

УДК 551.87

СЕЙСМОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРИ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЯХ ИЗОЛИРОВАННЫХ БАССЕЙНОВ (НА ПРИМЕРЕ СОЛЕНОВСКОГО КРИЗИСА РАННЕГО ОЛИГОЦЕНА В ВОСТОЧНОМ ПАРАТЕТИСЕ)

© 2025 г. И. С. Пати́на^{1,*}, В. В. Фомина^{1,**}, А. А. Ткачева^{1,***},
член-корреспондент РАН Н. Б. Кузнецов^{1,****}

Поступило 15.07.2024 г.

После доработки 26.09.2024 г.

Принято к публикации 30.09.2024 г.

На примере Восточного Паратетиса апробированы методические подходы сейсмостратиграфического анализа при палеогеографических реконструкциях закрытых бассейнов, испытывавших изоляцию от Мирового океана в разные периоды своего существования. Проведена оценка масштабов и последствий соленовской регрессии раннего олигоцена на территории Восточного Паратетиса. На основе синтеза палеогеографических реконструкций и данных об изменении геодинамической картины Черноморско-Каспийского региона разработана модель восстановления глубин раннеолигоценового (Соленовского) бассейна Паратетиса для его начальной (трансгрессивной), переходной и завершающей (регрессивной) фаз. Модель учитывает колебания относительного уровня моря, а также влияние более поздних тектонических деформаций на структуру олигоценового бассейна.

Ключевые слова: Паратетис, майкопская серия, сейсмостратиграфия, регрессия, палеогеография

DOI: 10.31857/S2686739725010128 EDN: GWCWON

ВВЕДЕНИЕ

Основой палеогеографических реконструкций является изучение распространения осадков древних бассейнов. В большинстве случаев данные о седиментационных условиях получают путём анализа геологических и палеонтологических сведений. Эти подходы хорошо работают для морских бассейнов открытого типа, где уровень вод определяется уровнем Мирового океана. Однако при изучении замкнутых “средиземноморских” бассейнов стандартные методы палеонтологического и литологического анализа мало информативны и не предоставляют полных данных об их глубине, базисе эрозии и режиме развития.

Подобные бассейны периодически отделялись не только от Мирового океана, но и теряли связь с соседними бассейнами. Историю вариаций уровней вод в таких замкнутых бассейнах сложно напрямую сопоставить не только с глобальной эвстатической кривой колебаний уровня Мирового океана, но и с данными по другим внутриконтинентальным бассейнам, связи с которыми прерывались. На время замыкания каждый бассейн со своей площадью водосбора превращался в обособленную тектоно-седиментационную систему с уникальной историей развития и с собственным базисом эрозии, обусловленным уровнем вод в нём. Примерами являются бассейны Атлантики и Арктики на ранних стадиях их формирования, неоптотерозойские авлакогены Восточно-Европейской платформы, палеозойские бассейны Прикаспия, Средиземное море, а также система морей Паратетиса, располагавшиеся вдоль южной окраины Западной Евразии второй половины кайнозоя.

¹ Геологический институт РАН, Москва, Россия

* E-mail: irina.patina@gmail.com

** E-mail: valery.fomina17@gmail.com

*** E-mail: a.a.tkacheva1@yandex.ru

**** E-mail: kouzchnikbor@mail.ru

Одним из наиболее значительных, но пока ещё слабо изученных эпизодов изоляции, является событие соленовского времени в конце рюпельского века раннего олигоцена. По геологическим данным в соленовских слоях выявлены однозначные признаки регрессии [5, 13, 14, 16]. Однако масштаб этого события и выражение его последствий в закрытых частях бассейна ранее практически не обсуждался.

Задача прослеживания и оценки событий, подобных соленовскому, может быть решена методами сейсмостратиграфической интерпретации данных МОГТ. Сейсмостратиграфический анализ позволяет на значительные расстояния проследить как латеральные вариации структурного плана строения геологических тел и профиля эрозионно-седиментационного равновесия, так и сейсмофациальные параметры элементов осадочного разреза.

В данной работе на базе результатов сейсмостратиграфического анализа предпринята попытка реконструировать события соленовского кризиса в Восточном Паратетисе.

СОЛЕНОВСКИЙ КРИЗИС

Отложения соленовского горизонта представлены глинами с прослоями песков и песчаников, а также характерным пластом светлого мергеля в основании (получившим название “остракодовый пласт”). Горизонт выделяется в нижней (хадумской) части майкопской серии и имеет раннеолигоценовый возраст.

Майкопский сейсмокомплекс распространён практически на всей территории в Черноморско-Каспийского региона (за исключением областей его постседиментационного размыва). Он характеризуется вариативностью мощностей (от десятков до 2500 м) и внутренней структуры при практически монотонном литологическом составе (тёмные глинистые породы с песчаными прослоями). Строение сейсмокомплекса подробно рассмотрено в наших предыдущих публикациях [11, 21] и в работах предшественников [6, 7, 8]. Основные результаты проведённых исследований сводятся к следующему. В наиболее мелководных шельфовых областях формировались параллельные отражающие горизонты разной степени выраженности (рис. 1 а). Более глубоководная часть майкопского сейсмокомплекса сложена крупными клиноформенными осадочными телами (рис. 1 б), которые последовательно заполняли бассейн со стороны платформы в направлении открытого моря.

Внутри шельфовой части майкопского сейсмокомплекса нами прослежена эрозионная поверхность, соответствующая регрессии позднесоленовского времени (рис. 2). Она характеризуется региональным распространением и выражена практически по всей территории Предкавказья и Среднего Каспия. Поверхность осложнена системой врезанных долин, которые унаследовано формировались речными руслами во время регрессий олигоцена-миоцена, начиная с соленовского времени (рис. 1 в). Степень выраженности эрозии и размыва комплексов, подстилающих выявленную поверхность, увеличивается с севера на юг в сторону северных бортов Предкавказских и Каспийских прогибов. Вдоль них выделяется крутой абразионный уступ высотой около 500 м (рис. 1 г). Здесь размывы подстилающие комплексы вплоть до меловых. Далее в направлении открытого бассейна отражающие горизонты залегают согласно, и эрозионная поверхность отсутствует [21].

Геологические данные о соленовском кризисе (врезы, перемывы, области нулевой седиментации и следы плоскостной эрозии, волнистая поверхность, биотурбирование осадков, накопление углей, грубые терригенные фации, седиментационное брекчирование, олистостромы и др.) установлены практически по всей площади северного шельфа Восточного Паратетиса — на территории Предкавказья, Северных Ергеней, Северного Каспия и Казахстана [2, 5, 15, 16]. Его следы также присутствуют на побережье Чёрного моря. Так, в обнажении Карбурун (Стамбул, Турция) закартирована эродированная эоценовая поверхность, заполненная грубообломочными терригенными фациями и отложениями грязекаменного потока. Палеонтологические исследования подтверждают соленовский возраст отложений [23]. Подобные врезы описаны в Гетской впадине (Румыния) [22] и закартированы на Одесском и Румынском шельфе Чёрного моря [18], где размывы раннеолигоценовые и даже эоценовые толщи, однако данные о возрасте самих врезозов здесь отсутствуют.

МЕТОДИКА РЕКОНСТРУКЦИИ ГЛУБИН ПАЛЕОБАССЕЙНОВ

При палеографических реконструкциях бассейнов, подобных Восточному Паратетису, в первую очередь проводится региональный сейсмостратиграфический анализ их закрытых частей (не выходящих в настоящее на дневную поверхность) с выявлением и картированием

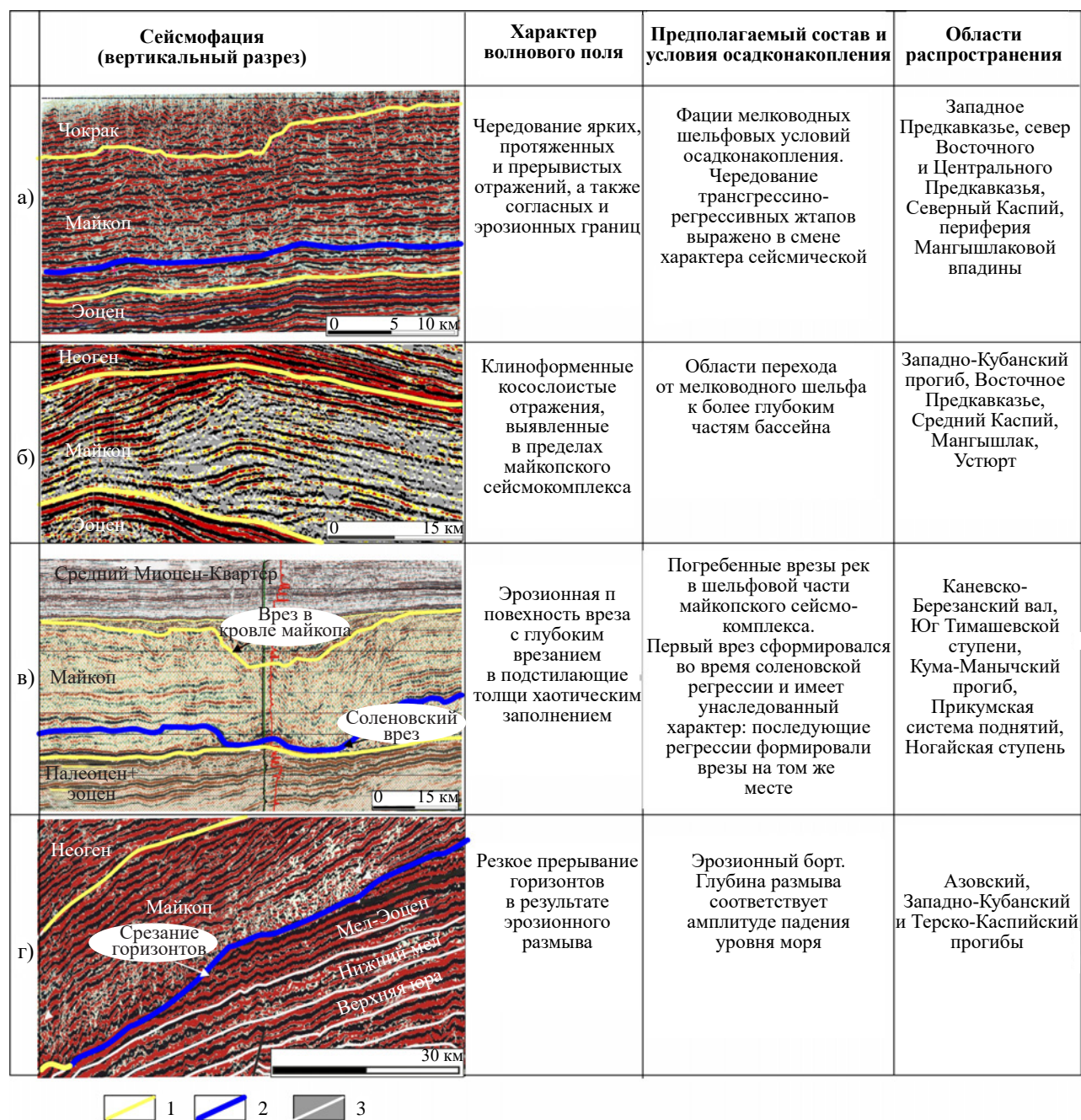


Рис. 1. Характерные сейсмофации майкопского сейсмокомплекса. а – параллельные сейсмофации мелководного шельфа (фрагмент регионального профиля №10 по Восточному Предкавказью), б – клиноформенные сейсмофации шельфа (фрагмент регионального профиля FR050916 по Западному Предкавказью), в – эрозионные врезы речных систем (фрагмент регионального профиля FR060722а по Западному Предкавказью), г – абразионный уступ (фрагмент регионального профиля № V по Восточному Предкавказью). 1 – границы майкопского сейсмокомплекса; 2 – поверхность соленовского возраста; 3 – прочие сейсмостратиграфические границы

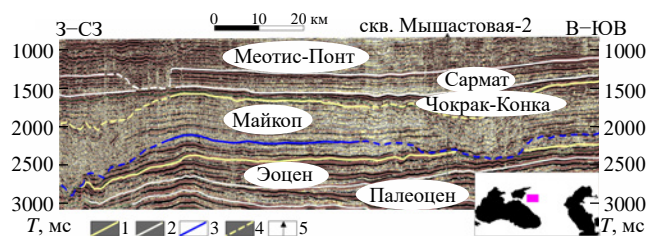


Рис. 2. Сеймостратиграфический профиль 040823ab [4], демонстрирующий эрозионную поверхность солёновского возраста внутри майкопского сеймокомплекса и унаследованную систему речных врезов. 1 — границы майкопского сеймокомплекса; 2 — границы других сеймокомплексов; 3 — поверхность солёновского возраста, 4 — границы врезов, цвет соответствует легенде; 6 — скважины. На врезке показано положение профиля

мелководных и глубоководных областей шельфа, склонов и глубоководных впадин. На базе проведённого районирования, выявляются признаки колебаний уровня вод в бассейне, характерные для различных его областей.

Для Восточного Паратетиса наиболее эффективным подходом для определения глубин палеобассейна и амплитуды колебаний относительного уровня моря стало измерение высот бровок клиноформенных комплексов (определяющих разницу глубин мелкого и глубокого шельфа), а также высот абразионных уступов и врезов (определяющих амплитуду падения относительного уровня моря во время регрессии). Именно сумма подобных маркеров и особенности их распространения, подкреплённые геологическими данными, могут интерпретироваться как результат падения уровня вод и изменения базиса эрозии, в то время как единичные наблюдения одного из описанных выше признаков, не всегда маркируют именно трансгрессивно-регрессивные события.

На основе синтеза палеогеографических данных по трансгрессивным этапам. олигоцен Восточного Паратетиса нами разработана структурно-палинспастическая схема (модель) рельефа дна солёновского бассейна (рис. 3). Основой для определения глубин палеоповерхности послужили результаты собственных исследований [21] и предшествующие реконструкции [13]. Базовой картой для создания рельефа послужила карта Восточного Паратетиса в пшехское время [14] и палинспастические данные для раннего олигоцена [1]. На базовые карты были внесены уточнённые значения глубин, полученные по результатам

сеймостратиграфического анализа. В качестве нулевой поверхности были приняты относительные отметки уровня моря при максимуме трансгрессии в начале солёновского времени. Далее путём интерполяции массива данных, значения глубин были распространены на области, в которых данные о глубинах палеоповерхности отсутствовали. При этом производился контроль и коррекция интерполируемых значений в соответствии с тектоническим положением и известными фациальными обстановками.

В модели учтены изменения геодинамической структуры региона. Для этого были сняты последствия сдвига вдоль Крымско-Копетдагской зоны концентрированных деформаций предплиоценового возраста. Подробное описание и палинспастическая реконструкция движений по ней приведено ранее [9, 12]. Зона представляет собой трансрегиональный постколлизийный правый сдвиг, который протягивается с юго-востока на северо-запад от Копетдага через Апшеронский порог и Большой Кавказ до Горного Крыма. Активная фаза формирования сдвиговой зоны приходится на конец альпийского этапа и стадии коллизии Евразийской и Аравийской плит. Основные движения вдоль сдвиговой зоны произошли в позднемиоценовое или даже в плиоцен-четвертичное время. В это же время впервые активно проявился кавказский источник сноса обломочного материала [19]. Амплитуда сдвига за этот период составила порядка 150–200 км, что было определено на основании геологических и сеймостратиграфических данных о расстоянии между маркерными палеогеографическими элементами, расположенными по разные стороны сдвиговой зоны [9, 11]. В настоящее время продолжают движения в северо-восточном направлении, зафиксированные по GPS-наблюдениям. Современные скорости составляют 26–28 мм в год [10]. При аналогичных скоростях движения, с конца плиоцена Восточно-Черноморский блок должен был преодолеть расстояние около 140 км, что практически соответствует амплитуде сдвига. Суммарная амплитуда сдвига определялась с помощью палеогеографического анализа. Проведённая реконструкция позволила восстановить первичные контуры осадочных бассейнов, которые были нарушены и разобщены сдвиговой зоной. Так валы Андрусова и Архангельского в Чёрном море при реконструкции сдвигового движения соединяются в единую структуру, представляющую собой

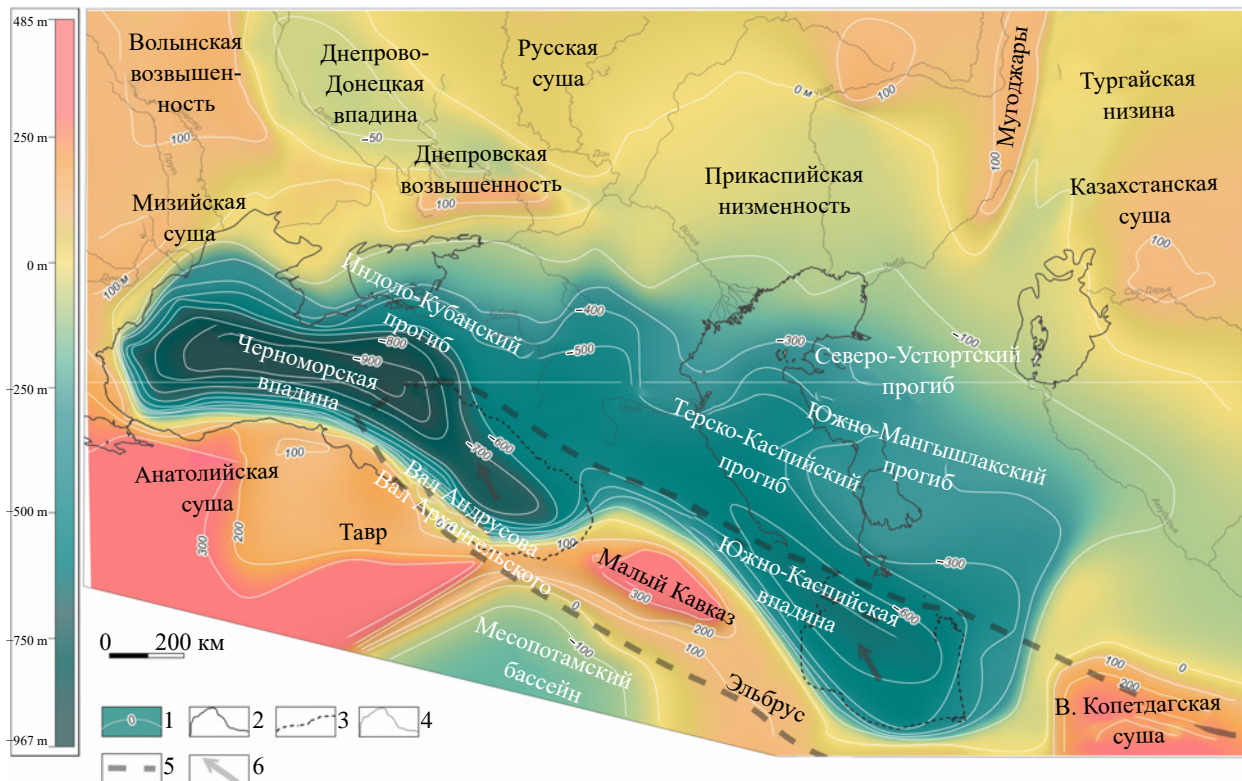


Рис. 3. Структурно-палинспастическая схема рельефа Восточного Паратетиса на соленовое время раннего олигоцена по результатам цифрового моделирования. 1 — изолинии соленовской палеоперевности, рассчитанные от относительной отметки уровня моря в начале соленовского времени, принятой за ноль; 2 — современные береговые линии морей; 3 — береговые линии морей, перемещённые с учётом движений по зоне Крымско-Копетдагских деформаций; 4 — реки; 5 — границы Крымско-Копетдагской сдвиговой зоны деформаций; 6 — направление движения крыла сдвига (в плиоцен-четвертичное время)

приподнятую часть относительно глубоководного шельфа; в западной и восточной частях Чёрного моря располагается единая глубоководная впадина.

Важно также отметить, что по результатам детального изучения вещественного состава соленовского горизонта не было выявлено влияния кавказского источника сноса [15, 16]. Результаты проведённого нами сейсмостратиграфического анализа указывают на то, что снос с Кавказа в олигоценовое время также не проявлен. Недавними исследованиями характера распределения возрастов зёрен обломочного циркона, извлечённых из пород кайнозойских толщ Кавказского региона [19], показано, что горного сооружения Большого Кавказа как крупного источника обломочного материала до конца миоцена не существовало. Седиментационные потоки в Западно-Кубанский прогиб со стороны Большого Кавказа фиксируются не ранее плиоцен-четвертичного

временного рубежа. Таким образом на основании данных сейсмостратиграфии, тектонического и литологического анализа в соленовое время в области современного горного сооружения Большого Кавказа нами предполагается наличие условий открытого бассейна. Во время крупных регрессий эта область значительно мелела, что может быть объяснением наличия мелководных и дельтовых песчаных фаций, а также остатков наземной растительности [17], произраставшей на осушенной поверхности шельфа и привносимой реками, впадавшими в бассейн.

Таким образом, полученная модель рельефа объединяет в себе структурно-палеогеографическую схему раннего олигоцена Восточного Паратетиса с палинспастическими реконструкциями. Такая реконструкция позволяет наиболее адекватно оценивать изменения площади и соотношения областей седиментации и эрозии при колебаниях уровня вод в бассейне.

РЕКОНСТРУКЦИЯ СОЛЕНОВСКОЙ ТРАНСГРЕССИИ И РЕГРЕССИИ

Для составленной модели рельефа были реконструированы изменения береговой линии и контуров осадочного бассейна при изменении уровня вод в нём на протяжении соленовского века второй половины раннего олигоцена (рис. 4).

В трансгрессивный этап (начало соленовского времени) основная часть шельфа (Север Предкавказья, Ергени, Северный Каспий и Казахстан) представляла собой области мелководно-морской седиментации (см. рис. 4 а). В более глубоководных областях шельфа (южные и центральные районы Предкавказья, Средний Каспий, Кара-Богаз-Гол, Мангышлакская впадина) формировались клиноформенные тела. По высотам бровок клиноформенных комплексов было определено, что глубины северного шельфа Восточного Паратетиса составляли порядка 150–300 м, увеличиваясь в южном направлении. Здесь относительно неглубокий шельф переходил в систему депрессий (Индоло-Кубанский, Восточно-Кубанский, Терско-Мангышлакский и Североустюртский прогибы и Куринскую впадину), в которых глубина достигала 500 и более метров. В сторону бассейна эти прогибы открывались в глубоководные впадины Чёрного моря и Южного Каспия.

При падении уровня вод с амплитудой 100–150 м, границы бассейна в пространственном плане изменялись незначительно, без формирования каких-либо маркерных элементов, чётко обозначающих их контуры (см. рис. 4 б). Береговая линия южных окраин, примыкавших к орогенным областям, отступала на первые километры. На северных платформенных шельфах изменения были обширнее, но тем не менее — основная часть шельфа оставалась покрыта водой. Отступление воды здесь происходило постепенно, с формированием мелководных заливов. Отложения, характеризующие такие фациальные обстановки, имели место в северных частях Предкавказья, Ергенях, на бортовых частях Южно-Мангышлакского прогиба и южных районах Закаспия в основном для раннесоленовского времени. В более глубоководных областях сохранялись условия некомпенсированной седиментации.

При дальнейшем падении относительного уровня моря в конце соленовского века, бассейн претерпевал более масштабные изменения

(см. рис. 4 в). Практически вся территория северных шельфов осушалась, и граница береговой линии смешалась южнее на 100 и более километров. Вода сохранялась лишь в наиболее глубоко погруженных областях: кубанских и Терско-Мангышлакском прогибах, Черноморской и Каспийской впадинах. Амплитуда падения уровня моря при регрессии в поздне-соленовское время оценена исходя из результатов измерения высоты абразионного уступа и глубины врезов. Она составляла около 450–500 м [21].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённые исследования позволили апробировать ряд методических приемов сейсмостратиграфического анализа, применимых для восстановления палеогеографии регрессивных эпизодов бассейнов закрытого типа на примере Восточного Паратетиса.

Анализ распространения сейсмофаций (параллельные сейсмофации мелководного шельфа, клиноформенные сейсмофации склона, депрессионные отложения впадин и т.д.), позволил выявлять различные фациальные зоны и проследить по площади элементы палеорельефа (эрозионные поверхности, врезы и абразионные уступы) и амплитуды колебаний уровня вод, характерных для разных этапов развития бассейна. Учёт геодинамических изменений позволил адекватно оценивать изменения площади и соотношения областей седиментации и эрозии при трансгрессивных и регрессивных режимах.

Подобный сейсмостратиграфический анализ позволяет решить задачу выявления закономерностей развития изолированных осадочных бассейнов с уникальной историей развития. Области применения этого подхода достаточно широки и разнообразны. Выявление и картирование описанных особенностей структуры и эрозионно-седиментационных режимов замкнутых бассейнов и особенности учёта глубин палеобассейнов может применяться при моделировании осадочных бассейнов и углеводородных систем, когда вместо эвстатической кривой необходимо задавать собственные значения колебаний уровня вод. Также определение соотношения областей и типов седиментации с областями эрозионных процессов имеет важное значение при составлении местных и региональных стратиграфических схем и оценке потенциальных ископаемых ресурсов.

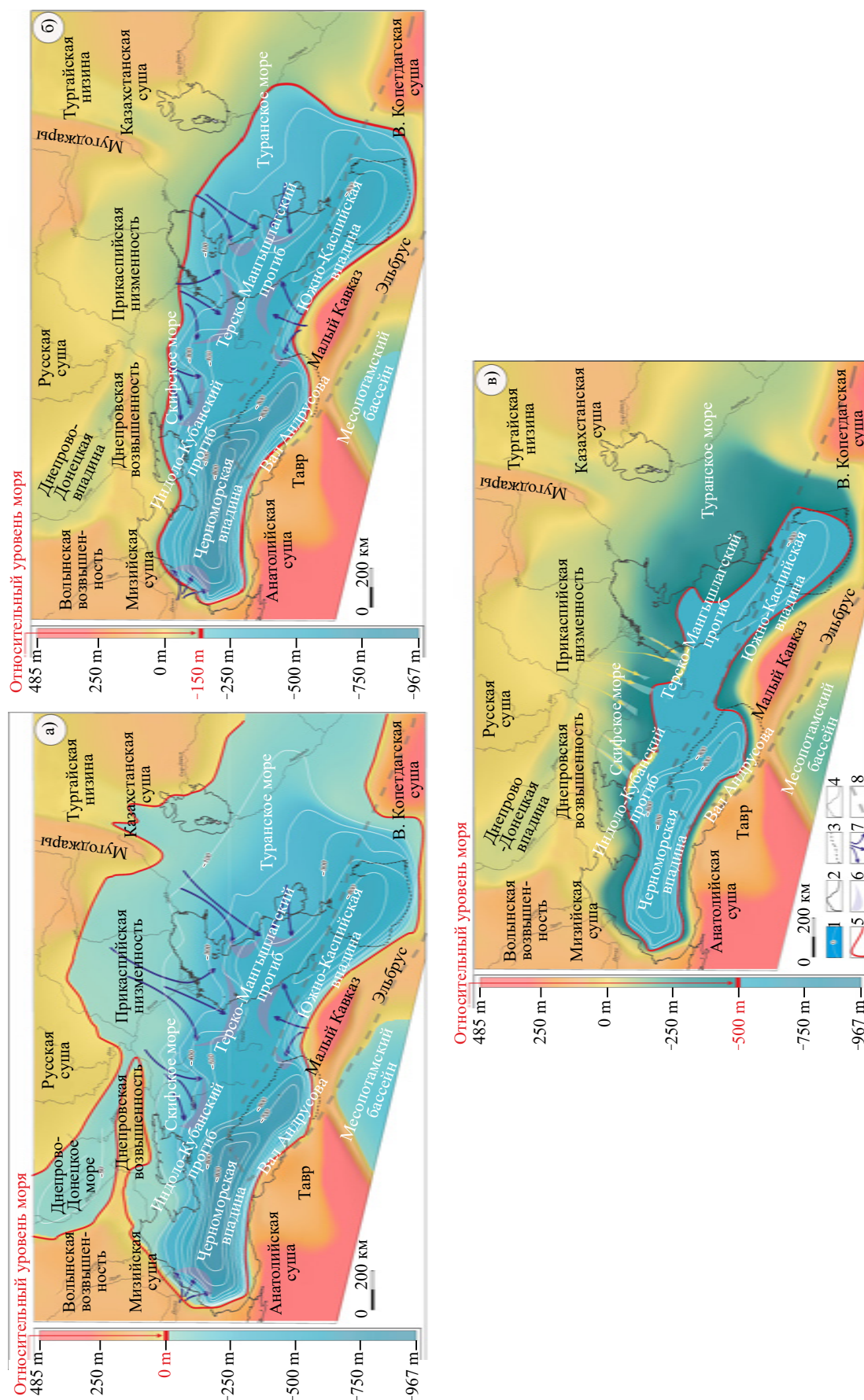


Рис. 4. Миграция береговой линии Восточного Паратетиса при колебаниях относительного уровня моря: а – максимум трансгрессивного этапа в начале соленовского века. Относительный уровень моря, принятый за 0 м; б – максимум регрессии второй половины раннесоленовского времени. Относительный уровень моря –150 м; в – максимум регрессии. Позднесоленовское время. Относительный уровень моря –500 м. 1 – предполагаемые изолинии палеоглубин; 2 – современные береговые линии морей; 3 – береговые линии морей, перемещённые с учётом движений по зоне Крымско-Копетдагских деформаций; 4 – реки; 5 – береговая линия Восточного Паратетиса; 6 – области формирования клиноформ; 7 – направление переноса терригенного материала; 8 – абразионные уступы; 9 – врезанные долины палеорек и направление переноса в них терригенного материала; 10 – границы Крымско-Копетдагской сдвиговой зоны деформаций

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

ИСТОЧНИКИ ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследования проведены и выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (грант 22-27-00827, <https://rscf.ru/project/22-27-00827/>).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Атлас литолого-палеогеографических, структурных, палинспастических и геоэкологических карт Центральной Евразии / Ред. Ю. Г. Леонов, В. А. Быкадоров, Ю. А. Волож, Т. Н. Хераскова и др.). Алма-Ата: НИИ природных ресурсов ЮГЕО, 2002.
2. Воронина А. А., Попов С. В. Соленовский горизонт Восточного Паратетиса // Известия АН СССР. Серия геол. 1984. № 9. С. 41–53.
3. Егорова Т. П., Баранова Е. П., Гобаренко В. С., Муровская А. В. Строение земной коры Горного Крыма вдоль профиля “Севастополь–Керчь” по результатам ГСЗ и локальной сейсмической томографии // Геотектоника. 2018. № 4. С. 77–95.
4. Ефимов В. И. Геологическое изучение и оценка углеводородного потенциала комплексов разреза платформенного чехла Западного Предкавказья на основе региональных сейсморазведочных работ с целью обеспечения стабильного развития и расширения ресурсной базы ТЭК Южного Федерального округа (Краснодарский край и Республика Адыгея). Краснодар: Краснодар-нефтегеофизика, 2007.
5. Застрожных А. С., Попов С. В., Беньямовский В. Н., Мусатов В. А., Ахметьев М. А., Запорожец Н. И., Богачкин А. Б., Столяров А. С. Опорный разрез олигоцена юга Восточно-Европейской платформы (Северные Ергени) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т. 27. № 4. С. 59–92.
6. Исмагилов Д. Ф., Козлов В. Н., Мартиросян В. Н., Терехов А. А. Строение и особенности формирования плитного чехла в пределах Среднего Каспия (по материалам сейсмических исследований) // Геотектоника. 2003. № 4. С. 51–60.
7. Козмодемьянский В. В., Попков В. И., Титов Б. И. Тела бокового наращивания в олигоцене Мангышлака // Бюлл. МОИ П. Отд. геол. 1987. Т. 62. № 1. С. 37–40.
8. Кунин Н. Я., Косова С. С., Медведев Е. Н., Пустовойт О. Ю. Сейсмостратиграфический анализ майкопских отложений Северо-Восточного Предкавказья // Советская геология. 1990. № 4. С. 79–84.
9. Леонов Ю. Г., Волож Ю. А., Антипов М. П., Быкадоров В. А., Хераскова Т. Н. Консолидированная кора Каспийского региона: опыт районирования. М.: ГЕОС, 2010. 64 с.
10. Миллюков В. К., Миронов А. П., Рогожин Е. А. и др. Оценки скоростей современных движений Северного Кавказа по GPS наблюдениям // Геотектоника. 2015. № 3. С. 56–65.
11. Патина И. С. Строение майкопского комплекса Каспийского региона по результатам сейсмостратиграфических исследований // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25. № 3. С. 1–10.
12. Патина И. С., Леонов Ю. Г., Волож Ю. А., Конн М. Л., Антипов М. П. Крымско-Копетдагская зона концентрированных орогенических деформаций как трансрегиональный позднеколлизийный правый сдвиг // Геотектоника. 2017. № 4. С. 17–30.
13. Попов С. В., Антипов М. П., Застрожных А. С., Курина Е. Е., Пинчук Т. Н. Колебания уровня моря на северном шельфе Восточного Паратетиса в олигоцене–неогене // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2010. Т. 18. № 2. С. 3–26.
14. Попов С. В., Ахметьев М. А., Лопатин А. В., Бугрова Э. М., Сычевская Е. К., Щерба И. Г., Андреева-Григоревич А. С., Запорожец Н. И., Николаева И. А., Конн М. Л. Палеогеография и биогеография бассейнов Паратетиса. Ч. 1. Поздний эоцен – ранний миоцен // Тр. ПИН РАН. Т. 292. М.: Научный мир, 2009. 178 с.
15. Столяров А. С. Палеогеография Предкавказья, Волго-Дона и Южного Мангышлака в позднем эоцене и раннем олигоцене // Бюлл. МОИ П. Отд. геол. 1991. Т. 66. Вып. 4. С. 64–80.
16. Столяров А. С., Излева Е. И. Соленовские отложения нижнего олигоцена Предкавказья, Волго-Дона и Мангышлака (центральная часть Восточного Паратетиса). Сообщение 1. Основные особенности состава и строения // Литология и полез. ископаемые. 1999. № 3. С. 298–317.
17. Akhmetiev M. A. Palaeobotanical data on Geological Age of the Grater Caucasus // Paleontological Journal. 1995. V. 29. № 1. P. 172–181.
18. Dinu C., Wong H. K., Tambrea D., Matenco L. Stratigraphic and structural characteristics of the Romanian Black Sea Shelf // Tectonophysics. 2005. 410(1): 417–435.
<https://doi.org/10.1016/j.tecto.2005.04.012>
19. Kuznetsov N. B., Romanyuk T. V., Shatsillo A. V., Latysheva I. V., Fedyukin I. V., Strashko A. V., Novikova A. S., Shcherbinina E. A., Drazdova A. V.,

- Makhinya E. I., Marinin A. V., Dubenskiy A. S., Erofeva K. G., Sheshukov V. S.* Cretaceous–Eocene Flysch of the Sochi Synclinorium (Western Caucasus): Sources of Clastic Material Based on the Results of U–Th–Pb Isotope Dating of Detrital Zircons // *Lithology and Mineral Resources*. 2024. V. 59. № 1. P. 47–69.
20. *Palcu D. V., Patina I. S., Sandric I., Lazarev S., Vasiliev I., Stoica M., Krijgsman W.* Late Miocene megalake regressions in Eurasia // *Scientific Reports*. 2021. V. 11. № 11471.
21. *Patina I. S., Gorkin G. M., Postnikova I. S.* Manifestations of the Early Oligocene Solenovian Crisis on the Northern Shelf of the Eastern Paratethys // *Lithology and Mineral Resources*. 2024. V. 59. № 4. P. 381–389.
22. *Roban R.-D., Melinte M. C.* Paleogene litho- and biostratigraphy of the NE Getic Depression (Romania) // *Acta Palaeontologica Romaniaae*. 2005. V. 5. P. 423–439.
23. *Simmons M. D., Bidgood M. D., Connel P. G. et al.* Biostratigraphy and paleoenvironments of the Oligocene succession (Ihsaniye Formation) at Karaburun (NW Turkey) // *Turkish Journal of Earth Sciences*. 2020. 29. P. 28–63.
<https://doi.org/10.3906/yer-1907-7>

DIGITALIZATION OF ISOLATED BASINS PALEO GEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS: A CASE STUDY OF THE EARLY OLIGOCENE SOLENOVIAN CRISIS IN THE EASTERN PARATETHYS

© 2025 I. S. Patina[#], V. V. Fomina^{##}, A. A. Tkacheva^{###},
Correspondent Member of the RAS N. B. Kuznetsov^{####}

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

[#]E-mail: irina.patina@gmail.com

^{##}E-mail: valery.fomina17@gmail.com

^{###}E-mail: a.a.tkacheva1@yandex.ru

^{####}E-mail: kouznikbor@mail.ru

A new methodology for paleogeographic reconstructions of regressive stages of sedimentary basins, which experienced isolation from the World Ocean, has been tested using the example of the Eastern Paratethys. The application of this methodology makes it possible to fill the gaps in understanding the development history of the Paratethys and other similar sedimentary basins (such as Pricaspian and South Atlantic), which experienced isolation at various stages of their existence. Digital modeling of the results and consequences of the Early Oligocene Solenovian regression manifested in the Eastern Paratethys has been carried out. Based on the synthesis of paleogeographic reconstructions and data on changes in the geodynamic setting of the Black Sea-Caspian region, a digital model has been created depicting the depth changes of the Paratethys during its initial (transgressive), transitional, and final (regressive) stages in the Solenovian time of the Early Oligocene. This model takes into account relative sea level fluctuations, as well as the influence of later tectonic deformations superimposed on the structure of the Oligocene infill of the Eastern Paratethys sedimentary basin.

Keywords: Paratethys, Maykopian series, seismic stratigraphy, regression, paleogeography