

# История Паратетиса

С.В.Попов<sup>1</sup>, И.С.Патина<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Палеонтологический институт имени А.А.Борисяка РАН (Москва, Россия)

<sup>2</sup>Геологический институт РАН (Москва, Россия)

Рассмотрена история формирования, развития и исчезновения гигантского внутриконтинентального моря Паратетис, со времени его образования в середине кайнозоя (34 млн лет назад) и до окончательного разделения его акватории на Черное и Каспийское моря в конце миоценовой эпохи (5.6 млн лет). История Паратетиса и организмов, в нем обитавших, в основном определялась его связями с океанами. При их расширении в Паратетисе устанавливался уровень вод Мирового океана, и он заселялся морскими организмами. При закрытии проливов Паратетис превращался в огромное озеро, уровень и соленость воды в котором зависели от соотношения речного стока и испарения: при положительном водном балансе бассейн начинал расширяться и опресняться, а при отрицательном — сокращался, в нем появлялись соленосные заливы и лагуны. Морская биота при этом погибала, а немногие организмы, способные выдерживать резкие изменения солевого, ионного и кислородного режимов, давали начало солонатоводным специфичным группам фауны.

Представления о палеогеографии Паратетиса хорошо отражают интервалы высокого стояния морских вод, но не учитывают эпохи довольно значительных падений уровня моря при его замыканиях. До недавнего времени не существовало методов восстановления палеогеографии для таких этапов. Только сейчас, с развитием сейсмостратиграфии, появилась возможность оценить масштаб и пространственную картину палеогеографических изменений при значительных сокращениях бассейна во время регрессий.

**Ключевые слова:** палеоген, неоген, уровень моря, трансгрессия, регрессия, сейсмостратиграфия.

**Н**а протяжении многих миллионов лет в мезозое и раннем кайнозое южное и восточное обрамление Восточно-Европейской платформы было покрыто шельфовыми морями, открывавшимися на западе в Атлантику, а на юге — в обширный океан Тетис, который соединял воды Индийского и Атлантического океанов.

Согласно представлениям тектоники плит, этот океан постепенно закрывался в результате продвижения к северу Африканского и Индийского континентов. Около 40 млн лет назад в эоцене началось столкновение Афро-Аравийской и Индийской континентальных плит с Евразийской, что спровоцировало колоссальные геологические перемены, включающие тектонические процессы, горообразование и вулканическую активность, а также экологические изменения. В результате этого столкновения и деформаций осадочного чехла сформировался Альпийский складчатый пояс горных сооружений, а перед его фронтом — широкая зона прогибов. Около 34 млн лет назад, в конце эоцена — начале олигоцена, к северу от поднятий Альпийской зоны образовался гигантский внутриконтинентальный водный бассейн, названный Паратетисом [1].

Последствием тектонических процессов у зоны контакта Африканского и Евразийского конти-

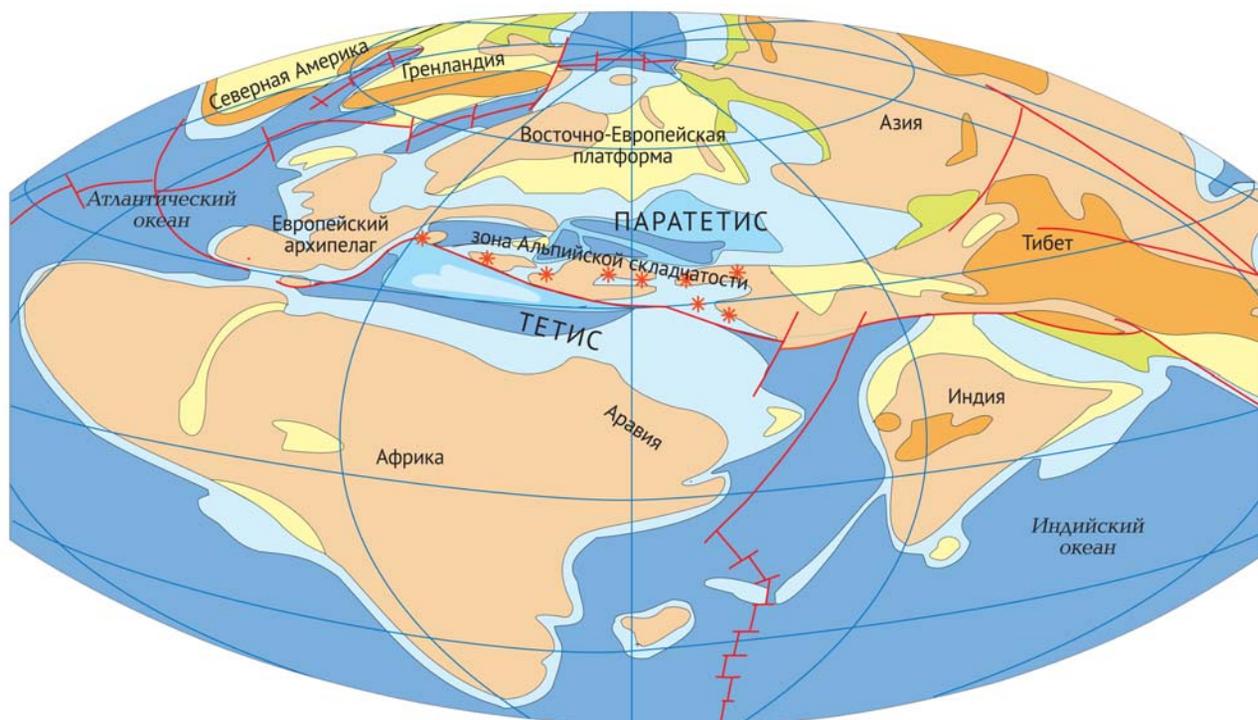


**Сергей Валентинович Попов**, доктор геолого-минералогических наук, главный научный сотрудник Палеонтологического института имени А.А.Борисяка РАН. Область научных интересов — палеонтология, стратиграфия, палеогеография, история бассейнов палеогена и неогена.  
e-mail: serg.pop@mail.ru



**Ирина Станиславовна Патина**, кандидат геолого-минералогических наук, ведущий научный сотрудник Геологического института РАН. Занимается изучением проблем сейсмостратиграфии, нефтяной геологии, региональной тектоники, палеогеографии, истории осадочных бассейнов кайнозоя.  
e-mail: ira\_patina@mail.ru

нентов и утраты глубоководной связи океанов, стала полная смена циркуляции воды в Мировом океане. Началось резкое термическое разделение вод на прогретую поверхностную оболочку и очень холодные глубинные воды, опускавшиеся



Палеогеографическая карта Евразии и сопредельных территорий на вторую половину эоценовой эпохи палеогена (40 млн лет назад) [1].

туда в полярных регионах. Тренд изменений глобального климата сменился на похолодание с эпизодическим образованием полярных ледниковых шапок, что определяло колебания уровня Мирового океана.

### Палеогеографический метод исследования

По составу отложений, анализу фаций и ископаемым остаткам организмов можно реконструировать палеогеографию морей далекого прошлого, то есть судить об их береговых линиях, о мелководной зоне шельфа и глубоководных прогибах, об экологических условиях в бассейнах и об их биогеографических связях. Воды Паратетиса в начале олигоцена были населены разнообразной морской биотой, близкой по составу к современной фауне Северной Атлантики, но более тепловодной. В ее составе были моллюски, фораминиферы, остракоды, диатомовые водоросли, наннопланктон, рыбы и морские млекопитающие, обладавшие твердым минерализованным скелетом, который, попадая в осадок, мог там захорониться в виде окаменелостей. А изучение наземной флоры и спорово-пыльцевой анализ позволяют восстановить климатические изменения прошлых эпох и количество выпадавших осадков.

Вся неогеновая история биоты Паратетиса определялась степенью его связей с открытыми морскими

бассейнами. При наличии широких и глубоких морских проливов уровень воды в Паратетисе соответствовал уровню Мирового океана, и бассейн заселялся богатой морской фауной, зоо- и фитопланктоном. При затруднении связей значительная часть морских организмов вымирала, при этом уровень в бассейне определялся соотношением стока и испарения, а также возможностью сброса лишней вод в соседние бассейны. Ископаемые остатки животных и фитопланктона, находимые исследователями в осадках древних морей, чутко отражали такие изменения среды. При замыкании бассейна и гибели морской фауны, немногие организмы, устойчивые к колебаниям солености, ионного и газового режима, давали начало специфичным видам, родам и даже семействам. Скорость формирования этих новых эндемиков резко увеличивалась при отсутствии конкурентов. Детальные стратиграфические исследования позволили точно определить датировку основных этапов истории бассейнов Паратетиса.

### Этапы истории бассейнов Паратетиса

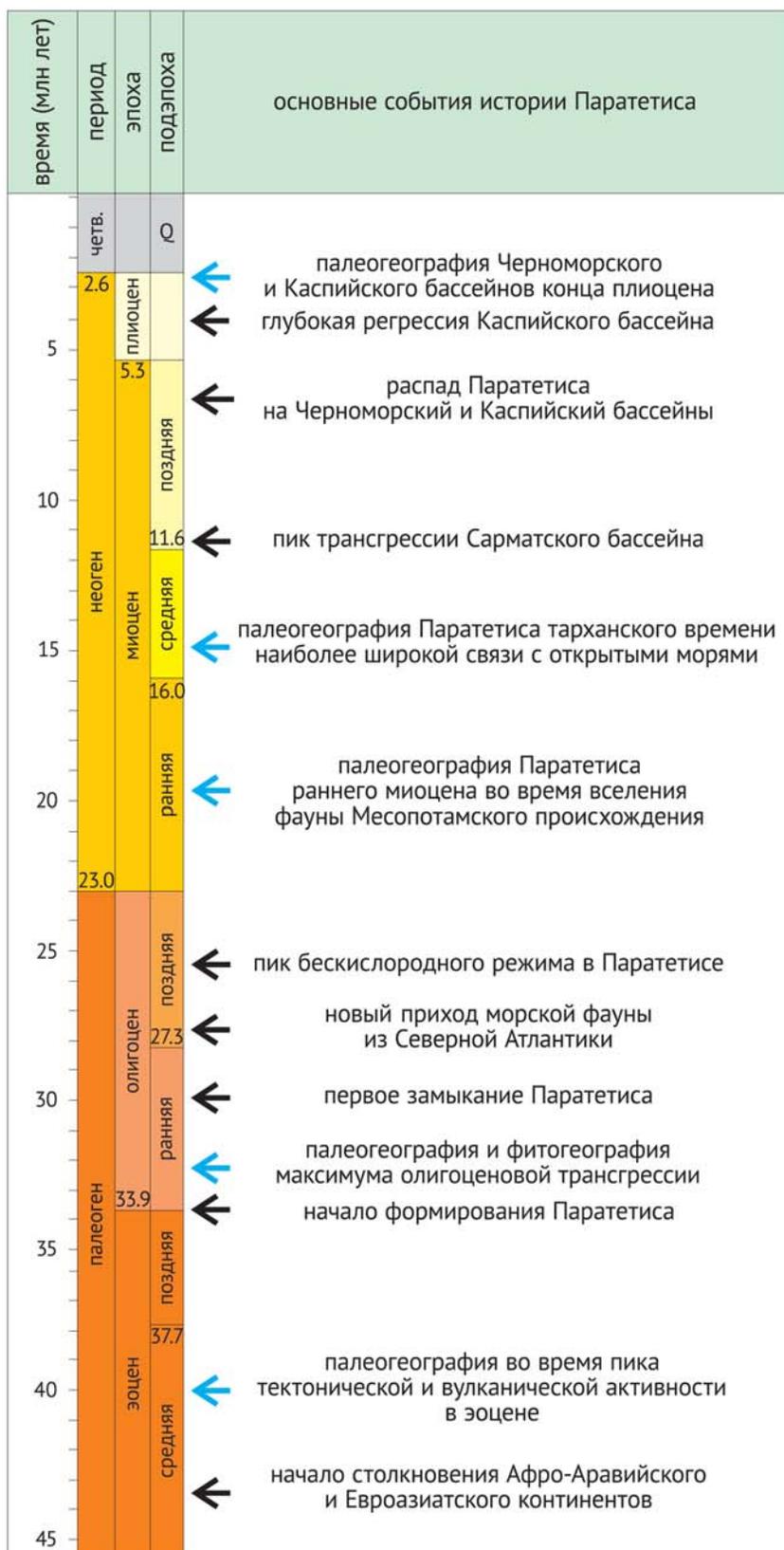
#### Палеогеновый бассейн (60–34 млн лет назад).

В первой половине палеогенового периода между Африкой и Евразией еще оставался широкий и глубоководный морской бассейн — океан Тетис. Все это время моря Евразии сохраняли устойчивые

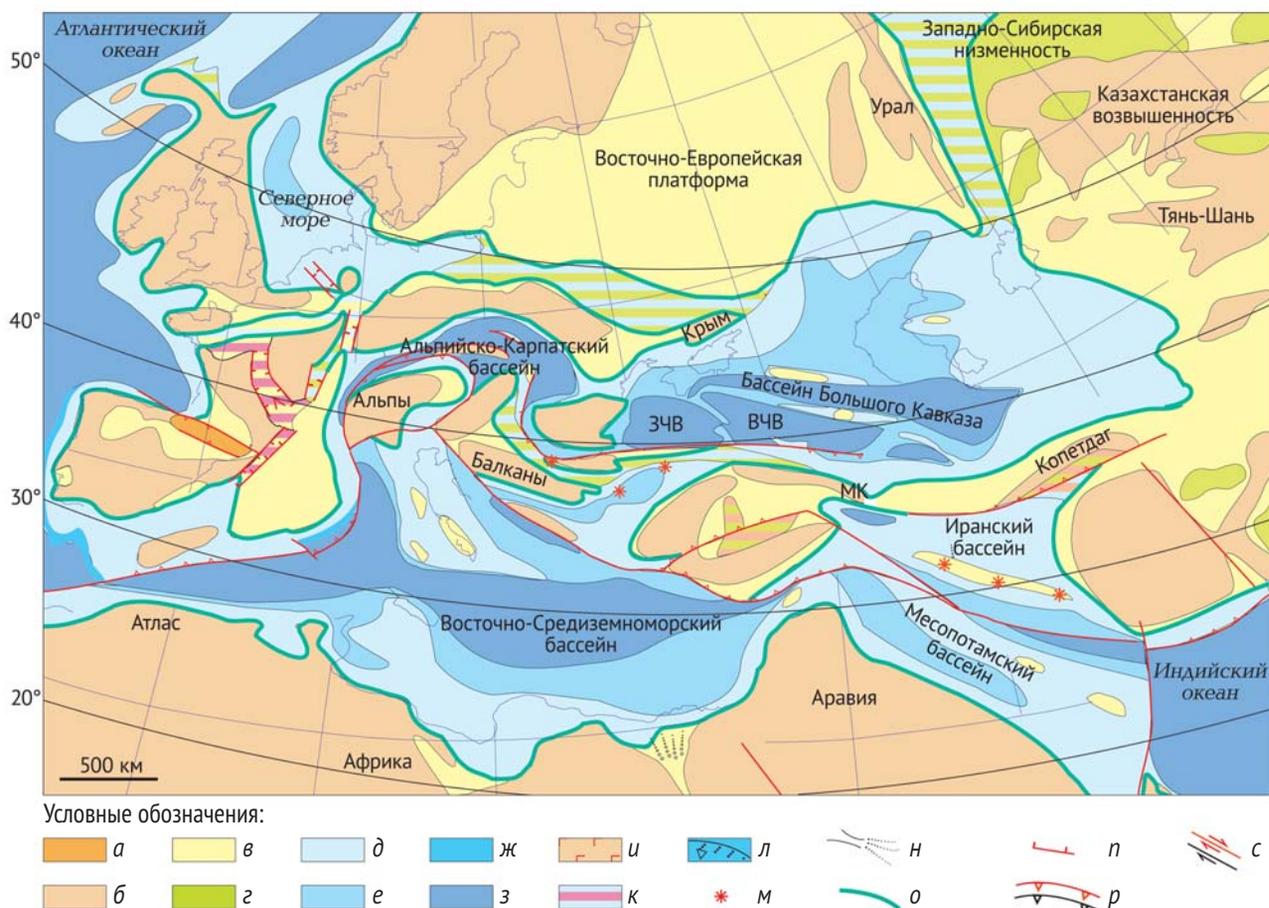
связи с Тетисом через проливы в понижениях рельефа между зонами складчатости. Сообщение с Северной Атлантикой происходило по Предальпийскому и Предкарпатскому прогибам и понижениям на территории современной северной Польши и Днепровско-Донецкой впадины. Поднятия горных массивов Альпийской складчатости и вулканический пояс вдоль них стали наиболее интенсивно формироваться около 40 млн лет назад, в среднем эоцене.

К концу эоцена дальнейшее сближение Африкано-Аравийской плиты с Евразией и эвстатическое падение уровня Мирового океана привели к сокращению площади открытых морских бассейнов. Результатом активизации тектонических процессов в регионе стало появление новых складчатых областей вдоль коллизионной границы плит. Эти вновь образованные поднятия препятствовали свободному сообщению водных масс бассейнов и создавали условия для будущей изоляции Паратетиса.

**Олигоцен – раннемиоценовый (Майкопский) бассейн (34–15 млн лет назад).** Приблизительно 34 млн лет назад, в начале олигоценовой эпохи палеогена, в результате роста Альпийских горных сооружений и падения уровня океана связь водоема (расположенного к северу от зоны Альпийской складчатости) с открытыми морями затруднилась в связи с мелководностью проливов, из-за чего в нем возник своеобразный гидрологический режим и стали формироваться эндемичные виды и роды. Именно тогда началось формирование Паратетиса – внутриконтинентального моря с нестабильными характеристиками (соленостью, гидрологическим и кислородным



Международная стратиграфическая шкала и основные события формирования бассейнов Паратетиса. Синими стрелками показаны стратиграфические уровни, для которых даны палеогеографические карты.



Палеогеографическая карта бассейнов Западной Евразии первой половины раннего олигоцена (32–34 млн лет назад). Условные обозначения (для всех палеогеографических карт): а – горы; б – возвышенности; в – низменная суша; г – лагуны и озера; д – мелководье; е – глубоководный шельф; ж – впадины; з – батиналь; и – вулканические массивы; к – гипсы; л – склоны впадин; м – вулканы; н – дельты рек; о – граница суши и моря; п – сбросы; р – надвиги; красным цветом обозначены активные, черным – более поздние; с – сдвиги активные и последующие. Сокращения: ЗЧВ – Западно-Черноморская впадина; ВЧВ – Восточно-Черноморская впадина; МК – Малый Кавказ.

режимом), имевшего эпизодическую связь с Северной Атлантикой, откуда в раннем и начале позднего олигоцена приходила морская фауна и фитопланктон. Более ограниченной была биогеографическая связь с Центрально-Иранским и Месопотамским бассейнами, открывавшимися в Индийский океан. Фаунистическим миграциям здесь препятствовали как сухопутные, так и климатические барьеры. Во время максимума раннеолигоценовой трансгрессии бассейн Паратетиса залил также юго-западную часть Западно-Сибирской низменности, став препятствием в распространении сухопутных млекопитающих.

Подобно современному Черному морю, олигоцен-раннемиоценовый Паратетис (Майкопский бассейн) характеризовался застойным (эстуарным) типом водной циркуляции, при котором соленые морские воды, поступающие в бассейн через про-

ливы, опускаются ко дну, а воды речного стока опресняют верхние слои воды. Из-за отсутствия вертикальной циркуляции нижние слои воды (в Черном море – глубже 200 м) почти не содержат кислорода, поэтому донная жизнь здесь невозможна. Организмы, плавающие в верхних слоях воды, погибая, попадали в эту зону и разлагались без доступа кислорода с образованием сероводорода. В Майкопском бассейне, также как в современном Черном море, вся глубоководная зона была безжизненной, зараженной сероводородом.

Ограниченность водообмена Паратетиса с теплыми южными морями и поступление относительно холодных вод из Северной Атлантики определяли характерные особенности населявшей его фауны. По составу донных групп организмов Паратетис входил в Северо-Европейскую биогеографическую область [1], тогда как близлежащие

Средиземноморский, Центрально-Иранский и Месопотамский бассейны были заселены представителями тропическо-субтропических тетических фаун, среди которых были широко распространены разнообразные рифостроящие кораллы и нуммулитиды.

Растительность, произраставшая на берегах Паратетиса, существенно отличалась как по своему составу, так и по требованиям к климатическим параметрам и степени увлажненности. Все северное побережье покрывали листопадные умеренно-влаголюбивые хвойно-широколиственные леса. На Казахстанской возвышенности и невысоких еще северных отрогах Тянь-Шаня произрастали засухоустойчивые дубово-лавровые леса и жестколистные кустарники из представителей семейств бобовых и вересковых. Южнее располагалась аридная Среднеазиатская провинция, где росли кустарничко-травянистые формации с участием солевых растений (эфедра, полынь, солянки). Острова и южный берег Паратетиса были покрыты субтропическими влаголюбивыми лесами Тетической области.

Около 27 млн лет назад Майкопский бассейн испытал первую утрату свободной связи с открытыми морями. Это привело к вымиранию в нем морской биоты и заселению вод бассейна обедненной высокоэндемичной фауной. В начале позднего олигоцена (около 25 млн лет) бассейн вновь заселился морскими организмами, пришедшими из Северной Атлантики. То была последняя прямая связь Паратетиса с Атлантикой, и уже с начала миоцена (23 млн лет) вся морская фауна и фитопланктон вселялись сюда с юга через средиземноморские и месопотамские проливы. Шельф Паратетиса и его континентальное окружение вошли в биогеографическую систему древнего Средиземноморья [1].

Несмотря на невысокое разнообразие фауны Майкопского бассейна (относительную бедность родами и видами), биомассы обитавших в нем животных были колоссальными. Это обеспечивалось богатством вод речного стока биогенами (прежде всего азотом и фосфором). Отмирая, органическое вещество в больших количествах выносилось в глубоководную часть

бассейна, где попадало в осадок, так как застойный бескислородный режим препятствовал его разложению. Органика растительного и животного происхождения, захороненная в этих толщах, сделала их нефтематеринскими [2], поставляя исходный материал для образования углеводородов. Поэтому отложения всех древних внутриконтинентальных водоемов с затрудненным газовым режимом, подобных Паратетису, очень богаты нефтью и газом.

В сакараульское время раннего миоцена (около 20 млн лет назад) бассейн сократился по сравнению с олигоценным, а южное побережье Паратетиса заселила крупная тепловодная фауна с тропическими элементами, представители которой, вероятно, пришли из Анатолийско-Иранского бассейна и мигрировали на северо-запад до Альпийско-Карпатской части Паратетиса.

В конце раннего — начале среднего миоцена в коцахурское время (17 млн лет назад) бассейн испытал еще одно затруднение связи с открытыми морями, которое также привело к формированию сообществ с эндемичной бентосной фауной. При этом сосуществование солоноватоводных эндемичных моллюсков и зональных океанических видов диноцист (фитопланктон) [3] позволяет предполагать наличие в одном бассейне двух водных масс: нижней — морской и верхней — опресненной, как в современном Мраморном море.

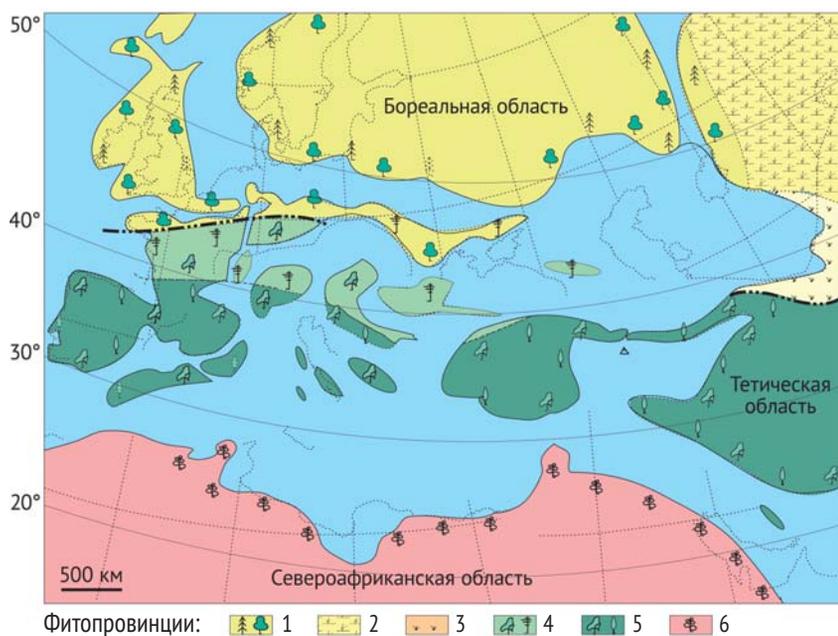
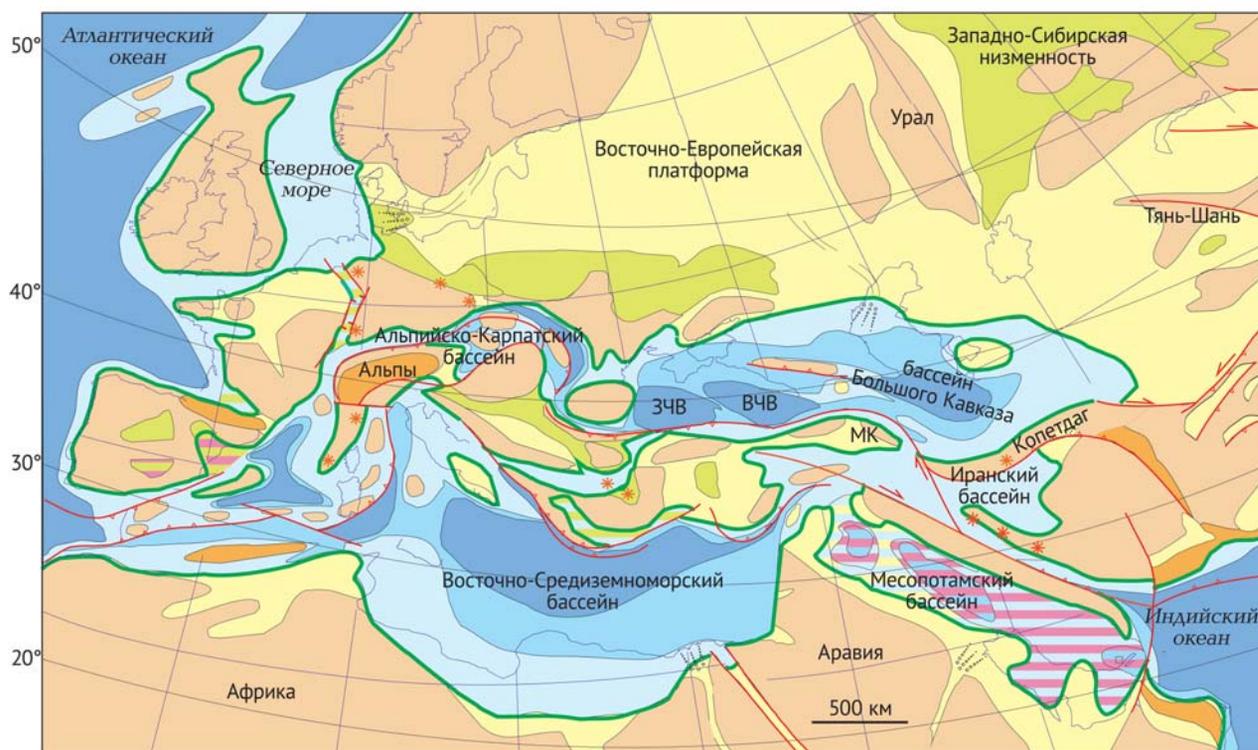


Схема фитогеографического районирования континентального обрамления Западной Евразии первой половины раннего олигоцена. Цифрами отмечены фитопровинции: 1 — Североевропейская; 2 — Казахстанская; 3 — Среднеазиатская; 4 — Центральноевропейская; 5 — Южноевропейская; 6 — Североафриканская область.



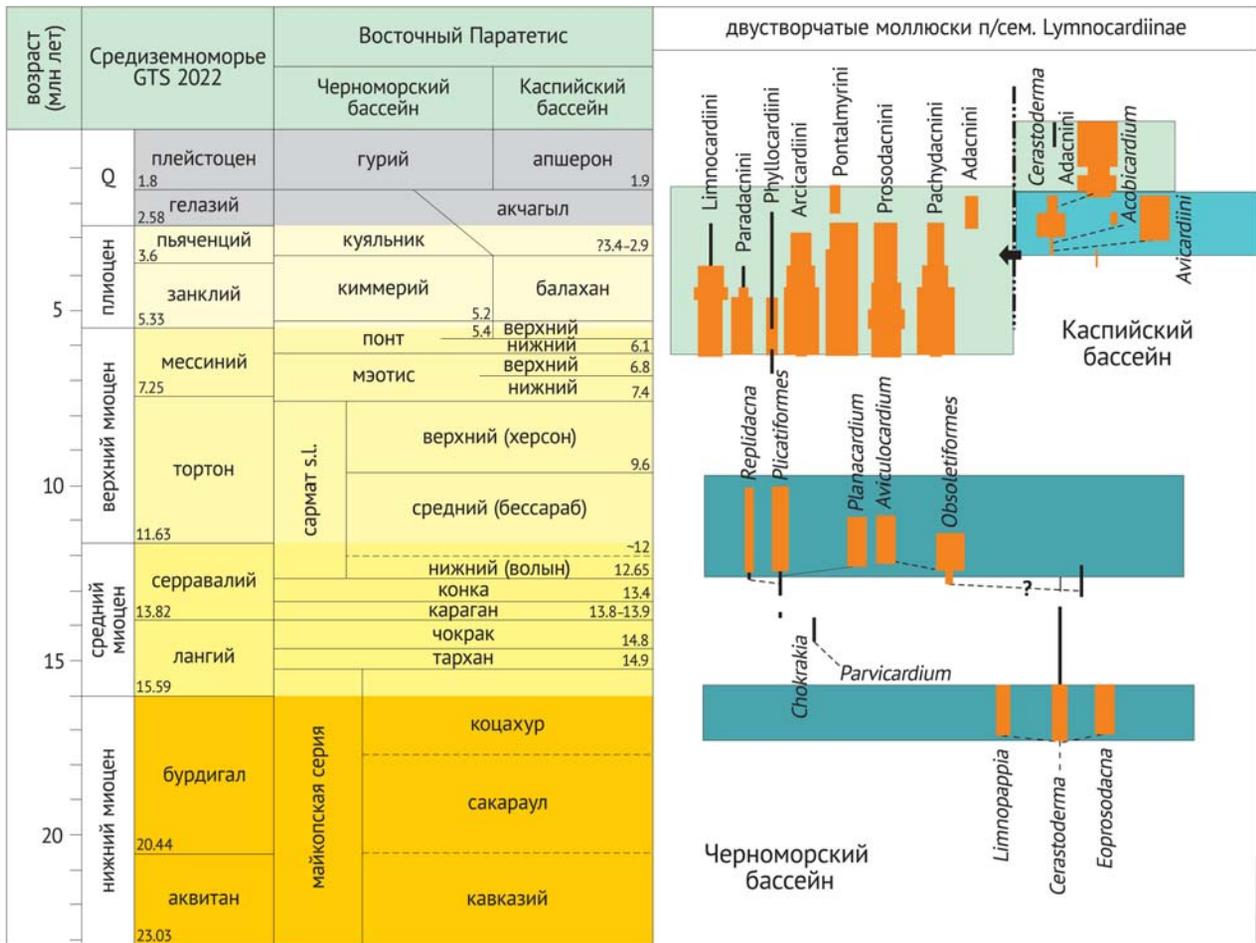
Палеогеографическая карта бассейнов Западной Евразии первой половины раннего миоцена (18–20.5 млн лет).

**Бассейны среднего миоцена — плиоцена (15–2.7 млн лет).** В конце раннего миоцена Паратетис распался на два обособленных бассейна — Центральный и Восточный Паратетисы — с разной историей дальнейшего развития, а преальпийская часть (Западный Паратетис) уже в конце раннего миоцена стала сушей. Паннонско-Карпатская часть (Центральный Паратетис) в среднем миоцене (15–12 млн лет назад) сохраняла более широко открытые связи со Средиземноморьем через Словенский коридор, чем основная часть Паратетиса. Черноморо-Каспийский бассейн (Восточный Паратетис) чаще имел полуморской режим с ограниченным поступлением морских вод и стоком опресненных, либо замыкался и становился солонатоводным озером с высокоэндемичной фауной.

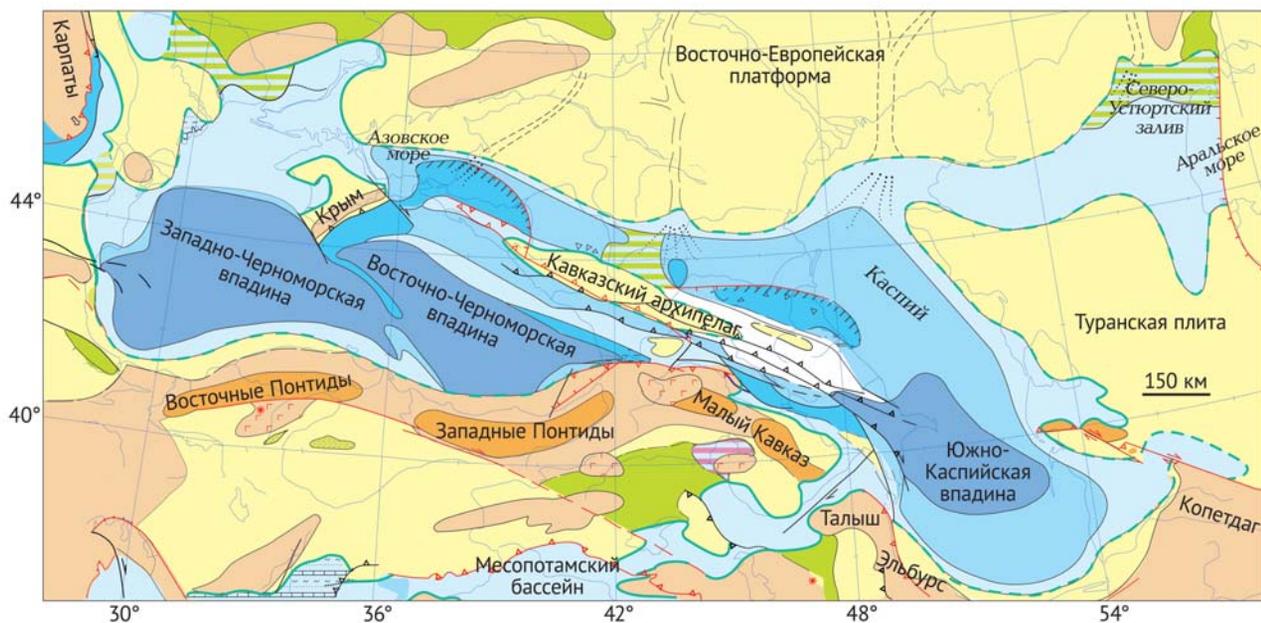
На основе чередования морских и опресненных комплексов биот, а также восстановления процессов эволюции фауны, в конце XIX — начале XX в. была построена шкала корреляции неогеновых отложений основной восточной части Паратетиса [4]. Ныне (благодаря успехам стратиграфии, основанной на изучении ископаемых остатков планктона, а также методам палеомагнитного и абсолютного датирования) подразделения этой шкалы надежно сопоставлены с глобальной и средиземноморской стратиграфическими шкалами [3], а их границы получили существенно более точную оценку возраста.

В среднем миоцене (14.9 млн лет назад), в тарханское время, Восточный Паратетис получил наиболее широкую в неогене связь с Мировым океаном и был заселен морской биотой через два пролива: на западе он открывался в Баденский бассейн Центрального Паратетиса, а на юге имел связь с турецко-иранскими бассейнами и через них с Месопотамским морем.

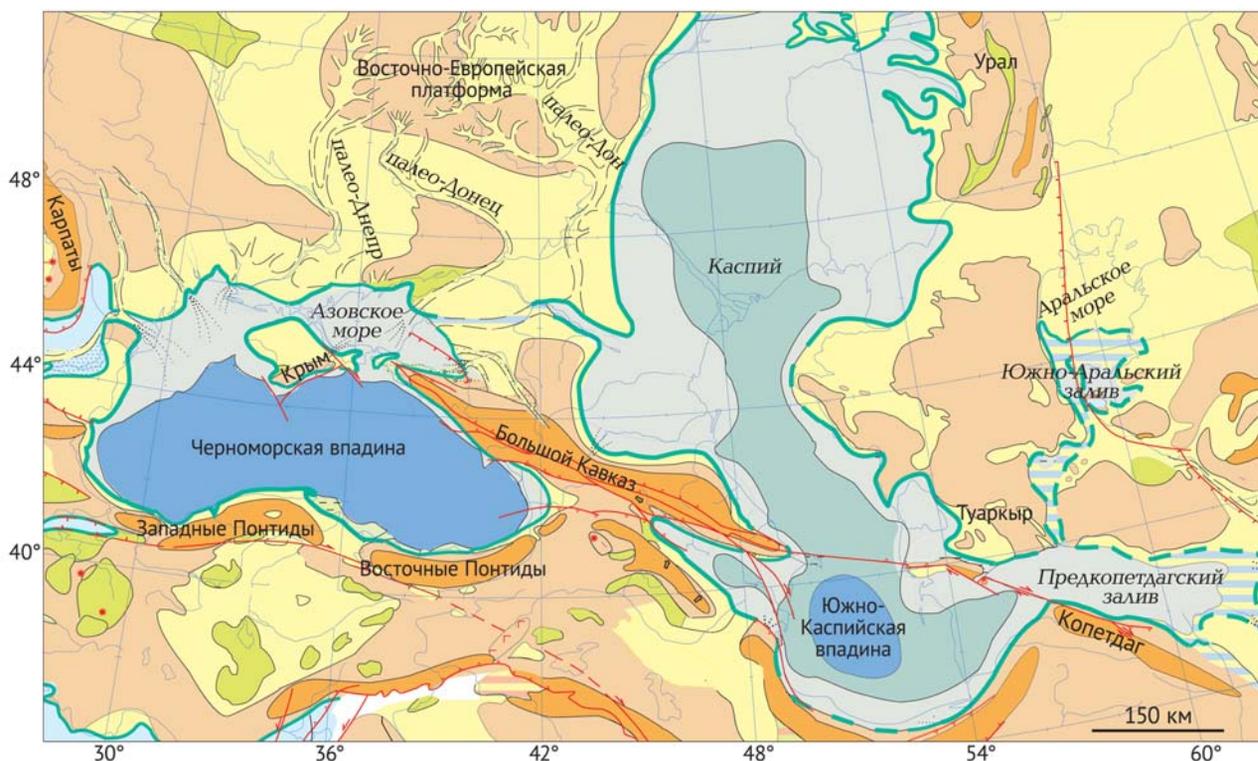
Несмотря на широкие связи, регрессия моря продолжалась, отражая падение уровня Мирового океана, она достигла максимума в позднетарханское — раннечокракское время (14.8 млн лет назад). Тогда вновь осушенные территории северного и южного шельфов сомкнулись с островным сооружением Большого Кавказа. Видимо, впервые суша, включавшая Дзирульский массив в Грузии, Кавказский остров и Ставропольское поднятие, ненадолго разъединила Черноморский и Каспийский бассейны. Вновь появившийся сухопутный мост послужил путем миграции для наземных позвоночных, что способствовало как распространению африканских позвоночных вглубь Евразии, так и расширению ареалов обитания евразийских видов. Об этом свидетельствует состав знаменитой беломечетской фауны позвоночных, найденной в Центральном Предкавказье, в составе которой определены африканские трубокоты (род *Orycteropus*) и свинообразные (*Kubanochoerus*), а также



Стратиграфическая шкала неогена Восточного Паратетиса и ее корреляция с ярусами Средиземноморья. Справа цветом показаны интервалы замыкания Восточного Паратетиса, когда в нем развивались эндемичные рода и виды двустворчатых моллюсков лимнокардиин. На бирюзовом фоне показаны рода полуморского происхождения, на светлозеленом – солоноватоводного каспийского типа.



Палеогеографическая карта среднемиоценового Тарханского бассейна (14.8–14.9 млн лет назад).



Палеогеографическая карта плиоцен-раннеплейстоценовых бассейнов (2.2–2.6 млн лет назад).

евразийские медведи и олени. Тогда же эндемичный кавказский род лошадиных *Paranchiteria* смог мигрировать на Балканы [5].

Наиболее яркими событиями последующей истории неогеновых бассейнов стали максимальные трансгрессии середины чокрака (около 14.5–13.8 млн лет назад), карагана (13.8–13.4 млн лет) и раннего-среднего сармата (12.6–9.6 млн лет). В эти интервалы Кавказ вновь надолго становился островом. Во время разлива сарматской трансгрессии бассейны Центрального и Восточного Паратетиса вновь объединились и характеризовались общей эндемичной фауной.

Последней высокой трансгрессией Восточного Паратетиса стала раннепонтическая (6.1–5.6 млн лет назад). В ту эпоху уровень моря поднялся примерно на 70 м, но связь с Мировым океаном так и не была восстановлена. Затем последовала глубокая (–200 – –250 м) внутривосточнопонтическая регрессия, по времени (5.6 млн лет назад) совпавшая с пиком Мессинского кризиса солености в Средиземноморье. В результате того падения уровня в середине понта Черноморский бассейн навсегда утратил двустороннюю связь с Каспийским, позже происходил лишь эпизодический односторонний слив каспийских вод при переполнении бассейна.

В первой половине плиоцена (5.2–3.4 млн л.) произошла глубокая регрессия отделившегося Ка-

спийского бассейна, когда уровень воды в нем упал на 800–1000 м, так что воды оставались лишь в котловине Южно-Каспийской впадины, а дельтовые осадки Волги накапливались вблизи Апшеронского полуострова. Воздымающиеся Кавказ и Копетдаг во время этого резкого падения базиса эрозии поставляли грубообломочный материал для мощных толщ балаханской серии, накапливавшейся вокруг Южного Каспия (ныне к ней приурочены основные коллекторы для залежей нефти и газа в Азербайджане, Южном Дагестане и Туркменистане). Вслед за регрессией произошло заполнение всей ванны Каспийского бассейна морскими водами с обедненной фауной. Происхождение и пути проникновения этих вод пока остаются дискуссионными.

### Проблемы исследований регрессивных стадий развития бассейнов

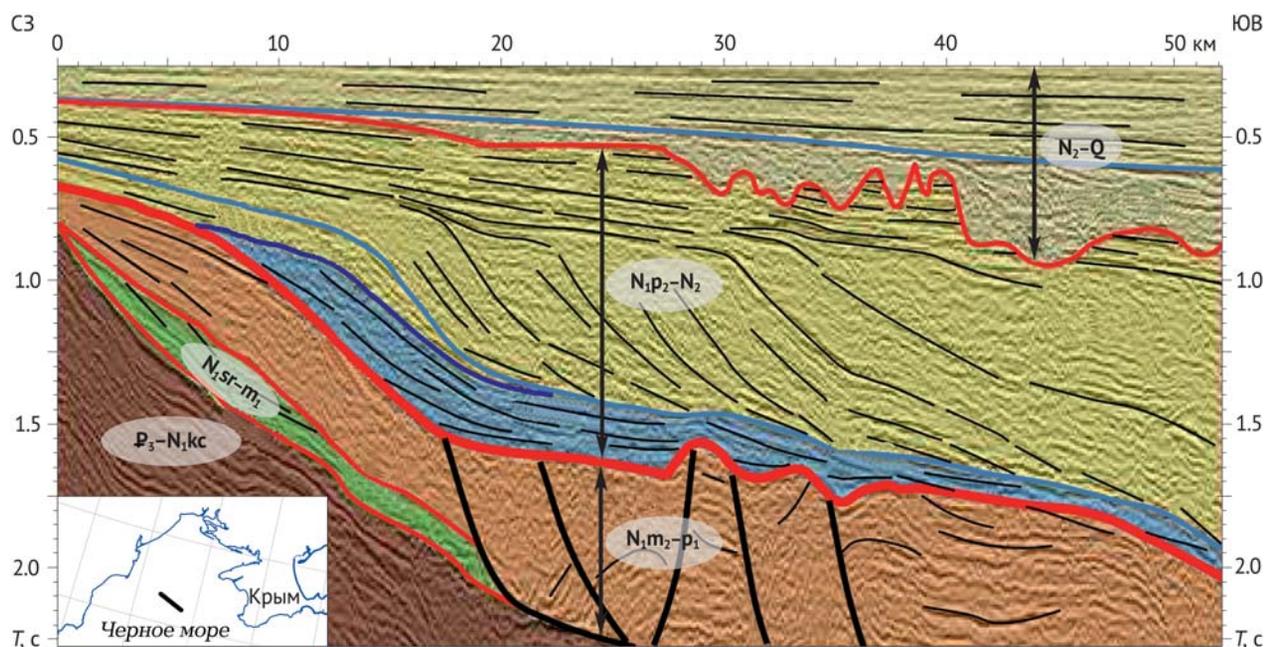
Кратко изложенная история Паратетиса в палеогене и неогене была проиллюстрирована в «Атласе литолого-палеогеографических карт СССР» [6]. Этот атлас, составленный более 60 лет назад большим коллективом выдающихся геологов и тектонистов, и ныне не утратил своей актуальности и довольно верно отражает распространение бассейнов в фазы трансгрессий. Однако он, как и все последующие палеогеографические карты [7], ос-

нован на анализе фаций и осадконакопления при максимально широком распространении отложений внутри довольно больших картируемых интервалов. Поэтому практически все имеющиеся реконструкции палеобассейнов отражают лишь максимальные (трансгрессивные) этапы эволюции бассейнов, когда уровень моря был самым высоким. Распространение трансгрессивных серий осадков закономерно обеспечивает максимальную полноту фактического материала для исследований, ведь такие отложения обычно представлены полными наборами фаций (включая прибрежные) и часто выходят на поверхность в естественных обнажениях, а также вскрываются значительным числом буровых скважин.

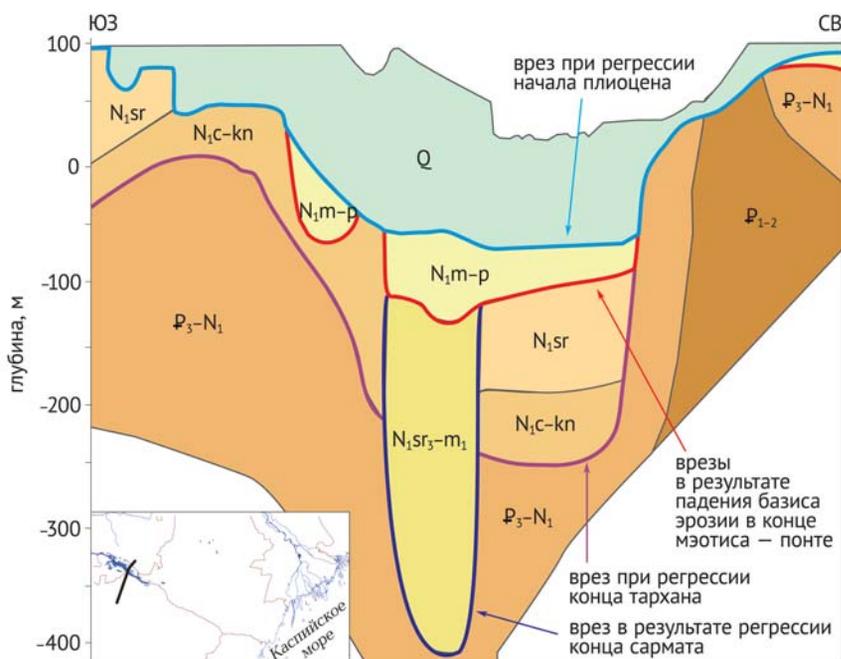
Картина распространения отложений, сформированных во время этапов значительного падения уровня вод, принципиально иная. Осадки таких эпизодов сохранились лишь в глубоких прогибах, они практически не выходят на современную дневную поверхность. Данные бурения также скудны из-за значительной глубины их залегания и небольшого количества скважин, разбуривших эти комплексы. Последующие морские трансгрессии чаще всего полностью уничтожали шельфовые и прибрежные осадки подобных стадий. Дополнительная сложность связана с тем, что падения уровня обычно приурочены к пограничным ин-

тервалам смены геологических эпох, так что их датировка осуществима только для наиболее полно изученных районов. Из-за этого до недавнего времени практически отсутствовали методы восстановления палеогеографических обстановок для эпох гидрологических кризисов. Лишь в последние десятилетия, с развитием геофизических методов исследований, стали доступны серии взаимно пересекающихся сейсмопрофилей с достаточно хорошим разрешением. Такие материалы были получены при региональных и площадных геофизических съемках с использованием сейсморазведочного метода отраженных волн.

Сейсмопрофили представляют собой результат регистрации и последующей обработки сигналов искусственно возбуждаемых упругих волн в земной коре. Волны отражаются от границ слоев с различными упругими свойствами, и картина этих отражений, нарисованная в масштабе времени прохождения отраженных волн, соответствует слоистости напластования осадочных тел. Геологические тела различного возраста и/или состава отличаются рисунком отражений и параметрами границ [8]. Это дает возможность дать сейсмостратиграфическую интерпретацию полученных данных путем прослеживания границ геологических тел и их взаимоотношений внутри разреза, а также сопоставления этих данных с результатами бурения.



Сейсмопрофиль западного (румынского) шельфа Черного моря [9] (на врезке слева внизу показано его расположение). Черными тонкими прерывистыми линиями показаны слои с согласным залеганием, черными жирными – склоновые нарушения (оползни). Красными линиями обозначены границы несогласного залегания, отражающие размывы подстилающих пород. Индексами показан возраст пород:  $P_3-N_1kc$  – олигоцен – миоценовые отложения;  $N_1sr-m_1$  – сармат – нижнемэотические;  $N, m_2-p_1$  – верхнемэотические – нижнепонтические;  $N_1p_2-N_2$  – верхнепонтические – плиоценовые;  $N_2-Q$  – плиоцен – четвертичные.



Неогеновые врезы четырех генераций палео-Дона в Приманычье [11]. В течение большей части неогена и в четвертичное время при падениях уровня моря палео-Дон врезался в подстилающие отложения, образуя глубокую долину. Наиболее древним был врез в конце тархана (14.8 млн лет назад), когда долина размывала олигоцен-нижнемиоценовые ( $P_3-N_1$ ) отложения до глубины -230 м относительно современного уровня. Затем она заполнялась морскими отложениями неогена – чокрака и конки ( $N_{1c-kn}$ ) и сармата ( $N_{1sr}$ ). Следующий, самый глубокий врез произошел в конце сармата (около 8 млн лет назад), когда каньон прорезал те же олигоцен-миоценовые отложения до глубины -380 м, а затем был заполнен морскими верхнесармат-мэотическими отложениями ( $N_{1sr_3-m_1}$ ). Последний миоценовый врез произошел в конце мэотиса – понте ( $N_{1,2m-p}$ ), около 6 млн лет назад, и имел глубину -120 м. Самый молодой врез сформировался в начале плиоценового времени (около 5 млн лет назад) и вырезал нижележащие отложения до уровня -60 м. На врезке показано расположение профиля.



Палеогеографическая схема азово-черноморской части бассейна во время регрессии сармата/мэотиса 8.0–7.6 млн лет назад.

Благодаря информации, получаемой методами сейсмостратиграфии, удастся проследить пространственную картину особенностей строения закрытых частей осадочных бассейнов, в том числе толщ, образовавшихся в результате падения базиса эрозии. Крупные регрессии размывали часть осадочных слоев и формировали поверхности несогласий между геологическими телами, образованными до и после падения уровня моря.

Реки и временные потоки, впадавшие в бассейн, формировали протяженные и глубокие врезы, которые позднее заполнялись осадками. Именно во время наибольших падений базиса эрозии закладывались наиболее глубокие врезы и происходило формирование новой речной сети. Позднее реки в основном наследовали уже проложенные русла. Подобные структуры и поверхности вскрываются скважинами, они четко прослеживаются на сеймопрофилях в виде неровных эрозионных границ нескольких порядков. В результате дешифрирования таких поверхностей и определения глубины врезов рек, впадавших в бассейн, стало возможным восстановить картину рельефа, созданного в результате тех размывов, а также количественно оценить глубину падения уровня вод в Восточном Паратетисе во время наиболее крупных регрессий [10].

Палеогеографические карты для палеобассейнов, построенные на основе таких данных для этапов падения уровня вод, пока отсутствуют, но уже возможны реконструкции некоторых, лучше изученных частей бассейна. Так, при исследовании сейсмоакустическими методами современной акватории Черного моря на кавказском шельфе

в районе Туапсинского прогиба были обнаружены два глубоких протяженных каньона [12]. Позднее более детальные работы выявили присутствие целой сети каналов в этой части акватории и существование дельтового комплекса в юго-западной части Туапсинского прогиба [13, 14]. Ширина каньонов составляла 10–12 км, глубина — 450–500 м, а прослеженная протяженность — до 250–300 км. По результатам изучения этих врезов и их заполнения был сделан вывод об их речном и дельтовом происхождении в результате падения уровня на 500 м. По этим данным, сейсмопрофилям через Западно-Кубанский прогиб, а также у крымского побережья и перехода от северо-западного шельфа к Черноморской впадине, можно восстановить палеогеографическую картину для максимума регрессии на северном побережье Черного моря. Мы считаем, что это падение уровня было максимальным в неогене и его можно предположительно датировать концом сарматского яруса (8.0–7.6 млн лет назад).

\* \* \*

Паратетис — огромный морской бассейн, характеризовавшийся своеобразной историей развития, которая далеко не всегда совпадала с глобальными событиями в Мировом океане. Ее особенность заключается в чередовании этапов открытого и закрытого гидрологического режима. Многократная

смена регрессивных и трансгрессивных эпизодов оказывала огромное влияние на развитие как водных, так и наземных экосистем, определяя также возможности миграции. Осушенные территории служили сухопутными мостами для расселения наземных позвоночных Африканского и Евразийского континентов. Замыкания бассейна создавали в нем условия для быстрого формирования уникальных эндемичных организмов, сообществ и жизненных форм, резко отличных от морских. Богатство вод речного стока биогенами (особенно азотом и фосфором) обеспечивало в этих внутриконтинентальных бассейнах колоссальные биомассы, а застойный бескислородный режим на дне приводил к их захоронению, обеспечивая исходный органический материал для образования углеводородов.

Восстановление палеогеографических обстановок при максимальных регрессиях важно не только для историко-геологических целей и правильной оценки возможностей миграций сухопутных и морских фаун при изменениях ландшафта и трофических сетей, но и для сугубо практических задач поиска залежей углеводородов и подземных напорных вод. Мощные конусы выноса, горизонты и линзы грубообломочного материала, возникающие при регрессиях, служат прекрасными коллекторами нефти и газа, в них также происходит аккумуляция и фильтрация питьевых и технических вод.

**Исследования проведены и выполнены при финансовой поддержке: палеогеографические реконструкции — Российского научного фонда (грант 22-17-00047, <https://rscf.ru/project/22-17-00047/>), сейсмостратиграфические работы — Российского научного фонда (грант 22-27-00827, <https://rscf.ru/project/22-17-00827/>).**

## Литература / References

1. Попов С.В., Ахметьев М.А., Лопатин А.В. и др. Палеогеография и биогеография бассейнов Паратетиса. Ч.1: Поздний эоцен — ранний миоцен. М., 2009. (Труды Палеонтологического института РАН. Т.292.). [Popov S.V., Akhmetiev M.A., Lopatin A.V. et al. Paleogeography and biogeography of the Paratethys basins. Pt.1: Late Eocene — Early Miocene. M., 2009. (Proceedings of the Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, V.292.)]
2. Sachsenhofer R.F., Popov S.V., Bechtel A. et al. Oligocene and Lower Miocene source rocks in the Paratethys: Paleogeographic and stratigraphic controls. Geological Society London Special Publications. 2017; 464(1): 267–285. DOI:10.1144/SP464.1.
3. Popov S.V., Golovina L.A., Palcu D.V. et al. Neogene Regional Scale of the Eastern Paratethys, Stratigraphy and Paleontological Basis. Paleontological Journal. 2022; 56(12): 1557–1720. DOI:10.1134/S0031030122120024.
4. Андрусов Н.И. Избранные труды. М., Т.1, 1961; Т.2, 1963. [Andrusov N.I. Selected Works. M.: V.1, 1961; V.2, 1963. (In Russ.)]
5. Габуния Л.К. Беломечетская фауна ископаемых позвоночных. Тбилиси, 1973. [Gabunia L.K. Belomechetka Fauna of Fossil Vertebrates. Tbilisi, 1973. (In Russ.)]
6. Атлас литолого-палеогеографических карт СССР. Т.IV. М., 1967. [Atlas of Lithological and Paleogeographic Maps of the USSR. V.IV. Moscow, 1967. (In Russ.)]
7. Popov S.V., Shcherba I.G., Khondkarian S.O. et al. Lithological-Paleogeographic maps of Paratethys. Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 2004; 250: 1–46.
8. Осадочные бассейны: методика изучения, строение и эволюция. М., 2004. (Труды Геологического института РАН. Вып.543). [Sedimentary basins: Methods of study, structure and evolution. M., 2004. (Proceedings of the Geological Institute of the Russian Academy of Sciences. Issue 543). (In Russ.)]

9. *Munteanu I., Matenco L., Dinu C., Cloetingh S.* Effects of large sea-level variations in connected basins: the Dacian-Black Sea system of the Eastern Paratethys. *Basin Research*. 2012; 24(5): 583–597. DOI:10.1111/j.1365-2117.2012.00541.x.
10. *Попов С.В., Антипов М.П., Застрожных А.С. и др.* Колебания уровня моря на северном шельфе Восточного Паратетиса в олигоцене – неогене. *Стратиграфия. Геологическая Корреляция*. 2010; 18(2): 3–26. [*Popov S.V., Antipov M.P., Zastrozhnov A.S. et al.* Sea level fluctuations on the northern shelf of the Eastern Paratethys in the Oligocene–Neogene. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2010; 18(2): 200–224.]
11. *Тимохин В.Г., Алибекова С.В., Епихиев С.Н. и др.* О создании гидрогеологической карты Восточно-Предкавказского артезианского бассейна масштаба 1:500000. Кн.1. Иноземцево, 2009. [*Timokhin V.G., Alibekova S.V., Epikhiev S.N. et al.* On the creation of a hydrogeological map of the East-Pre-Caucasian Artesian basin on a scale of 1:500000. Book 1. Inozemtsevo, 2009. (In Russ.)]
12. *Туголесов Д.А., Горшков А.С., Мейснер Л.Б. и др.* Тектоника мезокайнозойских отложений Черноморской впадины. М., 1985. [*Tugolesov D.A., Gorshkov A.S., Meisner L.B. et al.* Tectonics of Mesocainozoic deposits of the Black Sea Basin. Moscow, 1985. (In Russ.)]
13. *Афанасенков А.П., Никишин А.М., Обухов А.Н.* Неогеновая речная система вала Шатского в Черном море. *Доклады Академии наук*. 2005; 408(1): 1–4. [*Afanasenkov A.P., Nikishin A.M., Obukhov A.N.* Neogene river system of Shatsky shaft in the Black Sea. *Reports of the Academy of Sciences*. 2005; 408(1): 1–4. (In Russ.)]
14. *Баскакова Г.В.* История тектонического развития и обстановки осадконакопления северо-восточной части акватории Черного моря. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. М., 2022. [*Baskakova G.V.* History of tectonic development and sedimentation conditions of the northeastern part of the Black Sea. Abstract of the thesis of Candidate of Geological and mineralogical sciences. Moscow, 2022. (In Russ.)]

## History of Paratethys

S.V.Popov<sup>1</sup>, I.S.Patina<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

<sup>2</sup>Geological Institute, Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia)

The history of the formation, evolution, and disappearance of the inland giant Paratethys sea is considered from the time of its formation in the middle of the Cenozoic (34 million years ago) to the final separation of its waters into the Black and Caspian seas at the end of the Miocene epoch (5.6 Ma). The history of Paratethys and the organisms inhabiting it was mainly determined by its connections with oceans. Their expansion led to the uprising of the Paratethys water level to that of the World Ocean, and subsequently, its colonization by marine organisms. The drying of the straits turned Paratethys into a huge lake. The level and salinity of its waters depended on the ratio of river runoff and evaporation: with a positive water balance, the basin began to expand and desalinate, with a negative one, it regressed, saline bays and lagoons appeared in it. Obviously, marine biota had died in such conditions and only some organisms were able to tolerate abrupt changes in salinity, ion and oxygen regimes promoted development of specific brackish-water groups of fauna.

The existing ideas about the paleogeography of this basin well reflect the intervals of high sea water levels, but do not address the results of rather significant drops in sea level during its trapped episodes. Until recently, paleogeography had no appropriate methods to reconstruct such stages. Only now, with the development of seismostratigraphy, it has become possible to assess the scale and spatial patterns of paleogeographic changes with significant basin reductions during regression periods.

**Keywords:** Paleogene, Neogene, sea level, transgression, regression, seismostratigraphy.