

УДК 551.73: 551.761

ТЕКТОНОСТРАТИГРАФИЯ И ИСТОРИЯ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ СЕВЕРО-КАСПИЙСКОЙ СКЛАДЧАТО-НАДВИГОВОЙ ЗОНЫ

Ирина Владимировна Куницына^{1✉}, Анатолий Михайлович Никишин²,
Николай Александрович Малышев³, Владимир Евгеньевич Вержбицкий⁴,
Ольга Владимировна Костенко⁵

¹ ООО «РН-Эксплорейшн», Москва, Россия; kunir@yandex.ru ✉

² Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; amnikishin@gmail.com

³ ПАО «НК «Роснефть», Москва, Россия; n_malyshev@rosneft.ru

⁴ ПАО «НК «Роснефть», Москва, Россия; v_verzhbitskiy@rosneft.ru

⁵ ООО «РН-Эксплорейшн», Москва, Россия; ovkostenko@rn-exp.rosneft.ru

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме региональной геологии — реконструкции истории геологического развития верхнепалеозойско-триасового комплекса в южной части Северного Каспия. Понимание геологической эволюции региона — одно из необходимых условий повышения достоверности прогноза характеристик геологических объектов, строение которых определяет формирование скоплений углеводородных флюидов. Несмотря на достаточно ограниченный материал, представленный главным образом сейсмическими данными 2D, создана тектоностратиграфическая модель изучаемого региона, базирующаяся на результатах комплексной интерпретации геолого-геофизической информации, проведенной с использованием современных методических подходов.

Ключевые слова: Северный Каспий, Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона, история геологического развития, тектоностратиграфия, несогласие, рифтинг, краевой прогиб

Для цитирования: Куницына И.В., Никишин А.М., Малышев Н.А., Вержбицкий В.Е., Костенко О.В. Тектоностратиграфия и история геологического развития Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2022. № 5. С. 35–46.

TECTONOSTRATIGRAPHY AND HISTORY OF GEOLOGICAL DEVELOPMENT OF NORTH CASPIAN FOLD-THRUST ZONE

Irina V. Kunitsyna^{1✉}, Anatoly M. Nikishin², Nikolay A. Malyshev³,
Vladimir E. Verzhbitsky⁴, Olga V. Kostenko⁵

¹ LLC «RN-Exploration», Moscow, Russia; kunir@yandex.ru ✉

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; amnikishin@gmail.com

³ Rosneft Oil Company, Moscow, Russia; n_malyshev@rosneft.ru

⁴ Rosneft Oil Company, Moscow, Russia; v_verzhbitskiy@rosneft.ru

⁵ LLC «RN-Exploration», Moscow, Russia; ovkostenko@rn-exp.rosneft.ru

Abstract. The presented article is devoted to the actual problem of regional geology — the reconstruction of the history of geological development of the Upper Paleozoic-Triassic complex in the southern part of the North Caspian. Understanding of evolution is one of the necessary conditions for improving the reliability of predicting the geological objects characteristics, the structure of which determines the possibilities for the formation of hydrocarbon accumulations. Despite the rather limited data presented mainly by 2D seismic, the authors created a tectonostratigraphic model of the region. It is based on the results of integrated interpretation of geological and geophysical information, carried out using modern methodological approaches.

Key words: Key words: North Caspian, North Caspian fold-thrust zone, history of geological development, tectonostratigraphy, unconformity, rifting, foredeeps

For citation: Kunitsyna I.V., Nikishin A.M., Malyshev N.A., Verzhbitsky V.E., Kostenko O.V. Tectonostratigraphy and history of geological development of North Caspian fold-thrust zone. *Moscow University. Geol. Bull.* 2022; 5: 35–46. (In Russ.).

Введение. С 1960-х гг. тектоническим районированием и проблемами истории геологического развития Каспийского моря и его обрамления занимались многие исследователи. Развитие технологий и методик геофизических работ в конце XX — начале XXI в. позволило существенно уточнить геологическое строение его акватории [Хаин

и др., 2009; Никишин и др., 2005; Волож и др., 2008; Абилхасимов, 2016].

С юга Прикаспийскую синеклизу ограничивает система дислокаций, в составе которой по кровле палеозойских отложений на западе выделяется Каракульско-Смушковская складчато-надвиговая зона, на востоке — Южно-Эмбинская, а в акватории



Рис 1. Обзорная карта Северного Каспия: 1 — границы государств; 2–3 — месторождения нефти и газа: 2 — в подсоловых палеозойских отложениях, 3 — в надсоловых мезозойских отложениях; 4 — скважины на акватории; 5–6 — границы тектонических элементов: 5 — I порядка, 6 — II порядка (складчато-надвиговые зоны: КСЗ — Каракульско-Смушковская, СКЗ — Северо-Каспийская, ЮЭЗ — Южно-Эмбинская); 7 — линии профилей 2D

Каспия — Северо-Каспийская (рис. 1) [Куницына и др., 2019].

Первые две зоны, расположенные на суше, пробурены в XX в. и характеризуются существенно разным строением и, соответственно, историей геологического развития. Строение палеозойско-триасового комплекса Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны до сих пор составляет предмет дискуссий. При этом понимание особенностей процессов осадконакопления и эволюции тектонических режимов нам представляется очень важным для оценки перспектив ее нефтегазоносности.

Материалы и методы исследований. Для изучения геологического строения и реконструкции истории развития Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны использованы сейсморазведочные данные 2D объемом около 10 тыс. км, полученные в период с 1995 по 2019 г. Качество сейсмических материалов для палеозойского комплекса удовлетворительное и/или низкое. Такая их особенность связана с тем, что объектом исследований большинства сейсморазведочных работ была верхняя, мезозойская, часть разреза. Помимо этого, строение палеозойского интервала осложнено многочисленными складчато-надвиговыми деформациями с проявлением соляной тектоники.

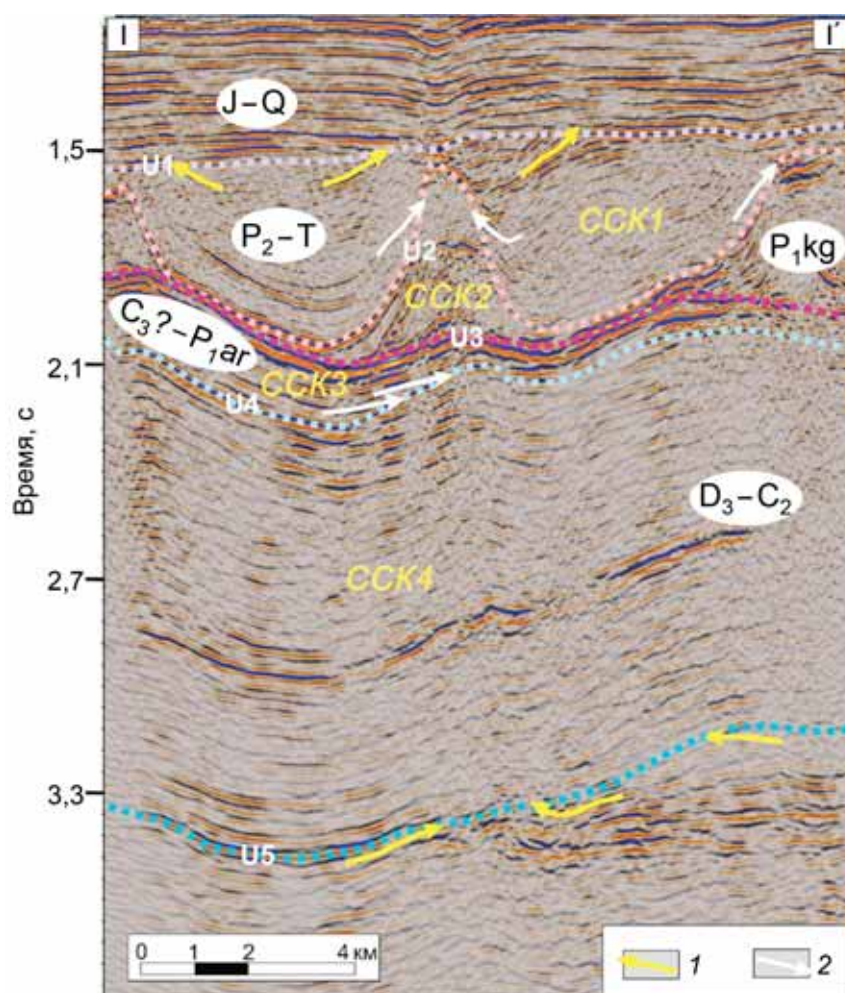
Кроме сейсмических данных, авторы использовали результаты глубокого бурения. К сожалению, в Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне на подсоловые отложения пробурена лишь одна скважина Сатпаев-1РЗ, которая, достигнув проектной глубины, вскрыла только нижнепермские (P_{1ar}) глинистые отложения [Пронин, Шестоперова, 2020], не войдя в результате в целевой девонско-каменно-

гольный интервал разреза. В отдельных скважинах, целевыми объектами которых были мезозойские отложения, породы на забое датированы московским веком среднего карбона (в процессе бурения по этим отложениям пройдено не более нескольких метров или нескольких десятков метров) [Пронин, Шестоперова, 2019]. Все другие скважины пробурены до нерасчлененной верхнепермско-триасовой толщи, выделяемой ниже поверхности предъюрского несогласия.

На протяжении всей геологической истории Северо-Каспийский регион находился под влиянием многократно изменявшихся тектонического режима и полей напряжения. Для региональных исследований таких территорий традиционно используют метод тектоностратиграфии [Никишин, Копаевич, 2009]. Тектоностратиграфия тесно связана с секвентной стратиграфией и региональной тектоникой. В основе метода лежит выделение поверхностей несогласий и реперов, ограничивающих различные тектоностратиграфические комплексы, которые образовались в течение определенного тектонического режима. Основные материалы для тектоностратиграфического анализа — сейсмические данные, которые позволяют выделять и проследивать региональные несогласия и реперы на большой площади.

Результаты исследований и их обсуждение.
Выделение тектоностратиграфических единиц на сейсморазведочных профилях 2D. На региональных сейсмических данных 2D выделены границы несогласий, отвечающих ключевым тектоническим событиям в регионе и свидетельствующих о смене тектонического режима. Сейсмокомплексы между поверхностями несогласий отражают особенности

Рис. 2. Характер выраженности поверхностей несогласий и реперных горизонтов на временном разрезе по профилю I–I' (положение профиля см. на рис. 1): характерные типы залегания слоев: 1 — эрозионное срезание, 2 — подошвенное налегание; U1–U5 — границы несогласий, ССК1–ССК4 — сейсмокомплексы



обстановок осадконакопления внутри мегасеквенций. Проанализированные нами в большом объеме сейсмические данные в комплексе с другими материалами позволили детальнее реконструировать основные тектонические события в позднепалеозойское время и выделить некоторые особенности эволюции процессов седиментации. Пример выделения тектоностратиграфических границ представлен на сейсмическом профиле (рис. 2).

Самое крупное и значительное несогласие в регионе — предъюрское несогласие U1. Оно связано с тектоническими деформациями сжатия, перерывом в осадконакоплении и эрозией в конце триаса, обусловленными орогеническими процессами на юго-востоке Евразийского континента [Волож и др., 1999]. Предъюрское несогласие U1 зафиксировано не только на территории Северного Каспия, но и на значительной площади (сотни квадратных километров) сопряженных территорий. На сейсмических профилях поверхность несогласия хорошо идентифицируется и прослеживается как отражающий горизонт, характеризующийся резким угловым несогласием по отношению к осям синфазности подстилающего комплекса и соответствующий поверхности эрозионного срезания.

Далее вниз по разрезу выделяются границы U2 и U3, которые фиксируются в кровле и подошве

эвапоритовых отложений соответственно. Этим отложениям на временных разрезах соответствует сейсмокомплекс ССК2, представленный хаотичным волновым полем с локально протяженными осями синфазности в его нижней части и часто имеющий характерную форму в виде соляных подушек и диапиров.

Следующее несогласие — U4 — хорошо фиксируется на временных разрезах в западной части изучаемой территории как поверхность подошвенного налегания по отношению к подстилающим отложениям (рис. 2, 3). Отражающий горизонт U4 формировался, вероятно, в результате контраста физических свойств при смене терригенных отложений вниз по разрезу на карбонатные. Согласно литературным данным на прилегающей суше (в Каракульско-Смушковой и Южно-Эмбинской зонах, на Астраханском поднятии) и в акватории (на месторождении Кашаган и по результатам бурения скважины Каламкас-море-1) в разрезе отмечается крупное предпермское несогласие. Логично предположить, что несогласие U4 соответствует именно предпермскому времени.

Наиболее древняя поверхность несогласия, которая прослеживается на сейсмических разрезах 2D в виде поверхности эрозионного срезания, — несогласие U5 (рис. 2). На Северном Каспии оно не

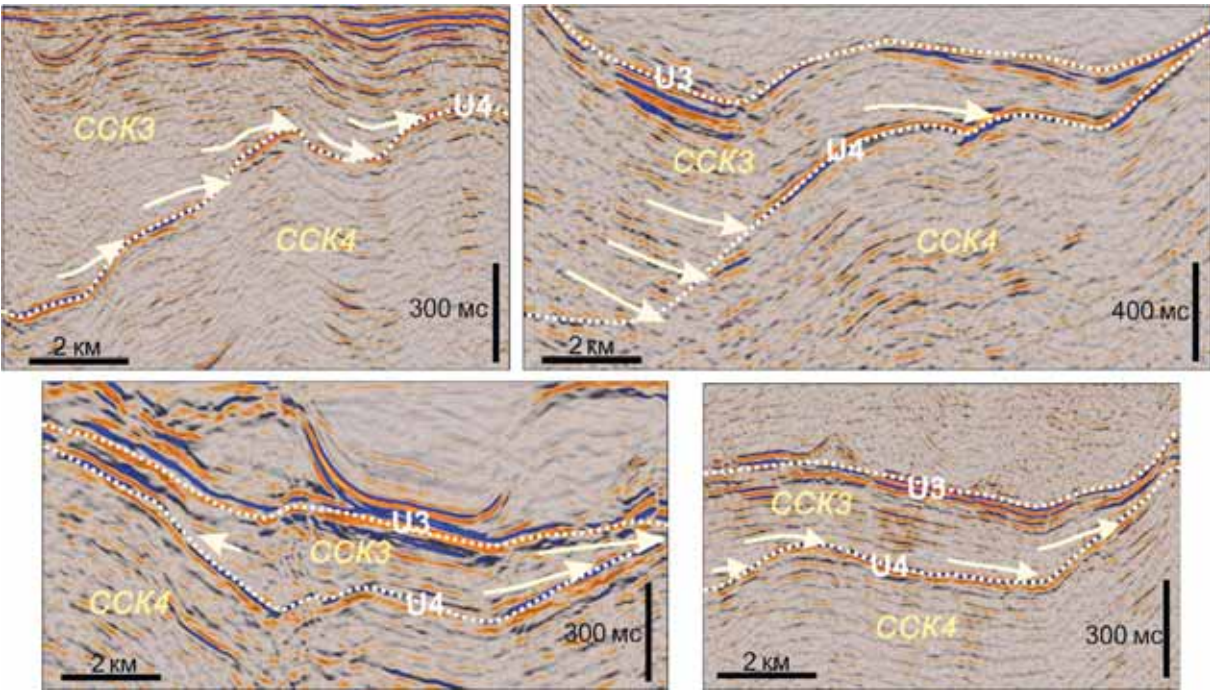


Рис. 3. Выраженность несогласия U4 на временных разрезах (условные обозначения см. на рис. 2)

вскрыто скважинами. На Астраханском поднятии в разрезе зафиксировано отсутствие отложений живетского яруса среднего девона, связанное с предпозднедевонским несогласием. Можно предположить, что это угловое несогласие U5 также имеет предпозднедевонский возраст.

Выделенные на сейсмических профилях поверхности несогласий и реперы ограничивают в девонско-триасовом интервале разреза четыре тектоностратиграфических комплекса, которые образовались в течение определенного тектонического режима.

Тектоностратиграфический комплекс (ССК4), ограниченный несогласиями U4 и U3, фиксирует фазу относительного тектонического покоя и по-

гружения. Он характеризуется на временных разрезах понижением частоты сейсмической записи и имеет преимущественно выдержанную временную мощность. Такая запись волнового поля характерна прежде всего для карбонатных отложений, которые, согласно региональным геологическим данным, образовались здесь в позднедевонско-среднекаменноугольное время.

Комплекс отложений, ограниченный реперами U3 и U4, на временных разрезах представлен разными тектоностратиграфическими комплексами в западной (ССК3) и восточной (ССК3-1) частях Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны (рис. 4). В западной части ССК3 имеет переменную толщину: в синклиналях мощность отложений резко

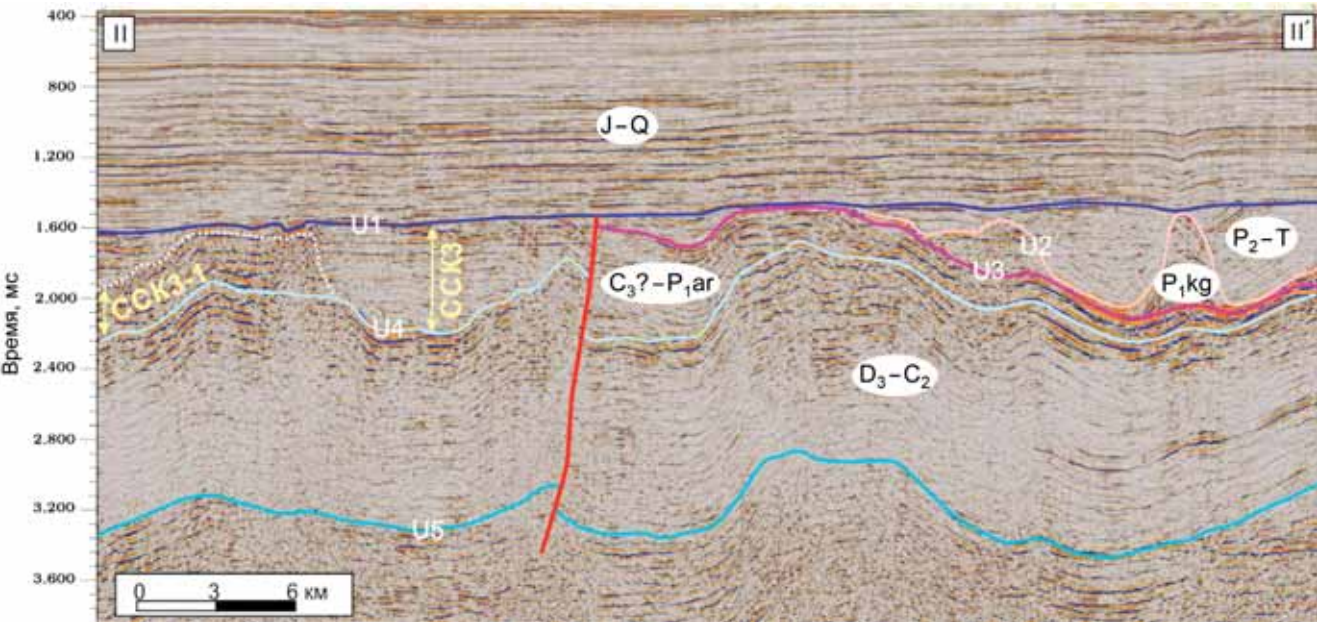


Рис. 4. Временной разрез по линии II–II' (положение профиля см. на рис. 1)

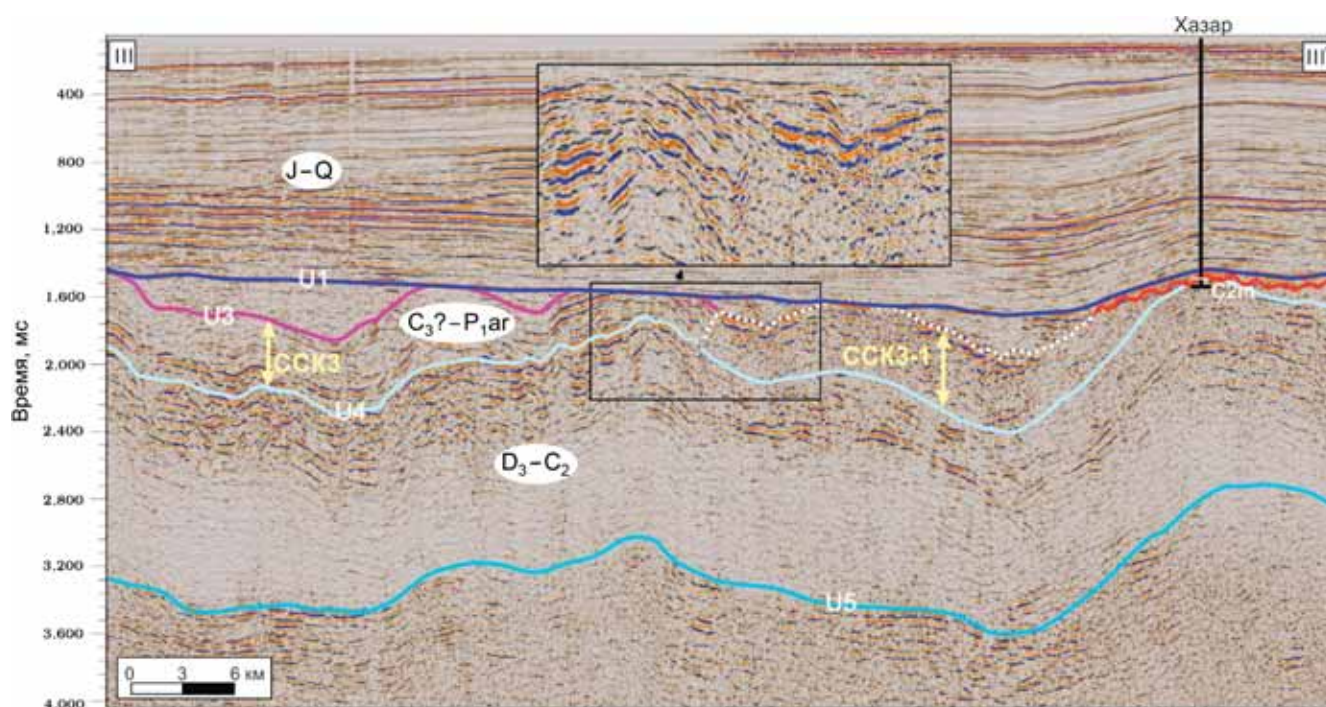


Рис. 5. Временной разрез по линии III–III' (положение профиля см. на рис. 1)

увеличивается, а в пределах антиклиналей уменьшается до практически полного исчезновения. Можно предположить, что комплекс отложений отражает синорогенный этап развития и тектоническую обстановку, характерную для краевого прогиба. В восточной части зоны отмечена другая запись волнового поля (ССК3-1), заключенного между несогласиями U3 и U4. Сейсмокомплекс ССК3-1 вскрыт скважинами Каламкас-море-1, Ауэзов-1 и Нарын-1 под верхнетриасовыми отложениями и сложен аналогично Южно-Эмбинской зоне нижнепермскими отложениями карбонатной платформы [Пронин, Шестоперова, 2019]. На субмеридиональных и субширотных профилях 2D в волновом поле фиксируется резкая граница сейсмокомплекса ССК3-1, ассоциируемая с границей изолированной нижнепермской карбонатной платформы (рис. 5). Можно сделать вывод, что комплекс ССК3-1 формировался в условиях относительного тектонического покоя.

Тектоностратиграфический комплекс ССК2 сложен деформированными эвапоритовыми отложениями, а комплекс ССК1, заключенный между несогласиями U2 и U1, представлен в южной части Северного Каспия синрифтовыми отложениями.

Таким образом, основные границы несогласий в верхнепалеозойско-триасовом комплексе: предюрская, предпермская и предпозднедевонская границы. В результате обобщенного анализа нами была построена тектоностратиграфическая схема (рис. 6).

История геологического развития. В результате анализа в Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне в палеозойско-триасовом комплексе выделено четыре крупных тектоностратиграфических комплекса, которые соответствуют различным этапам геологической истории: 1) пострифтовому

(D₃–C₂) — время относительного спокойного тектонического развития и погружения; 2) орогенному в западной части зоны, синхронному горообразованию в пределах кряжа Карпинского и формированию во фронтальной части краевого прогиба (C₃?–P₁), а также этапу относительного тектонического покоя в ее восточной части; 3) этапу стабилизации с образованием соляных толщ (P₁k) и 4) рифтовому (P₂–T), сменившемуся в конце триаса коллизионным.

Позднедевонско-среднекаменноугольный период развития. В досреднедевонское время на месте Прикаспийской синеклизы происходило формирование рифтового бассейна с грабенами и полуграбенами и накоплением мощного синрифтового осадочного комплекса. По южному краю Прикаспийского бассейна существовал раннедевонский вулканический пояс [Волож, Парасына, 2008]. В позднем девоне останцы вулканической дуги образовали Астраханско-Актюбинскую зону поднятий, включавшую территории современных Астраханского и Желтыйского поднятий и, вероятно, Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны. Эти палеоподнятия послужили фундаментом для дальнейшего образования карбонатных платформ, рост которых начался в позднем девоне. Этот этап продолжался в ранне- и среднекаменноугольную эпохи и характеризовался разной интенсивностью карбонатообразования, а также небольшими перерывами в осадконакоплении. Сейсмокомплекс ССК3 отражает рассматриваемый временной интервал развития региона.

Иным характером развития отличалась территория на месте современной Южно-Эмбинской надвиговой зоны. В интервале времени от позднего франа до позднего визе здесь формировался краевой прогиб и накапливались терригенные молассовые

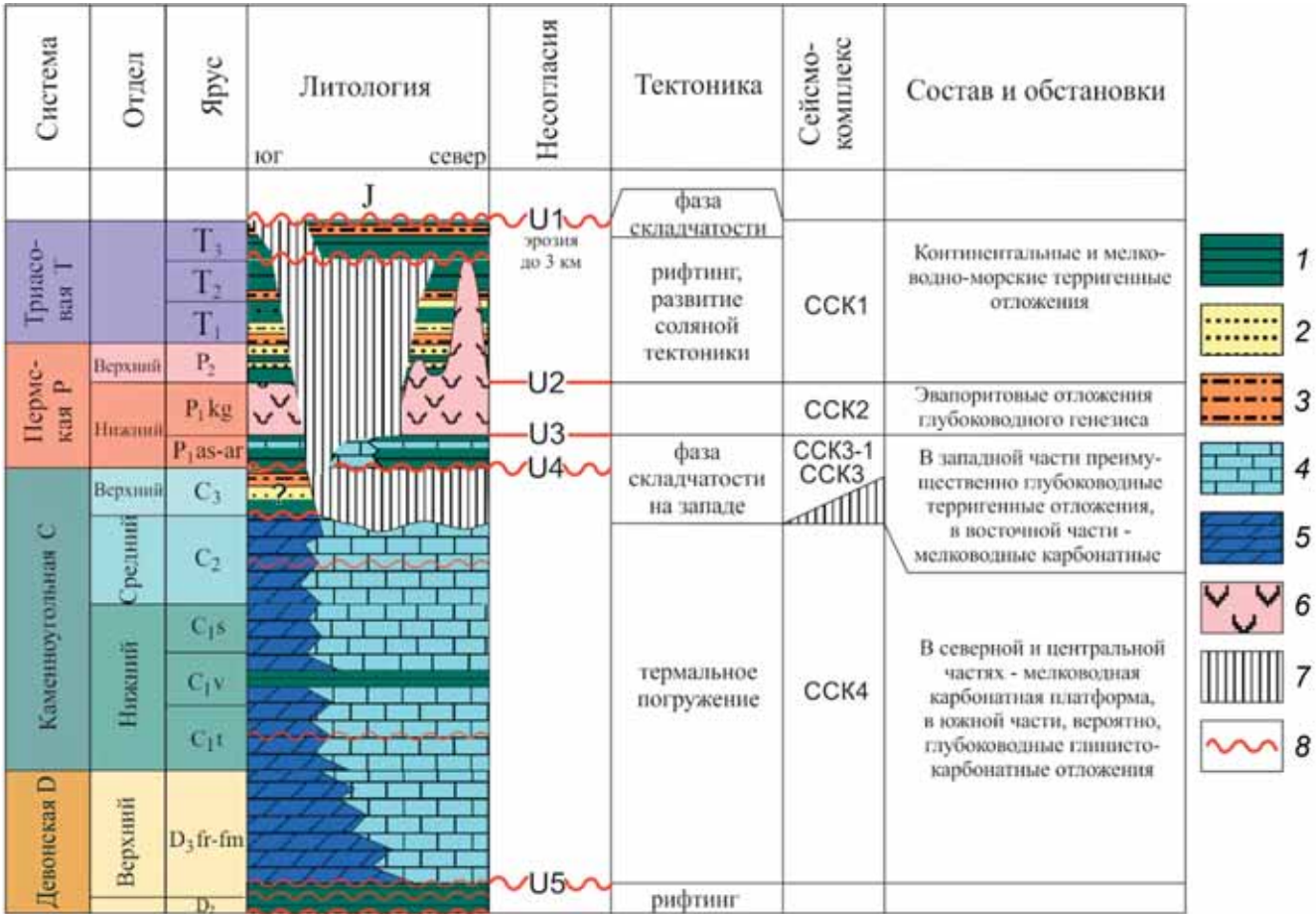


Рис. 6. Тектоностратиграфическая схема верхнепалеозойско-триасового комплекса: 1 — глины, аргиллиты; 2 — песчаники; 3 — алевриты; 4 — карбонаты; 5 — мергели; 6 — эвапориты; 7 — эрозия; 8 — несогласия

образования. В конце визейского века завершилось сближение Устьюртского террейна с краем Восточно-Европейского палеоконтинента [Абилхасимов, 2016]. Оно сопровождалось интенсивными деформациями сжатия верхнедевонско-нижнекаменноугольного терригенного комплекса Южно-Эмбинской зоны и излиянием андезитовых лав. В результате этих процессов формировался инверсионный Южно-Эмбинский мегавал, который ограничил с юго-востока Прикаспийский бассейн [Абилхасимов, 2016]. На территории Северного Каспия на временных сейсмических разрезах признаки проявления этих процессов не идентифицируются.

Позднекаменноугольно-раннепермский период развития. Как отмечено выше, западная и восточная части территории исследования в позднекаменноугольно-раннепермское время развивались по-разному.

Согласно современному тектоническому плану по подсолевому структурному этажу Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона продолжает Каракульско-Смушковскую складчато-надвиговую зону. Последняя расположена на западе от Северного Каспия, ее активно изучали геофизическими методами и бурением в 1970–1980-х гг. Бурением в Южно-Астраханской зоне поднятий, на Краснохудукском и Смушковском валах Каракульско-

Смушковской складчато-надвиговой зоны вскрыты молассовые отложения верхнего карбона (рис. 7). В направлении с юга на север эти отложения выклиниваются [Капустин и др., 1986]. Ю.А. Волож и В.С. Парасына отмечают [2008], что в разрезе фиксируется также уменьшение мощности отложений с запада на восток. Кроме этого, бурением вскрыты депрессионные терригенные отложения нижней перми, залегающие с угловым несогласием на подстилающих каменноугольных породах. В.В. Пыхалов отмечает [2015], что нижнепермский (докунгурский) тип разреза формировался в условиях предгорного прогиба. Таким образом, в позднекаменноугольно-раннепермское время на территории современной Каракульско-Смушковской складчато-надвиговой зоны развивался краевой прогиб, заполнявшийся продуктами разрушения горной системы Карпинского (ныне это территория кряжа Карпинского). В позднекаменноугольное время в пределах этой территории проявилась первая фаза складчатости, а следующая — на рубеже карбона и перми. Именно в это время произошла главная фаза инверсии тектонического режима в районе современного кряжа Карпинского.

В западной части Северного Каспия расположены скважины Укатная-1, Жамбыл-1, Жетысу-1, которые не были добурены до верхнекаменноуголь-

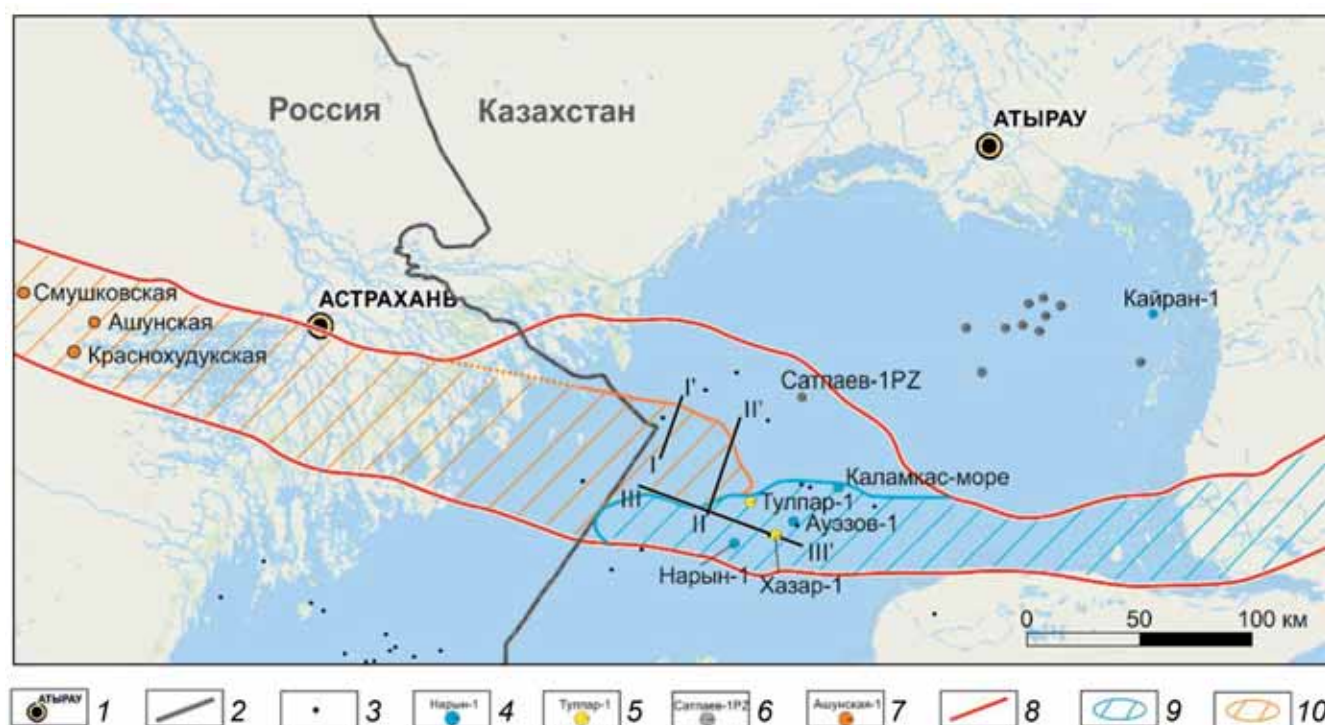


Рис. 7. Обзорная карта структурных элементов и распространения комплексов пород в ассельско-артинское время: 1 — крупные города; 2 — граница РФ и Казахстана; 3–7 — скважины, в которых ассельско-артинские отложения: 3 — не вскрыты, 4 — карбонатные, 5 — отсутствуют (эродированы), 6 — глубоководные глинистые, 7 — терригенные (отложения краевого прогиба); 8 — границы тектонических элементов по кровле палеозойского комплекса; 9 — предполагаемая граница нижнепермского карбонатного комплекса; 10 — предполагаемая граница Каракульского-Смушковского раннепермского краевого прогиба

но-нижнепермского комплекса. Скважина Сатпаев-1PZ вскрыла около 1 км разреза нижнепермских глубоководных глин, в которых и была остановлена [Пронин, Шестоперова, 2020]. Рассматриваемый этап развития в западной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны фиксируется сейсмокомплексом ССК3, характеризующимся переменными толщинами. Этот сейсмокомплекс связан, вероятно, с отложениями краевого прогиба (как продолжение Каракульско-Смушковского) и представлен продуктами разрушения горной системы Карпинского.

Иной характер развития в позднекаменноугольно-раннепермское время проявился в Южно-Эмбинской зоне, расположенной на востоке от изучаемой территории. В позднекаменноугольное время резкое падение уровня моря привело здесь к частичному размыву ранее накопившихся отложений в области приподнятых участков и карбонатных построек. После длительного перерыва в осадконакоплении в раннепермское время произошла трансгрессия моря и продолжилось карбонатакопление [Абилхасимов, 2016]. Как отмечено нами выше, согласно результатам бурения и анализа сейсморазведочных данных, восточная часть современной Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны в среднекаменноугольное и раннепермское время представляла собой мелководную карбонатную платформу и, вероятно, продолжала Южно-Эмбинскую зону

(рис. 7). Отметим, что северная и западная границы этой платформы картируются достаточно уверенно, а южная проведена условно. Эти границы хорошо согласуются с результатами более ранних исследований [Пронин, Шестоперова, 2019]: в разрезах скважин Каламкас-море-1 вскрыты склоновые отложения карбонатной платформы, а в скважинах Хазар-1, Ауэзов-1 и Тулпар-1 — мелководные.

Кунгурский этап развития. К началу кунгурского века бассейн осадконакопления в пределах современной Прикаспийской синеклизы стал изолированным, и в нем накапливались эвапориты, которые частично нивелировали рельеф глубоководной впадины [Куницына и др., 2022]. Отложение пород этого комплекса стало ключевым фактором активно проявившихся впоследствии процессов галокинеза.

Позднепермско-триасовый период развития. В поздней перми и триасе в пределах современной Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны терригенные отложения заполняли пониженные формы рельефа. На территории Прикаспийской синеклизы под нагрузкой молодых осадков начался рост соляных диапиров. В то же время на юге исследуемой территории проявились процессы рифтогенеза [Никишин и др., 2005].

Рассмотрим подробнее историю развития южной части Северного Каспия. Она расположена в пределах кряжа Карпинского. Последний находится на продолжении девонского рифта Донбасса [Волож

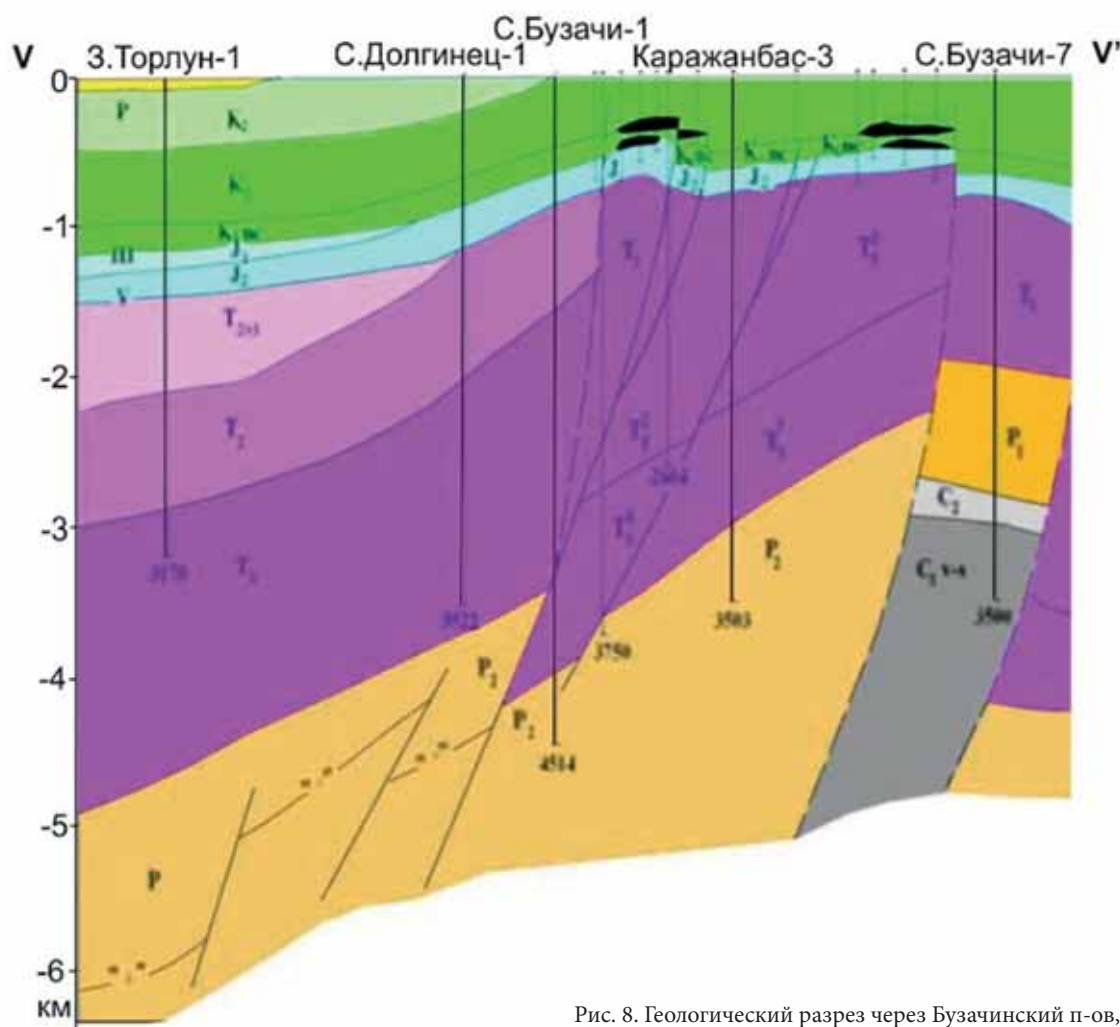


Рис. 8. Геологический разрез через Бузачинский п-ов, по [Блоки..., 2003]

и др., 1999], поэтому предполагается, что в девоне на месте кряжа Карпинского также развивался рифтовый бассейн, который в позднекаменноугольном и раннепермском периодах был инверсирован (вовлечен в процессы орогении), что сопровождалось формированием краевого прогиба. В поздней перми и ранне-среднем триасе на этой территории вновь проявился рифтинг с формированием глубоких (до 3–5 км) рифтовых впадин. Одна из них находилась на юге исследуемой территории (под Кулалинским валом). Приблизительно в конце триаса в регионе проявились процессы интенсивного сжатия. Большинство рифтовых палеобассейнов испытало инверсию тектонических движений с образованием складчато-надвиговых структур [Волож и др., 1999]. Деформации сжатия в значительной степени осложнялись сдвиговыми смещениями. В современном структурном плане толщи триасовых бассейнов проявлены на разрезах в виде остаточных комплексов пород после деформаций и эрозии.

Наиболее полный разрез рифтового комплекса вскрыт на п-ове Бузачи (рис. 8). Здесь в составе пермско-триасовых отложений выделяют три комплекса пород: красноцветный, пестроцветный и сероцветный. Красноцветный литолого-стратиграфический

комплекс включает отложения верхней перми и нижнего триаса, пестроцветный — среднего триаса, а сероцветный — верхнего триаса [Блоки..., 2003].

Предыдущими исследователями область развития верхнепермско-триасового рифта на территории Каспийского моря не была закартирована. Отложения рифтового комплекса значительной мощности вскрыты в пределах акватории в разрезах скважин Курмангазы-1 (1077 м среднетриасовых отложений) и Тюб-Караган-1 (около 620 м нижнетриасовых отложений). Большая часть скважин в пределах Каспийско-Мангышлакской системы поднятий, выделяющейся по мезозойским отложениям, остановлена в юрских отложениях. В пределах Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны скважины на структурах Хазар, Ауэзов, Тулпар и Каламкас-море вскрывают лишь небольшую мощность (менее 100 м) верхнетриасовых отложений, залегающих на среднекаменноугольных или нижнепермских карбонатных породах (рис. 9).

По сейсмическим данным в южной части Северного Каспия выделяется инверсированный прогиб, сложенный верхнепермско-триасовыми отложениями (рис. 10). На сейсмических профилях синрифтовый комплекс имеет отчетливую верхнюю

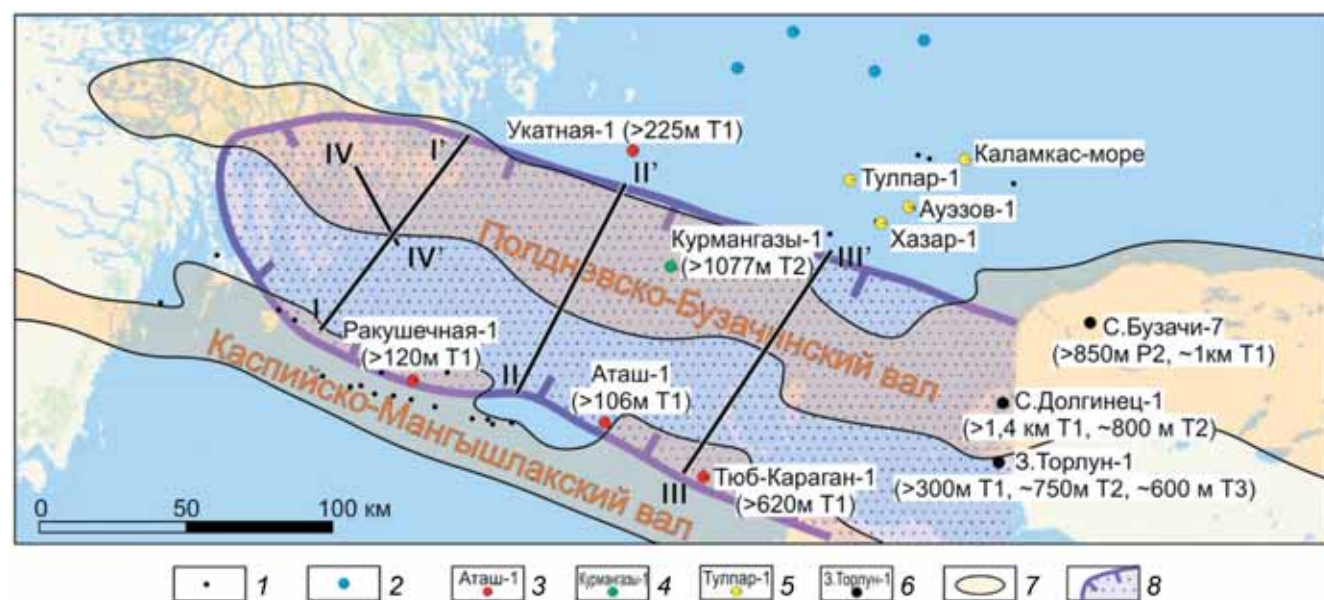


Рис. 9. Обзорная карта структурных элементов и скважин, вскрывших верхнепермско-триасовые отложения: 1 — скважины, остановленные в юрских отложениях; 2–6 — скважины, вскрывшие под юрскими отложениями: 2 — нерасчлененные верхнепермско-триасовые отложения, 3 — нижнетриасовые отложения, 4 — среднетриасовые отложения, 5 — верхнетриасовые отложения при полном отсутствии верхнепермско-среднетриасовых, 6 — различные комплексы рифтовых отложений большой мощности; 7 — системы поднятий по мезозойским отложениям; 8 — предполагаемая граница распространения позднепермско-триасового рифта

границу. Ей отвечает триасово-юрское несогласие (U1), выделяемое в подошве юрских отложений и вскрытое в разрезах многих скважин. Подошвой предполагаемого синрифтового комплекса в его северной части служит яркое динамичное отражение, выше которого видны четкие оси синфазности, а ниже — протяженные отражения практически отсутствуют.

В южном направлении корреляция нижней границы комплекса затруднена и весьма неоднозначна. На поперечных профилях проявлена складчатая структура синрифтового комплекса с многочисленными разрывными нарушениями. В западном направлении в пределах акватории отложения палеорифта выходят под поверхность предъюрского размыва.

По результатам интерпретации сейсмических и скважинных данных можно сделать вывод, что северной границей остаточного триасового палеорифта служит северный склон Полдневско-Бузачинской системы поднятий. Севернее него останцы верхнепермско-триасовых отложений сохранились лишь в локальных впадинах. Верхнепермско-триасовые отложения в северной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны (район расположения скважин Сатпаев, Жамбыл и Жетысу) и на юге Прикаспийской впадины имеют схожее строение и не являются палеорифтовыми образованиями.

Южная граница остаточного палеорифтового комплекса фиксируется по сейсмическим данным не так однозначно в связи с отсутствием реперных отражающих горизонтов в верхнепермско-триасовых отложениях. Предположительно она расположена под Каспийско-Мангышлакской системой поднятий.

По юрско-меловым отложениям этой зоне отвечает зона правостороннего сдвига.

Отметим, что верхнепермско-нижнетриасовые отложения имеют максимальную мощность в районе Северо-Ракушечного и Южно-Бузачинского прогибов (между Полдневско-Бузачинской и Каспийско-Мангышлакской системами поднятий). В северном направлении их мощность уменьшается. Можно предположить, что палеорифт имел асимметричное строение. Главный разлом, который контролировал этот палеорифт, находился, вероятно, на юге, под современной Каспийско-Мангышлакской системой поднятий.

Таким образом, комплексы пород остаточного триасового рифта в пределах акватории распространены в субмеридиональном направлении от северного склона Полдневско-Бузачинской системы поднятий до Каспийско-Мангышлакской системы поднятий и в субширотном направлении — от западной границы Каспийского моря и уходит далее под Бузачинский п-ов (рис. 11). Мы предлагаем именовать этот позднепермско-триасовый палеорифт Полдневско-Бузачинским.

В конце триаса закрытие океана Палеотетис привело к началу коллизионных процессов на современном Северном Каспии, что обусловило регрессию морского бассейна и глубокий размыв верхнекаменноугольно-триасового комплекса пород, а также усиление роста соляных куполов [Хаин и др., 2009]. Время деформаций фиксируется до ранней юры. В региональном плане эти деформации имели место и на рубеже среднего и позднего триаса. В ходе доюрских процессов воздымания и деформаций было эродировано около 1–2 км, возможно и боль-

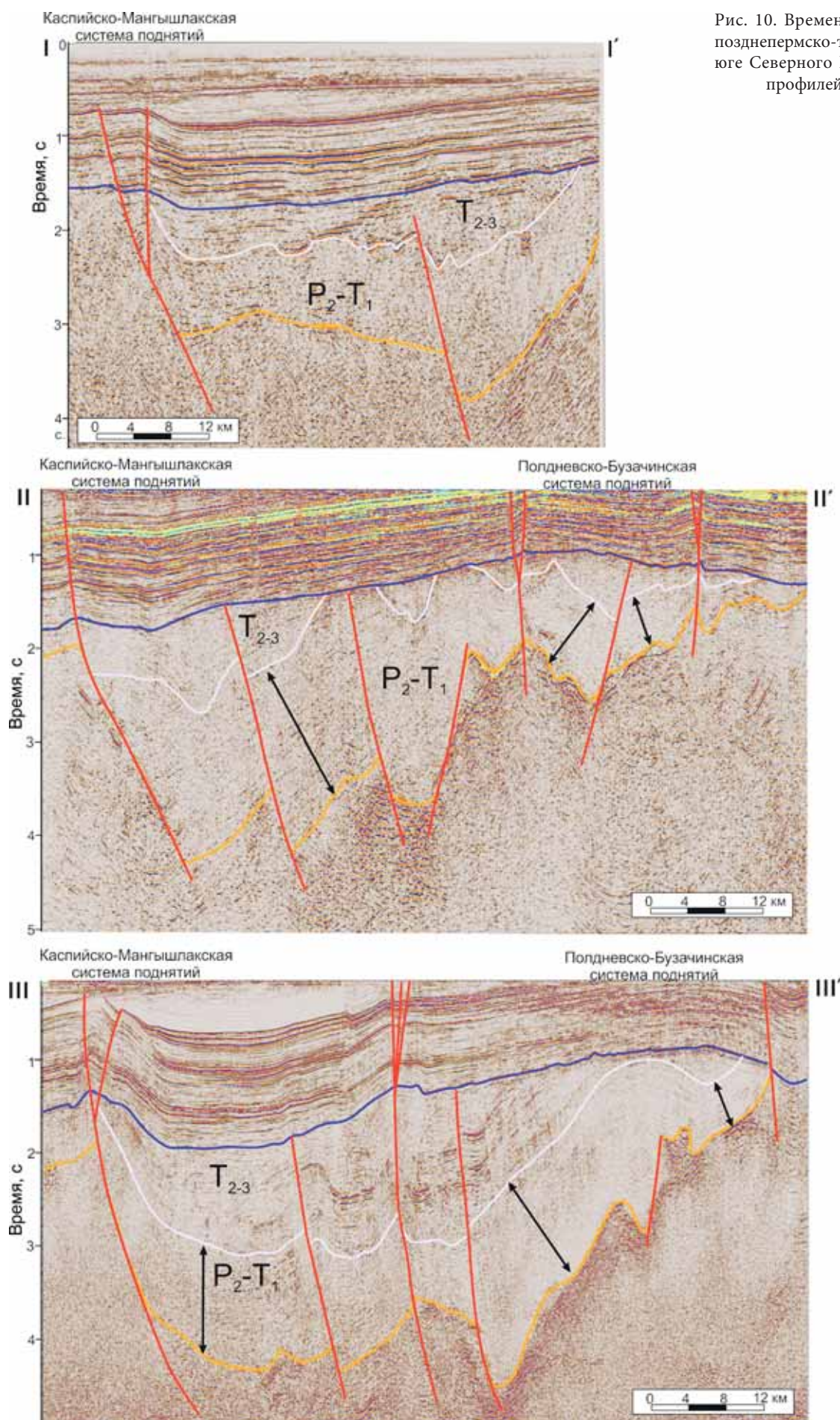


Рис. 10. Временные разрезы через позднепермско-триасовый грабен на юге Северного Каспия (положение профилей см. на рис. 9)

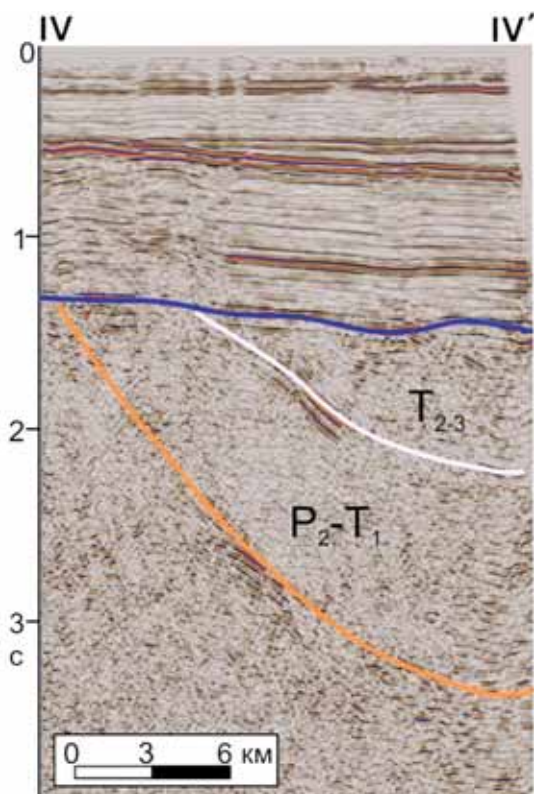


Рис. 11. Временной разрез по линии IV–IV' (положение профиля см. на рис. 9)

ше, пермско-триасового комплекса, а в некоторых местах и нижележащих отложений. Складчато-надвиговые деформации были значительно осложнены сдвиговыми перемещениями. На месте современных Каракульско-Смушковской, Северо-Каспийской и Южно-Эмбинской зон сформировалась горная система с последующим проявлением в их пределах процессов эрозии пород мощностью до нескольких километров.

Активизация тектонических движений в юрско-четвертичное время (киммерийская и альпийская фазы складчатости) практически не повлияла на строение палеозойского структурного этажа, в котором происходили лишь малоамплитудные смещения по существующим тектоническим нарушениям.

Таким образом, значительное влияние на развитие и структурный план верхнепалеозойского структурного этажа оказали две фазы складчатых деформаций — позднекаменноугольно-раннепермская (в районе современной Каракульско-Смушковской складчато-надвиговой зоны) и позднетриасовая (на всей Калмыцко-Устюртской системе палеозойских дислокаций), а также позднепермско-триасовый рифтинг.

Заключение. В результате проведенных нами исследований в истории геологического развития

Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны можно выделить пять крупных этапов.

Позднедевонско-среднекаменноугольный этап отличался стабилизацией условий осадконакопления на большей части территории с различной интенсивностью карбонатообразования и небольшими перерывами в осадконакоплении. Лишь область современной Южно-Эмбинской надвиговой зоны в то время была частью краевого прогиба.

Позднекаменноугольно-раннепермский этап характеризовался различными обстановками. В западной части современной Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны зафиксировано формирование краевого прогиба (как продолжение Каракульско-Смушковского краевого прогиба), который заполнялся продуктами разрушения горной системы Карпинского (области современного края Карпинского). В то же время в восточной части происходило накопление карбонатного комплекса, продолжающегося Южно-Эмбинской карбонатной платформой.

Кунгурскому веку соответствует кратковременный этап стабилизации. Бассейн осадконакопления в пределах современной Прикаспийской синеклизы стал изолированным, в нем накапливались эвапориты, которые практически полностью нивелировали рельеф глубоководной впадины после некомпенсированного прогибания. В пределах современной Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны происходило накопление небольших толщ эвапоритов, вероятно, с преобладанием ангидритов.

В позднепермско-триасовый этап на юге исследуемой территории формировался Полдневско-Бузачинский асимметричный рифт. В конце триаса в результате коллизионных процессов образовалась Калмыцко-Устюртская система палеозойских дислокаций, часть которой — Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона. В ходе доюрских деформаций и воздымания было эродировано 1–2 км, а вероятно и более, пород пермо-триасового комплекса, а местами и нижележащих отложений (вплоть до среднекаменноугольных).

Юрско-четвертичное время характеризовалось относительной стабильностью развития территории. Активизация тектонических движений в конце юрского периода и начале палеогена практически не оказала влияния на строение палеозойского структурного этажа, в котором происходили лишь малоамплитудные смещения по существующим тектоническим нарушениям.

Благодарности. Авторы выражают благодарность компании ПАО «НК «Роснефть» за предоставленную возможность использовать и публиковать материалы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абилхасимов Х.Б. Особенности формирования природных резервуаров палеозойских отложений Прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности. М.: Изд. дом Академии естествознания, 2016. 244 с.
- Афанасенков А.П., Скворцов М.Б., Никишин А.М. и др. Геологическая история и нефтяные системы Северного Каспия // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2008. № 3. С. 3–10.
- Блоки казахстанской части Каспийского шельфа. Перспективы нефтегазоносности. ЮКОС — Центральная Азия. Алматы, 2003. 119 с.
- Волож Ю.А., Антипов М.П., Леонов Ю.Г., Морозов А.Ф. Строение кряжа Карпинского // Геотектоника. 1999. № 1. С. 28–43.
- Волож Ю.А., Парасына В.С. Астраханский карбонатный массив. Строение и нефтегазоносность. М.: Научный мир, 2008. 222 с.
- Капустин И.Н., Кирюхин Л.Г., Молодых Г.Н. и др. Геологическое строение и нефтегазоносность Калмыкии. Элиста: Калмыцкое кн. изд-во, 1986. 155с.
- Куницына И.В., Дердуга А.В., Вержбицкий В.Е. и др. Прогноз распространения кунгурских соленосных отложений в пределах Северного Каспия // Геология нефти и газа. 2022. № 3. С. 17–27.
- Куницына И.В., Дердуга А.В., Никишин А.М., Короткова М.А. Тектоническое строение и история развития палеозойского комплекса Северного Каспия // Геология нефти и газа. 2020. № 3. С. 11–17.
- Никишин А.М., Копяевич Л.Ф. Тектоностратиграфия как основа палеотектонических реконструкций // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. 2009. № 2. С. 3–12.
- Никишин А.М., Циглер П.А., Панов Д.И. и др. Позднепалеозойская, мезозойская и кайнозойская тектоническая история и геодинамика южной части Восточной Европы. М.: Геокарт, ГЕОС, 2005. 163 с.
- Пронин А.П., Шестоперова Л.В. Нижнепермские отложения Северо-Каспийского поднятия (северная часть акватории Каспийского моря, Казахстан) // Недра Поволжья и Прикаспия. 2020. Вып. 101. С. 37–47.
- Пронин А.П., Шестоперова Л.В. Литолого-стратиграфическая характеристика доюрских отложений Северо-Каспийского поднятия // Недра Поволжья и Прикаспия. 2019. Вып. 99. С. 35–47.
- Пыхалов В.В. Определение новых нефтегазоперспективных направлений на основе геологической модели Астраханского свода: Автореф. докт. дисс. М., 2015.
- Хаин В.Е., Попков В.И., Воскресенский И.А. и др. Тектоника южного обрамления Восточно-Европейской платформы // Объясн. зап. к тектонической карте Черноморско-Каспийского региона. Масштаб 1:2 500 000. Краснодар, 2009.

Статья поступила в редакцию 11.05.2022,
одобрена после рецензирования 08.06.2022,
принята к публикации 22.11.2022