

**СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВЫЕ ДИСЛОКАЦИИ В ТРИАСОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ
ЮЖНО-МАНГЫШЛАКСКОГО ПРОГИБА**© **Попков Василий Иванович,**

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»,

доктор геолого-минералогических наук,

г. Краснодар, Российская Федерация

Аннотация. С триасовыми отложениями Скифско-Туранской платформы связаны основные перспективы открытия новых скоплений углеводородов. Несмотря на многолетнюю историю исследований, многие вопросы геологического строения этого комплекса остаются недостаточно разработанными. Одним из них является строение антиклинальных структур – главных поисковых объектов на нефть и газ. Вплоть до настоящего времени преобладает точка зрения о решающей роли в их формировании вертикальных тектонических движений. В то же время в последние годы появляется все больше свидетельств о наличии в триасовом разрезе дислокаций, образовавшихся под воздействием сил бокового сжатия. Одним из таких районов является Жетыбай-Узеньская ступень Южно-Мангышлакского прогиба. Изучение особенностей строения развитых здесь складок и разрывов позволит решить вопрос механизма их формирования и раскрыть генезис внутриплитных дислокаций. *Цель исследований.* Изучение морфологии складчатых и разрывных нарушений северного борта Южно-Мангышлакского прогиба с целью определения их морфологии и условий образования. *Методы исследования.* Комплексный анализ геолого-геофизической информации, включающей в себя материалы сейсмической разведки, глубокого бурения. Выполнено макро- и микроописание кернов скважин. Произведены литолого-стратиграфическое расчленение и корреляция разрезов скважин с использованием данных всех видов каротажа, палеонтологических определений органических остатков. Используются материалы сейсморазведки МОГТ с высокой кратностью наблюдений. Применены методы сейсмостратиграфии и структурного анализа. *Результаты работы.* Проведенные исследования свидетельствуют об определяющей роли тангенциального сжатия в формировании структуры триасовых отложений. Описана морфология конкретных складчато-надвиговых дислокаций, а также послонных срывов. Полученные результаты могут способствовать решению ряда вопросов нефтяной геологии, выбору рациональной методики геологоразведочных работ. Материалы исследований могут быть использованы при изучении геологического строения других менее изученных районов молодой платформы.

Ключевые слова: дислокации бокового сжатия, складки, надвиги, послонный срыв, тангенциальное сжатие.

**FOLD-THRUST DISLOCATIONS IN TRIASSIC SEDIMENTS
SOUTH MANGYSHLAK TROUGH**© **Popkov Vasily Ivanovich**

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State University" Doctor of Geology and Mineralogy, Krasnodar, Russian Federation

Summary. The main prospects for the discovery of new accumulations of hydrocarbons are associated with the Triassic deposits of the Scythian-Turanian platform. Despite the long history of research, many issues of the geological structure of this complex remain insufficiently developed. One of them is the structure of anticline structures – the main search facilities for oil and gas. Until now, the prevailing point of view is about the decisive role of vertical tectonic movements in their formation. At the same time, in recent years there has been more and more evidence of the presence of dislocations in the Triassic section formed under the influence of lateral compression forces. One of these areas is the Zhetybai-Uzen stage of the South Mangyshlak trough. Studying the structural features of the folds and ruptures developed here will solve the problem of the mechanism of their formation and reveal the genesis of intraplate dislocations. *Aim.* To study the morphology of folded and discontinuous disturbances of the northern side of the Yuzhno-Mangyshlak trough in order to determine their morphology and conditions of formation. *Methods.* Comprehensive analysis of geological and geophysical information, including materials of seismic exploration, deep drilling. Macro- and micro-description of well cores has been performed. Lithological and stratigraphic dissection and correlation of well sections were performed using data from all types of logging, paleontological definitions of organic residues. The materials of the seismic survey of MOGT with a high frequency of observations were used. Methods of seismostratigraphy and structural analysis are applied. *Results.* The conducted studies indicate the determining role of tangential compression in the formation of the structure of Triassic sediments. The morphology of specific fold-thrust dislocations, as well as layer-by-layer disruptions, is described. The obtained results can contribute to the solution of a number of issues of petroleum geology, the choice of rational methods of geological exploration. The research materials can be used in the study of the geological structure of other less studied areas of the young platform.

Key words: dislocations of lateral compression, folds, thrusts, layer-by-layer breakdown, tangential compression.

Введение. Изучение структуры чехла разновозрастных платформ показало, что в его строении широко развиты дислокации, образовавшиеся под воздействием сил бокового сжатия [1 – 5 и др.]. Широко представлены подобного типа структуры и в пределах эпигерцинской Скифско-Туранской платформы, изученные с разной степенью детальности [6 – 10]. Одним из районов развития в доплитном комплексе складчато-надвиговых дислокаций является Жетыбай-Узенская ступень, осложняющая северный борт Южно-Мангышлакского прогиба. Изучение их морфологии может способствовать более глубокому пониманию механизма складкообразования в осадочном покрове внутренних районах платформ, а также решить некоторые вопросы практической нефтегазопоисковой геологии.

Результаты исследований. В платформенном чехле Жетыбай-Узенской ступени выделяется три крупных антиклинальных зоны субширотного простирания: Узень-Карамандыбасская (протяженность 70 км), Жетыбайская (45 км) и Тенге-Тасбулатская (70 км), а также небольшая по размерам Актасская (12 км), ориентированная в северо-западном направлении (рис. 1). Входящие в их состав локальные поднятия – линейной формы, с более крутыми, часто

осложненными разрывами южными крыльями. В плане антиклинальные зоны имеют дугообразную форму, обращенную выпуклой стороной к югу (Актасская – к юго-западу).

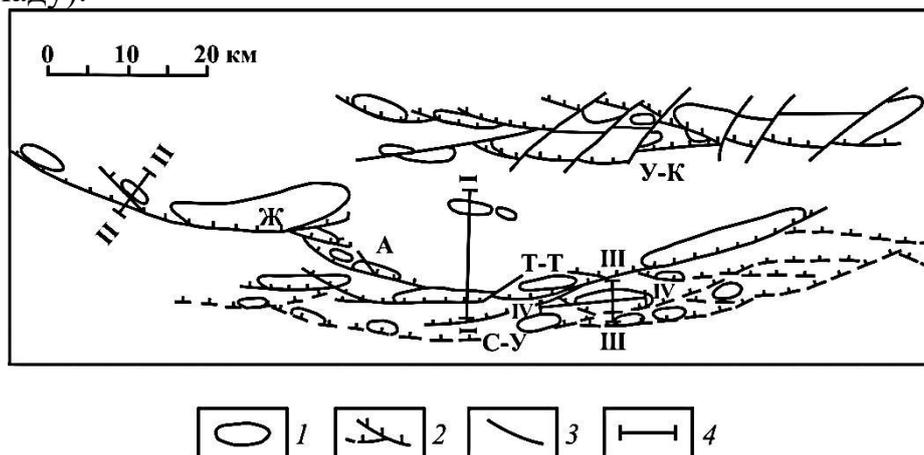


Рис. 1. Жетыбай-Узенская ступень. Тектоническая схема подошвы платформенного чехла. Антиклинальные зоны: У-К – Узень-Карамандыбасская, Ж – Жетыбайская, А – Актасская, Т-Т – Тенге-Тасбулатская, С-У – погребенная Саукудук-Ушкуюнская. 1 – локальные поднятия, 2 – надвиги, 3 – прочие разрывы, 4 – линии разрезов, приведенных на рис. 2, 4 – 6

Анализ материалов сейсморазведки МОГТ и глубокого бурения указывают на то, что в доюрском осадочном комплексе указанным выше антиклиналям отвечают фронтальные части чешуйчато-надвиговых дислокаций, группирующихся в отдельные линейные зоны. В пределах головных частей тектонических пластин триасовые отложения интенсивно смяты, а их внутренняя структура на сейсмических временных разрезах зачастую не поддается расшифровке (рис. 2). Как показало изучение кернового материала, углы падения пород на этих участках достигают 50–70°, а иногда и 90°. Более того, внутри самого триасового разреза отмечается дисгармония в складчатости отдельных литокомплексов, предопределенная неоднородностью их пластических свойств [11]. 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, скважина 10 Тасбулат).

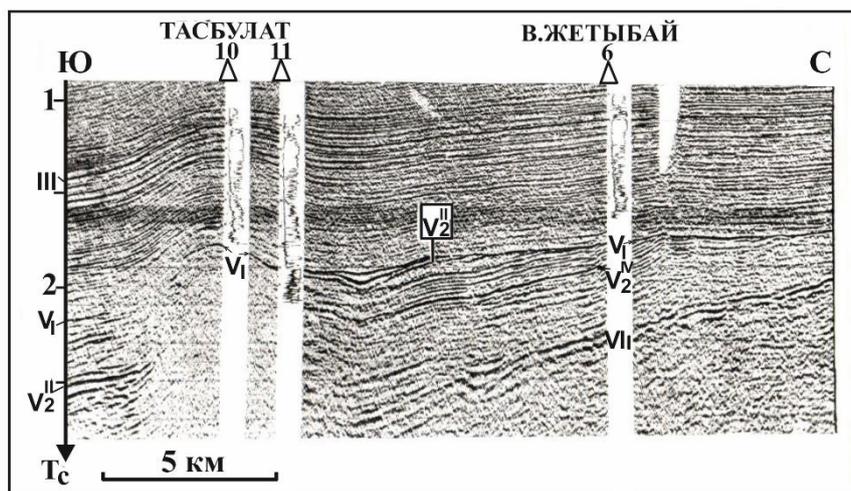


Рис. 2. Временной сейсмический разрез по линии Тасбулат – Восточный Жетыбай, иллюстрирующий строение мезозойских отложений Жетыбай-Узеньской ступени.

Отражающие горизонты: Ш – подошва неокома; V_1 – подошва юры, V_2^{II} – кровля карбонатного комплекса среднего триаса, V_2^{IV} – подошва карбонатного комплекса среднего триаса, VI_1 – подошва нижнего триаса

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 близвертикальна, наряду с вертикальной компонентой смещения отмечается и горизонтальная, то есть по своей кинематической природе они являются взбросо-сдвигами.

В головных частях пластин триасовые отложения в предъюрское время подверглись интенсивному размыву. С внешней стороны через высокоамплитудные надвиги и взбросы, подсеченные в ряде случаев скважинами (рис. 3), дислоцированные породы граничат с блоками, в пределах которых одновозрастные отложения имеют полого-волнистое или моноклиналиное залегание. При этом наблюдается скачкообразное возрастание стратиграфической полноты триасового разреза. В тыловых частях пластин отложения также залегают спокойно, образуя субпараллельные синклинали с более крутыми южными крыльями (см. рис. 2).

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. Плоскости надвигов пересечены скважинами 19 и 41 площади Южный Жетыбай, вскрывшими сдвоенные разрезы верхнего триаса (рис. 3).

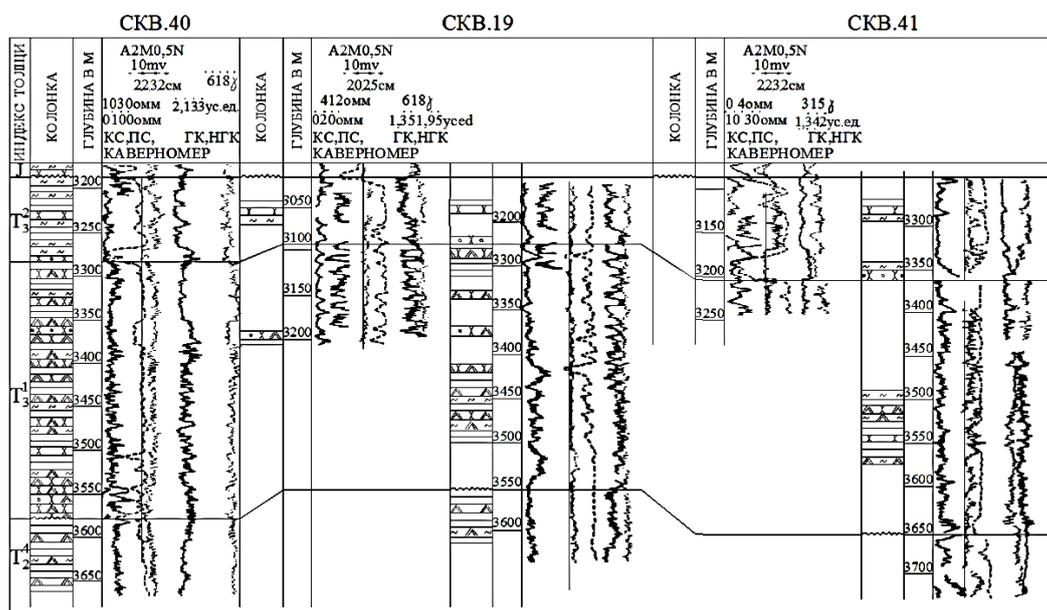


Рис. 3. Схема корреляции триасовых разрезов Южного Жетыбая, иллюстрирующая тектоническое «сдваивание» вулканогенно-терригенной толщи в скважинах 19 и 41.

Условные обозначения см. на рис. 7

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 пока дать невозможно. Однако их существование подтверждается и другими методами, в частности корреляцией разрезов, вскрытых на незначительном удалении друг от друга и отличающихся не только полнотой и мощностью, но и, самое главное, набором слагающих их фаций. Показательными в этом отношении являются результаты бурения на Западно-Жетыбайской площади, где происходит сочленение двух тектонических чешуй, входящих в Жетыбайскую пластину (рис. 4).

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 алевролитово-аргиллитовая толща нижнего триаса. В скважине 5 под отложениями юры установлено присутствие в разрезе карбонатно-терригенной толщи верхнего оленека, залегающей на пестроцветной алевролитово-аргиллитовой толще. Отметим, что накопление карбонатно-терригенной толщи происходило в условиях морского бассейна с нормальным солевым режимом, благоприятным

для обитания амmonoидей и другой морской фауны. В скважине 29, расположенной в 300 м от взброса, под юрскими пройдено 67 м верхнеоленинских отложений (карбонатно-терригенная толща), в которых скважина и была остановлена.

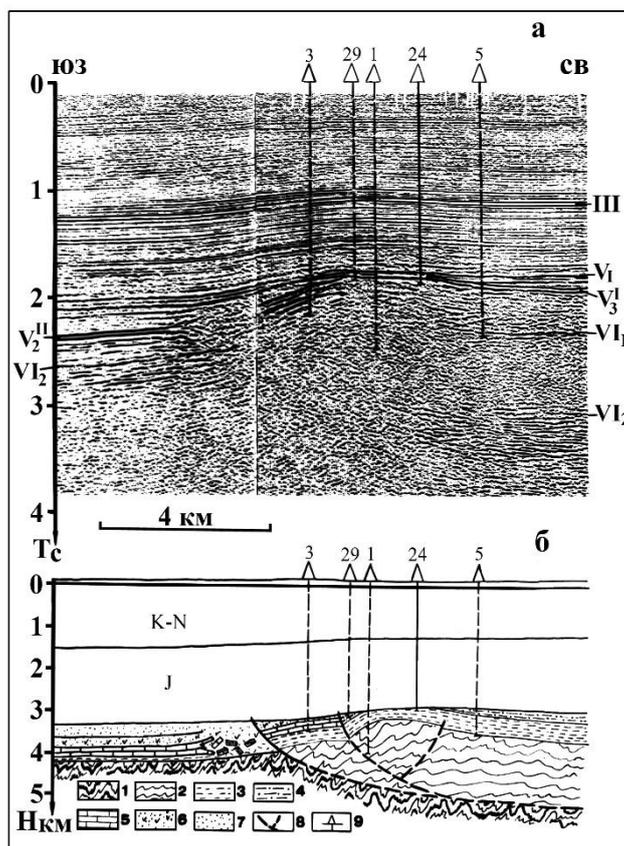


Рис. 4. Разрезы через Западно-Жетыбайскую антиклиналь. а – временной сейсмический разрез, б – его геологическая интерпретация (на рис. б соотношение вертикального и горизонтального масштабов 1:1).

Отражающие горизонты: III – подошва неокома, V₁ – подошва юры, V₂^{II} – кровля карбонатного комплекса среднего триаса, V₂^{IV} – подошва карбонатного комплекса среднего триаса, V₃¹ – в подошве верхнего оленека, VI₁ – подошва нижнего триаса, VI₂ – кровля каменноугольных (?) образований.

1 – метаморфические породы фундамента, 2 – слабо метаморфизованные отложения верхнего палеозоя, 3 – алевролитово-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

Скважина 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 Саукудук – Южный Жетыбай, Баканд – Тасбулат и другие.

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 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 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, в головных частях которых триасовые отложения интенсивно смяты. Очевидно, что Жетыбай-Узеньская ступень по общему стилю тектоники триасового комплекса (линзовидная форма блоков, конформность их укладки и трансляционный характер перемещения данных блоков) может быть определена как многопорядковая складчато-чешуйчатая зона, представляющая собой крупный тектонический срыв, блоком-упором для которого послужил Южно-Мангышлакский геоблок. Последний испытал на себе воздействие тангенциального стресса, направленного со стороны надвигающихся с севера пластин, что привело к образованию в пограничной части Жазгурлинской депрессии Саукудук-Ушкуюнской антиклинальной зоны, а южнее – узкого линейного Тайбагарского желобообразного прогиба.

Саукудук-Ушкуюнская антиклинальная зона, в отличие от антиклинальных зон Жетыбай-Узеньской ступени, не находит отражения в платформенном чехле, в то время как 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 срывов в отложениях среднего триаса. На сейсмических разрезах, расположенных вкрест, отчетливо видно тектоническое сдвигание

вулканогенно-карбонатного комплекса среднего триаса, с которым связана динамически выраженная группа отражающих горизонтов (рис. 5). Подобная же волновая картина зафиксирована и на продольных сейсмических разрезах (рис. 6). Учитывая, что на временных разрезах вертикальный масштаб относительно горизонтального «растянут» более чем в три раза, можно говорить о наличии здесь очень пологого срыва в среднетриасовом комплексе пород.

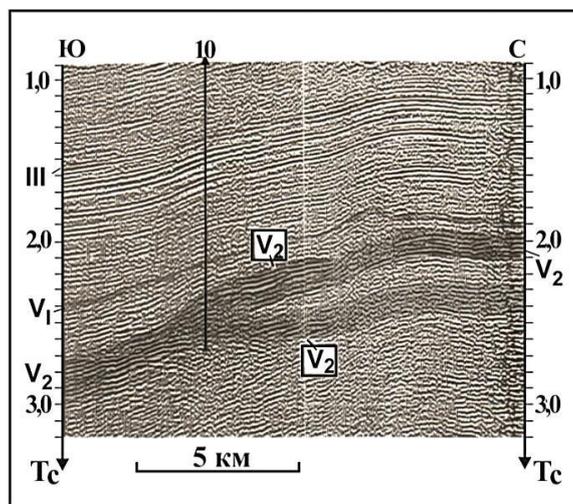


Рис. 5. Поперечный временной сейсмический разрез Пионерской площади. Отражающие горизонты: III – подошва неокома, IV₁ – подошва оксфорда, V₂ – внутри среднего триаса

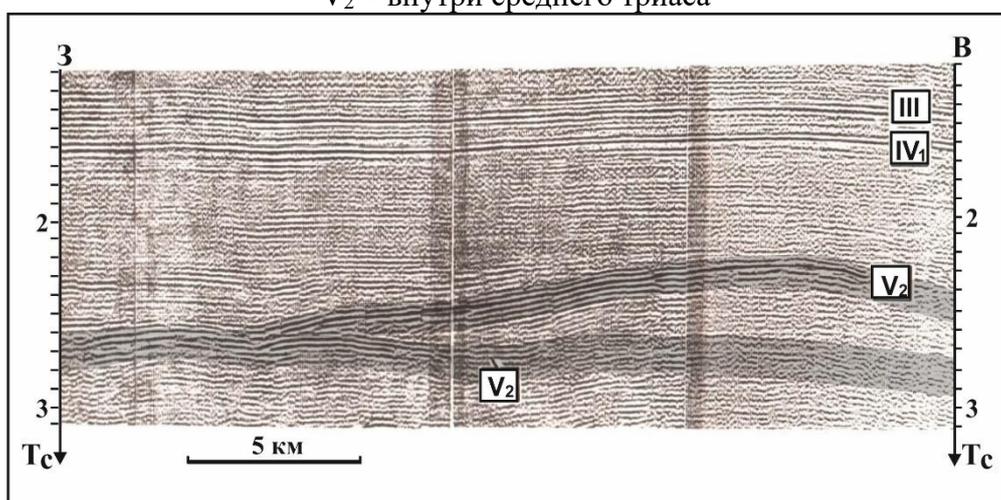


Рис. 6. Продольный временной сейсмический разрез Пионерской площади. (Условные обозначения см. на рис. 5)

Тектоническое сдвигание среднетриасового разреза на Пионерской площади подтверждается и материалами глубокого бурения. Так, вулканогенно-доломитовая толща среднего триаса дважды пройдена скважинами 8 и 10 (рис. 7). Отметим, что скважина 10 находится непосредственно на линии сейсмического профиля, приведенного на рис. 5.

Примечательно, что на начальном этапе интерпретации волновой картины на Пионерской площади геофизиками было высказано предположение о наличии на площадях Пионерская и Баканд рифогенных построек [12], что, как можно видеть, оказалось ошибочным. Кроме того, в триасовом разрезе отсутствуют рифостроящие организмы, да и сама палеогеографическая обстановка осадконакопления в этот период не способствовала их развитию.

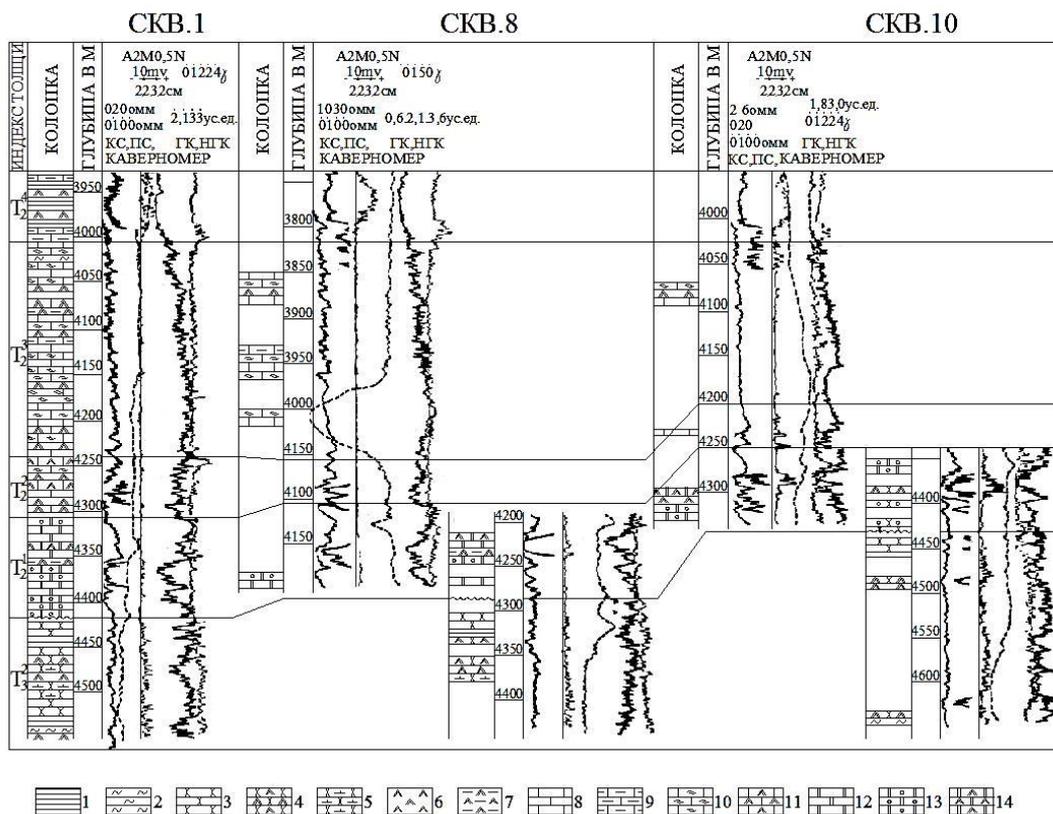


Рис. 7. Схема корреляции триасовых разрезов площади Пионерская, иллюстрирующая «сдваивание» вулканогенно-доломитовой толщи среднего триаса в скважинах 8 и 10.

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.

Аналогичную природу можно с большой вероятностью можно предполагать и для других структур Сакудук-Ушкуюнской антиклинальной зоны. На их примере можно видеть, что часть чешуйчато-надвиговых дислокаций, образовавшихся в предъюрское время, развивались на протяжении очень короткого промежутка геологической истории и в дальнейшем не оказывали влияния на формирование структуры платформенного чехла. Другие же надвиговые дислокации Жетыбай-Узеньской ступени оставались мобильными и в последующем, что сопровождалось образованием в их фронтальных частях антиклиналей в перекрывающем мезозойско-кайнозойском чехле.

Заключение. Учитывая материалы, полученные нами ранее для других районов Скифско-Туранской платформы [5 – 10], можно говорить о важной, часто недооцененной роли тангенциального стресса в формировании внутренней структуры триасовой части разреза. Деформации бокового сжатия распространены преимущественно в пределах раннекиммерийских складчатых зон – Центрально-Мангышлакской (куда входит и Жетыбай-Узеньская ступень) и Центрально-Азовской – Каневско-Березанской системах дислокаций запада Скифской плиты. Вне этих зон важное значение приобретают сдвиги [8].

Установленные особенности строения складчато-надвиговых дислокаций могут быть использованы при выборе оптимальной методики полевых сейсмических работ, а также последующей камеральной обработке полученных материалов.

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

ЛИТЕРАТУРА

1. Казанцева Т.Т. О шарьяжно-надвиговой теории и ее творцах // Вопросы истории естествознания и техники. 2020. Т. 41. № 1. С. 209–215. DOI: 10.31857/S020596060008416-9.
2. Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т. Происхождение складчатости. М.: Наука, 1981. 135 с.
3. Шарьяжные и надвиговые структуры фундаментов платформ / М.А. Камалетдинов, Ю.В. Казанцев, Т.Т. Казанцева, Д.В. Постников. М.: Наука, 1987. 184 с.
4. Попков В.И. Внутриплитные структуры бокового сжатия // Геотектоника. 1991. № 2. С. 13–27.
5. Попков В.И., Попков И.В. Складчато-надвиговые дислокации в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы // Геология и геофизика Юга России. 2023. Т. 13. № 1. С. 34–46. DOI: 10.46698/VNC.2023.42.57.003.
6. Аллохтонные структуры Азовского моря / Д.Ф. Исмагилов, В.И. Попков, А.А. Терехов, Р.В. Шайнуров // Доклады АН СССР. 1991. Т. 321. №4. С. 792–795.
7. Попков В.И. Следы тангенциального сжатия в платформенной структуре западных районов Туранской плиты // Доклады АН СССР. 1985. Т. 284. № 3. С. 674–678.
8. Попков В.И. Присдвиговые дислокации глубокопогруженных зон Южно-Мангышлакского прогиба // Доклады АН СССР. 1990. Т. 311. № 4. С. 936–938.
9. Попков В.И. Складчато-надвиговые дислокации в осадочном чехле Азовского моря // Геотектоника. 2009. № 4. С. 84–93.
10. Попков В.И. Восточно-Мангышлакские дислокации // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академия наук Республики Башкортостан. 2021. № 28. С. 12–20.

11. 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 DOI: 10.17353/2070-5379/16_2023. (дата обращения: 19.04.2023).

12. Дмитриев Л.П., Козмодемьянский В.В., Хафизов И.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.

REFERENCES

1. Kazantseva T.T. On the thrust-shock theory and its creators // Questions of the history of natural science and technology. 2020. V. 41. No. 1. S. 209–215. DOI: 10.31857/S020596060008416-9.
2. Kamaletdinov M.A., Kazantsev Yu.V., Kazantseva T.T. The origin of folding. M.: Nauka, 1981. 135 p.
3. Sharyazhnye and thrust structures of platform foundations / M.A. Kamaletdinov, Yu.V. Kazantsev, T.T. Kazantseva, D.V. Postnikov. M.: Nauka, 1987. 184 p.
4. Popkov V.I. Intraplate structures of lateral compression // Geotectonics. 1991. No. 2. pp. 13–27.
5. Popkov V.I., Popkov I.V. Fold-thrust dislocations in the Triassic deposits of the Scythian-Turan platform // Geology and Geophysics of the South of Russia. 2023. V. 13. No. 1. pp. 34–46. DOI: 10.46698/VNC.2023.42.57.003.
6. Allochthonous structures of the Sea of Azov / D.F. Ismagilov, V.I. Popkov, A.A. Terekhov, R.V. Shainurov // Reports of the Academy of Sciences of the USSR. 1991. V. 321. No. 4. pp. 792–795.
7. Popkov V.I. Traces of tangential compression in the platform structure of the western regions of the Turan Plate // Doklady AN SSSR. 1985. V. 284. No. 3. pp. 674–678.
8. Popkov V.I. Shear dislocations of deep-immersed zones of the South Mangyshlak trough // Doklady AN SSSR. 1990. V. 311. No. 4. pp. 936–938.
9. Popkov V.I. Fold-thrust dislocations in the sedimentary cover of the Sea of Azov // Geotectonics. 2009. No. 4. pp. 84–93.
10. Popkov V.I. East Mangyshlak dislocations // Geology. Proceedings of the Department of Earth Sciences and Natural Resources Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan. 2021. No. 28. pp. 12–20.
11. Popkov V.I., Popkov I.V. Lithological division and correlation of oil and gas bearing complexes of the Triassic of the Southern Mangyshlak // Neftegazovaya geologiya. Theory and practice. 2023. Vol. 18. No. 2.

http://www.ngtp.ru/rub/2023/16_2023.html DOI: 10.17353/2070-5379/16_2023.
(date of access: 04/19/2023).

12. Dmitriev L.P., Kozmodemyansky V.V., Khafizov I.A. The main results and directions of geological and geophysical work for the eleventh five-year plan to search for non-anticline traps in Mangyshlak // *Geology of Oil and Gas*. 1982. No. 10. pp. 27–32.

Сведения об авторах:

Попков Василий Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАН, профессор ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», г. Краснодар, Российская Федерация, эл. адрес: geoskubsu@mail.ru ORCID: 0000-0002-2959-4901.

Author's personal details

Popkov Vasily Ivanovich, doctor of geological and mineralogical sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, professor, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Kuban State University", Krasnodar, Russian Federation, e-mail address: geoskubsu@mail.ru ORCID: 0000-0002-2959-4901.

© Попков В.И.