

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени М.В. Ломоносова  
ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

*на правах рукописи*

**КУНИЦЫНА ИРИНА ВЛАДИМИРОВНА**

**ДЕВОНСКО-ТРИАСОВАЯ ИСТОРИЯ ТЕКТОНИЧЕСКОГО  
РАЗВИТИЯ ЮЖНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ**

1.6.1 – Общая и региональная геология. Геотектоника и геодинамика

**ДИССЕРТАЦИЯ**

на соискание ученой степени

кандидата геолого-минералогических наук

Научный руководитель:

доктор геолого-минералогических наук,

профессор Никишин А.М.

Москва - 2022

## СОДЕРЖАНИЕ

СОДЕРЖАНИЕ .....	2
ВВЕДЕНИЕ.....	3
ГЛАВА 1. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	10
1.1. История геолого-геофизической изученности.....	10
1.2. Литолого-стратиграфическая характеристика.....	19
1.3. Тектоника.....	36
1.4. Нефтегазоносность.....	47
ГЛАВА 2. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ.....	58
2.1. Исходные данные.....	58
2.2. Методика интерпретации.....	64
2.3. Выделение несогласий и их корреляция <sup>1</sup> .....	71
2.4. Характеристика тектоностратиграфических комплексов <sup>2</sup> .....	86
ГЛАВА 3. ТЕКТОНИКА.....	91
3.1. Тектоническое районирование <sup>3</sup> .....	91
3.2. История геологического развития <sup>4</sup> .....	97
ГЛАВА 4. ОБЛАСТЬ РАЗВИТИЯ КУНГУРСКИХ СОЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ <sup>5</sup> .....	116
ГЛАВА 5. НЕФТЯНАЯ СИСТЕМА <sup>6</sup> .....	125
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	139
Список литературы.....	142

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность работы.** Высокая изученность сухопутных территорий и развитие технологий в конце XX - начале XXI века привело крупные нефтяные компании мира к активному поиску месторождений нефти и газа на шельфах и в глубоководных частях морей. Каспийское море являлось одним из ключевых направлений у отечественных и зарубежных компаний. Перспективность Северного Каспия была обусловлена открытыми уникальными месторождениями Астраханское и Тенгиз в непосредственной близости на суше. В результате поискового бурения на акватории Северного Каспия в подсолевых (палеозойских) отложениях открыли месторождения Кашаган (2000г.), Кайран (2003г.), Актоты (2003г.), относящиеся к категории уникальных и очень крупных по извлекаемым запасам углеводородов, в надсолевых (мезозойских) – крупное Каламкас-море (2002г.), средние Хазар (2007г.), Ауэзов (2008г.), Жамбыл (2013г.) и Жетысу (2014г.), очень мелкие Нарын (2008г.) и Укатное (2010г.). Надсолевые объекты обычно характеризуются небольшими размерами и запасами/ресурсной базой, и, соответственно, открытие высоко рентабельных месторождений маловероятно. Подсолевые являются основным перспективным интервалом. Однако, в настоящее время такие объекты значительно менее изучены, сложно построены и характеризуются более высокими геологическими рисками обнаружения в них месторождений нефти и газа.

С тектонической точки зрения на Северном Каспии выделяется крупная отрицательная структура I порядка – Прикаспийская синеклиза, которая с юга ограничена Калмыцко-Устюртской системой палеозойских дислокаций. Открытые месторождения в подсолевом комплексе (Кашаган, Кайран и Актоты) расположены в пределах синеклизы. Палеозойский разрез южной части (системы палеозойских дислокаций) Северного Каспия не изучен бурением и имеет сложное геологическое строение.

**Объектом исследования** в данной работе является Северный Каспий, а **предметом исследования** – девонско-триасовый интервал разреза в связи с возможной нефтегазоносностью.

**Степень разработанности темы.** Основные труды по геологическому строению и истории развития Северного Каспия были написаны в XXI веке после завершения широкомасштабных сейсморазведочных работ на акватории. Одной из первых книг, где обобщены все данные по региональной геологии всего Каспийского моря, была книга Глумова И.Ф., Маловицкого Я.П. и др. [2004]. Годом позднее о строении акватории Казахстана вышла книга Марабаева Ж.Н., Жолтаева Г.Ж. и др. [2005]. Более детальные работы и исследования, касающиеся непосредственно палеозойских отложений, были опубликованы Воложем Ю.А. и его соавторами [Волож, Парасына, 2004; Волож, Антипов и др., 1999] и Абилхасимовым Х.Б. [2016]. Однако, в связи с тем, что в южной части Северного Каспия сейсморазведка и в дальнейшем бурение выполнялись на мезозойский комплекс, палеозойский разрез до сих пор вызывал множество дискуссий и до недавнего времени оставался практически не изучен.

В основу представленной работы легли сейсморазведочные данные, переобработанные в последние годы по современному графу, и все имеющиеся результаты бурения, что позволило уточнить и детализировать историю тектонического развития в позднем палеозое в южной части Северного Каспия.

**Цели и задачи работы.** Цель работы – восстановление девонско-триасовой истории тектонического развития верхнепалеозойского интервала разреза в южной части Северного Каспия.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- собрать и проанализировать литературу по Северному Каспию и окружающей суше;
- выполнить комплексную интерпретацию геолого-геофизических данных (сейсморазведочных профилей 2D и скважинных данных);
- выделить разрывные нарушения;
- выделить основные региональные несогласия в доюрском комплексе на основе тектоностратиграфического и сейсмофациального анализов волнового поля;

- проанализировать выделенные тектоностратиграфические комплексы и спрогнозировать тектонические обстановки основных этапов развития;

- проанализировать волновое поле в кунгурском интервале разреза и оконтурить область распространения эвапоритовых отложений в настоящее время.

**Фактические материалы и методы.** Основой для выполнения работы послужили геолого-геофизические материалы. Главным источником информации являлись переобработанные архивные сейморазведочные профили объемом около 15 тыс. пог. км МОГТ-2D, отстреленные разными компаниями с различными параметрами. Кроме того, в работе использованы результаты бурения скважин в пределах Северного Каспия, а также большой объем литературных данных по окружающей суше.

Сейморазведочные данные были проинтерпретированы с использованием сеймостратиграфического с элементами секвенс-стратиграфического, сеймофациального и тектоностратиграфического методов. В девонско-триасовом интервале разреза выделены тектоностратиграфические комплексы, анализ которых в совокупности с имеющимися данными бурения позволил реконструировать различные этапы геологической истории.

**Достоверность полученных результатов** обеспечена применением современных технологий и методов исследования ко всем имеющимся геофизическим данным, а также комплексным подходом к изучению геологических объектов. Стоит отметить, что в данной работе использована практически вся имеющаяся на данный момент геолого-геофизическая база данных компаний-операторов в данном регионе.

**Личный вклад.** Интерпретация сейсмических данных (корреляция отражающих горизонтов и трассирование разрывных нарушений) выполнена лично автором. На основе полученного каркаса автор проанализировала волновое поле и восстановила тектонические обстановки.

**Научная новизна.** Ранее интерпретация палеозойской части разреза на сейсмических данных 2D Северного Каспия осуществлялась лишь в пределах

Прикаспийской синеклизы. В южной части основное внимание уделялось мезозойскому комплексу, на который выполнялась сейсморазведка. В связи с такой изначальной особенностью отстрела полевых данных, а также сложным геологическим строением палеозойских отложений в южной части Северного Каспия на архивных сейсморазведочных данных 2D интерпретировать палеозойский разрез было практически невозможно: отсутствовали реперные отражающие горизонты и скважины, вскрывающие палеозойский комплекс. Это привело к тому, что подсоловой разрез в южной части Северного Каспия вызывал множество дискуссий и до недавнего времени оставался практически не изучен.

В основу работы соискателя легли переобработанные в 2017-2020 гг. архивные сейсмические профили 2D. Применение современных графов обработки позволило увеличить информативность волнового поля. Анализ переобработанных профилей 2D показал достаточно высокий прирост информации для палеозойского комплекса в южной части Северного Каспия. В результате в волновом поле уточнилась геометрия границ целевых отражающих горизонтов и повысилась надежность корреляции осей синфазности.

Выполненная интерпретация сейсморазведочных данных и анализ волнового поля позволили детально изучить строение верхнепалеозойского комплекса и восстановить историю его тектонического развития. В результате проведенных исследований детализировано положение палеозойских складок внутри Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны, выявлены различия в формировании западной и восточной части изучаемой территории в раннепермское время, установлено, что область современного присутствия эвапоритовых отложений простирается южнее Прикаспийской синеклизы, оконтурены современные границы остаточного среднепермско-триасового палеорифта, высказано предположение, что рифт имеет асимметричное строение и его главный разлом располагается под современной Каспийско-Мангышлакской системой поднятий.

**Теоретическая и практическая значимость** исследования заключается в восстановлении тектонических обстановок осадконакопления на основе анализа волнового поля на временных сейсморазведочных профилях. Эти данные в дальнейшем позволяют прогнозировать литологический состав слагаемых пород. Поскольку ранее основное внимание геологов-нефтяников на исследуемой территории было обращено на мезозойский комплекс, полученные в работе результаты и выводы представляют интерес для прогноза углеводородного потенциала палеозойских отложений. Автором в данной работе рассмотрены все элементы верхнепалеозойской нефтегазовой системы и оценены ключевые геологические риски.

**Защищаемые положения.** Проведенные исследования позволяют сформулировать следующие защищаемые положения:

1. Составлена единая тектоническая схема подсолевого комплекса Северного Каспия и обрамляющей суши, которая непротиворечиво объединяет сухопутные и морские фрагменты южного обрамления Прикаспийской синеклизы. В южной части Северного Каспия выделена Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона.

2. В раннепермское время в западной части современной Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны формировался краевой прогиб (как продолжение Каракульско-Смушковского), который заполнялся продуктами разрушения горной системы Карпинского (ныне Кряж Карпинского).

3. В среднепермско-триасовое время на юге Северного Каспия формировался асимметричный рифт. Растяжение проходило в субмеридиональном направлении и составило около 100 км. Остаточный палеорифт имеет субширотное простирание от западной границы Каспийского моря и далее уходит под Бузачинский полуостров. Главный разлом предположительно располагается под современной Каспийско-Мангышлакской системой поднятий. В настоящее время северная граница остаточного палеорифта проходит по северному склону Полдневско-Бузачинской системы поднятий.

4. В кунгурское время современная Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона, простирающаяся южнее Прикаспийской синеклизы, являлась краем солеродного бассейна. В северной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны мощность эвапоритовых отложений составляет до 1,5 км, в южной части – десятки – первые сотни метров, в центральной части данный комплекс эродирован.

**Публикации и апробация работы.** По теме диссертации опубликованы 4 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ, основополагающий вклад в которых принадлежит соискателю: «Нефтяное хозяйство» (2021г.), «Геология нефти и газа» (2020г. и 2022г.), «Вестник МГУ. Серия 4: Геология» (2022г.).

Различные части диссертационной работы докладывались на следующих конференциях:

- IV конференции "Технологии в области разведки и добычи нефти ПАО "НК "Роснефть" (23-25 октября, 2018 г., г. Москва), тема «Региональная геологическая модель Каспийского моря: новые перспективы геологоразведки»;
- V конференции "Технологии в области разведки и добычи нефти ПАО "НК "Роснефть" (15-17 октября 2019 г., г. Москва), тема «Особенности распределения нефтегазоносности в Каспийском море».

**Благодарности.** Искреннюю признательность автор выражает своему научному руководителю профессору А.М. Никишину за постоянную поддержку в подготовке диссертационной работы.

Многие научные взгляды автора сформировались в процессе совместной работы и научных дискуссий с сотрудниками ООО «РН-Эксплорейшн» - А.В. Дердуга и О.В. Костенко и представителями ПАО «НК «Роснефть» - доктором геолого-минералогических наук Н.А. Малышевым и кандидатом геолого-минералогических наук В.Е. Вержбицким.

Отдельная благодарность Альмендингер О.А. и Митюкову А.В. за полезные дискуссии и возможность работать на таком интересном проекте, а

компания ПАО «НК «Роснефть» за предоставленную возможность использования и публикации материалов.

# ГЛАВА 1. ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАЙОНА ИССЛЕДОВАНИЙ

## 1.1. История геолого-геофизической изученности

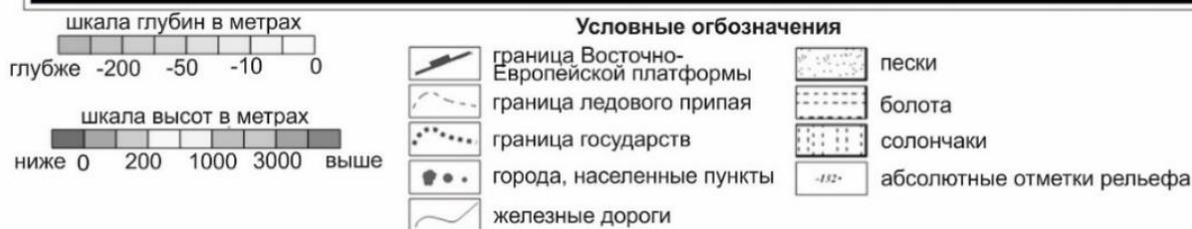
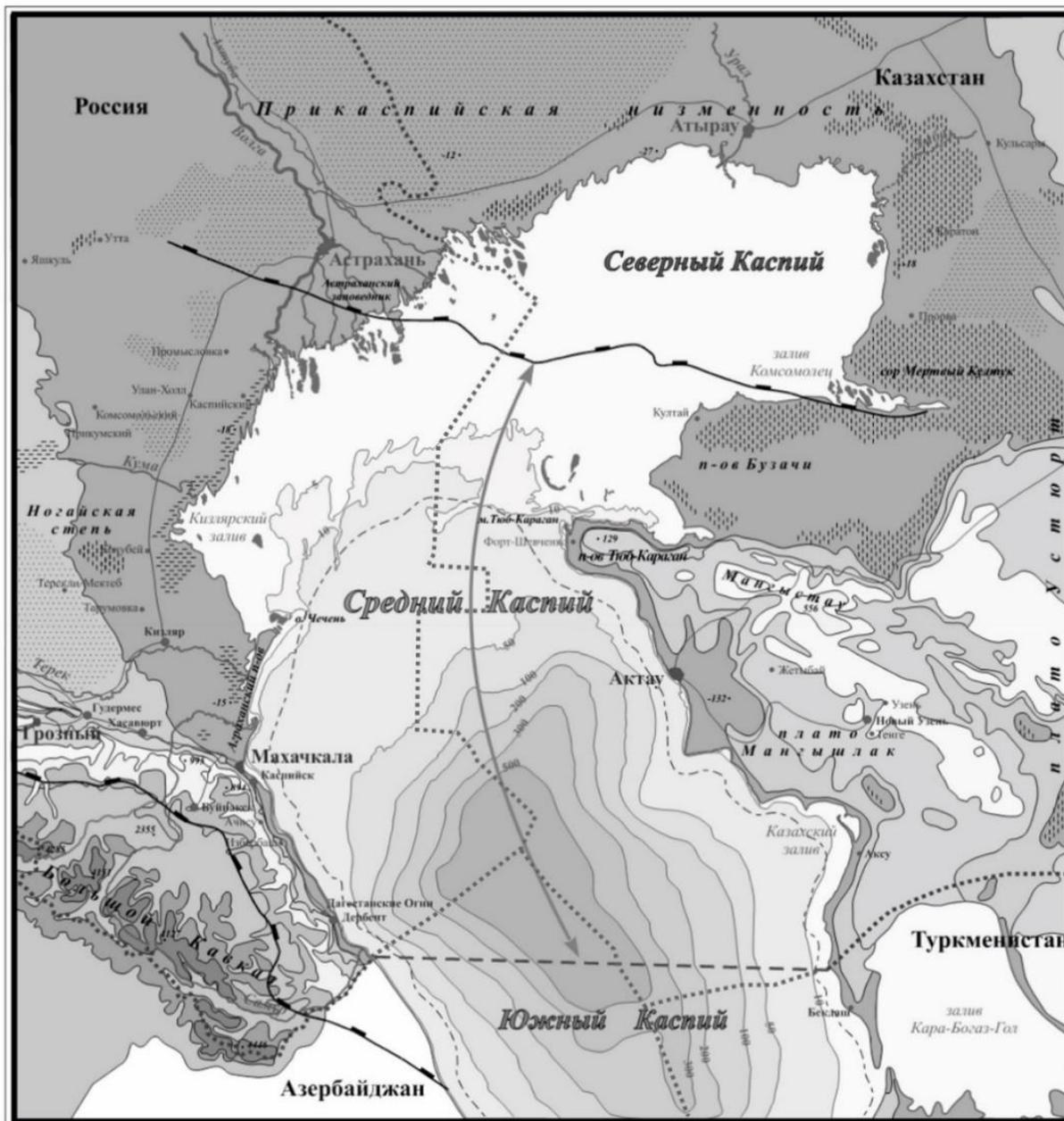
Территория исследований расположена на акватории Северного Каспия. Для начала необходимо определиться какую территорию называют Северным Каспием. С севера на юг Каспийское море принято делить на три части: Северную, Среднюю (Центральную) и Южную. Часто в литературе можно встретить деление данных частей друг от друга по подводным перемычкам (рельефу дна моря). В данной трактовке к Северному Каспию будет относиться наиболее выровненная и самая мелководная часть моря с глубиной воды до 10 метров. Помимо этого, некоторые ученые-геологи разделяет Каспийское море и по тектоническому фактору. В этом случае Северным Каспием является часть моря, находящаяся в пределах Восточно-Европейской платформы. В данной работе используется граница Северного Каспия по тектоническому признаку (Рис. 1.1. 1).

Изучение геологического строения акватории Каспия выполнялось различными геофизическими методами (сейсморазведка, гравиразведка, магниторазведки и др.), начиная с 1930-1940х годов, когда под руководством В.В. Федынского проводилась маршрутная маятниковая съемка, в результате которой была установлена связь зон герцинид Донбасса с районом Северных Бузачей.

### **Сейсмические исследования**

В 60-70 годы на Каспии выполнялись сейсмические работы с применением метода центрального луча (ЦЛ) и взрывных источников возбуждения сейсмического сигнала (ВНИИГеофизика). В настоящее время эти данные из-за низкого качества полученного материала не используются.

В 1967 году Я.П. Маловицким были обобщены материалы первого этапа изучения и намечены основные тектонические элементы Северного Каспия, вошедшие во все тектонические схемы, составленные в последующие годы.



**Рис. 1.1. 1** Физико-географическая карта Каспийского моря [Быстрова, Смирнова и др., 2017]

С 80-х годов геофизические исследования после длительного перерыва возобновились в связи с тем, что в сопредельных районах, окружающих шельф Северного Каспия, в подсолевых отложениях были выявлены такие крупные месторождения УВ, как Карачаганакское, Астраханское, Оренбургское, Тенгизское, Жанажольское, Кенкиякское и другие, министерствами геологии и нефтяной промышленности бывшего СССР было поручено провести полудетальные сейсморазведочные работы для изучения тектонического строения осадочного чехла шельфа Северного Каспия [Авербух, Алиева, 2006].

В 1982-1983 годах начались первые сейсмические исследования методом общей глубинной точки (МОГТ) трестом "Каспморнефтегеофизика". В 1985-1986 гг. были проведены опытно-производственные сейсморазведочные работы МОВ ОГТ (Аглямова А.В и др, 1986), КМПВ (Козлов В.Н. и др.) трестом "Южморнефтегеофизика" (ЮМНГ). Исследования проводились по двум региональным профилям с целью изучения особенностей геологического строения юрско-мелового комплекса. Выделенные на временных разрезах отражающие границы привязаны к разрезам скважин Каламкас К-40 и Каражбас Г-1, Г-2, Г-3. При интерпретации этих материалов были также использованы результаты сухопутных сейсмических исследований. Полученные данные позволили впервые получить сведения о геологическом строении триасовой, юрской и меловой толщ малоизученной мелководной акватории Каспия. В результате обработки и интерпретации по меридиональному профилю было зафиксировано погружение всех стратиграфических комплексов в северном направлении и соответственно увеличение их мощностей в этом направлении; по субширотному профилю отмечено морское продолжение поднятия Каражанбас, выделено поднятие Северо-Кулалинское, отделенное от поднятия Каражанбас неглубоким пологим прогибом.

В 1984-1985 гг. работы методом МОВ ОГТ проводились на площади б.Ракушечная - о.Малый Жемчужный, в 1987-1988 гг. - на площади Каражанбас - Северо-Кулалинская, в 1988-1990 гг. - на Каламкасской зоне поднятий. Впервые освещено строение девон-карбонового комплекса отложений на юго-

восточной периклинали Кулалинской структуры, выявлена поверхность несогласия в пермо-триасе, составлены структурные карты и схемы масштаба 1:50 000 по горизонтам триаса-юр-мела. В результате выполненных работ поднятия Бурыншик, Бурыншик Западный и Кулалинская структура (Курмангазы) подготовлены под поисковое бурение. Кашаган, как высокоамплитудное, рифогенное поднятие в подсолевом палеозойском комплексе Северного Каспия было обнаружено поисковыми сейсмическими работами советскими геофизиками в период 1988—1991 гг. на морском продолжении Каратон-Тенгизской зоны поднятий.

К 1991 году практически полностью были завершены рекогносцировочная, региональная и поисковая стадии работ, был получен огромный объем новой информации, что позволило выявить несколько сотен локальных поднятий [Глумов, Маловицкий и др., 2004]. Северо-западный сектор Каспийского моря, прилегающий к России (площадь 80 тыс.км), остался наименее изученным по сравнению с другими частями бассейна. Плотность сети сейсмических наблюдений здесь не превышала 0,1 км/км. Изучение этой части моря в рамках госконтракта проводится ГНЦ «Южморгеология». Здесь было околонушено одиннадцать локальных структур: восемь из них проявляются как в палеозойской, так и в мезозойской толщах, три – только в мезозойской толще.

Во второй половине 90-х годов, в новых экономических условиях, отмечается увеличение выполнявшихся сейсмических исследований. До этого объемы сейсмических исследований в пределах современной российской акватории Северного Каспия были незначительны в связи с обширным мелководьем и наличием природоохранных зон (дельта Волги). С 1995 года начинает свою работу ОАО «ЛУКОЙЛ». По их заказу широкомасштабные сейсмические исследования проводятся ООО «Сервисная компания ПетроАльянс», ЗАО «Геохазар» (ГП «Шельф»), АО «Севморнефтегеофизика». ЗАО «Геохазар» проводит сейсмические исследования с 1991 года по стартовой технологии до глубин воды 2 метра. АО «Севморнефтегеофизика» в акватории Северного Каспия проведена серия спекулятивных сейсмических

съемок в 1991-1993 и в 1995-1996 годах. Общий объем этих исследований составил 7750 км. ООО СК «ПетроАльянс» проводит сейсмические исследования МОВ ОГТ с использованием плавающей цифровой морской косы по регулярной сети профилей с числом каналов регистрации 360. Высокое качество полученных временных разрезов позволило более детально расчленить осадочную толщу. По госбюджетным заказам с 2001 года сейсмические исследования на акватории российского сектора Среднего и Северного Каспия выполняет ГНЦ ФГУПП «Южморгеология». Работы проводятся с донными сейсмическими косами, качество материала высокое. Объем всех проведенных в эти годы исследований по методике 2D по сети регионально-поисковых и детализационных профилей в российском секторе составил более 20 тыс. пог. км [Быстрова, Смирнова и др., 2017].

На акватории Казахстана также ведутся геофизические работы. После обретения Казахстаном независимости правительство республики приняло решение о проведении нефтяных операций не только на суше, но и в акватории своих внутренних водоемов, и прежде всего на Каспии. С этой целью в 1993 году была создана новая компания «Казахстанкаспийшельф» («ККШ»), руководителем которой был доктор геолого-минералогических наук, академик Международной академии минеральных ресурсов Б.М. Куандыков [Мурзагалиев, 2017]. Поскольку Казахстан не располагал необходимыми для этого финансовыми средствами, были привлечены иностранные нефтяные компании. Был создан Международный консорциум по Каспийскому морю (Caspian Sea Consortium, CSC), в состав которого, помимо оператора — «ККШ», вошли Agip, альянс British Petroleum/Statoil, British Gas, Mobil, Royal Dutch/Shell и Total. На сегодня консорциумом отработано на площади около 110 тыс. км<sup>2</sup> более 26 тыс. км сейсмопрофилей с расстоянием между профилями 4 км. Сейсмические данные отличаются высокой вертикальной и горизонтальной разрешенностью, имеют высокое качество прослеживания как сейсмических горизонтов, так и малоамплитудных тектонических нарушений. В результате их интерпретации не только подтвердились, но и значительно расширились

перспективы открытия на Каспии нефтяных и газовых месторождений. Было выявлено около 160 локальных поднятий, среди которых были подтверждены структуры Кашаган, Кайран, Актоты, Каламкас-море и другие. Первоначально выделенные в составе вала Кашаган массивы Кашаган, Кероглы и Нубар в период 1995—1999 гг. получили названия Кашаган Восточный, Западный и Юго-Западный соответственно.

К началу XXI века Северный Каспий был покрыт не только региональной сетью сейсморазведочных профилей, но и локальными съемками 2D. Начинается следующий этап: владельцами лицензионных участков проводятся сейсмические работы 3D, местами детальные 2D.

**Геохимическими исследованиями** методом газо-геохимической съемки охвачена вся площадь российского сектора Каспийского моря. Работы выполнены ГНЦ «Южморгеология» в период с 2000 по 2002 года по госбюджетному контракту в масштабе 1:1000000. Пробы донного грунта отобраны на 350 станциях. Кроме этого, по заказу НК «ЛУКОЙЛ» в 2000-2001 гг. выполнены геохимические исследования методом газо-геохимической съемки выполнены в пределах лицензионных участков Компании.

Результаты геохимических работ позволили решить задачи регионального этапа: охарактеризовать главные черты геохимии углеводородных газов в донных осадках, установить основные закономерности распределения газов, обосновать достоверность выбранных геохимических параметров и предполагать наличие перспективных объектов в районах выявленных аномалий. К сожалению, неоднозначность полученных результатов, значительные расхождения геохимических аномалий с известными структурными ловушками и выявленными месторождениями не позволяет эффективно использовать полученные данные при поисках месторождений нефти и газа.

**Гравиметрические и магнитометрические работы.** Начиная с 80-х годов на акватории Северного Каспия выполнен значительный объем гравиметрических и магнитометрических работ, проводимых трестами

«Каспморнефтегеофизика» и «Южморнефтегеофизика», объединением «Казгеофизика» и институтом НИИМоргеофизика. Наиболее подробно изучена восточная часть Северного Каспия, где проведены съемки масштабов 1:200000 и 1:100000. На большей части изучаемого региона плотность наблюдений соответствует масштабу 1:500000 и даже 1:1000000.

В 1985-87 гг. проведены детальные гравиметрические работы в районах к западу и северу от п-ова Бузачи и на морском продолжении Приморского вала.

В 1987-1988 годах в акватории Северного Каспия проведена гравиметрическая съемка масштаба 1:500 000. В 1987-88 гг. предприятие «Аэрогеофизика» (Алма-Ата) выполнило аэромагнитную съемку масштаба 1:100 000.

Магнитометрические исследования на Северном Каспии выполнялись в гидромагнитном и аэромагнитном вариантах. Масштаб съемок 1:200000 и 1:500000 [Глумов, Маловицкий и др., 2004].

В 2000 году, по заказу НК «ЛУКОЙЛ» на акватории российского сектора Северного Каспия проведена аэромагнитная съемка масштаба 1:50000 на площади 40 тыс. кв. км (ФГУ НПП «Геологоразведка») с целью изучения геологического строения территории, прослеживания региональных и локальных тектонических нарушений, выделения локальных поднятий и прогнозирования нефтегазоносности ранее выявленных структур. Установлены структурно-тектонические связи с известными на суше структурными зонами и нефтегазоносными районами. Достаточно надежно закартированы крупные положительные структурные элементы, контролирующие целые зоны нефтегазонакопления.

В 2000-2002 годах по госбюджетному объекту ГНЦ «Южморгеология» выполнена гравиметрическая и магнитометрическая съемка российской части Каспийского моря. Объем работ 7000 км. Установлено соответствие положительных аномальных зон Кулалинскому, Ракушечному и Тюленевскому валам. Выявлено несколько аномалий, которые могут соответствовать не обнаруженным пока поднятиям в нижнемезозойских и палеозойских породах.

Результаты гравиметрических и магнитометрических работ позволяют в общих чертах охарактеризовать геологическое строение изучаемого региона. Однако, учитывая его относительно высокую степень изученности сейсмическими методами, применение гравиметрических и магнитометрических данных для уточнения структуры осадочного чехла и выделения разрывных нарушений - малоэффективно. Работы, выполненные с целью прогнозирования нефтегазоносности разреза осадочного чехла по методике, разработанной в ФГУ НПП «Геологоразведка» и по программному комплексу «Каскад» дали противоречивую информацию, которую невозможно использовать при поисках залежей.

### **Бурение скважин**

С 2000 г. начинается поисковое бурение на Северном Каспии.

На акватории Казахстана первоочередные исследования велись на подсолевые палеозойские карбонаты на валу Кашаган. 30 июня 2000 года скважиной Восток-1 было открыто уникальное месторождение Кашаган. Вторая скважина Запад-1 была успешно пробурена на Западном Кашагане в мае 2001 года в 40 км от первой. В 2003 году скважинами Кайран-1, Актоты-1 и Юго-Западный Кашаган-1 были открыты одноименные месторождения также в верхнепалеозойских карбонатах (Рис. 1.1. 2).

Параллельно на Северном Каспии начались поисковые работы на терригенные мезозойские отложения. В 2002 году открыто месторождение Каламкас-море, в 2007 г. – Хазар, в 2008г. – Ауэзов. Однако, бурение скважин Курмангазы-1 (2006г.) и Курмангазы-2 (2008г.) на самой крупной из мезозойских структур дало отрицательный результат.

В 2010-2015 годах поиск залежей углеводородов был сосредоточен в южной части Северного Каспия на небольшие малоамплитудные мезозойские структуры. Были открыты мелкие месторождения Жамбыл, Жетысу и очень мелкие Укатное и Нарын. Скважины Тулпар-1 и Сатпаев-1 вскрыли водонасыщенные коллектора.

В 2017 году южнее Прикаспийской впадины на карбонаты была пробурена первая скважина Сатпаев-1PZ, однако, достигнув проектной глубины, вскрыла только нижнепермские отложения.



**Рис. 1.1. 2** Обзорная карта Северного Каспия

Условные обозначения: 1 – города, 2 – границы государств, 3 – месторождения в палеозойских отложениях, 4 – месторождения в мезозойских отложениях, 5 – скважины

## **1.2. Литолого-стратиграфическая характеристика**

Изучаемая территория расположена в пределах Восточно-Европейской платформы, осадочный чехол которой сложен палеозойскими, мезозойскими и кайнозойскими образованиями. Изученный стратиграфический интервал включает отложения от девона до эоцена, неогеновые и четвертичные отложения развиты локально и в небольшом объеме.

### **Палеозойская эратема**

Палеозойские отложения разбурены на акватории Северного Каспия на поднятиях Кашаган, Кайран и Актоты, расположенных в Прикаспийской впадине. Палеозойские отложения южного обрамления впадины в водах Каспийского моря, представляющие наибольший интерес в рамках данного исследования, к сожалению, бурением практически не изучены. Исключением является скважина Сатпаев-1PZ, вскрывшая нижнепермские отложения. В связи с этим будет рассмотрена литолого-стратиграфическая характеристика данного интервала помимо Кашаган-Тенгизской зоны и на прилегающей суше - на Астраханском поднятии, в Каракульско-Смушковой и Южно-Эмбинской зонах (Рис. 1.2. 1). Возраст наиболее древних пород, охарактеризованных скважинными данными, определен как девонский.

### **Девонская система (D)**

#### **Нижний-средний отдел**

Нижне- и среднедевонские отложения охарактеризованы данными бурения только на Астраханском поднятии. В основании осадочного чехла обнаружены нижнедевонские карбонатно-терригенные породы, содержащие прослойки пирокластических пород. Мощность отложений нижнего девона изменяется от 150 до 500 м. В связи с примесью вулканитов предполагается, что в основании Астраханского поднятия располагаются остатки вулканической постройки. Отложения среднего девона представлены преимущественно эйфельским ярусом мощностью около 160 м в связи с размывом на границе среднего и позднего девона. В нижней части он сложен терригенно-карбонатными отложениями, в верхней части – известняками [Волож, Парасына, 2008].

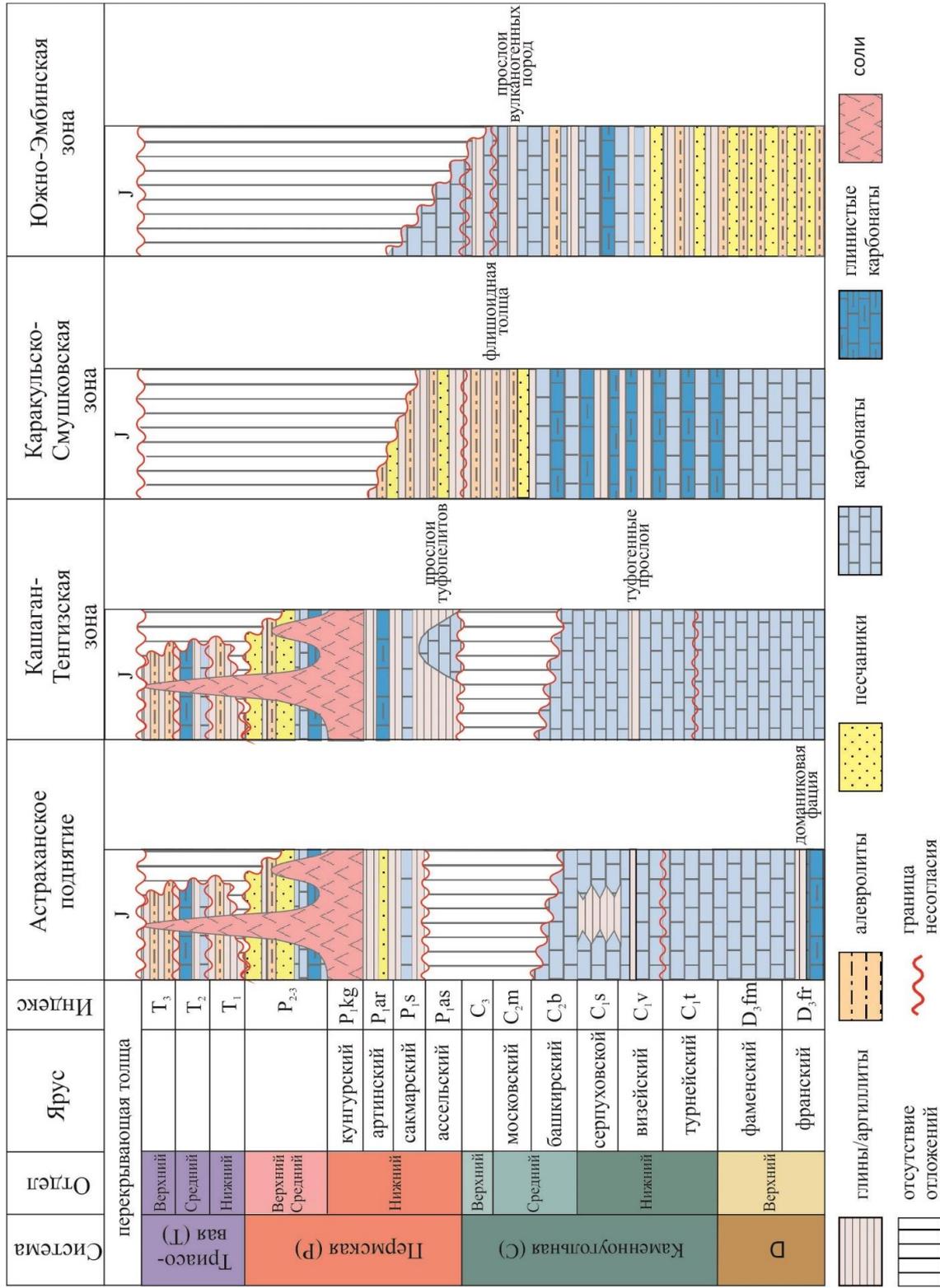


Рис. 1.2. 1 Литолого-стратиграфические колонки, иллюстрирующие палеозойский разрез

## **Верхний отдел**

### *Франский ярус*

Нижний подъярус (пашийский горизонт) франского яруса верхнего девона на Астраханском поднятии сложен терригенными и карбонатно-терригенными разностями до 30м. Средний фран повсюду представлен черными битуминозными аргиллитами, глинистыми алевролитами, шламовыми известняками и кальциллититами небольшой мощности. Эти конденсированные отложения называют доманиковой фацией [Волож, Парасына, 2008].

### **Верхний девон-нижний карбон (верхнефранский подъярус, фаменский и турнейский ярусы) D<sub>3fr3</sub>-C<sub>1t</sub>**

Верхнефранско-турнейская толща выявлена в скважинах Астраханского поднятия, в Кашаган-Тенгизской зоне и на южном обрамлении Прикаспийской впадины – в Южно-Эмбинской и Каракульско-Смушковой зонах. Отложения этого возраста залегают несогласно и с размывом на подстилающих отложениях.

На Астраханском поднятии в верхнефранском подъярусе возникла внутрибассейновая карбонатная платформа, которая продолжила свое существование и в фаменское время, и в турнейское (раннекарбонное) время. Среди карбонатных отложений платформы выделяются две фации: карбонатных биогенных построек и наиболее распространенная фация мелководных карбонатно-обломочных отложений. В составе первой фации преобладают комковато-сферово-сгустковые водорослевые, иногда онкоидные известняки, в различной степени доломитизированные. Биогенные постройки близки по обстановкам накопления к биостромам. Мощность карбонатной платформы позднефранско-турнейского возраста составляет около 500 м [Волож, Парасына, 2008].

В Кашаган-Тенгизской зоне карбонатная платформа начала существовать аналогично Астраханской с позднего франа. Первый ее этап охватывал позднефранско-раннетурнейское время. Породы этого возраста вскрыты на месторождении Тенгиз и структурах Королевская и Каратон. Они представлены сгустково-сферовыми, сгустково-комковатыми, пеллетовыми,

микрозернистыми и водорослевыми известняками. Вверх по разрезу они постепенно сменяются микро-мелкозернистыми доломитизированными известняками с редкими реликтами мелких комочков и кальцитовых сфер. Вскрытая толщина девонских отложений от 25 м (скв. Тенгиз-53) до 615 м (скв. Тенгиз-47) [Абилхасимов, 2016].

Наиболее древние отложения, вскрытые на Южно-Эмбинском поднятии, отнесены к верхнему девону. На площадях Жанасу и Туресай позднедевонская толща представлена алевролитами и песчаниками мощностью до 500 м [Глумов, Маловицкий и др., 2004]. Нижний карбон в объеме турнейского яруса на площади Жанасу характеризуются глинистым составом, а на Терескене песчано-глинистым. По литологическим особенностям считается, что нижнекаменноугольные толщи, как и верхнедевонские накапливались в прибрежно-морских и субконтинентальных условиях. На площади Терескене мощность турнейских пород 1200 м [Абилхасимов, 2016].

В Каракульско-Смушковской зоне верхнедевонские отложения вскрыты только скважиной Ашунская-4, где в интервале 4824-5008 м в керне, представленном органогенно-обломочными известняками, по данным А.В. Никольской выделен комплекс фораминифер позднедевонского возраста. Турнейский ярус на Ашунском и Смушковском поднятиях мощностью около 190 м сложен органогенными и органогенно-обломочными битуминозными известняками с прослоями глинисто-карбонатных пород.

### **Каменноугольная система (С1v-С3)**

Отложения каменноугольной системы представлены нижним, средним и верхним отделами. Они вскрыты многочисленными скважинами глубокого бурения и характеризуются разнообразным литологическим составом.

#### **Нижний отел**

##### *Визейский ярус*

Нижневизейский подъярус (косьвинский, радаевский и бобриковский горизонты) на Астраханском своде сложен известняками органогенными и органогенно-обломочными с прослоями калькоренитов и бактериально-

водорослевых разностей мощностью 100-250 м. Верхневизейские отложения (тульский горизонт) на Астраханском своде (626 м) представлены известняками, органогенными, участками доломитизированными, местами известняками с прослоями аргиллитов [Волож, Парасына, 2008].

В Кашаган-Тенгизской зоне нерасчлененные верхнетурнейско-нижневизейские отложения сложены преимущественно комковато-сгустковыми и водорослевыми известняками с многочисленными зернами карбонатных пород. В низах разреза встречаются био-литокластовые грейнстоуны. Данные отложения близки по составу с породами верхнего девона – нижнего турне, но в конце раннего турне отмечается стратиграфический перерыв. Отложения верхневизейского возраста (тульский горизонт) представлены органогенно-обломочными, криноидными, реже криноидно-брахиоподовыми и микросгустковыми известняками. Породы часто окремнены и содержат туфогенные прослои [Абилхасимов, 2016].

В Каракульско-Смушковской зоне визейский ярус сложен глинистыми известняками преимущественно хемогенными с прослоями аргиллитов мощностью около 1,2 км [Пыхалов, 2015].

В Южно-Эмбинской зоне визейский ярус нижнего карбона сложен терригенными отложениями. В нижней части разреза преобладают песчаные разности, в средней появляются пачки гравелитов и конгломератов, в верхней преобладают аргиллиты, появляются прослои известняков. На площади Терескене мощность визейских пород 1600 м [Абилхасимов, 2016].

#### *Серпуховской ярус*

На Астраханском поднятии серпуховской ярус состоит из битуминозных аргиллитов и кремнистых пород в центральной части (67 м), из органогенно-обломочных и детритовых известняков на периферии свода (73м), из сульфатно-карбонатных пород в зоне Южно-Астраханских поднятий (19-230 м) [Волож, Парасына, 2008].

В Кашаган-Тенгизской зоне отложения серпуховского яруса без следов перерыва ложатся на отложения визейского яруса. В основании яруса

выделяется пачка биогермных, строматолитовых, форамениферо-водорослевых известняков, которые вверх по разрезу сменяются детритовыми криноидно-водорослевыми разностями. Выше отложения представлены органогенно-обломочными, криноидно-брахиоподовыми и водорослево-форамениферовыми известняками, среди которых выделяются прослой ракушнякавых песчаников и гравелитов. Мощность отложений серпуховского яруса около 100 м [Абилхасимов, 2016].

В Каракульско-Смушковской зоне серпуховской ярус представлен сложен глинистыми известняками с прослоями аргиллитов на Ашунском поднятии и кремнистых известняков на Краснохудукском поднятии [Волож, Парасына, 2008].

Карбонатная седиментация в Южно-Эмбинской зоне началась с конца раннего карбона – серпуховского века и продолжалась до начала ранней перми. В составе серпуховского яруса преобладают биогермные известняки, в которых встречаются прослой мергеля и аргиллитов. Мощность отложений составляет 100-375 м [Абилхасимов, 2016].

### **Средний отдел**

#### *Башкирский ярус*

На Астраханском поднятии нижнебашкирский подъярус представлен органогенными известняками мощностью 290 м. Верхнебашкирский подъярус характеризуется распространением буровато-серых известняков с различными с различными органогенными структурами, а также доломитами мощностью от первых метров до 41 м. Небольшая мощность этих образований объясняется их позднейшим размывом [Волож, Парасына, 2008].

На структуре Тенгиз в башкирском ярусе выделяется два типа разрезов. Первый тип приурочен к сводовой части поднятия (80-110 м), где присутствуют сохранившиеся от размыва отложения только нижнебашкирского подъяруса. Второй тип характерен для склонов карбонатного массива и представлен отложениями башкира в полном объеме (более 200 м) [Абилхасимов, 2016]. В платформенной части массива нижнебашкирские отложения представлены

оолитовыми известняками, биокластовыми, биокластово-пеллетовыми грейнстоунами, среди которых выделяются прослойки микросгустково-пеллетовых водорослевых известняков. В пределах верхнего склона отложения представлены неотсортированными лито- и биокластовыми пакстоунами и рудстонами, переслаивающимися с водорослевыми известняками и мелкообломочными биокластовыми пакстоунами. Подножие склона представлено карбонатно-глинистыми отложениями и мелкообломочными биокластовыми вакстоунами. На структурах Королевская и Каратон отложения среднего и верхнего карбона отсутствуют.

В Южно-Эмбинской зоне для отложений башкирского возраста свойственна значительная литологическая изменчивость. Отмечается чередование терригенных пород с известняками. Мощность колеблется от 0 до 200 м [Абилхасимов, 2016].

В Каркульско-Смушковской зоне отложения башкирского яруса характеризуются увеличением доли хемогенных, обломочных известняков, а также глинистого материала по сравнению с Астраханским поднятием.

В позднебашкирское время тектоническая обстановка становится нестабильной, и территория испытывает общий подъем, что привело к резкому сокращению площади морского осадконакопления и отсутствию верхнебашкирских отложений в большинстве разрезов [Санина, Ускова, 1991].

#### *Московский ярус*

В Кашаган-Тенгизской зоне отложения присутствуют лишь на структуре Южная, где их мощность составляет 550-620 м. Отложения верейского возраста сложены шламово-сгустковыми известняками, а на склоне карбонатной постройки установлено присутствие глинистых известняков со спикулами кремневых губок [Абилхасимов, 2016].

В Южно-Эмбинской зоне московский ярус представлен известняками, редко доломитами, расслоенными пластами и пачками терригенных обломочных и глинистых пород, реже вулканогенных пород среднекислого состава. На отдельных уровнях появляются массивные известняки биогермного облика.

Описываемые отложения связаны с различными условиями прибрежно-морского шельфа. Мощность достигает 450-540 м [Абилхасимов, 2016].

В Каркульско-Смушковой зоне московский ярус (верейский, каширский, подольский и мячковский горизонты) представлен толщей переслаивания песчаников, алевролитов и аргиллитов мощностью от 977 до 1324 м (восточный район) до 1700 м (западный район). На Южно-Астраханской группе поднятий мощность отложений уменьшается до 550 м, а на Астраханском поднятии они отсутствуют [Волож, Парасына, 2008].

### **Верхний отдел**

В Кашаган-Тенгизской зоне и на большей части Астраханского поднятия отложения данного возраста в скважинах глубокого бурения отсутствуют.

В зоне Южно-Астраханских поднятий (362-442 м) и в Каракульско-Смушковой зоне (119-230 м) отложения верхнего отдела каменноугольной системы представлены флишоидной терригенной пачкой, сложенной переслаиванием глин и алевролитов с редкими прослоями известняков [Волож, Парасына, 2008].

В Южно-Эмбинской зоне отложения верхнего карбона с размывом залегают на подстилающих московских и имеют с ними сходное строение. Для них характерны известняки, доломиты играют подчиненную роль, встречаются пачки и прослой глин и обломочных терригенных пород. Максимальная мощность составляет 200 м [Абилхасимов, 2016].

### **Пермская система (Р)**

Пермские отложения со стратиграфическим несогласием залегают на размывтой поверхности различных горизонтов каменноугольной системы. Пермское время ознаменовалось крупной трансгрессией, которая проявилась на всей территории исследования.

### **Нижний отдел**

*Ассельский, сакмарский и артинский ярусы*

В Кашаган-Тенгизской зоне мощности терригенных нижнепермских (ассельских, сакмарских, артинских) подсолевых отложений сильно

дифференцированы: на приподнятых структурах их значения составляют 10-90 м, а на склонах и в погруженных участках – до 100-320 м. Отложения представлены аргиллитами с прослоями мергелей, известняков и доломитов. Характерная особенность – широкое развитие туфопелитов и прослоев в нижней части лито-витрокластических туфов. В породе присутствует битум [Абилхасимов, 2016]. Карбонатные отложения нижней перми установлены на структуре Южная и Кайран, где они имеют предположительно сакмаро-ассельский возраст. Породы сложены массивными биогермными водорослевыми известняками. Мощность известняков составляет 280-500 м.

На Северном Каспии на южном обрамлении Прикаспийской впадины ассельско-артинские отложения вскрыты скважиной Сатпаев-1PZ, где они представлены толщей пластичных глин с прослоями карбонатов (мощностью первые метры). Вскрытая мощность данного комплекса составляет около 1 км.

На Астраханском своде ассельские отложения отсутствуют. Сакмарско-артинские отложения залегают несогласно на башкирских. Мощность данной толщи составляет 150 м. Она представлена чередующимися слоями аргиллитов, известковых песчаников, доломитов и известняков, обогащенных органическим материалом [Глумов, Маловицкий и др., 2004].

В пределах Каракульско-Смушковой зоны отмечается мощная терригенная толща ассельско-артинских пород. В скважине Смушковая-1 толщина отложений составляет 1300 м, Высоковская-2 – 1400 м, Николаевская-1 – 355 м [Пыхалов, 2015].

В Южно-Эмбинской зоне ассельско-сакмарские отложения развиты не повсеместно. Они с размывом залегают на каменноугольных и сложены преимущественно карбонатными породами – биогермно-водорослевыми известняками и доломитами. Местами мощность отложений местами достигает 1 км [Абилхасимов, 2016].

#### *Кунгурский ярус*

Отложения кунгурского яруса нижней перми широко развиты в пределах Прикаспийской впадины. В нижней части чаще всего залегают карбонатные

отложения и ангидриты (филипповский горизонт), выше следует мощная толща солей с прослоями ангидрита (иреньский горизонт), местами с глинистой примесью. Соленосный комплекс перекрыт сульфатной пачкой. Мощность отложений изменяется от сотен метров до нескольких километров, что обусловлено процессами соляной тектоники [Волож, Парасына, 2008].

На Северном Каспии на южном обрамлении Прикаспийской впадины кунгурские эвапоритовые отложения вскрыты скважинами Жетысу-1 и Сатпаев-1PZ. Мощность соленосно-ангидритовой толщи составляет первые сотни метров.

В Каркульско-Смушковой и Южно-Эмбинской зонах кунгурские отложения по данным бурения отсутствуют. На различных горизонтах каменноугольных и нижнепермских (докунгурских) отложений с несогласием ложатся мезозойские толщи.

### **Средний-верхний отдел**

Средне-верхнепермские отложения присутствуют на Северном Каспии и Астраханском поднятии в межкупольных мульдах. Они представлены красноцветными породами. Биармийский (средний) отдел сложен в основном карбонатами, татарский – песчаниками. Толща средне-верхнепермских отложений в межкупольных мульдах Прикаспийской впадины может достигать 2-2,5 км [Глумов, Маловицкий и др., 2004].

Средне-верхнепермские отложения, залегающие с размывом на подстилающих каменноугольных и нижнепермских породах, вскрыты на п-ове Бузачи. В разрезе скважин Г-1, Г-2, Г-3 месторождения Каражанбас они сложены красноцветными аргиллитами, алевролитами с прослоями известняков и доломитов, песчаников. Трещиноватость и перемятость пород с углом падения 20-45 градусов является характерной их особенностью. Толщина средне-верхнепермских образований изменяется от 550 до 900 м [Козмодемьянский, Салимгереев и др., 1995].

## **Мезозойская эратема**

Мезозойские отложения распространены и разбурены на всей территории исследования Северного Каспия (Рис. 1.2. 2). Поскольку данные отложения являются второстепенным интервалом для данной работы, их литолого-стратиграфическая характеристика приводится в сокращенном варианте.

### **Триасовая система (Т)**

Отложения триасовой системы представлены нижним, средним и верхним отделами, но не всегда в полном стратиграфическом объеме. Наибольшие мощности триасовых отложений расположены под Полдневско-Кулалинским валом и в межкупольных мульдах Прикаспийской впадины.

На южном обрамлении Прикаспийской впадины данный комплекс почти полностью эродирован в предъюрский размыв. Наиболее полный разрез рифтового комплекса вскрыт на полуострове Бузачи.

Толщи континентальных терригенных красноцветных и пестроцветных пород получили обширное распространение в разрезе средней-верхней перми и триаса. В составе пермо-триасовых отложений выделяют 3 комплекса пород: красноцветный, пестроцветный, сероцветный [Дуйсенбаев, 2020]. Красноцветный литолого-стратиграфический комплекс включает отложения средней-верхней перми и нижнего триаса, пестроцветный – среднего триаса, сероцветный – верхнего триаса.

#### **Нижний отдел**

На месторождении Каражанбас нижнетриасовый комплекс представлен красноцветными туфогенными и терригенными образованиями. Возраст пород определен по органическим остаткам харофитов, гастропод и миоспор. Толщина нижнего триаса на месторождении Каражанбас превышает 1500 м. Наиболее полные разрезы нижнего триаса схожего состава вскрыты также в скважинах 1П Арман, 1П Восточный Каратурун и 1П Каламкас. Они представлены переслаиванием красно- и пестроцветных аргиллитов, алевролитов, туфоалевролитов, песчаников.

Система	Отдел	Ярус	Индекс	Литология	Месторождения	Тектоника	Условия осадконакопления
Pg-N-Q						↑	прибрежно-морские
Меловая (К)	Верхний		K <sub>2</sub>				мелководноморские с карбонатной седиментацией
		сеноманский	K <sub>2sm</sub>				морские
	Нижний	альбский	K <sub>1al</sub>				↑
		аптский	K <sub>1a</sub>				прибрежно-морские
		неокомский	K <sub>1nc</sub>				↑
Юрская (J)	Верхний	титонский киммеридж.	J <sub>2tt</sub> J <sub>2km</sub>			←→ сжатие	мелководноморские с карбонатной седиментацией
	Средний-нижний		J <sub>1-2</sub>		Жамбыл Каламкас-море Хазар		↑
Триасовая (Т)	Верхний		T <sub>3</sub>			←→ сжатие	↑
	Средний		T <sub>2</sub>			←→ рифтинг на юге	↑
	Нижний		T <sub>1</sub>			←→ сжатие	прибрежно-морские
Пермская (Р)	Верхний		P <sub>2-3</sub>			←→ сжатие	↑
		Средний					↑
	Нижний	кунгурский	P <sub>1kg</sub>			↑	замкнутый бассейн
		артинский	P <sub>1ar</sub>			↑	глубоководноморские
		сакмарский	P <sub>1s</sub>				↑
		ассельский	P <sub>1as</sub>				↑
Каменноугольная (С)	Верхний		C <sub>3</sub>		Кайран	←→ сжатие на юге - рост гор кряжа Карпинского	↑
	Средний	московский	C <sub>2m</sub>		Кашаган Астраханское Тенгиз		↑
		башкирский	C <sub>2b</sub>				↑
	Нижний	серпуховской	C <sub>1s</sub>				↑
		визейский	C <sub>1v</sub>				↑
	турнейский	C <sub>1t</sub>				↑	
D	Верхний	фаменский	D <sub>3fm</sub>				↑
		франский	D <sub>3fr</sub>				↑



Рис. 1.2. 2 Сводная литолого-стратиграфическая колонка Северного Каспия

Возраст определен по комплексу остракод, харофитов, миоспор. Мощность изменяется от 890 до 2000 м [Козмодемьянский, Салимгереев и др., 1995].

Нижнетриасовые образования в Прикаспийской впадине распространены локально и сложены красноцветной толщей переслаивания аргиллитов и песчаников.

### **Средний отдел**

Средний триас с размывом залегает на различных горизонтах нижнего триаса и палеозоя. Данные отложения сохранились лишь в наиболее погруженных участках от предъюрского размыва. Отличие от нижнетриасовых образований заключается в пестроцветном окрасе, меньшей уплотненности пород и обширным развитием вулканогенно-осадочных пород.

Детально они изучены на площади Каламкас, Каражанбас и Северные Бузачи. На Каламкасе они представлены пестроцветными песчано-алевролитовыми породами, аргиллитами, реже известняками. Для данного интервала характерны прослои туфов. Среднетриасовый возраст подтвержден остракодами, харофитами, миоспорами. Мощность на месторождении Каламкас до 620 м [Козмодемьянский, Салимгереев и др., 1995]. На месторождении Каражанбас средний триас сложен вулканогенно-терригенными пестроцветными породами. Среднетриасовый возраст был обоснован по наличию гастропод, харофитов и миоспор. Также возраст пород среднего триаса определяется по содержанию в них пелеципод и растительных остатков. Толщина среднетриасовых пород составляет 0-500 м [Дуйсенбаев, 2020]. Максимальная толщина среднего триаса вскрыта на суше в скважине П-1 Северные Бузачи толщиной 925 м.

На Северном Каспии средний триас установлен в скважине Курмангазы 1, вскрытая мощность составляет 1077 м (на глубине 925-2002 м). Разрез представлен неравномерным переслаиванием алевролитов, аргиллитов, известняков и карбонатно-глинистых пород.

## **Верхний отдел**

Верхнетриасовые отложения несогласно залегают на эродированных отложениях среднего и нижнего триаса.

На п-ове Бузачи эти породы сохранились от размыва только в Южно-Бузачинском прогибе и охарактеризованы скважиной Западный Торлун 1. Они сложены темно-серыми аргиллитами, насыщенными углефицированным детритом, алевролитами, песчаниками с прослоями тонкозернистых известняков. Возраст определен по положению в разрезе и сопоставлению с верхнетриасовыми отложениями Горного и Южного Мангышлака. Мощность до 722 м [Козмодемьянский, Салимгереев и др., 1995].

На Северном Каспии верхнетриасовые породы мощностью десятки метров вскрыты скважинами Тулпар-1, Хазар-1, Ауэзов-1, Каламкас-море-1 [Пронин, Шестоперова, 2020]. Данная толща залегают на эродированных породах среднекаменноугольного или раннепермского возраста и сложена переслаиванием глин, алевролитов и аргиллитов с прослоями углей.

## **Юрская система (J)**

На рубеже триаса и юры территория Каспийского моря была подвержена тектонической активности и эрозии отложений мощностью до первых км.

Юрские образования залегают с размывом и стратиграфическим несогласием на подстилающих отложениях от карбона до триаса.

## **Нижний отдел**

Нижнеюрские отложения локально развиты на рассматриваемой территории. Их накопление происходило преимущественно в погруженных частях бассейна. Отложения представлены переслаиванием песчаников, алевролитов и аргиллитов. Толщина комплекса составляет от 0 до 50 метров.

## **Средний отдел**

Среднеюрские отложения несогласно залегают на отложениях нижней юры, триаса и палеозоя. В акватории Северного Каспия средняя юра представлена повсеместно и сложена терригенными отложениями ааленского, байосского, батского и келловейского ярусов, причем ааленский ярус развит

локально. Вверх по разрезу происходит увеличение глинистого материала, достигая максимума в келловейский век. Мощность среднеюрских терригенных отложений составляет 400-450 м, уменьшаясь до 300 м на Кулалинском валу.

### **Верхний отдел**

Верхнеюрские отложения распространены практически на всей территории Северного Каспия за исключением Полдневско-Кулалинского вала, где они были эродированы на границе юрского и мелового периодов.

В составе верхней юры выделяются образования оксфордского, кимериджского и титонского ярусов. Оксфордский ярус представлен морскими терригенными и карбонатными отложениями, кимериджский – чистыми известняками, титонский – известняково-доломитовым комплексом пород в нижней части и с примесью терригенного материала в верхней части разреза. В отличие от Среднего Каспия, на Северном Каспии в титонский век ангидриты не отлагались.

Для верхнеюрских отложений характерны относительно выдержанные толщины 120-150 м, которые в мульдах Прикаспийской впадины увеличиваются до 200 м.

### **Меловая система (К)**

Начало мелового периода связано с тектонической перестройкой, перерывом в осадконакоплении на большей части площади и размывом верхнеюрских отложений в приподнятых областях. Породы меловой системы со стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах юрских образований.

Меловая система на Северном Каспии представлена обоими отделами: преимущественно терригенным нижним и карбонатным верхним.

### **Нижний отдел**

В скважинах, расположенных в акватории Каспийского моря, в нижнем отделе меловой системы выделяются неокомский надъярус (нерасчлененные готерив-барремские ярусы), аптский и альбский ярусы. В берриасском и частично валанжинском веке отмечен перерыв в осадконакоплении.

Неокомские отложения несогласно залегают на размытой поверхности юрских образований. Толща сложена переслаиванием песчаников, алевролитов и глин. Толщины неокомских отложений изменяются в пределах от 35 м в скважине Курмангазы-1 до 325 м в скважине Кайран-1, большая же часть территории характеризуется толщиной около 150 м. Осадочные образования апта залегают с размывом на отложениях неокома. Толща представлена алевроито-глинистыми разностями мощностью 100-200 м. Отложения альбского яруса также несогласно залегают на подстилающих образованиях и представлены глинами с прослоями алевролитов и песчаников в нижней половине разреза. Толщина отложений составляет 150-200 м.

### **Верхний отдел**

Верхнемеловые отложения развиты практически повсеместно, однако, они частично размывы в мессинское время.

Сеноманские как и альбские отложения сложены однообразными глинисто-алевритовыми мелководно-морскими образованиями.

Карбонатная толща турон-маастрихта сложена известняками, мергелями и белым писчим мелом, регионально выдержана и имеет сходную геофизическую характеристику даже в очень отдаленных разрезах и сравнительно легко опознается на каротажных диаграммах. Верхняя граница меловой системы (с палеогеном) четко отбивается в разрезах по подошве маломощной пачки высокоомных известняков датского яруса, являющейся региональным репером.

Верхнемеловые отложения несогласно залегают на образованиях нижнемелового отдела. Толщина отложений составляет 350-400 м.

### **Кайнозойская эратема**

На Северном Каспии кайнозойские отложения слагают верхние первые сотни метров разреза. Их стратификация весьма условна.

На меловых карбонатных образованиях с несогласием залегают маломощная глинисто-карбонатная толща палеогена. В понтийский век (конец миоцена) произошло крупное региональное событие – мессинский размыв,

уничтоживший частично отложения палеогена, а в наиболее приподнятых местах и верхнего мела. На эродированной поверхности разновозрастных отложений мела-палеоцена залегают маломощные терригенные отложения плиоцена и четвертичной системы.

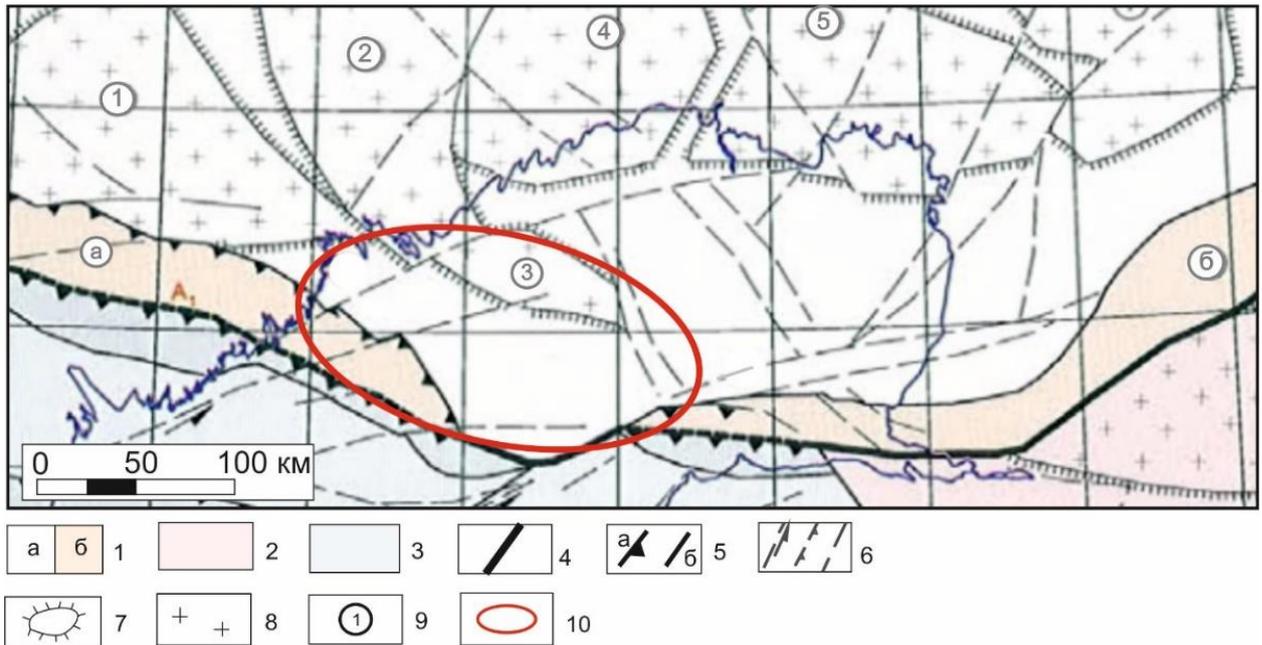
### 1.3. Тектоника

Данная глава посвящена изучению тектонического строения исследуемого региона по литературным данным. С 60-х годов 20 века изучением тектонического районирования Каспийского моря и его обрамления занимались множество авторов (Хаин В.Е., Богданов Н.А., Лебедев Л.И., Глумов И.Ф., Волож Ю.А., Абилхасимов Х.Б., Никишин А.М. и др.). По данным, имеющимся на момент изучения, было составлено большое количество тектонических карт, но на полученных схемах отличается положение границ даже элементов 1 порядка.

Согласно данным Хаина и Богданова [2003], Глумова и Маловицкого [2004], Абилхасимова [2016] и др. Северный Каспий располагается на Восточно-Европейской платформе с дорифейским фундаментом, омоложенным в южной части (Рис. 1.3. 1, Рис. 1.3. 2, Рис. 1.3. 3). С юга располагается Скифско-Туранская плита, в пределах которой выделяется Северо-Устюртский блок с досреднепалеозойским фундаментом и Кряж Карпинского с доверхнепермским.

Согласно схеме тектонического районирования Лебедева (Рис. 1.3. 4), район исследования относится к переходной зоне между эпигерцинской и докембрийской платформами.

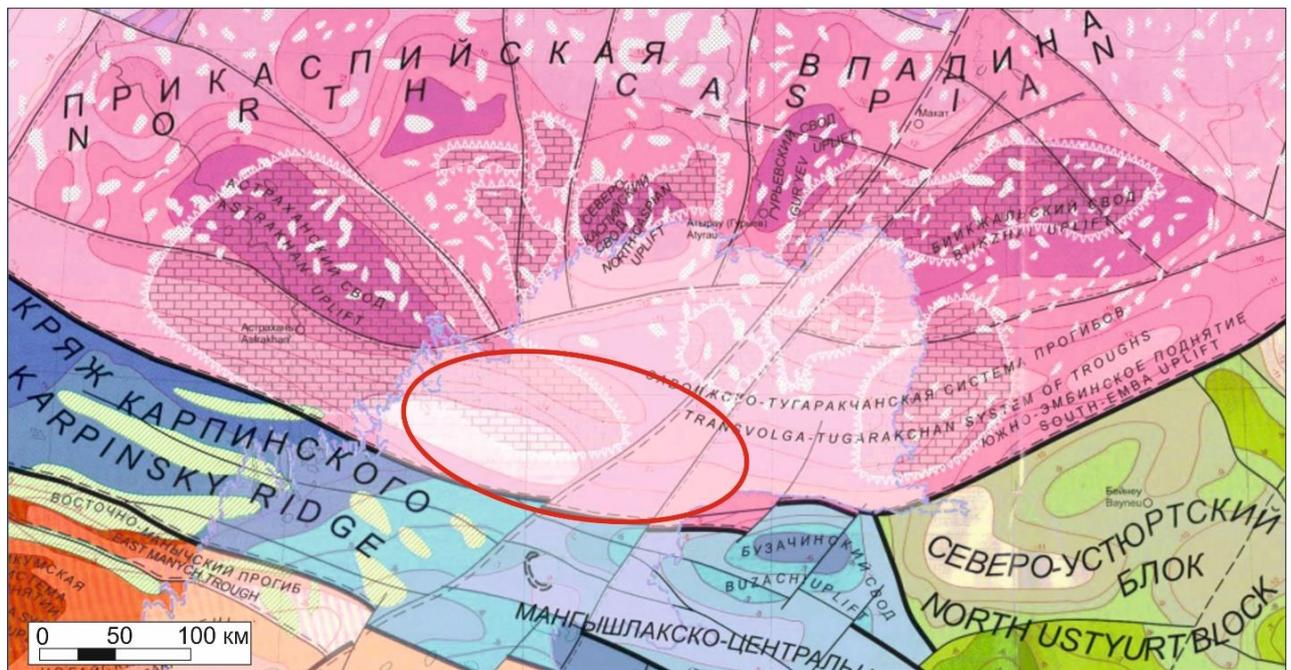
Глумов и др. [2004] по комплексу данных о строении фундамента, а также по результатам анализа геофизических, в том числе и тепловых полей в жестком основании намечают рифтогенные системы в той или иной степени переобработанные позднейшими тектоническими процессами или скрытые под осадочным чехлом (Рис. 1.3. 5).



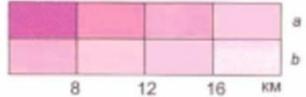
**Рис. 1.3. 1 Выкопировка из схемы тектоники фундамента [Глумов, Маловицкий и др., 2004]**

Возраст складчато-метаморфических комплексов фундамента: 1 – дорифейский: а – в зонах относительной стабилизации, б – омоложенный в зонах вторичной коллизионной складчатости, 2 – доверхнепалеозойский, 3 – доверхнепермский. Тектонические границы и разрывные нарушения: 4 – главные шовные зоны, 5 – границы региональных тектонических элементов: а – надвиги, б – рифтовые трогои и сбросы, б – прочите нарушения, 7 – границы древних массивов. Прочее: 8 – дорифейские и допалеозойские массивы, 10 – индексы структурных элементов, 10 – область исследований.

Складчатые пояса и зоны: а – Каракульско-Смушкова, б – Южно-Эмбинская. Древние (дорифейские и допалеозойские) массивы: 1 – Астраханский, 2 – Акжальский, 3 – Южно-Жамбайский, 4 – Новобогатинский, 5 – Биикжальский.



**ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ПЛАТФОРМА**  
**EAST EUROPEAN PLATFORM**



Глубина залегания фундамента: а - на суше, б - в акватории  
 Depths to the basement: a - on land, b - in offshore area

Контуры карбонатных платформ в палеозойском чехле с окаймляющими их уступами  
 Carbonate platforms within the Paleozoic sedimentary cover and fringing scarps

Соляные купола  
 Salt domes

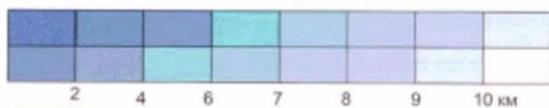
Изогипсы фундамента, км  
 Isopleths of the basement surface, km

**СКИФСКО-ТУРАНСКАЯ ПЛАТФОРМА**  
**SCYTHIAN-TURAN PLATFORM**

Глубина залегания складчатого основания:  
 Depth of the folded surface:



байкальского (Северный Уstyurt)  
 Baikalian (Northern Ustyurt)



раннециммерийского (кряж Карпинского, Туаркыр)  
 Early Cimmerian (Karpinsky Ridge, Tuarkyr)  
 а - на суше, б - в акватории  
 a - on land, b - in offshore area

Выходы на поверхность раннециммерийского складчатого комплекса (Горный Мангышлак)  
 Exposures of the Early Cimmerian folded complex (Mountainous Mangyshlak)

**СТРУКТУРНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**  
**STRUCTURAL SYMBOLS**

Погребенные поднятия и прогибы  
 Buried Uplifts and Troughs

Контуры брахиантиклиналей  
 Brachyantiforms

Оси складчатых структур: а - антиклинальных, б - синклинальных  
 Axes of Fold Structures (a) - anticlinal, (b) - synclinal

Надвиги и шарьяжи  
 Thrusts and Allochthones

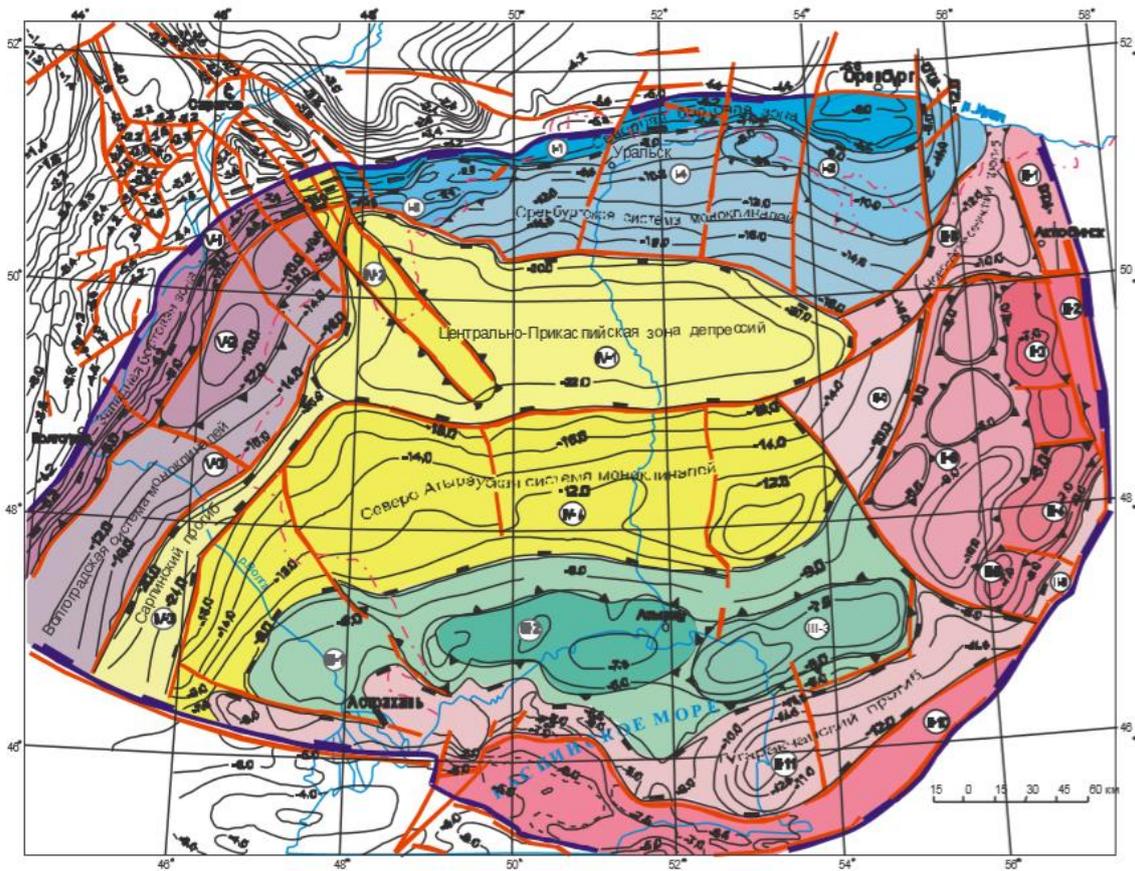
Разрывные нарушения, соответствующие границам крупных структур  
 Faults corresponding to the boundaries of large structures

Важнейшие сдвиги и направление смещения по ним  
 Regional Strike-Slip Faults

Прочие разрывы (а), предполагаемые (б)  
 Other Fractures (a), supposed (b)

Разломы под осадочным чехлом: главные (а), прочие (б)  
 Faults under the sedimentary cover: major faults (a), others (b)

Рис. 1.3. 2 Выкопировка из тектонической карты [Хаин, Богданов, 2003]



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ**

**ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ЭЛЕМЕНТЫ**

**I - СЕВЕРНАЯ ЗОНА ДИСЛОКАЦИЙ**

- I-1 Северная бортовая зона
- I-2 Карачаганакско-Кобландинская тектоническая ступень
- I-3 Новоузенская моноклираль
- I-4 Оренбургская система моноклиналей

**II ЭМБИНСКО-АКТЮБИНСКАЯ ЗОНА ДИСЛОКАЦИЙ**

- II-1 Актыобинская зона поднятий
- II-2 Остансукий прогиб
- II-3 Темирская зона валообразных поднятий
- II-4 Жанажол-Торткольская зона валообразных поднятий
- II-5 Боржер-Ақсарская тектоническая ступень
- II-6 Коскульско-Байганинская зона поднятий
- II-7 Западно-Байганинская моноклираль
- II-8 Новоалексеевский прогиб
- II-9 Терекенский прогиб
- II-10 Южно-Эмбинское поднятие
- II-11 Тугаракчанский прогиб

**III - СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ЗОНА СВОДОВЫХ ПОДНЯТИЙ**

- III-1 Астраханское сводовое поднятие
- III-2 Мынтобинско-Новобогатинская зона поднятий
- III-3 Гурьевско-Кульсаринская зона сводовых поднятий

**IV - ЦЕНТРАЛЬНО-ПРИКАСПИЙСКАЯ ЗОНА ДЕПРЕССИЙ**

- IV-1 Хобдинско-Санкебайский прогиб
- IV-2 Межузеньский вал
- IV-3 Сарпинский прогиб
- IV-4 Северо-Атырауская система моноклиналей

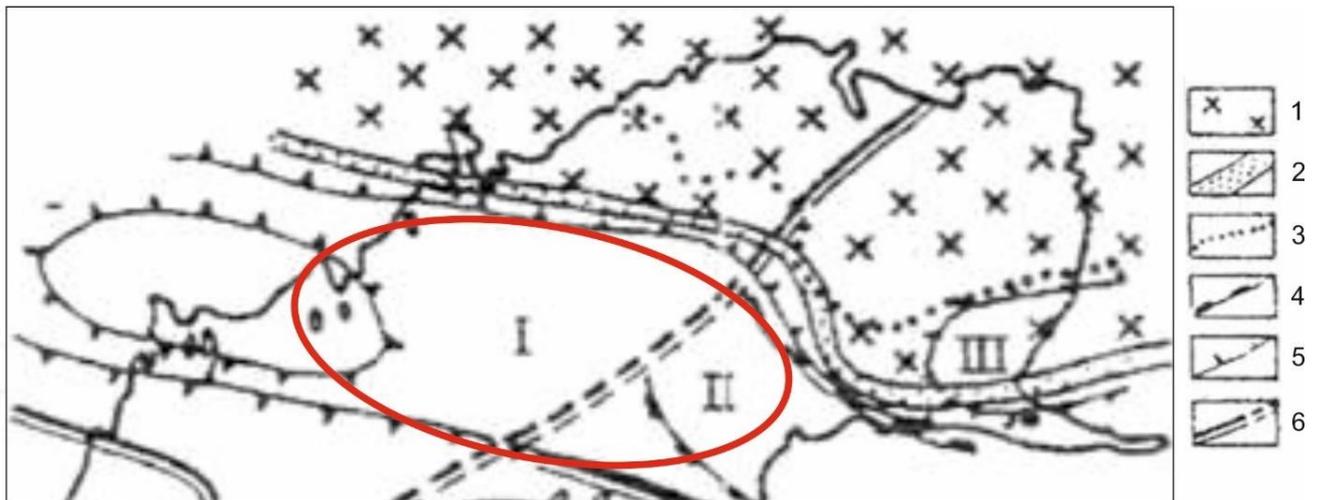
**V - ЗАПАДНАЯ ЗОНА ДИСЛОКАЦИЙ**

- V-1 Западная бортовая зона
- V-2 Паласовская зона сводовых поднятий
- V-3 Волгоградская система моноклиналей

- Изогипсы поверхности фундамента
- Основные разломы
- Граница Прикаспийской впадины
- Граница крупных структурных элементов
- Граница средних структурных элементов
- Государственная граница

- I - СЕВЕРНАЯ ЗОНА ДИСЛОКАЦИЙ
- II - ЭМБИНСКО-АКТЮБИНСКАЯ ЗОНА ДИСЛОКАЦИЙ
- III - СЕВЕРО-КАСПИЙСКАЯ ЗОНА СВОДОВЫХ ПОДНЯТИЙ
- IV - ЦЕНТРАЛЬНО-ПРИКАСПИЙСКАЯ ЗОНА ДЕПРЕССИЙ
- V - ЗАПАДНАЯ ЗОНА ДИСЛОКАЦИЙ

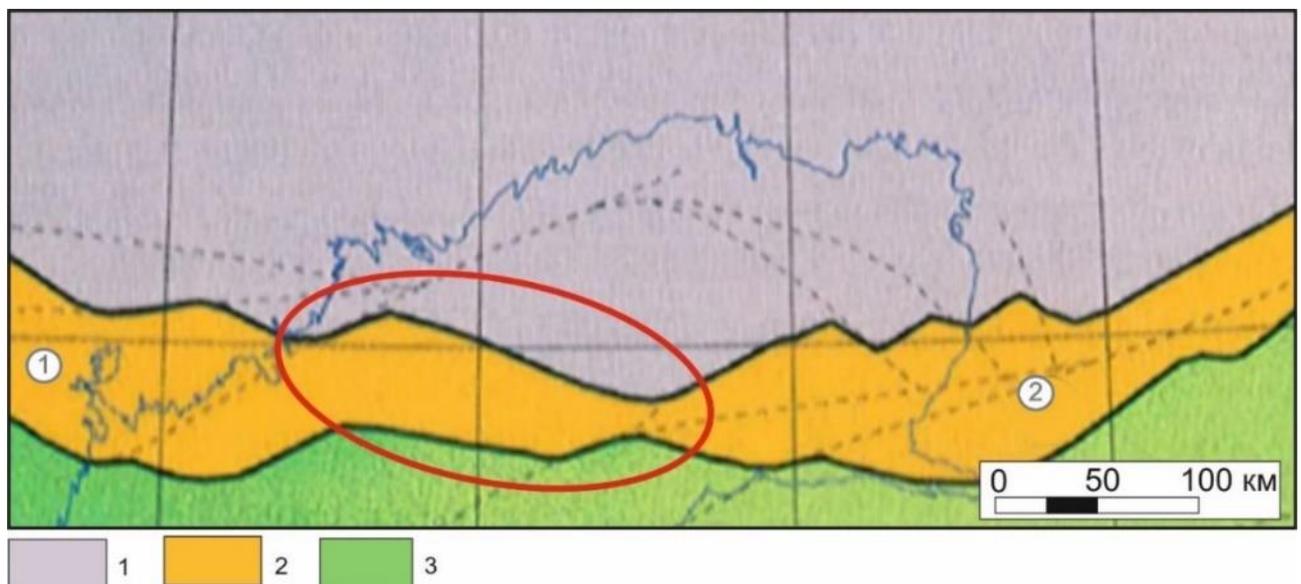
**Рис. 1.3. 3 Схема структурно-тектонического районирования Прикаспийской впадины [Абилхасимов, 2016]**



**Рис. 1.3. 4 Выкопировка из схемы тектонического районирования [Лебедев и др., 1987]**

*1 – Русская докембрийская платформа, 2 – переходная зона между докембрийской и эпигерцинской платформами, 3 – южная граница распространения соляных куполов платформы, 4 – контуры сводов эпигерцинской платформы, 5 - контуры поднятий и прогибов, 6 – основные разломы.*

*Цифры на карте: I-Промыслово-Бузачинская зона поднятий; II-Бузачинский свод; III - Южно-Эмбинское поднятие.*



**Рис. 1.3. 5 Схема рифтогенных систем [Глумов, Маловицкий и др., 2004]**

*Условные обозначения: 1- Восточно-Европейская платформа, 2 - рифтогенные системы, 3 – Скифско-Туранская платформа*

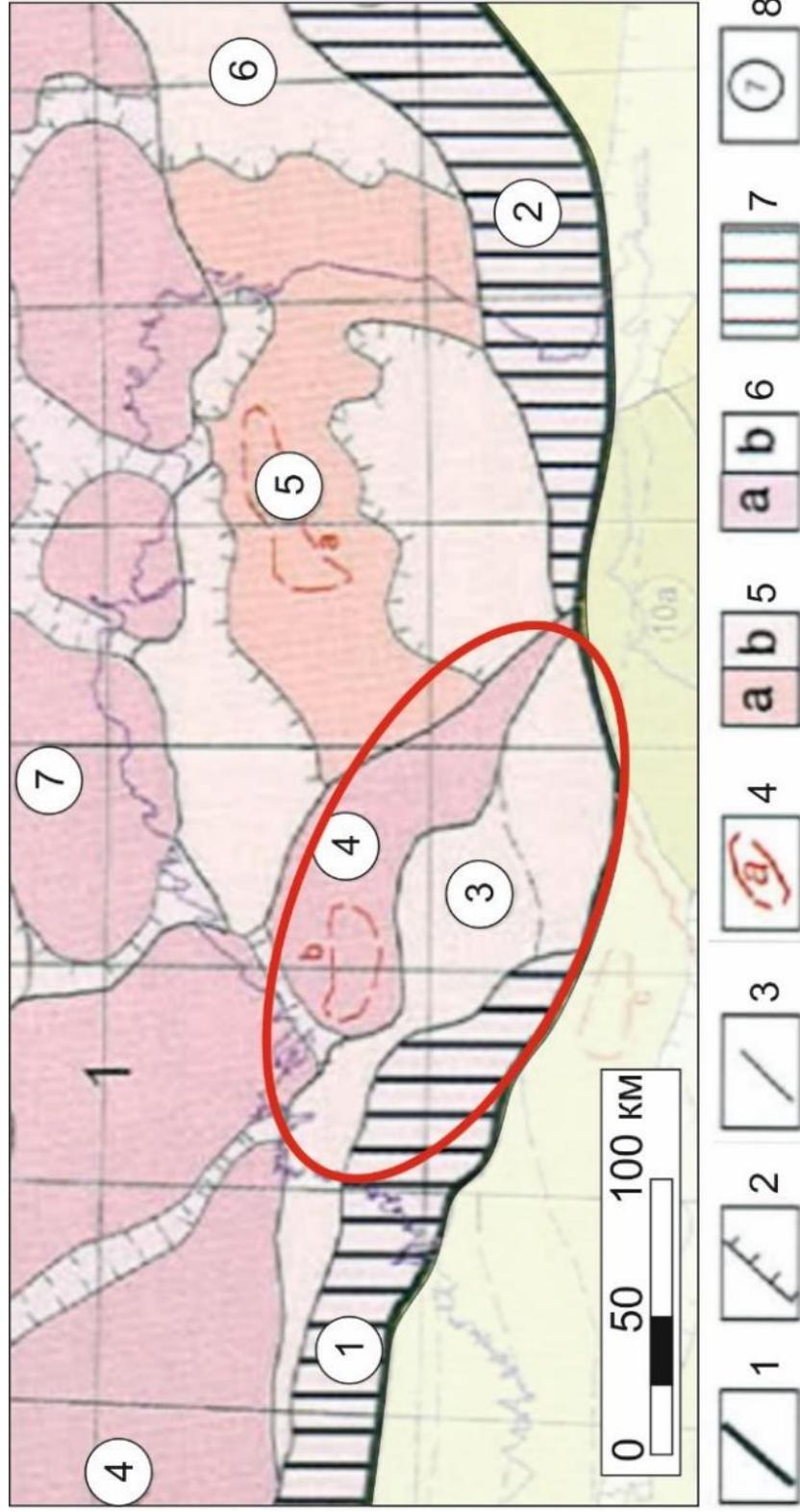
*Цифры в кружках (рифтогенные системы): 1 – Кряжа Карпинского, 2 – Южно-Эмбинская*

В пределах территории исследования выделяется рифтогенная система Кряжа Карпинского и Южно-Эмбинская. Заложение рифтогенной системы Кряжа Карпинского связывается с рифейской эпохой. Предполагают, что погружение фундамента может достигать по разным оценкам до 13-18 км. Обнаруженные дайки щелочных базитов и ультрабазитов в девонской толще ассоциируют с активизацией рифтогенеза в эту эпоху. А уже в позднем палеозое предполагается возникновение в этой системе сначала складчатых зон, а затем взбросовых и надвиговых структур, маскирующих палеорифт. Южно-Эмбинская рифтогенная система считается, что возникла в рифее-венде. Основной объем осадочного заполнения рифта, представленного граувакковой формацией толщиной 7-10 км, сформирован в девон-каменноугольное время. В ранней перми над рифтовым трогом фундамента сформировалась зона инверсионных поднятий [Глумов, Маловицкий и др., 2004].

Представленные выше тектонические схемы (Рис. 1.3. 1-Рис. 1.3. 4) базируются на комплексном анализе строения фундамента. Этот принцип приемлем для общей характеристики строения региона, т.е. для выделения крупных структурных элементов, которые как правило являются унаследованными. На рассматриваемой территории таким крупным элементом 1 порядка является Прикаспийская впадина (синеклиза).

В осадочном чехле Прикаспийской синеклизы выделяются три крупных литолого-стратиграфических этажа. Это подсолевой - палеозойский, надсолевой - мезозой-кайнозойский (и средне-верхнепермский), и разделяющий их соленосный нижнепермский (преимущественно кунгурский ярус).

В ряде публикаций есть подробные схемы, вероятно составленные по подсолевому структурному этажу. Глумов и др. [2004] (Рис. 1.3. 6) выделяют на южном борту Прикаспийской синеклизы зоны шовных дислокаций: Каракульско-Смушковскую и Южно-Эмбинскую. В пределах Северного Каспия обособляются системы поднятий Астраханскую и Кашаган-Тенгизскую, а также Укатненскую систему впадин и Южно-Эмбинскую систему прогибов.



**Рис. 1.3. 6** Выкопировка из схемы региональных структурных элементов Каспийского моря [Глумов, Маловицкий и др., 2004]

Тектонические границы: 1 – платформ и орогенных поясов, 2 – субрегиональных структурных элементов, 3 – прочие, 4 – некоторые ключевые поднятия (а – Кашаган, б – Южный Жамбай-море). Структурные зоны Восточно-Европейской платформ: 5 – системы прогибов и их внутренние элементы, 6 – системы поднятий и их внутренние элементы), 7 – зоны шовных дислокаций осадочного чехла, индексы структурных элементов.

Цифры в кружках: 1 – Каракульско-Смушковская система дислокаций, 2 – Южно-Эмбинская система поднятий, 3 – Укатненская система впадин, 4 - Астраханская система поднятий, 5 – Тенгиз-Кашаганская система поднятий, 6 - Южно-Эмбинская система прогибов, 7 - Новобогатинская-Шукатская система поднятий.

В северном побережье Каспия обособляется Новобогатинско-Шукатская система поднятий, которую можно встретить в литературе как Северо-Каспийская система поднятий (Рис. 1.3. 7) [Жемчугова, Макарова и др., 2017].

В работе казахстанских исследователей [Марабаев, Жолтаев, 2005] также приведена тектоническая схема по палеозойскому структурному этажу (Рис. 1.3. 8). В составе Прикаспийской синеклизы выделяют Астраханское, Атырауское и Жылыойское поднятия. Южнее выделяется Каракульско-Смушковская и Бозашинская системы дислокаций (последнюю в некоторых работах называют Северо-Каспийским поднятием). В литературе часто можно встретить схемы, где границей между Каракульско-Смушковской и Бозашинской системами дислокаций является региональный левосторонний сдвиг, хотя нет ни одного подтверждения данного мнения. Южнее расположен Мангышлакский трог, представляющий собой пермо-триасовый грабен.

Также в литературе можно встретить карты, где южную границу Прикаспийской синеклизы проводят севернее по линии выклинивания кунгурской соленосной формации, которая совпадает с погружением поверхности фундамента. В таком варианте из состава синеклизы исключается Каракульско-Смушковская зона дислокаций и Южно-Эмбинская зона поднятий.

Из вышеизложенного становится понятно, что строение подсолевого структурного этажа на акватории – дискуссионное, но именно с ним связаны основные перспективы нефтегазоносности.

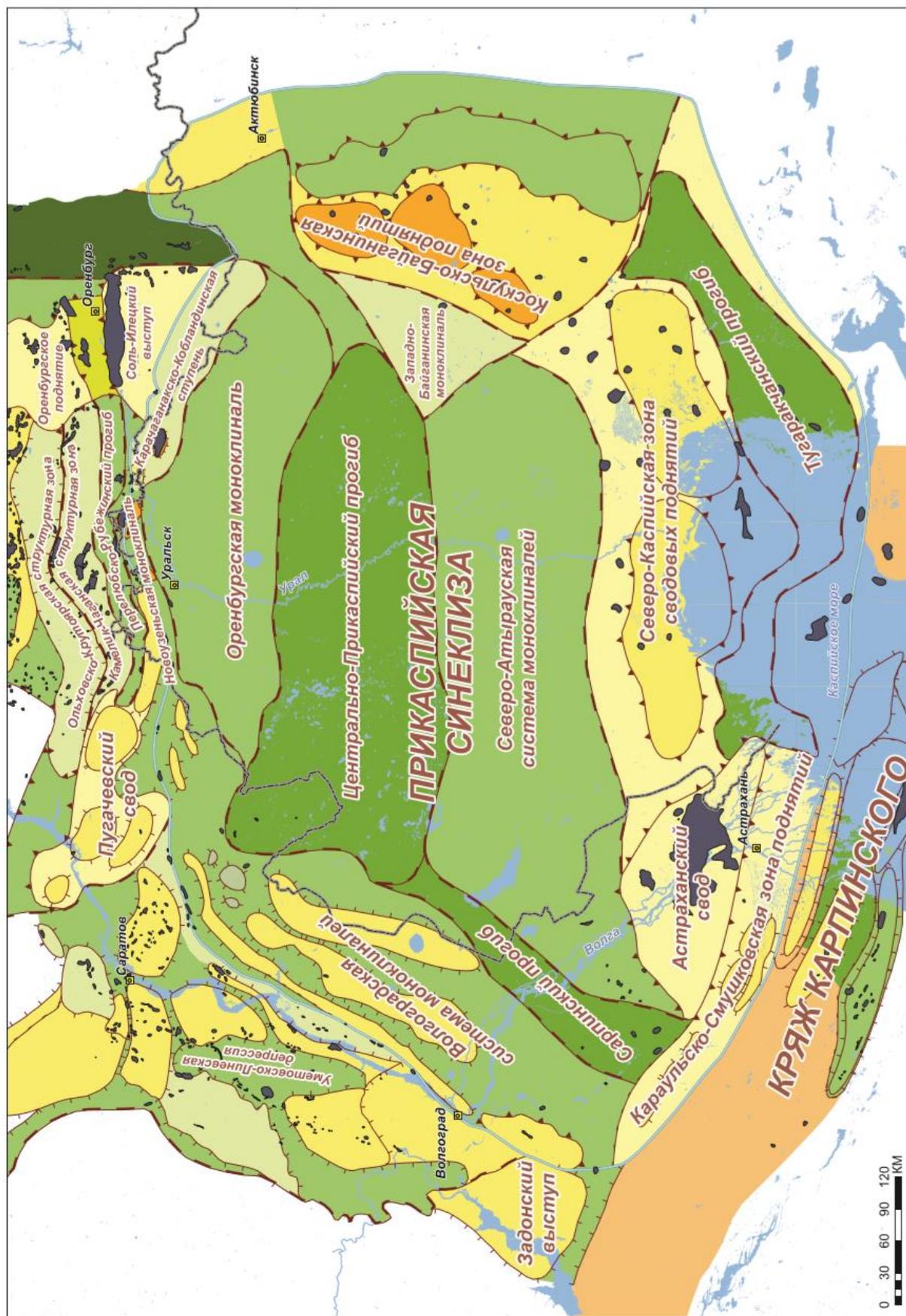


Рис. 1.3. 7 Тектоническая схема Прикаспийской синеклизы [Жемзугова, Макарова и др., 2017]



Обобщение литературных данных привело к выводу, что существует несколько тектонических схем подсолевого комплекса, представляющих принципиально разные концепции строения области. Большинство моделей имеют различия в проведении границ структур 1-го порядка, а также несоответствия в положении и названиях структурных элементов 2 и 3-го порядков. Зачастую, карты тектонического районирования региона по подсолевому комплексу представлены в работах без акваториальной части. При этом Северная часть Северного Каспия имеет схожее строение у разных авторов, различаются лишь названия структур. Наиболее дискуссионной является южная часть Северного Каспия, имеющая различную трактовку у авторов предыдущих исследований. Такая особенность связана не только с тем, что большинство сейсморазведочных работ выполнялось на верхнюю, мезозойскую, часть разреза (короткими косами), но и со сложным строением палеозойского разреза, осложненным многочисленными взбросо-надвигами и соляной тектоникой, при этом остающимся неизученным бурением.

В данной работе будет предположена схема тектонического районирования подсолевого структурного этажа, которая непротиворечиво объединяет сухопутные и морские фрагменты южного обрамления Прикаспийской синеклизы.

## **1.4. Нефтегазоносность**

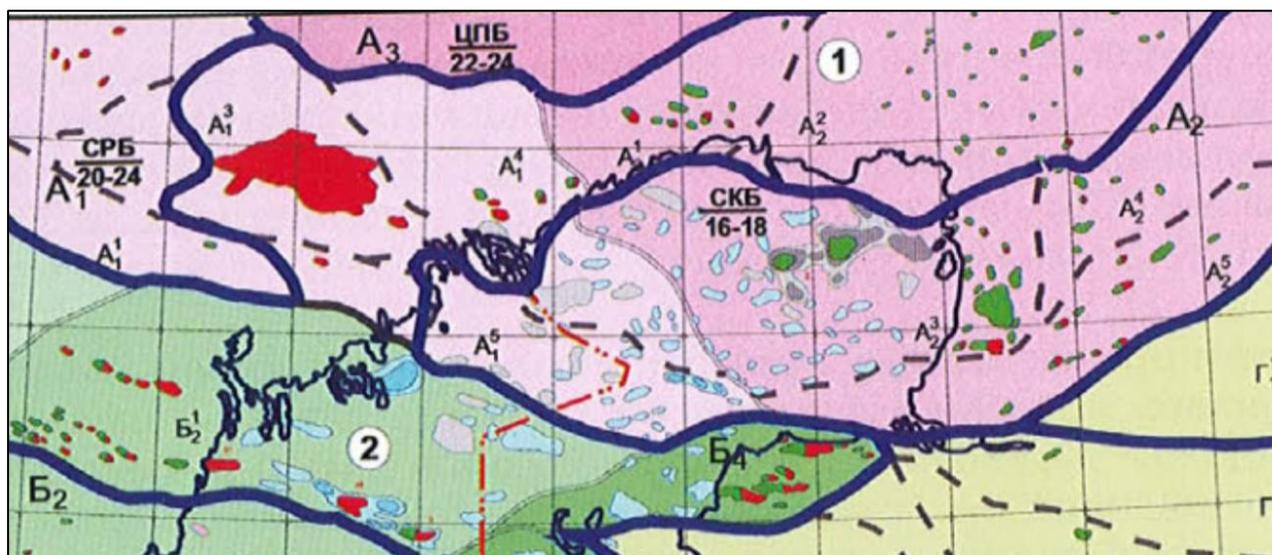
Территория работ относится к южной части Прикаспийской НГП, Астрахано-Калмыцкой НГО (Рис. 1.4. 1). На Северном Каспии и прилегающей суше около 90% извлекаемых запасов углеводородов сосредоточено в палеозойском (подсолевым) нефтегазоносном мегакомплексе, 10% - в мезозойском (надсолевым) (Рис. 1.1.2).

### **Палеозойский нефтегазоносный мегакомплекс**

Непосредственно в пределах акватории до настоящего времени открыто два нефтяных (Кашаган и Кайран) и два газоконденсатных (Актоты и Юго-Западный Кашаган) месторождения. При этом, месторождение Кашаган по запасам нефти относится к уникальным (более 300 млн.т). В непосредственной близости на суше открыто еще два уникальных месторождения: газовое Астраханское и нефтяное Тенгиз.

Промышленная нефтегазоносность на изучаемой территории связана с подсолевыми отложениями от верхнего девона до нижней перми. В составе нефтегазоносного мегакомплекса (нефтегазоносного этажа) обособляются отдельные нефтегазоносные литолого-стратиграфические комплексы. Резкая литолого-фациальная неоднородность подсолевых отложений обуславливает зональное распределение нефтегазоносных комплексов и условность их выделения [Кирюхин и др., 1984].

В регионе выделяется три карбонатных нефтегазоносных комплекса (НГК): верхнедевонско-нижневизейский, верхневизейско-нижнебашкирский и среднекаменноугольно-нижнепермский. С целью получения более полной картины о закономерностях размещения залежей УВ в южной части Прикаспийской НГП был построен график распределения запасов по НГК (Рис. 1.4.2). Построение графика осуществлялось с использованием данных по месторождениям на акватории (Кашаган, Юго-западный Кашаган, Кайран, Актоты) и прилегающей суше (Астраханское и Тенгиз).



**УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:**

1. Границы элементов нефтегазогеологического районирования:	2. Месторождения и проявления углеводородов:	3. Перспективные ловушки и их группы	4. Прочие обозначения:
1	4	9	14
2	5	10	15
3	6	11	16
	7	12	17
	8	13	18

**Рис. 1.4. 1 Нефтегазоносные провинции и бассейны Каспийского моря [Глумов, Маловицкий и др., 2004]**

Условные обозначения: 1 – контуры бассейнов, 2 – нефтегазоносных областей, 3 – нефтегазоносных районов, 4 – нефть, 5 – газ и конденсат, 6 – месторождения смешанного типа, 7 – нефтепроявления, 8 – газопроявления, 9 – в палеозойских отложениях, 10 – пермо-триасовых, 11 – юрско-меловых, 12 – кайнозойских, 14 – границы структурных элементов на неперспективных землях, 15 – выходы на поверхность или неглубокого залегания фундамента, 16 – индексы: а – областей, б – районов, 17 – граница стран, 18 – площади, не давшие положительного результата.

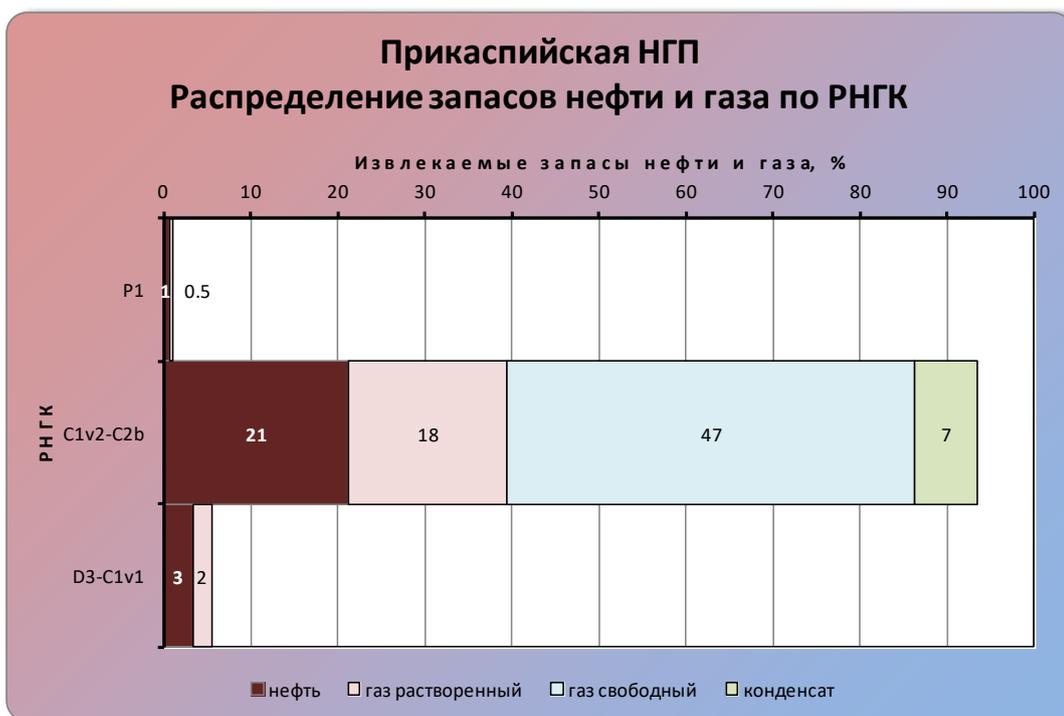
**А – Прикаспийская НГП**

**$A_1$  – Астрахано-Калмыцкая ГНО ( $A_1^1$  – Каракульско-Смушковский НГР,  $A_1^2$  – Сарпинский ГР,  $A_1^3$  – Астраханский ГР,  $A_1^4$  – Акколь-Жамбайский НГР,  $A_1^5$  – Укатненский ВНГР)**

**$A_2$  – Южно-Эмбинская НГО ( $A_2^1$  – Новобогатинский НГР,  $A_2^2$  – Гурьевский НГР,  $A_2^3$  – Тенгиз-Кашаганский НГР,  $A_2^4$  – Южно-Эмбинский НГР,  $A_2^5$  – НГР Тортай-Жельтау)**

**$A_3$  – Центрально-Прикаспийская НГО**

**Б – Северо-Кавказско-Мангышлакская НГП**



***Рис. 1.4. 2 Распределение запасов нефти и газа в Прикаспийской нефтегазоносной провинции***

Верхневизейско-нижнебашкирский нефтегазоносный комплекс включает в себе основную долю промышленных запасов УВ – 93,5%. При этом на свободный газ приходится 47%, нефть – 21%, растворенный газ – 18% и конденсат – 7% (Рис. 1.4. 2). Он сложен известняками, доломитами и мергелями. Промышленная нефтегазоносность верхнедевонско-нижневизейского комплекса в настоящее время установлена на Тенгизском месторождении. Литологически комплекс представлен известняками, доломитизированными известняками и доломитами с прослоями туфоаргиллитов.

Среднекаменноугольно-нижнепермский карбонатный комплекс рассматривается в объеме от московского яруса верхнего отдела карбона там, где он присутствует, до подсолевой части нижнего отдела перми. В пределах изучаемой территории промышленная нефтеносность данного комплекса установлена только на месторождении Кайран, где он представлен рифогенными известняками. С рифогенными постройками, как правило, связывают участки резкого увеличения толщины комплекса.

Региональным флюидоупором для подсолевого мегакомплекса являются соленосные толщи кунгурского яруса нижней перми, второстепенным – глины артинского яруса.

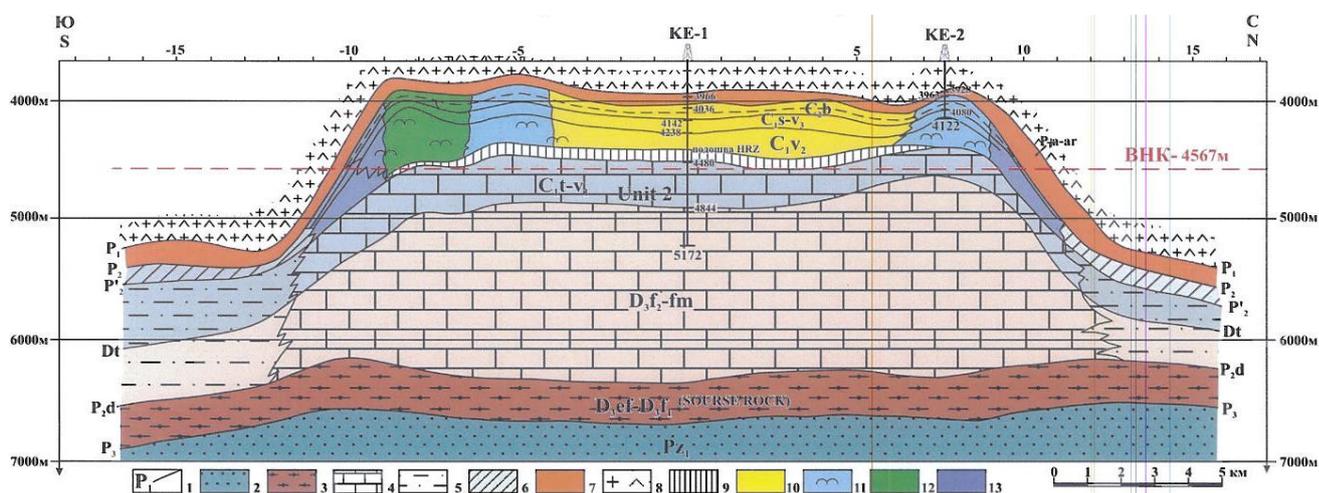
Высокая нефтегазопродуктивность подсолевого комплекса отложений Прикаспийской впадины обуславливается присутствием в разрезе мощных толщ, способных генерировать УВ, и связанных с ними очагов нефтегазообразования. На основании открытых геохимических данных [Глумов, Маловицкий и др., 2004]; [Гулиев, Левин и др., 2003]; [Мурзин, 2010] в подсолевом разрезе южной части Прикаспийской впадины нефтегазоматеринскими породами могут служить:

- Доманиковые отложения верхнего девона (Сорг=4%),
- Визейские радиоактивные глины нижнего карбона (Сорг=2%).

Типичными месторождениями для исследованной части Прикаспийской НГП являются Кашаган, Кайран, Тенгиз и Астраханское.

**Нефтяное месторождение Кашаган** (Рис. 1.4. 3) расположено в 80 км от города Атырау, в северной части Каспийского моря. Глубина шельфа составляет 3-7 м. Относится к Тенгиз-Кашаганскому НГР. Является одним из самых крупных месторождений в мире. Имеет размеры 73.5×27.5 км, при этом по изогипсе -4500 м месторождение разделяется на два самостоятельных поднятия – Кашаган Восточный и Кашаган Западный. Восточная часть представляет по своим очертаниям изометричную складку и имеет размеры 42х20км по изогипсе – 4200м. Западная часть поднятия морфологически представляет полосообразно построенное геологическое тело и по изогипсе – 4200м имеет размеры 0,5х3,0км.

Месторождение открыто 30 июня 2000 года скважиной «Восток-1». Её суточный дебит составил 600 м<sup>3</sup> нефти и 200 тыс. м<sup>3</sup> газа. Вторая скважина (Запад-1) была пробурена на Западном Кашагане в мае 2001 года в 40 км от первой. Она показала суточный дебит в 540 м<sup>3</sup> нефти и 215 тыс. м<sup>3</sup> газа.



**Рис. 1.4. 3 Геолого-геофизический разрез через структуру Кашаган**  
[\[http://bibliofond.ru\]](http://bibliofond.ru)

Условные обозначения: 1 – опорные ОГ. Геологические комплексы: 2 –  $P_{z1}$  (терригенный), 3 –  $D_{3ef}-D_{3fr1}$  (карбонатно-глинистый внешнего шельфа), 4 –  $D_3-C_{1V}$  (карбонатный), 5 –  $D_3-C_{1V1}$  (терригенный периферии карбонатной платформы), 6 –  $C_{2b}-C_{2t}$  (карбонатно-глинистый депрессионный периферии платформы), 7 –  $P_1$  (терригенный, глинистый и карбонатно-глинистый), 8 – сульфатные и соленосные образования  $P_{1kg}$ . Фациальные зоны  $C_{2b}$ : 9 – высокорadiaктивная пачка, 10 – центральная лагуна, 11 – римовые зоны, биогермные постройки, 12 – внешний шельф, 13 – обломочные карбонаты склона.

Для освоения и оценки Кашагана построено 2 искусственных острова, пробурено 6 разведочно-оценочных скважин (Восток-1, Восток-2, Восток-3, Восток-4, Восток-5, Запад-1). По информации из открытых источников на 10.2017 г. средние дебиты эксплуатационных скважин превышают 2700 т/сут (8 скважин добывают около 650 тыс. тонн нефти в месяц).

Оценки запасов нефти Кашагана колеблются в широких пределах от 1,5 до 10,5 млрд. тонн нефти. Из них на Восточный приходится от 1,1 до 8 млрд тонн, на Западный — до 2,5 млрд тонн и на Юго-Западный — 150 млн тонн.

Установлено два продуктивных горизонта: в башкирских отложениях среднего карбона и в визейских (ранний карбон) отложениях. Региональной покрывкой служат ангидриты кунгурского яруса. Продуктивная толща представлена известняками органогенными и доломитами. Аргиллиты артинского возраста выполняют роль зонального флюидоупора. ВНК установлен на глубине 4600 м [Абилхасимов, 2011].

Нефть легкая (0,797 г/см<sup>3</sup>), высококачественная -46° API, но с высоким газовым фактором, повышенным содержанием сероводорода (до 19%) и меркаптанов. На месторождении аномально высокое пластовое давление (80-85 Мпа).

**Астраханское газоконденсатное месторождение** (Рис. 1.4. 4) расположено в 60 км к северо-востоку от Астрахани. Приурочено к Астраханско-Калмыцкой ГНО. Месторождение открыто в августе 1976 года, а в 1987 году начата опытно-промышленная эксплуатация месторождения. Запасы оцениваются в 2,5 трлн м<sup>3</sup> газа и 400 млн т. конденсата.

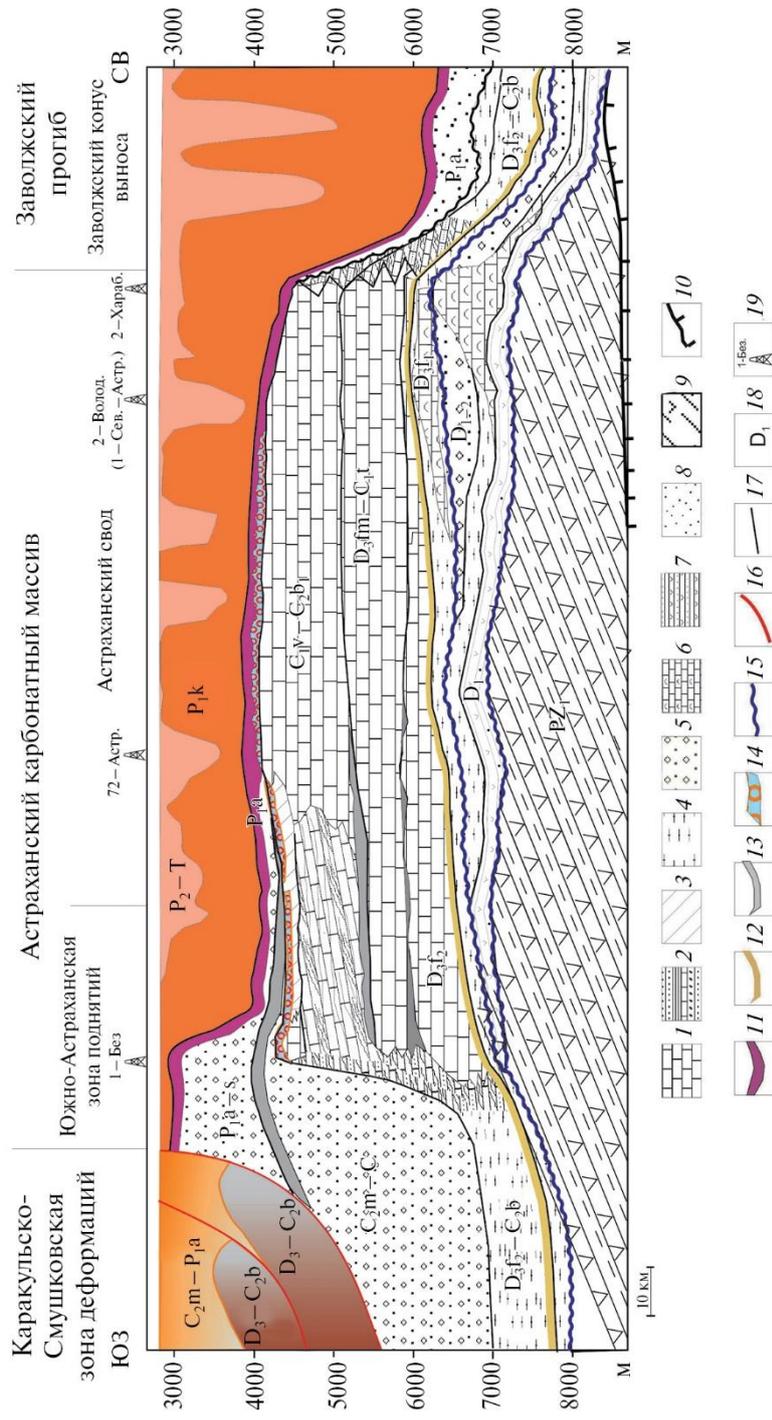
Продуктивны подсолевые карбонатные отложения башкирского яруса, залегающие на глубинах 3900-4100 м. Тип залежи – массивно-пластовый, для нее характерны АВПД (63 Мпа). По контуру газоносности (-4073 м) размеры залежи 100×40 км, этаж газоносности 220 м [Волож, Парасына, 2008].

Коллекторы – известняки без заметных признаков доломитизации и сульфатизации; макротрещиноватости и кавернозности не установлено, характерны низкие фильтрационно-ёмкостные характеристики: пористость 8-11%, проницаемость 0.4-1 мД. Продуктивная толща повсеместно перекрыта глинисто-карбонатными породами ассельско-артинского возраста, которые рассматриваются с солевой толщей кунгура (Р<sub>1kg</sub>) в качестве флюидоупора.

**Нефтяное месторождение Тенгиз** расположено в 150 км к юго-востоку от г. Атырау (Республика Казахстан). Находится в Южно-Астраханской НГО.

Открыто в 1979 г. Месторождение относится к классу уникальных. Извлекаемые запасы месторождения оцениваются от 750 млн. до 1 млрд. 125 млн.т нефти. Запасы попутного газа оцениваются в 1.8 трлн.м<sup>3</sup>.

Месторождение находится в центральной части обширного Каратон-Тенгизского карбонатного массива подсолевого комплекса. В тектоническом плане занимает южный склон Гурьевского палеосвода, протягиваясь вдоль восточного побережья Каспия более чем на 150 км.



**Рис. 1.4. 4 Модель резервуара Астраханского свода [Волож, Гогоненков и др., 2019]**

1–4 – сейсмические фации карбонатной платформы: 1 – ундолем, мелководные карбонатно-терригенные отложения с биогермными постройкиками; 2 – верхний фондотем, мелководные карбонатно-терригенные отложения с элементами клиноформного строения (погруженный шельф); 3 – клинотем, преимущественно терригенные, карбонатно-обломочные отложения склона и подножья карбонатной платформы, 4 – нижняя фондотема, преимущественно глинистые, карбонатно-глинистые депрессионные отложения; 5 – комплексы заполнения топодерпрессий; 6 – карбонатные конуса выноса; 7 – комплексы мелководного вулканического шельфа; 8 – комплексы заполнения вреза (отложения конуса выноса); 9 – вулканогенно-осадочные комплексы нижнего палеозоя; 10 – поверхность фундамента; 11–13 – покрышки: 11 – региональные, 12 – зональные, 13 – локальные; 14 – область дезинтегрированной поверхности карбонатной платформы; 15 – поверхности региональных несогласий; 16 – разломы; 17 – сейсмические горизонты; 18 – индексы возраста сейсмокомплексов; 19 – местоположение скважин

Приурочено к сложной эрозионно-тектоноседиментационной структуре с крутыми крыльями и широким плоским сводом. Промышленная нефтеносность связана с подсолевыми отложениями средне-нижнекаменноугольного и верхнедевонского возраста (Рис. 1.4. 5). Залежь УВ расположена на глубине 3.8-5.4 км. Размеры структуры по отложениям башкирского яруса 30×30 км, высота около 2000 м. По кровле нижней перми высота структуры около 800 м. Залежь массивная, рифогенная. Глубина ВНК до настоящего времени не установлена. Этаж нефтеносности составляет более 1545 м.

Разрез продуктивной толщи сложен преимущественно обломочными, органогенно-обломочными известняками и доломитизированными мергелями (Рис. 1.4. 5). Коллекторы трещинные, каверно-трещинные, порово-трещинные, насыщенные нефтью. Плотность нефти 789 кг/м<sup>3</sup>. Нефть сернистая (0.7%), парафинистая (3.69%), малосмолистая (1.14 %), содержание асфальтенов – 0.13%.

**Месторождение Кайран** открыто в 2003 году. Расположено к 150 км на юго-востоке от города Атырау. Нефтеносность связана с рифогенной постройкой ассельско-сакмарского возраста. Скважина Кайран 1 (глубина забоя: 3850 м) вскрыла нефтенасыщенную зону более 500 м. Дебит скважины - 4100 баррелей/день высококачественной нефти (API 44). Геологические запасы месторождения Кайран составляют 160 млн. т нефти.

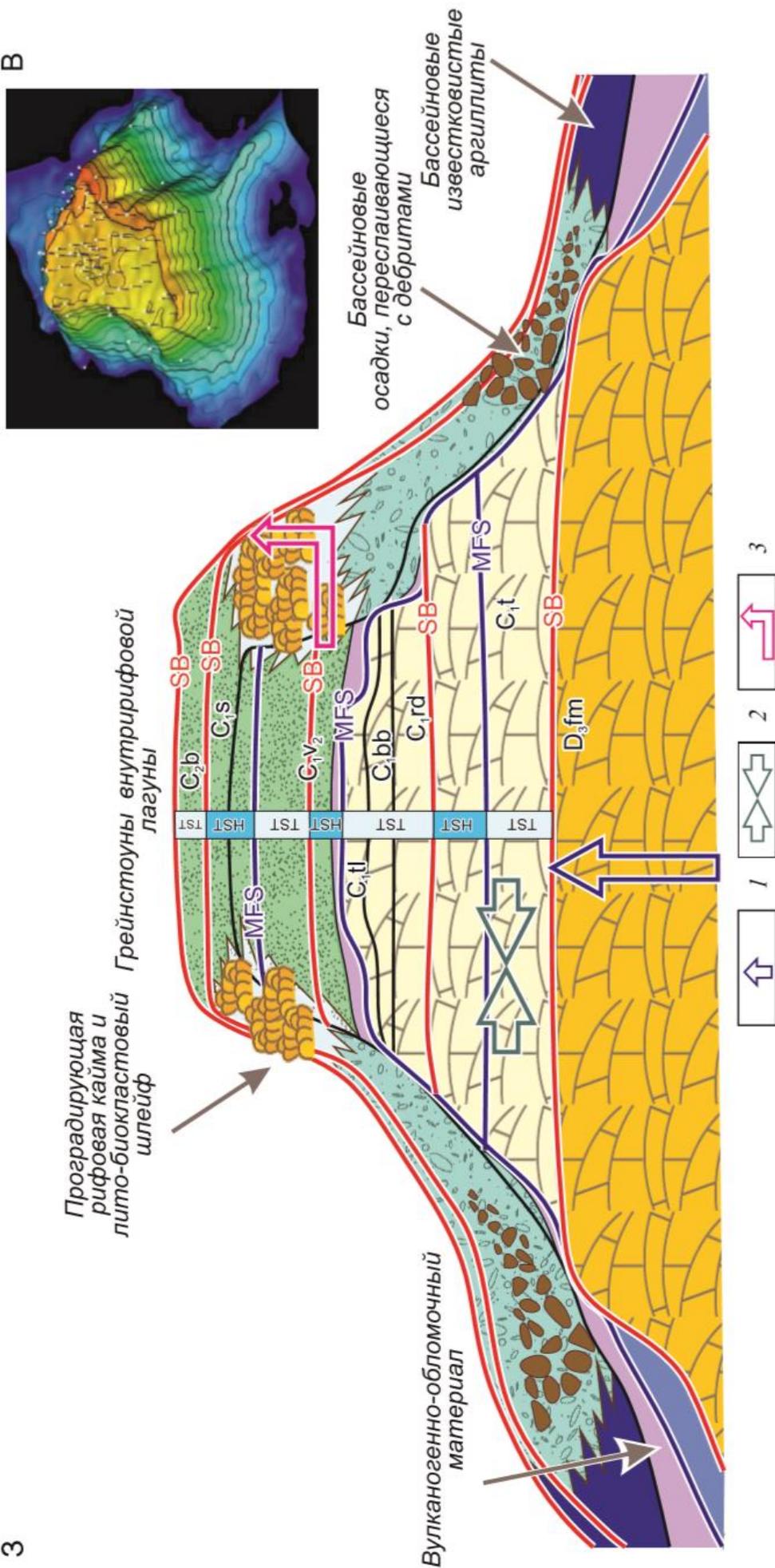


Рис. 1.4.5 Седиментационная модель изолированной карбонатной платформы Тенгиз [Жемчугова, Макарова и др., 2017]

1 – агградация, 2 – отступление, 3 – проградация. MFS – поверхность максимального затопления, SB – граница секвенции, системные тракты: TST – трансгрессивный, HST – высокого стояния.

## **Мезозойский нефтегазоносный мегакомплекс**

В период с 2006 по 2018 г. на Северном Каспии на терригенные отложения мезозоя было пробурено 18 скважин. Открыто одно крупное месторождение - Каламкас-море, несколько средних – Хазар, Ауэзов, Жамбыл, Жетысу, а также мелкие месторождения Нарын и Укатное. Однако, самая крупная структура - Курмангазы, находящаяся в непосредственной близости к открытым месторождениям, по результатам бурения оказалась водонасыщенной.

В отличие от палеозойских структур, мезозойские объекты обычно характеризуются небольшими размерами и запасами. Залежи УВ залегают на глубинах 1000-2000 м и приурочены к среднеюрским терригенным отложениям.

**На месторождении Каламкас-море** по результатам бурения скважины 1-Каламкас-море в 2002 г были открыты многопластовые залежи с отдельными газонефтяными, газоводяными и водонефтяными контактами. Продуктивный среднеюрский комплекс представлен флювио-дельтовыми и паралическими (прибрежными) терригенными отложениями, перекрывающимися глинами, глинистыми известняками и известняками среднеюрского келловоя и верхней юры. В разрезе выделяется около 22 пластов-коллекторов, а средние значения пористости – от 0,15 до 0,25.

**Газонефтяное месторождение Хазар** расположено на северо-западе от полуострова Бузачи, в Казахстанском секторе Каспийского моря.

Месторождение было открыто в 2007 году поисково-разведочной скважиной Хазар 1. Месторождение относится к категории средних.

Продуктивными на месторождении являются среднеюрские отложения. В скважине Хазар 1 нефте- и газонасыщенные пласты залегают на глубине около 1,5 км. Песчаные и алевроито-песчаные пласты-коллекторы продуктивной части разреза характеризуются значениями пористости от 19 до 27%. Залежи структурного типа, контролируется брахиантиклинальной складкой восток-северо-восточного простирания. Нефть малосернистая и малопарафинистая.

**Месторождение Укатное.** В 2010 году в результате бурения скважины Укатная-1 выявлена углеводородная залежь (изв. запасы около 1 млн. т нэ)

газонефтяного характера в келловейском ярусе (глубины около 1,3 км). Пачка сложена незакономерным переслаиванием песчаников, алевролитов и глин. Коллектора представлены мелкозернистыми песчаниками.

**Вывод.** Обзор месторождений Прикаспийской НГП показывает, что мезозойские объекты обычно характеризуются небольшими размерами и запасами, а в палеозойском комплексе возможны открытия крупных месторождений нефти, газа и конденсата. Подсолевое направление по праву является приоритетным для Северного Каспия. Однако поиск таких месторождений осложнён сложностями геологического строения и распределения углеводородосодержащих и «пустых» карбонатных построек. Разработка таких месторождений осложняется высоким, как правило, процентом содержания серы и сероводорода во флюиде и аномально высокими давлениями в продуктивном интервале.

## ГЛАВА 2. ИНТЕРПРЕТАЦИЯ СЕЙСМИЧЕСКИХ ДАННЫХ

### 2.1. Исходные данные

Основой для выполнения работы послужили геолого-геофизические материалы. Главным источником информации являлись архивные сейсморазведочные профили объемом около 15 тыс. пог. км МОГТ-2D, отстреленные разными компаниями с различными параметрами. Кроме того, в работе использованы результаты бурения скважин в пределах Северного Каспия, а также большой объем литературных данных по окружающей суше. Стоит отметить, что в данной работе использована практически вся имеющаяся на данный момент геолого-геофизическая база данных компаний-операторов в данном регионе. Область расположения сейсморазведочных данных 2D показана на Рис. 2.1. 1.



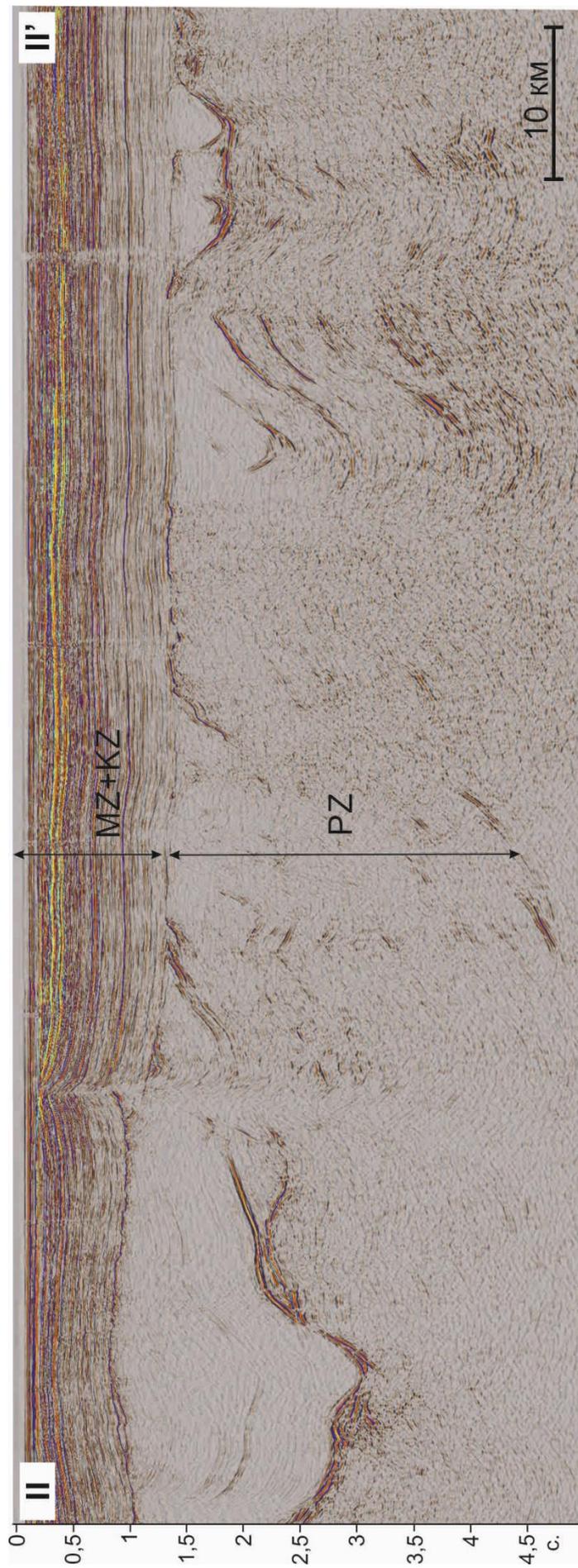
**Рис. 2.1. 1** Обзорная карта района исследований

Условные обозначения: 1 – города, 2 – границы государств, 3 – месторождения в палеозойских отложениях, 4 – месторождения в мезозойских отложениях, 5 – скважины, 6 – район исследования (южная часть Северного Каспия), 7 – область расположения профилей МОГТ-2D, 8 – сейсморазведочные профили 2D

Практически все сейсморазведочные профили 2D в южной части Северного Каспия стрелялись в море в конце XX – начале XXI века. В то время основное внимание в данном районе уделялось мезозойскому комплексу, на который и выполнялась сейсморазведка. Качество собранных сейсмических данных варьируется по глубине разреза. Его мезозойская (и кайнозойская) часть представлена геофизическими материалами хорошего и/или удовлетворительного качества, а для палеозойского интервала разреза в основном характерны данные низкого разрешения (Рис. 2.1.3). Такая особенность сейсмической информации связана не только с тем, что большинство сейсморазведочных работ проектировалось на верхнюю часть разреза (с применением коротких кос), но и с более сложным строением палеозойского разреза.

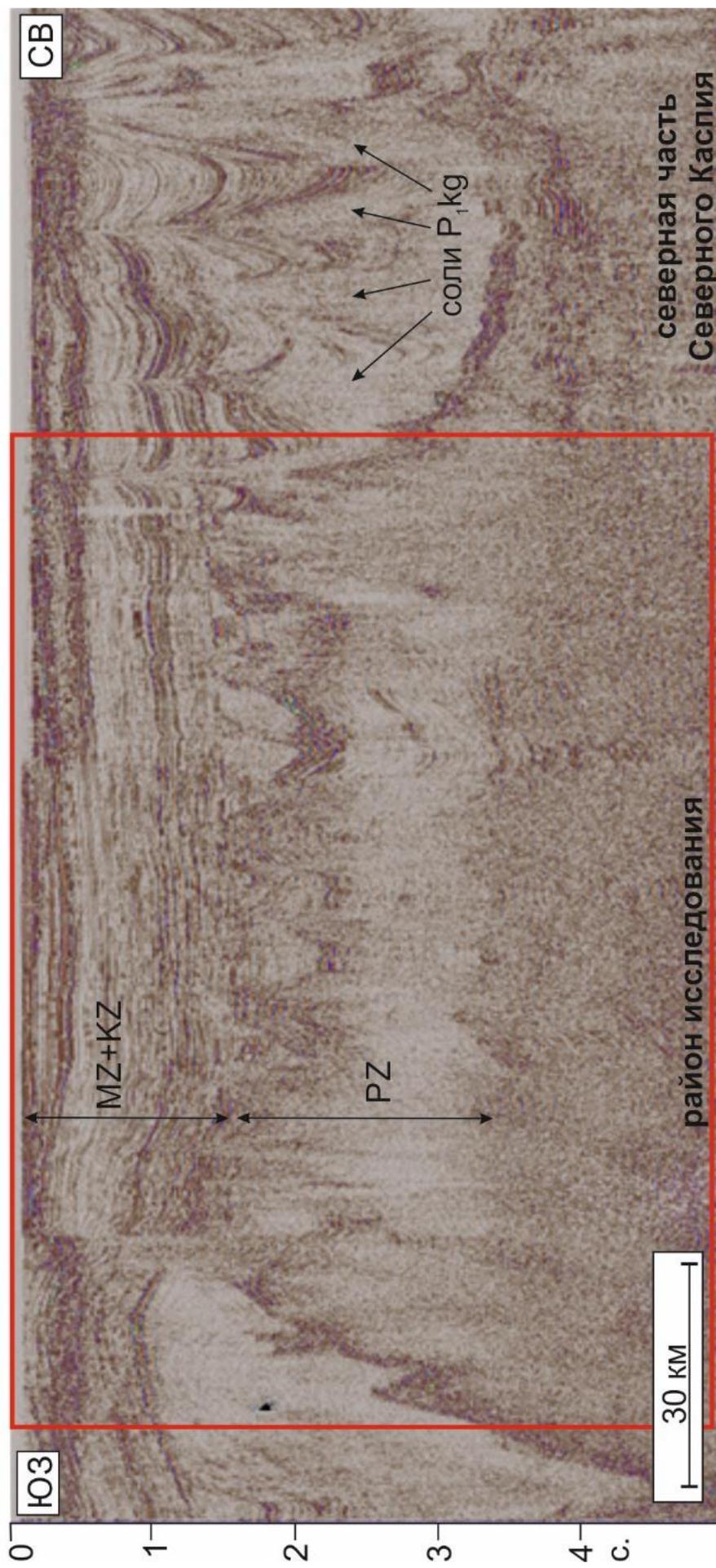
В связи с такой изначальной особенностью отстрела полевых данных, а также сложным геологическим строением палеозойских отложений в южной части Северного Каспия на архивных сейсморазведочных данных 2D интерпретировать палеозойский разрез было практически невозможно: отсутствовали реперные отражающие горизонты и скважины, вскрывающие палеозойский комплекс. Это привело к тому, что подсолевой разрез в южной части Северного Каспия вызывал множество дискуссий и до недавнего времени оставался практически не изучен.

В основу данной работы легли переобработанные в 2017-2020гг. архивные сейсмические профили 2D, а также профили, отстреленные в 2019г. Применение современных графов обработки позволило увеличить информативность волнового поля. Анализ переобработанных профилей 2D показал достаточно высокий прирост информации для палеозойского комплекса в южной части Северного Каспия (Рис. 2.1.4). В результате в волновом поле уточнилась геометрия границ целевых отражающих горизонтов и повысилась надежность корреляции осей синфазности.



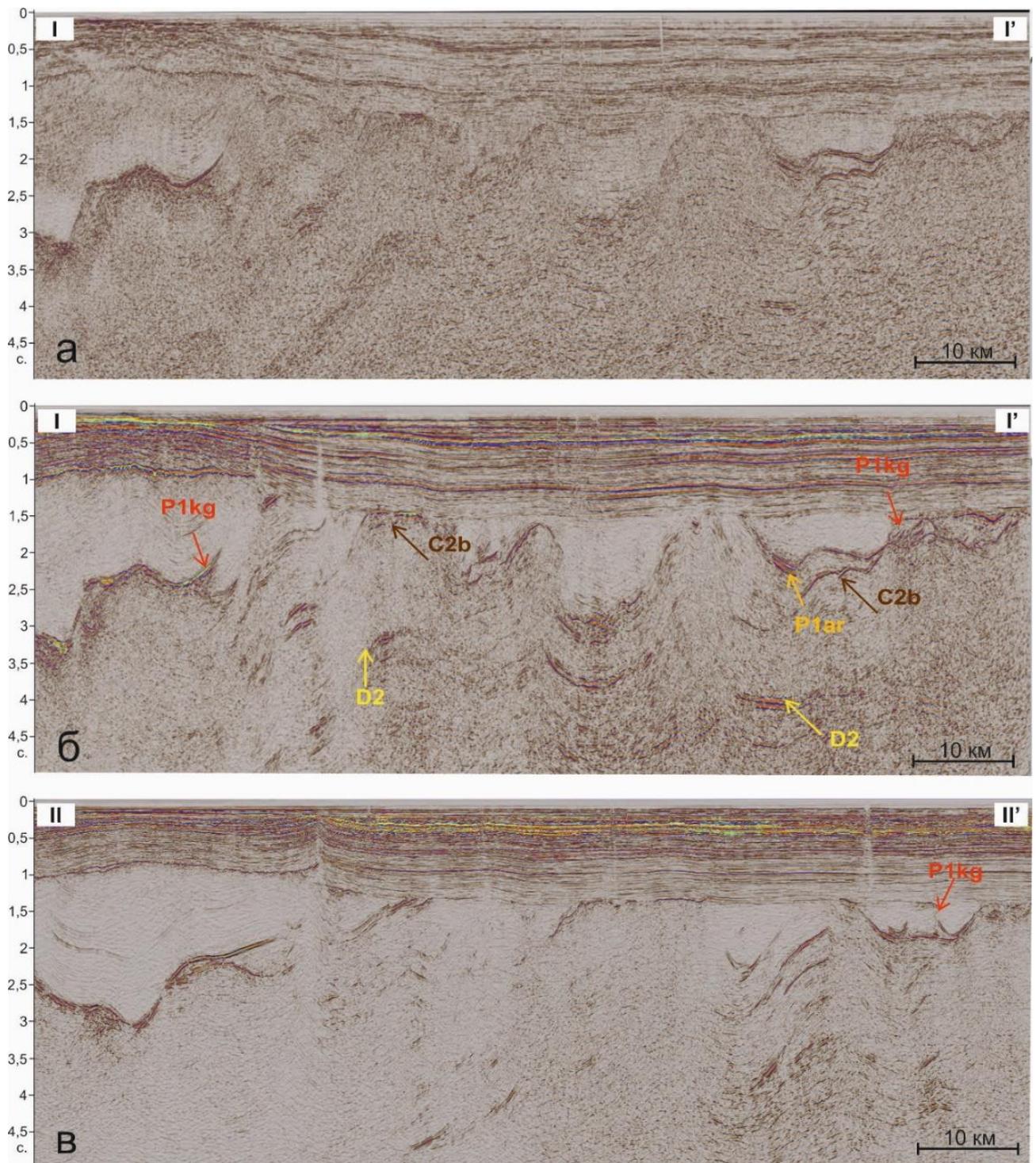
**Рис. 2.1. 2** Временной сейсмический разрез через Северный Каспий, иллюстрирующий качество данных с применением коротких кос

*\*положение профиля на рис. 2.1.1*



**Рис. 2.1.3** Временной сейсмический разрез через Северный Каспий, иллюстрирующий качество сейсмических данных с применением длинных кос

*\*положение профиля на рис. 2.1.1*



**Рис. 2.1. 4 Сравнение обработки. Временные сейсмические разрезы по линиям: а - I-I' (обработка начала 2000 г.), б – I-I' и в – II-II' (обработка 2018 г. по современному графу)**

*\*положение профиля на рис. 2.1.1*

Однако все же на отдельных сейсмических профилях в верхнепалеозойском разрезе картирование отражений было затруднительным. На Рис. 2.1.4 б и Рис. 2.1.4 в показаны временные разрезы по двум параллельным профилям, полученным одной и той же сейсмопартией и переобработанным по единой методике. Расстояние между профилями составляет около 20 км. Однако видно, что по профилю Рис. 2.1.4 в корреляцию отражающих горизонтов проводить затруднительно по сравнению с соседним профилем Рис. 2.1.4 б.

Особенность в распределении качества данных на территории работ также связана со сложностью сейсмогеологических условий - предельным мелководьем. На расстоянии ~50 км от прибрежной полосы (дельта Волги) глубина воды составляет 0,5 - 2 м, что отражается в низком качестве выполненных там съемок.

## 2.2. Методика интерпретации

В данной работе корреляция ОГ в южной части Северного Каспия проводилась на основе сейсмостратиграфического с элементами секвенс-стратиграфического, сейсмофациального и тектоностратиграфического анализов.

### *Сейсмостратиграфический анализ*

Сейсмостратиграфия в решении задач стратиграфии базируется на положении об изохронности сейсмических отражений (осей синфазности), выявленных в осадочном чехле. Гладкие (зеркальные) отражения, связанные с напластованием пород, имеют строго фиксированный относительный возраст образования слоев. Шероховатые отражения, приуроченные к поверхностям несогласий, датируются определенным возрастным диапазоном. Его нижний предел всегда моложе подстилающих слоев (и соответствующих отражений) и древнее покрывающих слоев. Данное положение лежит в основе сейсмостратиграфического анализа. Вместе с тем, временные сейсмические разрезы могут содержать, помимо отражений, связанных с возрастными напластованиями и поверхностями несогласий, сейсмические границы, которые приурочены к разделам, созданным постседиментационными процессами (газогидраты, плоскости разрывных нарушений, пластовые интрузии и другие поверхности). Они, естественно, не являются изохронными, но их роль в формировании временного поля на сейсмостратиграфическом разрезе ничтожно мала и легко устанавливается по текущему положению к отражениям, связанным с напластованиями.

Сейсмостратиграфические подразделения выделяются в сейсмометрических границах одного и того же типа - между отражающими сейсмогоризонтами. Единицей региональных сейсмостратиграфических подразделений является сейсмокомплекс.

Сейсмокомплекс - это совокупность горных пород, характеризующаяся единством внутреннего структурного плана (преимущественно согласное

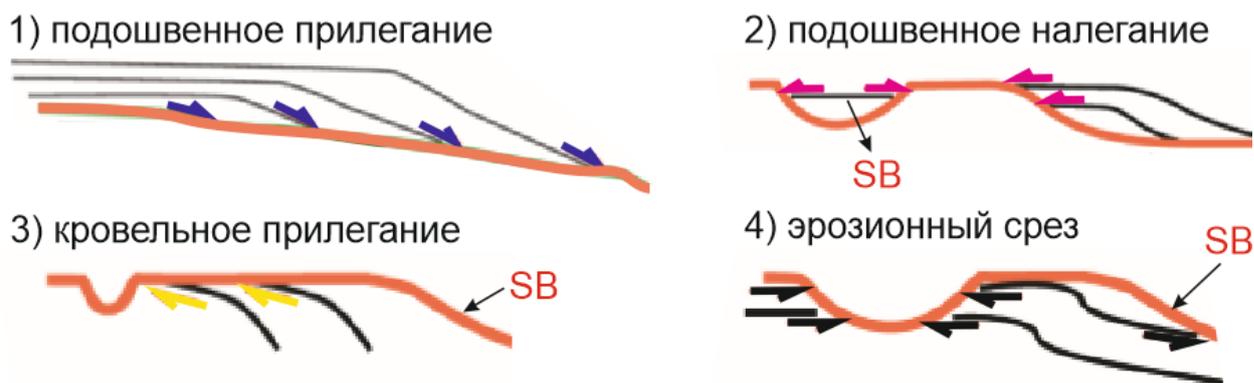
залегание слоев, однотипный характер дислокаций и др.), ограниченная регионально выдержанными горизонтами, обычно соответствующими поверхностям региональных несогласий.

### *Элементы секвенс-стратиграфического анализа*

Сейсмостратиграфическая интерпретация позволяет определиться с сейсмокомплексами на фоне общего видения сейсмогеологического разреза изучаемой площади, а подходы секвенс-стратиграфии помогают корректно идентифицировать изохронные палеоповерхности, что особенно важно для изучения синхронно произошедших геологических событий (одновозрастных фаций).

Чаще всего модель секвенций состоит из четырех системных трактов, в структуре которых отображается соотношение скоростей изменения относительного уровня моря (ОУМ) и привноса осадков. Каждый из них отвечает определенному положению и фазе движения относительного уровня моря и фиксирует направленность развития морского бассейна – трансгрессивную или регрессивную.

К сожалению, в связи с низким качеством сейсмических данных в палеозойском интервале разреза невозможно выделить системные тракты, однако рассмотрим, как секвенс-стратиграфический подход помогает выполнить корреляцию отражающих горизонтов на временных разрезах. Отражающие горизонты, маркирующие границы сейсмокомплексов, чаще всего связаны с границами секвенций (несогласными границами). Виды залегания слоев, которые характеризуют на геологических разрезах границу несогласия показаны на Рис. 2.2. 1.



*Рис. 2.2. 1 Виды залегания слоев*

Взаимоотношение вышележащих слоев по отношению к границе несогласия выражается в виде:

- подошвенного прилегания - несогласие, когда слоистая толща наклонена и книзу утыкается в более пологую поверхность. Прилегание характерно, например, для подошвы клиноформной серии;
- подошвенного налегания - прилегание (прислонение) толщи горизонтально лежащих слоев к наклоненной поверхности. Может встречаться, например, прилегание к склоновой поверхности, прилегание к бортам эрозионных систем, налегание на интрузивное тело и так далее.

Взаимоотношение нижележащих слоев к границе несогласия выражается в виде:

- кровельного прилегания. В этом случае моноклинально залегающие слои в кровле ограничены поверхностью, выше которой слои залегают более полого. Кровельное прилегание обычно связано с эрозией или перерывом в седиментации;
- эрозионного срезания. В этом случае слои в кровле сейсмofации ограничиваются поверхностью эрозии. Может встречаться в разных позициях в осадочной толще, но чаще всего связано с угловыми несогласиями [Габдуллин, Копаевич и др., 2008].

В волновом поле отражающие горизонты, отчетливо выраженные как поверхность подошвенного налегания и подошвенного прилегания по отношению к перекрывающим осям синфазности, кровельного прилегания и эрозионного срезания по отношению к подстилающим осям синфазности, интерпретируется как границы секвенций, соответствующие несогласным границам (границам секвенций). Эта основа легла в принцип выделения несогласий на временных разрезах.

### *Сейсмофациальный анализ*

Сейсмофациальный анализ является продолжением сеймостратиграфического подхода и базируется на значимости для интерпретации слабых нерегулярных отражений и взаимосвязи рисунка сейсмических отражений с условиями осадконакопления изучаемых отложений.

Термин «сейсмофациальный анализ» впервые появился в книге «Сейсмическая стратиграфия» (Вейл, Грегори и др.): «Анализ сейсмических фаций заключается в прослеживании и интерпретации осей синфазности, их выдержанности по простиранию, в определении амплитуды, частоты отраженных волн и интервальной скорости, а также конфигурации и взаимосвязи сейсмофациальных единиц внутри общей схемы седиментационных комплексов. Там, где проведено описание и картирование сейсмофаций, интерпретация седиментационных процессов и условий осадконакопления позволяет дать прогноз литологического состава таких сейсмофаций».

Таким образом, анализ сейсмофаций представляет собой геологическую интерпретацию таких параметров сейсмических отражений, как конфигурация, непрерывность, амплитуда, частота и интервальная скорость (табл. 1). Примеры возможной геологической интерпретации параметров, характеризующих сейсмические фации приведен в Таблице 1.

*Таблица 1 Геологическая интерпретация сейсмофаций [Ольнева, 2017]*

Параметры, характеризующие сейсмические фации	Геологическая информативность
Конфигурация отражений	Характер напластования Процессы осадконакопления Эрозия и палеорельеф Контакты флюидов
Непрерывность отражений	Непрерывность пластов Процессы осадконакопления
Амплитуда отражений	Соотношение значений скорости и плотности Расположение пластов относительно друг друга Тип флюида
Частота отраженной волны	Мощность пластов Тип насыщенного флюида
Интегральная скорость	Литологический состав Коэффициент пористости Тип насыщающего флюида
Геометрическая форма сейсмической фациальной единицы и ее расположение относительно других фациальных единиц	Региональная обстановка осадконакопления Источник осадочного материала Геологические условия осадконакопления

Сейсмофациальный анализ включает три основных этапа [Ольнева, 2017].

1. Первый этап начинается с визуальной оценки массива сейсмических данных. Пошаговый просмотр разрезов позволяет выявить отдельные обращающие на себя внимание особенности сейсмического изображения. Например, такие как локализованные аномальные значения амплитуд; фрагменты хаотической записи на фоне регулярных осей синфазности или, наоборот, четко выраженные оси синфазности на фоне хаотичного изображения; комбинации фрагментов осей синфазности в оригинальные формы (холмообразные) и т. д.
2. Второй этап предполагает картирование выявленных особенностей

сейсмического изображения.

3. Третий этап сейсмофациального анализа напрямую связан с геологической интерпретацией полученных данных. Ключевыми моментами являются прогноз литофаций и реконструкция обстановки осадконакопления.

Однако, результат сейсмофациального анализа зависит от многих факторов, в числе которых важную роль играют сейсмогеологические условия, параметры полевой съемки, качество проведенных исследований, технологии обработки и интерпретации. Как было показано в предыдущей главе в южной части Северного Каспия для палеозойского интервала разреза в основном характерны данные низкого разрешения. Однако, в совокупности с данными бурения и литературными данными по окружающей суше можно провести некоторую индентификацию.

#### *Тектоностратиграфический анализ*

Тектоностратиграфия — это выделение мегасеквенций (мегапоследовательностей) и их интерпретация в терминах тектонических обстановок формирования территории [Никишин, Копаевич, 2009]. Тектоностратиграфия тесно связана с секвентной стратиграфией и региональной тектоникой. В основе методики лежит выделение на сейсмических разрезах тектоностратиграфических единиц (комплексов), образовавшихся в течение определенного тектонического режима, т.е. объединенных единым этапом тектонической истории региона. Смена таких единиц связана с изменением этого режима. Масштаб этапа зависит от сложности геологической истории бассейна, а также уровня его изученности. Примерами тектоностратиграфических единиц могут быть рифтовые и пострифтовые, син-инверсионные, син-складчатые (син-кинематические) серии осадков, а также осадочные толщи, заполняющие краевые прогибы. Вторым из ключевых основ метода является единая для осадочного бассейна стратиграфия. Основным материалом для тектоностратиграфического анализа являются сейсмические данные, которые

позволяют выделить и проследить региональные несогласия на большой площади.

**Вывод.** Обобщая вышеизложенное, сейсмостратиграфический анализ в условиях практически отсутствия скважинной информации позволяет по характеру сейсмического изображения и региональным геологическим данным условно стратифицировать временной разрез. Подходы секвенс-стратиграфии помогают идентифицировать изохронные палеоповерхности, что особенно важно для изучения синхронно произошедших геологических событий (одновозрастных фаций). Сейсмофациальный анализ по совокупности признаков волнового поля (конфигурация, непрерывность, амплитуда, частота, интервальные скорости), которые несут определенную информацию о геологическом строении, предположить литологическую характеристику комплекса. Тектоностратиграфический анализ позволяет восстановить этапы геологической (тектонической) истории развития региона.

Комплексное применение подходов позволяет углубленно интерпретировать сейсмические данные. Результат такой интерпретации — геологическая модель определенного хронологического интервала, построенная с учетом истории геологического развития изучаемой территории и региона в целом, что в значительной степени способствует более успешному проведению поисков месторождений [Ольнева, 2017].

### 2.3. Выделение несогласий и их корреляция<sup>1</sup>

При рассмотрении временных разрезов Северный Каспий можно условно разделить на 2 части (Рис. 2.3. 1):

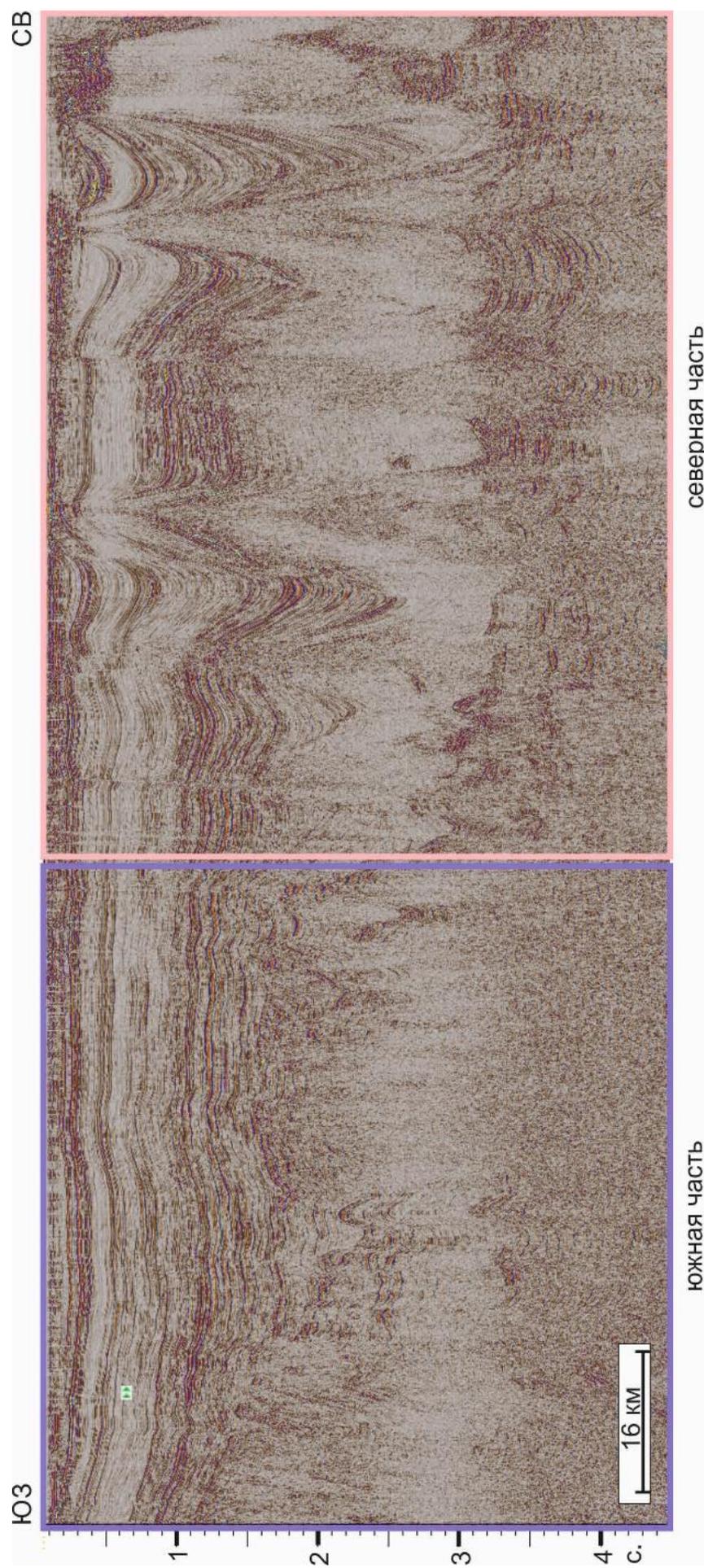
- северная – область распространения мощных соляных диапиров, в которой располагаются открытые в палеозойских подсолевых отложениях месторождения Кашаган, Кайран, Актоты в акватории и Астраханское и Тенгиз на суше. ОГ прослеживаются достаточно уверенно в данной области;
- южная – область с более сложным строением палеозойского разреза без мощных толщ солей. Трассирование ОГ в данной области затруднено, а непосредственно на эту часть разреза на акватории была пробурена лишь одна скважина Сатпаев-PZ.

Таким образом, наиболее типичный разрез Прикаспийской впадины наблюдается в северной части Северного Каспия (Рис. 2.3. 2). Здесь отражающие горизонты в палеозойских отложениях привязаны к скважинам и уверенно коррелируются на временных разрезах. В волновом поле выделяется большое количество соляных диапиров и штоков, коррелятивным признаком которых являлось наличие разрывного нарушения сбросо-сдвигового типа, связанного с соляной тектоникой. При этом сами диапиры фиксируются в приподнятых крыльях складок. Под солями прослежен отражающий горизонт P1ag (кровля артинских отложений), являющийся кровлей ярковыраженной сейсмофации, представляющей собой высокоамплитудные низкочастотные плоскопараллельные отражения.

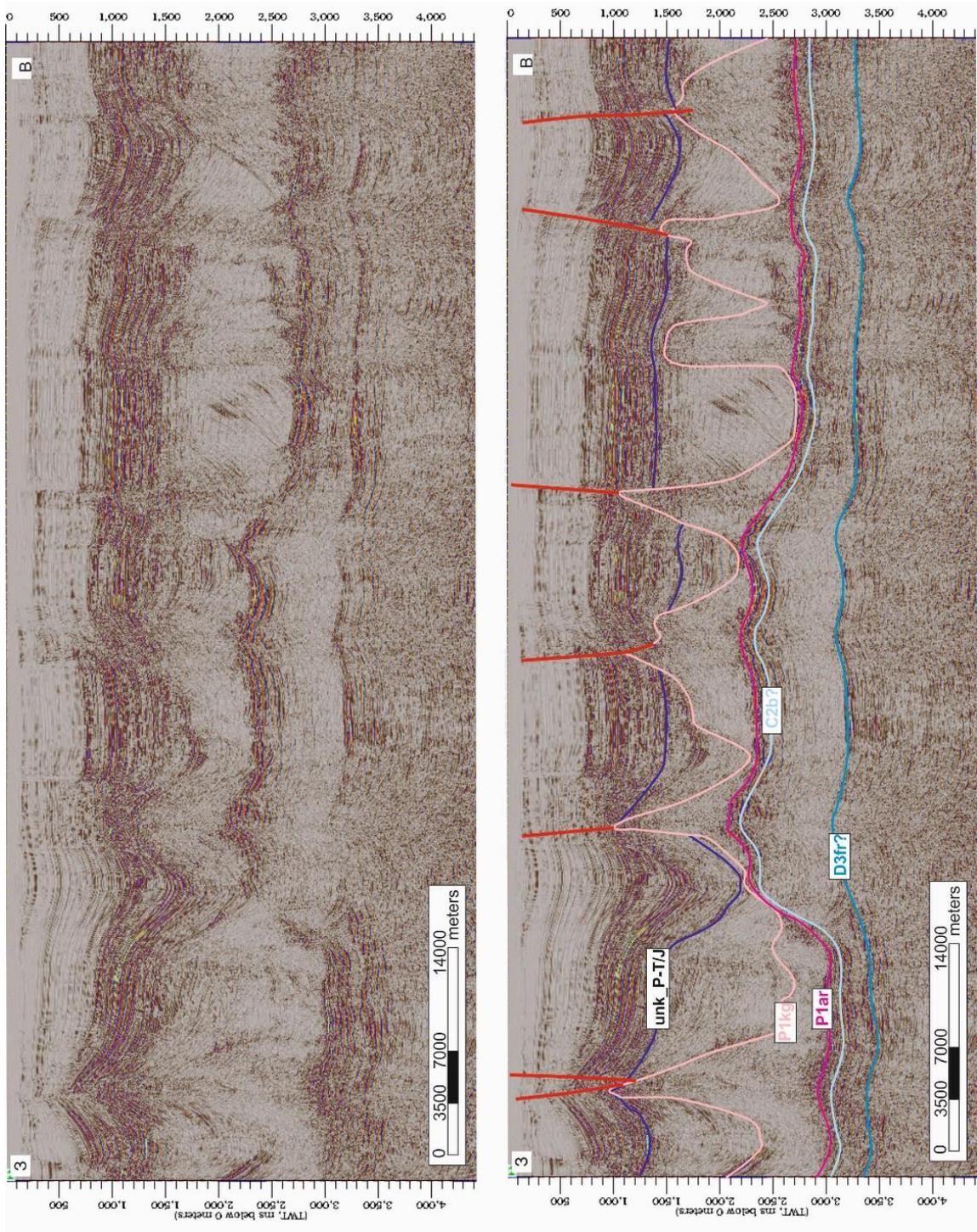
---

<sup>1</sup> При подготовке данного пункта диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно «Положению о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

*Куницына И.В., Никишин А.М., Мальшев Н.А., Вержбицкий В.Е., Костенко О.В.* Тектоностратиграфия и история геологического развития Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 2022. - № 5. - С. 35–46. RSCI (1,5 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,755)



*Рис. 2.3. 1 Сейсмический разрез через Северный Каспий*



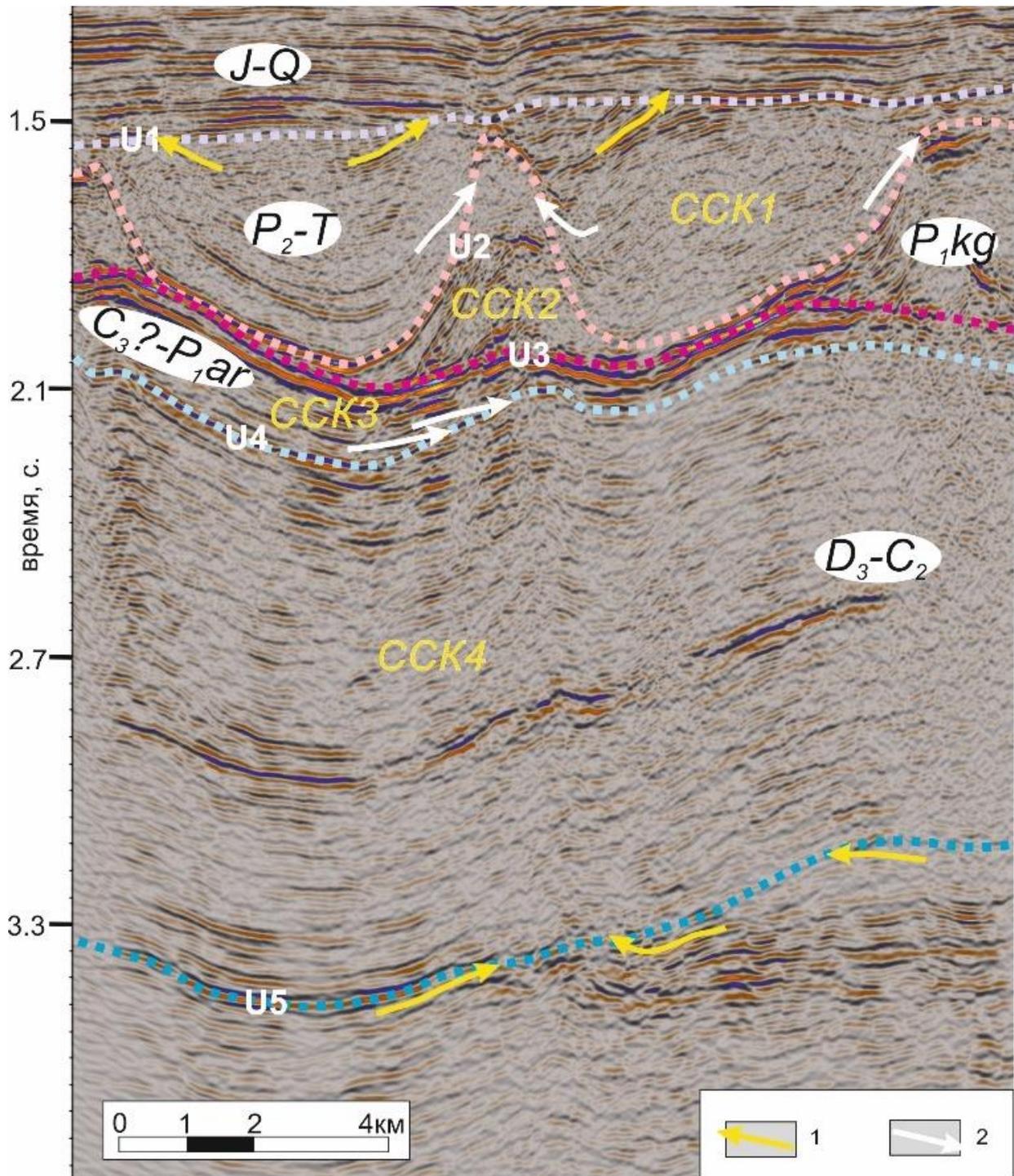
*Рис. 2.3. 2 Типичный разрез Прикаспийской впадины*

Данная сейсмофа́ция является хорошим коррелятивом и соответствует в разрезе карбонатно-глинистым отложениям ассель-сакмарско-артинского возраста, являющимся вместе с эвапоритами флюидоупором для палеозойских залежей. Подошвой данного сейсмокомплекса служит отражающий горизонт С2 (кровля карбонатных среднекаменноугольных отложений). Ниже данного ОГ в волновом поле фиксируется интервал с понижением частоты, соответствующий карбонатным отложениям позднедевонско-среднекаменноугольного возраста. Увеличение толщин в данном интервале соответствует карбонатным постройкам Кашаган, Актоты и др., а области резко уменьшенными временными толщинами и слоистым рисунком сейсмической записи - конденсированному типу разреза.

К сожалению, передать корреляцию ОГ от северной части к южной проблематично. Это приводит к тому, что данные сейсморазведочных профилей 2D в палеозойской части разреза невозможно интерпретировать однозначно. В связи с этим ряд авторов предлагают различные тектонические схемы и модели осадконакопления палеозойских отложений в этой части территории.

Как было сказано в предыдущем разделе, в данной работе корреляция ОГ в южной части Северного Каспия проводилась на основе сеймостратиграфического с элементами секвенс-стратиграфического, сеймофа́циального и тектоностратиграфического анализов.

На региональных сейсмических данных 2D были выделены границы несогласий, отвечающие ключевым тектоническим событиям в регионе и свидетельствующие о смене тектонического режима. Сейсмокомплексы между поверхностями несогласий отражают особенности обстановок осадконакопления внутри мегасеквенций. Проведенный анализ большого количества сейсмических данных в комплексе с другими материалами позволил более детально реконструировать основные тектонические события в позднепалеозойское время и выделить некоторые особенности эволюции процессов седиментации. Пример выделения тектоностратиграфических границ представлен на сейсмическом профиле (Рис. 2.3.3). Все значимые для региона границы несогласий обозначены на рисунке буквами U, сейсмокомплексы – ССК.

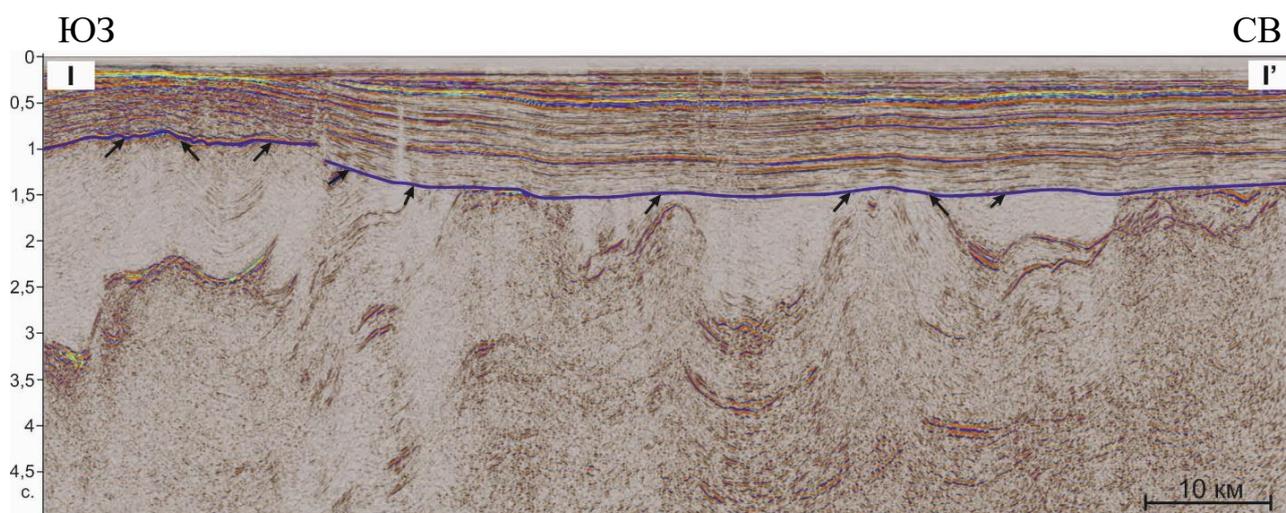


**Рис. 2.3. 3** Характер выраженности поверхностей несогласий и реперных горизонтов на временном разрезе через южную часть Северного Каспия

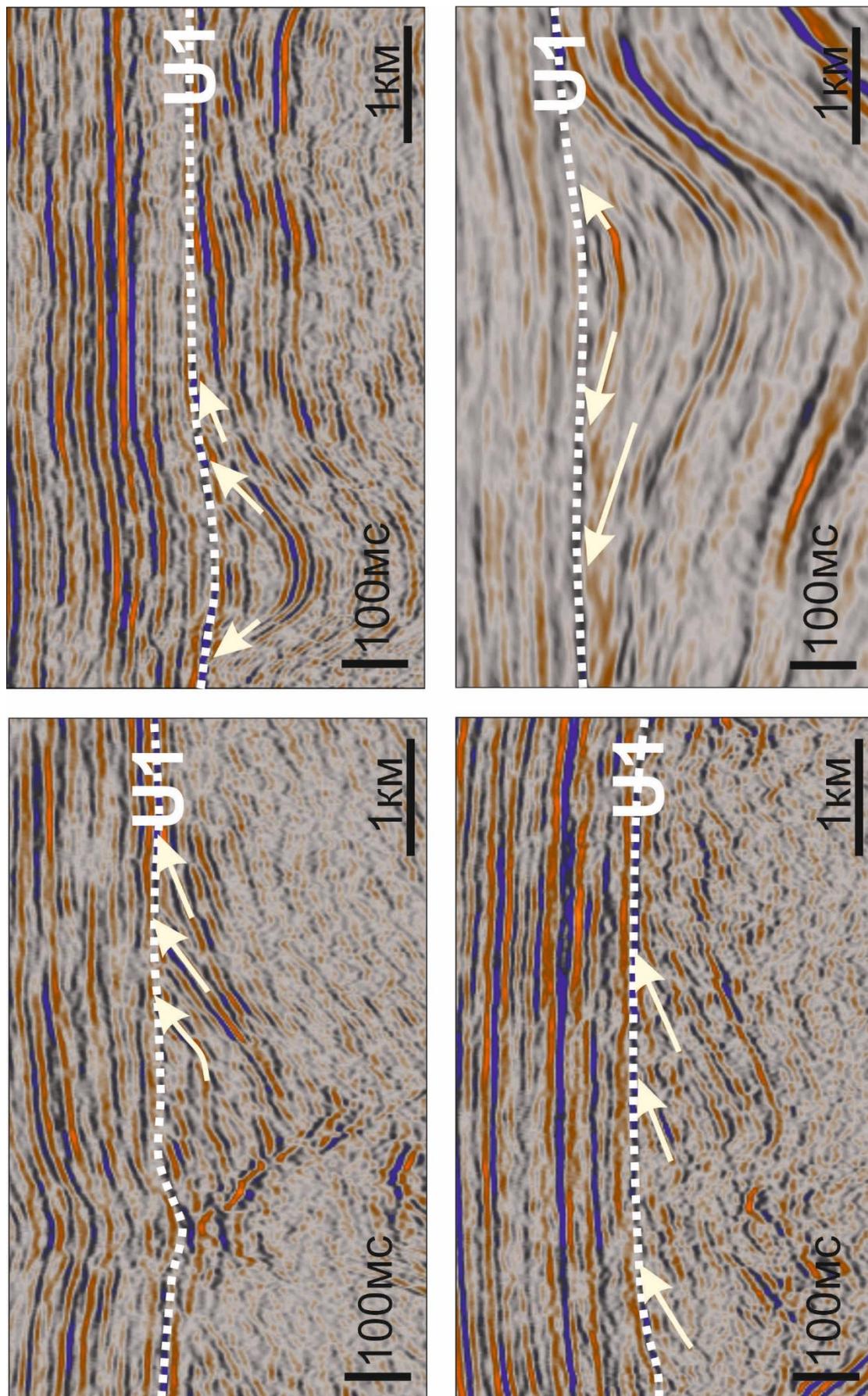
1 – эрозионное срезание, 2 – подошвенное налегание; U1-U5 - границы несогласий, CCK1–CCK4 – сейсмокомплексы)

Хочется отметить, что при рассмотрении сейсмического материала по отдельным профилям палеозойская часть разреза напоминает мозаику и только увязка корреляции по профилям помогает выполнить интерпретацию в подсолевом интервале разреза.

Самым крупным и значительным несогласием в регионе является предъюрское **несогласие U1**. Несогласная граница Р-Т/Ж (U1) вскрыта многими скважинами (Укатная-1, Курмангазы-1,2, Каламкас-море-1, Хазар-1, Ауэзов-1, Жамбыл-1, Жетысу-1 и др.) и привязана к сейсмическим данным. Стратиграфически данный ОГ приурочен к кровле нерасчлененных среднепермско-триасовых отложений. По АК и плотностному каротажу является разноконтрастной границей упругих свойств, т.е. не везде создает четкого отражения на синтетических трассах. Но в связи с тем, что несогласие является границей размыва, оно хорошо идентифицируется и прослеживается на временных разрезах как отражение положительной полярности (от малоамплитудного до амплитудного), отчетливо выраженное как поверхность эрозионного срезания по отношению к подстилающим осям синфазности (Рис. 2.3. 4, Рис. 2.3. 5). Согласно секвенс-стратиграфическому подходу, данный ОГ является границей секвенции.

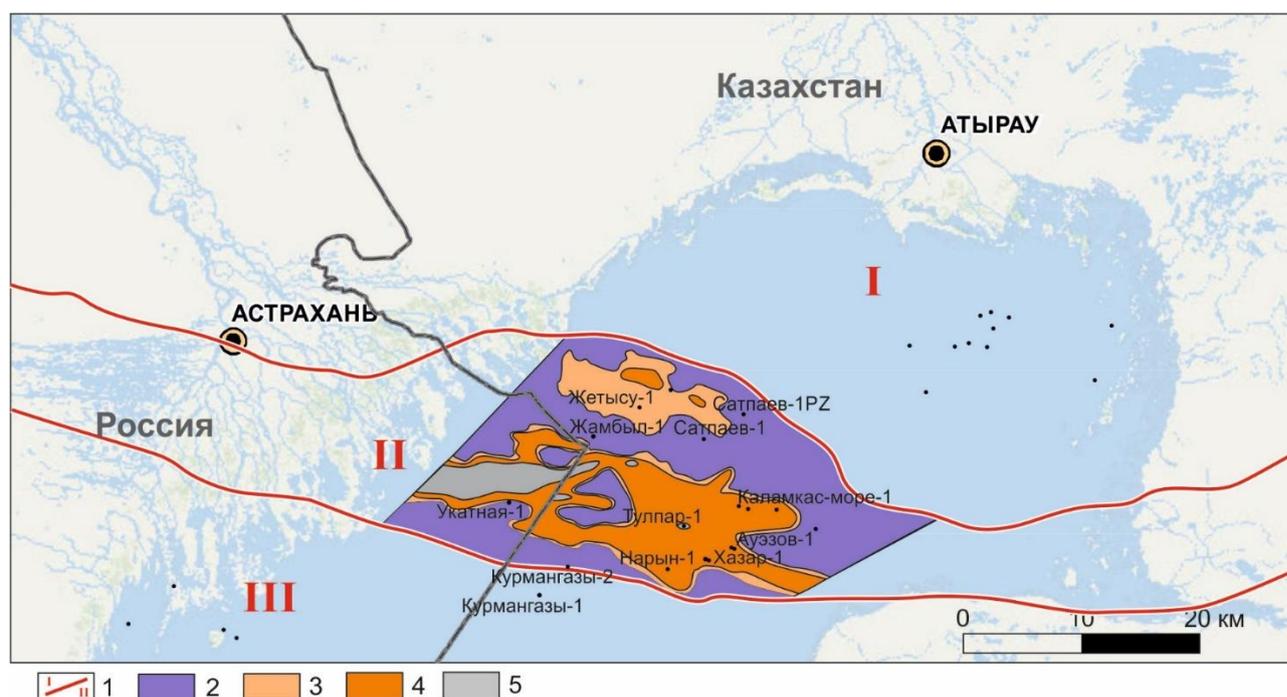


**Рис. 2.3. 4** Пример выделения предъюрского несогласия U1 на временном разрезе через южную часть Северного Каспия



*Рис. 2.3. 5 Предъюрское несогласие на временных разрезах*

Предъюрское несогласие (U1) связано с тектоническими деформациями сжатия, перерывом в осадконакоплении и эрозией в конце триаса, обусловленными процессами коллизии микроконтинента Киммерия с Восточно-Европейской платформой. В позднем триасе произошла значительная эрозия на изучаемой территории, вероятно, достигавшая нескольких км. Были размыты отложения триаса, нижней перми, над несколькими валами закартированы области эрозии карбонатных отложений позднедевонско-среднекаменноугольного возраста. Геологическая карта на конец позднего триаса приведена на Рис. 2.3. 6. Необходимо отметить, что над пермскими и каменноугольными отложениями возможны небольшие мощности триаса (до 100м).



**Рис. 2.3. 6 Геологическая карта к началу юрского периода**

*1 – границы тектонических элементов (I – Прикаспийская впадина, II – Калмыцко-Устюртская система палеозойских дислокаций, III – Скифско-Туранская плита); отложения: 2 – триасового периода, 3 – кунгурского века ранней перми, 4 – докунгурские раннепермские, 5 – среднекаменноугольные.*

Сейсмокомплекс ССК1, заключенный между несогласиями U1 и U2, представлен в южной части Северного Каспия синрифтовыми отложениями.

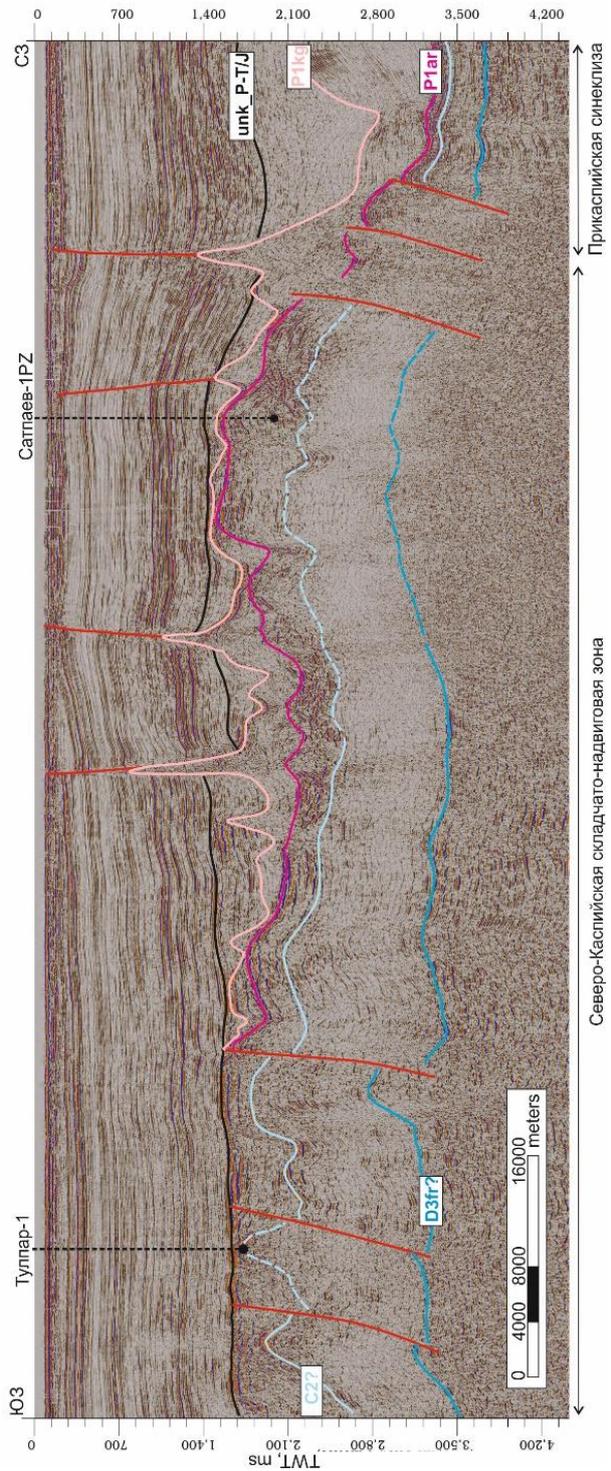
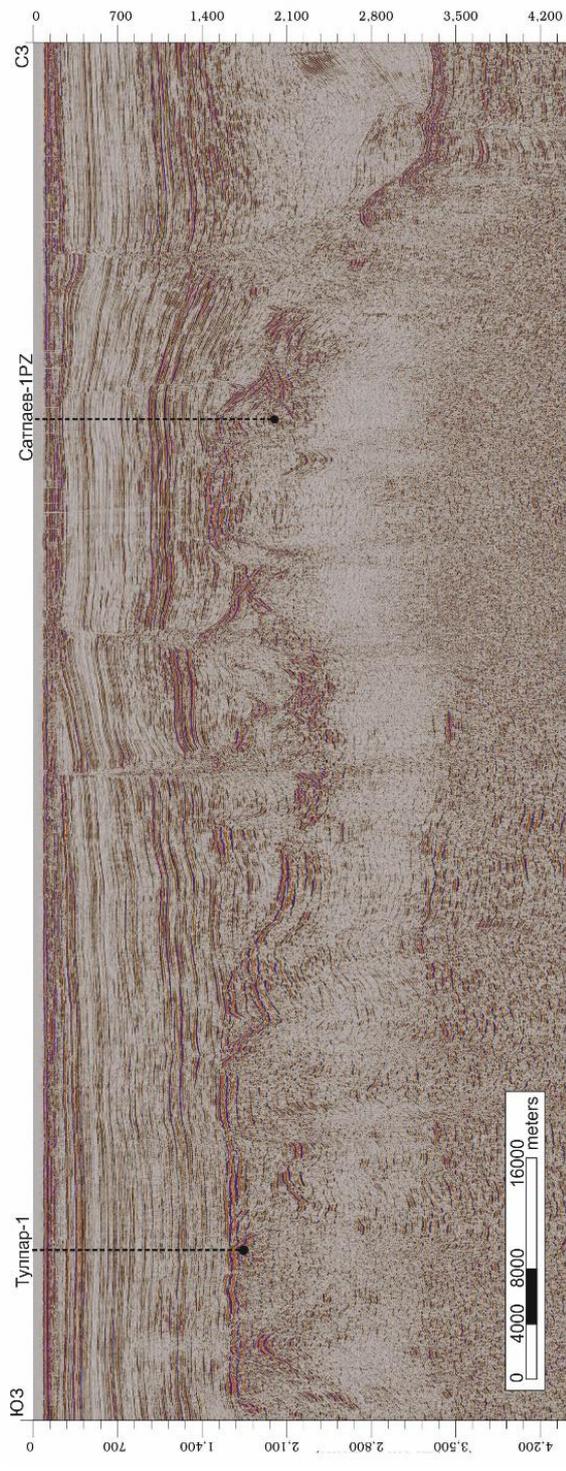
Далее вниз по разрезу выделяются два несогласия U2 и U3, которые фиксируются, соответственно, в кровле и подошве эвапоритовых отложений. Этим отложениям на временных разрезах соответствует сейсмокомплекс ССК2, представленный хаотичным волновым полем с локально протяженными осями синфазности в его нижней части и часто имеющий характерную форму в виде соляных подушек и диапиров.

**Несогласие U2** (отражающий горизонт P1kg) в южной части Северного Каспия вскрыто двумя скважинами Жетысу-1 и Сатпаев-1PZ. Скважина Жетысу-1, расположенная в северной части района исследования) бурилась на мезозойские отложения, но она вскрыла кунгурские эвапориты и в них была остановлена. Скважина Сатпаев-1PZ (2017г.) бурилась на верхнедевонско-среднекаменноугольные карбонатные отложения, однако, достигнув проектной глубины, вскрыла только нижнепермские отложения. В процессе бурения было пройдено около 150 м кунгурских солей и ангидритов [Пронин, Шестоперова, 2020]. Согласно стратиграфической привязке эвапоритовой толще соответствует интервал с хаотичной сейсмической записью волнового поля с локально протяженными осями синфазности в его нижней части.

На временных разрезах сейсмокомплекс ССК2, соответствующий эвапоритовым отложениям, представлен как интервал, имеющий характерную «соляную» форму, с хаотичной сейсмической записью волнового поля и локально протяженными осями синфазности. При корреляции несогласия U2 (ОГ\_P1kg) на оставшейся площади основное внимание было сосредоточено на этом принципе. В центральной части района исследований на всех имеющихся сейсмических профилях 2D отсутствует сейсмокомплекс, надежно ассоциируемый с эвапоритовой толщей. В южной части района исследований выделяется несколько небольших тел, по своему виду очень похожих на соляные подушки.

**Несогласие U3** прокоррелировано как подошва соленосных отложений (кровля P1ar). Данные отложения вскрыты в районе исследования скважинами Сатпаев-1PZ, Каламкас-море-1, Ауэзов-1, Нарын-1 (последние три вскрывают под предъюрским несогласием только от 30 до 111 м пород). В процессе бурения скважины Сатпаев-1PZ под 150 м кунгурских солей и ангидритов, была встречена толща пластичных набухающих глин раннепермского возраста с зеркалами скольжения и углами залегания по наклонномеру от 40 до 70 град (результат смятия или диапиризма?). Фактическая мощность оказалась более километра, подошва отложений скважиной не вскрыта. На временном разрезе через скважину Сатпаев-1PZ (Рис. 2.3. 7) данной толще соответствует интервал со сложной картиной волнового поля: чередование фрагментов регулярного и хаотического изображения с дифференциацией отражений по вертикали и горизонтали. На склонах валов прекращается прослеживание данного ОГ по типу эрозионного срезания.

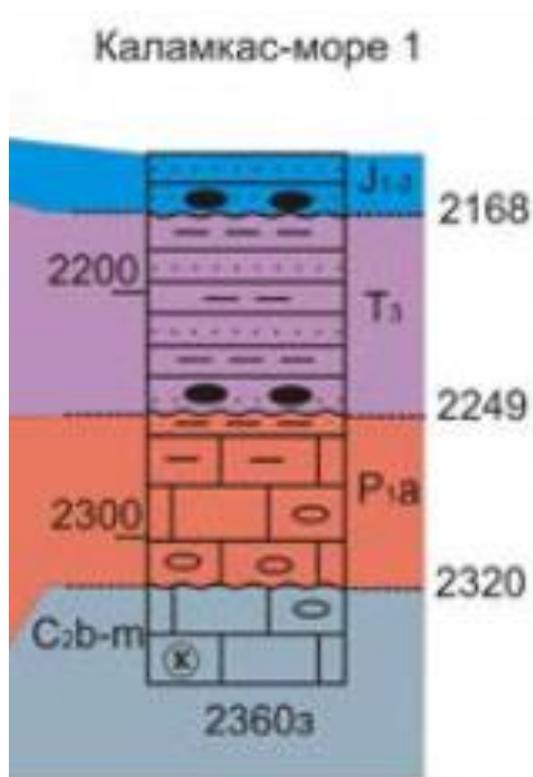
При корреляции U3 (ОГ P1ar) использовались два основных момента: первый, что данный ОГ является подошвой ССК2, ассоциируемого с соленосными отложениями, вторым, что данный ОГ – кровля сейсмокомплекса ССК3, характеризующегося чередованием фрагментов регулярного и хаотического изображения с дифференциацией отражений по вертикали и горизонтали. Сейсмокомплекс ССК3 со сложной картиной волнового поля исходя из результатов скважин и геологического строения обрамляющей суши предполагается сложен карбонатно-терригенными отложениями позднекаменноугольно? – раннепермского (ассельско-сакмарско-артинский) возраста.



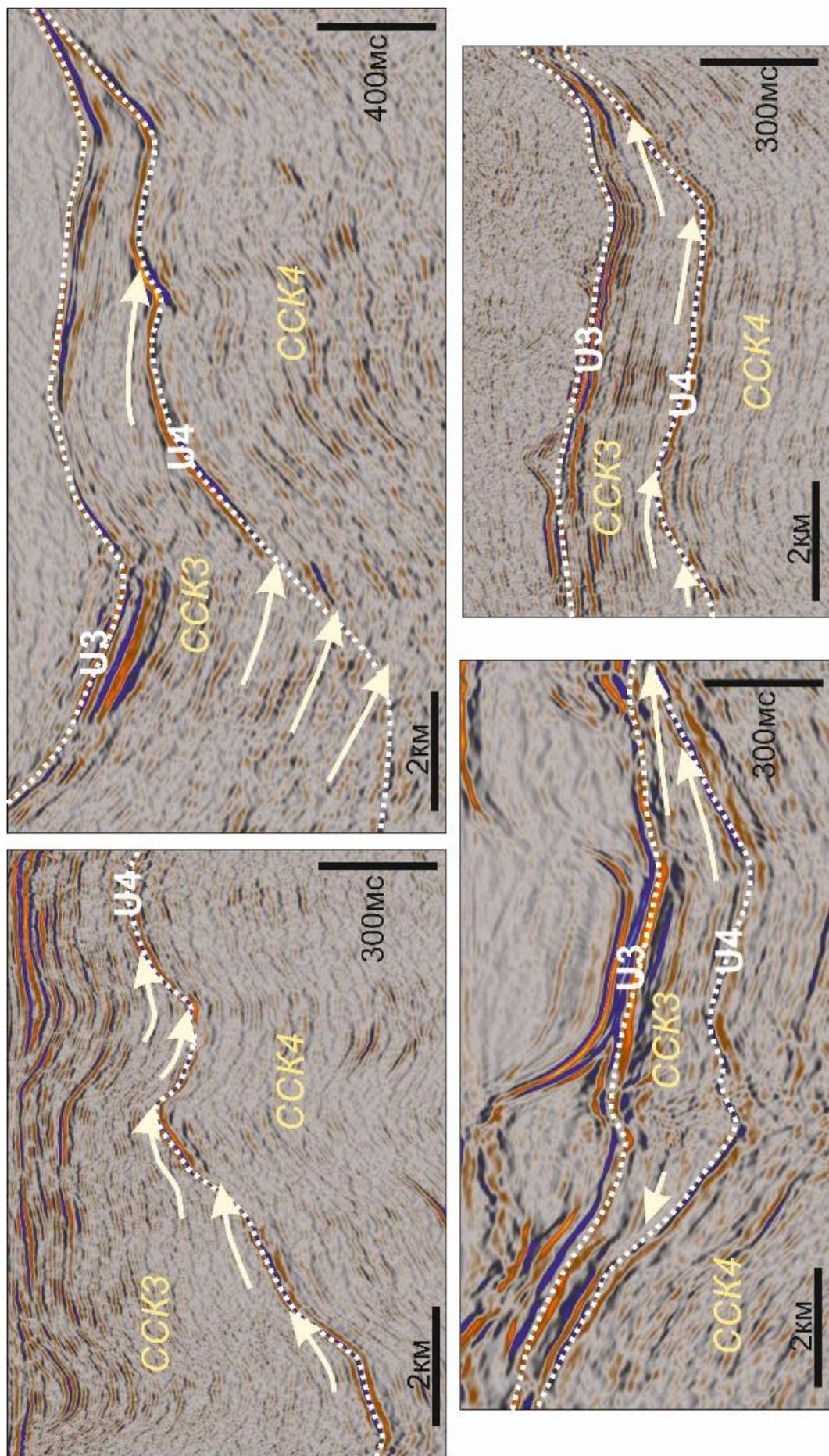
**Рис. 2.3. 7 Композитный временной сейсмический разрез скважину Саттаев-1PZ**

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. 9). Согласно литературным данным, на прилегающей суше (в Каракульско-Смушковской 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. Можно предположить, что несогласие U4 соответствует предпермскому времени.

Несогласие U4 в южной части Северного Каспия вскрыто скважиной Каламкас-море-1, где на башкирско-московских карбонатах залегают отложения артинского возраста (Рис. 2.3. 8).

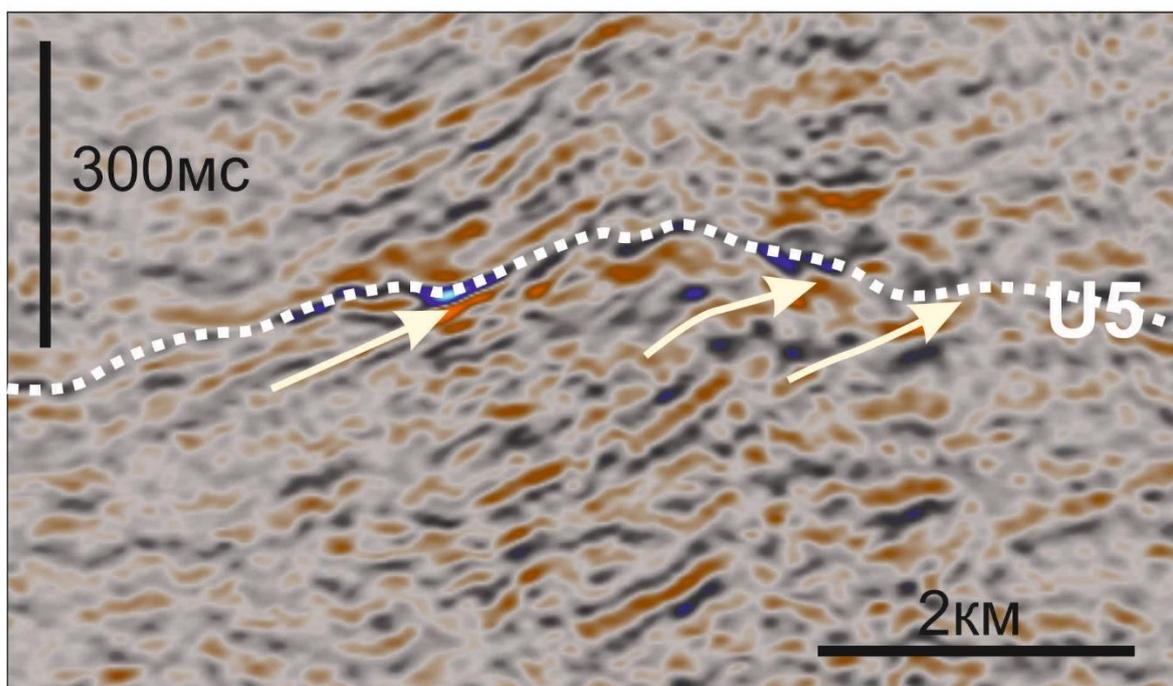
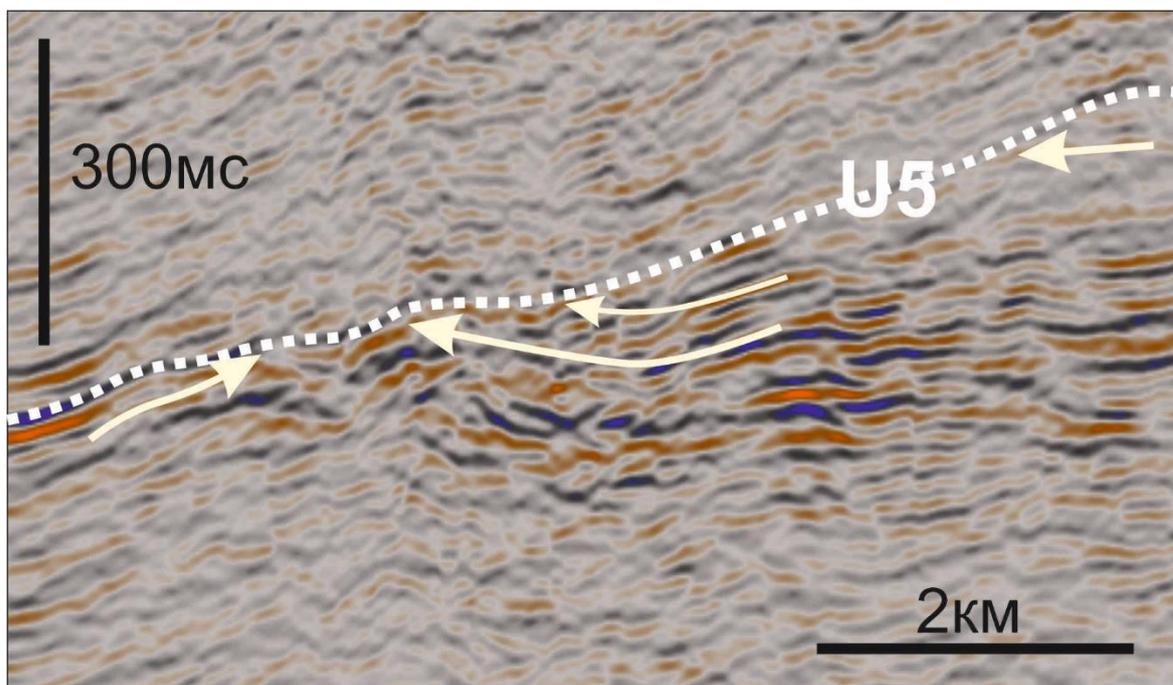


*Рис. 2.3. 8 Разрез скважины Каламкас-море-1 [Пронин, Шестоперова, 2019]*



*Рис. 2.3. 9 Выраженность несогласия U4 на временных разрезах в западной части района исследований*

Наиболее древней поверхностью несогласия, которая прослеживается на сейсмических разрезах 2D в виде поверхности эрозионного срезания, является **несогласие U5** (Рис. 2.3. 10). На временных разрезах оно встречается фрагментарно как последнее яркое отражение. По мере продвижения в южном направлении происходит его ступенчатое погружение.



*Рис. 2.3. 10 Девонское несогласие U5 на временных разрезах*

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

Необходимо отметить, на севере Полдневско-Кулалинского вала (структура Курмангазы) на сейсмических разрезах фиксируется погружение отражающих горизонтов и южнее данного места на всех сейсмических профилях 2D отсутствуют отражения, ассоциируемые с подсолевыми отложениями. Это может быть связано с несколькими причинами:

- в данном месте фиксируется надвиг, вследствие тектоники данная зона сильно раздроблена и «собрать» отражения в процессе обработки невозможно;
- резко увеличивается толщина касимовско-артинских отложений, карбонатные отложения находятся очень глубоко и длины сейсмической записи не хватает для получения отражения от границы карбонатов;
- верхнепалеозойские отложения метаморфизованы.

В рамках интерпретации сейсмических данных 2Д также было проведено трассирование разрывных нарушений. Основные нарушения приходятся на палеозойскую часть разреза. Они представляют собой взбросо-надвиги субширотного простирания.

## 2.4. Характеристика тектоностратиграфических комплексов<sup>2</sup>

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

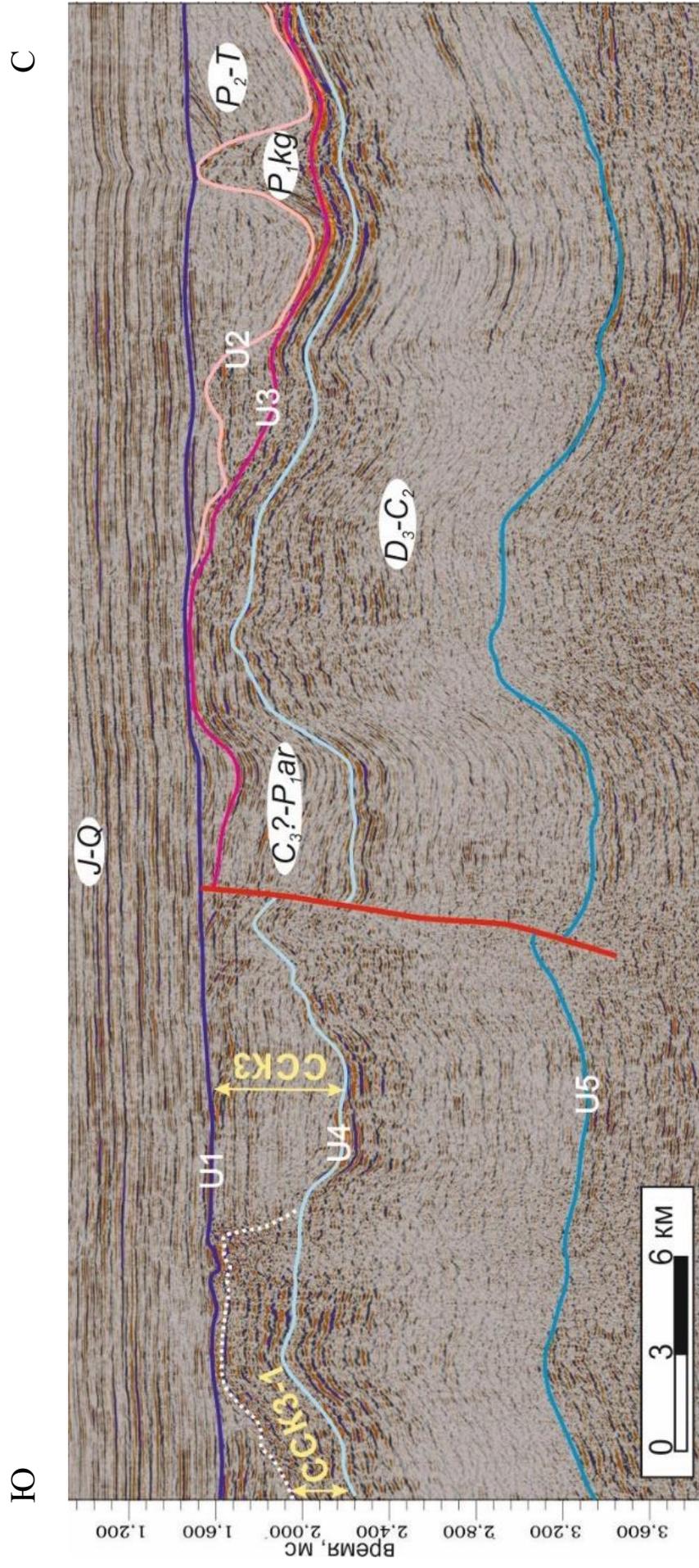
Тектоностратиграфический комплекс (ССК4), ограниченный реперами U4 и U5, фиксирует фазу относительного тектонического покоя и погружения. Он характеризуется на временных разрезах понижением частоты сейсмической записи и имеет преимущественно выдержанную временную мощность (Рис. 2.4. 1). Такая запись 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 изучаемого района (Рис. 2.4. 1, Рис. 2.4. 2). В западной части ССК3 имеет переменные толщины: в синклиналиях мощность отложений резко увеличивается, а в пределах антиклиналей уменьшается до практически полного исчезновения (Рис. 2.3. 8). Можно предположить, что комплекс отложений отражает синорогенный этап развития и тектоническую обстановку, характерную для краевого прогиба.

---

<sup>2</sup> При подготовке данного пункта диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно «Положению о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

*Куницына И.В., Никишин А.М., Мальшев Н.А., Вержбицкий В.Е., Костенко О.В.* Тектоностратиграфия и история геологического развития Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 2022. - № 5. - С. 35–46. RSCI (1,5 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,755)



*Рис. 2.4. 1* Временной разрез субмеридионального простирания, иллюстрирующий сейсмокомплекс ССКЗ и ССКЗ-1

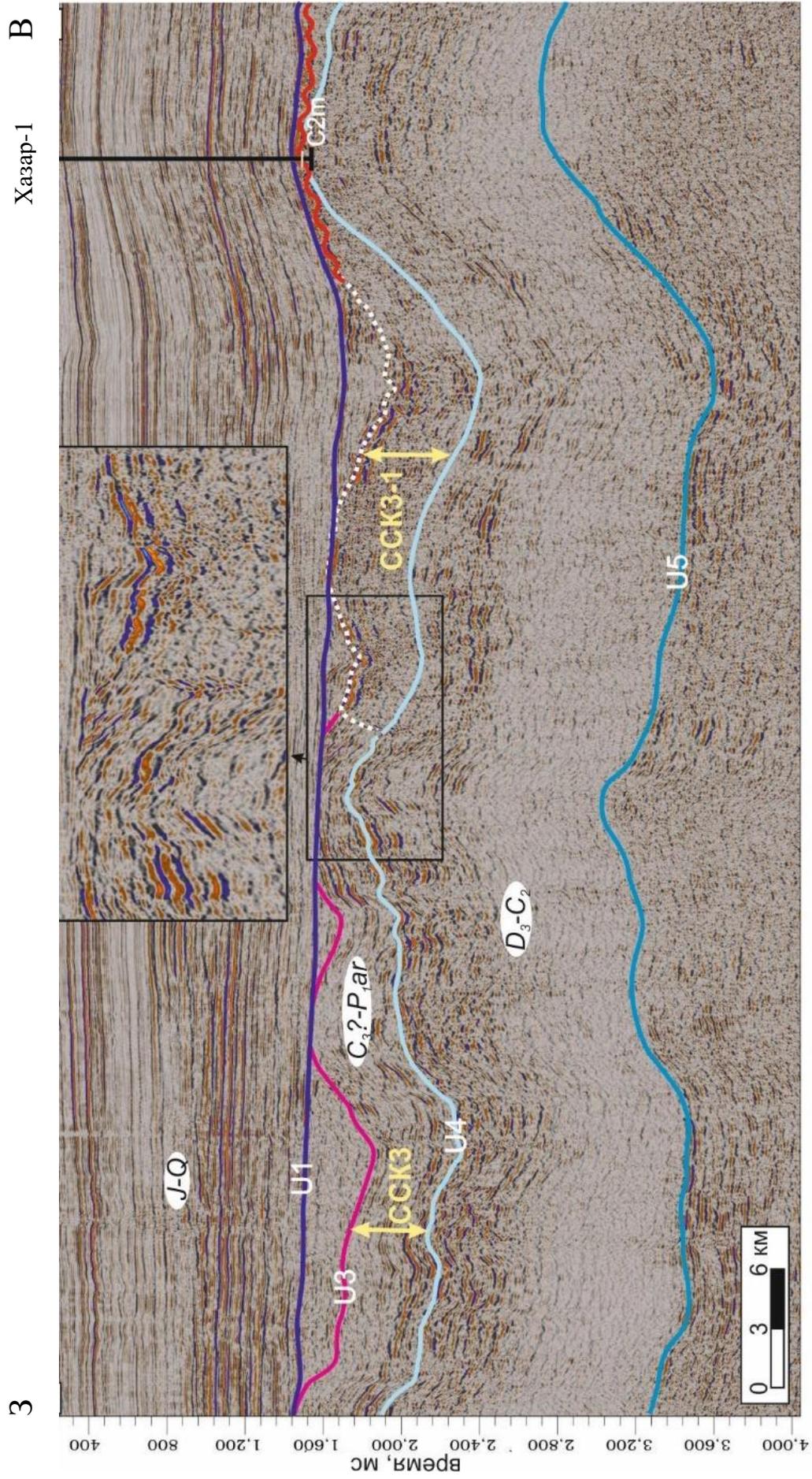


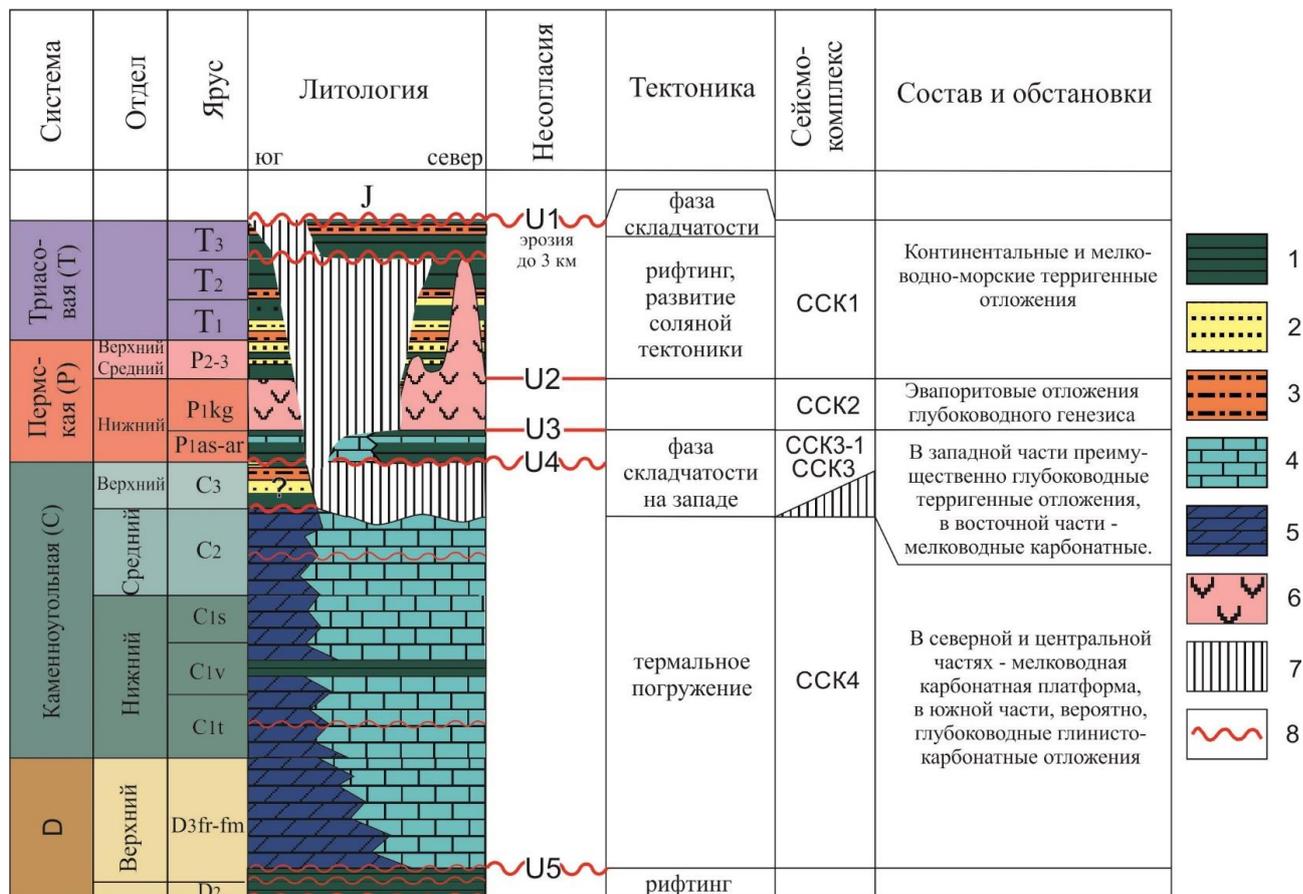
Рис. 2.4. 2 Временной разрез субширотного простирания, иллюстрирующий сейсмокомплекс ССКЗ и ССКЗ-1

В восточной части зоны отмечается другая запись волнового поля (ССК3-1), заключенного между реперами 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]. 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 U1 и U2, представлен в южной части Северного Каспия синрифтовыми отложениями.

Таким образом, основными границами несогласий в верхнепалеозойско-триасовом комплексе являются: предъюрская, предпермская и предпозднедевонская. В результате обобщенного анализа была построена тектоностратиграфическая схема (Рис. 2.4. 3). В южной части Северного Каспия в девонско-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 (С3?-P1), и этапу относительного тектонического покоя в ее восточной части; (3) этапу стабилизации с образованием соляных толщ (P1kg) и (4) рифтовому (P2-T), сменившемся коллизионным в конце триаса.

Основные выводы, приведенные в Главе 2, были представлены в следующих работах: [Куницына, Дердуга и др., 2021], [Куницына, Никишин и др., 2022] и докладывались на IV конференции "Технологии в области разведки и добычи нефти ПАО "НК "Роснефть" (23-25 октября, 2018 г., г. Москва), тема «Региональная геологическая модель Каспийского моря: новые перспективы геологоразведки».



**Рис. 2.4. 3 Тектоностратиграфическая схема верхнепалеозойско-триасового комплекса**

Условные обозначения: 1 – глины, аргиллиты, 2 – песчаники, 3 – алевролиты, 4 – карбонаты, 5 – мергели, 6 – эвапориты, 7 – эрозия, 8 – несогласия)

## ГЛАВА 3. ТЕКТОНИКА

### 3.1. Тектоническое районирование<sup>3</sup>

В данной работе предположена схема тектонического районирования подсолевого структурного этажа (Рис. 3.1.1), которая непротиворечиво объединяет сухопутные и морские фрагменты южного обрамления Прикаспийской синеклизы.

В основу тектонического районирования легла структурная карта по кровле башкирских отложений, полученная в результате интерпретации сейсмических данных, и региональные данные по южному обрамлению Прикаспийской синеклизы. Морфологическая классификация платформенных структур была принята согласно работе «Структура платформенного чехла Европейского Севера СССР» коллективом авторов под редакцией В. А. Дедеева [Дедеев, Гецен и др., 1982] (Табл. 1).

Северный Каспий и прилегающая суша расположены на юго-восточном окончании древней Восточно-Европейской платформы. В ее пределах выделяется крупнейшая отрицательная структура I порядка – Прикаспийская синеклиза. Она характеризуется мощным развитием соленосной толщи нижней перми, широким распространением солянокупольных форм и глубоким залеганием подсолевого палеозоя. В пределах синеклизы на акватории Северного Каспия выделяется Жыльбойское (Кашаган-Тенгизское) поднятие, где открыты месторождения Кашаган, Кайран и Актоты.

---

<sup>3</sup> При подготовке данного пункта диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно «Положению о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

*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. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2020-3-11-18> RSCI (0,924 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,922)

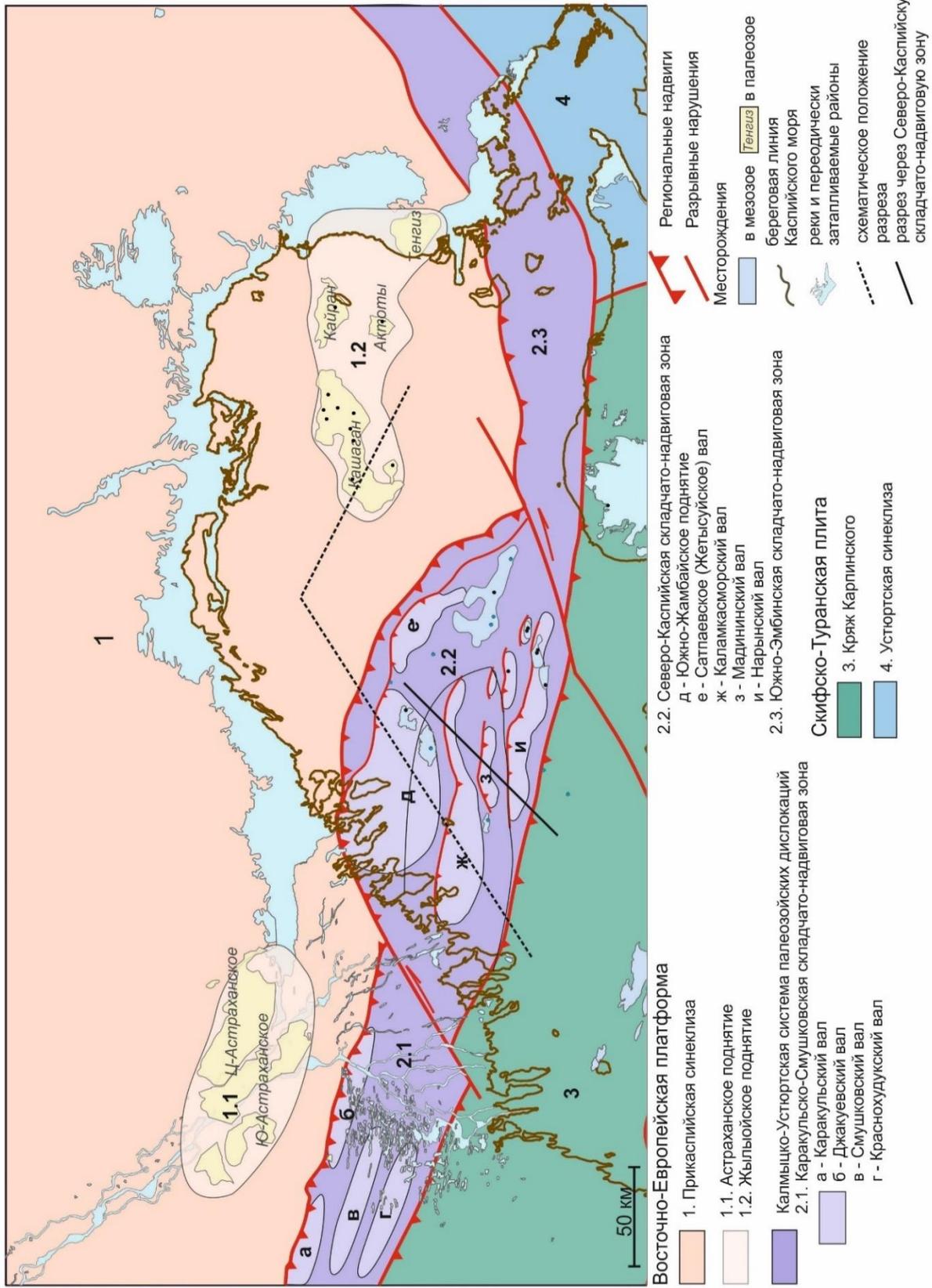


Рис. 3.1. 1 Схема тектонического районирования подолоевого структурного этажа

Таблица 2 Морфологическая классификация платформенных структур [Дедеев, Гецен и др., 1982]

Класс (порядок) структур, их размеры, тыс. кв. км	Замкнутые структуры				Полузамкнутые структуры		Сочленяющиеся структуры
	Округлые (1:1-1:2)		Удлиненные (более 1:2)		Положительные	Отрицательные	
	Положительные	Отрицательные	Положительные	Отрицательные			
	Щит	Плита	Кряж	Плита			
Региональные, более 500-1000							
Крупнейшие (надпорядковые), 100-500	Антеклиза	Синеклиза	Гряды	Желоб			Седловина
Крупные (первого порядка), 10-100	Свод	Впадина	Мегавал	Прогиб	Выступ		Перемычка
Средние (второго порядка), 0,2-10	Поднятие	Котловина	Вал	Депрессия	Мыс Ступень*	Залив Ниша*	Пережим
Мелкие (локальные, третьего порядка), 0,02-0,2	Купол	Мульда	Брахантиклиналь	Брахисинклиналь	Нос		

С юга Прикаспийская синеклиза ограничена Калмыцко-Устюртской системой палеозойских дислокаций I порядка, которая включает следующие структурные элементы: Каракульско-Смушковскую, Северо-Каспийскую и Южно-Эмбинскую складчато-надвиговые зоны. Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона расположена на акватории. В отличие от своего широтного обрамления она не изучена бурением и имеет сложное строение, неоднозначно интерпретируемое по сейсмическим данным 2D.

Для детального изучения тектонического строения и истории развития Северо-Каспийской зоны необходимо рассмотреть строение расположенных на суше Каракульско-Смушковской и Южно-Эмбинской складчато-надвиговых зон.

*Каракульско-Смушковская зона* представляет собой узкую область взбросо-надвиговых структур субширотного простирания протяженностью более 400 км и шириной 20-80 км. Характерный облик данная зона приобрела преимущественно в ранней перми в результате столкновения континентальных террейнов с краем Восточно-Европейского палеоконтинента. Надвиговая зона сложена молассовыми карбонатно-терригенными осадками, снесенными с орогена Кряжа Карпинского в московско-артинское время. Под молассовым комплексом залегают карбонатно-глинистые отложения верхнего девона-среднего карбона [Волож, Парасына, 2008]. В Каракульско-Смушковской надвиговой зоне выделяются валы субширотного простирания: Каракульский, Джакуевский, Краснохудукский и Смушковский [Гулиев, Федоров и др., 2009]. Это типичные структуры сжатия: узкие, протяженные, асимметричные, осложненные надвигами и взбросами, при этом южные крылья складок - пологие, северные – крутые [Гулиев, Левин и др., 2003].

*Южно-Эмбинская зона* разделяет Прикаспийскую синеклизу и Северо-Устюртскую впадину. В структурном плане это очень узкое (от нескольких до первых десятков километров) погребенное инверсионное поднятие (главная тектоническая подвижка произошла в каменноугольное время). В интервале времени от позднего франа до позднего визе этой зоне отвечал краевой прогиб.

Здесь накапливались терригенные молассы с транспортом обломочного материала с Эмба-Северо-Устюртского массива и Магнитогорско-Мугоджарского террейна. На осадочных образованиях краевого прогиба залегают, в основном, мелководные карбонаты позднего визе-ранней перми или более глубоководные карбонатно-глинистые осадки [Тулегенова, Сеитов, 2016].

Логично предположить, что *Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона*, также как Каракульско-Смушковская зона, сформировалась в герцинскую (позднепалеозойскую) фазу складчатости в результате столкновения континентальных террейнов с южной окраиной Восточно-Европейского палеоконтинента. По результатам интерпретации сейсмических данных 2D Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона имеет протяженность более 160 км и ширину 60-100 км. Палеозойские отложения осложнены надвигами и взбросами, при этом южные крылья складок - пологие, северные - крутые. Отмечается субширотная ориентировка выделяемых структурных элементов: Южно-Жамбайского, Сатпаевского, Каламкасморского, Маднинского и Нарынского валов (Рис. 3.1.2). На юге Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны отмечается резкое погружение палеозойских отложений. Таким образом, данная зона представляет собой складчато-надвиговую зону с субширотной ориентировкой структурных элементов.

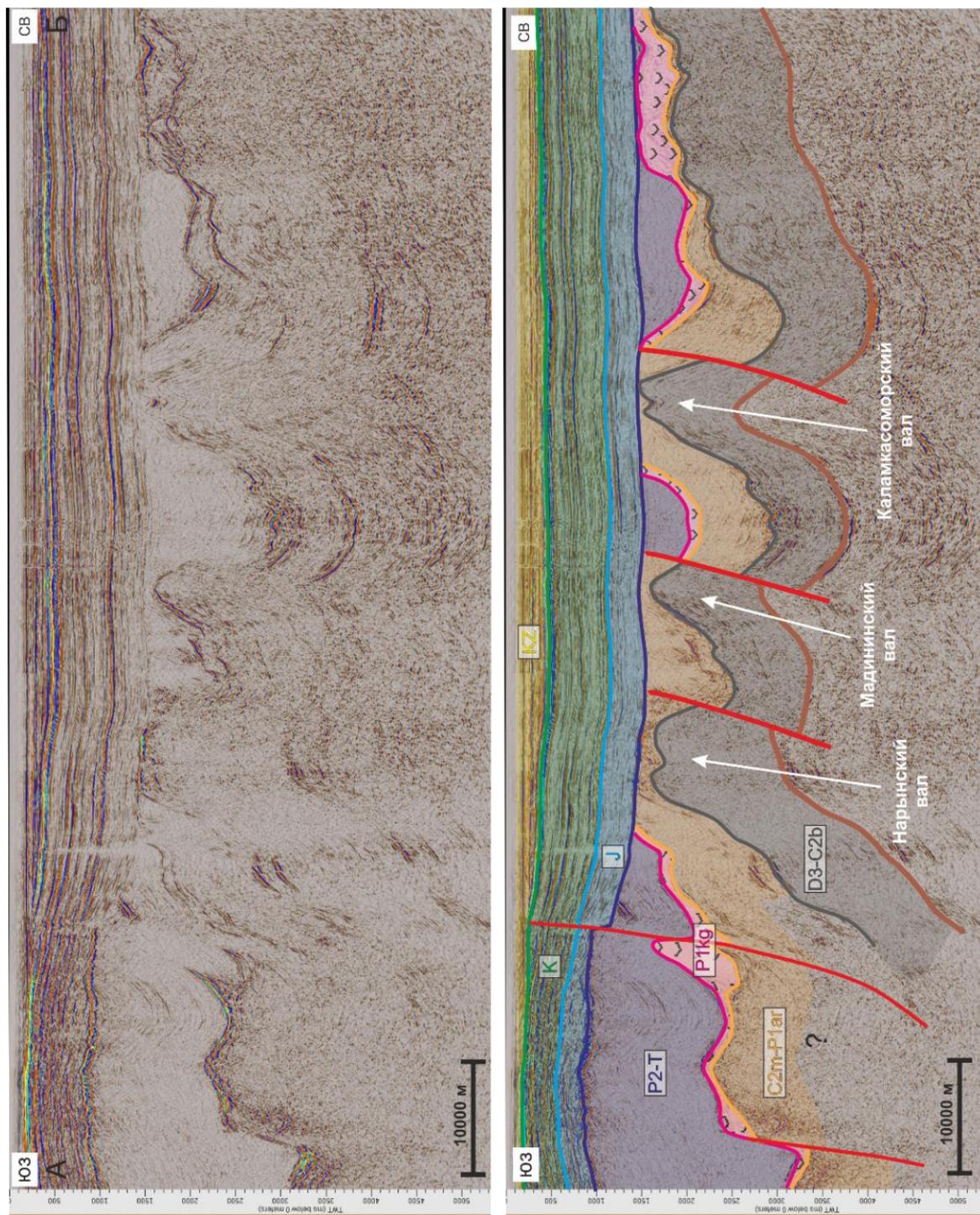


Рис. 3.1.2 Временной и сейсмогеологический разрез через Северо-Каспийскую складчатую зону  
 \*положение разреза показано на Рис. 3.1.1

### 3.2. История геологического развития<sup>4</sup>

Как было рассказано в Главе 2 в Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне в палеозойско-триасовом комплексе выделено четыре крупных тектоностратиграфических комплекса, которые соответствуют различным этапам геологической истории: 1) пострифтовому ( $D_3-C_2$ ) – 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 ( $C_3?-P_1$ ), а также этапу относительного тектонического покоя в ее восточной части; 3) этапу стабилизации с образованием соляных толщ ( $P_{1kg}$ ) и 4) рифтовому ( $P_2-T$ ), 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 Астрахано-Актюбинскую зону поднятий, включавшую территории современных Астраханского и Жылыойского поднятий и, вероятно, Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны. Эти палеоподнятия послужили фундаментом для дальнейшего образования карбонатных платформ, рост которых начался в позднем девоне.

---

<sup>4</sup> При подготовке данного пункта диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно «Положению о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

*Куницына И.В., Никишин А.М., Мальшев Н.А., Вержбицкий В.Е., Костенко О.В.* Тектоностратиграфия и история геологического развития Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 2022. - № 5. - С. 35–46. RSCI (1,5 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,755)

Этот этап продолжался в ранне- и среднекаменноугольную эпохи и характеризовался разной интенсивностью карбонатообразования, а также небольшими перерывами в осадконакоплении. Сейсмокомплекс ССКЗ 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 образования. В конце визейского века завершилось сближение Устюртского 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**

В разделе 2.4 было отмечено западная и восточная части территории исследования в позднекаменноугольно-раннепермское время развивались по-разному.

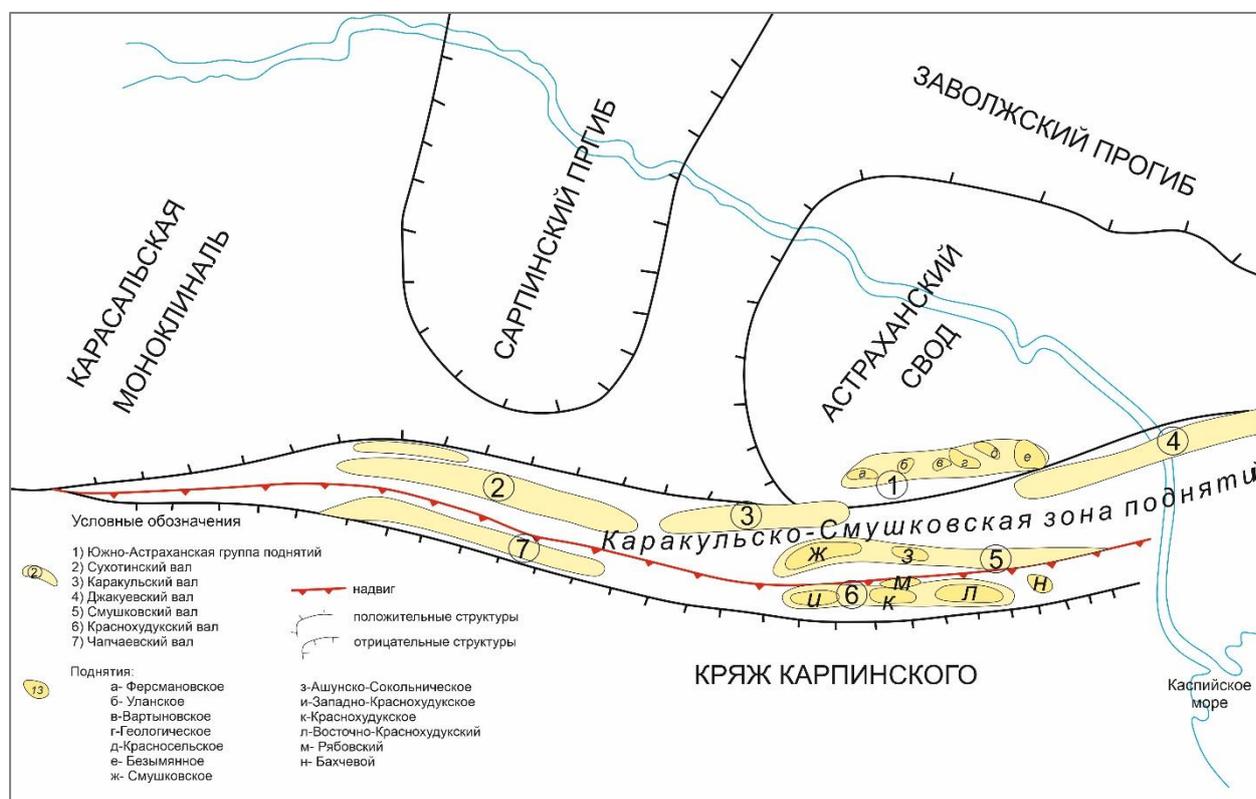
Согласно современному тектоническому плану по подсолевому структурному этажу Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона продолжает Каракульско-Смушковскую складчато-надвиговую зону. Последняя расположена на западе от Северного Каспия, ее активно изучали геофизическими методами и бурением в 1970–1980-х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

По кристаллическому фундаменту в зоне сочленения Восточно-Европейской и Скифско-Туранской плиты советские геологи выделили крупный прогиб, названный Каракульским. Прогиб ограничен тектоническими нарушениями, имеет асимметричное строение (с крутым южным крылом и более пологим северным) и вытянут субширотно. Ширина его в восточной части 50 км

и резко сужается и затухает в западном направлении. В этом же направлении его амплитуда уменьшается с 5-6 км до 1-2 км. Кристаллический фундамент в пределах прогиба залегает на глубинах 14-20 км. Системой субширотных и субмеридиональных нарушений он разбит на отдельные блоки. Каракульский прогиб находит четкое отображение в гравитационном поле и простирается в акваторию Каспийского моря [Васильева и др., 1989].

К северу от Каракульского прогиба выделяется Астраханский свод, где глубина фундамента 9-12 км. Он входит в состав Астрахано-Актюбинской зоны поднятий, которая включает ряд выступов кристаллического фундамента. Эта зона поднятий, замыкающая с юго-востока Восточно-Европейскую платформу, представляет собой полукольцевую систему протяженностью 1000 км, шириной 100-150 км, амплитудой 3-5 км и по морфоструктуре напоминает островную дугу на окраине палеорельефа [Васильева и др., 1989].

Советскими геологами была составлена тектоническая схема по палеозойскому структурному этажу (Рис. 3.2.1).



**Рис. 3.2. 1 Тектоническая схема по кровле верхнепалеозойских карбонатных отложений [Васильева и др., 1989]**

По верхнепалеозойскому комплексу авторы выделяют Каракульско-Смушковскую зону поднятий (в данной работе - Каракульско-Смушковской складчато-надвиговая зона). С юга установлено наличие надвига 20-25 км дислоцированных отложений Кряжа Карпинского на платформенные палеозойские отложения. Таким образом, Каракульско-Смушковский прогиб выделяется по основанию осадочного чехла, а по палеозойским отложениям - Каракульско-Смушковская зона поднятий [Бродский и др., 1986].

Бурением в Южно-Астраханской зоне поднятий, на Краснохударском и Смушковском валах Каракульско-Смушковской складчато-надвиговой зоны вскрыты молассовые отложения верхнего карбона. В направлении с юга на север эти отложения выклиниваются [Капустин и др., 1986] (Рис. 3.2. 2).



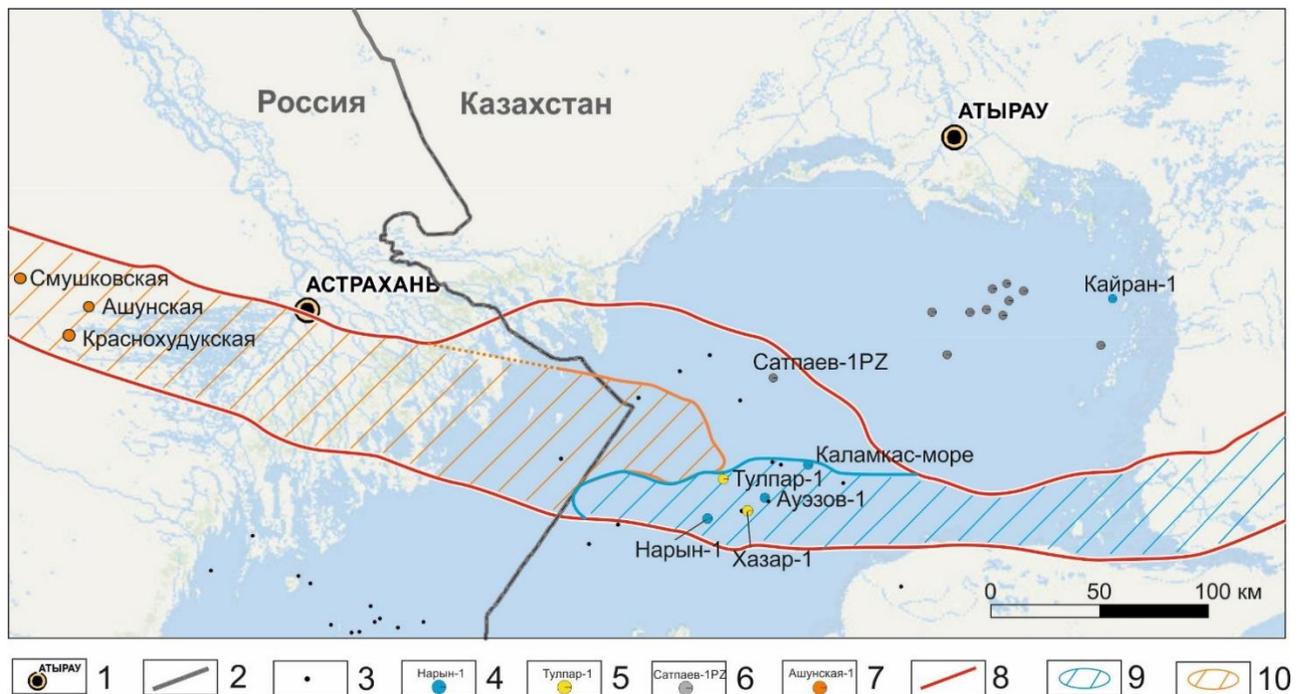
**Рис. 3.2. 2 Геолого-геофизический разрез Каракульско-Смушковскую зону и Южно-Астраханскую группу поднятий с юго-запада на северо-восток [Васильева и др., 1989]**

Ю.А. Волож и В.С. Парасына отмечают [2008], что в разрезе фиксируется также уменьшение их мощности 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.

Из всего вышеописанного можно предположить, что существовавший в позднекаменноугольно-раннепермское время Каракульско-Смушковский краевой прогиб протягивался в акваторию Каспийского моря. К сожалению, морские скважины Укатная-1, Жамбыл-1, Жетысу-1, расположенные ближе всего к западной сухопутной границе, не добурились до каменноугольно-нижнепермского комплекса (Рис. 3.2.3). Лишь скважина Сатпаев-1PZ вскрыла 1 км нижнепермских глубоководных глин.

Таким образом, единственным исходным материалом для выделения области развития отложений краевого прогиба служат сейсмические данные. Рассматриваемый этап развития в Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне фиксирует сейсмокомплекс ССКЗ, характеризующийся переменными толщинами. Этот сейсмокомплекс связан, вероятно, с отложениями краевого прогиба (как продолжение Каракульско-Смушковского) и представлен продуктами разрушения горной системы Карпинского. Границы предполагаемого развития краевого прогиба на Северном Каспии показана на Рис. 3.2 3. Ранее учеными зона развития прогиба на акватории не была оконтурена.



**Рис. 3.2. 3** 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.

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 карбонатонакопление [Абилхасимов, 2016]. Как отмечено нами выше, в восточной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны выделен сейсмокомплекс ССКЗ-1, который 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]. Можно сделать вывод, что область распространения сейсмокомплекса ССКЗ-1 представляла собой в раннепермское время мелководную карбонатную платформу и, вероятно, продолжала Южно-Эмбинскую зону (Рис. 3.2. 3). 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. Более подробно данный этап развития рассмотрю в следующей главе. Отложение пород этого комплекса стало ключевым фактором активно проявившихся впоследствии процессов галокинеза.

### **Среднепермско-триасовый период развития**

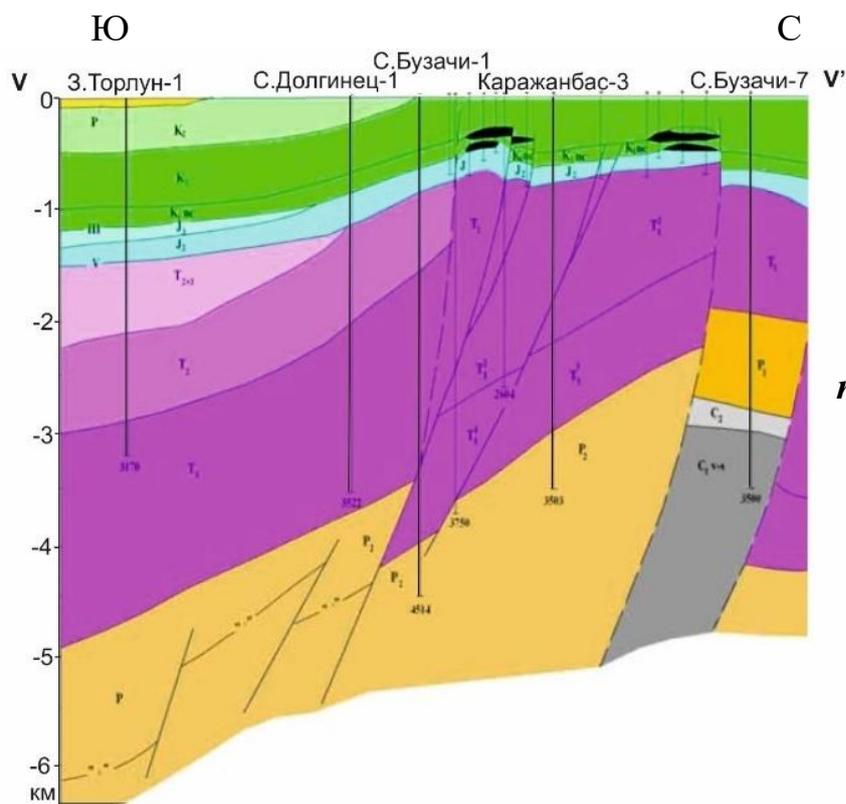
В средней-поздней перми и триасе в пределах современной Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны терригенные отложения заполняли пониженные формы рельефа. На территории Прикаспийской синеклизы под нагрузкой молодых осадков начался рост соляных диапиров. В то же время на юге исследуемой территории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

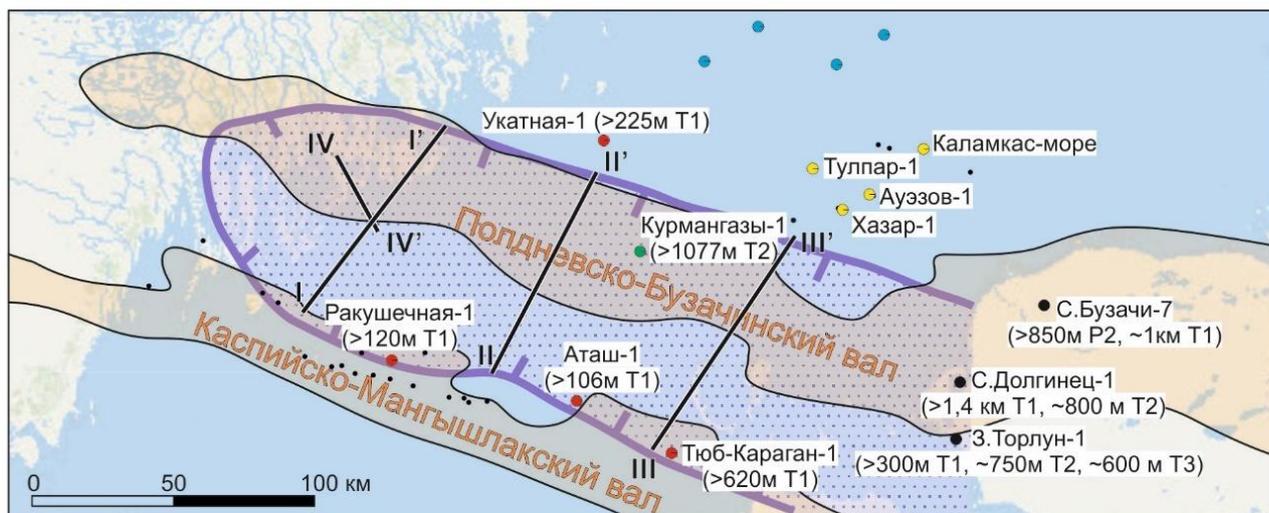
раннем–среднем триасе на этой территории вновь проявился рифтинг с формированием глубоких (до 3–5 км) рифтовых впадин. Одна из них находилась на юге исследуемой территории (под Кулалинским валом). Приблизительно в конце триаса в регионе проявились процессы интенсивного сжатия. Большинство рифтовых палеобассейнов 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. 3.2. 4). Здесь в составе пермо-триасовых отложений выделяют три комплекса пород: красноцветный, пестроцветный и сероцветный. Красноцветный литолого-стратиграфический комплекс включает отложения средней-верхней перми и нижнего триаса, пестроцветный – среднего триаса, а сероцветный – верхнего триаса [Блоки..., 2003].

Предыдущими исследователями область развития среднепермско-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. 3.2. 5).



*Рис. 3.2. 4 Геологический разрез через Бузачинский полуостров [Блоки..., 2003]*

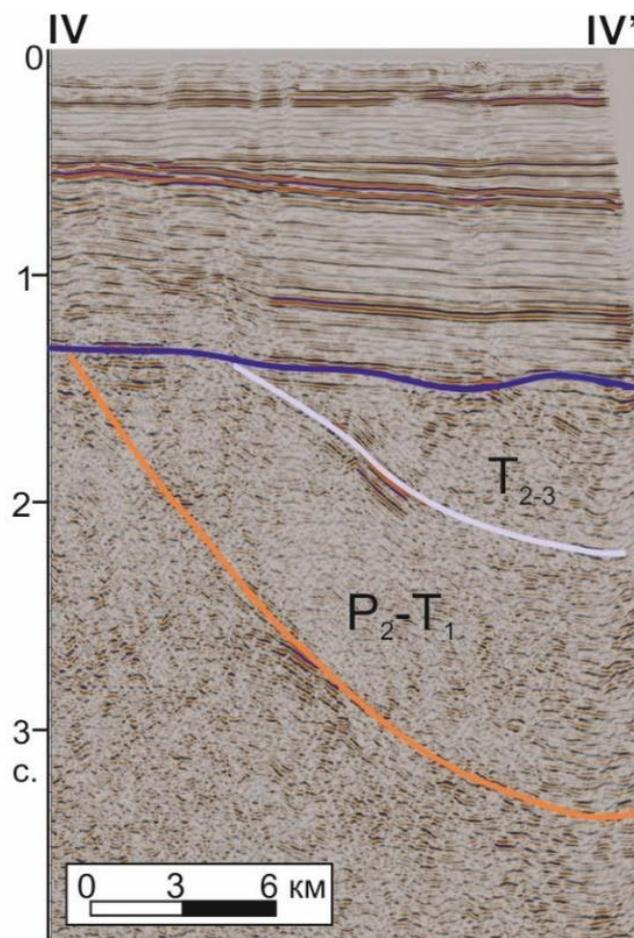


**Рис. 3.2. 5 Обзорная карта структурных элементов и скважин, вскрывших среднепермско-триасовые отложения**

*1 – скважины, остановленные в юрских отложениях, 2-6 -скважины, вскрывшие под юрскими отложениями: 2 – нерасчлененные среднепермско-триасовые отложения, 3 – нижнетриасовые отложения, 4 – среднетриасовые отложения, 5 – верхнетриасовые отложения при полном отсутствии среднепермско-среднетриасовых, 6 – различные комплексы рифтовых отложений большой мощности, 7 – системы поднятий по мезозойским отложениям, 8 – предполагаемая граница распространения среднепермско-триасового рифта.*

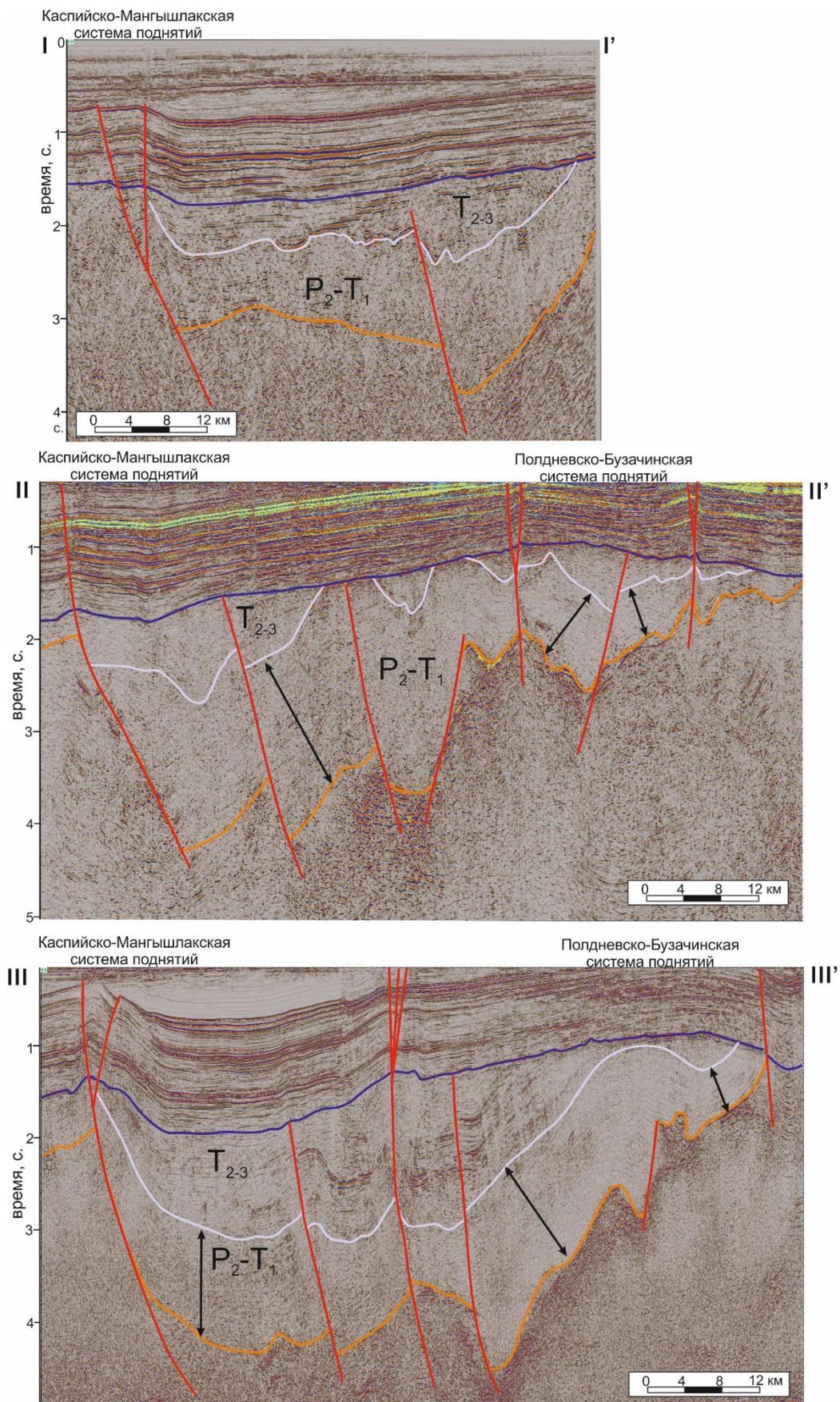
По сейсмическим данным в южной части Северного Каспия выделяется инверсированный прогиб, сложенный среднепермско-триасовыми отложениями (Рис. 3.2 7). На сейсмических профилях синрифтовый комплекс имеет отчетливую верхнюю границу. Ей отвечает триасово-юрское несогласие (U1), выделяемое в подошве юрских 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 (Рис. 3.2. 6).



**Рис. 3.2. 6** Временной разрез через западную часть позднепермско-триасового грабена

*\*положение профилей см. на рис. 3.2. 5*



**Рис. 3.2. 7** Временные разрезы через среднепермско-триасовый грабен на юге Северного Каспия

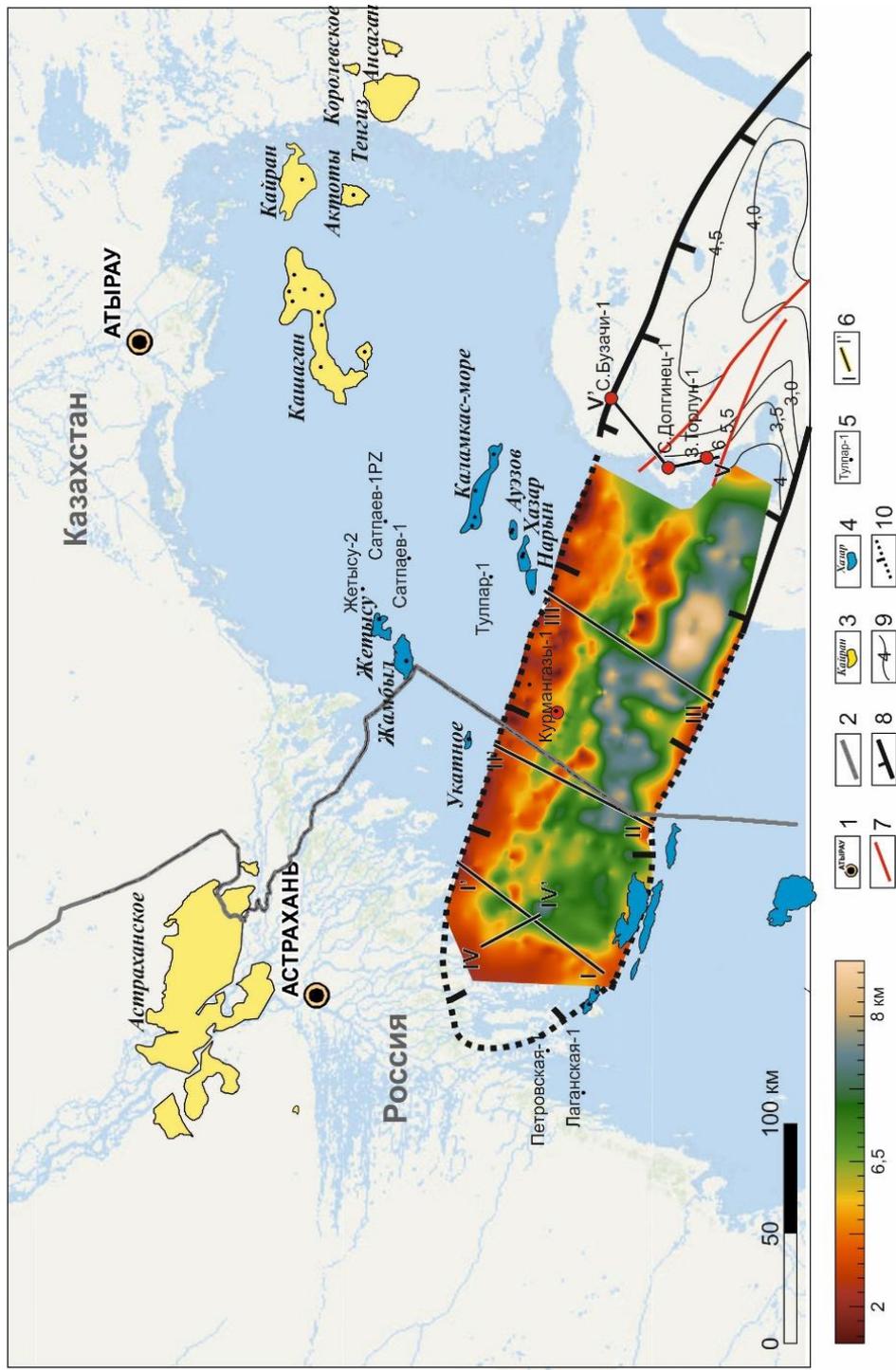
*\*положение профилей см. на рис. 3.2. 5*

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 среднепермско-триасовых отложений сохранились лишь в локальных впадинах. Среднепермско-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 среднепермско-триасовых отложениях. Предположительно она расположена под Каспийско-Мангышлакской системой поднятий. По юрско-меловым отложениям этой зоне отвечает зона правосторонний сдвига.

Следует отметить, что среднепермско-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.

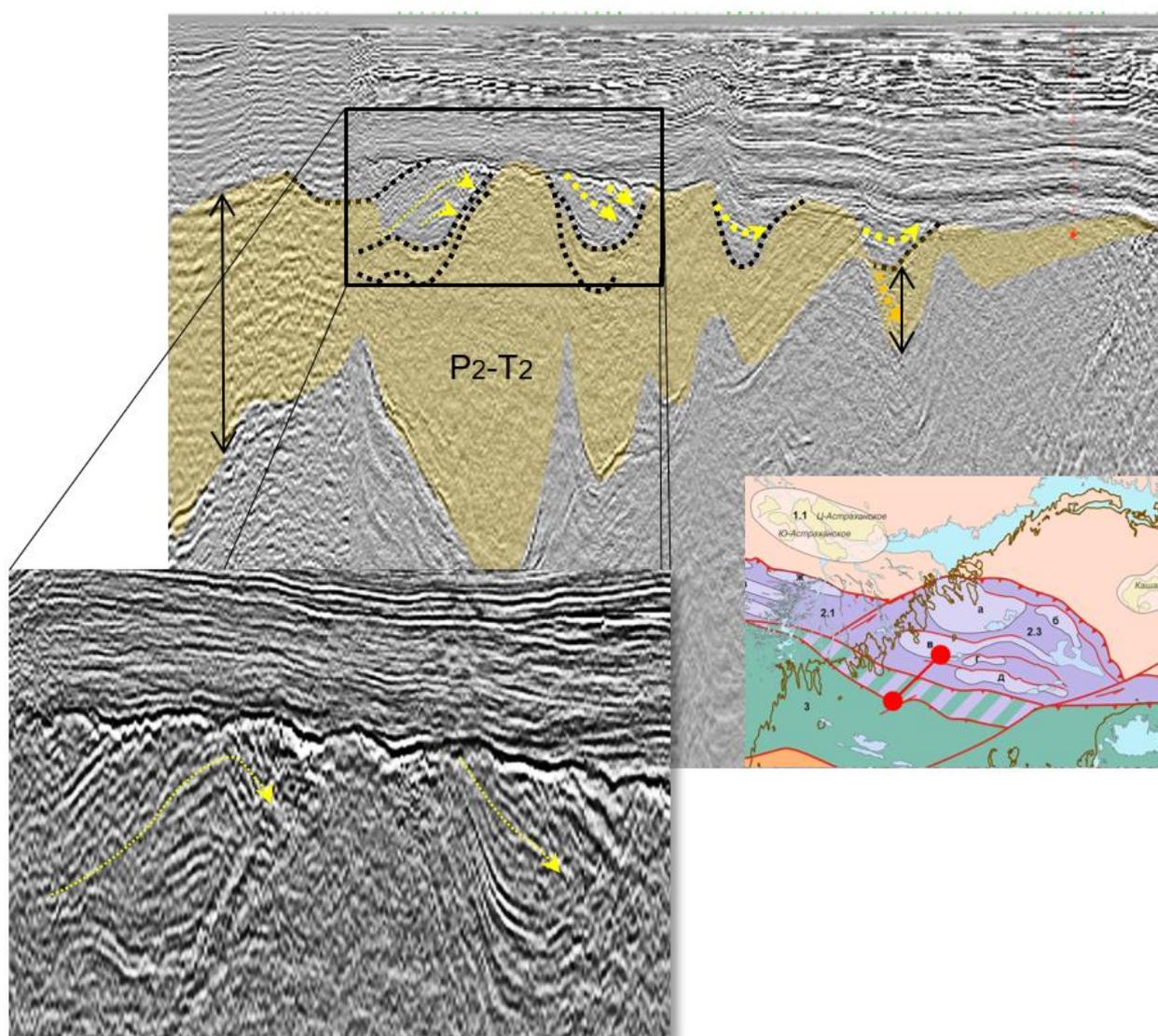
Таким образом, комплексы пород остаточного триасового рифта в пределах акватории распространены в субмеридиональном направлении от северного склона Полдневско-Бузачинской системы поднятий до Каспийско-Мангышлакской системы поднятий и в субширотном направлении – от западной границы Каспийского моря и уходит далее под Бузачинский п-ов (Рис. 3.2. 8). Предлагается именовать этот среднепермско-триасовый палеорифт Полдневско-Бузачинским.



**Рис. 3.2. 8 Структурная карта по подошве среднепермско-триасовых отложений**

1 - города, 2 – граница государств, месторождения: 3 – в палеозойских отложениях, 4 – в мезозойских; 5 – скважины, 6 – линии профилей; оцифрованные данные с карты по подошве триасовых отложений на полуострове Бузачи: 7 – разломы, 8 – границы среднепермско-триасового грабена, 9 – изолинии по подошве рифтовых отложений; 10 – предполагаемые границы палеорифта на акватории, где мощность более 500м

В пределах P<sub>2</sub>-T синрифтового комплекса выделяются несколько несогласных границ. Наиболее уверенная представляет собой эрозионные останцы в виде «карманов» под предъюрской эрозионной поверхностью. Отложения, заполняющие «карманы», залегают с несогласием на нижележащих (Рис. 3.2.9). На региональном уровне на границе среднего и верхнего траса выделяется крупное тектоническое событие [Тихомиров, Назаревич, 2004], в связи с чем предполагаемый возраст несогласия в основании «карманов» – граница T<sub>2</sub>/T<sub>3</sub>. Данный факт объясняет наличие верхнетриасовых отложений в скважинах Тулпар, Хазар, Ауэзов, Каламкас-море при полном отсутствии среднепермско-среднетриасовых.



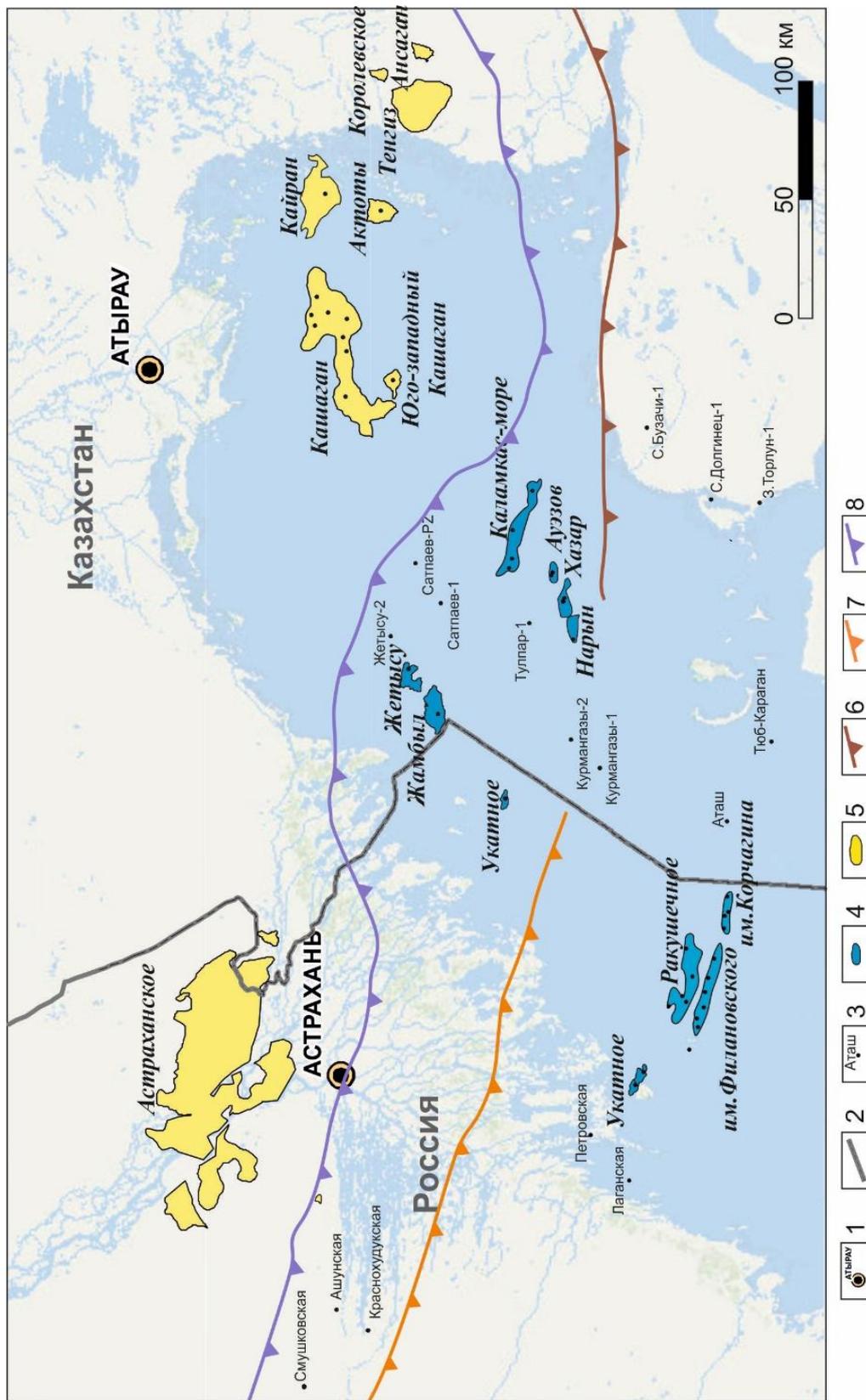
**Рис. 3.2. 9** Признаки тектонической активизации на границе T<sub>2</sub>/T<sub>3</sub>

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, Попков, 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 больше, 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.

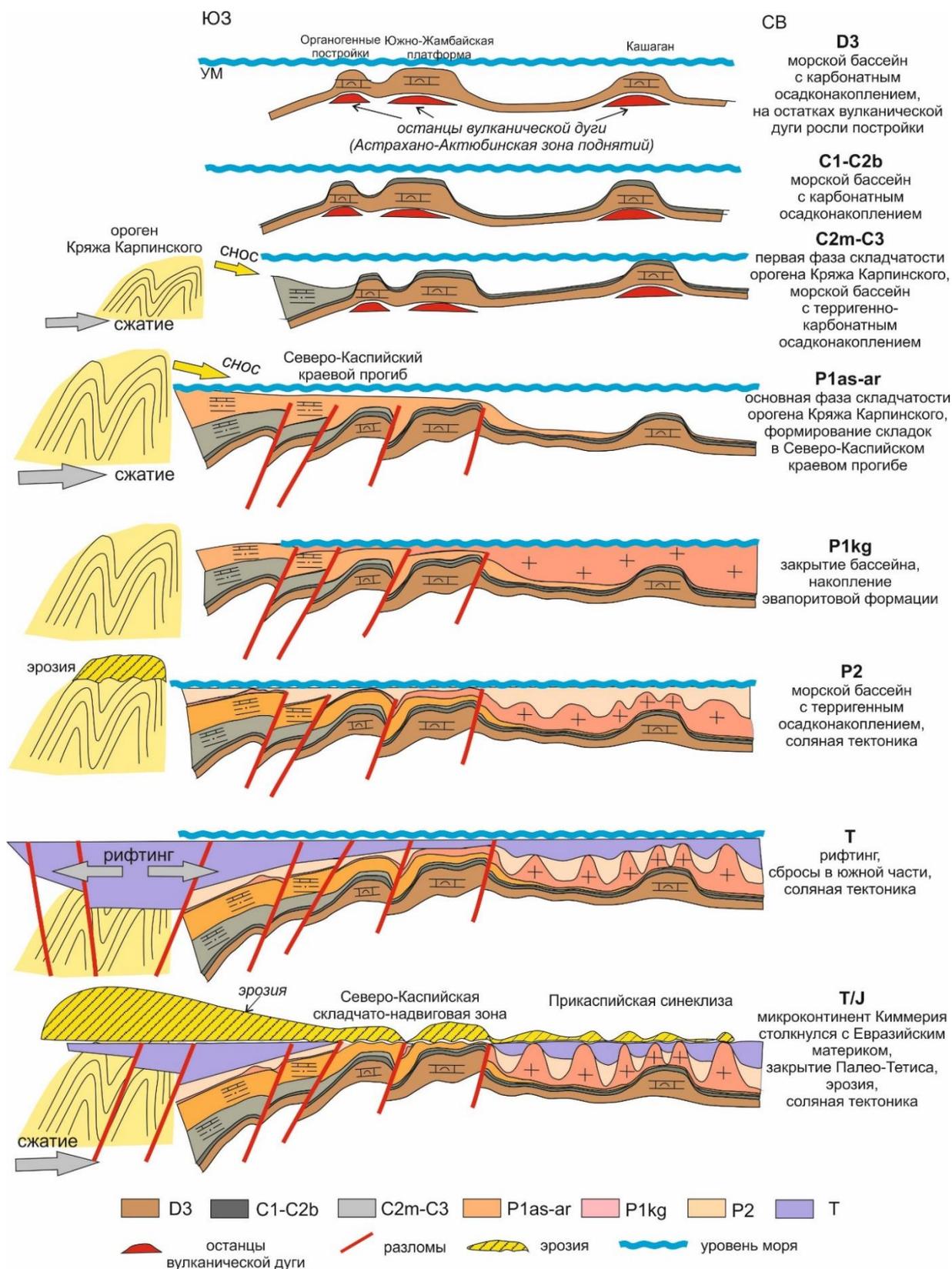
Таким образом, значительное влияние на развитие и структурный план верхнепалеозойского структурного этажа оказали две фазы складчатых деформаций: позднекаменноугольно-раннепермская (в районе современной Каракульско-Смушковской складчато-надвиговой зоны) и поздне триасовая (на всей Калмыцко-Устюртской системе палеозойских дислокаций) (рис. 3.2. 10), а также среднепермско-триасовый рифтинг.

Обобщенная схематическая история развития палеозойского комплекса показана на Рис. 3.2.11.



**Рис. 3.2. 10** Обзорная карта фронтов надвига, оказавших значительное влияние на развитие верхнепалеозойского структурного этапа

Условные обозначения: 1 - города, 2 - граница государств, 3 - скважины; месторождения: 4 - в мезозойских отложениях, 5 - в палеозойских; фронты надвига: 6 - позднедевонско-раннекаменноугольный, 7 - позднекаменноугольно-раннепермский, 8 - позднетриасовый.



**Рис. 3.2. 11 Схематическая история развития палеозойского комплекса на Северном Каспии**

*\*положение разреза показано на Рис. 3.1. 1*

## **Выводы**

В результате проведенных исследований составлена единая тектоническая схема подсолевого комплекса Северного Каспия и обрамляющей суши, которая непротиворечиво объединяет сухопутные и морские фрагменты южного обрамления Прикаспийской синеклизы. Она базируется на едином подходе к геологическому развитию территории и аналогии в формировании одноранговых тектонических элементов (Северо-Каспийская, Каракульско-Смушковская и Южно-Эмбинская складчато-надвиговые зоны).

В истории геологического развития Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны можно выделить пять крупных этапов.

1. 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.

2. 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 кряжа Карпинского). В то же время в восточной части происходило накопление карбонатного комплекса, продолжающегося Южно-Эмбинской карбонатной платформой.

3. 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.

4. В среднепермско-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, местами и нижележащих отложений (вплоть до среднекаменноугольных).

5. 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.

Основные выводы, приведенные в Главе 3, были представлены в следующих работах: [Куницына, Дердуга и др., 2020], [Куницына, Никишин и др., 2022].

## ГЛАВА 4. ОБЛАСТЬ РАЗВИТИЯ КУНГУРСКИХ СОЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ<sup>5</sup>

Кунгурские отложения вскрыты на многих площадях Прикаспийской синеклизы. В нижней части чаще всего залегают карбонатные отложения и ангидриты (филипповский горизонт), выше следует мощная толща солей с прослоями ангидрита (иреньский горизонт), местами с глинистой примесью. Соленосный комплекс перекрыт сульфатной пачкой. Мощность отложений изменяется от сотен метров до нескольких километров, что обусловлено процессами соляной тектоники [Волож, Парасына, 2008].

В акваториальной части Прикаспийской синеклизы наличие эвапоритовых толщ мощностью первые км не вызывает сомнений: они вскрыты скважинами на месторождениях Кашаган, Кайран, Актоты и выделяются на временных разрезах в виде интервалов с хаотичным волновым полем и\или характерной для соляных диапиров морфологией. Соляная тектоника оказывала влияние на мезозойские отложения: над соляными куполами отмечается нарушение сплошности в мезозойской части разреза - интенсивное развитие сбросов (Рис. 2.3. 2) [Блоки..., 2003].

В Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне данные сейсморазведочных профилей 2D в палеозойской части разреза невозможно интерпретировать однозначно. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, на данной территории полевые сейсморазведочные работы проводились на мезозойскую часть разреза и разрешенность волнового поля на больших глубинах становится заметно ниже.

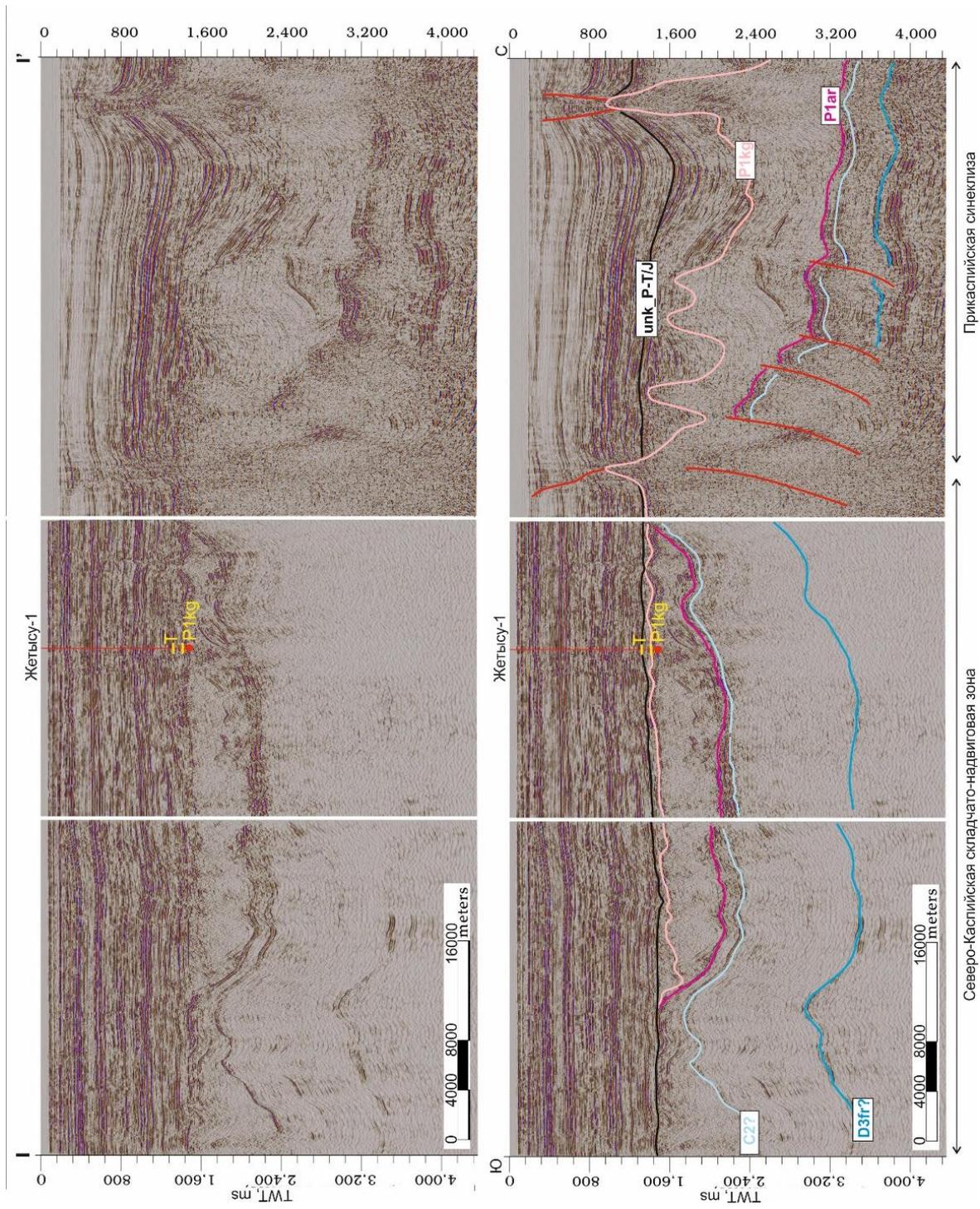
---

<sup>5</sup> При подготовке данного пункта диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно «Положению о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

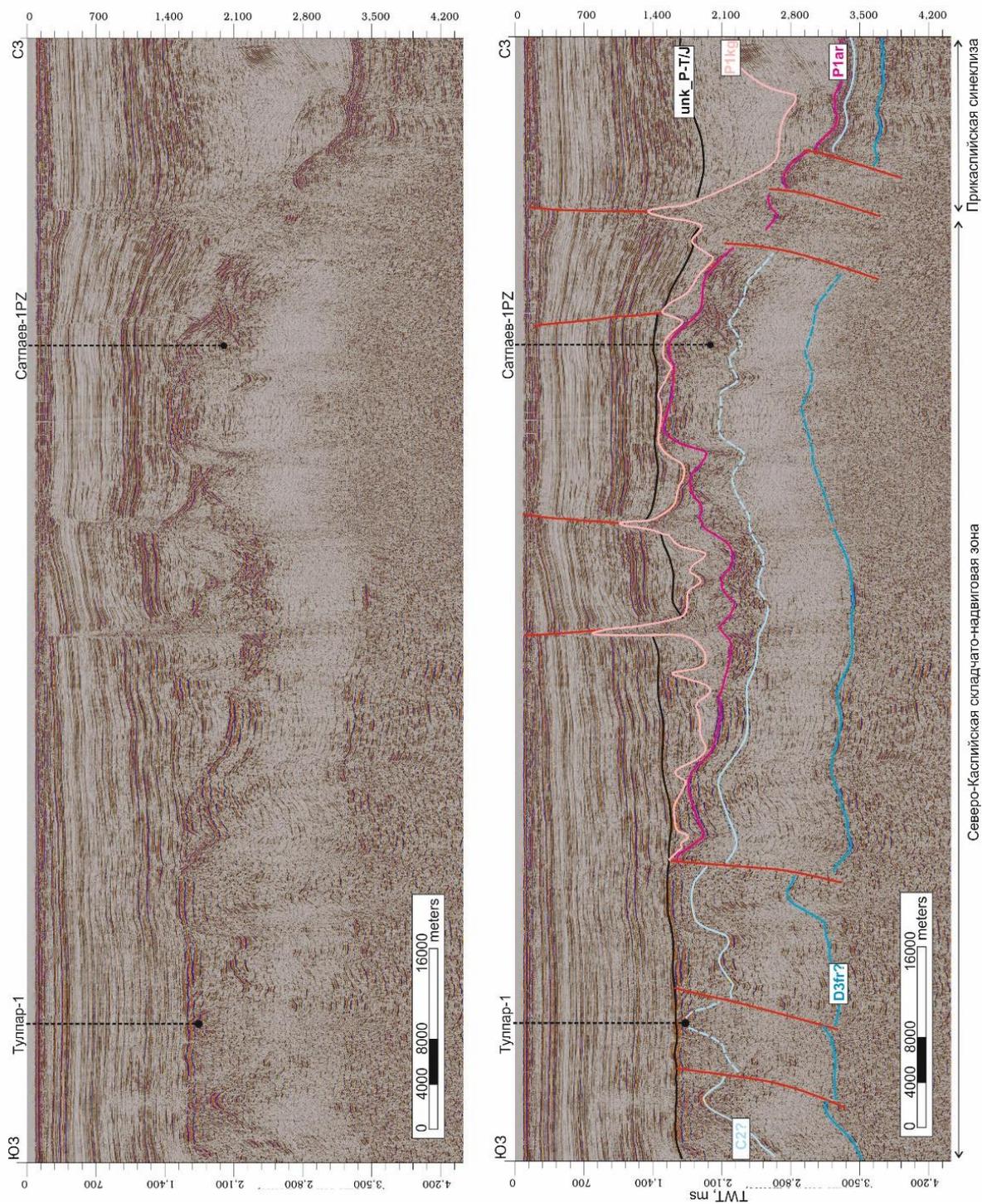
*Куницына И.В., Дердуга А.В., Васильева Н., Вержбицкий В.Е., Мальшев Н.А., Хайруллина Е.А.* Прогноз распространения кунгурских соленосных отложений в пределах Северного Каспия // Геология нефти и газа. – 2022. - №3. – С. 17-27. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2022-3-17-27> RSCI (1,27 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,922)

Во-вторых, палеозойский комплекс имеет сложное складчато-надвиговое строение. В-третьих, недостаточна изученность бурением: только две скважины охарактеризовали верхнюю часть палеозойского комплекса. Скважина Жетысу-1 бурилась на мезозойские отложения, вскрыла кунгурские эвапориты и в них была остановлена. На временном разрезе по профилю I-I' (Рис. 4.1) в районе скважины согласно стратиграфической привязке эвапоритовой толще соответствует интервал с хаотичным волновым полем с локально протяженными осями синфазности в его нижней части. Подобная сейсмическая картина характерна для солей с прослоями сульфатно-карбонатных пород. В данных прослоях (филлиповский горизонт) отмечаются многочисленные нефтегазопроявления в Астраханско-Калмыцком секторе [Воронин, Миталев и др., 1991].

В северной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны фиксируется достаточно мощная (до 1,5 км) эвапоритовая толща. Южнее на временных разрезах отмечается выход под поверхность предъюрского размыва (unk\_P-T/J), вероятно, касимовско-артинских (C3-P1ar) преимущественно терригенных отложений. В данном случае наиболее вероятным представляется эрозия кунгурской эвапоритовой толщи, а не область её накопления. Скважина Сатпаев-1PZ (2017г.) бурилась на верхнедевонско-среднекаменноугольные карбонатные отложения, однако, достигнув проектной глубины, вскрыла только нижнепермские осадки (Рис. 4.2). В процессе бурения было пройдено около 150 м кунгурских солей и ангидритов, затем встречена толща пластичных набухающих глин раннепермского возраста с зеркалами скольжения и углами залегания по наклону от 40 до 70 град (результат смятия или диапиризма?). Фактическая мощность глинистой толщи оказалась более километра, подошва отложений скважиной не вскрыта. На временном разрезе II-II', проходящем в непосредственной близости от скважины Сатпаев-1PZ, в северной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны отмечается наличие эвапоритовой толщи в виде соляных диапиров, прорывающих мезозойский комплекс.



**Рис. 4. 1 Композитный временной сейсмический разрез через скв. Жетысу-1**  
 \*положение профилей на рис. 4.5

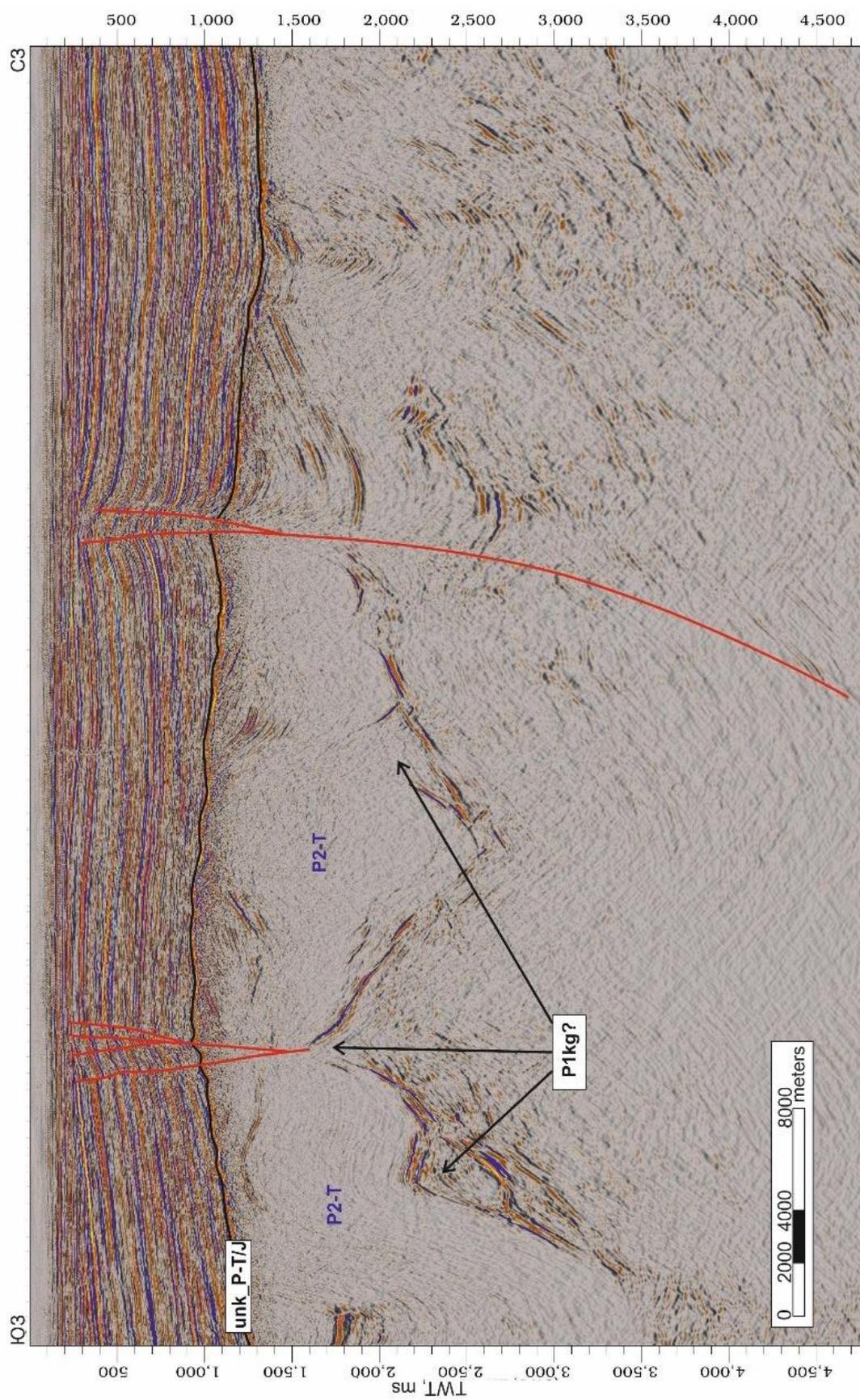


**Рис. 4. 2 Композитный временной сейсмический разрез через скв. Самраев-1PZ**  
 \*положение профилей на рис. 4.5

Мощность кунгурских отложений уменьшается в южном направлении до сотен метров, а затем выходит под поверхность предъюрского несогласия.

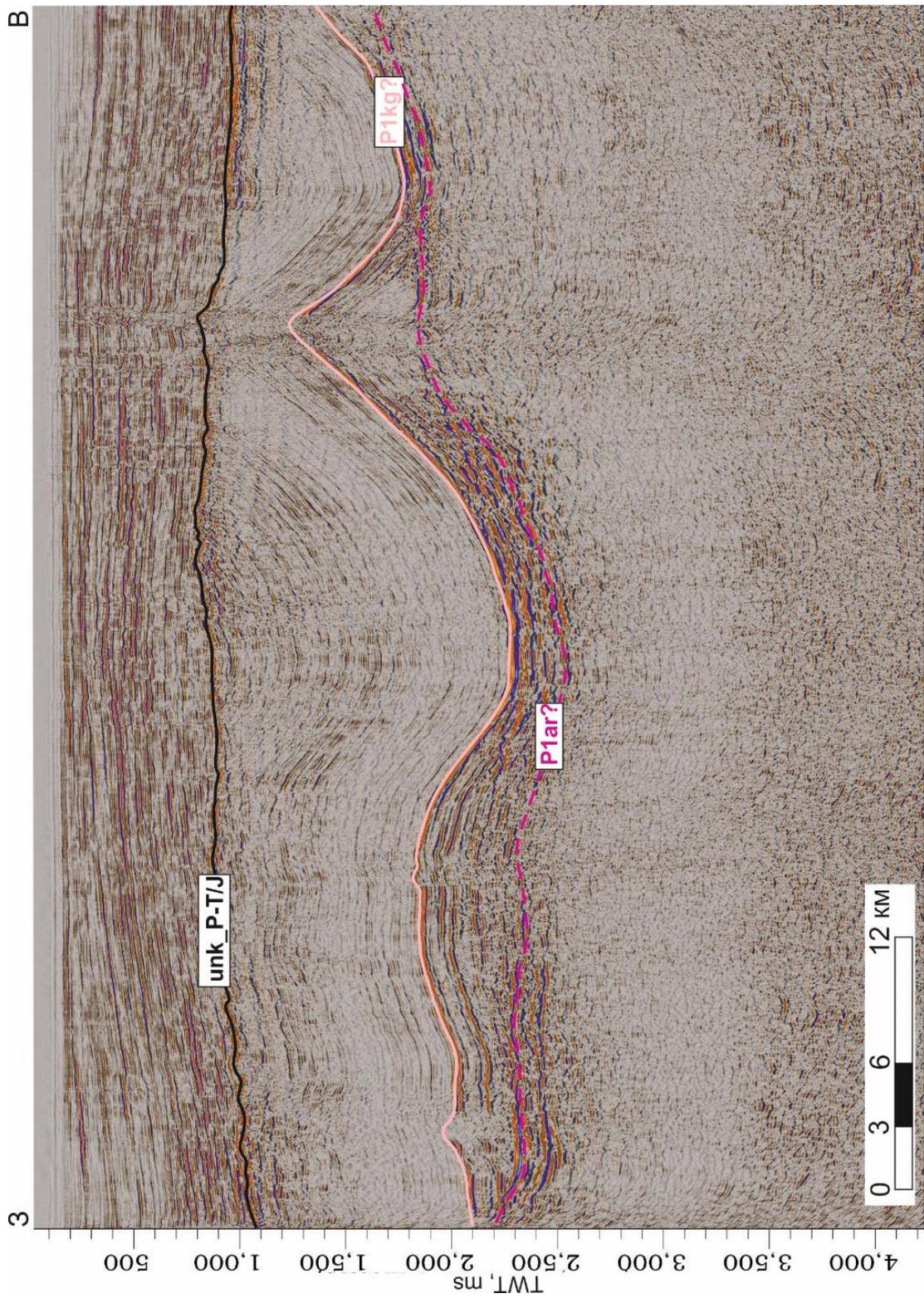
В центральной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны на всех сейсмических профилях 2D отсутствует сейсмокомплекс, надежно ассоциируемый с эвапоритовой толщей. Подтверждением факта локального отсутствия кунгурских отложений являются результаты бурения скважин Хазар-1 и Тулпар-1, где под верхнетриасовыми породами были вскрыты десятки метров карбонатных отложений московского возраста (C2m) [Пронин, Шестоперова, 2019]. Стоит отметить, что данные скважины пробурены на валах Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны. В локальных прогибах возможно присутствие небольших толщ эвапоритов, но доказательств этому в настоящее время нет.

Южная часть Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны заметно отличается от центральной и северной. Здесь в разрезе отсутствуют отражения, ассоциируемые с подсолевыми комплексами, и появляется мощная толща среднепермско-триасовых отложений (рис. 4.3). Наличие эвапоритов вблизи кряжа Карпинского является дискуссионным вопросом, поскольку в этой части территории нет ни одной скважины, вскрывшей кровлю солей. Передача корреляции отражающего горизонта из Прикаспийской синеклизы, где наличие солей доказано, также является неоднозначной, однако на сейсмических разрезах вблизи кряжа Карпинского в интервале предположительно кунгурских отложений выделяются тела линзовидной и куполовидной формы, согласно перекрытые более молодыми породами (рис. 4.4). Характер волновой картины и взаимоотношения отражающих границ в кровле и подошве этих тел, а также над ними, позволяет предположить, что это соляные подушки, сформировавшиеся в триасовое (позднетриасовое?) время. Локальная зона увеличения толщин кунгурских (?) отложений вблизи кряжа Карпинского приурочена к зоне тектонических нарушений сдвиговой природы: цветковая геометрия серии разломов, типичная для сдвиговых зон (зон трансенсии?), хорошо идентифицируется в верхней части разреза, в отложениях мезозоя.



**Рис. 4.3** Временной сейсмический разрез через южную часть Северного Каспия субмеридионального простирания

\*положение профилей на рис. 4.5



*Рис. 4. 4 Временной сейсмический разрез через южную часть Северного Каспия субширотного простирания*

*\*положение профилей на рис. 4.5*

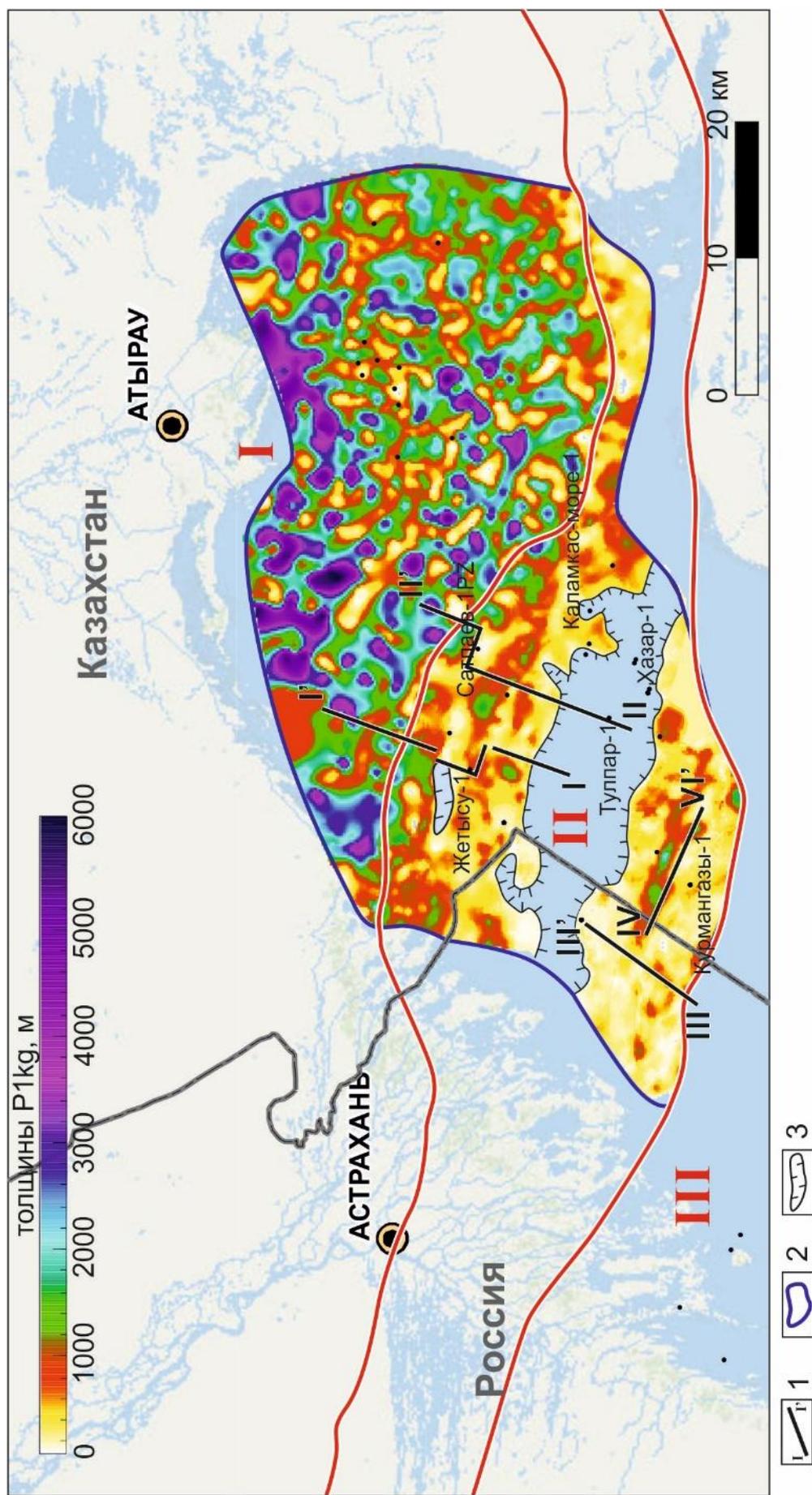
Образование соляных куполов и подушек вдоль зон тектонических нарушений является одной из особенностей соляной тектоники [Горюнов, 2010].

Приуроченность зон повышенных толщин предполагаемых кунгурских отложений к тектоническим нарушениям (связанное, возможно, с локальным проявлением присдвигового растяжения) можно рассматривать как дополнительный фактор, позволяющий прогнозировать наличие солей и в южной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны. В некоторых случаях соляные подушки могут быть приурочены к ядрам асимметричных антиклинальных складок (срыва?), подобных идентифицированной в ЮЗ части профиля III-III' (рис. 4.3).

### **Выводы**

В кунгурское время Северо-Каспийская складчато-надвиговая зона являлась бортом Прикаспийского изолированного бассейна, где накапливались сотни метров эвапоритов. Исходя из наличия и морфологических особенностей проявления кунгурской сульфатно-галогенной толщи, акваторию Северного Каспия можно условно разделить на 3 области (рис. 4.5). Самая северная из них – это область распространения соляных диапиров, охватывающая Прикаспийскую синеклизу и северную часть Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны. Наличие солей и ангидритов здесь подтверждено результатами бурения скважин. Южнее расположена область эрозии кунгурских отложений. Самой неоднозначной является южная часть Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны, где на единичных сейморазведочных профилях фиксируются тела, морфологически ассоциируемые с соляными подушками. При этом наличие здесь выдержанных по площади (маломощных) соленосных кунгурских отложений остаётся предметом дискуссии.

Основные выводы, приведенные в Главе 4, были представлены в следующей работе [Куницына, Дердуга и др., 2022].



**Рис. 4.5 Карта толщин эвапоритовой толщи кунгурского яруса нижней перми (P1kg)**

Условные обозначения: 1 – линии композитных профилей, 2 – полигон исследования, 3 – область отсутствия (эрозии) кунгурских отложений. Остальные условные обозначения показаны на рис. 3.1. 1

## ГЛАВА 5. НЕФТЯНАЯ СИСТЕМА<sup>6</sup>

Полученные в работе результаты и выводы представляют интерес для прогноза углеводородного потенциала палеозойских отложений. Рассмотрим все элементы нефтегазовой системы – коллекторы, покрышки, наличие и зрелость нефтегазоматеринских толщ, пути миграции УВ.

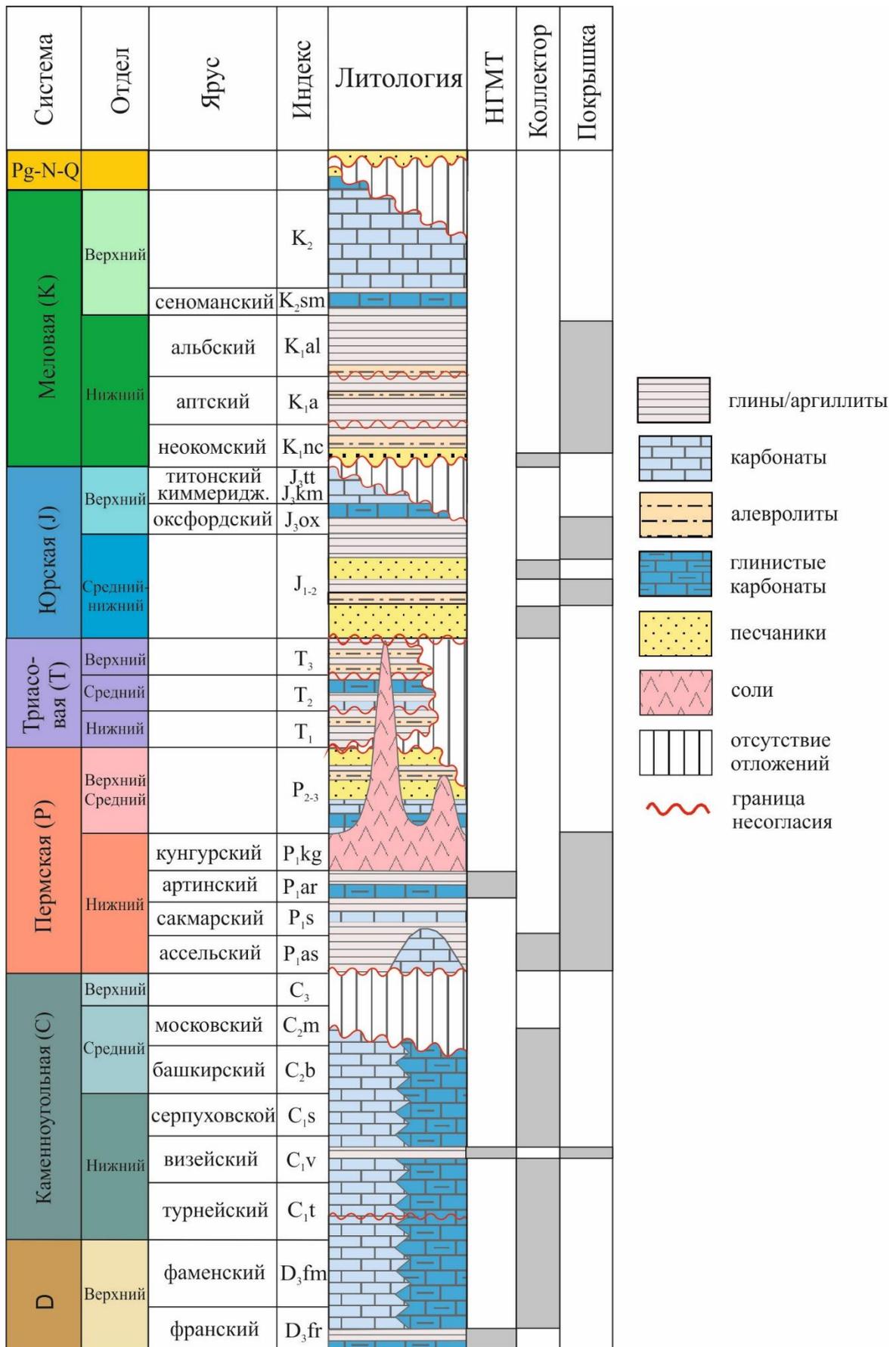
На Северном Каспии в палеозойских отложениях перспективным интервалом являются карбонатные образования позднедевонского-среднекаменноугольного возраста. Покрышкой для них служат региональные артинские глинистые толщи и эвапориты кунгурского возраста нижней перми. Основной нефтегазоматеринской толщей являются кремнисто-глинисто-карбонатные отложения франского яруса верхнего девона. Дополнительными НГМТ в разрезе могут выступать глинистые отложения нижнего карбона и нижней перми, однако их роль в формировании скоплений УВ пока не до конца изучена (Рис. 5.1).

Согласно имеющейся модели нефтегазообразования и нефтегазонакопления залежи углеводородов в карбонатных отложениях позднедевонско-среднекаменноугольного возраста формировались в результате вертикальной миграции углеводородов в Прикаспийской синеклизе и латеральной миграции в обрамляющие ее структурные понятия. Позднее вследствие разрушения залежей в палеозойских отложениях происходила преимущественно вертикальная миграция углеводородов в мезозойские породы по зонам дробления, связанным с разрывными нарушениями.

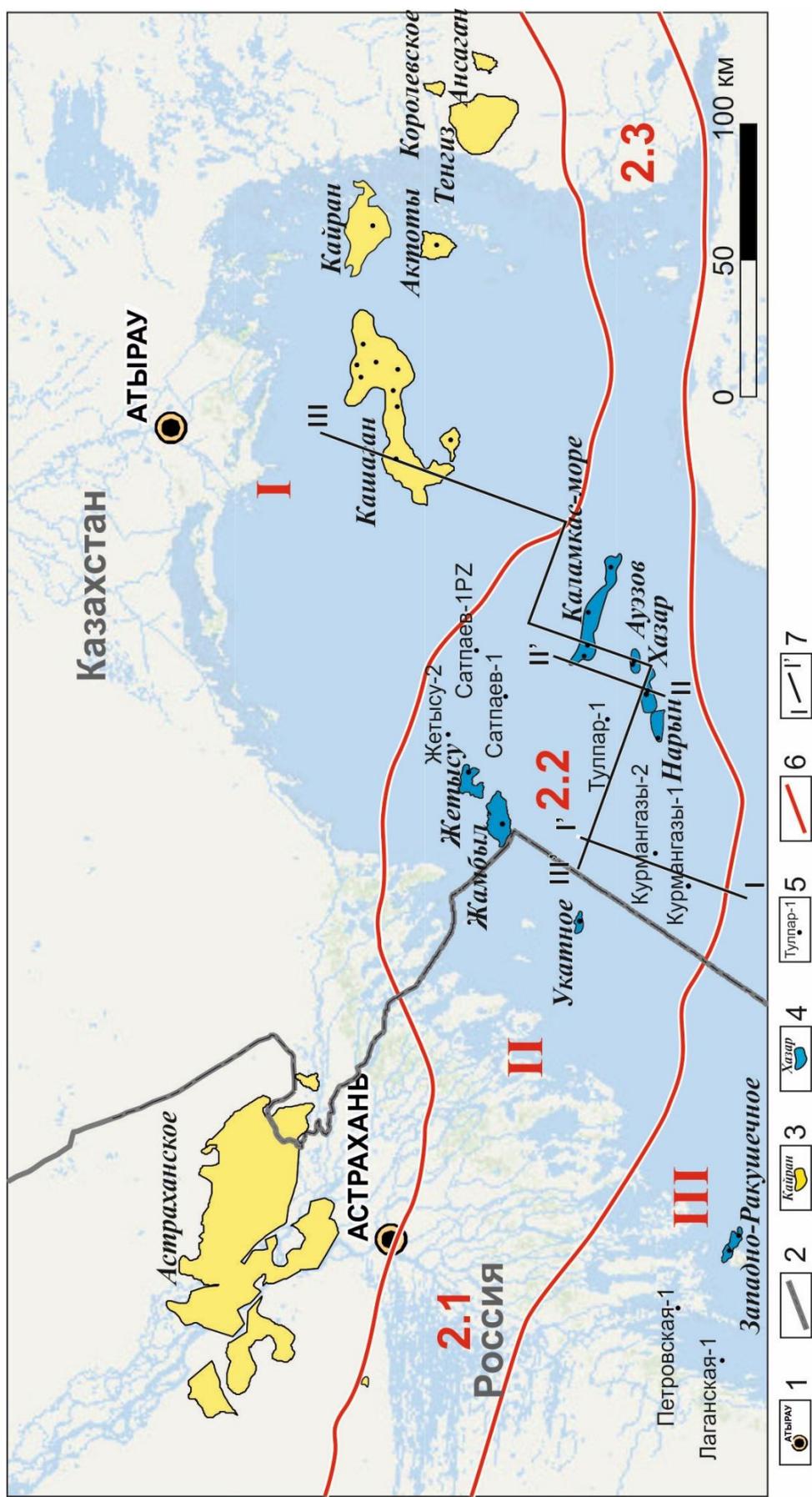
---

<sup>6</sup> При подготовке данного пункта диссертации использованы следующие публикации автора, в которых, согласно «Положению о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова», отражены основные результаты, положения и выводы исследования:

*Куницына И.В., Дердуга А.В., Альмендингер О.А., Малышев Н.А., Хайруллина Е.А., Вержбицкий В.Е., Митюков А.В.* Региональная геологическая модель как основа для обоснования новых направлений поиска углеводородов в хорошо изученных шельфовых регионах (на примере Северного Каспия) // Нефтяное хозяйство. – 2021. - №9. С23 -27. [https://doi.org/ 10.24887/0028-2448-2021-9-23-27](https://doi.org/10.24887/0028-2448-2021-9-23-27) RSCI (0,67 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,657)



**Рис. 5. 1 Стратиграфическая колонка Северного Каспия с элементами нефтяной системы**



**Рис. 5. 2 Обзорная карта Северного Каспия**

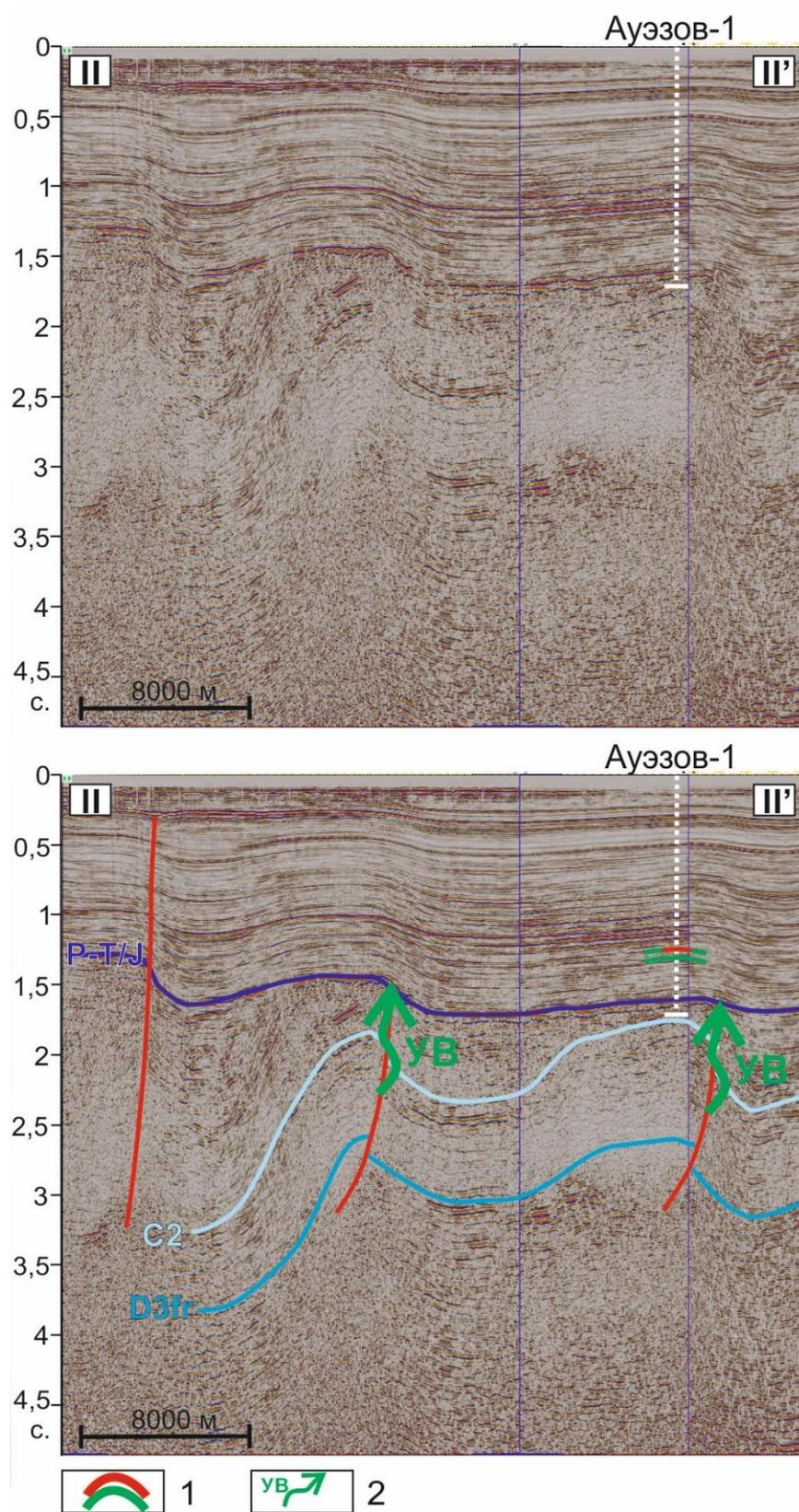
*1 – населенные пункты, 2 – границы государств, 2 – границы государства, Месторождения нефти и газа: 3 – в поддолевых палеозойских отложениях, 4 – в надсолевых мезозойских отложениях; 5 – скважины на акватории; 6 – границы тектонических элементов (I – Прикаспийская синеклиза, II – Калмыcko-Устюртская система палеозойских дислокаций: Складчато-надвиговые зоны: 2.1 – Каракульско-Смушковская, 2.2 – Северо-Каспийская, 2.3. – Южно-Эмбинская; III – Кряж Карпинского); 7 – линии сейсмических профилей 2D.*

Углеводороды из палеозойских толщ мигрировали в юрско-меловые отложения, первоначально скапливаясь над палеозойскими залежами, а затем перемещались по латерали, заполняя ловушки вблизи путей миграции [Бочкарев, Остроухов и др., 2011]. По данным сейсморазведки, такие месторождения углеводородов в мезозойском комплексе как Хазар, Ауэзов и Каламкас-море расположены над амплитудными разрывными нарушениями, развитыми в палеозойском интервале разреза (Рис. 5.2, Рис. 5.3).

Под структурой Курмангазы, проявленной в юрско-меловом разрезе, где результаты бурения оказались неуспешными, находится инверсированный грабен, выполненный отложениями средней-верхней перми и триаса мощностью 2-4 км, что, по мнению авторов, существенно усложнило вертикальную миграцию углеводородов из подсолевых палеозойских пород (Рис. 5.4).

Помимо этого, при облучение ультрафиолетовым светом шламового палеозойского карбонатного материала скважин блока Жемчужина (Нарын-1, Хазар-1, Ауэзов-1) и Каламкас-море-1 известняки и доломиты имеют желто-серое свечение, указывающее на наличие примеси углеводородов в поровом пространстве.

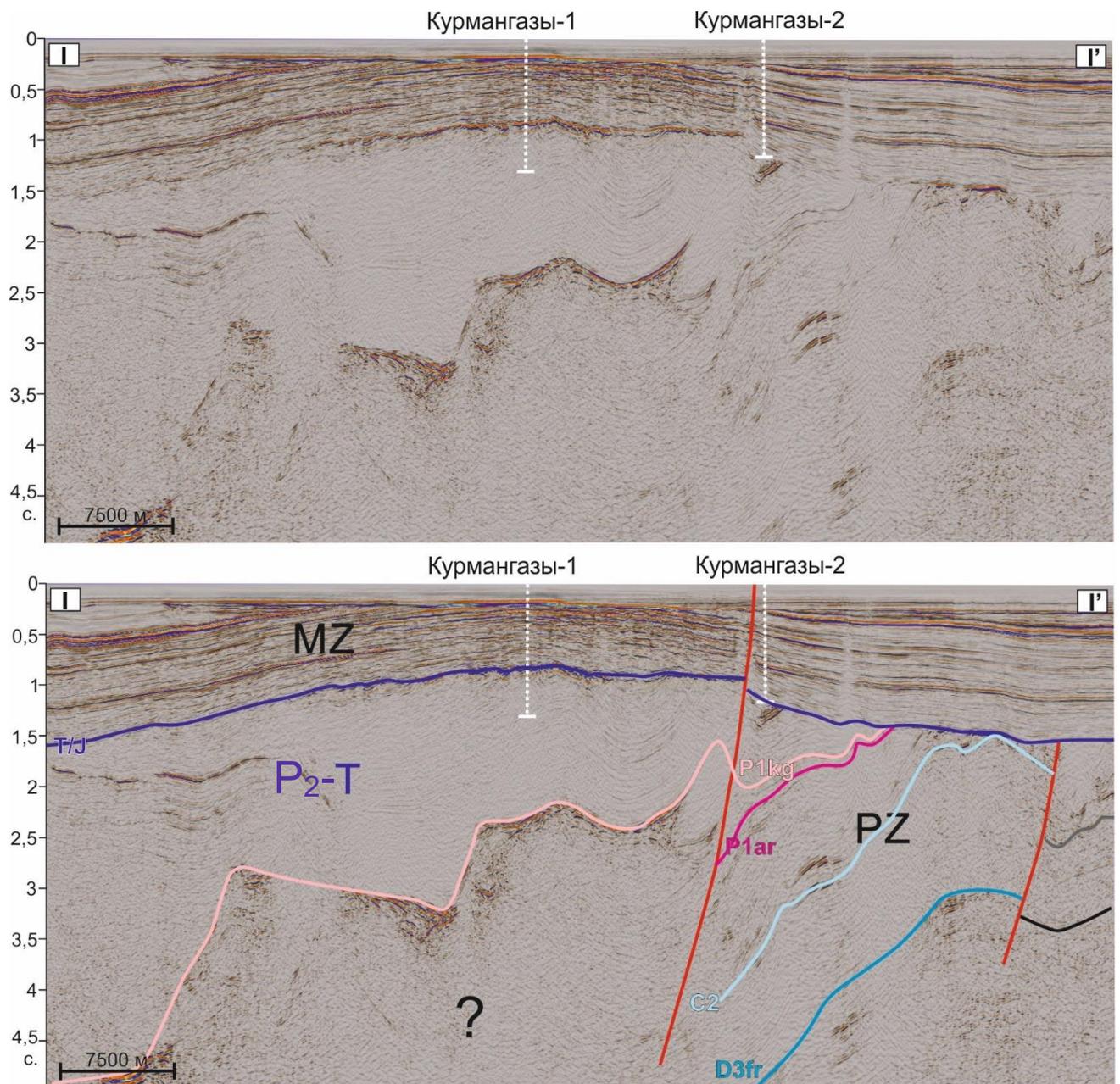
Исходя из текущей модели эволюции углеводородных систем, открытие мелких и средних по запасам залежей в мезозойских отложениях (Хазар, Ауэзов, Укатное, Жамбыл и Жетысу) позволяет сделать прогноз наличия в Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне НГМТ и/или путей миграции углеводородов в коллекторы палеозойского и мезозойского интервалов разреза. Однако, геологические риски в части сохранности подсолевых залежей углеводородов остаются достаточно высокими.



**Рис. 5. 3 Сейсмогеологический профиль через структуру Хазар и Каламкас-море**

*1 – залежи нефти и газа, 2 – пути миграции УВ.*

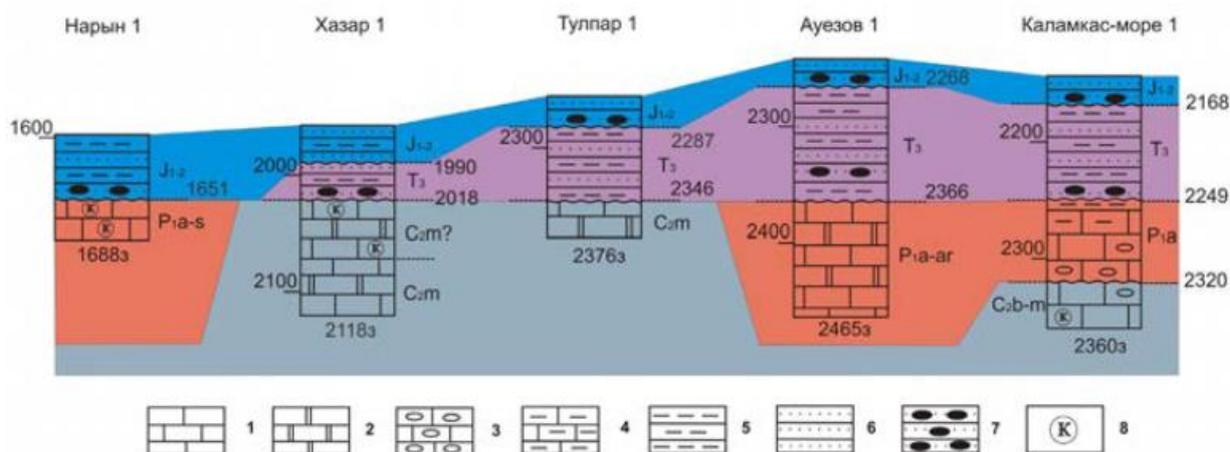
*Линия профиля см. на рис.5.2.*



**Рис. 5. 4 Сейсмогеологический профиль через структуру Курмангазы**

*Линия профиля см. на рис.5.2.*

Что касается наличия в палеозойском разрезе пород-коллекторов, то в Прикаспийской синеклизе доказано развитие изолированных карбонатных платформ позднедевонско-раннепермского возраста: Астраханской, Тенгиз-Кашаганской и др. [Волож, Парасына, 2008]. В Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне отложения каменноугольного комплекса установлены в разрезах скважин Тулпар-1, Хазар-1 и Калмкас-море-1 (Рис. 5.5), где под юрскими породами вскрыты первые метры мелководных карбонатных образований.

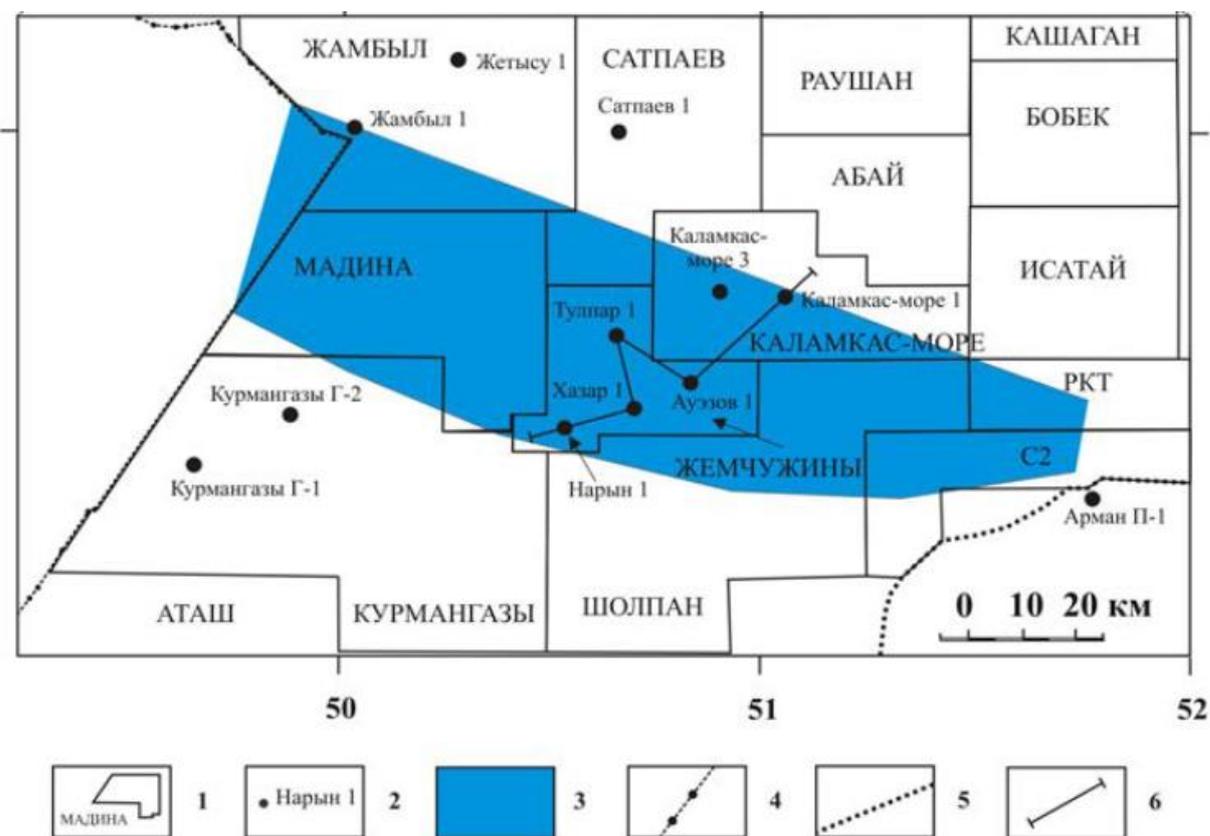


**Рис. 5. 5** *Схема корреляции верхнепалеозойских и верхнетриасовых отложений [Пронин, Шестоперова, 2019]*

*1 - известняк, 2 – доломит, 3 – известняк обломочный, 4 – известняк глинистый, 5 – аргиллит, глина аргиллитоподобная, 6 – песчаник, 7 – гравелит, конгломерат, 8 – участки окремнения*

Возраст последних был определен как среднекаменноугольный (московский век) [Пронин, Шестоперова, 2019]. Пронин и др. определили, что нижнепермские карбонатные породы в скважине Ауэзов-1 соответствуют биогермной фации, в скважине Нарын-1 – мелководно-шельфовой, а в скважине Каламкас-море-1 карбонаты ассельского возраста сформированы в условиях склона карбонатной платформы. В скважине Сатпаев-1PZ нижнепермские докунгурские отложения сложены глубоководной глинистой фацией [Пронин, Шестоперова, 2020]. Данные исследователи [Пронин, Шестоперова, 2019] считают, что карбонатные отложения в скважине Каламкас-море соответствуют

северной части Южно-Эмбинской карбонатной платформы, а в разрезе скважины Арман П-1 – южной части (Рис. 5.6).

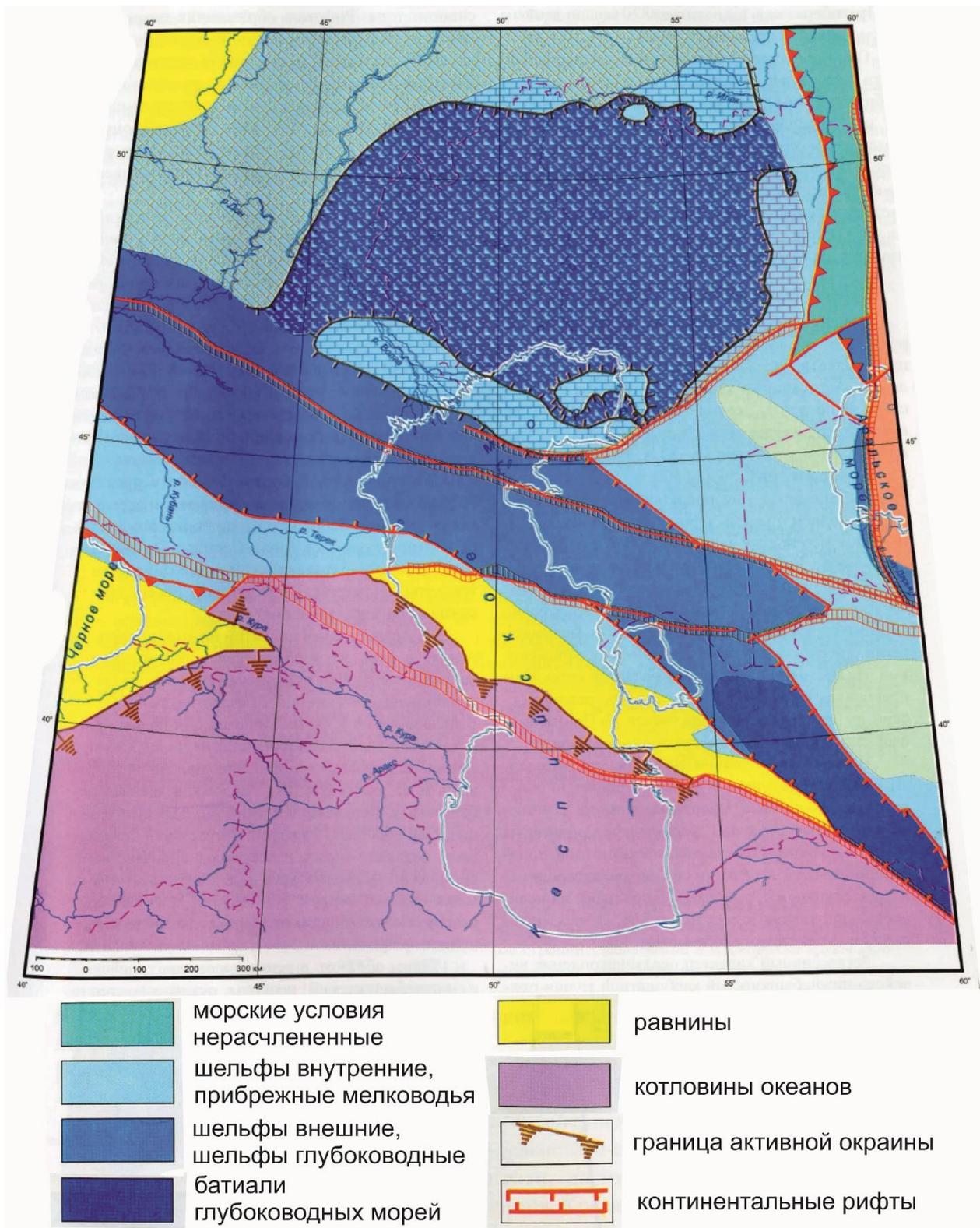


**Рис. 5. 6 Область распространения карбонатной платформы [Пронин, Шестоперова, 2019]**

*1 - разведочные блоки, 2 – скважины, 3 - предполагаемое распространение палеозойской карбонатной платформы, 4 - морская граница по недрам Республики Казахстан и Российской Федерации, 5 - граница Каспийского моря, 6 - расположение схемы корреляции*

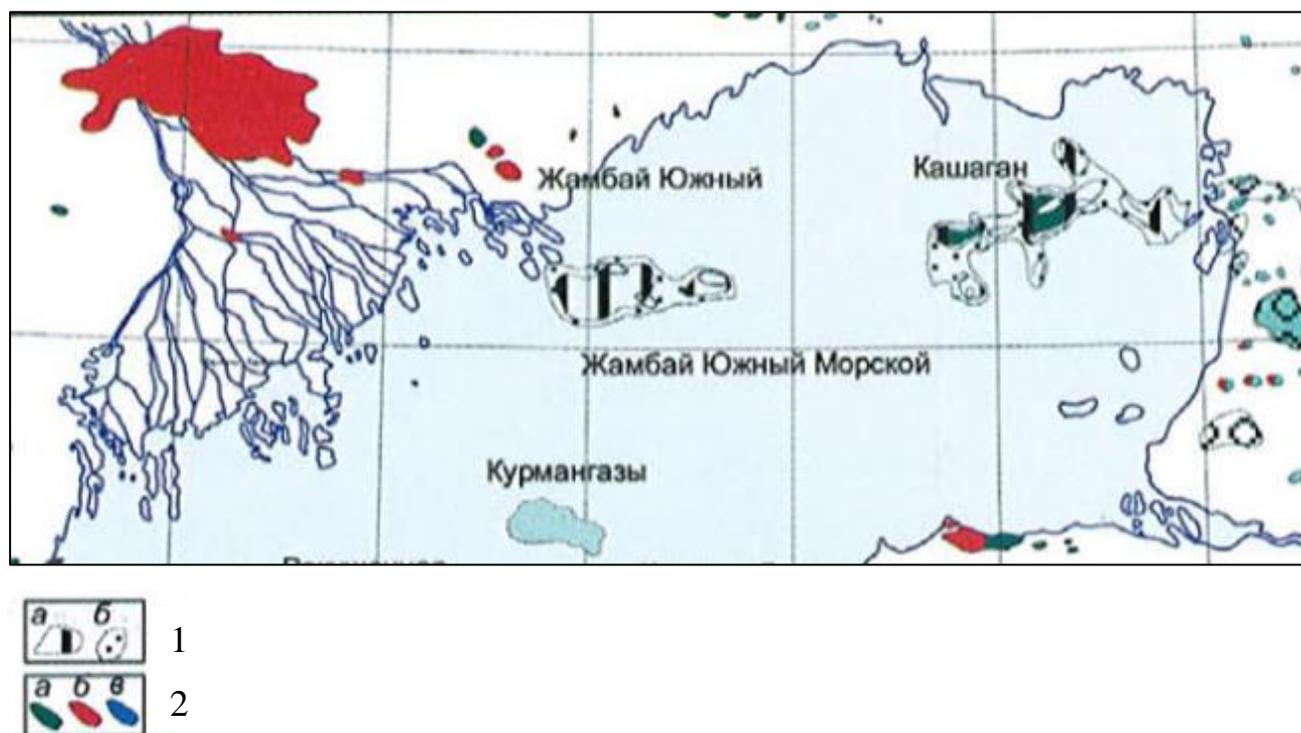
В главе 3 было отмечено, что в восточной части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны по совокупности сейсмических и скважинных данных предполагается наличие мелководной карбонатной платформы, вероятно, и коллекторов. Наибольшие вопросы по наличию карбонатных коллекторов вызывает западная часть изучаемой зоны.

Ю.А. Волож и В.С. Парасына [2008] предположили существование в визейско-башкирское время крупной карбонатной платформы, охватывающей территории современных Астраханского свода и Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны (Рис. 5.7) [Волож, Парасына, 2008].



**Рис. 5. 7 Палеогеографическая схема для визейско-башкирского возраста [Волож, Парасына, 2008]**

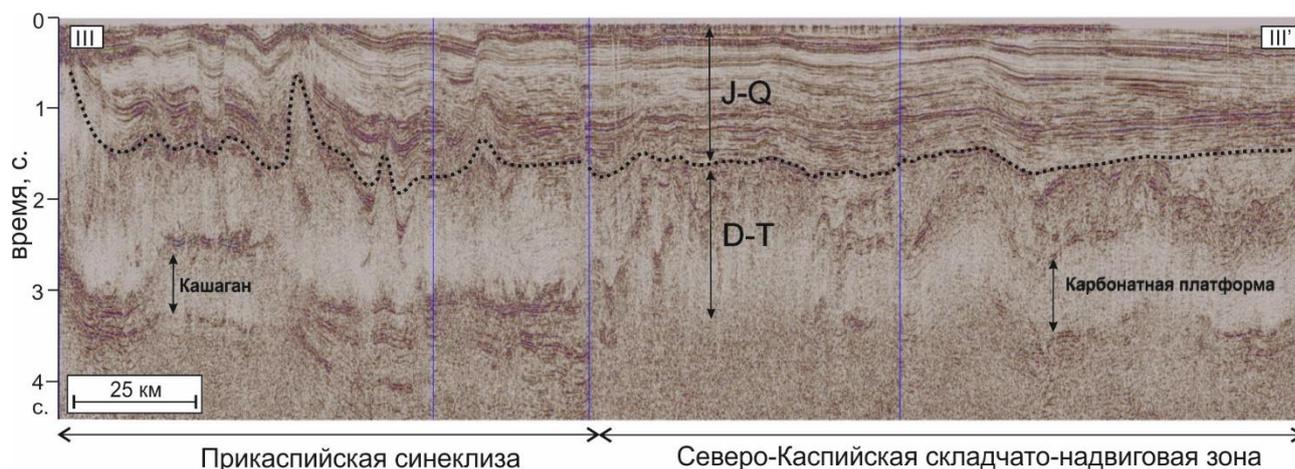
По результатам интерпретации геофизических полей и региональных сейсмических профилей 1990-1996 гг. Глумовым и др. [2004] в западной части Северного Каспия была выделена Южно-Жамбайская карбонатная платформа (Рис. 5.8).



**Рис. 5. 8** Выкопировка из схемы расположения ключевых структур и месторождений Северного Каспия [Глумов, Маловицкий и др., 2004]

Условные обозначения: 1 – структуры палеозойского комплекса: а – зоны поднятий и сводов, б – локальные купола, 2 – месторождения: а – нефти, б – газа, в - конденсата

Кроме того, на временных разрезах через Северо-Каспийскую складчато-надвиговую зону в волновом поле на большой площади отчетливо выделяется низкочастотный интервал выдержанной мощности. Такая запись характерна для интервалов развития карбонатных отложений (Рис. 5.9).



**Рис. 5.9** Временной сейсмический разрез, иллюстрирующий карбонатную платформу

*\*положение профиля на рис. 5.2*

Совокупность всех данных позволяет предположить на большей части Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны наличие в разрезе отложений изолированной карбонатной платформы, в пределах которой, по аналогии с известными открытиями, прогнозируется развитие достаточно мощных интервалов пород-коллекторов (до первых сотен метров). Областью с неопределенностью наличия карбонатных пород-коллекторов в палеозойских отложениях является субширотная зона в районе поднятия Курмангазы: в ее пределах на временных разрезах отсутствуют высокодинамичные отражения, которые обычно характерны для кровли и подошвы карбонатного комплекса (Рис. 5.4).

Для прогноза обнаружения скоплений углеводородов помимо установления наличия ловушки, коллектора, нефтематеринских пород и путей миграции УВ необходимо обоснование существования в пределах региона пород-флюидоупоров. Как было отмечено выше, покровкой для открытых залежей в палеозойских карбонатах в северной части Северного Каспия служат соленосные толщи кунгурского века ранней перми, а также регионально развитые артинские глинистые отложения мощностью до первых сотен метров. В главе 4 подробно рассматривается вопрос распространения эвапоритовых отложений в пределах изучаемой территории. Показано, что на временных сейсмических разрезах,

проходящих через северную часть Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны и под поднятием Курмангазы, в волновом поле выделяются тела, которые могут быть связаны с формированием соляных подушек. Однако, вследствие проявления в рассматриваемом регионе в герцинское время процессов воздымания и эрозии, эвапоритовая толща в центральной части в существенной степени размыта.

Верхнекаменноугольно-нижнепермские докунгурские отложения выделены на временных профилях как интервал с дифференциацией отражений (ССКЗ). Их мощность на отдельных участках достигает нескольких км. Этот комплекс отложений характеризуется литологической изменчивостью в регионе. Верхнекаменноугольно-артинские толщи в Каракульско-Смушковской зоне представлены молассово-флишоидной формацией с низкими экранирующими свойствами пород [Афанасенков, Скворцов и др., 2008]. В Южно-Астраханской зоне поднятий в разрезе сакмаро-артинских отложений нижней перми отмечены интервалы пластичных глин и аргиллитов, которые могут являться флюидоупорами. В Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоне в скважинах Ауэзов-1, Нарын-1 и Каламкас-море-1 вскрыты фрагменты нижнепермской карбонатной платформы, а в скважине Сатпаев-PZ - более 1 км пластичных глин с прослоями глубоководных карбонатов раннепермского возраста, которые потенциально могут выступать в роли флюидоупоров [Пронин, Шестоперова, 2020].

На Рис. 5.10 показана карта рисков наличия пород-флюидоупоров. Высоким риском является область, в которой отмечается:

- эрозия верхнекаменноугольно-нижнепермских (включая кунгурские) отложений по данным интерпретация сейсморазведочных данных 2D;
- эрозия кунгурских эвапоритов, нижнепермские отложения по данным бурения скважин представлены карбонатными отложениями.



**Рис. 5. 10 Карта рисков наличия пород-флюидоупоров**

Условные обозначения: 1 - низкий риск, 2 – средний, 3 – высокий

Зоной низкого риска является область развития соляных диапиров кунгурского возраста.

Средним риском характеризуется область:

- эрозии кунгурских отложений, но вероятно терригенных отложений ассельско-артинского возраста;
- область предполагаемого развития диапиров кунгурского возраста, но возможно достаточно мощной молассово-флишевой толщей позднекаменноугольно-раннепермского возраста.

Таким образом, исследуемую территорию можно условно разделить на: южную (субширотная территория поднятия Курмангазы) с высокими рисками по наличию в ее пределах пород-коллекторов, флюидоупоров, НГМТ и путей миграции УВ, восточную и западную часть Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны – с высокими рисками по наличию пород-флюидоупоров. В северной области ключевые геологические риски в целом ниже и связаны, прежде всего, с качеством покрышек. Для всей Северо-Каспийской зоны характерны риски, связанные с сохранностью прогнозируемых залежей.

Основные выводы, приведенные в Главе 5, были представлены в следующей работе [Куницына, Дердуга и др., 2021] и докладывались на следующих конференциях:

- IV конференции "Технологии в области разведки и добычи нефти ПАО "НК "Роснефть" (23-25 октября, 2018 г., г. Москва), тема «Региональная геологическая модель Каспийского моря: новые перспективы геологоразведки»;
- V конференции "Технологии в области разведки и добычи нефти ПАО "НК "Роснефть" (15-17 октября 2019 г., г. Москва), тема «Особенности распределения нефтегазоносности в Каспийском море».

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На севере Северного Каспия и его обрамлении в верхнепалеозойском комплексе установлены уникальные месторождения – Тенгиз, Кашаган, Центрально-Астраханское. Эти подсолевые отложения не рассматривались до недавнего времени в качестве перспективного направления поисков залежей углеводородов в южной части Северного Каспия, которая располагается южнее Прикаспийской синеклизы.

Анализ всех имеющихся геолого-геофизических данных позволил охарактеризовать палеозойский интервал разреза в южной части Северного Каспия. В результате проведенных исследований подтверждены ранее сделанные предположения Воложа Ю.А., Абилхасимова Х.Б., Антипова М.П., Никишина А.М., Марабаев Ж.Н., Жолтаева Г.Ж., Соборнова К.О. и др. о сложном складчато-надвиговом строении южной части Северного Каспия, которую предложено называть Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоной. Автором детализировано положение палеозойских складок внутри данной зоны. Отмечается субширотная ориентировка выделяемых структурных элементов.

В истории геологического развития Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны можно выделить пять крупных этапов.

1. 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.

2. 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 кряжа Карпинского). В то же время в восточной части

происходило накопление карбонатного комплекса, продолжающего Южно-Эмбинскую карбонатную платформу.

3. 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 центральной части данной зоны кунгурские отложения эродированы.

4. В среднепермско-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, местами и нижележащих отложений (вплоть до среднекаменноугольных).

5. 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.

В результате проведенной работы с точки зрения перспектив нефтегазоносности исследуемую Северо-Каспийскую складчато-надвиговую зону можно условно разделить на: южную (субширотная территория поднятия Курмангазы) с высокими рисками по наличию в ее пределах пород-коллекторов, флюидоупоров, НГМТ и путей миграции УВ, восточную и западную часть Северо-Каспийской складчато-надвиговой зоны – с высокими рисками по наличию пород-флюидоупоров. В северной области ключевые геологические

риски в целом ниже и связаны, прежде всего, с качеством покрышек. Для всей Северо-Каспийской зоны характерны риски, связанные с сохранностью прогнозируемых залежей.

## Список литературы

### Опубликованная литература

1. Абилхасимов Х.Б. О новых перспективах нефтегазоносности глубокозалегающих объектов палеозойских отложений Прикаспийского бассейна // Научное обозрение. Реферативный журнал. – 2016. – № 6. – С. 36-65.
2. Абилхасимов Х.Б. Особенности формирования природных резервуаров палеозойских отложений Прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности // М.: Издательский дом Академии Естествознания. - 2016. - 244с.
3. Абилхасимов Х.Б. Условия формирования природных резервуаров подсолевых отложений Прикаспийской впадины и оценка перспектив их нефтегазоносности: автореф. дис. док. геол.-мин. наук: 25.00.12 // Хаирлы Бабашевич Абилхасимов. - 2011. – 48с.
4. Авербух Б.М., Алиева С.А. Промышленная нефтегазоносность шельфа Северного Каспия // Геология нефти и газа. – 2006. - №1. - С 18-24.
5. Антипов М.П., Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н., Хераскова Т.Н., Парасына В.С. и др. Астраханский карбонатный массив: Строение и нефтегазоносность // М.: Научный мир. 2008. С.221.
6. Афанасенков А.П., Скворцов М.Б., Никишин А.М., Мурзин Ш.М., Поляков А.А. Геологическая история и нефтяные системы Северного Каспия // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 2008. - №3. - С. 3-10.
7. Ахияров А.В., Поляков Е.Е. Условия формирования Астраханского газоконденсатного месторождения и перспективы новых открытий в ареале Астраханского свода // Научно-технический сборник: Вести газовой науки. – 2011. - №3. – С. 107-123.
8. Ахияров А.В., Семенова К.М. Палеозойские карбонатные платформы Прикаспийской впадины как нефтегазопроисковые критерии // Научно-технический сборник: Вести газовой науки. – 2013. - №5. – С. 138-252.

9. Блоки Казахской части Каспийского шельфа. Перспективы нефтегазоносности // Алматы. – 2003. – 119с.
10. Бочкарев А.В., Остроухов С.Б., Бочкарев В.А. и др. Условия формирования углеводородных скоплений месторождения Укатное Северного Каспия // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. - 2011 - № 11. - С. 4-13.
11. Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Бычкова Д.А., Мелихов М.С. История изучения и методология геолого-геофизических исследований шельфовой зоны российского сектора Каспийского моря // Дневник науки. - 2017. - №8.
12. Быстрова И.В., Смирнова Т.С., Бычкова Д.А., Мелихов М.С. Тектоника и нефтегазоносность северо-западного Прикаспия // Вестник ВГУ. Серия: геология. - 2017. - №3. – С. 93-100.
13. Вейл П. Р., Грегори А. П., Митчем Р. М. мл., Шерифф Р. Сейсмическая стратиграфия // М.: Мир. - 1982. - 375 с.
14. Волож Ю.А., Антипов М.П., Леонов Ю.Г., Морозов А.Ф. Строение кряжа Карпинского // Геотектоника. - 1999. - № 1. - С. 28–43.
15. Волож Ю.А., Волчегурский Л.Ф., Грошев В.Г., Шишкина Т.Ю. Типы соляных структур Прикаспийской впадины // Геотектоника. – 1997. - №3 - С. 41-55.
16. Волож Ю.А., Дмитриевский А.Н., Леонов Ю.Г., Милетенко Н.В., Ровнин Л.И. О стратегии очередного этапа нефтегазопоисковых работ в Прикаспийской нефтегазоносной провинции // Геология и геофизика. – 2009. - Том 50. - №4. – С. 341-362.
17. Волож Ю.А., Гогоненков Г.Н., Делия С.В., Корчагин О.А., Комаров А.Ю., Рыбальченко В.В., Сибилев М.А., Стенин В.А., Пыхалов В.В., Титаренко И.А., Токман А.К. Углеводородный потенциал глубоких горизонтов Астраханской зоны нефтегазонакопления: проблемы и решения // Геотектоника. – 2019. - №3. – С. 3-23.
18. Волож Ю.А., Парасына В.С. Астраханский карбонатный массив. Строение и нефтегазоносность // М.: «Научный мир». - 2008. – 222с.

19. Волож Ю.А., Пилифосов В.М., Сапожников Р.Б. Тектоника Туранской плиты и Прикаспийской впадины по результатам региональных геофизических исследований // Проблемы тектоники Казахстана. Алма-Ата: Наука. - 1981. - С. 170-178.
20. Воронин Н.И., Миталев И.А., Макарова А.М., Просянкин Д.Н. Филлиповские отложения – новый перспективный горизонт на юго-западе Прикаспийской впадины // Геология нефти и газа. - 1991. - №5. - С. 4-5.
21. Воцалевский Э.С., Шлыгин Д.А. Нефтегазовые системы осадочных бассейнов Казахстанского сектора Каспийского моря. // Геология Казахстана. Сборник трудов. Алматы. - 2004. - С. 330–342.
22. Габдуллин Р.Р., Копаевич Л.Ф., Иванов А.В. Секвентная стратиграфия // М.: МАКС Пресс. - 2008. – 113с.
23. Глумов И.Ф., Маловицкий Я.П., Новиков А.А., Сенин Б.В. Региональная геология и нефтегазоносность Каспийского моря // М.: ООО «Недра-Бизнес-центр». - 2004. - 342 с.
24. Горюнов Е. Ю., Игнатов П. А., Клементьева Д. Н., Серавина Т. В. Условия формирования солянокупольных структур в северной бортовой зоне Прикаспия // Геология нефти и газа. - 2010. - №2. – С. 29-35.
25. Гулиев И.С., Левин Л.Э., Федоров Д.Л. Углеводородный потенциал Каспийского региона (системный анализ) // Баку, Nafta-Press. - 2003. - 127 с.
26. Гулиев И.С., Федоров Д.Л., Кулаков С.И. Нефтегазоносность Каспийского региона // Баку: Nafta-Press. - 2009. - 409 с.
27. Дедеев В.А., Гецен В.Г. и др. Структура платформенного чехла Европейского севера СССР // Наука. Ленинград. – 1982. – 200 с.
28. Дуйсенбаев Н.Б. Геологическое строение, нефтегазоносность месторождения Каражанбас. Палеонтологические реконструкции формирования продуктивных горизонтов: дипломная работа // КНИУ, Алматы. - 2020. – 34с.
29. Жемчугова В.А. Резурвуарная седиментология карбонатных отложений // М.: ООО «ЕАГЕ Геомодель». - 2014. – 232 с.

30. Жемчугова В.А., Макарова Е.Ю., Наумчев Ю.В., Макаров Н.Д., Панков В.В. Карбонатные резервуары подсолевых отложений Прикаспийской синеклизы. // Георесурсы. - 2017. - Спецвыпуск. Ч. 2. - С. 194-207.
31. Калмагамбетов Ж.К. Расширение сферы услуг АО «НИПИнефтегаз» по обработке, интерпретации и анализу результатов сейсморазведочных работ // Сборник трудов АО «НИПИнефтегаз». – Актау. – 2020. – Вып. 6. - С.77-89.
32. Кирюхин Л.Г. и др. Особенности формирования и размещение залежей нефти и газа в подсолевых отложениях Прикаспийской впадины // М.: Недра. – 1984. – 143 с.
33. Козмодемьянский В.В., Салимгереев М.Ж. и др. Особенности строения доюрского структурного комплекса п-ова Бузачи в связи с перспективами нефтегазоносности // Геология нефти и газа. – 1995. - №10. –С. 9-15.
34. Куандыков Б. М., Турков О. С., Шестоперова Л. В. Геологическое строение и оценка углеводородного потенциала северо- восточного сегмента Каспийского моря (в пределах Казахстана) // Геология регионов Каспийского и Аральского морей.– Алматы: Казахстанское геологическое общество «КазГео». - 2004. – С.224–236.
35. **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. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2020-3-11-18> RSCI (0,924 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,922)
36. **Куницына И.В., Дердуга А.В., Альмендингер О.А., Малышев Н.А., Хайруллина Е.А., Вержбицкий В.Е., Митюков А.В.** Региональная геологическая модель как основа для обоснования новых направлений поиска углеводородов в хорошо изученных шельфовых регионах (на примере Северного Каспия) // Нефтяное хозяйство. – 2021. - №9. С23 -27. <https://doi.org/10.24887/0028-2448-2021-9-23-27> RSCI (0,67 п.л., личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,657)

37. **Куницына И.В.**, Дердуга А.В., Васильева Н., Вержбицкий В.Е., Малышев Н.А., Хайруллина Е.А. Прогноз распространения кунгурских соленосных отложений в пределах Северного Каспия // Геология нефти и газа. – 2022. - №3. – С. 17-27. <https://doi.org/10.31087/0016-7894-2022-3-17-27> RSCI (1,27 п.л., **личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,922**)
38. **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 // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. - 2022. - № 5. - С. 35–46. RSCI (1,5 п.л., **личный вклад – 80%, импакт-фактор в РИНЦ – 0,755**)
39. Лебедев Л.И. Каспийское море Геология и нефтегазоносность // М.: Наука. - 1987. - 295с.
40. Марабаев Ж.Н., Жолтаев Г.Ж. и др. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности Северного и Среднего Каспия // Астана. - 2005. - 195 с.
41. Медведев П.В., Попович С.В., Куклинский А.Я. Тектоническое строение и некоторые вопросы нефтегазогеологического районирования платформенного чехла акватории Северного и Среднего Каспия (в пределах Скифско-Туранской платформы) // Труды ООО «Лукойл-ВолгоградНИПИморнефть». Выпуск 67: Вопросы освоения нефтегазоносных бассейнов. - 2008. - С. 24-39
42. Мурзагалиев Д. М. Каспийское море: разведка и разработка морских месторождений // Геология, география и глобальная энергетика. - 2017. - №4. - С.20-32.
43. Мурзин Ш.М. Геологическое строение и перспективы нефтегазоносности акватории Среднего и Северного Каспия: дис. канд. геол.-мин. наук: 25.00.01 // Шамиль Мудаллифович Мурзин. - 2010. – 123с.
44. Мурзин Ш.М. Изучение особенностей формирования залежей нефти и газа Среднего и Северного Каспия для определения направлений

- геологоразведочных работ в регионе // Научно-технический вестник ОАО «НК «Роснефть». - 2009. - №3. - С.19-22.
45. Мурзин Ш.М. Нефтяные системы и их история формирования в акватории Северного Каспия // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2010. - №6. – С. 23-35.
46. Мурзин Ш.М. Формирование краевых прибортовых соляных куполов в Прикаспийской впадине. // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел Геологический. - 2010. – Т. 85. - Выпуск 6. - С.21-24.
47. Никишин А.М., Копаевич Л.Ф. Тектоностратиграфия как основа палеотектонических реконструкций // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. 2009. № 2. С. 3–12.
48. 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.
49. Ольнева Т.В. Сейсмофациальный анализ. Образы геологических процессов и явлений в сейсмическом изображении // Москва. Ижевск: Институт компьютерных исследований. - 2017. – 152с.
50. Пронин А. П., Куанышев Ф. М., Милькина Н. В., Калмуратова С. А. Московские отложения юго-востока Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия.– 2010.– Вып.61.– С. 7–16.
51. Пронин А. П., Куанышев Ф. М., Салыхова А., Милькина Н. В. Новые данные о палеозойских отложениях в области сочленения Прикаспийской впадины и Туранской плиты (акватория Каспийского моря) // Геология нефти и газа.– 2011.– № 4.– С. 21–25.
52. Пронин А.П., Турков О.С., Калмуратова С.А., Милькина Н.В. Новые данные об условиях образования палеозойских отложений п-ва Бузачи // Геология Казахстана. – 1997. - №4. - С.43-52.
53. Пронин А.П., Урестенова Ш.С. Условия накопления палеозойских осадков и формирование коллекторов на юго-востоке Прикаспийской впадины // III

- Международный семинар "Нефтегазоносные резервуары северного и восточного побережья Каспийского моря". – 1996. - С.68-82.
54. Пронин А.П., Шестоперова Л.В. Литолого-стратиграфическая характеристика доюрских отложений Северо-Каспийского поднятия // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2019. - Вып. 99. - С. 35-47.
55. 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.
56. Пронин А.П., Шестоперова Л.В. Палеозойские отложения приграничной зоны Северного и Среднего Каспия // Тезисы международной научно-технической конференции «Прогноз и разработка нефтегазоперспективных месторождений НК «Лукойл». 23–24 апреля. Волгоград: «ВолгоградНИПИморнефть». – 2014. – С. 45–46.
57. Пронин А.П., Шестоперова Л.В. Пронин Н.А. Литология и перспективы нефтегазоносности палеозойских отложений Северо-Каспийского поднятия (северная часть акватории Каспийского моря, Казахстан) // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. – 2019. - №1. – С. 4-15.
58. Пыхалов В.В. Новые данные о геодинамических особенностях формирования Кряжа Карпинского // Вестник АГТУ. - 2008. - №6. - С. 96-100.
59. Пыхалов В.В. Определение новых нефтегазоперспективных направлений на основе геологической модели Астраханского свода: дис. док. геол.-мин. наук: 25.00.12 // Виктор Владимирович Пыхалов. - Москва. - 2015. – 398с.
60. Санина Л.В., Ускова Н.А. Башкирские отложения восточного борта Прикаспийской синеклизы // Стратиграфия и литология подсолевых нефтегазоносных комплексов Прикаспийской впадины. Саратов. – 1991. - С.71-77.
61. Сапожников Р.Б., Шлезингер А.Е. Вторичные локальные соляные бассейны и купола юга Прикаспийской впадины и юга Северного Каспия // Вопросы геологии и геоморфологии Каспийского моря. М., Наука. – 1990. - С. 117-121.

62. Серебряков А.О. Аналоговый прогноз нефтегазоносности палеозоя Каспийского моря // Геология, география и глобальная энергия. - 2011. – №3. - С. 27-38.
63. Силантьев Ю.Б. Особенности геологического строения и нефтегазоносности северо-западной части Каспийского моря // Вести газовой науки. – 2014. - №3. – С. 49-55.
64. Соборнов К.О. Нефтегазоносный потенциал складчато-надвиговых зон восточного и южного обрамлений Восточно-Европейской платформы // Нефть и газ. – 2022. – №1. – С. 30-45.
65. Тихомиров П.Л., Назаревич Б.П. Триасовый магматизм восточной части Скифской плиты / Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. - 2001. - Т. 76. - № 5. – С. 55-68
66. Тулегенова Г., Сеитов Н.С., Тектоническое районирование и геодинамические условия формирования структур северокаспийского нефтегазоносного региона // Алматы, Известия НАН РК. Серия геологии и технических наук. - 2016. - № 2. – С. 5-16.
67. Шестоперова Л. В., Пронин А. П., Братыщенко О. В., Калмуратова С. А. Литолого- стратиграфическая характеристика и условия образования палеозойских и мезозойских отложений в приграничной зоне Северного и Среднего Каспия // Каспийский регион: Геологическое строение и нефтегазоносность. Труды ОНГК. Алматы.– 2014.– Вып.4. -С. 195–200.
68. Хаин В.Е., Н.А. Богданов. Международная тектоническая карта Каспийского моря и его обрамления // Институт литосферы окраинных и внутренних морей. – Москва. - 2003.
69. Хаин В.Е., Попков В.И. Тектоника южного обрамления Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка к тектонической карте Черноморско-Каспийского региона. Масштаб 1:2500000 // Краснодар. - 2009.
70. Zhenyun Wu, Hongwei Yin, Xin Wang, Bo Zhao, Junzhang Zheng, Xingyuan Wang, Wei Wang The structural styles and formation mechanism of salt structures in the Southern Precaspian Basin: Insights from seismic data and analog modeling

// Marine and Petroleum Geology.– 2015.– V. 62.– № 2.– P. 58–76.

71. Jeroen A. M. Kenter, T. Playton, Paul (MITCH) Harris, D. Katz, J. Bellan. Application of outcrop analogs to characterize carbonate reservoirs in the Pricaspian Basin. SPE-139934. Chevron Energy Technology Company, 6001 Bollinger Canyon Road, San Ramon, CA 94583-2324, USA
72. Popov S.V., Rogl F., Rozanov A.Y., Steinenger F.F., Shcherba I.G., Kovac M. Lithological Paleogeographic maps of Paratethys (10 maps Late Eocene to Pliocene). – 2004.
73. Yang Tai, Tang Liangjie, Yu Yixin, Zheng Junzhang, Wang Zhen, Kong Linghong, Wang Yankun Characteristics of reservoirs related to salt structure and its experimental simulation in the southern margin Precaspian Basin // Petroleum Geology and Experiment.– 2015.– V. 37.– № 2. –P. 246–258.

#### **Фондовая литература**

74. Бродский А.Я., Гевондян В.В., Исаев Ф.Ф., Рябов А.В. Отчет сейсморазведочной партии 1/85 о результатах работ на Краснохудукской площади в Наримановском районе Астраханской области и Яшкульском районе Калмыцкой АССР в 1985 году // Министерство геологии СССР, Объединение «Центргеофизика», Астраханская геофизическая экспедиция. Астрахань, 1986.
75. Васильева В.А. Выявление зон физико-литологических неоднородностей в палеозойской толще в пределах Каракульско-Смушковской зоны (восточная часть) с целью прогнозирования перспективных объектов на базе комплексной интерпретации геолого-геофизических данных в 1987-1989 гг. // Министерство геологии СССР, Объединение «Центргеофизика». г. Щербинка, Московская обл., 1989г.