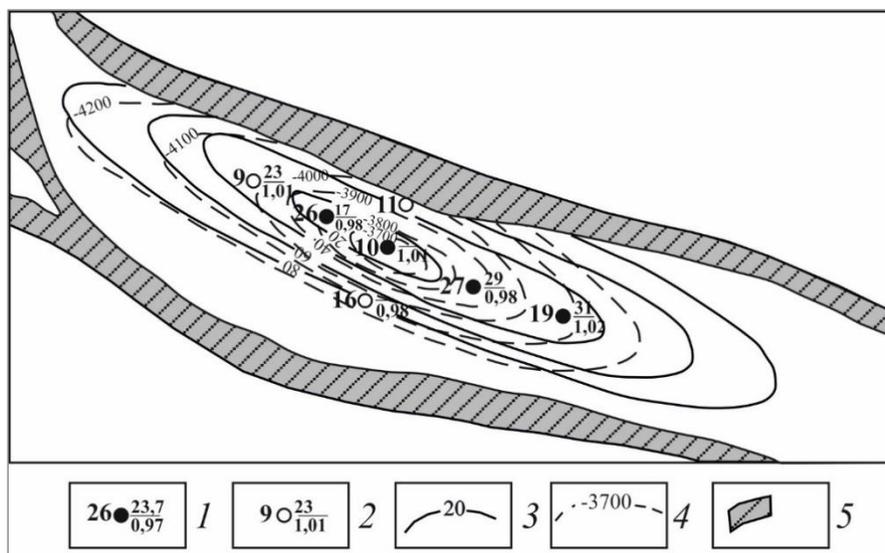
Продуктивные скважины 9, 10, 19, 27 и 26 расположены в зоне повышенной дислоцированности триаса, приуроченной к фронту надвига. Ее ширина составляет немногим более 1 км. С этой зоной связаны основные объемы эпигенетического порообразования, за пределами которой (скважины 11, 16) проницаемые интервалы методами промышленной геофизики не выделяются. Эта зона четко выражена гидрохимически и гидродинамически.

Ниже зоны распространения юрских хлоркальциевых рассолов в отложениях триаса вскрыты воды с минерализацией 17-31 г/л. В этих водах отмечены невысокие концентрации кальция, магния, йода, брома и повышенные содержания гидрокарбонатов (1407 мг/л), сульфатов (1524 мг/л), на фоне которых зафиксирована контрастная гидрогеохимическая аномалия по йоду (скважины 16, 19) [Ларичев, Попков, 2003].

Для подземных вод триасового комплекса в пределах месторождения установлена плановая гидрогеологическая зональность, проявляющаяся в постепенном уменьшении минерализации вод от крыльев и периклиналей к своду структуры (рис. 9).

На месторождении наблюдается и вертикальная гидрохимическая зональность, заключающаяся в возрастании минерализации вод снизу вверх [Ларичев, Попков, 2003].

Наиболее контрастно эта тенденция отмечена в скважинах 19 и 26. В скв. 9 минерализация вод по шестисотметровому разрезу варьирует незначительно - 25,4-27,5 г/л. Гидродинамическая зональность на месторождении выражена менее отчетливо, поскольку значения коэффициента  $K_{нг}$  изменяются в очень узких пределах - 0,98-1,02.



**Рис. 9. Схема гидрохимической зональности месторождения Тасбулат**  
([Ларичев, Попков, 2003] с изменениями)

Скважины: 1 - продуктивные, 2 - с непромышленным притоком. Слева - номер скважины, справа в числителе - минерализация, г/л, внизу - значения коэффициента негидростатичности  $K_{нг}$ ; 3 - изоминеры, г/л; 4 - изогипсы по кровле продуктивного пласта; 5 - разломы по данным сейсморазведки.

### ***О механизме формирования резервуаров углеводородов в триасовых отложениях***

Приведенные выше сведения по Южно-Жетыбайскому и Тасбулатскому месторождениям свидетельствуют о приуроченности участков с благоприятными коллекторскими свойствами к присводовым частям принадвиговых антиклиналей, т.е к местам максимального изгиба слоев, где образуются зоны растяжения и повышенной тектонической трещиноватости пород. Имеют они линейный характер, совпадая с простиранием складок. За пределами зон разуплотнения притоков нефти и газа не получено вследствие крайне низких емкостно-фильтрационных свойств смежных блоков вулканогенно-карбонатного комплекса.

С зонами деформационного разуплотнения в плане совпадают гидрохимические и гидродинамические аномалии подземных вод. Их образование связано с внедрением в вулканогенно-карбонатный комплекс агрессивных глубинных высокоэнергетичных флюидных потоков, использующих зоны повышенной трещиноватости в качестве каналов миграции [Попков, Ларичев, Попков, 2023]. Инъекция флюидов в низкопроницаемые толщи приводит к формированию очагов опресненных вод различного гидрохимического типа - от

гидрокарбонатно-натриевых до хлоркальциевых, а также гидродинамических аномалий [Медведев, Попков, 1986; Рабинович и др., 1985]. При удалении от каналов внедрения происходит постепенное выравнивание гидродинамических и гидрохимических параметров с приближением их к фоновым значениям. Одновременно с этим исчезают и коллекторы. Внедрение агрессивных флюидов сопровождается дополнительным разуплотняющим эффектом за счет процессов гидроразрыва пластов и метасоматоза [Лукин, 2002; Паламарь, Попков, Рабинович, 1981]. В результате формируется сложнопостроенный резервуар, заполняемый нефтью и газом.

Эти заключения находятся в соответствии с известными данными о строении триасовых резервуаров и залежей Южного Мангышлака. Лабораторные исследования кернового материала показали [Коростышевский, 1979; Коростышевский, Кузнецов, 1979; Кузнецов и др., 1978; Проняков 1983; Чербянова, Попков, Проняков, 1984], что в продуктивной вулканогенно-карбонатной толще триаса присутствуют трещинные, порово-трещинные и каверново-поровые типы коллекторов. Матрицей трещинных коллекторов являются участки породы, лишенные трещин. Проницаемость водонасыщенной матрицы имеет крайне низкие значения, не превышающие  $0,01 \times 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>. Емкостью порово-трещинных коллекторов служат первичные и вторичные пустоты. Вторичные коллекторы приурочены к участкам наложенной доломитизации (метасоматическая природа). Аналогичное происхождение имеют и каверново-поровые коллекторы, связанные с кавернозными доломитами.

Характерно, что в прослоях кристаллических и пелитоморфных известняков присутствуют реликты раковин микроорганизмов, оолитов, карбонатных обломков. Реликты первичной органогенной, оолитовой или обломочной структур сохранились и в доломитах, карбонатно-кремнистых породах. Карбонатно-кремнистые породы являются продуктом интенсивного окремнения известняков и доломитов. Определенная часть объема вторичных пустот (тупиковые части трещин, трещины с раскрытостью менее 2 мкм<sup>2</sup>) занята остаточной водой. Коллекторы трещинного типа присутствуют во всех типах пород [Коростышевский, Кузнецов, 1973; Кузнецов и др., 1978].

Установлено, что горизонты вторичных коллекторов, развитых в различных литологических разностях пород, образуют в триасовом разрезе месторождений единый резервуар сложной морфологии [Коростышевский, 1979; Паламарь, Попков, Рабинович, 1981]. Средние значения трещинной пористости при этом сохраняются независимо от исходного состава пород. Изменение мощности каверновых коллекторов происходит за счет замещения, а не выклинивания кавернозных пород, о чем свидетельствует постоянство мощности продуктивных пачек. Положение водонефтяных и газоводяных контактов достоверно не обосновано ни по одной залежи как методами промысловой геофизики, не

позволяющими оценить характер насыщения коллекторов, так и результатами опробования ввиду отсутствия объектов, из которых получены притоки пластовой воды ниже границы залежей [Коростышевский, 1979].

***Внутриформационные послонные тектонические срывы – новый тип ловушек нефти и газа в триасовых отложениях***

Помимо складчато-надвиговых дислокаций в триасовом разрезе Южного Мангышлака присутствует и другой тип структур, сформированных под воздействием сил бокового сжатия. Как отмечалось выше, в области сочленения Жетыбай-Узеньской складчато-надвиговой зоны с Жазгурлинской депрессией располагается Саукудук-Ушкуюнская антиклинальная линия, не находящая отражения в вышележащем платформенном чехле. В триасовых отложениях сейсмическими исследованиями здесь закартированы высокоамплитудные поднятия, такие как Западный Саукудук, Саукудук, Баканд, Западный Чукур, Чукур, Патлак, Северный Патлак, Пионерское. В целом зона характеризуется высокой плотностью разрывных нарушений и имеет сложное строение.

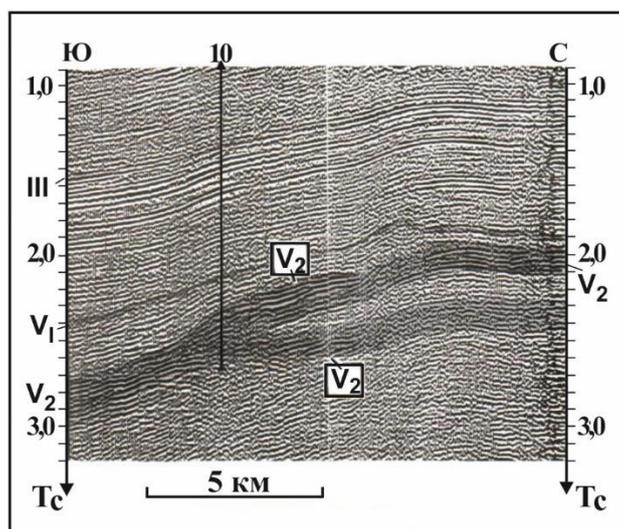
Наиболее изученной бурением является Пионерская антиклиналь, где, как по данным сейсморазведки, так и глубокого бурения, доказано наличие пологих послонных тектонически срывов в отложениях триаса. На сейсмических разрезах, расположенных вкрест, отчетливо видно тектоническое сдваивание вулканогенно-карбонатного комплекса среднего триаса, с которым связана динамически выраженная группа отражающих горизонтов (рис. 10). Подобная же волновая картина зафиксирована и на продольных сейсмических разрезах (рис. 11). Учитывая, что на временных разрезах вертикальный масштаб относительно горизонтального «растянут» более чем в три раза, можно говорить об очень пологом положении поверхности срыва.

Тектоническое сдваивание среднетриасового разреза на Пионерской площади подтверждается и материалами глубокого бурения. Так, вулканогенно-доломитовая толща среднего триаса дважды пройдена скважинами 8 и 10 (рис. 12). Необходимо отметить, что скв. 10 находится непосредственно на линии сейсмического профиля, приведенного на рис. 9. Скважинами 2 и 8 вскрыта газовая залежь в карбонатных отложениях среднего триаса. Коллекторы приурочены к доломитам и доломитизированным известнякам с прослоями туфопесчаников.

Примеры того, как могут выглядеть подобные дислокации, связанные с пологими послонными срывами, можно найти в естественных обнажениях складчато-орогенных сооружений (рис. 13).

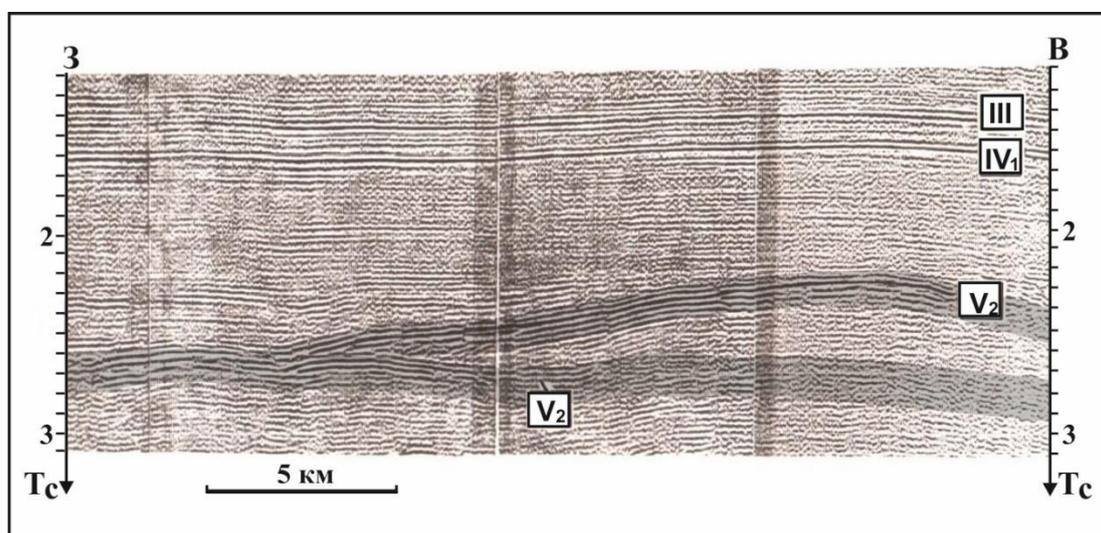
Примечательно, что на начальном этапе интерпретации сейсмических разрезов Саукудук-Ушкуюнской антиклинальной зоны геофизиками, опиравшимися на своеобразную

форму волновой картины, высказано предположение о наличии на площадях Пионерская и Баканд триасовых рифогенных построек [Дмитриев и др., 1982], которое, как показано выше, оказалось ошибочным. Кроме того, в триасовом разрезе отсутствуют рифостроящие организмы, да и сама палеогеографическая обстановка осадконакопления в этот период не способствовала их развитию [Оруджева, Данилин, Едренкин, 1984; Попков, 1985].



**Рис. 10. Поперечный временной сейсмический разрез Пионерской площади**

*Отражающие горизонты: III - подошва неокома, IV<sub>1</sub> - подошва оксфорда, V<sub>1</sub> - подошва юры, V<sub>2</sub> - внутри среднего триаса.*

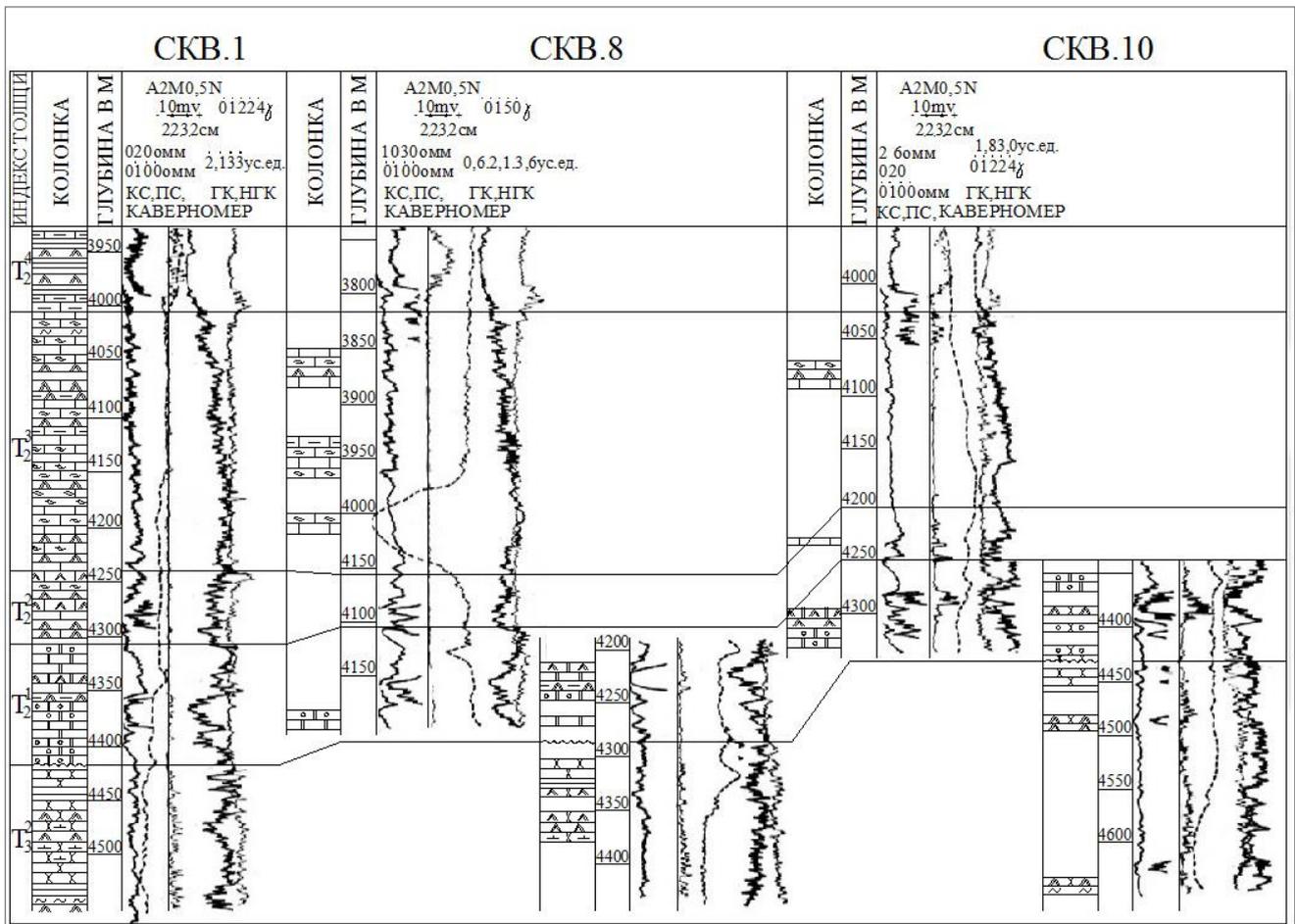


**Рис. 11. Продольный временной сейсмический разрез Пионерской площади**

*Отражающие горизонты: III - подошва неокома, IV<sub>1</sub> - подошва оксфорда, V<sub>2</sub> - внутри среднего триаса.*

Аналогичную природу можно с большой вероятностью предполагать и для других структур Саукудук-Ушкуюнской антиклинальной зоны. На их примере видно, что часть чешуйчато-надвиговых дислокаций, образовавшихся в предъюрское время, развивалась на протяжении очень короткого промежутка геологической истории и в дальнейшем не

оказывала влияния на формирование структуры платформенного чехла.



**Рис. 12. Схема корреляции триасовых разрезов площади Пионерская, иллюстрирующая тектоническое «сдвигание» вулканогенно-доломитовой толщи среднего триаса в скважинах 8 и 10**

Усл. обозначения см. на рис. 4.



**Рис. 13. Фото внутрипластового срыва во флишевых отложениях Северо-Западного Кавказа**

Несомненно, что подобного типа ловушки углеводородов могут быть широко представлены и в других нефтегазоносных регионах развития складчато-надвиговых дислокаций.

### Заклучение

Изложенные выше результаты, а также материалы, полученные авторами ранее по деформациям бокового сжатия других районов Скифско-Туранской платформы [Исмагилов и др., 1991; Попков, 1990, 2009], позволяют говорить о важной, часто недооцененной роли тангенциального стресса в формировании связанных с ними ловушек углеводородов в триасовой части разреза. Установленные особенности строения складчато-надвиговых дислокаций могут быть использованы при планировании полевых сейсмических работ в районах их развития, а также при выборе оптимальной методики камеральной обработки полученных материалов.

Важное значение имеет и информация о строении резервуаров нефти и газа, приуроченных к складчато-надвиговым структурам. Совпадение в плане гидрогеохимических и гидродинамических аномалий, участков вторичных коллекторов с отчетливыми следами метасоматоза и связанными с ними скоплениями нефти и газа свидетельствуют об их генетической взаимосвязи, что может рассматриваться в качестве поискового критерия. Установленная закономерность размещения зон разуплотнения в их пределах позволяет более целенаправленно вести поисково-разведочное бурение, а после открытия скоплений углеводородов – определить оптимальное местоположение эксплуатационных скважин.

*Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00037.*

### Литература

*Дмитриев Л.П., Козмодемьянский В.В., Хафизов И.А., Корсун П.Е., Панков В.А.* Основные результаты и направления геолого-геофизических работ на одиннадцатую пятилетку по поискам неантиклинальных ловушек на Мангышлаке // Геология нефти и газа. - 1982. - № 10. - С. 27-32.

*Исмагилов Д.Ф., Попков В.И., Терехов А.А., Шайнуров Р.В.* Аллохтонные структуры Азовского моря // Доклады АН СССР. - 1991. - Т. 321. - № 4. - С. 792-795.

*Коростышевский М.Н.* Особенности определения продуктивных объемов по залежам в триасовых отложениях на Южном Мангышлаке // Разведка нефтяных месторождений Мангышлака. - Грозный: СевКавНИПИнефть, 1979. - С. 14-16.

*Коростышевский М.Н., Кузнецов В.В.* Строение продуктивной толщи в триасовых отложениях на Южном Мангышлаке // Разведка нефтяных месторождений Мангышлака. - Грозный: СевКавНИПИнефть, 1979. - С. 9-14.

*Кузнецов В.В., Проняков В.А., Инюткина А.В., Вандюк В.П., Котов В.П.* Нефтегазовые коллекторы продуктивных триасовых отложений Южного Мангышлака // Оценка параметров карбонатных коллекторов и геометризация залежей нефти в различных геотектонических условиях на территории СССР. - Пермь, 1978. - С. 36-37.

*Ларичев В.В., Попков В.И.* Гидрогеология доюрских отложений Южного Мангышлака. - Ставрополь: СевКавГТУ, 2003. - 144 с.

*Липатова В.В., Жидовинов С.Н., Старожилова Н.Н.* Информативность методов и критерии расчленения триасовых отложений Мангышлака // Сов. геология. - 1984. - № 9. - С. 49-55.

*Лукин А.Е.* Гипогенно-аллогенетическое разуплотнение – ведущий фактор формирования вторичных коллекторов нефти и газа // Геол. журнал. - 2002. - № 4. - С. 15-32.

*Медведев С.А., Попков В.И.* Генезис вод глубоких горизонтов нефтегазоносных бассейнов молодой платформы юга СССР // Сов. геология. - 1986. - № 6. - С. 118-125.

*Оруджева Д.С., Данилин А.Н., Едренкин С.С.* Литофизика и нефтегазоносность триасовых отложений запада Туранской плиты. - М.: Наука, 1984. - 136 с.

*Паламарь В.П., Попков В.И., Рабинович А.А.* О возможности открытия зон нефтегазонакопления жильного типа // Доклады АН СССР. - 1981. - Т.257. - № 4. - С. 968-970.

*Попков В.И.* Складчато-надвиговые дислокации в осадочном чехле Азовского моря // Геотектоника. - 2009. - № 4. - С. 84-93.

*Попков В.И.* Тангенциальная тектоника и нефтегазоносность Арало-Каспийского региона // Доклады. АН СССР. - 1990. - Т.313. - № 2. - С. 420-423.

*Попков В.И.* Тектоника доюрского осадочного комплекса запада Туранской плиты // Геотектоника. - 1986. - № 4. - С. 108-116.

*Попков В.И.* Формационные особенности и перспективы нефтегазоносности доюрского осадочного комплекса Арало-Каспийского региона // Формации осадочных бассейнов. - М.: Наука, 1985. - С. 252-253.

*Попков В.И., Ларичев В.В., Попков И.В.* Структура глубокопогруженных комплексов осадочных бассейнов: гидрогеологические аномалии и нефтегазоносность как следствие внедрения глубинных флюидов (на примере месторождений Южного Мангышлака) // Геотектоника. - 2023. - № 3. - С. 41-66. DOI: [10.31857/S0016853X23030050](https://doi.org/10.31857/S0016853X23030050)

*Попков В.И., Попков И.В.* Литологическое расчленение и корреляция нефтегазоносных комплексов триаса Южного Мангышлака // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2023. - Т. 18. - № 2. - [http://www.ngtp.ru/rub/2023/16\\_2023.html](http://www.ngtp.ru/rub/2023/16_2023.html) DOI: [10.17353/2070-5379/16\\_2023](https://doi.org/10.17353/2070-5379/16_2023)

*Проняков В.А.* Емкостно-фильтрационные свойства коллекторов доюрских образований Южного Мангышлака // Проблемы поиска и разработки нефтяных месторождений Южного Мангышлака. - Грозный: СевКавНИПИнефть, 1983. - С. 11-13.

*Рабинович А.А., Попков В.И., Паламарь В.П., Михайленко Н.И.* Гидрогеологические особенности доюрского разреза Южного Мангышлака // Сов. геология. - 1985. - № 11. - С. 122-127.

*Чербянова Л.Ф., Попков В.И., Проняков В.А.* Литологические особенности и коллекторские свойства триасового вулканогенно-карбонатного комплекса Южного Мангышлака // Геология нефти и газа. - 1984. - № 11. - С. 55-59.

Popkov V.I., Popkov I.V.

Kuban State University, Krasnodar, Russia, geoskubsu@mail.ru

## HYDROCARBON TRAPS IN TRIASSIC SEDIMENTARY ROCKS OF THE SCYTHIAN-TURAN PLATFORM IN THE AREAS OF DEVELOPMENT OF FOLD-THRUST DISLOCATIONS

*The structure of fold-thrust dislocations in Triassic strata of the northern side of the South Mangyshlak trough is considered. Previously unknown, gentle intraformational tectonic disturbance formed in a tangential compression environment are described. It is shown that the zones of dislocation and decompression of the volcanogenic-carbonate petroleum bearing formation are confined to the arched parts of the thrust anticlines. The active participation of high-energy deep fluids in the formation of reservoirs in low-permeable rocks of the Triassic strata, using zones of tectonic decompression of rocks as migration channels, is substantiated.*

**Keywords:** fold-thrust dislocation, Triassic strata, hydrocarbon trap, deep fluids, South Mangyshlak trough, Scythian-Turan platform.

### References

Cherbyanova L.F., Popkov V.I., Pronyakov V.A. *Litologicheskie osobennosti i kollektorskie svoystva triasovogo vulkanogenno-karbonatnogo kompleksa Yuzhnogo Mangyshlaka* [Lithological features and reservoir properties of the Triassic volcanogenic-carbonate structure of Southern Mangyshlak]. *Geologiya nefti i gaza*, 1984, no. 11, pp. 55-59.

Dmitriev L.P., Kozmodem'yanskiy V.V., Khafizov I.A., Korsun P.E., Pankov V.A. *Osnovnye rezul'taty i napravleniya geologo-geofizicheskikh rabot na odinnadtsatuyu pyatiletku po poiskam neantiklinal'nykh lovushek na Mangyshlake* [The main results and directions of geological and geophysical activity for the eleventh five-year plan on the search for non-anticline traps on Mangyshlak]. *Geologiya nefti i gaza*, 1982, no. 10, pp. 27-32.

Ismagilov D.F., Popkov V.I., Terekhov A.A., Shaynurov R.V. *Allokhtonnye struktury Azovskogo morya* [Allochthonous structures of the Sea of Azov]. *Doklady AN SSSR*, 1991, vol. 321, no. 4, pp. 792-795.

Korostyshevskiy M.N. *Osobennosti opredeleniya produktivnykh ob'emov po zalezham v triasovykh otlozheniyakh na Yuzhnom Mangyshlake* [Features of determining productive volumes by deposits in Triassic strata in Southern Mangyshlak]. *Razvedka neftnykh mestorozhdeniy Mangyshlaka*. Groznyy: SevKavNIPIneft', 1979, pp. 14-16.

Korostyshevskiy M.N., Kuznetsov V.V. *Stroenie produktivnoy tolshchi v triasovykh otlozheniyakh na Yuzhnom Mangyshlake* [Structure of productive strata in Triassic strata in Southern Mangyshlak]. *Razvedka neftnykh mestorozhdeniy Mangyshlaka*. Groznyy: SevKavNIPIneft', 1979, pp. 9-14.

Kuznetsov V.V., Pronyakov V.A., Inyutkina A.V., Vandyuk V.P., Kotov V.P. *Neftegazovye kollektory produktivnykh triasovykh otlozheniy Yuzhnogo Mangyshlaka* [Oil and gas reservoirs of productive Triassic section of Southern Mangyshlak]. *Otsenka parametrov karbonatnykh kollektorov i geometrizatsiya zalezhey nefti v razlichnykh geotektonicheskikh usloviyakh na territorii SSSR*. Perm', 1978, pp. 36-37.

Larichev V.V., Popkov V.I. *Gidrogeologiya doyruskikh otlozheniy Yuzhnogo Mangyshlaka* [Hydrogeology of Pre-Jurassic strata of Southern Mangyshlak]. Stavropol': SevKavGTU, 2003, 144 p.

Lipatova V.V., Zhidovinov S.N., Starozhilova N.N. *Informativnost' metodov i kriterii raschleneniya triasovykh otlozheniy Mangyshlaka* [Informativeness of methods and criteria for disjunction of Triassic strata of Mangyshlak]. *Sov. geologiya*, 1984, no. 9, pp. 49-55.

Lukin A.E. *Gipogenno-allogeniticheskoe razuplotnenie - vedushchiy faktor formirovaniya vtorichnykh kollektorov nefti i gaza* [Hypogenic-allogenic decompression - the leading factor in the formation of secondary reservoirs of oil and gas]. *Geol. zhurnal*, 2002, no. 4, pp. 15-32.

Medvedev S.A., Popkov V.I. *Genezis vod glubokikh gorizontov neftegazonosnykh basseynov molodoy platformy yuga SSSR* [Genesis of waters of deep levels of oil and gas basins of the young platform of the South of the USSR]. Sov. geologiya, 1986, no. 6, pp. 118-125.

Orudzheva D.S., Danilin A.N., Edrenkin S.S. *Litofizika i neftegazonosnost' triasovykh otlozheniy zapada Turanskoy plity* [Lithophysics and petroleum potential of Triassic strata of the West of the Turan plate]. Moscow: Nauka, 1984, 136 p.

Palamar' V.P., Popkov V.I., Rabinovich A.A. *O vozmozhnosti otkrytiya zon neftegazonakopleniya zhil'nogo tipa* [On the possibility of opening zones of oil and gas accumulation of vein type]. Doklady AN SSSR, 1981, vol. 257, no. 4, pp. 968-970.

Popkov V.I. *Formatsionnye osobennosti i perspektivy neftegazonosnosti doyurskogo osadochnogo kompleksa Aralo-Kaspiyskogo regiona* [Formation features and prospects of oil and gas potential of the Pre-Jurassic sedimentary complex of the Aral-Caspian region]. Formatsii osadochnykh basseynov. Moscow: Nauka, 1985, pp. 252-253.

Popkov V.I. *Skladchato-nadvigovye dislokatsii v osadochnom chekhle Azovskogo morya* [Folding-thrust dislocations in the sedimentary cover of the Sea of Azov]. Geotektonika, 2009, no. 4, pp. 84-93.

Popkov V.I. *Tangentsial'naya tektonika i neftegazonosnost' Aralo-Kaspiyskogo regiona* [Tangential tectonics and oil and gas potential of the Aral-Caspian region]. Doklady. AN SSSR, 1990, vol. 313, no. 2, pp. 420-423.

Popkov V.I. *Tektonika doyurskogo osadochnogo kompleksa zapada Turanskoy plity* [Tectonics of the Pre-Jurassic sedimentary structure of the west of the Turan plate]. Geotektonika, 1986, no. 4, pp. 108-116.

Popkov V.I., Larichev V.V., Popkov I.V. *Struktura glubokopogruzhennykh kompleksov osadochnykh basseynov: gidrogeologicheskie anomalii i neftegazonosnost' kak sledstvie vnedreniya glubinnyykh flyuidov (na primere mestorozhdeniy Yuzhnogo Mangyshlaka)* [Geological structure of deep-submerged structure of sedimentary basins: hydrogeological anomalies and petroleum potential as a result of implementation of deep-seated fluids (on example of the South Mangyshlak fields)]. Geotektonika, 2023, no. 3, pp. 41-66. DOI: [10.31857/S0016853X23030050](https://doi.org/10.31857/S0016853X23030050)

Popkov V.I., Popkov I.V. *Litologicheskoe raschlenenie i korrelyatsiya neftegazonosnykh kompleksov triasa Yuzhnogo Mangyshlaka* [Lithological subdivision and correlation of petroleum bearing Triassic strata of the Southern Mangyshlak]. Neftegazovaya Geologiya. Teoriya I Praktika, 2023, vol. 18, no. 2, available at: [http://www.ngtp.ru/rub/2023/16\\_2023.html](http://www.ngtp.ru/rub/2023/16_2023.html) DOI: [10.17353/2070-5379/16\\_2023](https://doi.org/10.17353/2070-5379/16_2023)

Pronyakov V.A. *Emkostno-fil'tratsionnye svoystva kollektorov doyurskikh obrazovaniy Yuzhnogo Mangyshlaka* [Reservoir-filtration properties of reservoirs of pre-Jurassic formations of Southern Mangyshlak]. Problemy poiska i razrabotki neftyanykh mestorozhdeniy Yuzhnogo Mangyshlaka. Groznyy: SevKavNIPIneft', 1983, pp. 11-13.

Rabinovich A.A., Popkov V.I., Palamar' V.P., Mikhaylenko N.I. *Gidrogeologicheskie osobennosti doyurskogo razreza Yuzhnogo Mangyshlaka* [Hydrogeological features of the Pre-Jurassic section of the Southern Mangyshlak]. Sov. geologiya, 1985, no. 11, pp. 122-127.

© Попков В.И., Попков И.В., 2023

