

DOI: <https://doi.org/10.25689/NP.2025.1.1-26>

EDN BGUIKI

УДК 553.98.061.4

**Ловушки углеводородов в триасовых отложениях
Скифско-Туранской платформы в районах развития
региональных сдвигов**

Попков В.И., Попков И.В.

ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», Краснодар, Россия

**Hydrocarbon traps in triassic sediments the Scythian-Turanian
platform in the development areas regional shifts**

V.I. Popkov, I.V. Popkov

*Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University,
Krasnodar, Russia*

E-mail: geoskubsu@mail.ru

Аннотация. На основании анализа материалов высокоточной аэромагнитной съемки составлена карта разломной тектоники запада Туранской плиты. Установлена сдвиговая природа региональных разломов северо-восточного простирания, амплитуда горизонтального смещения по которым достигает десятков километров. Многие из разломов были активны и в период формирования осадочного чехла платформы, в результате чего были сформированы характерные присдвиговые деформации, содержащие скопления нефти и газа. Полученные результаты могут быть использованы при изучении геологического строения других слабоизученных районов молодой платформы, а также способствовать выбору рациональной методики геологоразведочных работ на нефть и газ.

Ключевые слова: *разломная тектоника, сдвиги, присдвиговые дислокации, тангенциальное сжатие, ловушки нефти и газа*

Для цитирования: Попков В.И., Попков И.В. Ловушки углеводородов в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы в районах развития региональных сдвигов // Нефтяная провинция.-2025.- №1(41).-С. 1-26. - DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2025.1.1-26>. - EDN BGUIKI

Abstract. Based on the analysis of high-precision aeromagnetic survey materials, a map of the fault tectonics of the west of the Turan plate has been compiled. The shear nature of the regional faults of the northeastern strike has been established, the amplitude of horizontal mixing along which reaches tens of kilometers. Many of the faults were active during the formation of the sedimentary cover of the platform, as a result of which characteristic shear deformations containing accumulations of oil and gas were formed. The obtained results can be used in the study of the geological structure of other poorly studied areas of the young platform, as well as contribute to the selection of a rational methodology for geological exploration for oil and gas.

Key words: *fault tectonics, shifts, near-shear dislocations, tangential compression, oil and gas traps*

For citation: V.I. Popkov, I.V. Popkov Lovushki uglevodorodov vieu triasovykh otlozheniyakh Skifsko-Turanskoj platform vieu rayonach razvitiya regionalism sdvigov [Hydrocarbon traps in triassic sediments the Scythian-Turanian platform in the development areas regional shifts]. Neftyanaya Provintsiya, No. 1(41), 2025. pp. 1-26. DOI <https://doi.org/10.25689/NP.2025.1.1-26>. EDN BGUIKI (in Russian)

Введение

По мере истощения запасов нефти и газа в верхних горизонтах разреза осадочных бассейнов поисково-разведочные работы смещаются на большие глубины. Это в полной мере относится и к Скифско-Туранской платформе, основные перспективы нефтегазоносности которой связаны с триасовым комплексом пород, отличающимся более сложным тектоническим строением по сравнению с перекрывающими его отложениями платформенного чехла. При проведении геологоразведочных работ в ее пределах были обнаружены целые области, где общий стиль тектоники доюрских отложений определяют складчато-надвиговые структуры, образовавшиеся в обстановке тангенциального сжатия: Каневско-Березанская система дислокаций – на западе Скифской плиты, Бузачинский свод и Восточно-Мангышлакские дислокации – в западной части Туранской плиты [1-3].

Очевидно, что тангенциальные тектонические напряжения могут обусловить формирование не только складчато-надвиговых дислокаций, но и сдвигов. В отличие от первых информация о наличии сдвигов для Скифско-Туранской платформы крайне ограничена. В связи с этим, приве-

денная ниже информация имеет не только теоретическое значение, поскольку позволяет по-новому взглянуть на геодинамическую обстановку формирования платформенных территорий, но и может способствовать решению некоторых нефтегеологических задач, поскольку в зонах региональных сдвигов часто сосредоточены крупные скопления нефти и газа [4-8].

Материалы и методы

Основным объектом исследований явилась западная часть Туранской (Рис. 1), где в конце прошлого века была проведена высокоточная аэромагнитная съемка масштаба 1:50 000. Съемкой покрыта территория, охватывающая Северный Устюрт, Мангышлак и п-ов Бузачи. Масштаб съемки, применение современных методов проведения полевых работ и последующей камеральной обработки полученных материалов позволили получить уникальные по информативности сведения о глубинном строении молодой платформы [9]. Одним из итоговых документов, полученных при интерпретации магнитного поля (построения выполнены с сечением в 2 нТл), явилась детальная карта разломной тектоники фундамента региона масштаба 1:200 000.

Главную и наиболее ценную информацию о строении складок и разрывов в перекрывающем фундамент осадочном чехле несут в себе материалы сейсмической разведки методом отраженных волн, которой покрыта вся территория платформы. С целью определения морфологии складчатых и разрывных дислокаций произведена интерпретация временных разрезов, выполнялись структурные построения с привлечением данных бурения как по региону в целом, так и по отдельным объектам. В последнем случае привлекались данные сейсморазведки ЗД (площадь Оймаша). Изучен керновый материал. Осуществлена корреляция разрезов скважин, что позволило выявить участки дробления пород, установить факты тектонического

сдвигания отдельных секций разреза при пересечении скважинами надвигов и взбросов.

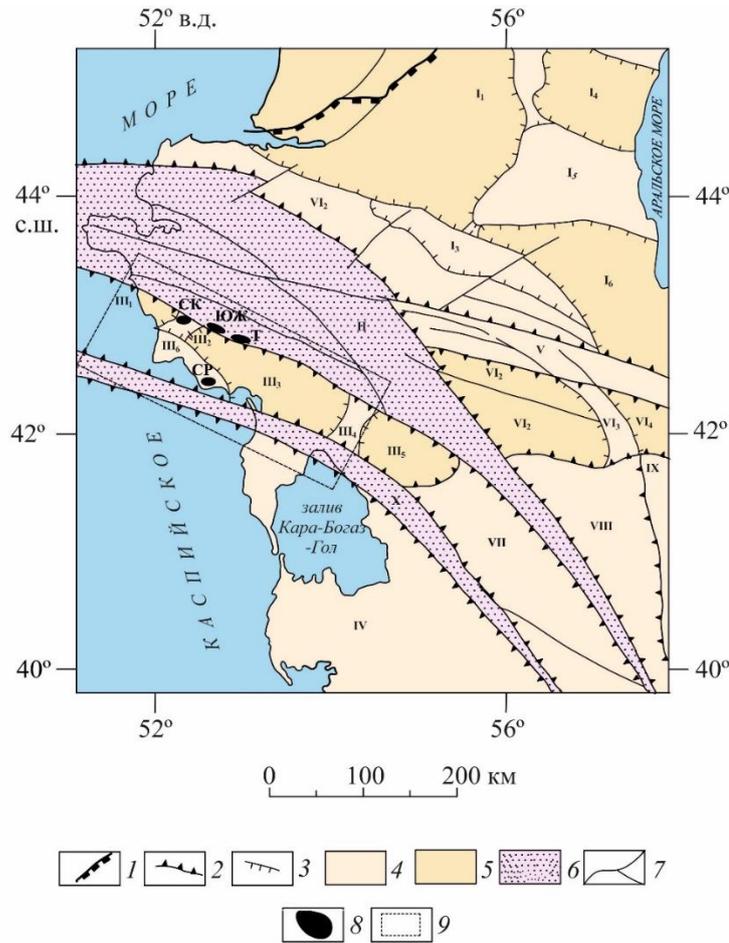


Рис. 1. Тектоническая схема триасовых отложений запада Туранской плиты (по [10], упрощено)

1 – граница Туранской и Русской плит; границы тектонических элементов: 2 – первого; 3 – второго порядков; 4 – зоны поднятий; 5 – зоны депрессий; 6 – раннекимерийские складчатые системы; 7 – основные разломы; 8 – основные месторождения нефти и газа в триасовых отложениях (СК – Северное Карагие, ЮЖ – Южный Жетыбай, Т – Тасбулат, СР – Северо-Ракушечное); 9 – Южно-Мангышлакская нефтегазоносная область.

Цифры на схеме: I – Северо-Устюртская синеклиза: I₁ – Култукско-Самская депрессия, I₂ – Арстановско-Ирдалинская ступень, I₃ – Астауойская моноклираль, I₄ – Косбулакская депрессия, I₅ – Акумсукский выступ, I₆ – Барсакельмесская депрессия; II – Мангышлакско-Карашорская система дислокаций; III – Южно-Мангышлакская система прогибов: III₁ – Сегендыкская депрессия, III₂ – Карагинская седловина, III₃ – Жазгурлинская депрессия, III₄ – Карынжарыкская седловина, III₅ – Учкудукская депрессия, III₆ – Песчаномыско-Ракушечная зона поднятий; IV – Карабогазский массив; V – Центрально-Устюртская система поднятий; VI – Южно-Устюртская система прогибов: VI₁ – Шахпахтинская ступень, VI₂ – Ассаке-Ауданский прогиб, VI₃ – Сарыкамьшская седловина, VI₄ – Дарьялык-Дауданский прогиб; VII – Кумсебшенский выступ; VIII – Верхнеузбойский прогиб; IX – Центрально-Каракумский массив; X – Туаркыр-Карауданская система дислокаций.

С целью восстановления истории развития территории в целом и осложняющих ее складчато-разрывных дислокаций произведены палеотектонические построения как регионального, так и локального масштабов. Для определения современной тектонической активности разрывов выполнялось дешифрирование разномасштабных аэро- и космических снимков, топографических карт.

Для решения нефтегеологических задач изучены результаты бурения на поисково-разведочных площадях, использованы сведения о коллекторских свойствах продуктивных горизонтов, строении известных присдвиговых месторождений нефти и газа исследуемой территории.

Критически проанализирован литературный материал по нефтегазоносности зон разломов различных нефтегазоносных регионов.

Результаты исследований

Краткая литолого-стратиграфическая характеристика триасовых отложений

Учитывая, что нефтегазоносность присдвиговых дислокаций была установлена в пределах Песчаномысско-Ракушечной зоны сводовых поднятий, Карагиинской седловины, Сегендыкской и Жазгурлинской депрессий Южно-Мангышлакского прогиба для этой территории был составлен сводный разрез триасовых отложений (Рис. 2). Поскольку детальная его характеристика была дана нами в предыдущей статье [11], описание разреза дается в краткой форме.

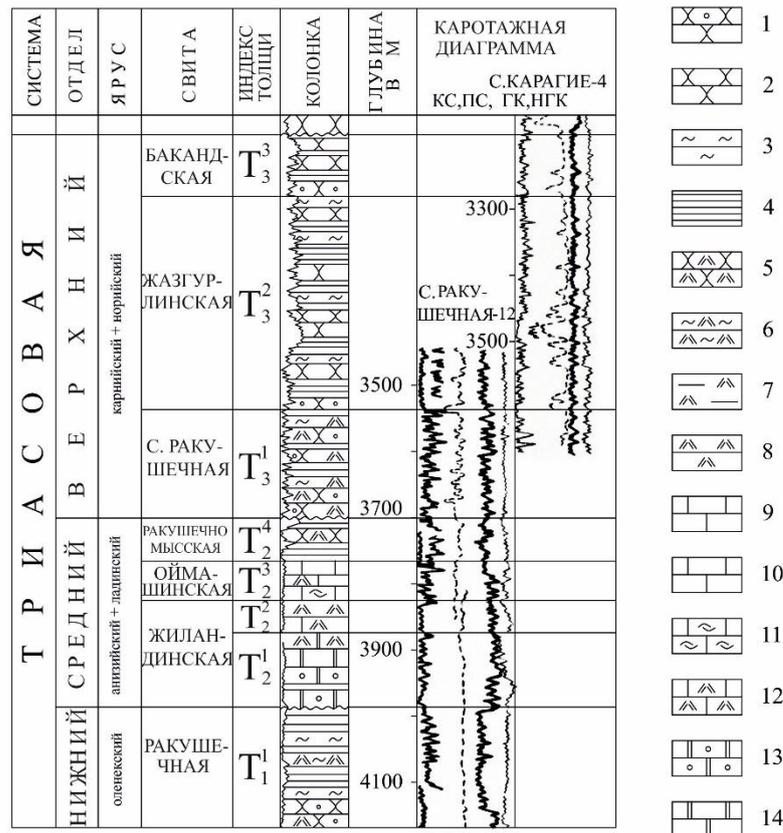


Рис. 2. Песчаномыско-ракушечный тип разреза триасовых отложений [11]

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 сгустковые.

Разрез доюрского осадочного комплекса здесь начинается пестроцветной алевролитито-аргиллитовой толщей, в основании которой залегает грубообломочный пласт мощностью до 20-25 м, содержащий гальки подстилающих магматических и метаморфических пород палеозоя, погруженных в красноцветную глинистую массу. В достаточно монотонной толще аргиллитов выделяются отдельные маломощные прослои алевролитов, песчаников и карбонатных пород. Постоянно отмечается примесь вулканогенного материала. Мощность отложений меняется от нуля (Оймашинская площадь) до 204 м (скв. Ракушечная 8). Возраст отложений на основании фаунистических находок датируется как оленекский.

Среднетриасовые отложения, распространенные повсеместно, включают четыре толщи: вулканогенно-доломитовую, известняково-вулканогенную, вулканогенно-известняковую и вулканогенно-аргиллитовую.

Вулканогенно-доломитовая толща залегает с разрывом на подстилающих пестроцветных нижнетриасовых образованиях или на породах фундамента (Оймашинская площадь). Максимальная ее мощность – 102 м установлена на площади Сарсенбай в скв. 1. На Северо-Западном Жетыбае мощность отложений 70-80 м. Толща сложена неравномерно переслаивающимися оолитово-комковатыми, оолитово-обломочными доломитами и витрокластическими туфами. На мысе Песчаный содержание вулканогенного материала заметно возрастает, а на площади Оймаша ранее были описаны дацитовые лавы, туфолавы, туфобрекчии [11], что позволяет предполагать близость среднетриасового вулканического аппарата.

Известняково-вулканогенная толща представлена туфами и известняками с прослоями песчаников, аргиллитов и доломитов. Известняки органогенно-обломочные, остракодовые в верхней части толщи и псевдооолитовые, оолитные – в нижней. На Оймашинской площади толща становится существенно вулканогенной, появляются маломощные (менее 1 м) пропластки туфолав. Мощность толщи колеблется от 49 м (скв. Жиланды 5) до 20 м (скв. Северное Карагие 1).

Вулканогенно-известняковая толща сложена органогенно-детритовыми, существенно остракодовыми известняками, часто сменяющимися шламовыми, с маломощными прослоями туфов, туффитов, туфоаргиллитов и туфопесчаников. Максимальная мощность - 78 м (скв. Северное Карагие 2), минимальная - 34 м (скв. Ащисор 5).

Завершает разрез среднего триаса вулканогенно-аргиллитовая толща, представленная неравномерным переслаиванием туфоаргиллитов и аргиллитов, туфопесчаников и туфов. Вверху возрастает роль песчаников и

алевролитов. Мощность отложений изменяется от 53 м (скв. Ащисор 12) до 91 м (скв. Жиланды 14).

Возраст этой части разреза определяется однозначно по обильным находкам среднетриасовой фауны [11].

В составе трансгрессивно налегающих отложений верхнего триаса выделяются три толщи (снизу-вверх): туфогенно-терригенная, песчаниково-аргиллитовая и аргиллито-песчаниковая. Туфогенно-терригенная толща 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 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. 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 мощность ее 286 м (скв. Пионерская 4). По сравнению с нижележащей толщей отмечается появление более грубого материала с преобладанием терригенных пород псаммитовой размерности.

Региональные сдвиги и присдвиговые дислокации

В строении консолидированной земной коры запада Туранской плиты принимают участие докембрийский Северо-Устюртский массив и геоблок эпигерцинско-раннекиммерийской консолидации, охватывающий территорию п-ова Мангышлак. Для Северо-Устюртского массива характерно крупномозаичное геомагнитное поле. Отделен он от Мангышлакского геоблока Кырынско-Токубайским разломом, к юго-западу от которого магнитные аномалии приобретают отчетливо выраженный линейный характер, отражающий внутреннюю складчатую структуру фундамента. Простираение структур субширотное ($290\text{--}310^\circ$). Ограничены они региональными соскладчатыми разломами той же ориентации (Рис. 3).

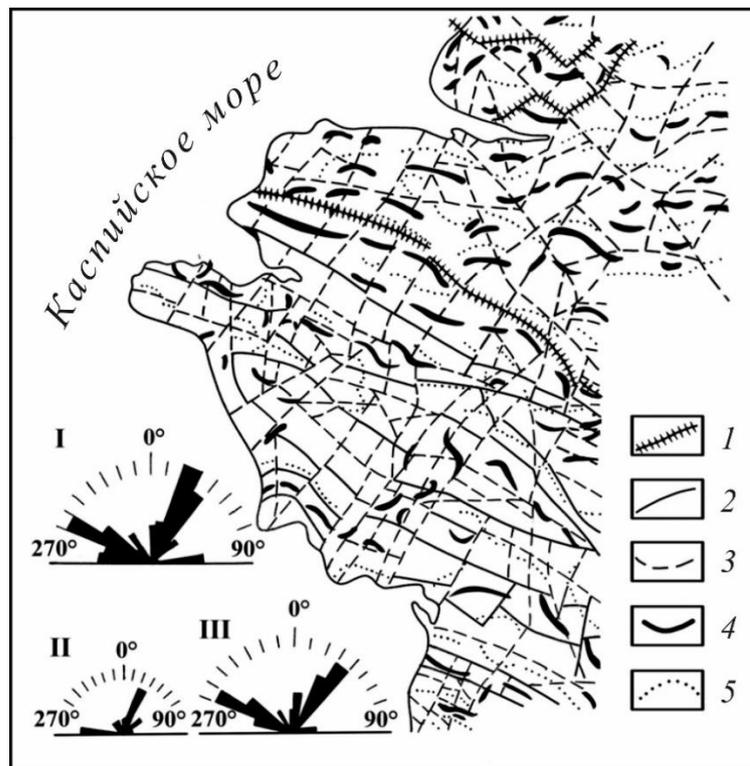


Рис. 3. Карта разломов фундамента запада Туранской плиты по материалам высокоточной аэромагнитной съемки

1 – крупнейшие разломы – границы разновозрастных блоков фундамента; 2 – разломы – границы структурно-формационных зон в теле фундамента; 3 – прочие разломы; 4 – оси локальных максимумов ΔT_a ; 5 – оси локальных минимумов поля ΔT_a .

Розы-диаграммы простираний разломов: I – для всей исследуемой территории, II – докембрийской части платформы, III – эпипалеозойско-раннекиммерийской части платформы.

Поперечные разрывы простираются в север-северо-восточном направлении по азимуту 20–40°, пересекая и смещая в плане структурные элементы фундамента. Латеральные смещения отчетливо фиксируются в региональной структуре магнитного поля. Кроме того, с зонами сдвиговых дислокаций связаны S-образно изогнутые локальные аномалии ΔT_a , что является характерным признаком левосторонних движений по разрывам. Амплитуда горизонтального смещения по наиболее крупным сдвигам достигает 35 км.

Примечательно, что сдвиги Мангышлакского блока не проникают в пределы Северо-Устюртского докембрийского массива, утыкаясь в разделяющий их Кырынско-Токубайский разлом.

Наиболее интенсивно раздроблен Центрально-Мангышлакской сегмент раннекиммерийской системы дислокаций. К разломам северо-западного простирания приурочены Z-образно изогнутые локальные магнитные аномалии, что является следствием происходящих по ним правосторонних сдвиговых смещений. Слагающие складчатую систему пермско-триасовые отложения испытали интенсивные деформации на рубеже триаса и юры. Многочисленные надвиги, сдвиги и тектонические покровы можно наблюдать в естественных обнажениях Горного Мангышлака. В районах, где складчатый пермо-триас перекрыт платформенным чехлом, наличие деформаций бокового сжатия подтверждено данными сейсморазведки и глубокого бурения [3].

В пределах Южно-Мангышлакского геоблока, заключенного между Мангышлакско-Карашорской и Туаркыр-Карауданской раннекиммерийскими складчатыми зонами, триасовые отложения располагаются на палеозойском складчатом основании. Они имеют пологоволнистое залегание, осложненное региональными сдвигами северо-восточного простирания, сопровождающимися приуроченными к ним локальными поднятиями (Рис. 4). Основные триасовые разрывы совпадают в плане с разрывами

в подстилающем фундаменте, что указывает на тектоническую активность последних в более позднее время.

Дизъюнктивные дислокации уверенно картируются сейсмической разведкой. На некоторых поисково-разведочных площадях скважинами вскрыты тектонически сдвоенные разрезы, что может свидетельствовать о взбросо-сдвиговой природе разрывов. При этом поверхности сместителей, как правило, наклонены в восточном направлении согласно региональному тренду погружения мезозойских толщ. В результате этого приподнятые восточные крылья являются взброшенными относительно западных.

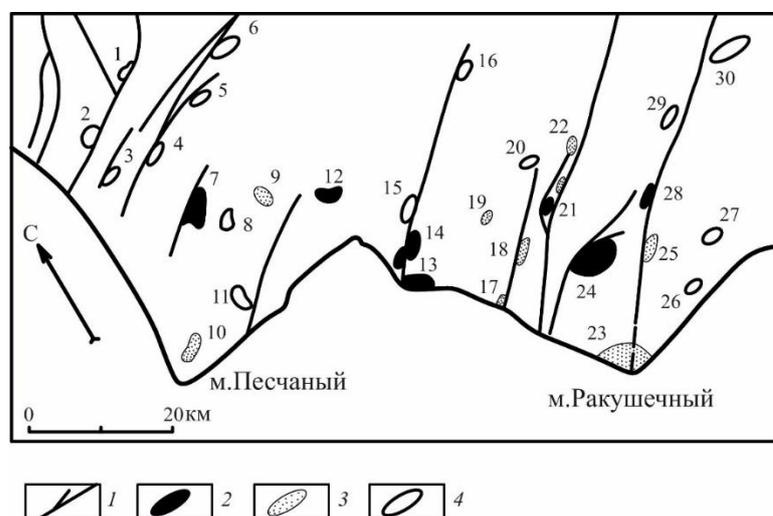


Рис. 4. Тектоническая схема Песчаномыско-Ракушечной зоны поднятий Южного Мангышлака.

1 – разрывы, 2 – месторождения углеводородов, 3 – поднятия, на которых получены притоки нефти и газа, 4 – антиклинали.

Наименование триасовых антиклиналей: 1 – Кожур, 2 – Северное Тастобе, 3 – Северная Жага, 4 – Западный Жантанат, 5 – Жанаорпа, 6 – Жулдыз, 7 – Оймаша, 8 – Северный Ацисор, 9 – Северный Ташкум, 10 – Песчаномысская, 11 – Ацисор, 12 – Ташкум, 13 – Южные Жиланды, 14 – Жиланды, 15 – Южное Карагие, 16 – Тасмурун, 17 – Змеиное, 18 – Западный Уйлюк, 19 – Степное, 20 – Садыр, 21 – Уйлюк, 22 – Польшинное, 23 – Ракушечномысская, 24 – Северо-Ракушечная, 25 – Адыр, 26 – Приморская, 27 – Коктас, 28 – Сарсенбай, 29 – Тематическая, 30 – Байрам-Кзыладыр.

Величину горизонтальных смещений по разрывам в триасовых отложениях установить современными методами крайне сложно. Вертикальная же составляющая по данным сейсморазведки может достигать первых сотен метров.

В зонах сдвигов сформированы локальные складчато-разрывные дислокации разнообразной морфологии. Наглядной иллюстрацией особенностей их строения могут служить хорошо изученные структуры мыса Песчаный, где было открыто Оймашинское месторождение нефти в гранитном массиве фундамента. Для изучения геологического строения этого объекта здесь были проведены детальные геофизические работы, давшие важную информацию о морфологии развитых здесь складчатых и разрывных нарушений (Рис. 5–7).

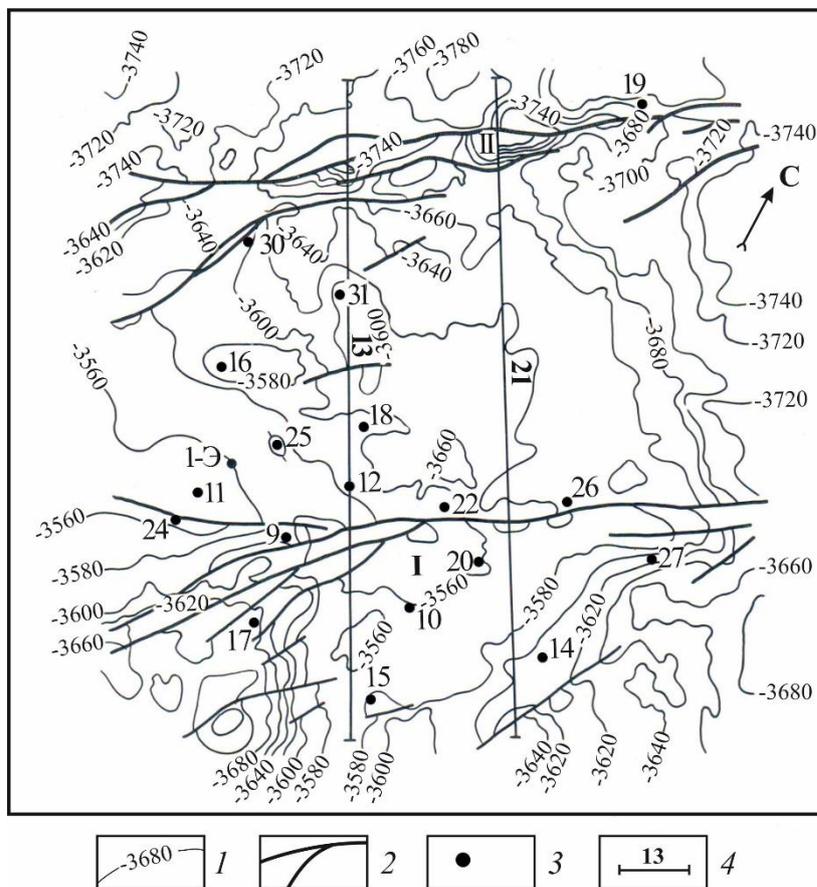


Рис. 5. Оймашинская площадь. Структурная карта по подошве среднетриасовых отложений

1 – стратоизогипсы, в м, 2 – разрывы, 3 – скважины, 4 – линии разрезов, приведенных на рис. 6 и 7.

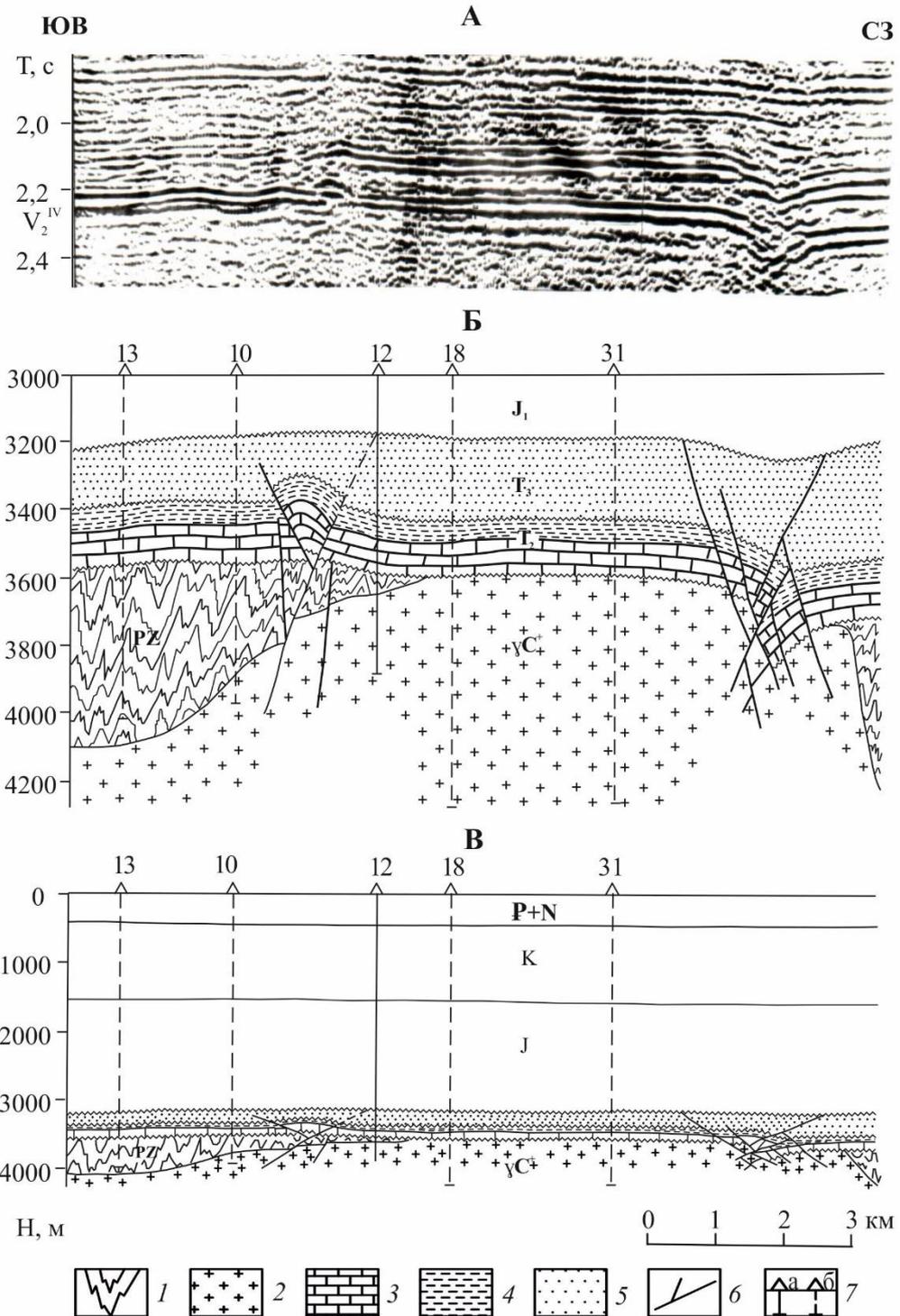


Рис. 6. Оймаша. Фрагмент временного разреза по линии сейсмопрофиля 13 (А) и его геологическая интерпретация (Б, В); Б – доюрская часть разреза, масштаб 1:10
 1 – метаморфические породы фундамента; 2 – гранитоиды; 3 – вулканогенно-карбонатный комплекс; 4 – вулканогенно-аргиллитовая толща; 5 – вулканогенно-терригенный комплекс;
 б – разрывы; 7 – скважины (а – на линии профиля, б – снесенные).

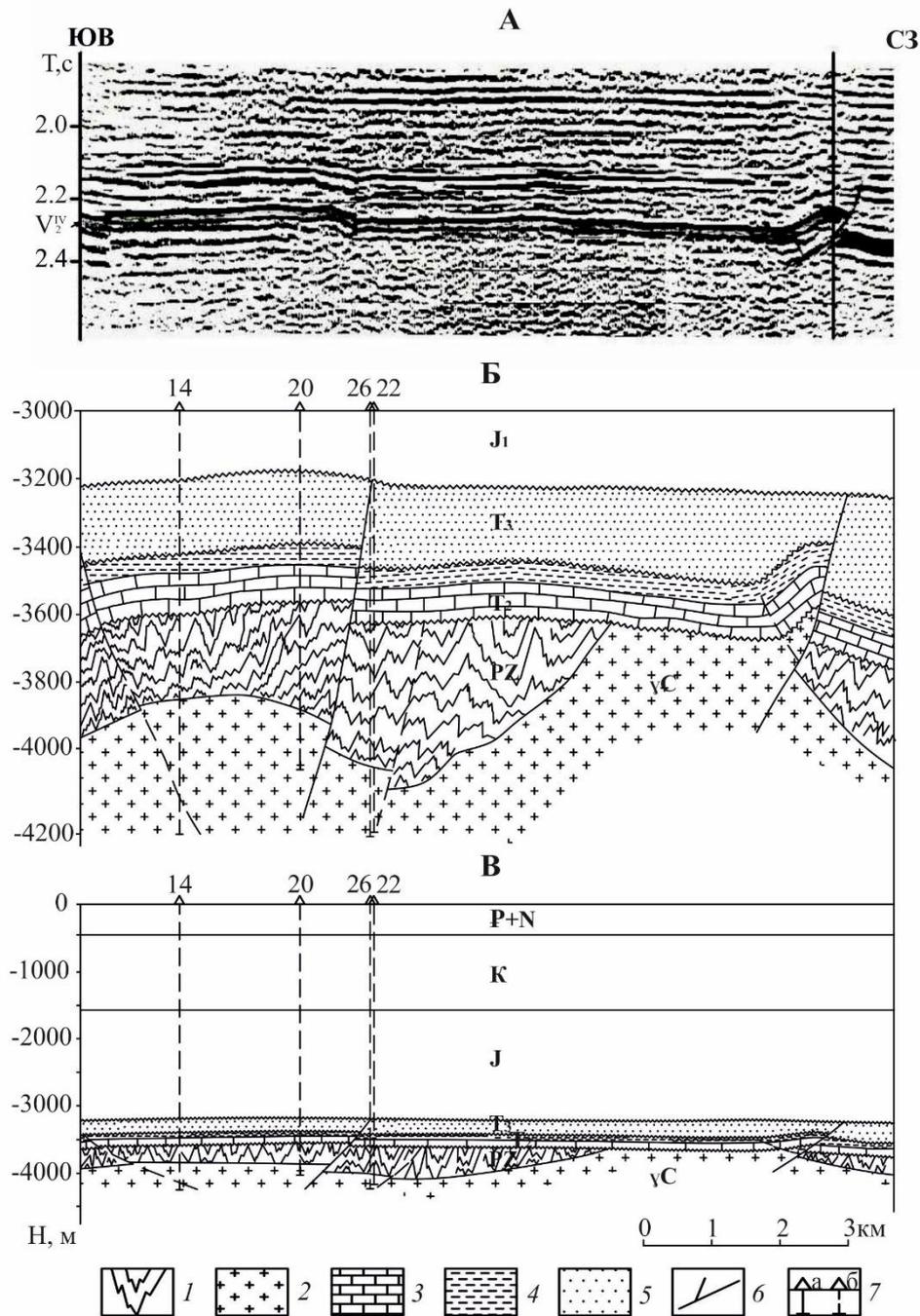


Рис. 7. Оймаша. Фрагмент временного разреза по линии сейсмопрофиля 21 (А) и его геологическая интерпретация (Б, В): Б – доюрская часть разреза, масштаб 1:10

Условные обозначения см. на рис. 6.

Закартированные на мысе Песчаный фрагменты региональных сдвигов образуют зоны, состоят из более мелких близпараллельных разрывов северо-восточного простирания. Непосредственно на Оймашинской площади можно наблюдать характерную для сдвиговых зон структуру ти-

па «конского хвоста». Образована она более мелкими разрывами, веерообразно расходящимися в юго-западном направлении от основного нарушения. Одновременно с этим происходит затухание амплитуды смещения по каждому из отдельно взятых разрывов. Расположенные между ними блоки имеют клинообразную форму, а ограничивающие их разрывы сходятся на глубине с образованием характерных для сдвигов «структур цветка» (см. Рис. 6).

В отдельных случаях в зонах сдвигов сформированы незначительные по размерам складчато-надвиговые дислокации. Примером может служить Западно-Жантанатская складка (см. Рис. 7). Размер ее по подошве среднего триаса составляет 2,0x0,7 км, амплитуда – 110 м. Антиклиналь имеет резко асимметричное строение: принадлежговое крыло узкое, крутое, а юго-восточное широкое и пологое. Поверхность сместителя листрической формы, наклонена к юго-востоку под углом 30–35°. Величина горизонтального «нависания» взброшенного крыла над лежащим составляет около 120 м.

Тектонические подвижки по сдвигам приводят к образованию в триасовых отложениях зон дробления. Ширина их может достигать 2,5–3,0 км. На сейсмических временных разрезах они отображаются в виде зон потери корреляции отражающих горизонтов. На Оймашинской площади, где проведена сейсморазведка с высоким разрешением, можно видеть внутреннее строение таких зон. Иногда здесь развиты незначительные по масштабу поддвиги (см. Рис. 5).

Близкую морфологию имеют и другие присдвиговые дислокации Южно-Мангышлакского геоблока. Так, например, Северо-Ракушечное поднятие было сформировано в месте изгиба взбросо-сдвига с образованием принадлежговой асимметричной антиклинали размером 8x4 км. Амплитуда смещения по разрыву по подошве среднего триаса составляет 300 м.

По мере удаления от этого участка надвиг преобразуется во взброс с потерей амплитуды смещения.

Уйлукской группе поднятий в триасовых отложениях соответствует блок, выжатый по разрывам в виде клина. Протяженность блока достигает 12 км. Ширина его 1,2–1,5 км. Глубоким бурением здесь установлено повторение в разрезе отложений среднего триаса, что доказывает взбросовый характер разрывных нарушений, обусловивших тектоническое сдвигание отдельных секций разреза.

С течением времени отмечается снижение активности движений по разрывам, что привело к уменьшению их амплитуды от первых сотен метров в триасовых отложениях до десятков метров в юрских отложениях. В меловых и кайнозойских комплексах сейсмическими методами разрывы не фиксируются. Изменение активности подвижек по разрывам отражается и в морфологии присдвиговых дислокаций: если в юрских отложениях они представлены в основном малоамплитудными поднятиями, а то меловых и палеогеновых горизонтах лишь некоторые из них выражены в виде структурных носов и террас.

Региональные сдвиги уверенно диагностируются на аэро- и космofотоснимках, а также в ландшафте дневной поверхности, что указывает на продолжающуюся их жизнь и на новейшем этапе тектонического развития региона (Рис. 8). Последнее имеет важное нефтегеологическое значение, поскольку новейшие движения по разрывам способствуют как формированию емкостно-фильтрационных свойств низкопроницаемых триасовых отложений, так и заполнению ловушек нефтью и газом [8].

Форма и контрастность выраженности погребенных разломов в ландшафте дневной поверхности самые разнообразные. Это линейно вытянутые уступы рельефа в первые метры и обрывы в бортах бессточных впадин до сотен метров, цепочки мелких такыров и спрямленные края обширных соров, строго ориентированные границы участков развития кар-

стовых образований, разнотипных ландшафтов и др. Широкая обзорность космических снимков и высокий уровень генерализации суммируют разобщенные по площади различные формы проявления разломов в виде непрерывных линейно вытянутых фотоаномалий (линеаментов), что позволяет трассировать протяженные зоны разломов через весь регион, а с привлечением структурно-геоморфологических методов – и разрывные дислокации меньших масштабов.

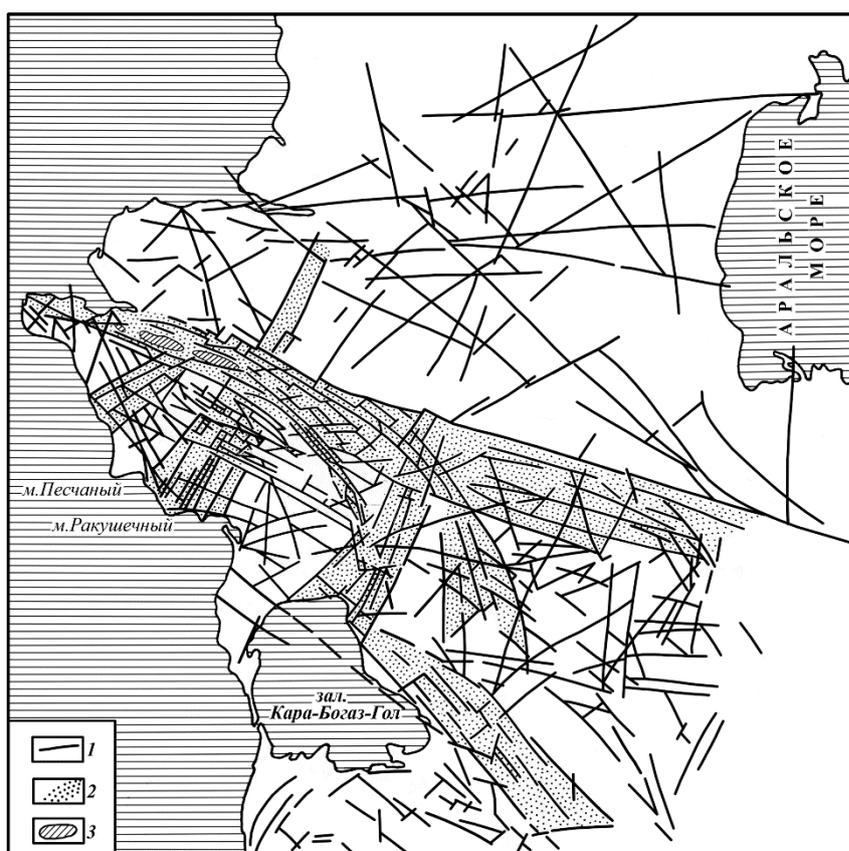


Рис. 8. Схема линеаментов запада Туранской плиты [12]

1 – линеаменты; 2 – зоны повышенной плотности линеаментов;
3 – выходы на дневную поверхность отложений пермо-триаса.

Отметим, что данная схема была составлена нами еще до проведения высокоточной аэромагнитной съемки и получения соответствующей информации о разломной тектонике региона.

Нефтегазоносность зон сдвигов

Многие из рассмотренных присдвиговых дислокаций являются ловушками углеводородов (УВ). В частности, например, промышленные скопления нефти и газа открыты на Оймашинском, Северо-Ракушечном поднятиях, на других площадях получены притоки углеводородов различной интенсивности (см. Рис. 4). Нефтегазоносными в основном являются вулканогенно-карбонатные отложения среднего триаса. Небольшие скопления УВ обнаружены в низах юрского разреза, а на Оймашинском поднятии продуктивными оказались и граниты фундамента.

Помимо формирования традиционных антиклинальных ловушек разрывные нарушения и связанные с ними зоны дробления пород сыграли большую роль в образовании участков с улучшенными коллекторскими свойствами в породах фундамента и нижних секциях осадочного чехла. В условиях низкопроницаемого разреза мигрирующие по разломам глубинные агрессивные флюиды приводили к растворению и выщелачиванию минералов и горных пород, образуя очаговые участки вторичных коллекторов [13]. Особенно масштабно эти процессы проявились в карбонатных отложениях среднего триаса. Именно с такими зонами деструкции связаны наиболее высокодебитные притоки нефти и газа (скважины 16, 25 Оймаша; 4 – Сарсенбай; 1 – Уйлюк; 19 – Жантанат и др.).

Подобные зоны с улучшенными коллекторскими свойствами в низкопроницаемых толщах не всегда контролируются структурным фактором (наличие антиклинали) и скважины, пробуренные вне зон разуплотнения, даже находясь гипсометрически выше давших продукцию, могут оказаться «сухими». Примером может служить скважина 24 Оймаша, пробуренная в присводовой части триасовой антиклинали, в которой флюид не был получен, в то время как расположенная в менее благоприятных структурных условиях скважина 9 дала фонтанный приток нефти.

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. Инъекция флюидов в низкопроницаемые толщи приводит к образованию очагов опресненных вод различного гидрохимического типа – от гидрокарбонатно-натриевых до хлоркальциевых, а также к формированию гидродинамических аномалий [13, 14]. 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 [15, 16]. В результате формируется сложно построенный резервуар, заполняемый нефтью и газом.

Эти заключения находятся в соответствии с известными данными о строении триасовых резервуаров и залежей Южного Мангышлака. Подробно этот вопрос был рассмотрен нами в предыдущих публикациях [13, 14].

Мировой опыт поисковых работ на нефть и газ свидетельствует о том, что в зонах разрывных нарушений в условиях низкопроницаемого разреза за счет тектонической трещиноватости, процессов выщелачивания и метасоматоза образуются специфические ловушки, в которых при наличии благоприятных условий могут быть сформированы жильные залежи УВ [4 - 6].

Прекрасной иллюстрацией жильного типа залежей УВ могут служить месторождения битумов в Турции (Сегерюк, Хэрбол), штате Юта (США), Колумбии, Мексике, Канаде, на Кубе, а также Садкинское, Каировское, Велиховское и другие месторождения в России. Представляет

интерес и прослеживаемый на острове Барбадос непосредственный переход асфальтовой жилы в тяжелую нефть [8]. Аналогичные явления отмечены и на острове Тринидад.

Не менее наглядный пример – некоторые месторождения УВ США [17]. Так, трещиноватость послужила косвенной причиной образования месторождения Дип-Ривер в штате Мичиган. Нефть содержится здесь в узком удлиненном теле пористых доломитов, заключенных в слабопроницаемых известняках верхней части формации роджерс-сити (средний девон), перекрытых глинистой толщей, являющейся покрышкой (Рис. 9). Предполагают, что эти доломиты образовались в результате воздействия на известняки магниезиальных вод, циркулирующих по зоне трещиноватости в известняках. В непродуктивных скважинах не обнаружено не только нефти, но и доломитов (в том числе и в скважинах, пробуренных в своде поднятий). Мощность продуктивной толщи – 5–10 м.

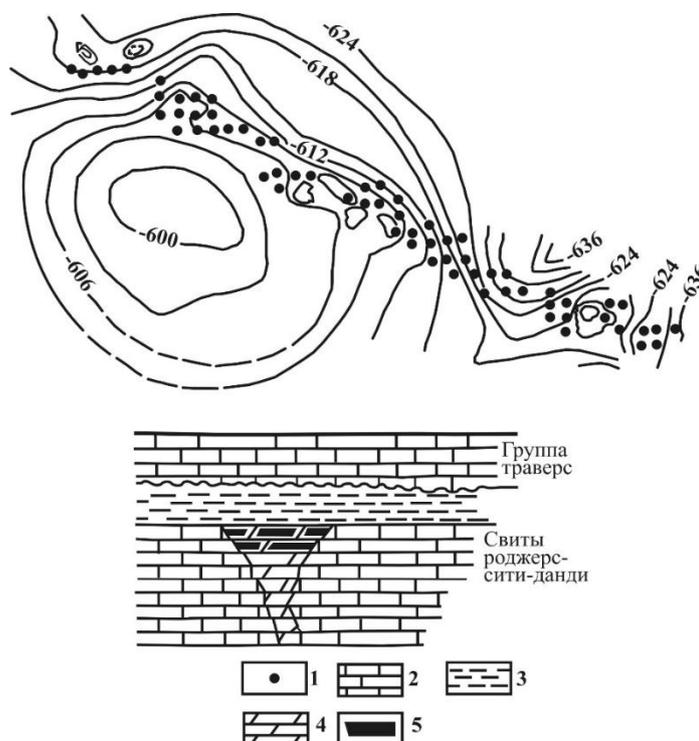


Рис. 9. Структурная карта подошвы группы траверс (девон) и разрез нефтяного месторождения Дип-Ривер [17]

1 – нефтяные скважины; 2 – известняки; 3 – глины; 4 – пористые кавернозные доломиты; 5 – нефтяная залежь.

Группа месторождений Сципио-Пьюласки-Албион образует узкий и прямой пояс залежей общей длиной более 25 миль и шириной в среднем 3500 футов (Рис. 10, 11), т.е. в данном случае можно говорить не об отдельной залежи, а о зоне нефтегазонакопления жильного типа. Месторождения открыты в 1957 г. Если Сципио – чисто нефтяное месторождение, то Албион – газонефтяное. Суммарные разведанные запасы зоны оцениваются в более 100 млн баррелей нефти и более 200 млрд м³ газа. Нефть и газ добываются из доломитизированных известняков трентона (ордовик), которые приурочены к прояженной зоне разлома и имеют вторичное происхождение. Мощность продуктивных горизонтов – 20 м, пористость составляет 5 %, проницаемость – 3–4 мД.

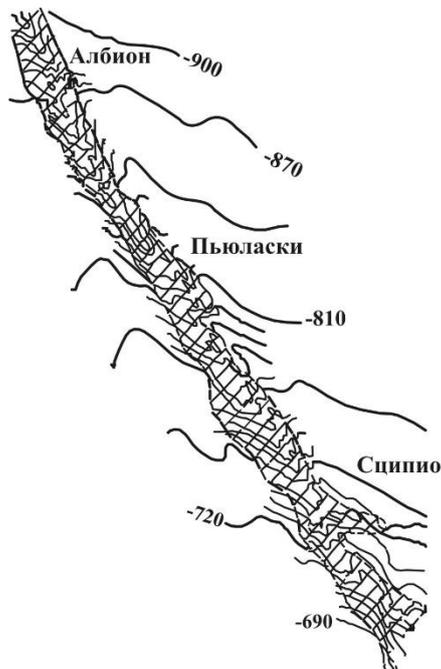


Рис. 10. Структурная карта кровли известняков трентон (ордовик) месторождений Албион, Пьюласки, Сципио [17]

Штриховка – площадь продуктивных отложений.

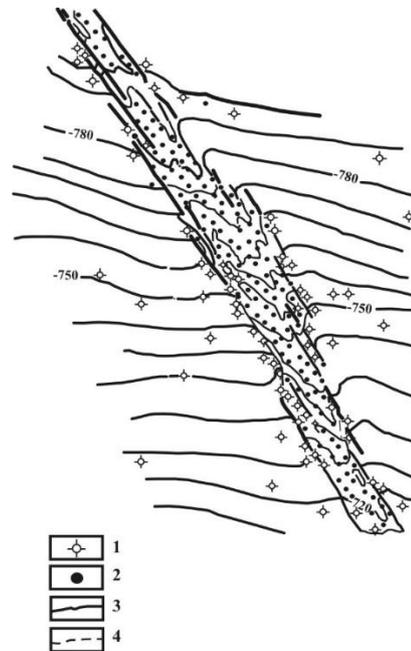


Рис. 11. Структурная карта кровли известняков трентона (ордовик) месторождения Сципио [17]

1 – скважины непродуктивные; 2 – скважины продуктивные; 3 – изогипсы кровли трентона, м; 4 – разрывы.

Зоны тектонической трещиноватости, приуроченные к разрывам, в значительной мере определяют морфологию резервуаров и таких известных месторождений, как Трентон (запасы 14,8 млн т нефти) и Лима (67,3 млн т нефти), продуктивность которых также связана с известняками ордовика [8].

Заключение

Изложенные выше результаты позволяют говорить о важной, часто недооцененной роли тангенциального стресса в формировании структуры Скифско-Туранской платформы. Анализ геолого-геофизических материалов свидетельствует о широком развитии в фундаменте молодой платформы не только крупных надвигов, но и региональных сдвигов. Тектонические движения по многим из них продолжались и в более позднее время, что привело к формированию в осадочном чехле характерных присдвиговых дислокаций.

В зонах сдвигов и связанных с ними дислокаций образуется широкий спектр потенциальных ловушек, которые при благоприятных условиях могут быть заполнены нефтью и газом. В формировании полезной емкости пород активное участие принимают глубинные агрессивные флюиды, мигрирующие по разрывам. В результате в зонах сдвигов могут быть сформированы сложные по морфологии скопления УВ, которые с полным основанием можно классифицировать как жильные залежи, или даже зоны нефтегазонакопления.

Полученные результаты позволяют по-новому взглянуть на геодинамическую обстановку формирования не только фундамента, но и структур осадочного чехла Скифско-Туранской платформы, а также скоплений УВ в ее пределах. Установленные закономерности строения присдвиговых дислокаций и связанных с ними потенциальных резервуаров нефти и газа мо-

гут способствовать выбору более рациональной методики геологоразведочных работ.

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

Acknowledgments: the research was carried out at the expense of the grant of the Russian Science Foundation № 23-27-00037.

Список литературы

1. 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.
2. Попков В.И. Складчато-надвиговые дислокации в осадочном чехле Азовского моря // Геотектоника. - 2009. - № 4. - С. 84-93.
3. Попков В.И., Попков И.В. Складчато-надвиговые дислокации в триасовых отложениях Скифско-Туранской платформы. // Геология и геофизика Юга России. - 2023а. - Т. 13. № 1. - С. 34-46. DOI: 10.46698/VNC.2023.42.57.003.
4. Белкин В.И., Медведский Р.И., Аббасов И.А. Жильный тип ловушек углеводородов. М.: ВНИИОЭНГ. - 1988. - Вып. 12. - 132 с.
5. Гаврилов В.П., Григорьянц Б.В., Дворецкий П.И., Пономарев В.А., Тарханов М.И. Зоны нефтегазонакопления жильного типа. М.: Недра, - 2000. - 152 с.
6. Грамберг И.С., Супруненко О.И. Сдвиги как возможные пути миграции нефти и газа // Доклады Академии наук. - 1995. - Т. 340. №1. - С. 75-77.
7. Трофимов В.А. Нефтеподводящие каналы и современная подпитка нефтяных месторождений: гипотезы и факты // Георесурсы. - 2009. - № 1 (29). - С. 46-48.
8. Попков В.И. Разломы земной коры: не только каналы миграции, но и зоны аккумуляции нефти и газа // Геология, география и глобальная энергия. - 2012. - № 3 (46). - С. 23-28.
9. Попков В.И., Калинин М.И., Сейфулин Ш.М. Глубинное строение запада Туранской плиты. // Доклады АН СССР. - 1985. - Т. 284. № 41. - С. 939-943.
10. Попков В.И. Тектоника доюрского осадочного комплекса запада Туранской плиты // Геотектоника. - 1986. - № 4. - С. 108-116.
11. Попков В.И., Попков И.В. Литологическое расчленение и корреляция нефтегазонасыщенных 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
12. Попков В.И., Праздников А.В. Анализ линеamentной сети и глубинная тектоника (на примере Туранской плиты) // Исследование Земли из космоса. - 1983. - № 6. - С. 83-86.
13. Попков В.И., Ларичев В.В., Попков И.В. Структура глубокопогруженных комплексов осадочных бассейнов: гидрогеологические аномалии и нефтегазонасыщенность как следствие внедрения глубинных флюидов (на примере месторождений Южного Мангышлака) // Геотектоника. - 2023. - № 3. - С. 41-66. DOI: 10.31857/S0016853X23030050
14. Попков В.И., Попков И.В. Закономерности размещения скоплений нефти и газа в разрезе триасовых отложений Южного Мангышлака // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2024. - Т.19. - №3. - https://www.ngtp.ru/rub/2024/17_2024.html EDN: AMLGXP.

15. Лукин А.Е. Гипогенно-аллогенетическое разуплотнение – ведущий фактор формирования вторичных коллекторов нефти и газа // Геол. журн. - 2002. - № 4. - С. 15-32.
16. Паламарь В.П., Попков В.И., Рабинович А.А. О возможности открытия зон нефтегазоаккумуляции жильного типа // Доклады АН СССР. - 1981. - Т.257. - № 4. - С. 968-970.
17. Леворсен А.И. Геология нефти и газа. М.: Мир, - 1970. - 640 с.

References

1. Ismagilov D.F., Popkov V.I., Terekhov A.A., Shainurov R.V. *Allochthonous structures of the Azov Sea*. Reports by Academy of Sciences of the USSR. 1991, Vol. 321, No. 4, pp. 792-795 (in Russian)
2. Popkov V.I. *Skladchato-nadvigovye dislokacii v osadochnom chekhle Azovskogo morya* [Fold-thrust dislocations in sedimentary cover of the Azov Sea]. *Geotektonika* [Geotectonics], 2009. No. 4, pp. 84-93 (in Russian)
3. Popkov V.I., Popkov I.V. *Skladchato-nadvigovye dislokacii v triasovyh otlozheniyah Skifsko-Turanskoj platformy*. [Fold-thrust dislocations in Triassic sediments of the Scythian-Turanian platform]. *Geologiya i Geofizika Yuga Rossii* [Geology and Geophysics of the South of Russia]. 2023, Vol. 13, No. 1, pp. 34-46. DOI: 10.46698/VNC.2023.42.57.003. (in Russian)
4. Belkin V.I., Medvedsky R.I., Abbasov I.A. *Zhilnyj tip lovushek uglevodorodov* [Hydrocarbon traps of the vein-type]. Moscow: VNIIOENG Publ. 1988, No.12, 132 p. (in Russian)
5. Gavrilov V.P., Grigoryants B.V., Dvoretzky P.I., Ponomarev V.A., Tarkhanov M.I. *Zony neftegazonakopleniya zhilnogo tipa* [Petroleum accumulation zones of the vein-type]. Moscow: Nedra Publ, 2000, 152 p. (in Russian)
6. Gramberg I.S., Suprunenko O.I. *Sdvigi kak vozmozhnye puti migracii nefti i gaza* [Thrust faults as possible oil and gas migration paths]. Reports by Academy of Sciences. 1995, Vol. 340, No. 1, pp. 75-77 (in Russian)
7. Trofimov V.A. *Neftepodvodyashchie kanaly i sovremennaya podpitka neftyanyh mestorozhdenij: gipotezy i fakty* [Refilling channels and modern refilling of oil fields: hypothesis and facts]. *Georesursy* [Georesources]. 2009, No. 1 (29), pp. 46-48 (in Russian)
8. Popkov V.I. *Razlomy zemnoj kory: ne tolko kanaly migracii, no i zony akumuljatsii nefti i gaza* [Faults: not only migration channels, but areas of accumulation of oil and gas]. *Geologiya, Geografiya i Globalnaya Energiya* [Geology, Geography, and Global Energy]. 2012, No. 3 (46), pp. 23-28 (in Russian)
9. Popkov V.I., Kalinin M.I., Seifulin Sh. M. *Glubinnoe stroenie zapada Turanskoj plity* [Deep structure of the western part of the Turanian Plate]. Reports by Academy of Sciences of the USSR. 1985, Vol. 284, No. 41, pp. 939-943 (in Russian)
10. Popkov V.I. *Tektonika dojurskogo osadochnogo kompleksa zapada Turanskoj plity* [Tectonics of pre-Jurassic sedimentary sequence of the western part of the Turanian Plate]. *Geotektonika* [Geotectonics]. 1986, No. 4, pp. 108-116 (in Russian)
11. Popkov V.I., Popkov I.V. *Litologicheskoe raschlenenie i korrelyatsiya neftegazonosnyh kompleksov triasa YUzhnogo Mangyshlaka* [Lithology differentiation and correlation of Triassic oil and gas plays of the South Mangyshlak]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika* [Oil and Gas Geology. Theory and Practice]. 2023, Vol. 18, No. 2. Available at: http://www.ngtp.ru/rub/2023/16_2023.html DOI: 10.17353/2070-5379/16_2023 (in Russian)
12. Popkov V.I., Prazdnikov A.V. *Analiz lineamentnoj seti i glubinnaya tektonika (na primere Turanskoj plity)* [Lineament network analysis and deep tectonics (a case study of Turanian

- Plate)]. *Issledovanie Zemli iz Kosmosa [Space Exploration of Earth]*. 1983, No. 6, pp. 83-86 (in Russian)
13. Popkov V.I., Larichev V.V., Popkov I.V. *Struktura glubokopogruzhennykh kompleksov osadochnykh bassejnov: gidrogeologicheskie anomalii i neftegazonosnost kak sledstvie vnedreniya glubinykh flyuidov (na primere mestorozhdenij Yuzhnogo Mangyshlaka)* [Structure of deeply buried sedimentary basins: hydrogeological anomalies and petroleum potential as a result of deep fluid invasion (a case study of the South Mangyshlak fields)]. *Geotektonika [Geotectonics]*. 2023, No. 3, pp. 41-66. DOI: 10.31857/S0016853X23030050 (in Russian)
 14. Popkov V.I., Popkov I.V. *Zakonomernosti razmeshcheniya skoplenij nefiti i gaza v razreze triasovykh otlozhenij Yuzhnogo Mangyshlaka* [Distribution of oil and gas accumulations in the Triassic sediments of the Southern Mangyshlak]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika [Oil and Gas Geology. Theory and Practice]*. 2024, Vol.19, No.3. Available at: https://www.ngtp.ru/rub/2024/17_2024.html EDN: AMLGXP. (in Russian)
 15. Lukin A.E. *Gipogenno-allogeneticheskoe razuplotnenie – vedushchij faktor formirovaniya vtorichnykh kollektorov nefiti i gaza* [Hypogenic-allogenic deconsolidation as a key factor for secondary oil and gas accumulation]. *Geologicheskij Zhurnal [Geological Journal]*. 2002, No. 4, pp. 15-32 (in Russian)
 16. Palamar V.P., Popkov V.I., Rabinovich A.A. *O vozmozhnosti otkrytiya zon neftegazonakopleniya zhilnogo tipa* [On possibility of discovering oil and gas accumulations of the vein-type]. *Reports by Academy of Sciences of the USSR*. 1981, Vol.257, No. 4, pp. 968-970 (in Russian)
 17. Levorsen A.I. *Geologiya nefiti i gaza* [Oil and gas geology]. Moscow, Mir Publ., 1970, 640 p. (in Russian)

Сведения об авторах

Попков Василий Иванович, доктор геолого-минералогических наук, профессор, академик РАЕН, профессор кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Россия, 350040, Краснодар, ул. Ставропольская, 149
E-mail: geoskubsu@mail.ru

Попков Иван Васильевич, кандидат геолого-минералогических наук, доцент, доцент кафедры нефтяной геологии, гидрогеологии и геотехники, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет»
Россия, 350040, Краснодар, ул. Ставропольская, 149
E-mail: iv-popkov@mail.ru

Authors

V.I. Popkov, Professor, Member of Russian Academy of Natural Sciences, Professor of the Chair of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnical, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University
149, Stavropolskaya Str., Krasnodar, 350040, Russian Federation
E-mail: geoskubsu@mail.ru

I.V. Popkov, PhD, Associate Professor Chair of Petroleum Geology, Hydrogeology and Geotechnical, Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education Kuban State University
149, Stavropolskaya Str., Krasnodar, 350040, Russian Federation
E-mail: iv-popkov@mail.ru

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article. The authors declare no conflicts of interests.

Попков В.И.



Попков И.В.



Статья поступила в редакцию 17.11.2024
Принята к публикации 21.03.2025
Опубликована 30.03.2025