

УДК 550.8.072

## Палеогеографические реконструкции формирования пермской соленосной формации Каспийского региона

М. П. Антипов<sup>a, b</sup>, В. А. Быкадоров<sup>a</sup>, Ю. А. Волож<sup>a</sup>, С. В. Наугольных<sup>a</sup>,  
И. С. Патина<sup>a</sup>, В. В. Фомина<sup>a</sup>, А. К. Юмашева<sup>b</sup>

<sup>a</sup> ФГБУН Геологический институт РАН

119017, Москва, Пыжевский пер, 7, стр. 1

<sup>b</sup> ФГБУН Институт проблем нефти и газа РАН

119333, Москва, ул. Губкина, 3. E-mail: antipov@ginras

(статья поступила в редакцию 03.07.2025 г.)

Исследование посвящено строению и истории развития Прикаспийской соленосной провинции в кунгурское время ранней перми. Рассмотрены палеогеографические обстановки, предшествующие и следующие за этапом формирования мощной соленосной толщи. Реконструирована седиментационная мощность эвапоритовой толщи, исходя из двух возможных вариантов развития Прикаспийского морского бассейна. При первом варианте соленакпление происходило в условиях мелкого моря, но в глубокой топодепрессии практически без водного слоя. Второй вариант рассматривает эвапоритовый бассейн с мощным водным слоем, равным глубине топодепрессии. Полученные результаты компьютерной модели сравнены с палеореконструкциями, выполненными с учетом сейсмостратиграфического строения кунгурской соленосной толщи.

Ключевые слова: *Прикаспийская впадина, галокинез, соляная тектоника, эвапориты, карбонаты, палеогеографические реконструкции.*

DOI: 10.17072/psu.geol.25.1.19

### Введение

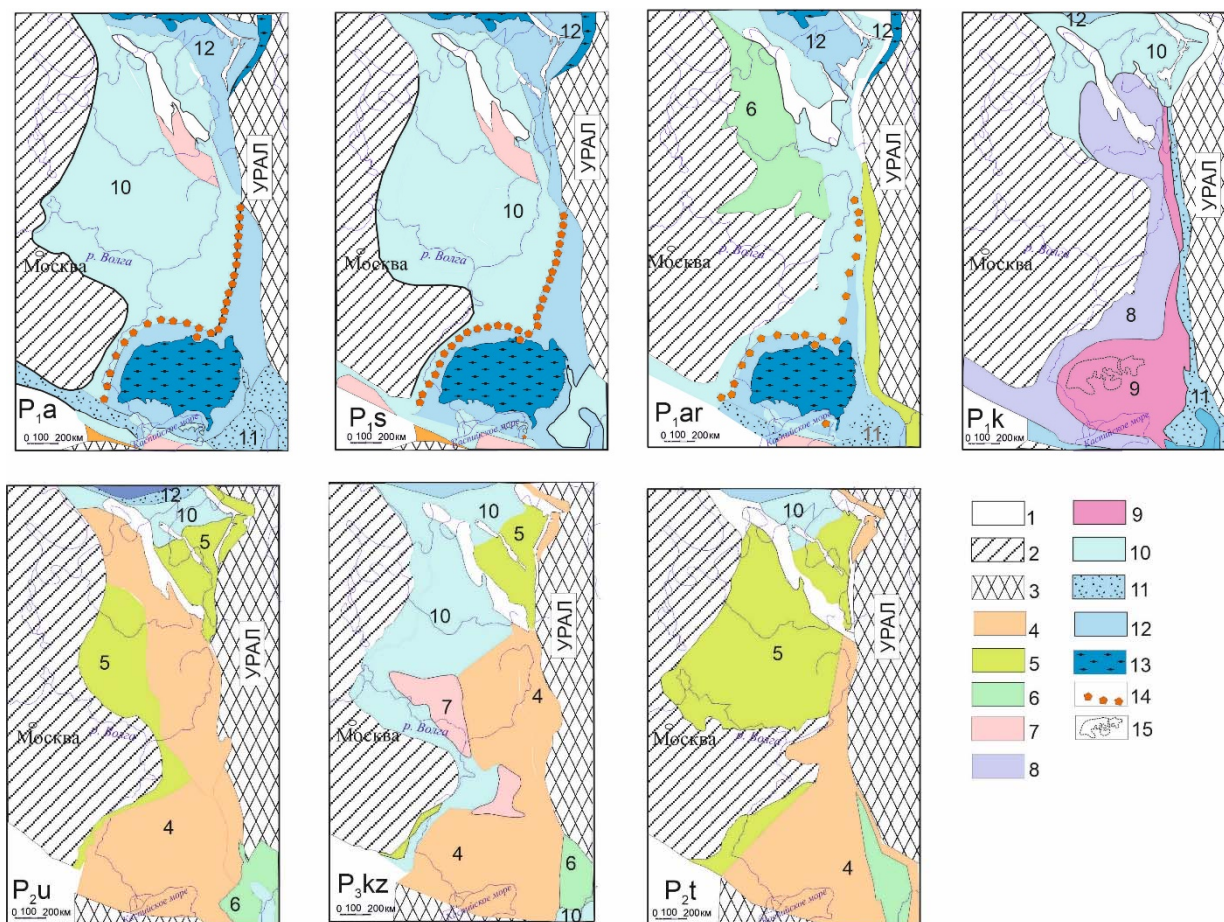
В конце палеозоя (ассель-арт) вся рассматриваемая территория являлась частью крупнейшего Восточно-Европейского ареала морского осадконакопления внутри мегаконтинента Лавразия. Этот ареал охватывал территории нескольких структур земной коры с разными геодинамическими режимами. В число структур с платформенным режимом развития попадают части Восточно-Европейской платформы: юго-восток Русской плиты, Прикаспийская плита и Приуральская краевая система прогибов. На юго-западе располагаются орогенные сооружения подвижного пояса, протянувшегося вдоль южной конвергентной окраины Лавразии, обращенной к океану Палеотетис (Даукев и др., 2002).

С позиций седиментогенеза Восточно-Европейский ареал – это геодинамически взаимосвязанная система тектоно-седиментационных провинций с единой водной поверхностью. Здесь четко выделяется три тектоно-седиментационные провинции: Печорско-Баренцевоморская на севере, Северо-Прикаспийско-Устюртская на юге и Приволжско-Камская в центре. Первая и вторая тектоно-седиментационные провинции представляют собой тектонически активные замкнутые седиментационные системы (мегабассейны). Обязательным доминантным морфоструктурным элементом этой системы, который определяет специфику процессов седиментации внутри нее, является тектонически активная глубоководная топодепрессия (глубиной от 1 до 2 км). Со стороны платформы котловину окружают обширные плоские карбонатные шельфы,

© Антипов М. П., Быкадоров В. А., Волож Ю. А., Наугольных С. В., Патина И. С., Фомина В. В., Юмашева А. К., 2026



Работа лицензирована в соответствии с CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

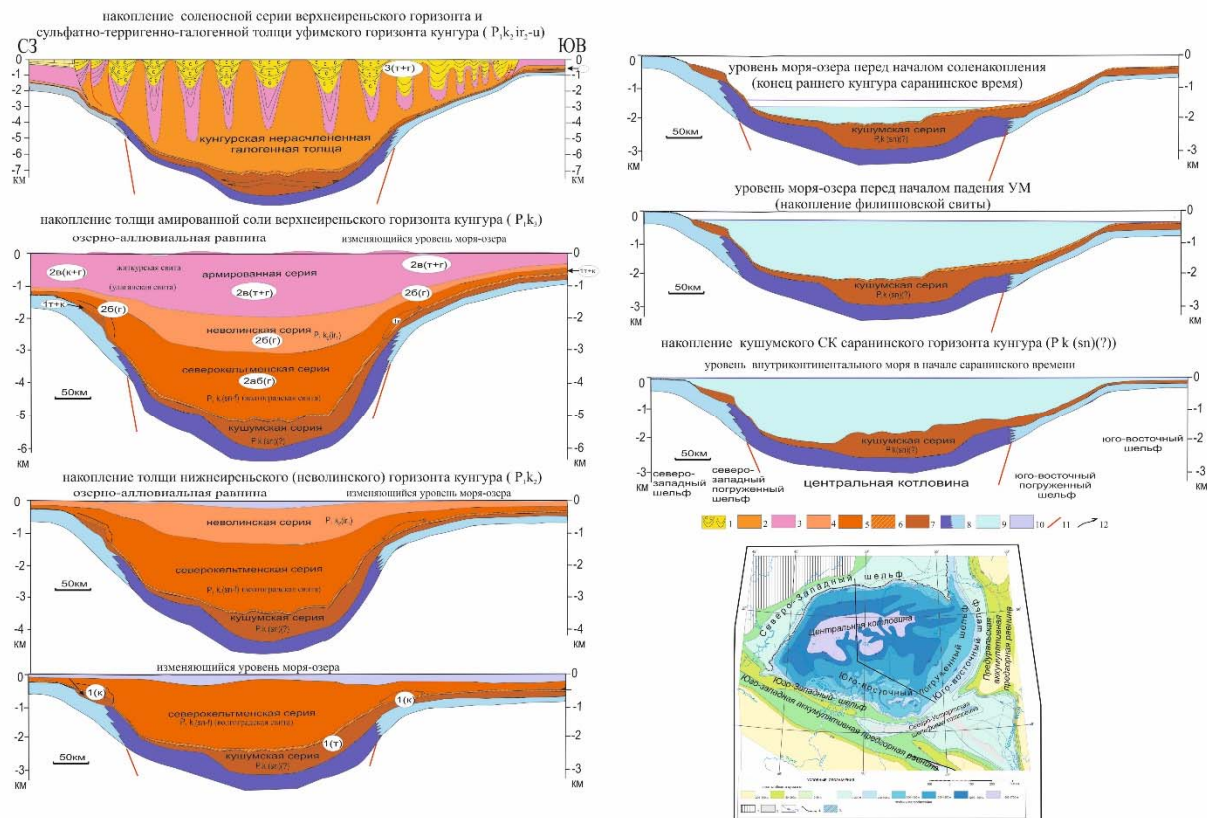


**Рис. 1.** Обстановки седиментации в пермское время в пределах востока Восточно-Европейской платформы (по Основные черты..., 1984 с изменениями). Обстановки осадконакопления: 1 – области последующего размыва; 2 – суша (область отсутствия осадков; 3 – горы высокие и средние низкие горы и плато; 4 – пенеplenизированная предгорная равнина аккумулятивная и конуса выноса; 5 – озерно-аллювиальные равнины; 6 – равнины низменные, периодически заливаемые морем; 7 – опресненные лагуны и озера карбонатно-сульфатно-галитовый; 8 – солеродные лагуны и озера; 9 – море-озеро глубокая котловина, преимущественно соленосный; 10 – шельфы внутренние, прибрежные мелководья; 11 – шельф, терригенный; 12 – шельфы внешние, открытые, карбонатно-сульфатный; 13 – глубоководная (морская котловина), некомпенсированный, глинисто-карбонатно-кремнистый; 14 – рифы; 15 – контур котловины солеродного кунгурского озеро-море

осложненные террасами (погруженными шельфами с глубинами от 0,5 до 1 км), а со стороны, обращенной к орогену, узкими шельфами, переходящими в аккумулятивные аллювиальные и предгорные равнины. Именно наличие такого морфоструктурного элемента, как тектонически активная глубоководная котловина, служит отличительной особенностью Северо-Прикаспийско-Устюртской (Каспийский регион) тектоно-седиментационной провинции. Другой особенностью Каспийского региона в пермское время является его приуроченность к экваториальному климатическому поясу и формирование в его центральной и северной частях Прикаспийской солеродной области (про-

винции) (рис. 1) (Даукеев и др., 2002; Алексеева и др., 1984; Трапезников, 2019).

Пермские отложения региона имеют сложное строение. Это обусловлено несколькими причинами. Во-первых, значительными (до первых километров) перепадами глубин седиментации. Во-вторых, различной тектонической активностью источников сноса и их удаленностью. В-третьих, пермский период – это время одновременного проявления аномальных геодинамических, эвстатических и климатических процессов, не характерных для современной эпохи. В ходе коллизионных событий (позднегерцинской орогении) ( $C_2b-P_1 art_1$ ) к концу среднего карбона происходит окончательное



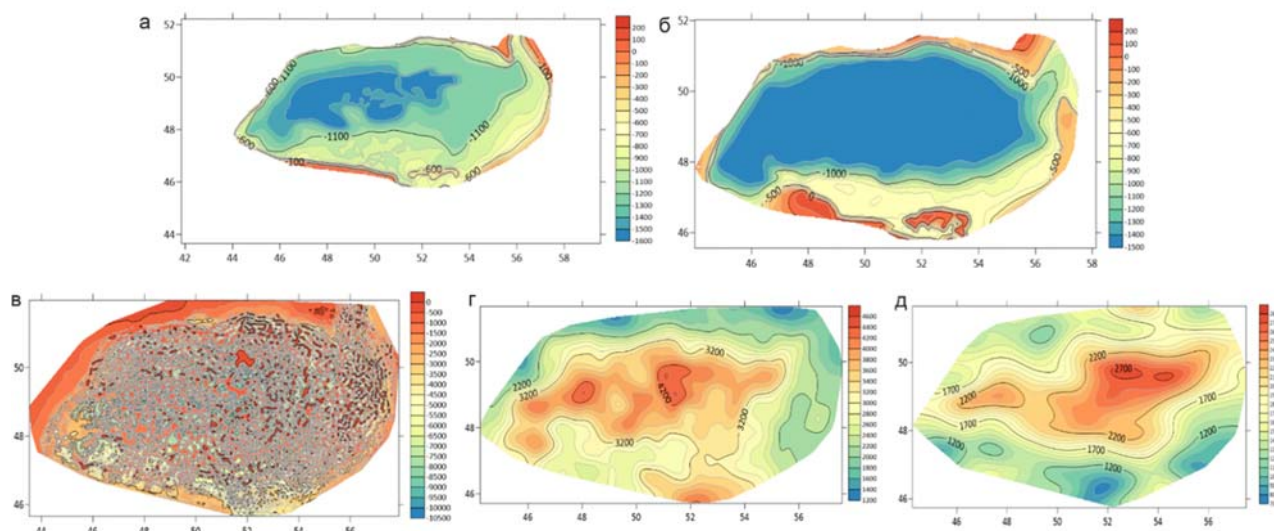
**Рис. 2.** Седиментационная модель развития нижнепермской эвапоритовой формации Прикаспийской впадины, на врезке положение профиля, по которому построена модель. 1 – нерасчлененный казанский карбонатно-терригенно-галогеенный сейсмокомплекс (СК); 2 – нерасчлененная эвапоритовая и сульфатно-терригенно-галогеенная кунгурская толща; 3 – сульфатно-терригенно-галогеенная армированная серия; 4 – эвапоритовая неволинская серия; 5 – северокельтменская серия (волгоградская свита); 6 – глинистокарбонатная филипповская свита; 7 – терригенно-карбонатная кушумская серия; 8 – подсолевые толщи мелкого шельфа (а) и глубоководной котловины (б); 9 – морской водный слой нормальной солёности; 10 – слой эвапоритового моря; 11 – разломы; 12 – прилегание терригенных слоев кушумской серии. Цифры 1, 2, 3 – эвапоритовые серии галогеенной формации, буквами обозначен состав пород: к – карбонатный, т – терригенный, г – галогеенный

формирование единого суперконтинента Пангея. Такие кардинальные геодинамические процессы сопровождались изменением температурного режима на поверхности Земли с периодическими оледенениями. В позднеартинское время отмечено низкое (от -50 м до +50 м) стояние уровня мирового океана Панталассы, что, вероятно, связано с очередным этапом оледенения. Пермские и раннетриасовые биосферные перестройки были одними из самых значительных в фанерозое. По данным изотопных измерений, мировой океан в начале ассельского века был «холодным» (ледниковый период), мощное таяние льда произошло в конце сакмарского и в середине артинского веков. В конце ранней перми (кунгур) ледниковый климат окончательно сменился безледнико-

вым, что привело к аридизации Пангеи (Даукеев и др., 2002; Алексеева и др., 1984; Фивег, 1983).

Конец артинского – начало кунгурского времени является интервалом экстремально низкого уровня моря в котловинах внутриконтинентальных и окраинных морей, расположенных в экваториальном поясе. Связь с мировым океаном в это время была затрудненной. В водоемах такого типа (лагунно-морских) уровень воды, он же уровень регионального базиса эрозионно-седиментационного равновесия, в определенные моменты времени может падать на сотни метров (рис. 1).

Соляная тектоника осложняет изучение соленосных толщ, кардинально изменив их первичную седиментационную структуру.



**Рис. 3.** Схема реконструированных глубин палеобассейнов (А – предартинского и Б – предкунгурско-го), структурные карты поверхности кунгура (В – карта современной кровли кунгура и Г – выровненной кровли эвапоритовой толщи), карты толщин (мощностей) (Д – кунгурско-казанских, Е – надсолевых доюрских отложений)

Галокинез проявился исключительно на территории Прикаспийской впадины, а соляной тектонокинез – в пределах смежных с ней тектонически активных в это время структур. В структурах первого класса перемещение соляных масс определяется воздействием внешних тектонических сил, действующих при деформациях осадочного чехла в целом. Структуры этого класса отчетливо выражены в подсолевом, солевом и надсолевом комплексах. При этом деформация подсолевого комплекса менее контрастна.

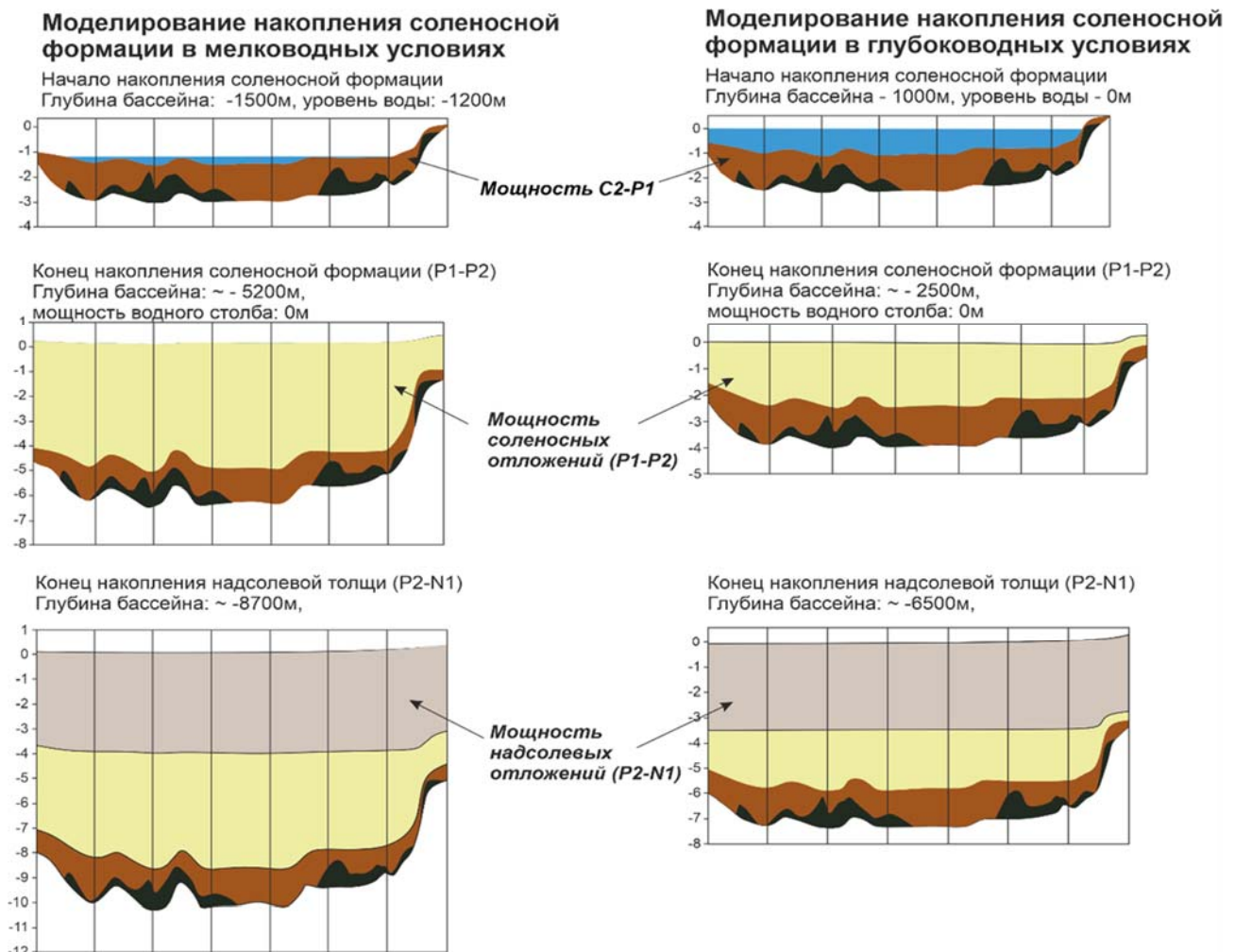
Дисгармоничные структуры другого класса характеризуются тем, что в них перемещение соляных масс определяется внутренними источниками сил, возникающими в соленосной толще в результате ее реологического расслоения (разделения на две толщи: упругую и упруго-пластичную) в ходе общего тектонического погружения региона. Для этих структур деформации кровли соли не находят отображения в подсолевых горизонтах.

### Сейсмостратиграфия

Нами была предпринята попытка выполнить сейсмостратиграфическое расчленение эвапоритовой формации, анализируя имеющиеся данные о стратиграфии местных и региональных шкал. Эти исследования показали, что в пределах Прикаспийской впадины можно выделить подразделения в ранге се-

рии, и только в бортовых частях удается выделить свиты (Антипов и др., 2023). Используя построенную сейсмостратиграфическую схему расчленения пермской солеродной формации Прикаспийской впадины, мы реконструировали историю ее развития (рис. 2).

Прикаспийская солеродная провинция возникла в результате Уральского орогенеза. Это тектоно-эвстатическое событие, наряду с жарким экваториальным климатом, резко изменило палеогеографическую обстановку. Обширная акватория сообщающихся между собой котловинных и шельфовых морей потеряла постоянную связь с океаном и превратилась в изолированный внутриконтинентальный бассейн. В основном за счет затрудненного поступления океанских вод этот бассейн в позднеартинско-казанское время представлял собой уникальную солеродную лагунную седиментационную систему. Глубоководная котловина Прикаспийского бассейна и ее склоны стали конечным водоемом стока, а шельфы и прибрежные равнины предшествующих эпиконтинентальных морей стали денудационными и аккумулятивными аллювиальными равнинами. Базис эрозии в течение кунгурско-казанского времени неоднократно менялся. Изменялся и размах его колебаний, закономерно уменьшаясь во времени по мере заполнения котловины осадками.



**Рис. 4.** Варианты результирующих моделей формирования мелководного (А) и глубоководного (Б) пермского эвапоритового бассейна

В ледниковые эпохи кунгурского времени он достигал величины 1500 м (разность отметок уровня океана и глубины глубоководной котловины), а в эпохи уфимско-казанского времени – первых сотен метров. Колебания уровня базиса эрозии определили цикличность процесса накопления пермской соленосной формации.

В Прикаспийской впадине в кунгурско-казанское время на площади более 0,5 млн км<sup>2</sup> накоплено 3–5 км солей, в основном галита. Особенности строения этих отложений позволяют сделать предположение об условиях их формирования. К началу кунгура (саранинское время) связь Прикаспийского бассейна с океанами стала затруднительной, особенно на юге. Это, вероятно, связано с глобальным понижением уровня океана и с ростом Уральского орогена. В саранинское время на севере Волго-Уральской антеклизы в Пермском районе в нормально морских условиях отлагались из-

вестняки, местами рифогенные. В филипповское время здесь накапливались доломиты, а в иренское время – гипсы с пластами известняков. По периферии Прикаспийской впадины в отложениях саранинского горизонта среди известняков и доломитов появляются ангидриты и пачки галита (Карасальская моноклиналь). Филипповский горизонт здесь представлен ангидритами и доломитами, а иренский – внизу галитом с прослоями ангидритов, а сверху появляются прослойки калийно-магнезиальных солей. Таким образом, на востоке ВЕП в кунгурское время в условиях мелкого моря накапливались породы первой стадии осолонения – доломиты, ангидриты с подчиненными пластами известняков с фауной (рис. 3). К югу и юго-востоку возрастает роль ангидритов. Характер разреза указывает на периодическое увеличение или уменьшение солености бассейна, что связано с увеличением или уменьшением притока морских вод через Тиманский про-

лив. Воды мелкого моря после освобождения от сульфатов стекали в глубокие части Предуральского краевого прогиба, где дальнейшее выпаривание вело к садке солей, в том числе калийных.

По составу и особенностям строения соленосная формация разделяется на нижнюю кунгурскую и верхнюю верхнепермскую толщи. Седиментационная мощность нижней толщи составляет 2500–4000 м и состоит на 95 % из каменной соли. Мощность уфимско-казанских соленосно-терригенных отложений достигает 2000 м, причем солевые прослои имеют подчиненное (до 30 %) значение, а терригенные отложения – красноцветную окраску.

### Моделирование

На основе анализа сейсмических и буровых данных построены карта мощностей солевого комплекса, а также палеогеографические схемы (рис. 3). Глубина предкунгурского бассейна в центральной части достигала 1500–2000 км (Антипов, 2023).

Сглаженная карта мощностей определялась путем вычисления объемов соленосных отложений куполов, окружающих мульду, и деления полученного объема на площадь этих куполов и мульды. Глубины предкунгурского бассейна по его периферии установлены по высотам известных карбонатных нижнепермских уступов, а в котловине – по мощностям соленосных сглаженных отложений.

Большинство исследователей соленосных комплексов уделяют основное внимание особенностям их строения, а условия образования, в частности глубины солеродных бассейнов, трактуют по-разному (Волож и др., 1997; Деревягин и др., 1981; Алексеева и др., 1984; Писаренко и др., 2000). Единственное, с чем в настоящее время согласны все, это формирование солей за счет выпаривания. Но при этом возникает вопрос об источнике огромных масс составных частей солей и особенно хлора. Как известно, морская вода содержит значительные количества кальция, натрия, калия, сульфатов, а хлор присутствует в незначительных количествах. Представления о глубинном происхождении

солей сегодня не обсуждаются из-за полной гипотетичности. Установлено, что при выпаривании и росте концентрации исходных элементов в морской воде сначала осаждаются кальцит, затем доломит, гипс, галит, калийно-магнезиальные соли. При этом скорости осаждения разных солей резко разнятся: хемогенные карбонаты – менее 0,5 мм в год, ангидриты – 1–2 мм, галит (каменная соль) – 60–80 мм (Фивег, 1983). В Средиземном море в мессинии за 600 тыс. лет накопилось 1,5–2 км солей, в основном ангидритов, т.е. скорость соленакпления составила 3–4 мм в год (Roveri, 2016). В целом скорость накопления солей на 1–2 порядка выше скорости накопления других осадков. При выпаривании 100 м морской воды в осадок может перейти 14 м солей, в основном галита. Теоретическое соотношение в морской воде галита и гипса 22:1, но в породах это соотношение обычно составляет 3:1. Это означает, что после осаждения при приходе менее соленых вод часть галита снова переходит в раствор.

Глубины впадины составляли не менее 1 км, но уровень воды во впадине был, вероятно, немного ниже уровня бассейнов в пределах Волго-Уральской антеклизы и Предуральского прогиба. Это обусловлено наличием по краю впадины и в Бельской депрессии карбонатного барьера с рифами, что затрудняло сток вод. Вторая причина – интенсивное испарение. Перепад в уровнях, по аналогии с заливом Кара-Богаз-Гол, вызывает бурный сток в глубокую котловину. Периодически приток вод во впадину ненадолго прекращался, и накапливались галиты. Возобновление притоков вело к повышению уровня воды в лагуне, и шла садка ангидритов. Последние накапливаются на полтора-два порядка медленнее, что и отражается в больших мощностях галитов и малых – ангидритов. Этими колебаниями уровня воды в лагунах можно объяснить срезание (абразию) части карбонатной нижнепермской платформы. При снижении уровня в лагуне большая часть Волго-Уральской провинции практически осушалась за исключением отдельных котловин. На прерывистость осадконакопления указывают размывы на поднятиях. Здесь необходимо отметить, что абразия и денудация имеют резко различные ско-

рости. Установлено, что волновая абразия карбонатных берегов колеблется от 3 см у Одессы до 30 см в год у Дувра. Субэральная эрозия (денудация) карбонатных пород в тропическом и умеренных климатических зонах происходит в основном за счет химического выветривания со скоростью 3–6 мм за 1000 лет. Этим можно объяснить практически непрерывный разрез кунгурских карбонатов вдоль северного борта Прикаспийской впадины, хотя временами дно бассейна осушалось. Климат в кунгурское время был сухим и жарким. Прикаспийская впадина и Волго-Уральская антеклизы располагались в экваториальном поясе между 16 и 24° с.ш. (Даукеев и др., 2002). Накопление солей волгоградской свиты происходило быстро. При минимальной скорости соленакопления в 10 мм в год 3 км волгоградской соли образовались за 300 тыс. лет. К концу волгоградского (раннеиренского) времени Прикаспийский бассейн практически полностью был заполнен соленосными отложениями, глубины моря, вероятно, не превышали первые сотни метров, и наряду с галитом и ангидритом из более насыщенной рапы в позднеиренское время периодически осаждаются пласты солей калия и магния, местами бораты. Более интенсивно эти соли накапливались на северо-западной прибортовой зоне. О значительных глубинах в это время можно судить по тонкой параллельной слоистости, отсутствию красноцветов, темно-серому цвету редких глинистых слоев (бескислородная среда).

В уфимское время связь с океаном прервалась, и на всей восточной окраине Восточно-Европейской платформе отлагались озерно-аллювиальные терригенные пестроцветные отложения. В Прикаспийской впадине, наряду с терригенными красноцветами, накапливались гипсы и соли. Последние, вероятно, образовывались за счет размыва кунгурских соляных куполов, сформировавшихся и вышедших к этому времени на поверхность. Также может быть, что с юга через Устюрт проникали морские воды.

В казанское время очередной подъем уровня океана и расширение Тиманского и Устюртского проливов привели к возникновению в пределах Прикаспийской впадины и ее обрамлению обширного мелководного

моря. На севере в этом море накапливались терригенно-карбонатные породы, а во впадине – сульфатно-соленосные. В татарское время эти территории стали ареной накопления континентальной красноцветной толщи.

### Заключение

После проведенных реконструкций палеобассейнов и заполнения их эвапоритовым комплексом было рассчитано два варианта моделей образования и формирования этой толщи. Первым вариантом считался момент, когда глубины топодепрессии были более 1000 м, а толщина морской воды не превышала 200–300 м. Вторым рассчитывался при формировании соли с глубинами морского бассейна более 1500 м. При первом варианте модели могло накопиться 4–5 км соли, при втором – 2–3 км (рис. 4).

Отмеченные особенности позволяют рассматривать Прикаспийский регион как тектонотип солянокупольных областей, с которым следует сравнивать все остальные соленосные бассейны мира. Выбору Прикаспия в качестве тектонотипа соляно-купольных бассейнов способствует также исключительно высокая степень геолого-геофизической изученности этого региона. Здесь как нигде более имеется исключительно полная информация о строении не только надсолевого и соленосного, но и подсолевого комплексов. Благодаря отмеченным обстоятельствам именно соляные структуры Прикаспия могут и должны являться объектами, на которых следует проверять различные геодинамические модели формирования соляных структур и разрабатывать концепции галокинеза.

*Работа выполнена в рамках государственного задания ГИН РАН и ИПНГ РАН.*

### Библиографический список

Антипов М. П., Волож Ю. А. Особенности строения и нефтегазоносности надсолевого разреза Прикаспийской впадины // Прикаспийская впадина; актуальные проблемы геологии и нефтегазоносности. Атырау, 2012. С. 131–152.

Антипов М. П., Волож Ю. А., Куандыков Б. М., Трохименко М. С. Природа нефтегазо-локализирующих объектов тасымского типа (Ак-

тюбинско-Астраханская зона поднятий) // Каспийский регион, проблемы строения и нефтегазоносности глубокозалегающих комплексов. Алматы, 2015. С. 81–92.

Антипов М. П., Быкадоров В. А., Волож Ю. А., Наугольных С. В., Патина И. С., Постникова И. С. Стратиграфия и сейсмостратиграфия пермской эвапоритовой формации солеродной провинции Каспийского региона: проблемы и решения // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2023. Т. 31, № 2. С. 40–58. DOI: 10.31857/S0869592X23020011

EDN: NUJWMT

Волож Ю. А., Волчегурский Л. Ф., Грошев В. Г., Шишкина Т. Ю. Типы соляных структур Прикаспийской впадины // Геотектоника. 1997. № 3. С. 41–55.

Деревягин В. С., Свидзинский С. А., Седлецкий В. И. Нижнепермская галогенная формация Северного Прикаспия. Ростов н/Д: Изд. Ростов. ун-та, 1981. 397с.

Милетенко Н. В., Федоренко О. А. Атлас литолого-палеогеографических и палинспастических карт Центральной Евразии. Алматы: ЮГ-ГЕО, 2002. 132 с.

Основные черты стратиграфии пермской системы СССР / под ред. Г. В. Котляр, Д. В. Степанова. Л.: Недра, 1984. 279 с.

Писаренко Ю. А., Кухтинов Д. А. Местные стратиграфические подразделения нижней перми Прикаспийского региона // Недра Поволжья и Прикаспия. 2000. Вып. 21. С. 3–18.

Трапезников Д. Е. Палеогеографические и палеотектонические обстановки Соликамской впадины в уфимское время: автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Пермь: ПГНИУ, 2019. 20 с.

Фивег М. П. Как образуются залежи каменной и калийных солей. Новосибирск: Наука, 1983. 80 с.

Roveri M., Gernnari R., Lugli S., Manzi V., Minelli N., Reghizzi M., Riva A., Rossi M. E., Schreiber C. The Messinian salinity crisis: open problems and possible implications for Mediterranean petroleum systems // Petroleum Geoscience. 2016. Vol. 22. P. 283–290. DOI: 10.1144/petgeo2015-089 EDN: XTXXHX

Torsvik T. H. Earth History and Palaeogeography / T. H. Torsvik, M. Cocks, L. Robin. Cambridge University Press, 2017. 332 p.

## Paleogeological Models of Permian Evaporite Basin within Caspian Region

M.P. Antipov<sup>a</sup>, V.A. Bykadorov<sup>a</sup>, Y.A. Volozh<sup>a</sup>, S.V. Naugolnygh<sup>a</sup>, I.S. Patina<sup>a</sup>, V.V. Fomina<sup>a</sup>, A.K. Yumasheva<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Geological institute RAS, 7 Pyzhevsky Lane, Bld. 1, Moscow 119017, Russia

<sup>b</sup>Oil and Gas Research Institute RAS, 3 Gubkina Str., Moscow, Russia

E-mail: antipov@ginras.ru

The research is devoted to the structure and history of development of the Caspian salt-bearing province during the Kungurian time of the Early Permian. The preceding and following the formation of the thick salt-bearing stratum paleogeographic settings are considered. The sedimentary thickness of the evaporite stratum is reconstructed based on two possible scenarios of the development of the Caspian marine basin. In the first option, salt accumulation occurred in a shallow sea, but in a deep topodepression with almost no water layer. The second option considers an evaporite basin with a thick water layer equal to the depth of the topodepression. The results of the computer model are compared with paleo reconstructions based on the seismostratigraphic structure of the Kungurian salt-bearing stratum.

Key words: *Precaspian Basin; halokinesis; salt tectonics; evaporates; carbonates; paleogeographic reconstructions.*

### References

Antipov M.P., Volozh Yu.A. 2012. Osobennosti stroeniya i neftegazonosnosti nadsolevogo razreza Prikaspiyskoy vpadiny [Features of the origin and oil and gas potential of the suprasalt section of the Caspian Depression]. *In: Prikaspiyskaya vpadina;*

aktual'nye problemy geologii i neftegazonosnosti, pp. 131–152. (in Russian)

Antipov M.P., Volozh Yu.A., Kuandykov B.M., Trohimenko M.S. 2015. Priroda neftegazolokalizuyushchikh obektov tasym'skogo tipa (Aktjubinsko-Astrahanskaya zona podnyatiy) [The nature of oil and gas localizing objects of the Tasym type (Aktobe-Astrakhan uplift zone)]. *In: Kaspiyskiy re-*

gion, problemy stroeniya i neftegazonosnosti glubokozalegayushchikh kompleksov, pp.81-92. (in Russian)

*Antipov M.P., Bykadorov V.A., Volozh Yu.A., Naugolnyh S.V., Patina, I.S., Postnikova I.S.* 2023. Stratigrafiya i seysmostratigrafiya permskoy evaporitovoy formatsii solerodnoy provintsii Kaspiyskogo regiona: problemy i resheniya [Stratigraphy and seismic stratigraphy of the Permian evaporite formation of the salt province of the Caspian region: problems and solutions]. *In: Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya*, pp. 40-58. (in Russian)

*Atlas litologo-paleogeograficheskikh i palinspastichekikh kart Tsentralnoy Evrazii* [Atlas of lithological-paleogeographic and palinspastic maps of Central Eurasia]. Almaty, YUGGEO, 2002, p. 132 (in Russian)

*Volozh Yu.A., Volchegurskiy L.F., Groshev V.G., Shishkina T.Yu.* 1997. Tipy solyanykh struktur Prikaspiyskoy vpadiny [Types of salt structures in the Caspian Basin]. *Geotektonika*. 3:41-55. (in Russian)

*Derevyagin V.S., Svidzinskiy S.A., Sedletskiy V.I.* 1981. Nizhneperskaya galogenaya formatsiya Severnogo Prikaspiya [Lower Permian halogen formation of the Northern Caspian region]. Rostov, p. 397. (in Russian)

*Osnovnye cherty stratigrafii permskoy sistemy SSSR*. [Main features of the stratigraphy of the Per-

mian system of the USSR]. Nedra. 1984, p. 279. (in Russian)

*Pisarenko Yu.A., Kukhtinov D.A.* 2000. Mestnye stratigraficheskie podrazdeleniya nizhney permi Prikaspiyskogo regiona [Local stratigraphic units of the Lower Permian of the Caspian region]. *In: Nedra Povolzh'ya i Prikaspiya*. 21:3-18. (in Russian)

*Trapeznikov D.E.* 2019. Paleogeograficheskie i paleotektonicheskie obstanovki Solikamskoy vpadiny v ufimskoe vremya [Paleogeographic and paleotectonic environments of the Solikamsk depression in the Ufimian time]. Perm, p. 20. (in Russian)

*Fiveg M.P.* 1983. Kak obrazuyutsya zalezhi kamennoy i kalijnykh soley [How deposits of rock and potassium salts were formed]. Novosibirsk, p. 80. (in Russian)

*Roveri M., Gernnari R, Lugli S, Manzi V, Minelli N., Reghizzi M., Riva A., Rossi M.E., Schreiber C.* 2016. The Messinian salinity crisis: open problems and possible implications for Mediterranean petroleum systems. *Petroleum Geoscience*. 22:283-290.

*Torsvik T.H.* 2017. Earth History and Palaeogeography. *Eds. T.H. Torsvik, M. Cocks, L. Robin*. Cambridge University Press, p. 332.