

УДК 551.87

ПРОЯВЛЕНИЯ РАННЕОЛИГОЦЕНОВОГО СОЛЕНОВСКОГО КРИЗИСА НА СЕВЕРНОМ ШЕЛЬФЕ ВОСТОЧНОГО ПАРАТЕТИСА

© 2024 г. И. С. Пати́на^{а, *}, Г. М. Горкин^{а, **}, И. С. Постникова^{а, ***}

^аГеологический институт РАН, Пыжжевский пер., 7, стр. 1, Москва, 119017 Россия

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

**e-mail: gorkin_g96@mail.com

***e-mail: postnikova_irina1994@mail.ru

Поступила в редакцию 04.12.2023 г.

После доработки 15.01.2024 г.

Принята к публикации 15.02.2024 г.

Представлены результаты региональных исследований строения соленовских отложений рюпельского яруса олигоцена Предкавказско-Каспийского региона, который на протяжении кайнозойского времени представлял собой северный шельф Восточного Паратетиса. На основе комплексной интерпретации геологических и геофизических материалов уточнено геологическое строение соленовского горизонта и палеогеографические условия, существовавшие на протяжении соленовского времени (вторая половина раннего олигоцена). Прослежена пространственная картина последствий падения уровня Восточного Паратетиса во время серии регрессий в олигоценовый период. Шельфовые области периодически осушались, что отражено в структуре эрозионных несогласий и погребенных врезов рек. Установлено, что наиболее значительной была регрессия позднесоленовского времени с понижением относительного уровня моря более чем на 500 м. В результате в толще осадков шельфовой части палеобассейна (майкопский сейсмокомплекс) сформировалась выраженная поверхность несогласия, осложненная речными врезами. На склонах формировались эрозионные уступы и оползневые тела, в депрессионных частях накапливались комплексы заполнения.

Ключевые слова: Паратетис, майкопская серия, сеймостратиграфия, регрессия, колебания уровня моря

DOI: 10.31857/S0024497X24040024, EDN: ZOWTIZ

На рубеже эоценовой и олигоценовой эпох в области прогибаний, возникшей перед фронтом Альпийского складчатого пояса вдоль южной окраины Евразии, обособилось огромное внутриконтинентальное море Паратетис. Оно разделялось на три основных бассейна: коротко живущий небольшой Предальпийский (Западный Паратетис, олигоцен–нижний миоцен), Карпатский (Центральный Паратетис, олигоцен–средний миоцен) и Эвксино-Каспийский (Восточный Паратетис), реликтами последнего являются Черное и Каспийское моря. На протяжении всей истории своего развития, бассейны характеризовались периодическим прекращением связей с Мировым океаном. Это приводило к колебаниям уровня моря, определявшимся соотношением стока и испарения, не зависящих от эвстатике [Попов и др., 2010; Palcu et al.,

2021]. С изоляцией связан ряд регрессивных событий, выраженных в геологической летописи региона. Для Восточного Паратетиса в настоящее время известны как минимум семь подобных эпизодов: конец приабона–начало рюпеля, позднесоленовское время конца раннего олигоцена, позднекалмыцкое – в конце олигоцена, позднеатархан-раннечокракское – в первой половине среднего миоцена, серия регрессий сармата–мэотиса – в конце среднего и позднем миоцене, мессинский кризис позднего миоцена – внутривосточная регрессия и балаханское (предакчагыльское) падение уровня моря в плиоцене каспийской части бассейна.

Регрессии приводили к осушению обширных территорий шельфа, к эрозии подстилающих комплексов и формированию поверхностей

несогласий с системами глубоких врезов и гравитационных фаций.

Одним из наиболее значительных, но пока еще слабо изученных, регрессивных эпизодов является событие позднесоленовского времени конца рюпеля. В литературе соленовский этап рассматривается как время развития эндемичной фауны в условиях слабой солености поверхностных вод и сероводородного заражения более глубоких слоев водного бассейна. В начале соленовского времени (около 32 млн лет назад) Паратетис впервые утратил свободный водообмен с открытыми северными и южными морями, что в итоге привело к крупному регрессивному событию, произошедшему около 29 млн лет назад [Воронина, Попов, 1984; Столяров, Ивлева, 1999; Попов и др., 2009, 2019; Гаврилов и др., 2017].

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПОЗИЦИЯ В РАЗРЕЗЕ МАЙКОПСКОЙ СЕРИИ И УСЛОВИЯ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ СОЛЕНОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

Соленовский горизонт выделяется внутри майкопской серии (олигоцен—ранний миоцен) в верхней части рюпельского яруса нижнего олигоцена. Региональная структура всего майкопского комплекса северной окраины Восточного Паратетиса определяется крупными клиноформными осадочными телами, которые последовательно заполняли бассейн со стороны платформ в направлении открытого моря. В Среднем Каспии и Предкавказье закартировано несколько систем клиноформ майкопского комплекса. Аналогичная картина наблюдается на Южном Мангышлаке и в Северо-Устьюртском прогибе [Козмодемьянский и др., 1987; Гаджиев, Попков, 1988; Кунин и др., 1990; Патица, 2017]. Мощности комплекса колеблются от десятков метров до 2500 м, а протяженность выделенных клиноформ исчисляется сотнями километров. Разрезы перечисленных районов являются самыми информативными при расшифровке истории олигоценовых регрессий, т.к. на протяжении всего периода они представляли собой области мелководного шельфа и склонов относительно глубоководных шельфовых прогибов, где седиментация наиболее восприимчива к колебаниям уровня вод.

Отложения соленовского горизонта представлены глинистыми комплексами разной степени карбонатности, с прослоями песков и песчаников, а также характерным пластом светлого мергеля в основании (остракодовый пласт). Данный

пласт является региональным маркером и присутствует практически повсеместно, за исключением областей, подвергшихся наиболее сильным изменениям при регрессиях — это северные части Волго-Донского региона, Западного Предкавказья, Бузачи и северная часть Мангышлака. Здесь остракодовые слои, а иногда и весь соленовский горизонт, отсутствуют. В некоторых районах, например на Западном Копетдаге выделяется два остракодовых пласта [Мерклин, Столяров, 1962].

В объеме соленовского региояруса выделяются два подъяруса — нижний и верхний [Попов и др., 1993]. В каждом районе они имеют свое название. В Предкавказье это остракодовый пласт или полбинская свита (подсвита) и нижняя подсвита морозкинской балки или гехинская свита. В Волго-Донском районе и Ергенях соленовскому региоярусу соответствуют остракодовые и икибурульские слои, иногда объединяемые в соленовскую свиту, разделяемую на три подсвиты [Застрожных и др., 2019]. На Мангышлаке выделяется южномангышлакская свита, состоящая из нижнесоленовских или остракодовых слоев и каундинских слоев, как аналога верхнесоленовских [Столяров, Шарков, 1976; Воронина, Попов, 1998].

В соленовское время произошло вымирание морских групп и появление эндемичных солонатоводных моллюсков, остракод, своеобразных комплексов диноцист и наннопланктона. Их ассоциации прослеживаются во всем Паратетисе от Предкарпатского прогиба до Закаспия. Состав и виды описанной фауны свидетельствуют о полужамкнутом характере водной циркуляции и значительном опреснении бассейна с периодическим возникновением сероводородного заражения и аноксических режимов [Воронина, Попов, 1987; Столяров, Ивлева, 1999].

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

Регрессивные эпизоды обычно ярко выражены в осадочной толще разновозрастных разрезов Паратетиса (и аналогичных ему бассейнов с затрудненной связью с Мировым океаном) в виде эрозионных несогласий в шельфовой части и высокоуглеродистых (аноксических) пород, отлагавшихся в глубоководных впадинах в условиях сероводородного заражения вод, спровоцированного изоляцией бассейна и затруднением водообмена внутри него. Однако такие наблюдения являются разрозненными и фрагментарными, поэтому сопоставить их между собой

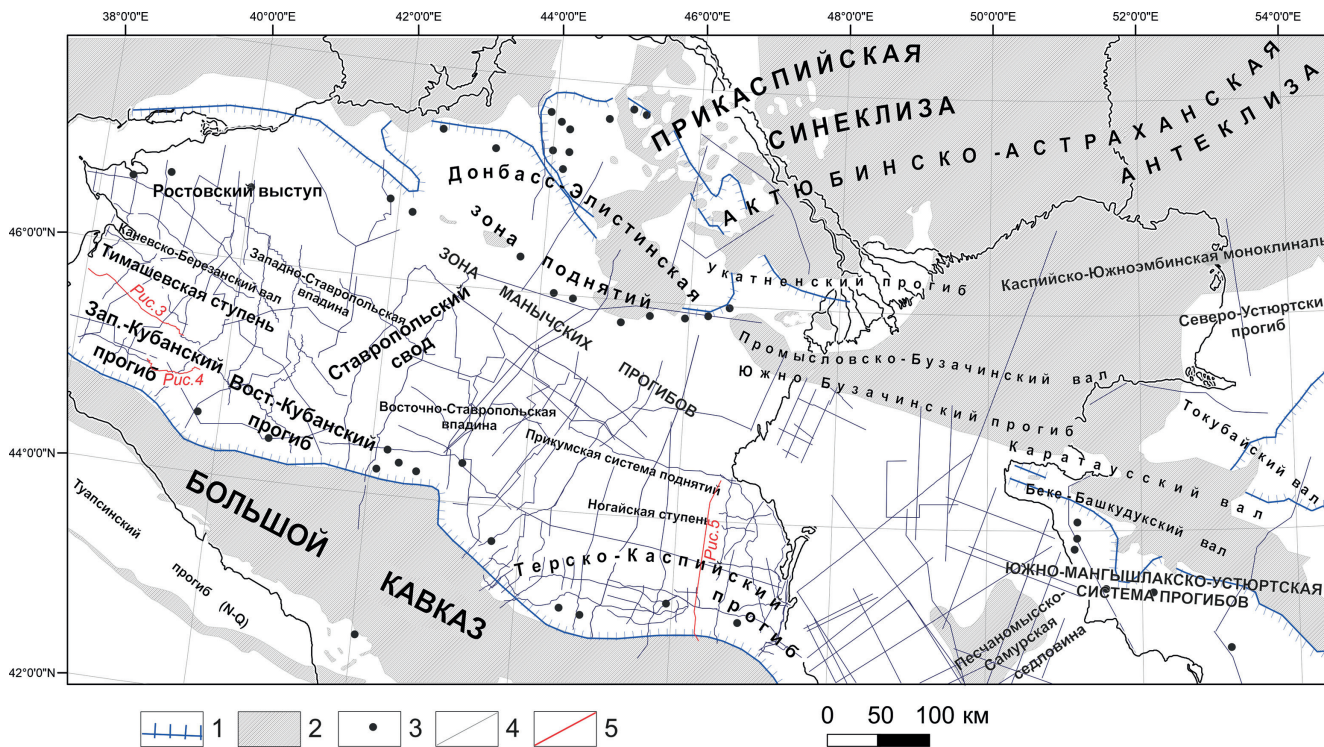


Рис. 1. Обзорная схема района работ.
 1 – граница современного распространения соленовских отложений (по [Столяров, Ивлева, 1999]). Штрихи направлены в сторону распространения; 2 – области современного отсутствия майкопских отложений; 3 – опорные разрезы соленовских отложений (по [Воронина, Попов, 1984; Столяров, Ивлева, 1999]); 4 – сейсмические профили МОГТ; 5 – профили, использованные в качестве иллюстраций в статье.

и объединить в единую геологическую модель только по материалам обнажений и буровых скважин практически невозможно. Сейсмостратиграфический анализ структуры и распространения эрозионных поверхностей, а также оценка глубины врезов рек, впадавших в бассейн, позволяют оценить масштабы и амплитуду падения уровня воды во время крупных регрессий.

Основной объем материалов, использованных в настоящей работе, представлен региональными сейсмическими профилями МОВ ОГТ-2D разных лет, а также литературными данными по буровым скважинам и обнажениям пород соленовского возраста (рис. 1).

Для сейсмостратиграфического анализа были отобраны сейсмические профили, которые лучше охарактеризованы буровыми материалами, а также те, на которых хорошо прочитывается структура не только олигоценых и миоценовых сейсмокомплексов, но и перекрывающих и подстилающих их толщ. Эти критерии необходимы для выяснения пространственного положения следов исследуемого события в осадочном разрезе бассейна. Они же позволяют прояснить масштабы и площади палеогеографических

и геологических изменений, вызванных регрессивными событиями, которые прослеживаются на региональных сейсмических профилях.

Основная часть работ была сосредоточена на территории Предкавказья. Этот район являлся частью северного платформенного шельфа Восточного Паратетиса и здесь колебания уровня моря проявились наиболее отчетливо. Этот регион покрыт наиболее густой сетью региональных сеймопрофилей, что значительно облегчает корреляцию выявленных событий по площади.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании сейсмостратиграфического исследования региональных профилей, в волновой картине олигоценового сейсмокомплекса были выделены типичные сеймообразы, характеризующие последствия понижения относительно уровня моря и уменьшения глубины. К ним относятся локальные и региональные поверхности несогласий, эрозионные поверхности, гравитационные сейсмофации, врезы русел рек и уступы.

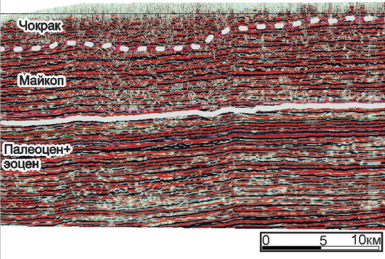
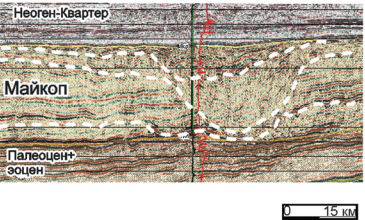
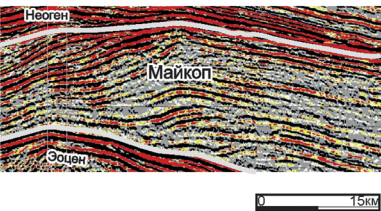
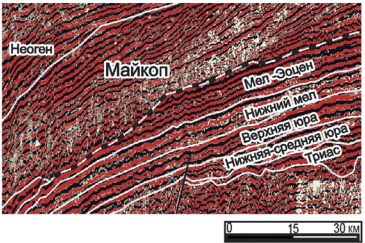
	Сейсмофация (вертикальный разрез)	Характер волнового поля	Предполагаемый состав и условия осадконакопления	Области распространения
(а)		Чередование ярких протяженных параллельных и прерывистых отражений разной степени динамической выразительности	Фации мелководных шельфовых условий осадконакопления. Чередование трансгрессивно-регрессивных этапов выражено в смене характера сейсмической записи	Западное Предкавказье, север Восточного и Центрального Предкавказья, Северный Каспий, периферия Мангышлакской впадины
(б)		Эрозионная поверхность вреза, характеризуется глубоким корытообразным вырезанием подстилающих толщ и хаотическим заполнением	Погребенные врезы рек в шельфовой части майкопского сейсмокомплекса. Врез сформировался во время соленовской регрессии и имеет унаследованный характер: последующие регрессии формировали врезы на том же месте	Юг Тимашевской ступени, Кума-Манычский прогиб, Каневско-Березанский вал, Ногайская ступень, Прикумская система поднятий
(в)		Клиноформенные, косослоистые отражения, выявленные в пределах майкопского сейсмокомплекса	Области перехода от мелководного шельфа к более глубоким частям бассейна	Западно-Кубанский прогиб, Восточное Предкавказье, Средний Каспий, Мангышлак, Устюрт
(г)		Резкое прерывание горизонтов в результате эрозионного размыва. Хаотические гравитационные комплексы и их несогласное перекрытие более молодыми трансгрессивными горизонтами	Эрозионный борт. Глубина размыва соответствует амплитуде падения уровня моря. На склоне формируются гравитационные олистостромовые комплексы	Терско-Каспийский, Азовский и Западно-Кубанский прогибы



Рис. 2. Характерные сейсмофации олигоценового сейсмокомплекса.

а – параллельные сейсмофации мелководного шельфа, б – эрозионные врезы речных систем, в – клиноформенные сейсмофации шельфа, г – эрозионный уступ.

1 – согласные сеймостратиграфические границы; 2 – эрозионные сеймостратиграфические границы.

При регрессии часть территории осушается, и формируется эрозионная поверхность несогласия (рис. 2а). Она осложняется глубокими врезами рек, базис эрозии которых стремился к изменившемуся уровню питаемого бассейна (см. рис. 2б). Переход в более мелководную область шельфа

характеризуется клиноформенным строением отложений и наличием эрозионной поверхности уступа, который маркирует максимально низкий уровень воды. В трансгрессивный этап рельеф уступа формируется бровками проградирующих клиноформ. Во время крупных регрессивных

эпизодов уровень моря падает ниже бровки. В результате абразионная деятельность на границе суша—море формирует новый рельеф уступа, который на сейсмических профилях выражен в качестве наклонной эрозионной границы с боковым срезанием подстилающих комплексов (см. рис. 2в, 2г). Далее в сторону открытого бассейна не наблюдается выраженных поверхностей несогласий, что объясняется непрерывностью процесса осадконакопления в этих областях. Однако структура осадочной толщи здесь может быть нарушена оползневыми и олистромовыми сейсмофациями, которые скатывались в бассейн с эродируемого склона.

Данные, полученные при сейсмостратиграфическом анализе, были сопоставлены с геологической информацией, полученной из описания обнажений и скважинных разрезов (см. рис. 1), для выяснения степени проявления регрессивного соленовского эпизода в разрезах разных районов. Анализ показал, что признаки падения уровня моря в олигоцене в разрезе майкопской серии устанавливаются на значительной площади [Столяров, Ивлева, 1999; Попов и др., 2010; Застрожных и др., 2019]. Эти признаки (врезы, переделы, области нулевой седиментации и следы плоскостной эрозии, волнистая поверхность, биотурбирование осадков, накопление углей, грубые терригенные фации, седиментационное брекчирование, олистромы и др.) отмечены в основном в нижнесоленовском подъярусе, однако иногда встречаются и на более высоких уровнях соленовских отложений.

В литературе, посвященной стратиграфии и литологическим особенностям соленовского региона, отмечаются трудности биостратиграфического расчленения его разрезов из-за бедности фаунистических комплексов и неполноты самого разреза [Столяров, Ивлева, 1999]. Поэтому нами были проанализированы признаки регрессии, отмеченные в объеме всего соленовского региона, а не только те, которые привязаны к его нижним или верхним частям.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам проведенного сопоставления сейсмостратиграфических материалов с геологическими и палеонтологическими данными, был выявлен ряд признаков проявления регрессии по генетическим, возрастным и географическим особенностям их выражения.

В северных районах Предкавказья, Ергенях и бортовых частях Южно-Мангышлакского прогиба выявлены характерные признаки

периодического обмеления и осушения территории. К ним относятся: переделы осадков, гравийно-галечные фации, эрозионные врезы и области нулевой седиментации, появление ходов илоедов, угольных прослоев. Распространены также раковины моллюсков, подвергшиеся волноприбойному воздействию.

В Калмыкии и на Ергенях в разрезах скважин отмечено присутствие растительного детрита в нижнесоленовской подсвете, подошва которой была подвержена эрозии. Верхняя подсвета сильно биотурбирована и часто отсутствует в разрезе [Воронина, Попов, 1987; Столяров, Ивлева, 1999]. Отмечены мелководные условия осадконакопления соленовских отложений, выявлены эрозионные контакты слоев, биотурбация, а также стяжения фосфорита и оксидов железа. Подобные образования характерны для мелководных заливов с пенепленезированной окружающей сушей, а также для периодической смены морских условий осадконакопления прибрежными фациями при колебаниях уровня моря.

В Закаспии на полуострове Мангышлак в соленовской части разреза выявлены два уровня с ходами илоедов — в нижне- и верхнесоленовской подсвете. На юго-западе полуострова в районе поднятия Карагие отмечаются пологие и перевернутые раковины моллюсков в известковистых глинах остракодовых слоев [Столяров, Ивлева, 2006], что говорит о малых глубинах и сильном волновом воздействии. К западу, в направлении Каспийского моря пропадают ходы илоедов, а глины приобретают более темный оттенок [Столяров, Ивлева, 2006]. Также в олигоцене в разрезах Мангышлака описаны лирические сбросы и погребенные эрозионные врезы [Попков, 2017]. Севернее Мангышлака соленовские отложения отсутствуют или размыты регрессиями последующих эпох, а восточнее они появляются уже на плато Устюрт, сначала в относительно мелководных глинистых, а затем — в мелководных грубо-песчаных фациях.

В южных районах Закаспия в разрезе Кизил-Чешме Западного Копетдага в отложениях соленовского горизонта присутствуют прослойки ярко-бурых глин с песком и гравием [Воронина, Попов, 1987].

Описанные выше краевые области отличались нестабильностью гидрологического режима на протяжении не только соленовского, но и всего олигоценевого времени. В волновом поле олигоценевого интервала этих регионов характеризуется присутствием нескольких эрозионных поверхностей, отражающих отступление

моря. Они осложняются системами врезанных долин рек и чередуются с протяженными отражениями, формировавшимися в трансгрессивные этапы (см. рис. 2а).

В Западном Предкавказье отложения соленовского горизонта, в частности его остракодового слоя, присутствуют как в ненарушенном залегании (например, на реках Белая, Лаба, Кубань), так и в виде крупноглыбового конгломерата (на реках Пшиш и Пшеха), который ложится на поверхность, эродированную вплоть до среднего-верхнего эоцена. В составе конгломерата также обнаружены глыбы поздне мелового и палеоценового возраста. В обнажении у г. Нефтегорска выявлены олистостромовые комплексы с глыбами мела и палеогена, перекрывающие остракодовый пласт, а иногда и с размывом залегающие на отложениях эоцена [Вассоевич, Коротков, 1935; Гроссгейм, 1960; Столяров, Ивлева, 2006]. Породы, перекрывающие врезы, отнесены к калмыцкой свите позднего олигоцена [Столяров, Ивлева, 2006], таким образом сам врез датируется поздне соленовским временем.

В Восточном Предкавказье, в Дагестане, врезы, олистостромы и конгломераты отмечены в миатлинском горизонте раннего олигоцена [Шарафутдинов, 2003]. Обломки представлены породами эоценового и поздне мелового возраста. Отложения миатлинского горизонта перекрывают остракодовый пласт соленовской свиты [Брод, Успенская, 1937].

На сейсмических разрезах гравитационные комплексы выделяются у северного борта

Терско-Каспийского прогиба, а также у восточного склона Ставропольского свода. К основным признакам их присутствия следует отнести: резкое обрывание протяженных осей синфазности; внутреннюю структуру, отличную от вмещающих комплексов, а также деформации и срезание прилегающих горизонтов (см. рис. 2г).

Важно отметить, что процессы формирования гравитационных комплексов и грубообломочных конусов в олигоцене традиционно связывают с ростом Кавказского острова. Однако детальные исследования вещественного состава соленовского горизонта не выявили влияния кавказского источника [Столяров, 1991; Столяров, Ивлева, 1999]. По сейсмостратиграфическим материалам снос с Кавказа также не проявляется. Общая картина распространения олистостромов демонстрирует, с одной стороны, близость обвальных фаций к эрозионным бортам, а с другой стороны, — достаточную удаленность некоторых из них от Большого Кавказа. Это дает основания предполагать, что именно регрессивное смещение базиса эрозии, а не тектонические движения, являлись причиной появления обсуждаемых склоновых фаций.

По сейсмическим материалам внутри олигоценовой части майкопского сейсмокомплекса прослеживается четко выраженная эрозионная поверхность, соответствующая поздне соленовской регрессии (рис. 3). К майкопскому комплексу приурочены еще как минимум две крупные эрозионные поверхности. Первая выделяется выше соленовской регрессивной поверхности внутри майкопского

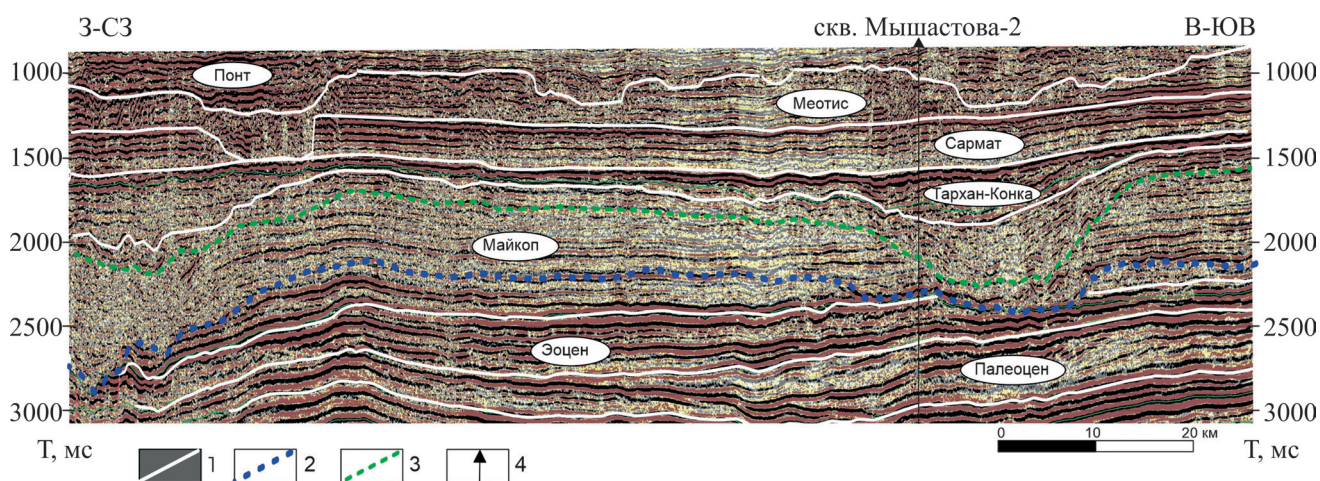


Рис. 3. Фрагмент сейсмостратиграфического профиля, перпендикулярного направлению простирания эрозионных врез, вдоль северного борта Тимашевской ступени.

1 — границы сейсмокомплексов; 2, 3 — эрозионные границы внутри майкопского сейсмокомплекса: 2 — соленовского возраста, 3 — позднекалмыцкого (предположительно) возраста; 4 — скважины. Положение профиля см. рис. 1.

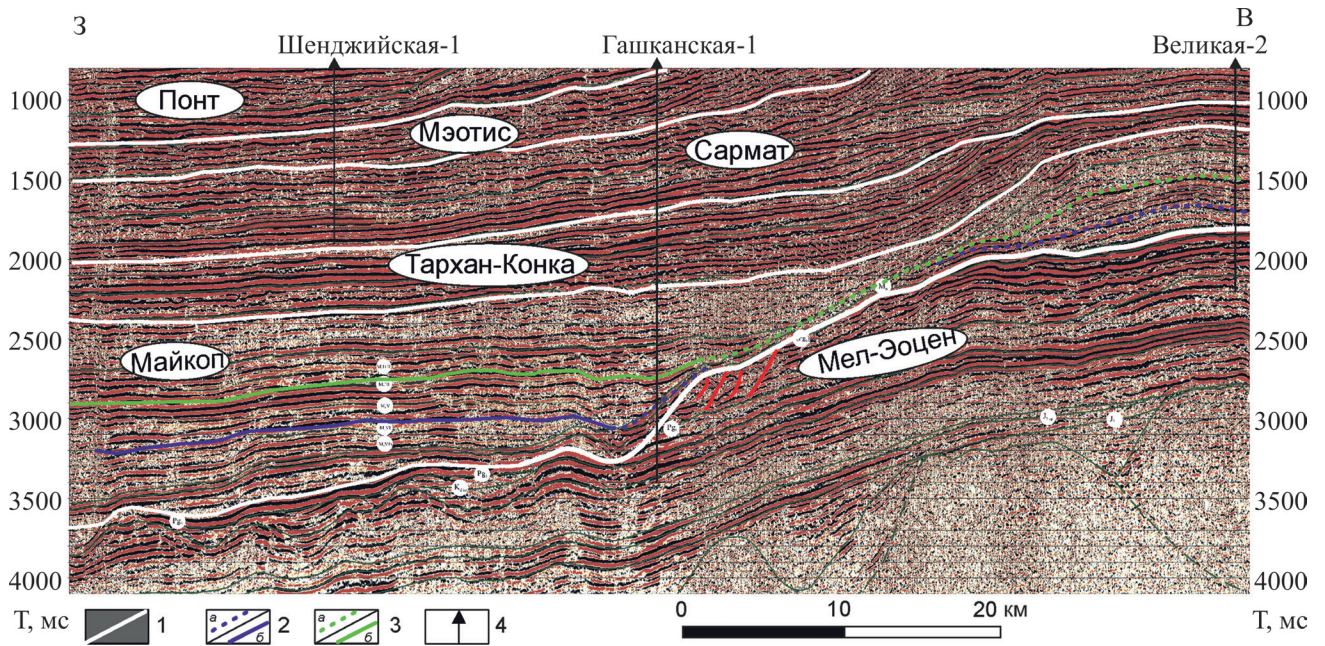


Рис. 4. Фрагмент сеймостратиграфического профиля через эрозионный борт Западно-Кубанского прогиба. 1 – границы сеймокомплексов; 2, 3 – границы внутри майкопского сеймокомплекса: 2 – соленовского возраста (*a* – эрозионные, *b* – согласные), 3 – позднекалмыцкого (предположительно) возраста (*a* – эрозионные, *b* – согласные); 4 – скважины. Положение профиля см. рис. 1.

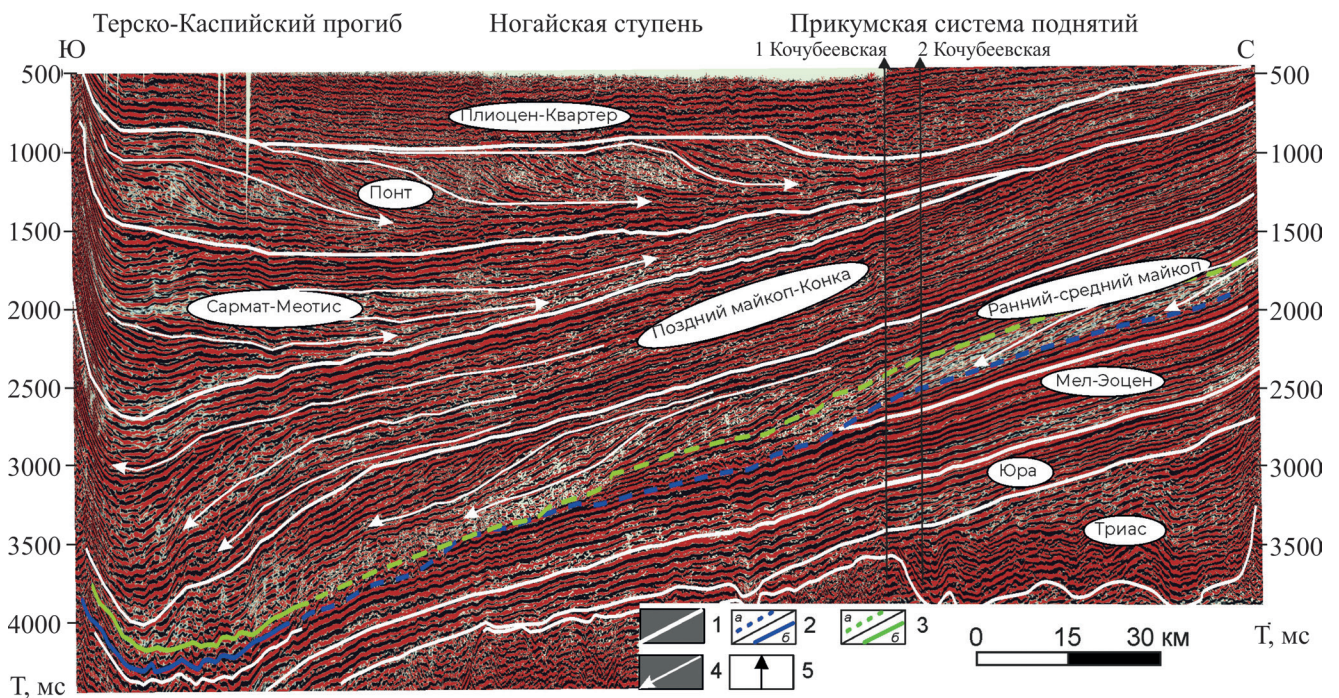


Рис. 5. Фрагмент сеймостратиграфического профиля через эрозионный борт Терско-Каспийского прогиба. 1 – границы сеймокомплексов; 2, 3 – границы внутри майкопского сеймокомплекса: 2 – соленовского возраста (*a* – эрозионные, *b* – согласные), 3 – позднекалмыцкого (предположительно) возраста (*a* – эрозионные, *b* – согласные); 4 – клиноформы; 5 – скважины. Положение профиля см. рис. 1.

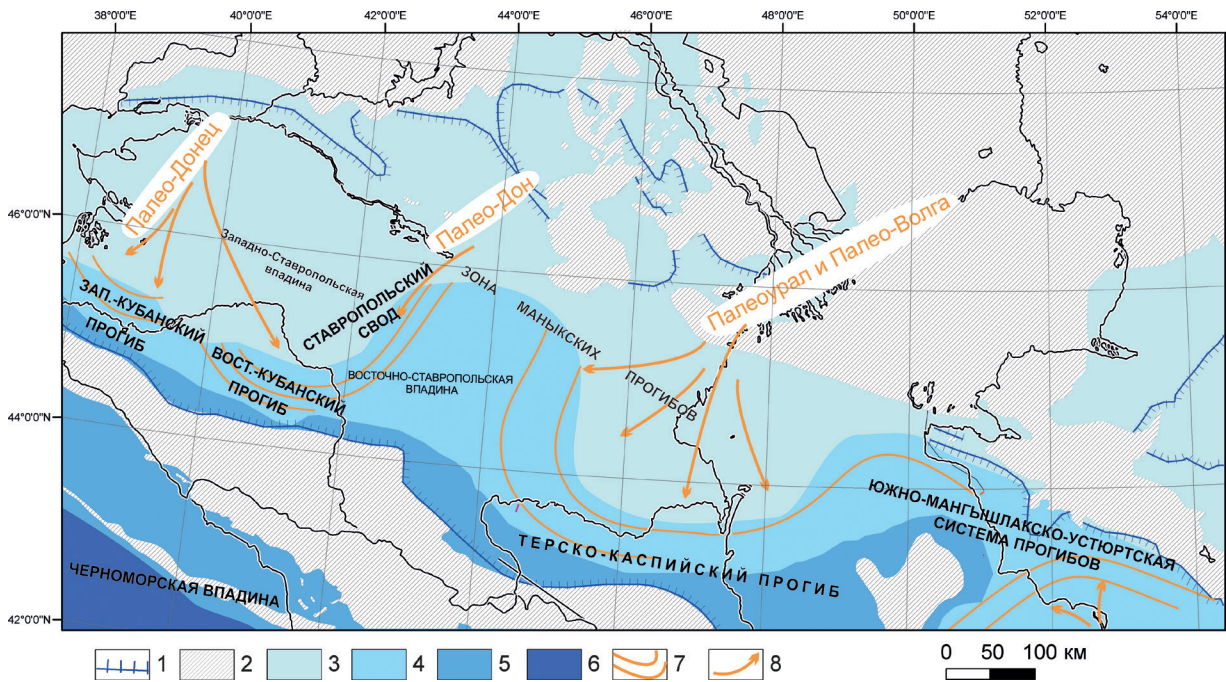


Рис. 6. Палеогеографическая схема трансгрессивного этапа соленовского времени.

1 – граница современного распространения соленовских отложений (по [Столяров, Ивлева, 1999]). Штрихи направлены в сторону распространения; 2 – области современного отсутствия майкопских отложений; 3 – области компенсированной седиментации (мелководный шельф); 4 – области лавинной седиментации (погруженный шельф); 5 – области некомпенсированной седиментации (впадины и прогибы); 6 – глубоководная впадина; 7 – клиноформы; 8 – направление переноса терригенного материала.

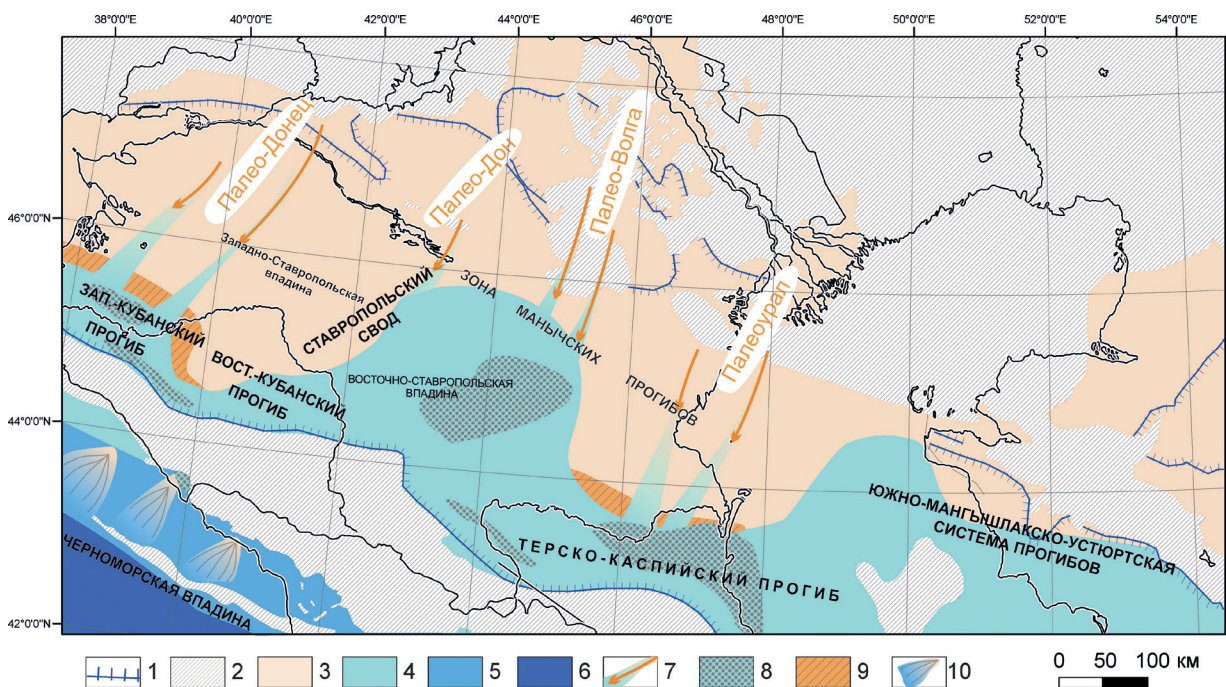


Рис. 7. Палеогеографическая схема регрессивного этапа позднесоленовского времени.

1 – граница современного распространения соленовских отложений (по [Столяров, Ивлева, 1999]). Штрихи направлены в сторону распространения; 2 – области современного отсутствия майкопских отложений; 3 – области эрозии; 4 – области компенсированной (мелководный шельф) и лавинной (погруженный шельф) седиментации; 5 – области некомпенсированной седиментации (впадины и прогибы); 6 – глубоководная впадина; 7 – врезанные долины палеорек и направление переноса в них терригенного материала; 8 – области развития гравитационных фаций; 9 – абразионные уступы; 10 – области развития глубоководных конусов выноса.

сейсмокомплекса, а вторая — в его кровле. По-видимому, они образовались во время позднекалмыцкой и тархан-чокракской регрессий раннего миоцена.

Степень размыва комплексов, подстилающих эрозионные поверхности, увеличивается в южном направлении в сторону северных бортов Предкавказских прогибов, где выделяется крутой эрозионный уступ высотой около 500 м (рис. 4, 5). Характерно, что рядом с этим уступом Западно-Кубанского прогиба наблюдаются врезы речной долины. Они являются унаследованными и устанавливаются на уровнях всех упомянутых выше эрозионных поверхностей майкопского сейсмокомплекса (см. рис. 3). Наиболее ярко врезы выражены вдоль южного края Тимашевской ступени, где их глубина достигает 250 м. На севере ступени (Платнировская площадь) также присутствуют признаки вреза, но его глубина здесь не превышает 50 м. Эта особенность указывает на то, что основной причиной выработки эрозионного рельефа являлось падение относительного уровня моря, поскольку наиболее резкое углубление русла происходило в приустьевой части речного потока у перегиба склона [Маккавеев, 2005].

Врезы речной долины Палео-Дона соленовского времени также сохранились на севере Предкавказья, где они прорезают остракодовый пласт и заполнены среднемайкопскими отложениями [Попов и др., 2010].

ВЫВОДЫ

На основании проведенного сопоставления сейсмостратиграфических материалов с геологическими данными выявлены два типа проявлений регрессивных событий в соленовское время олигоцена, которые выделяются по генетическим, возрастным и географическим признакам.

К первому типу относятся маркеры, характеризующие наиболее мелководные области бассейна — это поверхности перемыва осадков и волноприбойного воздействия, эрозионные врезы и области нулевой седиментации. Об изменениях морского режима соленовского бассейна также свидетельствует широкое развитие ходов илоедов, присутствие конкреций, следов усыхания, угольных прослоев и раковин моллюсков, подвергшихся волноприбойному воздействию. Данные маркеры встречаются в объеме всего разреза соленовского горизонта и отражают периодическую смену этапов обмеления и разлива бассейна вследствие

трансгрессивно-регрессивных событий. По-видимому, эти колебания были не столь значительными и отражены только в разрезах мелководных шельфовых областей палеобассейна (Север Западного Предкавказья, Поволжье, Ергени, периферия Мангышлакского прогиба). Отступление воды здесь происходило постепенно, с формированием мелководных заливов, окруженных сушей. В более глубоководных областях некомпенсированной седиментации (южные и центральные районы Предкавказья, Средний Каспий, Кара-Богаз-Гол, Мангышлакская впадина) накапливались клиноформенные тела (см. рис. 5). По их высоте и траектам низкого стояния уровня можно оценить эти колебания относительного уровня моря в пределах 50–100 м.

Ко второму типу проявлений падения относительного уровня моря относятся эрозионные уступы вдоль северных бортов предкавказских прогибов, врезы рек и гравитационные фации (оползневые блоки, олистолиты и листрические разломы). Последние проявлены вдоль бортов Терско-Каспийского и Западно-Кубанского прогибов, на территории Грузии, побережье Черного моря, в акватории Каспийского моря, а также на Копетдаге. Время их формирования — позднесоленовское, так как они перекрывают и включают в себя продукты размыва комплексов раннесоленовского остракодового пласта.

Из результатов измерения высоты эрозионного уступа и глубины врезов следует, что амплитуда падения уровня вод в бассейне в позднесоленовское время составила около 500 м. Такое значительное смещение базиса эрозии в сторону открытого бассейна привело к его сильному обмелению и возникновению гравитационных и эрозионных процессов на склонах.

Таким образом, выявлено, что с момента изоляции Восточного Паратетиса и на протяжении всего соленовского времени бассейн испытывал ряд регрессивно-трансгрессивных событий.

Раннесоленовские колебания уровня вод были незначительными и проявлялись в виде чередования периодов седиментации и эрозии в мелководных областях северного шельфа. Основная часть территории северного шельфа Паратетиса в это время представляла собой области мелководно-морской седиментации и небольших мощностей осадков, в более удаленных относительно глубоководных областях накапливались клиноформенные комплексы, сформированные дистальным выносом платформенных рек (продельты) (рис. 6).

Наиболее драматическим стало регрессивное событие позднесоленовского времени (рис. 7). В этот период уровень вод в бассейне упал приблизительно на 500 м. Практически вся территория Предкавказья и Казахстана осушилась, и базис эрозии сместился в сторону открытого моря. Седиментация сохранялась лишь в более погруженных частях предкавказских и Предкопетдагского прогибов, на северных бортах которых формировались крутые эрозионные уступы. В непосредственной близости от эрозионных уступов формировались гравитационные и оползневые фации, тогда как разрушаемый эрозией материал переотлагался в более глубоководных частях бассейна в виде конусов выноса.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают признательность анонимному рецензенту и С.В. Попову (ПИН РАН) за замечания и рекомендации, которые способствовали улучшению рукописи.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

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

ФИНАНСИРОВАНИЕ РАБОТЫ

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Брод И.О., Успенская Н.Ю.* Нефтяные месторождения Дагестанской АССР. Нефтяная экскурсия: Дагестанская и Чечено-Ингушская АССР // Международный геол. конгресс. Вып. 3. Сессия 17. СССР. М., 1937. С. 5–38.
- Вассоевич Н.Б., Коротков С.Т.* К познанию явлений крупных подводных оползней в олигоценовую эпоху на Северном Кавказе (в Майкопском округе). М., Л.: ОНТИ, Гл. ред. горно-топл. лит., 1935. 47 с. (Тр. НГРИ. Серия А. Вып. 59)
- Воронина А.А., Попов С.В.* Основные этапы развития Восточного Паратетиса в олигоцене–раннем миоцене // Историческая геология. Итоги и перспективы / Под ред. Е.Е. Милановского, И.А. Добрускиной. М.: Изд-во МГУ, 1987. С. 263–270.
- Воронина А.А., Попов С.В.* Соленовский горизонт Восточного Паратетиса // Известия АН СССР. Серия геол. 1984. № 9. С. 41–53.
- Гаврилов Ю.О., Шепетова Е.В., Шербинина Е.А., Голованова О.В., Недумов Р.И., Покровский Б.Г.* Обстановки седиментации и геохимия верхнеэоценовых–нижнеолигоценовых отложений Северо-Восточного Кавказа // Литология и полез. ископаемые. 2017. № 6. С. 23–46.
- Гаджиев А.Н., Попков В.И.* Новые данные по геологии Среднего Каспия // Докл. СССР. 1988. Т. 299. № 3. С. 682–685.
- Гроссгейм В.А.* Палеоген Северо-Западного Кавказа // Труды Краснодарского филиала ВНИИнефти. Вып. 4. М.: Гостехиздат, 1960. 3–190.
- Застрожнов 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.
- Козмодемьянский В.В., Попков В.И., Титов Б.И.* Тела бокового наращивания в олигоцене Мангышлака // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1987. Т. 62. № 1. С. 37–40.
- 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.
- Маккаев Н.И.* Русло реки и эрозия в ее бассейне. М.: Географический факультет МГУ, 2003. 355 с.
- Мерклин Р.Л., Столяров А.С.* О соленовском горизонте Западного Копет-Дага // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1962. Т. 37. № 5. С. 61–68.
- Патина И.С.* Строение майкопского комплекса Каспийского региона по результатам сейсмостратиграфических исследований // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017. Т. 25. № 3. С. 1–10.
- Попков В.И.* Глиняные диапиры в олигоценовых отложениях Южного Мангышлака // Геология. Известия Отделения наук о Земле и природных ресурсов Академии наук Республики Башкортостан. 2017. № 23. С. 59–62.
- Попов С.В., Ахметьев М.А., Запорожец Н.И., Воронина А.А., Столяров А.С.* История Восточного Паратетиса в позднем эоцене–раннем миоцене // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1. № 6. С. 10–39.
- Попов С.В., Антипов М.П., Застрожнов 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.
- Столяров А.С.* Палеогеография Предкавказья, Волго-Дона и Южного Мангышлака в позднем эоцене и раннем олигоцене // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1991. Т. 66. Вып. 4. С. 64–80.
- Столяров А.С., Ивлева Е.И.* Нижнемиоценовые отложения майкопской серии Восточного Паратетиса // Литология и полез. ископаемые. 2006. № 1. С. 61–82.

Столяров А.С., Ивлева 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.

Столяров А.С., Шарков А.А. О некоторых особенностях седиментации в морском олигоценевом бассейне Южного Мангышлака // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 1976. Т. 1(6). Вып. 4. С. 20–33.

Шарафутдинов В.Ф. Геологическое строение и закономерности развития майкопских отложений северо-восточного Кавказа в связи с нефтегазоносностью / Автореф. дисс. ... доктора геол.-мин. наук. М., 2003. 24 с.

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.

EXPRESSIONS OF THE SOLENOVIAN EARLY OLIGOCENE CRISIS ON THE NORTHERN SHELF OF THE EASTERN PARATETHYS

I. S. Patina¹, *, G. M. Gorkin¹, **, I. S. Postnikova¹, ***

¹Geological Institute RAS, Pyzhevsky lane, 7, bld. 1, Moscow, 119017 Russia

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

**e-mail: gorkin_g96@mail.com

***e-mail: postnikova_irina1994@mail.ru

The results of regional structure studies of the Solenovian deposits of the Eastern Paratethys Early Oligocene Rupelian Stage are presented. The geological structure and paleogeographic conditions that existed in the basin during the Solenovian time were refined on the base of complex interpretation of geological and geophysical materials. A spatial picture of the Eastern Paratethys sea level drops consequences during a series of regressions in the Oligocene period is traced. Shelf areas were periodically drained, which is reflected in the erosional unconformities structure and buried river incisions. It has been established that the most significant was the regression of the Late Solenovian time with a relative sea level drop amplitude of more than 500 m. As a result, a pronounced unconformity surface complicated by river cuts was formed inside the shelf part of the Maikop seismic complex. Erosion ledges and landslide bodies formed on the slopes, and basin-fill complexes accumulated in depression parts.

Keywords: Paratethys, Maikop series, seismic stratigraphy, regression, sea level fluctuations