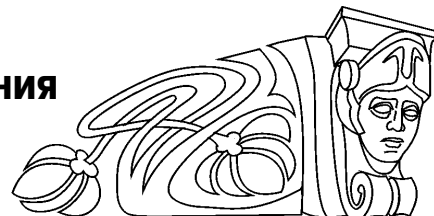




Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 2. С. 93–102  
*Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 2, pp. 93–102

Научная статья  
УДК 550.85:553.632  
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-2-93-102>

## Особенности строения нижнепермской соленосной толщи и характер проявления соляного тектогенеза на территории Прикаспийской впадины. Статья II



Ю. А. Писаренко<sup>1</sup>, О. П. Гончаренко<sup>2</sup>✉, В. Ю. Писаренко<sup>1</sup>

<sup>1</sup>АО НВНИИГТ, Россия, 410600, г. Саратов, ул. Московская, д. 70

<sup>2</sup>Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н. Г. Чернышевского, 410012, Россия, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83

Писаренко Юрий Алексеевич, доктор геолого-минералогических наук, [PisarenkoYA@rusgeology.ru](mailto:PisarenkoYA@rusgeology.ru)

Гончаренко Ольга Павловна, доктор геолого-минералогических наук, [goncharenkoop@mail.ru](mailto:goncharenkoop@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4731-8740>

Писаренко Владимир Юрьевич, старший научный сотрудник, [PisarenkoYA@rusgeology.ru](mailto:PisarenkoYA@rusgeology.ru)

**Аннотация.** В статье приводится анализ внутреннего строения соленосной толщи территории Прикаспийской впадины с выделением разных по возрасту, составу и пластическим свойствам соленосных комплексов. Оцениваются их структурные соотношения и особенности проявления соляного тектогенеза. До настоящего времени в российском секторе Прикаспийской впадины не подтверждено присутствие подсоловых поднятий и тем более не открыто ни одного месторождения углеводородов. Поэтому поиск дополнительных критериев прогноза строения подсолового ложа по характеру проявления соляного тектогенеза позволяет прогнозировать зоны развития подсоловых структур на территории Прикаспийской впадины.

**Ключевые слова:** Прикаспийская впадина, соленосная толща, тектогенез, подсоловое ложе, соляное зеркало

**Для цитирования:** Писаренко Ю. А., Гончаренко О. П., Писаренко В. Ю. Особенности строения нижнепермской соленосной толщи и характер проявления соляного тектогенеза на территории Прикаспийской впадины. Статья II // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2021. Т. 21, вып. 2. С. 93–102. <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-2-93-102>

Статья опубликована на условиях лицензии Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)

Article  
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-2-93-102>

### Structural features of the lower Permian salt-bearing series and the character of salt-tectogenesis manifestations in the Caspian Depression. Paper II

Yu. A. Pisarenko<sup>1</sup>, O. P. Goncharenko<sup>2</sup>✉, V. Yu. Pisarenko<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LVSRIIGG, 70 Moskovskaya St., Saratov 410600, Russia

<sup>2</sup>Saratov State University, 83 Astrakhanskaya St., Saratov 410012, Russia

Yuri A. Pisarenko, [PisarenkoYA@rusgeology.ru](mailto:PisarenkoYA@rusgeology.ru)

Olga P. Goncharenko, [goncharenkoop@mail.ru](mailto:goncharenkoop@mail.ru), <https://orcid.org/0000-0002-4731-8740>

Vladimir Yu. Pisarenko, [PisarenkoYA@rusgeology.ru](mailto:PisarenkoYA@rusgeology.ru)

**Abstract.** The article presents the analysis of the inner structure of the salt-bearing series within the Caspian Depression. Certain salt-bearing complexes of various ages, compositions and plastic properties are distinguished. Their structural relations and the features of salt-tectogenesis manifestation are evaluated. Up to the present no subsalt uplifts have been confirmed in the Russian sector of the Caspian Depression and no HC fields have been discovered. Therefore, any search for additional criteria for predicting the salt-bed structure from the character of salt-tectogenesis manifestation is conducive to predicting the zones of subsalt structure development over the Caspian Depression area.

**Keywords:** Caspian Depression, salt-bearing complexes, subsalt structures, salt tectogenesis

**For citation:** Pisarenko Yu. A., Goncharenko O. P., Pisarenko V. Yu. Structural features of the lower Permian salt-bearing series and the character of salt-tectogenesis manifestations in the Caspian Depression. Paper II. *Izvestiya of Saratov University. Earth Sciences*, 2021, vol. 21, iss. 2, pp. 93–102 (in Russian). <https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-2-93-102>

This is an open access article distributed under the terms of Creative Commons Attribution License (CC-BY 4.0)



Окончание. Начало см.: 2021. Т. 21, вып. 1. С. 58–64.  
<https://doi.org/10.18500/1819-7663-2021-21-1-58-64>

### Введение

Сопоставление разрезов соленосных толщ обрамления и впадины позволяет предположить, что первоначально впадина выполнялась соленосными породами волгоградской свиты, затем накапливалась слоистая «армированная» сульфатными и калийно-магниевыми пластами кунгурская свита, а на конечном этапе в локальном бассейне формировалась верхнепермская соленосная толща (рис. 1, 2).

Выполненный анализ данных бурения и сейсморазведки показывает, что в северном секторе Прикаспийской впадины соляные тела первой прибортовой, реже и второй соляных гряд сложены в основном верхнепермскими соленосными породами, существенно обогащенными терригенно-сульфатным, галопелитовым материалом и иногда калийно-магниевыми солями. Южнее соляные тела слагаются преимущественно кунгурскими соленосными, чистыми от терригенных красноцветных пород толщами.

### Особенности строения и вещественного состава соленосной толщи на территории Прикаспийской впадины

В оренбургском секторе впадины Базыровская гряда по результатам бурения скв. 8

Линевской и скв. 2 Каинсайской сложена терригенно-соленосными породами уфимского и казанского возрастов. В разрезе скв. 8 Линевской Ш. Ф. Юльметовым и Л. М. Попониной (1974 г.) палентологически обосновано присутствие уфимских (650 м), казанских (3582 м) отложений и солей кунгурского возраста (инт. 4890–5050 м забой). Западнее, на Карачаганакском куполе, выделяется толща переслаивания каменной соли, ангидритов и красноцветных глин, алевролитов и аргиллитов. Терригенно-сульфатно-соленосные породы формируют 3–4 пачки мощностью до 350 м каждая. Н. Н. Маркиной по спорово-пыльцевым комплексам, обнаруженным в глинистых породах в разрезе скв. 1 Карачаганакской, выделены кунгурские (до 230 м), уфимские (до 1700 м) и казанские (до 2500 м) отложения (рис. 2, IV). Южнее расположенный Кончебайский купол (скв. 4) сложен кунгурской соленосной толщей, чистой от терригенного материала [1]. В уральско-оренбургском секторе Прикаспийской впадины вторая соляная гряда сложена уже соленосными породами кунгурского возраста, не содержащими красноцветный терригенный материал (скв. 1 Буранная, скважины Кончебайского купола, скв. 1 Жаик).

Западнее Карачаганакского месторождения в прогибе, осложняющем вторую соляную гряду, в скв. 3 Долинской (УГС 3) и скв. 1 Долинской вскрыты соленосные породы на глубинах 2440 м и 1488 м соответственно. В первой мощность

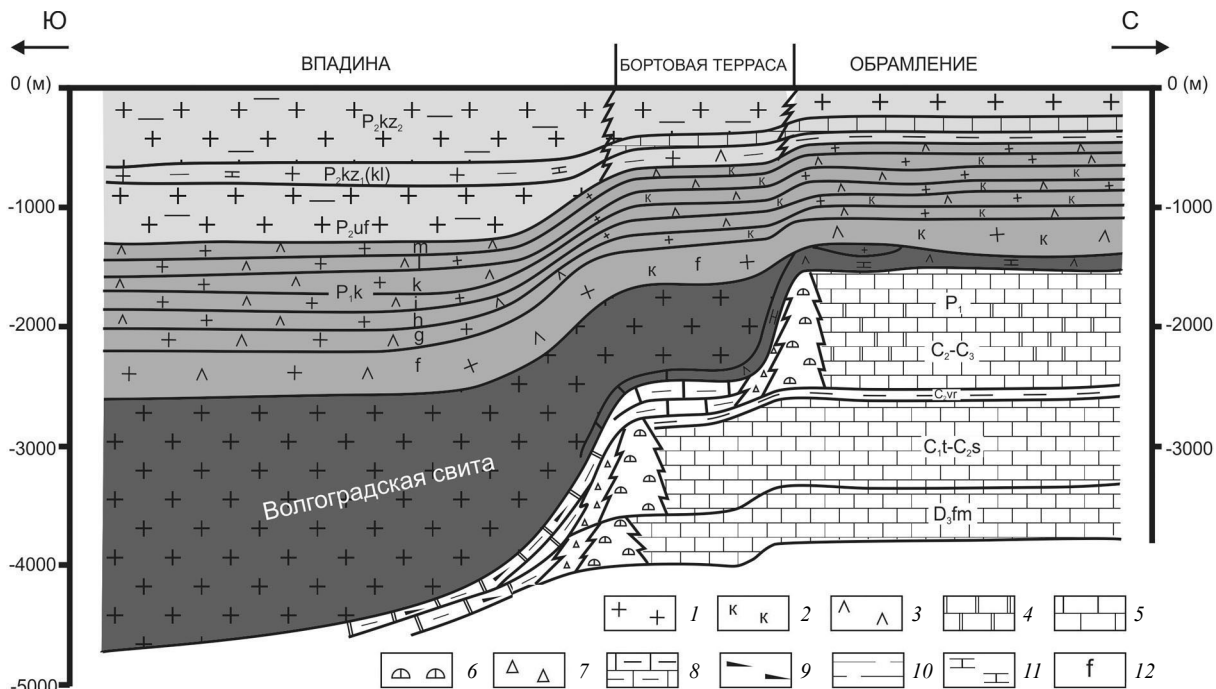


Рис. 1. Принципиальная модель пермской соленосной толщи северной бортовой зоны Прикаспийской впадины на конец казанского времени: 1 – каменная соль; 2 – калийная соль; 3 – ангидрит; 4 – доломит; 5 – известняк; 6 – органогенные тела; 7 – шлейфовые образования; 8 – глинистые карбонаты; 9 – кремнисто-глинистые глубоководные породы; 10 – терригенные породы; 11 – карбонатные породы; 12 – индексы ритмопачек кунгурской соленосной толщи

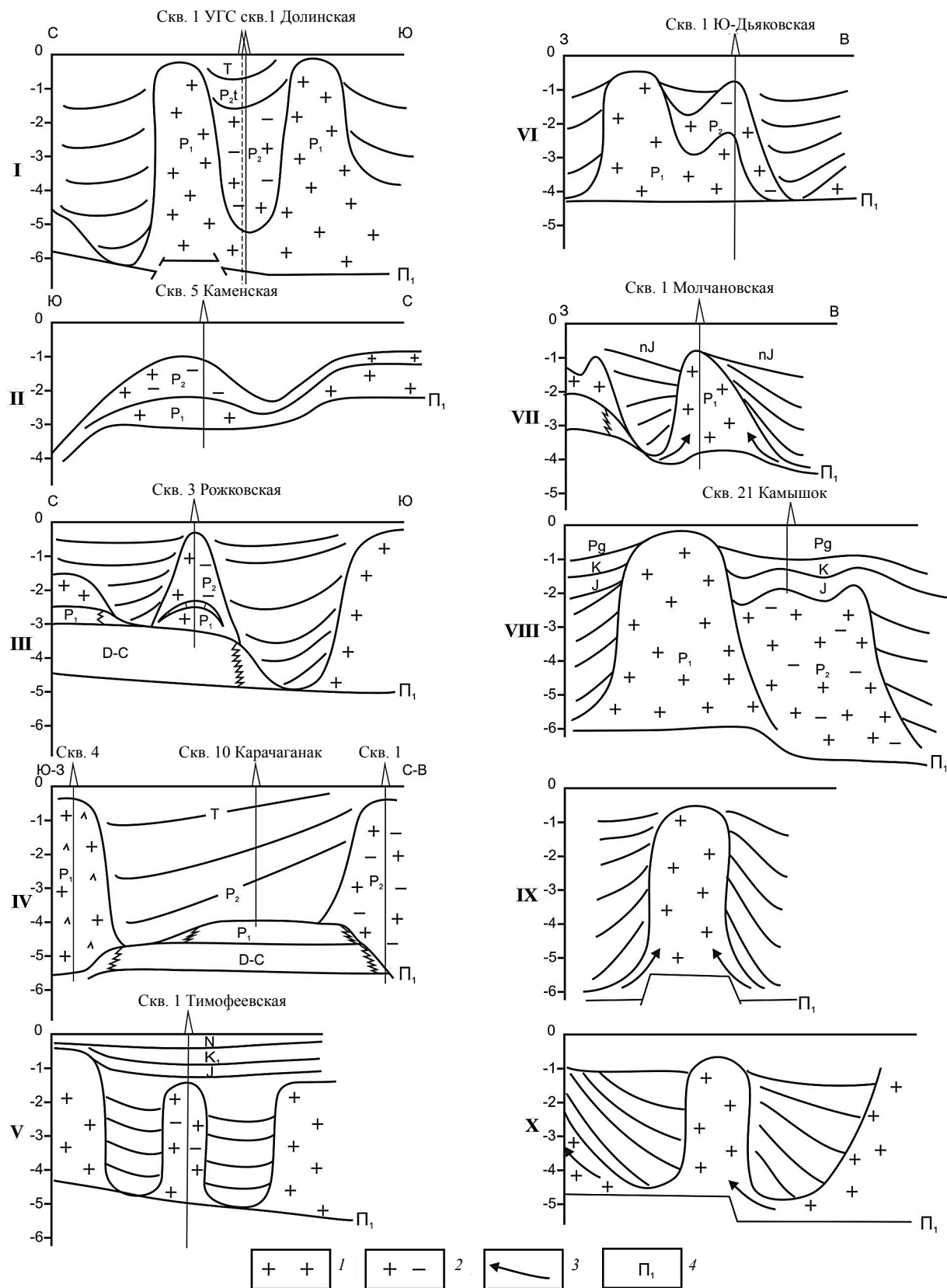


Рис. 2. Примеры разных структурных и фациальных соотношений подсолевых, соленосных и надсолевых осадочных комплексов: 1 – соленосная толща; 2 – соленосно-терригенная толща; 3 – направление пластического перераспределения соленосных пород; 4 – отражающий горизонт, связанный с подошвой соленосной толщи



соленосной толщи составляет 3836 м, во второй – 2271 м с забоем в соли. Б. М. Куандыков с соавторами [2] датирует соленосную толщу позднепермским уфимским и казанским возрастом. Судя по сейсмическому профилю [3] ограничивающие с севера и юга плосковершинные соляные тела сложены кунгурской солью. Формирование двугорбной структуры может быть объяснено пластическим выжиманием кунгурской соли в краевые части соляной гряды, прорывом верхнепермской, менее пластичной сульфатно-соленосной толщи и ее погружением в сформировавшийся прогиб (см. рис. 2, I).

На Каменской площади уральской территории первая соляная антиклинальная складка сложена верхнепермскими и кунгурскими солями (см. рис. 2, II). Из внутрисолевых карбонатных пород калиновской свиты, мощность которой изменяется от 43 до 230 м по комплексу фораминифер, остракод, брахиопод, спорово-пыльцевого анализа установлен казанский возраст [4]. Калиновская свита перекрыта мощной (до 1296 м) соленосной толщей, представленной чередованием пластов каменной соли, ангидритов, красноцветных аргиллитов и алевролитов. Вверх по разрезу отмечается увеличение красноцветных терригенных пород, что затрудняет выделение кровли соленосной толщи в сейсмическом поле. Калиновскую свиту подстилает толща переслаивания соленосных и пестроцветных глин с повышенным содержанием сульфатов, с редкими прослоями доломитов и мергелей уфимского возраста мощностью до 120–270 м. Аналогичное соотношение разновозрастных соленосных пород мы наблюдаем на Рожковском пересечении бортового уступа (см. рис. 2, III).

В саратовском секторе Прикаспийской впадины пробурен ряд глубоких скважин в районе первой и второй соляных гряд.

В северной части первой прибортовой соляной гряды на Алтатинской площади пробурены скважины 4, 5, 6, обогащенные сульфатно-терригенным красноцветным материалом, что позволяет стратифицировать соленосный разрез позднепермским возрастом. На данной площади, как и на восточнее расположенной Озинской, кровля соленосной толщи по сейсмическим материалам отбивается условно ввиду отсутствия четкой акустической границы и повышенной насыщенности соленосного разреза терригенным материалом. Сложным является выделение склонов соляных тел, определение глубин мутьевых пространств и прогибов. Все это затрудняет прогноз строения подсолевого ложа.

Западнее скв. 14 Карпенская скважины 25, 2, 8 Краснокутские пробурены на склоне первой соляной гряды (рис. 3) и вскрывают тело бокового прилегания, которое в восточном направлении переходит в антиклинальную складку. В пределах последней пробурена скв. 1 Графовская, южнее в прогибе – скв. 1 Солнечная, еще южнее в сводовой

части гряды – скв. 2 Черная Падина. Скв. 1 Черная Падина вскрывает разрез второй соляной гряды. По строению соленосного разреза в этих скважинах можно привести следующую информацию.

В скв. 14 Карпенской, скважинах 25, 2, 8 Краснокутских соленосный разрез насыщен красноцветным терригенным и галопелитовым материалом. В кровельной части соленосной толщи встречены пласты бишофита. В скв. 14 соленосная толща (инт. 1470–3450 м) обогащена красноцветным глинистым материалом. В верхней части (инт. 1735–2300 м) присутствуют 6 пластов бишофита. В инт. 2300–3400 м отмечается слоистая тонкоритмичная толща, представляющая переслаивание пластов каменной соли, ангидритов и галопелитов. По радиоактивному каротажу (НГК, ГК) разрез отличается характерной дифференцированной записью, напоминающей «гребенку».

В скв. 1 Солнечной выделена в инт. 1940–3480 м. В верхней части (инт. 1940–2106 м) разрез сложен каменной солью с прослоями калийных солей. Ниже по характеристике ГИС выделяется разрез типа «гребенки». В инт. 2583–2955 м встречены пласты карналлитового состава мощностью до 50 м. По керну в инт. 3386–3391 м, кроме каменной соли и ангидрита, присутствует коричневый терригенный материал. В инт. 3432–3438 м встречен красноцветный аргиллит, перемешанный с ангидритом и каменной солью.

В скв. 1 Графовской верхняя часть соленосного разреза (инт. 630–1440 м) сложена монотонной толщей каменной соли. Ниже (инт. 1440–2795 м) ритмично построенный разрез представлен переслаиванием пластов каменной соли, ангидритов и калийных солей. Далее до подошвы соленосной толщи (инт. 2795–3478 м) встречаем разрез типа «гребенки».

В скв. 2 Черная Падина, расположенной на первой соляной гряде, разрез представлен в верхней части (инт. 1265–1765 м) относительно чистой каменной солью. В инт. 1605–1691 м встречены пласты карналлита и бишофита. В инт. 1765–3810 м соленосная толща обогащена глинистым красноцветным галопелитовым и сульфатным материалом («гребенка»). Из шлама, отобранного из 11 интервалов, в красноцветных глинах выявлены миоспоры позднепермского возраста [4]. Соотношение разновозрастных соленосных толщ приведено на временном разрезе (рис. 4). Скважина 1 Графовская и скв. 2 Черная Падина снесены на линию профиля.

В пределах второй соляной гряды пробурена скв. 1 Черная Падина, соленосный разрез в которой не содержит терригенной примеси, что позволяет предполагать кунгурский возраст пород. В скв. 16 Орловской, пробуренной на южном склоне второй соляной гряды, южнее скв. 1 Черная Падина, соленосная толща вскрыта в инт. 1115–1880 м. Разрез сложен каменной солью с редкими прослоями сульфатов, что позволяет стратифицировать ее кунгурским возрастом.

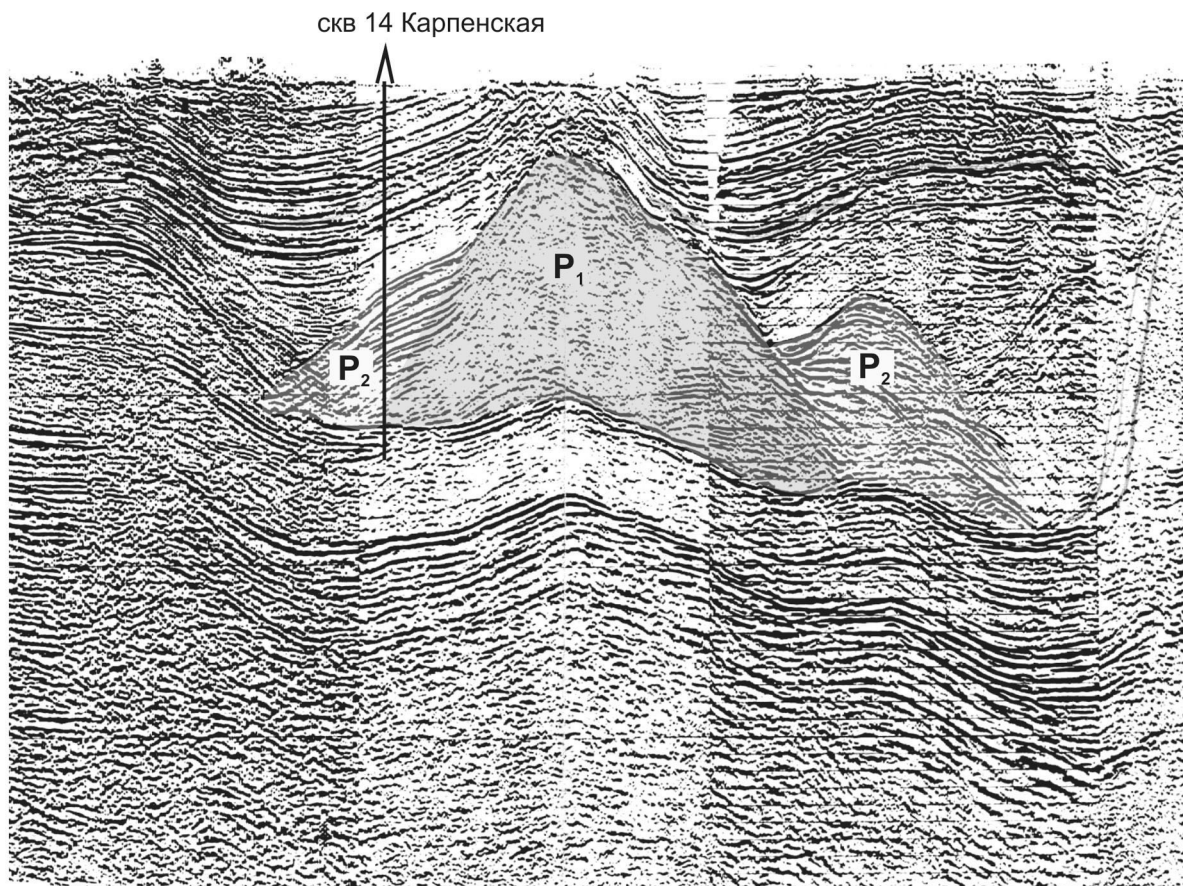


Рис. 3. Отражение соотношений нижнепермской ( $P_1$ ) и верхнепермской ( $P_2$ ) соленосных толщ в сейсмическом поле. Карпенское пересечение бортовой зоны Прикаспийской впадины

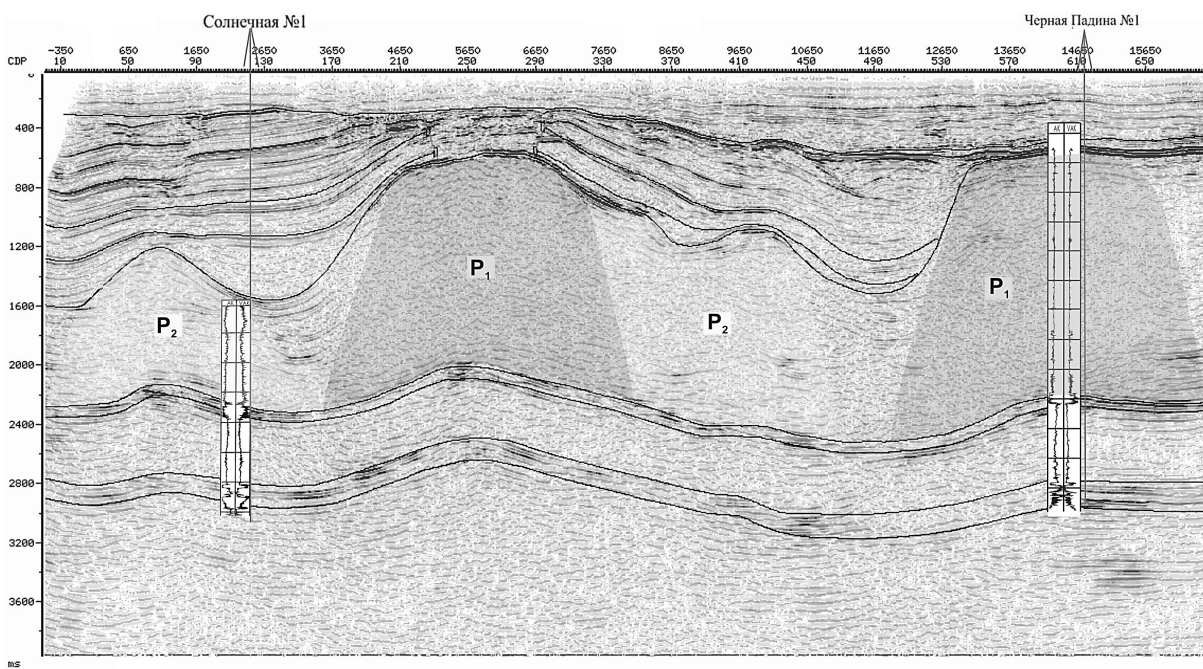


Рис. 4. Временной разрез профиля 0785100 с привязкой подсолевых отложений к данным акустического каротажа и вертикального сейсмического профилирования по скв. 1 Солнечная и скв. 1 Черная Падина



Следует обратить внимание на то, что если на уральской территории в скв. 1 Долинской, скв. 3 УГС, на Каменной площади верхнепермский разрез характеризуется только «гребенчатым» типом, то на саратовском участке выше данного типа располагается соленосная толща, обогащенная бишофитом, карналлитом и сильвинитом. Вполне вероятно, что эта часть разреза сформировалась позднее, когда площадь соленакпления на территории впадины сократилась и произошло отмирание соленосного бассейна в конце казанского времени.

Западнее, в скв. 1 СГ Саратовской, пробуренной на северном склоне первой соляной гряды, отделенной от бортового уступа узким прогибом более 2,5 км шириной, соленосная толща (инт. 2020–2900 м), по данным ГИС и описанию шлама, отобранного через каждые 4 м, обогащена красноцветным глинистым галопелитовым материалом.

Подобный тип разреза встречен в южнее расположенной скв. 1 Дьяковской. Верхняя часть соленосной толщи в этой скважине (инт. 1273–2372 м) представлена переслаиванием галитовых, сульфатных и красноцветных терригенных пород. Ниже по разрезу до глубины 3500 м вскрыты соленосные ритмопачки, которые по своим реперным каротажным характеристикам идентичны соленосным ритмопачкам кунгурского возраста, распространенным в обрамлении впадины. Еще ниже, до глубины 3816 м (забой) выделяется монотонно построенная толща каменной соли, вероятно, волгоградской свиты.

Сходный тип соленосного разреза встречен и на южном склоне этой гряды в скв. 1 Южно-Дьяковской (инт. 758–4090 м). В инт. 1700–2018 м встречены глинисто-сульфатные отложения уфимского и казанского возраста, разделяющие верхнепермские и кунгурские соленосные толщи. На сейсмическом разрезе верхнепермская соленосная толща формирует тело бокового прилегания к кунгурскому ядру (см. рис. 2, VI).

Таким образом, в саратовском секторе Прикаспийской впадины первая прибортовая гряда характеризуется широким распространением верхнепермских соленосно-терригенных пород, которые в сочетании с прорывающей ее кунгурской соленосной толщей формируют сложно построенные геологические тела.

В южной части саратовского сектора Прикаспийской впадины соленосная толща изучена единичными скважинами. Кровля соленосной толщи в сводовых частях соляных куполов выделяется на глубинах 500–800 м. В скважинах с более глубоким залеганием кровли соли выделяется специфичный тип разреза. Так, в скв. 4 Куриловской (инт. соленосной толщи 2216–4450 м), в скв. 17 (инт. 2170–3590 м), в скв. 1 Спортивной (инт. 1300–2000 м), в скв. 19 Питерской (инт. 1210–4000 м), в скв. 4 Таловской (инт. 1387–3060 м), в скв. 17 Камышок (инт. 1700–2500 м) разрез характеризуется повы-

шенной насыщенностью пластами и пачками калийно-магниевого солей и сульфатно-глинистого материала. В отличие от верхнепермского разреза Карпенско-Краснокутского участка, в котором присутствуют бишофиты, в данных разрезах преобладают карналлит-сильвинитовые породы. На сейсмических разрезах данная соленосная толща представляет тела бокового прилегания к соляному ядру, сложенному кунгурской соленосной толщей (см. рис. 2, VIII).

В волгоградском секторе Прикаспийской впадины признаки присутствия красноцветных галопелитов в изученных разрезах скважин не отмечаются. Можно предположить, что позднепермский соленосный бассейн на эту территорию не распространялся, что подтверждается и палеонтологическим обоснованием верхнепермских отложений в терригенно-карбонатных фациях в надсолевом комплексе отложений.

Присутствие верхнепермских соленосных пород на территории Прикаспийской впадины объясняется тем, что Бугурусланский позднеказанский соленосный бассейн имел свое продолжение и на территории Прикаспийской впадины. Вероятно, как в обрамлении впадины, так и в пределах последней позднепермский соленосный бассейн имел ограниченное распространение, отражая завершающий этап пермского соленакпления. Судя по имеющейся палеонтологической информации он охватывал Центрально-Прикаспийский прогиб и располагался севернее скв. 1 СГ Аралсорской, в которой среди красноцветных аргиллитов в известковистых прослоях встречены фораминиферы и остракоды нижнеказанского подъяруса (инт. 5500–6000 м).

Обогащенность верхнепермской соленосной толщи терригенным материалом объясняется привнесением его со стороны палеосуш горного Палео-Урала и обрамления впадины. Присутствие терригенного материала и калийно-магниевого солей на саратовском и частично волгоградском секторах объясняется размывом в предтатарское время кунгурских соленосных пород южного склона Пугачевского свода, в частности бишофитов, а также уфимских красноцветных терригенных пород и нижнеказанских карбонатных. На Приволжской моноклинали размыв соленосных пород был незначительным. К числу специфичных, сформированных на более позднем этапе соленакпления (татарский век), можно отнести Тимофеевский (скв. 1 Тимофеевская) и Гмелинский (скв. 3 Гмелинская) соляные «купола» пальчикового типа. Последние выделены по сейсмическим данным в центральных частях обширных мульд, сложенных соленосно-терригенными породами. Строение надсолевых отложений в мульдах позволяет утверждать, что соленосные породы этих куполов сформировались в позднепермское время в результате размыва сводовых частей соседних плосковершинных соленосных гряд и куполов и стекания соленосных рассолов в наи-



более опущенные участки мульды (см. рис. 2, V). Горизонтальная слоистость пород в керне скв. 1 Тимофеевской свидетельствует о том, что соляной тектогенез не влиял на формирование этих соляных «куполов» [4].

Обобщая изложенные материалы, можно констатировать, что в северной части Прикаспийской впадины первые прибортовые гряды могут быть сложены преимущественно верхнепермскими соленосно-терригенными породами (Линевская площадь, Карачаганакский купол, Каменская гряда, Алтатинско-Озинская зона соляных тел). Верхнепермские отложения формируют тела бокового прилегания к активно деформированным ядрам, представленным кунгурскими отложениями (см. рис. 2, I, VI, VIII, 4, 5). При этом кунгурская соленосная толща может прорывать верхнепермскую, формируя сложно построенные по морфологии соляные тела.

#### **Характер проявления соляного тектогенеза на территории Прикаспийской впадины**

Приведенные выше результаты позволяют сделать вывод о характере проявления соляного тектогенеза на территории Прикаспийской впадины. На фоне формировавшегося моноклиального наклона и возникающих напряжений в районе склона нижнепермского бортового уступа волгоградская и «армированная» кунгурская толщи как наиболее погруженные и пластичные в позднепермско-триасовое время с началом этапа терригенного осадконакопления перетекали в сторону центральных частей Прикаспийской впадины. При этом менее пластичные верхнепермские соленосно-терригенные отложения принимали участие в формировании первой соляной гряды. Кунгурские породы формировали второй эшелон соляных тел. В пользу горизонтального оттока соленосных пород свидетельствуют асимметричное, часто конседиментационное выполнение надсолевыми пермо-триасовыми терригенными отложениями мульды и межсолевых прогибов, разная крутизна склонов соляных гряд, что позволяет определять направление горизонтального перераспределения соленосных пород. Часто на территории впадины ввиду более активного тектогенеза кунгурской соли верхнепермская соленосная толща может занимать более погруженное залегание (см. рис. 2, VIII, 4, 5).

Попытаемся ответить на вопрос: насколько проявление соляного тектогенеза на территории Прикаспийской впадины может быть связано со структурой подсолевого ложа? Отсутствие надежных структурных сейсмических построений по подошве соленосного комплекса осложняет детальное решение данного вопроса. Вместе с тем можно отметить следующие особенности.

По подошве соленосного комплекса выделяется структурное осложнение, связанное с

Уральской палеотеррасой, обусловленной трансгрессивным смещением на 15–20 км нижнепермского бортового карбонатного уступа относительно визейско-башкирского [5]. Перепад глубин подсолевого ложа в краевой части палеотеррасы достигает порядка 1000 м. То, что в пределах Уральской палеотеррасы сформировалась соляная гряда, сложенная преимущественно казанскими соленосными отложениями (см. рис. 2, II, III), позволяет предполагать, что ее возникновение обусловлено нарушением равновесия в соленосной толще в краевой части террасы и нагнетанием верхнепермских соленосных пород на приподнятый блок подсолевого ложа на фоне оттока кунгурской соли в сторону центральной части впадины. Аналогичную особенность мы уже отмечали в районе Соль-Илецкого выступа, когда волгоградская соль прорывает «армированную» в районе флексурных перегибов подсолевого ложа. Под этой соляной грядой в башкирской части разреза открыт ряд месторождений углеводородов (Дарьинское, Рожковское, Чаганское, Ростошинское), связанных со структурными ловушками. Непосредственно по подсолевому ложу участки месторождений характеризуются более выположенным структурным планом.

Аналогичное объяснение можно дать и отраженности Карачаганакского подсолевого карбонатного массива в соляно-купольной тектонике (см. рис. 2, IV). Сводовая часть массива расположена в мульде. Перепад глубин подсолевого ложа на краях башкирской постройки достигает 1000 м, площадь постройки достаточно значительная (465 км<sup>2</sup>). Нижнепермская карбонатная постройка имеет амплитуду 700–800 м. Склоны карбонатной постройки как зоны неустойчивого равновесия соленосной толщи инициировали течение соли в приподнятые блоки и формирование над ними соляных куполов. На фоне регионального наклона над северным склоном карбонатной постройки сформировался Карачаганакский купол, сложенный преимущественно верхнепермскими соленосно-терригенной толщей, а над южным – Кончебайский купол, представленный кунгурскими соленосными породами. Увеличенная мощность надсолевых пермо-триасовых отложений в северной части мульды свидетельствует о горизонтальном оттоке кунгурских соленосных пород в южном направлении.

Случайно или нет, но южная граница Ершовско-Алтатинско-Озинской приподнятой зоны, фиксируемая сокращением мощности терригенных отложений верейско-мелекесского комплекса (0–500 м) и увеличением мощности перекрывающего подсолевого карбонатного комплекса (до 540 м), совпадает с положением сложно построенной соляной гряды и обширного прибортового бессолевого прогиба [6]. Юго-западнее мощность терригенного комплекса, по данным сейсморазведки, возрастает до 1200–1500 м. Сокращенная мощность терригенного комплекса



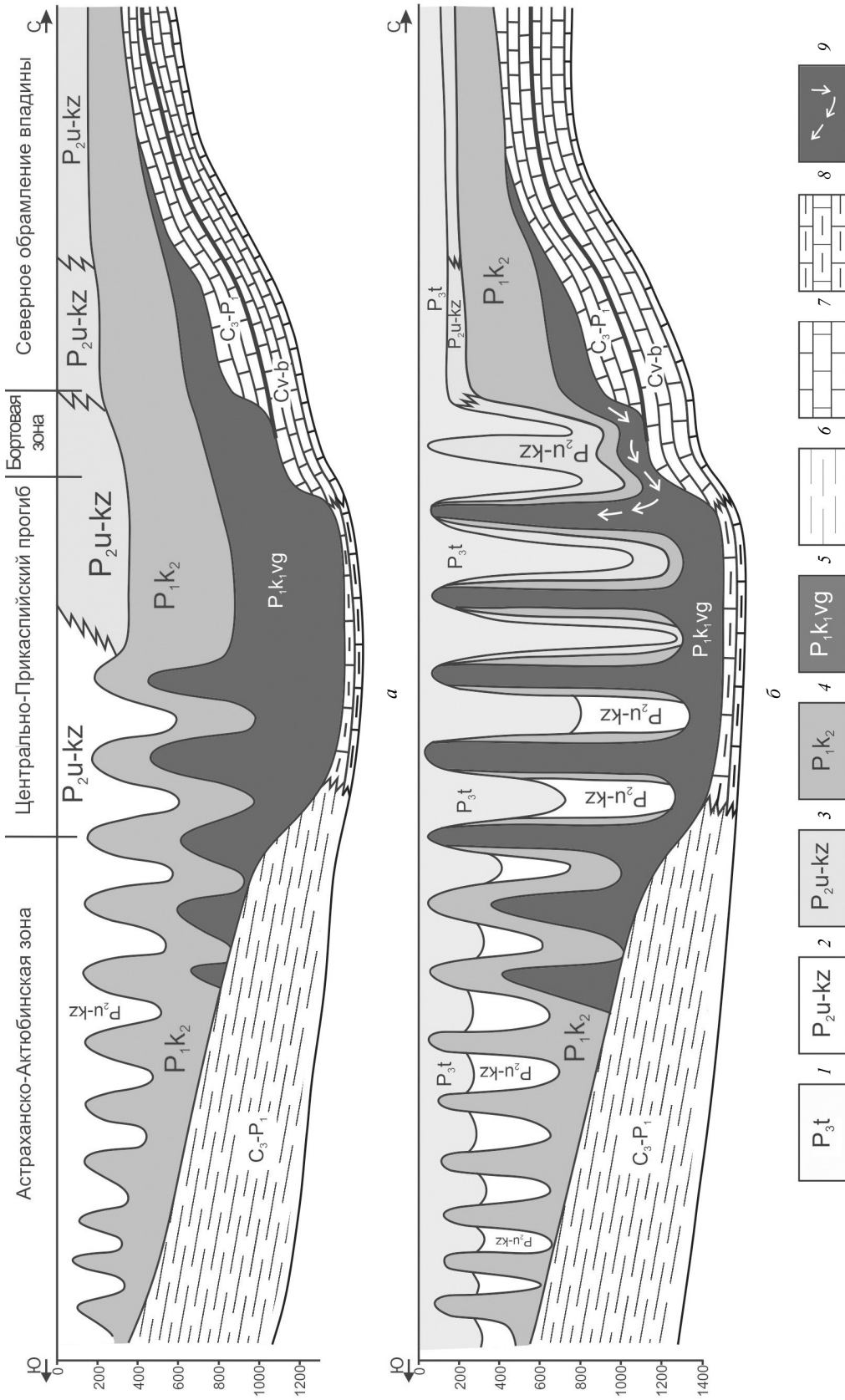


Рис. 5. Принципиальная модель начальной стадии тектогенеза на территории Прикаспийской впадины: *A* – палеофиль на завершение казанского этапа осадконакопления; *B* – палеофиль на конец татарского этапа терригенной седиментации: осадочные комплексы: 1 – татарский терригенный; 2 – уфимско-казанский терригенный; 3 – уфимско-казанский соленосный; 4 – верхнекурганский «армированный»; 5 – нижнекурганский «армированный»; 6 – флишодно-молассовый подолоевоый; 7 – карбонатный подолоевоый; 8 – терригенно-карбонатный подолоевоый; 9 – направление течения соленосных пород





или его отсутствие обычно отвечают приподнятым в палеоплане зонам, в пределах которых подстилающий визейско-башкирский комплекс увеличивается в мощности и представлен мелководными фациями. Возможно, унаследованное «дыхание» этой структурно-фациальной границы в саратовском секторе впадины оказывало влияние на расположение соляной гряды. Не исключено, что Уральская палеотерраса имеет продолжение и в саратовском секторе Прикаспийской впадины.

В саратовском сегменте Прикаспийской впадины выделенный Ерусланский протяженный подсоловый вал соответствует южной части первой соляной гряды, прогнозируемая Мироновская приподнятая зона – району второй соляной гряды. По построениям ОАО «Саратовнефтегеофизика» выделяемые по подошве соленосной толщи 8 перспективных объектов расположены под соляными грядами и куполами.

На Карасальской палеотеррасе по данным бурения соленосная толща сложена только породами кунгурского возраста. Значительная по размерам соленосная гряда контролирует положение девонско-каменноугольного карбонатного тренда, как и на Уральской палеотеррасе. В пределах самой палеотеррасы под соляной грядой остается открытым вопрос о существовании Южно-Плодовитенской подсоловой структуры (см. рис. 2, VII).

Таким образом, мы не исключаем, что ориентировка крупных линейных соленосных гряд или систем куполов связана со структурными и литолого-фациальными неоднородностями подсолового ложа и подсоловых комплексов отложений. В качестве дополнительного примера можно привести соотношение структуры подсолового ложа и соляных тел по Каратон-Тенгизской зоне. По данным В. Н. Михальковой и К. Г. Агзямова [7], Каратонскому своду соответствует соляной купол, склонам Королевского свода, как и Карачаганского, – соляные купола.

Отмеченные структурно выраженные неоднородности подсолового ложа (тектонической или седиментационной природы) могли провоцировать начало соляного тектогенеза и формирование соляных тел над приподнятыми блоками и их склонами. Вместе с тем приподнятые блоки, особенно их южные части, являются благоприятными для формирования подсоловых структурных ловушек углеводородов, чем и объясняется развитие последних под соляными телами. Изменение мощностей надсолового пермо-триасового комплекса и его структурного положения указывает направление перераспределения соленосных пород. Значительная мощность соленосной толщи, большие глубины ее погружения определили ослабление генетических взаимосвязей между структурой подсолового ложа и характером соляно-купольной тектоники. Ослабление взаимосвязи обусловлено более активным проявлением гравитационного фактора при пластическом перераспределении соленосных пород.

Таким образом, мы считаем, что нарушение гравитационного равновесия соленосной толщи происходит в районе тектонически ослабленных зон, по которым осуществляется перераспределение соли в зону приподнятых блоков подсолового ложа, и предполагаем существование генетической связи между структурой подсолового ложа и строением соляных тел.

Сторонники гравитационной модели [8–10] считают, что образование куполов связано с изостатической неустойчивостью, обусловленной неравномерным накоплением пермо-триасовых отложений мощностью не менее 1500 м. При более высокой плотности надсоловых отложений менее плотная каменная соль начинает «идти вверх» на участках наименьшего давления и мощности надсоловых отложений. Такая позиция исключает существование генетических взаимосвязей между структурой подсолового ложа и проявлениями соляного тектогенеза.

Оценивая начальную стадию пластического перераспределения в районе Соль-Илецкого свода, мы отмечаем преобладание тектонического фактора, провоцировавшего возникновение зон неустойчивого равновесия в соленосной толще и предопределявшего районы, в которых началось пластическое перераспределение соленосных пород. В сторону центральных районов Прикаспийской впадины преобладающим становился гравитационный фактор.

## Выводы

В целом мы считаем, что наиболее вероятным расположением подсоловых нефтегазоносных объектов являются соляные гряды и линейные системы соляных куполов. Расположение подсоловых структур и соляных тел определялось общим фактором – пластическим перераспределением соленосных пород в районы приподнятых блоков подсолового ложа. При этом следует учитывать, что на территории впадины подсоловые структурные осложнения должны отражаться в первую очередь положением соляных тел, сложенных кунгурскими, наиболее пластичными породами (см. рис. 2, VIII). Положение соленосных тел, сложенных верхнепермскими породами, контролируется соляным тектогенезом нижнепермских пород и в меньшей мере структурными осложнениями подсолового ложа. При прогнозе структурных осложнений подсолового ложа необходимо анализировать характер залегания надсоловых отложений, выполняющих мульды и прогибы. Флексурные перегибы могут быть отражены конседиментационным и однонаправленным залеганием надсоловых отложений (см. рис. 2, X). Одиночные блоки подсолового ложа будут отражены противоположным залеганием надсоловых отложений за счет притока соли с сопредельных мульд (см. рис. 2, IX).



Если считать, что соляной тектогенез в Прикаспийской впадине начался с этапа позднепермской терригенной седиментации, то, вероятно, течение солей в северной части впадины стало осуществляться позднее, чем в южной (см. рис. 5).

Дальнейшие исследования, посвященные прогнозу наиболее вероятного положения подсололевых структурных объектов, должны опираться на детальный анализ внутреннего строения соленосных тел с выделением разных по возрасту, составу и скоростным параметрам соленосных толщ, с определением направлений перетока соленосных пород по строению надсололевых отложений, выполняющих мульды и прогибы. Полученные модельные представления должны учитываться при интерпретации сейсмических материалов и выполнении глубинных построений по подошве соленосного комплекса, особенно в случае их неоднозначной интерпретации. В целом складывается впечатление, что положительные подсололевые структуры должны тяготеть к районам соляных гряд и куполов. Вместе с тем не под каждым куполом и грядой следует ожидать присутствия подсололевого поднятия.

#### Библиографический список

1. Писаренко Ю. А., Замаренов А. К., Маркина Н. Н., Белоношко В. С. Пермские галогенные отложения северной окраины Прикаспийской впадины (на примере Карачаганакского участка) // Новые данные по геологии соленосных бассейнов Советского Союза. Москва : Наука, 1986. С. 87–94.
2. Нефтегазоносность палеозойской шельфовой окраины севера Прикаспийской впадины / Б. М. Куандыков, Н. Г. Маглошинский, К. Сентгиорги [и др.]. Алматы : Гылым, 2011. 280 с.
3. Марченко О. Н., Жолумбаев М. Т. Верность расчетов – путь к открытию. Уральск : ИПК «Дастан», 2010. 204 с.
4. Писаренко Ю. А., Прохорова Н. П., Кухтинов Д. А., Левина В. И. Местные стратиграфические подразделения верхней перми Прикаспийского региона // Недра Поволжья и Прикаспия. 1999. Вып. 20. С. 3–11.
5. Писаренко Ю. А. Генетическая однотипность палеозойских палеотеррас юго-восточной части Русской плиты // Недра Поволжья и Прикаспия. 2014. Вып. 78. С. 3–9.
6. Писаренко Ю. А., Писаренко В. Ю., Дунаева М. Н. Стратиграфические, литолого-фациальные и структурные соотношения разновозрастных соленосных пород и их значение в проявлении процессов соляного тектогенеза, в пределах Прикаспийской впадины // Недра Поволжья и Прикаспия. 2017. Вып. 91. С. 21–35.
7. Михалькова В. Н., Агзямов К. Г. О формировании скоплений УВ в подсололевых отложениях северо-восточной части побережья Каспийского моря // Геология нефти и газа. 1988. № 4. С. 36–38.
8. Косыгин Ю. А. Механизм образования соляных куполов // Бюл. МОИП. Сер. Геология. 1945. Т. 20, № 5–6. С. 23–34.
9. Косыгин Ю. А. Типы соляных структур платформенных и геосинклинальных областей // Труды / Геологический институт АН СССР. 1960. Вып. 29. С. 3–88.
10. Неволин Н. В. Тектоника Западного Казахстана и перспективы его нефтегазоносности. Москва : Гостоптехиздат, 1961. 316 с.

Поступила в редакцию 28.10.2020, после рецензирования 11.01.2021, принята к публикации 15.03.2021  
Received 28.10.2020, revised 11.01.2021, accepted 15.03.2021