

УДК: 551.736.1: 551.83

## Стадийность галокинеза кунгурской эвапоритовой толщи юго-западной части Прикаспийской впадины

В. В. Фомина<sup>а</sup>, В. Д. Алексеев<sup>а</sup>, М. П. Антипов<sup>а</sup>, Е. А. Фомина<sup>б</sup><sup>а</sup> ФГБУН Геологический институт РАН

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

<sup>б</sup> ФГБУ Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт

105118, Москва, Шоссе Энтузиастов, 36. E-mail: fomina@vnigni.ru

(статья поступила в редакцию 03.07.2025 г.)

В статье рассмотрены морфология структуры и литологический состав эвапоритовой толщи кунгурского возраста и надсолевого комплекса отложений юго-западной части Прикаспийской впадины. Восстановлена эволюция процесса галокинеза на примере локального участка Сарпинского прогиба. Установлено, что рост соляных куполов и прогибание примыкающих к ним мульд на изучаемой территории связаны с серединой пермского времени и продолжались до конца юры. Их структура и последующее стадийное развитие оказали значительное влияние на формирование и структуру вышележащих мезозойско-кайнозойских отложений. Ключевые слова: Прикаспийская впадина, Сарпинский прогиб, эвапоритовая толща, галокинез, соляные купола, межсолевые мульды.

DOI: 10.17072/psu.geol.25.1.36

### Введение

Юго-западная часть Прикаспийской впадины в структурном плане по поверхности фундамента и подсолевых комплексов охватывает Сарпинский прогиб, с юго-востока ограниченный Астраханским сводом, с юга – Каракульско-Смушковской зоной поднятий, и с запада – Карасальской моноклиналию (рис. 1) (Фомина и др., 2025).

Район исследования характеризуется наличием мощной соленосной толщи кунгурского возраста, которая отличается разнообразным строением и мощностью в разных частях Прикаспийской впадины, сложным вещественным составом и уникальными палеогеографическими условиями формирования. На данный момент все еще остается много нерешенных вопросов, касающихся условий накопления кунгурской соли, ее структуры и последующих деформаций.

Уникальной особенностью эвапоритовой толщи является активное развитие процессов галокинеза, что приводит к деформации ее

структуры с формированием многочисленных соляных куполов и смежных мульд.

Поскольку на земной поверхности выходы пермских отложений немногочисленны и приурочены к сводам отдельных соляных куполов, последовательный солевой разрез на территории всей впадины изучить без буровых и сейсмических данных практически невозможно (Антипов и др., 2023).

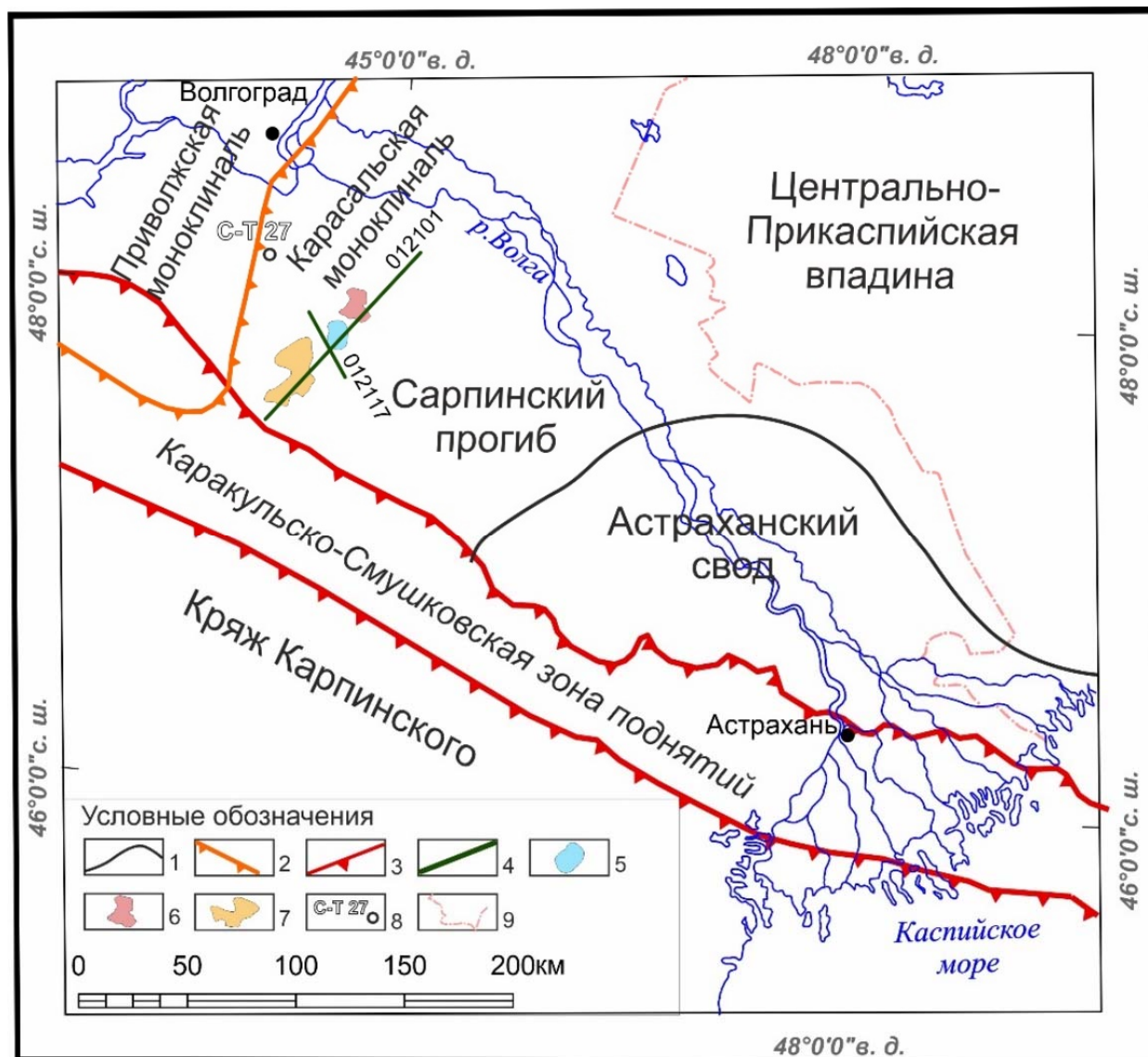
Наиболее подробно эвапоритовая толща изучена на севере и западе Прикаспийской впадины, где процесс галокинеза слабопроявлен. Уточнение строения и условий седиментации солей в других областях, подверженных влиянию галокинеза, начавшегося в конце кунгурского времени и продолжающегося по сей день, весьма затруднительно (Антипов и др., 2023; Волож и др., 1997).

Основным материалом для изучения солевого комплекса являются сейсмические профили МОГТ, на которых можно проследить его структуру. Она определяется волновой картиной сейсмических разрезов многочисленных соляных антиклиналей (рис. 2).

© Фомина В. В., Алексеев В. Д., Антипов М. П., Фомина Е. А., 2026



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



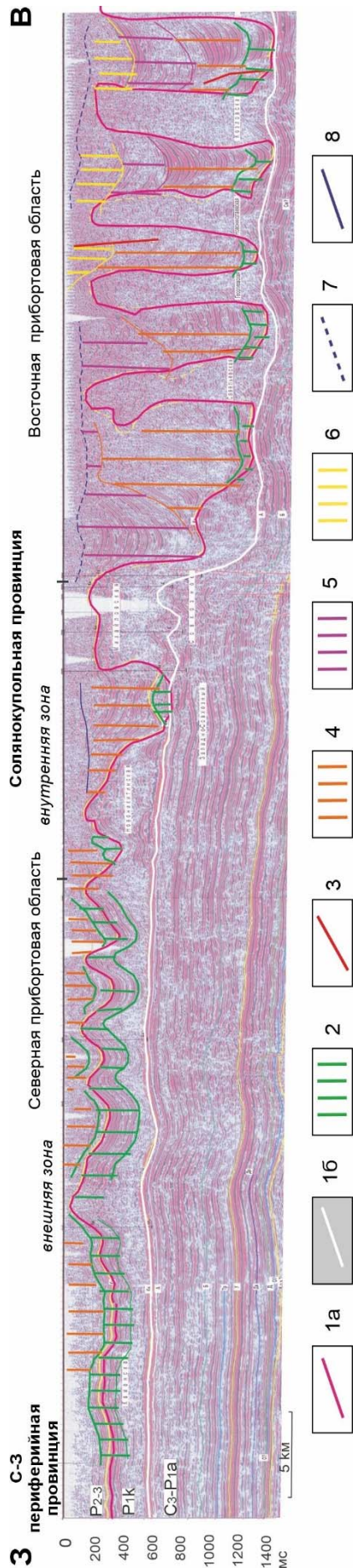
**Рис. 1.** Тектоническая схема юго-западной части Прикаспийской впадины. 1 – граница Астраханского свода; 2 – пермский карбонатный уступ; 3 – граница Каракульско-Смушковой зоны поднятий; 4 – сейсмические разрезы; 5 – границы Садовой мульды; 6 – границы Дербетовского купола; 7 – границы Садового купола; 8 – скважина; 9 – государственная граница

Данная работа посвящена изучению литологического состава кунгурской толщи, процесса галокинеза и выявлению этапов развития мульд и куполов на территории юго-западной части Прикаспийской впадины.

Ключевую роль в решении поставленных задач играет информация не только о самой соляной толще, но и об особенностях комплексов пород, залегающих выше. Они позволяют установить характер изменения мощности накопленных солей, а также реконструировать последовательность условий седиментации верхнепермских и триасовых отложений и их соотношения с деформированными солевыми толщами.

### Литолого-стратиграфический обзор кунгурской эвапоритовой толщи

В позднеартинско-кунгурское время ранней перми Прикаспийская впадина представляла собой изолированную котловину, ограниченную плоскими шельфами. Для данного периода исследователи выделяют обстановки седиментации, характерные для прибрежноморской области, мелкого шельфа и глубокого моря (Антипов и др., 2023; Писаренко и др., 2000; Тихвинский, 1976; Тихвинский, 1974; Урусов и др., 1964; Урусов и др., 1967). Подобные палеогеографические условия и приэкваториальный климат



**Рис. 2.** Временной сейсмический разрез через северо-восток Прикаспийского солеродного бассейна, демонстрирующий строение солевого и над-солевого комплексов северо-западной периферийной и солянокупольной провинций и соотношения их структурных этажей (Волож, Парасьна, 2013 с изменениями). 1 – кровля, (а), и подошва соленосного комплекса (б); 2 – предкинематический слой; 3 – разрывные нарушения; 4 – синкинematicкий слой-1; 5 – синкинematicкий слой-2; 6 – синкинematicкий слой-3; 7 – подошва посткинematicкого слоя; 8 – отражающий горизонт в посткинematicком слое

определяли благоприятные обстановки для формирования эвапоритов.

В юго-западной части Прикаспийской впадины литологический состав эвапоритовой толщи непостоянен и существенно отличается от центральной и северной частей. Это обусловлено, с одной стороны, разными литолого-фациальными обстановками соле-накопления на шельфах и в глубоких котловинах, с другой – постседиментационным изменением мощностей в результате проявления процессов галокинеза (Антипов и др., 2023). На территории северной и западной периферий Прикаспийской впадины соленосные горизонты залегают с разрывом на отдельных горизонтах нижней перми и карбона, сложенных морскими терригенными и карбонатными породами, а в центральной части длительного перерыва в осадконакоплении перед формированием соленосной формации не зафиксировано.

По литологическому составу соленосную толщу можно разделить на две части: нижнюю (верхнеартинский подъярус, саранинский и филипповский горизонты нижнего кунгура) и верхнюю (иренский горизонт кунгурского яруса). Выше разрез завершают терригенные отложения уфимского яруса и разнофациальные карбонатные, карбонатно-терригенные и терригенные породы нижнеказанского подъяруса.

Саранинский и филипповский горизонты нижнего кунгура представлены чередованием сульфатно-карбонатных пород, включающих ангидриты, ангидритизированные доломиты, реже – известняки с пропластками глин и мергелей. Мощность данной толщи не выдержана и изменяется от первых десятков метров до 200 м, а в пределах восточной краевой части пермского карбонатного уступа достигает 400 м.

Иренский горизонт залегают на размытой участками поверхности нижележащих пород и представлен преимущественно галогенными породами: светло-серыми, белыми, массивными и неяснослоистыми пластами галита с маломощными прослоями белых и серых, скрыто- и мелкокристаллических плотных ангидритов, доломитов и мергелей. Отложения формируют ритмически построенную сульфатно-галогенную толщу. В основании ритмов залегают сульфатно-

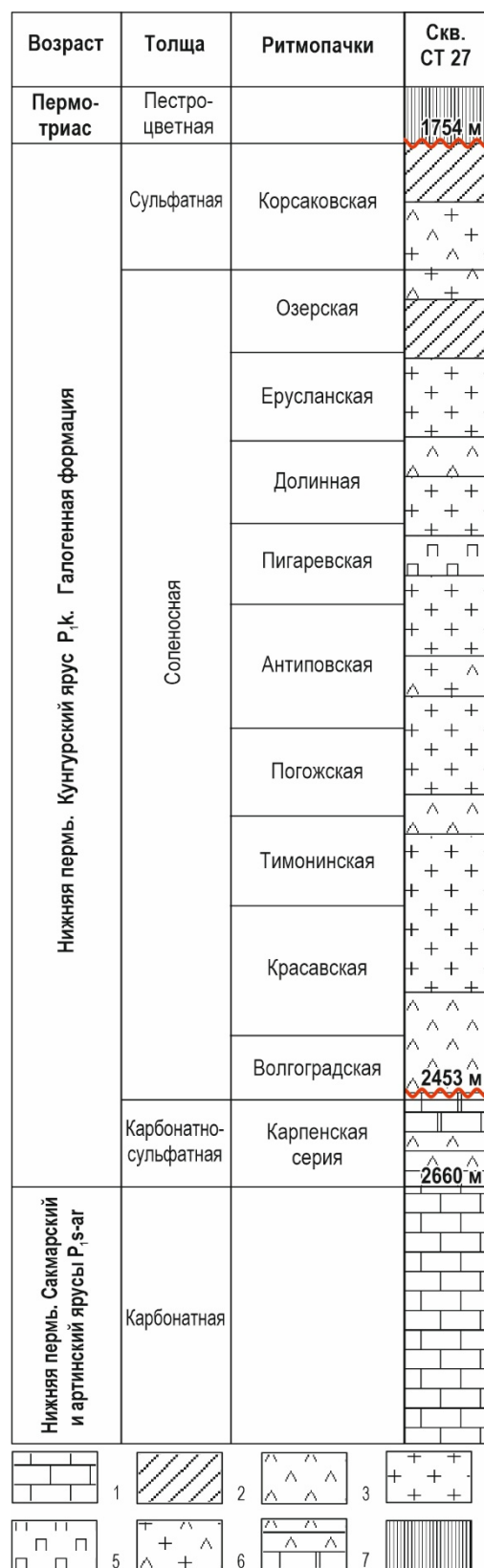
карбонатные пачки пород, выше – галит-полигалитовые пачки до сильвинит-карналит-бишофитовых пластов в кровле ритмов. Мощность эвапоритовых пластов может достигать более 1000 м. Общая мощность пород кунгурского яруса превышает 1500 м (Антипов и др., 2023; Деревягин и др., 1981). Кунгурские отложения были вскрыты 27 Сарпинско-Тингутинской (выбрать один из вариантов написания для единообразия) скважиной, литологическая колонка которой представлена на рис. 3.

### Стадийность галокинетических движений

Под галокинезом авторы понимают процесс перемещения соляных масс благодаря внутренним источникам сил, возникающих в ходе общего тектонического погружения района и вследствие реологического расслоения эвапоритовой толщи на упругую и упруго-пластичную толщи. Процесс галокинеза проявляется в соленосных формациях, седиментационная мощность которых превышает 1,5 км, а мощность накопленных выше отложений – более 1 км. В результате данного процесса формируются дисгармоничные структуры в виде соляных куполов, штоков, соляных гряд, называемые галокинетическими структурами (Волож и др., 1997; Volozh et al., 2001).

С помощью анализа мощностей на разрезах МОГТ, учитывая возраст накопившихся отложений в межкупольных мульдах, можно проследить геометрию кровли кунгурского соленосного комплекса, этапы формирования и дальнейшего развития куполов, а также темпы накопления надсолевых отложений. Поскольку на исследуемой территории мульды заполнены в основном верхнепермскими и триасовыми отложениями, то перед нами возникает проблема реконструкции истории накопления данных отложений и развития процессов перемещения соли.

Структура пород эвапоритовой формации четко выделяется своим дисгармоничным строением от подстилающих и перекрывающих отложений на сейсмических разрезах МОГТ. Волновая картина и амплитудно-частотные характеристики сейсмической записи изученных осадочных толщ также отличаются: для соленосных пород



**Рис. 3.** Литолого-стратиграфическая колонка кунгурского соленосного разреза в скв. Сарпинско-Тингутинская 27 (то же, что и выше) (по Деревягин и др., 1981 с дополнениями). 1 – известняки; 2 – бишофит; 3 – ангидрит; 4 – галит; 5 – полигалит; 6 – галит с ангидритом; 7 – известняки и доломиты с ангидритом; 8 – терригенные отложения

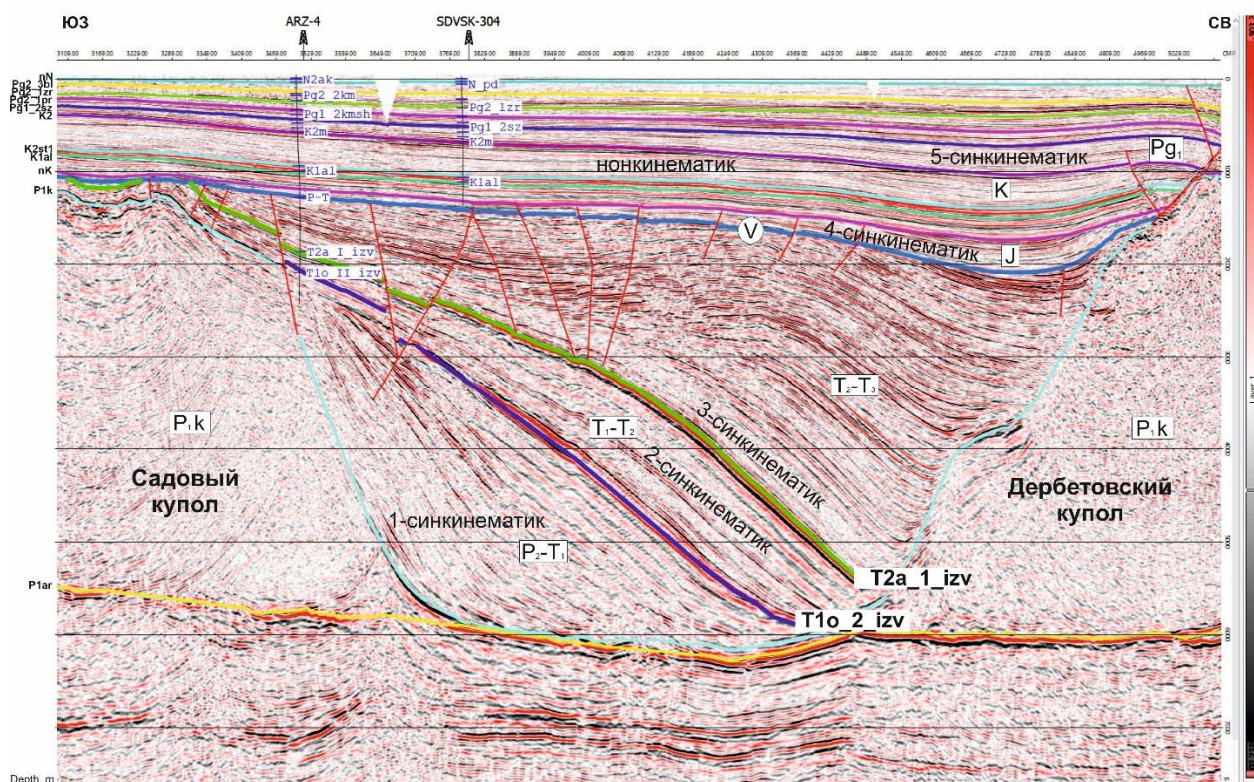


Рис. 4. Фрагмент глубинного сейсмического разреза по профилю 012101 с выделением стадийности галокинетических движений в Садовой мульде (Карташов, 2022 с дополнениями)

присуща хаотичная слабоамплитудная сейсмическая запись, в то время как подстилающие и перекрывающие толщи выделяются выдержанными протяженными высокоамплитудными отражениями.

В надсолевом разрезе, в зависимости от соотношения мощности накопленных выше эвапоритовой толщи отложений ко времени движения или перемещения солей, выделяется несколько сейсмостратиграфических комплексов. Эти комплексы хорошо прослеживаются на сейсмических разрезах и характеризуют стадии деформации соленосной толщи, а точнее стадийности галокинетических движений (рис. 2) (Волож и др., 2013; Volozh et al., 2001).

Первый этап – предкинematический. На протяжении первого этапа слои сформированы до начала движения солей, а уже в ходе процесса галокинеза их форма претерпевает существенные изменения, но мощность горизонтов остается неизменной или почти неизменной.

Второй этап соответствует ранней синкинematической стадии роста соляных куполов и формированию первичных компенсационных мульд. Отложения накапливаются одновременно с движением соли, а их мощ-

ность локально увеличивается в зонах оттока соли. Для этого этапа характерно появление прислоняющихся горизонтов к поверхности купола под разными углами. Данная стадия маркирует время начала роста соляного ядра.

Третий этап – поздний синкинematический. В процессе развития соляных диапиров образуются и заполняются вторичные компенсационные мульды. На третьем этапе мощность накапливаемых отложений также увеличивается, но их депоцентр может сместиться. Отложения выклиниваются к поверхности соляного купола под меньшими углами в отличие от ранних синкинematических комплексов.

В зависимости от протяженности и мощности накопленных отложений можно выделить более двух синкинematических комплексов.

Завершающий этап – посткинematический. Он отражает окончание роста куполов и прекращение движения соли. На распределение осадочного материала этого этапа развития территории влияют общее тектоническое погружение и процессы седиментации, характерные для преобладающих палеогеографических обстановок с протяженными и

выдержанными по мощности осадочными комплексами (рис. 2).

На исследуемой территории отложения, маркирующие предкинематический комплекс, не были зафиксированы. К синкинематическому комплексу приурочены верхнепермские, триасовые, юрские и палеоген-четвертичные отложения, так как они были накоплены одновременно с началом и в процессе галокинетических движений. Это отражается в локальных увеличениях мощности отдельных горизонтов в зонах оттока соли, а также их выклинивание в зонах примыкания к соляным куполам. Посткинематический комплекс включает в себя маломощные

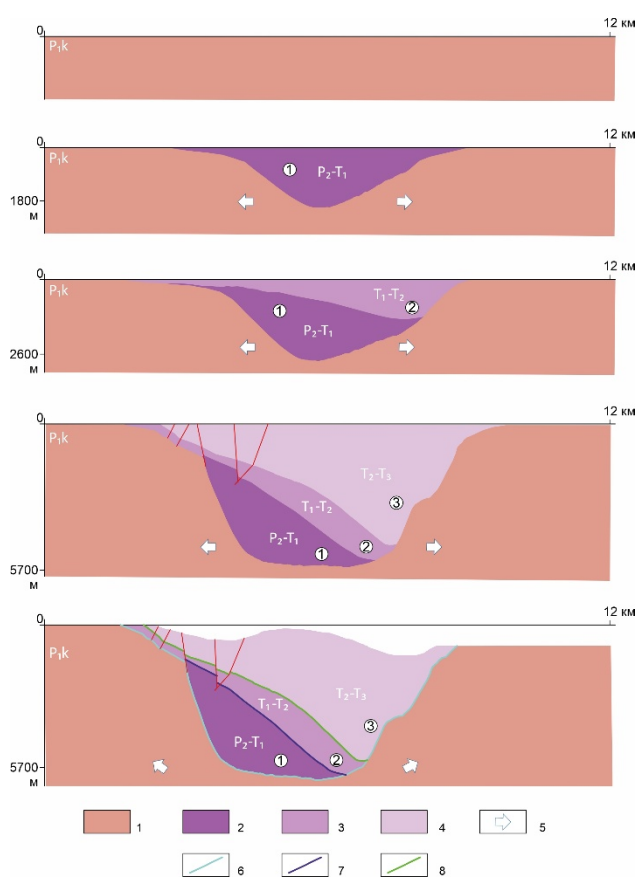
ненарушенные меловые отложения, залегающие на пермско-триасовых и юрских толщах (рис. 4).

### Эволюция процесса галокинеза на примере Дербетовского соляного купола и примыкающей к ней ассиметричной Садовой мульды

Для более детального изучения возникновения и последующего развития процесса галокинеза в кунгурской эвапоритовой толще авторы рассматривают два глубинных сейсмических разреза, пересекающих Садовую мульду, расположенную в юго-западной части Сарпинского прогиба (Карташов, 2022). Она простирается с юго-западного в северо-восточном направлении. С северо-востока ее обрамляет Дербетовский купол высотой до 1800 м, а с юго-запада – Садовый купол высотой 1200 м (рис. 1). Садовая мульда имеет размеры 8×5 км. Глубина залегания кровли соли – 6200 м.

Рассматриваемая мульда характеризуется ассиметричной структурой заполнения и относится к компенсационным мульдам, которые формируются в результате активного бокового источника сноса терригенного материала, под нагрузкой которого последовательно происходит отток соли, освобождая пространство для развития нового смещенного в направлении от источника сноса депоцентра (Волож и др., 1997).

В Садовой мульде отсутствуют отложения предкинематического комплекса. В основании разреза мульды залегают верхнепермские и нижнетриасовые отложения с крутыми углами наклона. Данную толщу можно отнести к раннему синкинематическому комплексу (1), которая характеризуется оттоком соли и первичным формированием соляных куполов, а также начальным прогибанием мульды. Темп прогибания был очень быстрый, на что указывает большая мощность отложений (1800 м) и ее резкое сокращение к бортам мульды. Нижне-среднетриасовые отложения формируют верхнюю часть раннего синкинематического комплекса (2) и отделяются от нижнего комплекса отражающим горизонтом  $T_{1o\_2\_izv}$  (каротажный репер «I известняк»). Данный этап отличается замедлением темпа проги-



**Рис. 5.** Модель заполнения межкупольной мульды в процессе галокинеза до предъюрской эрозии. 1 – кунгурская эвапоритовая толща; 2 – верхнепермские-нижнетриасовые отложения (1-синкинематик); 3 – ниже- и среднетриасовые отложения (2-синкинематик); 4 – средне- и верхнетриасовые отложения (3-синкинематик); 5 – направление оттока соли; 6 – отражающий горизонт  $P_{1k}$ , приуроченный к кровле кунгурского яруса; 7 – отражающий горизонт  $T_{1o\_2\_izv}$  (каротажный репер «II известняк»); 8 – отражающий горизонт  $T_{2a\_1\_izv}$  (каротажный репер «I известняк»).

бания, что объясняет уменьшение мощности отложений до 800 м. Третий синкинематический комплекс (3) включает в себя отложения среднего и верхнего триаса. Он отделен от второго комплекса отражающим горизонтом T2a\_1\_izv (каротажный репер «II известняк»). На его поздний этап синкинематического накопления указывает смещение депоцентра седиментации отложений на северо-восток (ближе к Дербетовскому куполу), а также уменьшение углов залегания. Темп роста соляного купола был самым быстрым за всю историю развития мульды, поскольку максимальные мощности отложений достигают 3100 м.

Все вышеперечисленные комплексы на сводах куполов были впоследствии срезаны предъюрской эрозией, выраженной в виде резкой несогласной границы и приуроченной к отражающему горизонту V. Перекрывающий их комплекс юрских отложений относится к четвертой синкинематической стадии (4). Структура комплекса отражает и медленное прогибание мульды, и развитие прилегающего на северо-востоке Дербетовского купола. На замедление темпа роста данного купола указывают небольшая мощность юрских отложений (400 м) и пологие углы залегания толщи (20° по правому борту). Отложения мелового возраста накапливались, когда Садовый купол прекратил свой рост. Они относятся к нонкинематическому или посткинематическому комплексу, что подтверждает выдержанность и небольшая мощность слоев. Палеоген-четвертичные отложения характеризуют последнюю синкинематическую стадию (5), отображающую дальнейшее прогибание Садовой мульды и рост Дербетовского купола, на что указывают разломы, проходящие над куполом, и невыдержанная мощность слоев в межкупольной депрессии (рис. 4).

## Заключение

По результатам сейсмостратиграфического анализа глубинных сейсмических разрезов прослежена эволюция развития соляных куполов в юго-западной части Сарпинского прогиба и выявлены основные этапы накопления верхнепермских, триасовых и юрских отложений в Садовой мульде.

Рост Дербетовского и Садового куполов и развитие Садовой мульды, примыкающей к нему, начался с середины пермского возраста и происходил в несколько стадий, выраженных в постепенном прогибании основания мульды и изменениях мощности накапливаемых отложений. На изученных сейсмических разрезах верхнепермско-триасовый комплекс представлен непрерывным осадочным разрезом (рис. 5). Кровля этого комплекса размыта предъюрской эрозией. В результате чего значительная часть верхнетриасовых, а местами и среднетриасовых отложений была уничтожена. Это хорошо отражается на мощностях накопленных триасовых отложений и их залегании.

В меловое время активный процесс галокинеза завершился, что выражено в строении нонкинематического или посткинематического комплекса вышележащих отложений с выдержанной мощностью, накопление которых уже никак не повлияло на морфологию Садового купола. В палеоген-четвертичное время процесс галокинеза возобновился, что обусловило изменение мощностей этих отложений. Это фиксируется ростом Дербетовского купола и появлением разрывных нарушений в толще палеоген-четвертичных осадков.

## Библиографический список

- Антипов М. П., Быкадоров В. А., Волож Ю. А., Наугольных С. В., Патина И. С., Писаренко Ю. А., 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.
- Волож Ю. А., Парасына В. С. (ред.). Оренбургский тектонический узел: геологическое строение и нефтегазоносность. М.: Научный мир, 2013. 261 с.
- Деревягин В. С., Свидзинский С. А., Седлецкий В. И., Ковальский Ф. И., Макаров А. С., Федин О. В. Нижнепермская галогенная формация Северного Прикаспия. Ростов н/Д: Изд-во Ростовского ун-та, 1981. 400 с.

Карташов А. А. Геологический отчет. Комплексные геолого-геофизические работы на Хаптагайском участке нераспределенного фонда недр с целью обоснования приоритетных направлений ГРП на нефть и газ в надсолевых отложениях. М., 2022. 318 с.

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

Тихвинский И. Н. Закономерности распространения калийных солей в Предуральско-Прикаспийском бассейне // Советская геология. 1976. № 2. С. 102–113.

Тихвинский И. Н. Стратиграфия и калиеносные горизонты кунгура Прикаспийской синеклизы // Советская Геология. 1974. № 5. С. 44–54.

Урусов А. В. и др. Новые данные по стратиграфии и перспективах нефтегазоносности перм-

ских и триасовых отложений Волгоградской области // Труды ВНИИНГП. М., 1964. Вып. 3.

Урусов А. В., Кетат О. Б., Кольцова В. В. Корреляция нижнепермских отложений Волго-Донского междуречья и их сопоставление с некоторыми районами Русской платформы // Труды ВНИИНГП. Волгоград, 1967. Вып. 12.

Фомина В. В., Патина И. С., Фомина Е. А. Особенности строения триасовых отложений в межкупольных мульдах центральной части Сарпинского прогиба // Материалы LVI Тектонического совещания. М.: Изд-во ГИН РАН, 2025. С. 601–604. EDN: FYHPKQ

Volozh Yu., Ismail-Zadeh A. T., Talbot C. J. Dynamic restoration of profiles across diapiric salt structures: numerical approach and its applications // Tectonophysics. 2001. P. 23–38. DOI: 10.1016/S0040-1951(01)00111-1 EDN: LGSCRF

## Stages of Halokinesis of the Kungurian Evaporite Formation of the Southwestern Part of the Peri-Caspian Depression

V.V. Fomina<sup>a</sup>, V.D. Alekseev<sup>a</sup>, M.P. Antipov<sup>a</sup>, E.A. Fomina<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Geological Institute of the RAS, 7, Bldg. 1, Pyzhovskiy Lane, Moscow 119017, Russia

<sup>b</sup>VNIGNI, 36, Entuziastov Highway, Moscow 105118, Russia

The morphology of the structure and lithological composition of the evaporite formation of the Kungurian age and the suprasalt complex of deposits in the southwestern part of the Peri-Caspian depression are considered. The evolution of the halokinesis process is reconstructed using a local section of the Sarpinskiy Trough as an example. The authors established that the growth of the salt dome and the subsidence of the adjacent trough in the study area began in the middle Permian and continued until the end of the Jurassic. Their structure and subsequent stage development had a significant impact on the formation and evolution of the overlying Mesozoic-Cenozoic deposits.

Key words: *Precaspian depression; Sarpinsky Trough; evaporite formation; halokinesis; salt domes; intersalt troughs.*

### References

Antipov M.P., Bykadorov V.A., Volozh Yu.A., Naugolnykh S.V., Patina I.S., Pisarenko Yu.A., Postnikova I.S. 2023. Stratigrafiya i seismostratigrafiya permskoy evaporitovoy formatsii solerodnoy provintsii Kaspiyskogo regiona: problema i resheniya [Stratigraphy and seismic stratigraphy of the Permian evaporite formation of the Peri-Caspian region salt province: problems and solutions]. Stratigraphy. Geological correlation. 31(2):40-58. (in Russian)

Volozh Yu.A., Volchegursky L.F., Groshev V.G., Shishkina T.Yu. 1997. Tipy solyanykh struktur Prikaspiyskoy vpadiny [Types of salt structures of the

Peri-Caspian depression]. Geotectonics. 3:41-55. (in Russian)

Volozh Yu.A., Parasyna V.S. 2013. Orenburgskiy tektonicheskiy uzel: geologicheskoe stroenie i neftegazonosnost [Orenburg tectonic knot: geological structure and oil and gas potential]. Moskva, Nauchnyy Mir, p. 261. (in Russian)

Derevyagin V.S., Svidzinskiy S.A., Sedletskiy V.I., Kovalskiy F.I., Makarov A.S., Fedin O.V. 1981. Nizhnepermskaya galogennaya formatsiya Severnogo Prikaspiya [Lower Permian Halogen Formation of the Northern Peri-Caspian Region]. Rostov, Rostov University Press, p. 400. (in Russian)

- Kartashov A.A.* 2022. Kompleksnye geologo-geofizicheskie raboty na Khaptagayskom uchastke neraspredelennogo fonda neдр s tselyu obosnovaniya prioritetnykh napravleniy GRR na neft i gaz v nadsoleyvykh otlozheniyakh [Comprehensive Geological and Geophysical Prospecting on the Khaptagayskiy Area of the Unallocated Subsoil Fund with the Aim of Substantiating Priority Directions for Oil and Gas Geological Exploration in Suprasalt Deposits]. *Geologicheskii otchet*. Moskva, p. 318. (in Russian)
- Pisarenko Yu.A., Levina V.I., Kukhtinov D.A. Serebryakova I.A.* 2000. Mestnye stratigraficheskie podrazdeleniya nizhney permi Prikaspiyskogo regiona [Local stratigraphic units of the Lower Permian of the Peri-Caspian region]. *Nedra Povolzhya I Prikaspiya*. 21:3–18. (in Russian)
- Tikhvinskiy I.N.* 1976. Zakonomernosti raspostraneniya kaliynykh soley v Preduralsko-Prikaspiyskom bassejne [Distribution Patterns of Potassium Salts in the Cis-Ural-Cis-Caspian Basin]. *Sovetskaya Geologiya*. 2:102-113. (in Russian)
- Tikhvinskiy, I.N.* 1974. Stratigrafiya i kaliensnye gorizonty kungura Prikaspiyskoy sineklizy [Stratigraphy and Potassium-Bearing Horizons of the Kungurian of the Peri-Caspian Syneclise]. *Sovetskaya Geologiya*. 5:44-54. (in Russian)
- Urusov, A.V. et al.* 1964. Novye dannye po stratigrafii i perspektivakh neftegazonosnosti permiskikh i triasovykh otlozheniy Volgogradskoy oblasti [New Data on the Stratigraphy and Oil and Gas Prospects of the Permian and Triassic Deposits of the Volgograd Region]. *Proc. of the All-Russian Research Institute of Oil and Gas Processing*. Moskva. No.3. (in Russian)
- Urusov A.V., Ketat O.B., Koltsova V.V.* 1967. Korrelyatsiya nizhnepermiskikh otlozheniy Volgondskogo mezhdurechya i ikh sopostavlenie s nekotorymi rayonami Russkoy platformy [Correlation of the Lower Permian Deposits of the Volga-Don Interfluvium and Their Comparison with Some Areas of the Russian Platform]. *Proc. of the All-Russian Research Institute of Oil and Gas Processing*. No.12. Volgograd. (in Russian)
- Fomina V.V., Patina I.S., Fomina E.A.* 2025. Osobennosti stroeniya triasovykh otlozheniy v mezhkupalnykh muldakh tsentralnoy chasti Sarpinskogo progiba [Structural features of Triassic deposits in interdome troughs of the central part of the Sarpinskiy Trough]. *Proc. of the LVI Tectonic Conference*. Moskva, Publishing House of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, pp. 601-604. (in Russian)
- Volozh Yu., Ismail-Zadeh A.T., Talbot C.J.* 2001. Dynamic restoration of profiles across diapiric salt structures: numerical approach and its applications. *Tectonophysics*. 337:23-38.