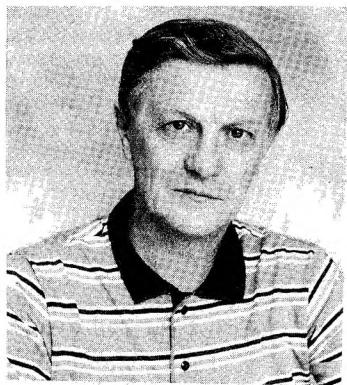


В.Г.Казьмин

История океана

ТЕТИС



Владимир Григорьевич Казьмин, доктор геолого-минералогических наук, заведующий лабораторией геоморфологии и тектоники дна океана Института океанологии им. П. П. Ширшова АН ССР. Специалист в области тектоники, общей и региональной геологии. В последние годы занимается палеоокеанологией с позиций новой глобальной тектоники.

В ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ литературе имя морской богини Тетис, жены бога-титана Океана, встречается, пожалуй, чаще, чем в художественной. В конце XIX в. в труде выдающегося геолога Э. Зюсса «Лик Земли» это имя получило обширный древний океан, существовавший, по мнению исследователей того времени, между Европой и Африкой. История этого океана, его жизнь и медленное умирание (вернее отмирание) не перестают волновать и нынешних геологов. Интерес к проблемам палеоокеанологии за последние годы даже усилился вместе с интересом к Мировому океану и развитием новой глобальной тектоники. Не так давно закончился советско-французский проект «Тетис», в котором участвовал и автор этих строк. Теоретические обобщения и результаты многочисленных экспедиций по сухопутным ныне участкам исчезнувшего океана позволяют представить основные вехи его истории.

Геологическое строение Европы было уже достаточно хорошо изучено к концу прошлого века. Оказалось, что горные цепи Альп, Динарид, Апеннин, Карпат сложены осадочными породами морского происхождения, т. е. накапливались в морском бассейне, разделявшем Европу и Африку.

Вначале понятие «океан Тетис» было преимущественно палеогеографическим, границы бассейна определялись по распределению теплолюбивой морской фауны. Но уже в XX в. тот же Э. Зюсс, а также Э. Арган, Л. Кобер, Э. Ог и другие геологи стали вкладывать в это понятие тектоническое содержание. По их представлениям, с развитием океана Тетис как геологической структуры было связано образование горно-складчатых сооружений Альпийского или Средиземноморского пояса. При этом сразу наметились два течения, характеризующие развитие геологических идей в нашем столетии.

Одна группа исследователей — ее видным представителем был швейцарец Э. Арган, — следуя мобилистским идеям А. Веге-

нера, считала, что образование Альпийских горных цепей произошло в результате сближения Африки и Европы. При этом океан Тетис сузился, а заполнявшие его толщи были смяты, надвинуты друг на друга. Другая группа отрицала возможность крупных горизонтальных перемещений, связывая образование горно-складчатых цепей с особыми структурами земной коры — геосинклиналями — протяженными линейными подвижными поясами, внутри которых происходили преимущественно вертикальные движения. Особой популярностью геосинклинальная концепция пользовались в нашей стране, где ее развивали известные геологи Н. С. Шатский, В. В. Белоусов, М. В. Муратов и др.

Но к концу 60-х годов появились неопровергимые доказательства крупных горизонтальных перемещений литосферных плит. Было установлено, что океаническая литосфера непрерывно рождается в срединно-океанических хребтах и так же непрерывно поглощается в желобах, протянувшихся по подножию цепочек вулканических островов — островных дуг. Континенты являются частями литосферных плит и движутся вместе с ними. Появились новые методы реконструкции положения континентов в геологическом прошлом, основанные, главным образом, на данных о намагниченности пород океанического дна и континентов¹.

Как же эти новые представления отразились на концепции океана Тетис? Оказалось, что если восстановить по ряду геологических и геофизических признаков положение материков для пермского периода (примерно 250 млн лет назад), то два огромных материка того времени — Лавразия и Гондвана объединятся в суперконтинент — Пангею. При этом между Лавразией и Гондваной остается огромное клинообразное пространство — океан Тетис — с вершиной в районе Средиземного моря. На меридиане Кавказа океан имел ширину 3 тыс. км, к востоку — значительно расширялся.

Реконструкции для последующих эпох, созданные недавно усилиями специалистов СССР и Франции, показывают, что со временем океан постепенно сужался, пока материки южной группы не столкнулись с Евразией около 40—50 млн лет назад².

Теперь обратимся к некоторым интересным особенностям развития океана Тетис.

250 млн лет обстановка в его пределах оставалась удивительно постоянной. Вдоль окраины Евразии тянулись цепочки вулканических островов, отделенных от континента окраинными морями. Картина напоминала сегодняшнюю западную окраину Тихого океана. Кстати, одним из таких окраинных морей было наше Черное море, образовавшееся 80—100 млн лет назад.

Известно, что островные вулканические дуги связаны с зонами субдукции, в которых происходит погружение океанской литосферы в глубины мантии. Именно такой процесс шел на «активной» евразиатской окраине океана Тетис.

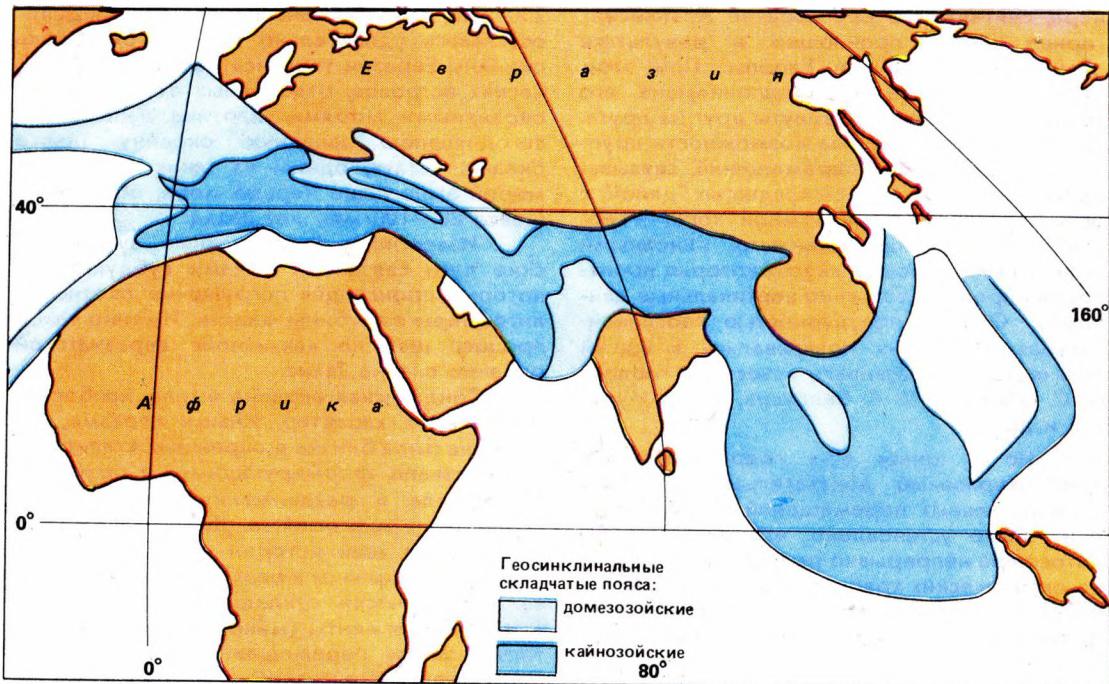
Гондванская окраина имела, наоборот, «пассивный» характер. Иными словами, по типу она была близка к окраинам Атлантического океана, формирующимся в результате раскола и раздвижения континентальных масс — рифтогенеза. Действительно, на протяжении всей истории океана Тетис от его южной окраины в результате рифтогенеза периодически откладывались континентальные фрагменты (микроконтиненты), которые затем перемещались через океан, сталкивались с активной окраиной и, таким образом, причленялись к Евразии. На евразиатской окраине формировался сложный коллаж из блоков гондванского происхождения, спаянных швами, или сутурами. Примером сутур является Севано-Акеринская зона Армении. По ней в позднемеловое время (около 90 млн лет назад) небольшой осколок Гондваны (Южная Армения) столкнулся с островной дугой на окраине Евразии. При этом на поверхность были выжаты глубинные породы океанической коры — офиолиты. Севано-Акеринский шов сохранил подвижность и поныне — как раз вблизи него расположены районы, пострадавшие от недавнего катастрофического землетрясения.

Отрыв фрагментов Гондваны и их перемещение к зоне субдукции напоминали работу гигантского конвейера. Трудно представить себе, как такой механизм мог работать, если не допускать существование конвективного потока в мантии, двигавшегося с юга на север и несшего на себе, как льдины на реке, микроконтиненты гондванского происхождения. С движением такого потока можно связать и ряд других явлений, происходивших в океане Тетис. Удалось подметить, что столкновения (коллизии) и образование рифтов не разбросаны во времени беспорядочно, а приурочены к определенным эпохам. Более того, эпохи коллизий и рифтогенеза совпадают во времени.

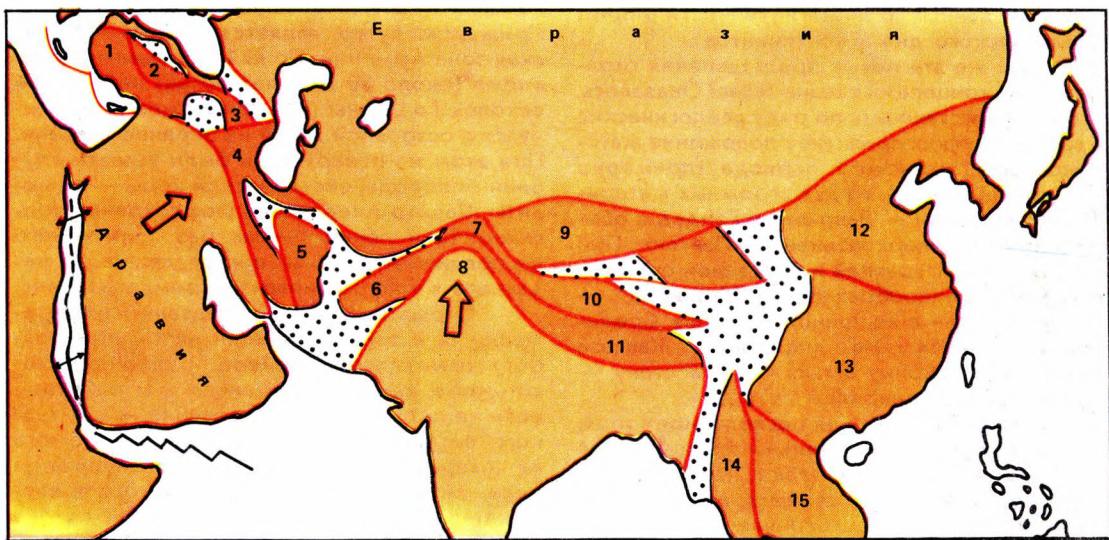
Как уже упоминалось, 250 млн лет назад Африка столкнулась с Европой и Се-

¹ Зоненшайн Л. П., Городницкий А. М. Палеоокеаны и движение континентов // Природа. 1976. № 11. С. 74—83.

² Tectonophysics (sp. issue). Evolution of Tethys / Eds. Le Pichon X., Monin A. S., 1986. Vol. 123. № 1—4.

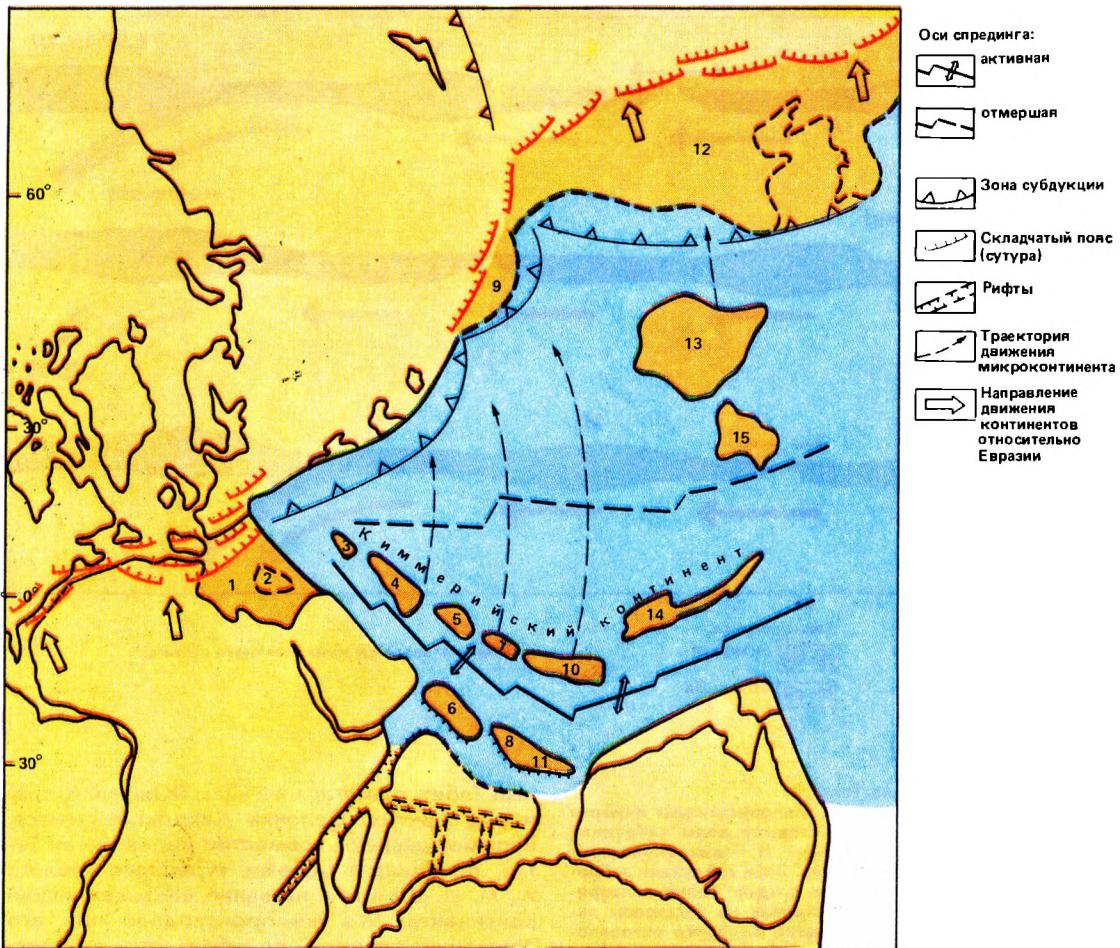


Океан Тетис с точки зрения «фиксистов». Он отождествлен с активной геосинклинальной зоной между неподвижными континентами [по Г. Штилле, 1958].



Современная структура Альпийского пояса Евразии. Хорошо видны микроконтиненты гондванского происхождения, столкнувшиеся с Евразией. Они отделены друг от друга сутурами разного возраста: древними [пермскими и триасовыми] на севере и молодыми [меловыми, кайнозойскими] на юге.

- Сутуры
- Микро континенты
- Зоны смятых между блоками толщ
- Направление движения Аравии и Индии относительно Евразии
- Ось спрединга



Тетис в соответствии с концепцией тектоники литосферных плит в пермское время (250 млн лет назад). [Положение континентов по Л. П. Зоненшайну с соавторами, 1987.] Только что завершились столкновения Гондваны с Лавразией, а также Тарима и Северного Китая с активной окраиной. В результате рифтогенеза от Гондваны отколлся «Киммерийский континент», устремившийся на север к новообразованной зоне субдукции, где поглощалась древняя океаническая литосфера. Новая, пермско-триасовая океаническая литосфера формировалась в тылу этого континента. Здесь и на предыдущем рисунке обозначены микронтиненты: 1 — Апулия-Тавр; 2 — Киршехир; 3 — Южная Армения; 4 — Западный Иран; 5 — Восточный Иран; 6 — Центральный Афганистан; 7 — Северный Памир; 8 — Южный Памир; 9 — Тарим; 10 — Северный Тибет; 11 — Южный Тибет; 12 — Северный Китай; 13 — Платформа Янцзы (Южный Китай); 14 — Сино-Бирмания; 15 — Индокитай.

верной Америкой, завершилось образование Пангеи. Это столкновение было не единственным. Примерно в то же время к Евразии примкнуло два крупных континентальных блока — Таримский массив и Северо-Китай-

ская платформа. Столкновение сопровождалось образованием складчато-покровных сооружений в полосе, протянувшейся от южного Тянь-Шаня до побережья Японского моря. Сравнительно легкая континентальная литосфера из-за своей «плывучести» не может погружаться в зоне субдукции. Поэтому при столкновении она оказалась заблокированной. Одновременно на гондванской окраине началось образование рифтов. Мы знаем, например, что на юго-западе Ирана в пермский период мелководные карбонатные осадки сменились толщами обломочных пород-песчаников, алевролитов, глин, накапливающихся у подножия континентального склона на границе с океаном. С этими толщами связаны потоки щелочных базальтов, характерных для рифтовых зон. Все это говорит о начавшемся расколе материка, отделении Иранского микронтинента от Гондваны. Такая же обстановка реконструирует-

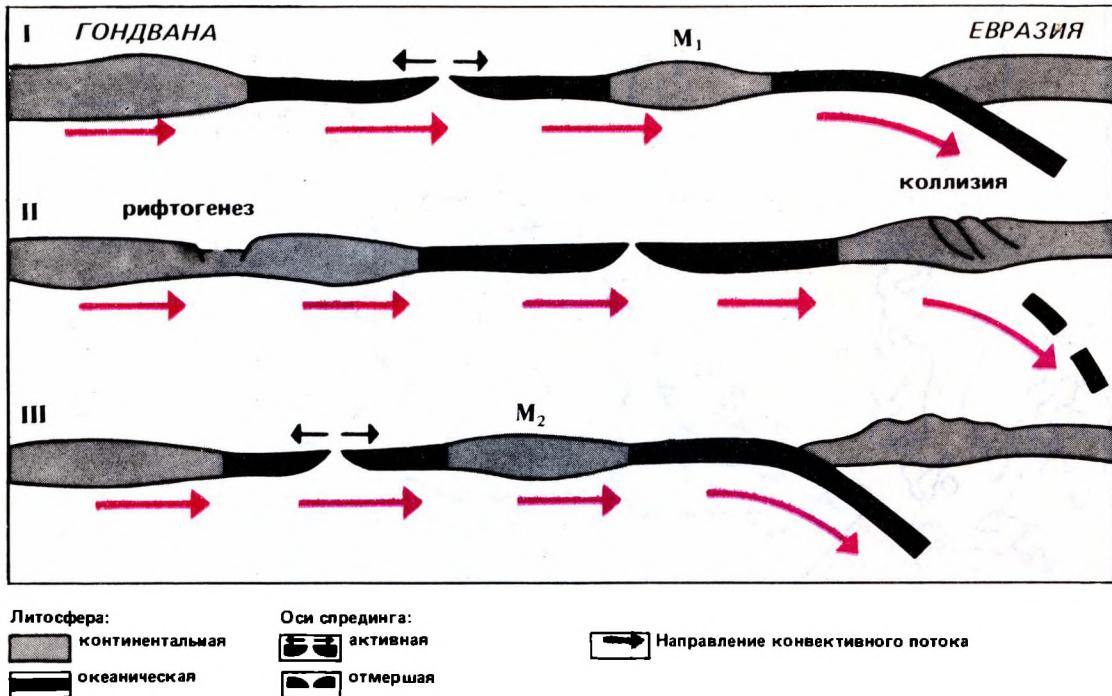


Схема развития океана Тетис.

I — в океане идет спрединг. Микроконтинент первого поколения M_1 движется в сторону зоны субдукции у активной окраины Евразии. II — микроконтинент столкнулся с окраиной Евразии. Зона субдукции заблокирована. Конвективный поток создает большие напряжения, приводящие к рифтогенезу на пассивной окраине Гондваны. III — раскрытие молодого океанического бассейна. Микроконтинент второго поколения M_2 начинает путь к активной окраине.

ся и для многих других фрагментов Гондваны: микроконтинентов Центрального Афганистана, Центрального и Южного Памира, Северного и Южного Тибета и ряда других. Возможно, уже в это время начался дрейф некоторых микроконтинентов на север, через океан Тетис.

Аналогичная ситуация повторилась примерно через 40 млн лет в позднетриасовое время, когда на огромном протяжении активной окраины произошли однотипные явления: формирование складчатости, образование тектонических покровов. Эта деформация получила название индосинийской или эокиммерийской складчатости. Как установлено сейчас, деформация произошла в результате столкновения цепочки малых и крупных фрагментов Гондваны с окраиной Евразии. В число этих фрагментов входили Иран, Центральный Памир, Север-

ный Тибет, платформа Янцзы (Южный Китай) и ряд других. Цепочка микроконтинентов, перемещавшихся совместно через океан Тетис, получила в работах турецкого геолога А. М. Ц. Шенгёра название «Киммерийский континент». Что же происходило при его движении, которое, по образному выражению Шенгёра, напоминало движение гигантского стеклоочистителя на ветровом стекле автомобиля? Ясно, что при этом океаническая кора к северу от континента поглощалась в зоне субдукции (иначе его сближение с Евразией не могло произойти). Одновременно в его тылу раскрылось новое океанское пространство, образовалась новая океаническая литосфера, рожденная в срединно-оceanическом хребте.

На пассивной окраине в позднем триасе повсеместно образовывались новые или раскрывались старые рифты. В рифтовых бассейнах, где ранее накапливались относительно мелководные осадки, появились глубоководные отложения — радиоляриты, кремнистые сланцы, свидетельствующие о больших погружениях, переходу к глубоководным океанским условиям. Новое поколение микроконтинентов (Центральный Афганистан, Южный Памир, Южный Тибет) начало свой путь через Тетис.

Прослеживая дальнейшую историю

океана, мы обнаруживаем сходные ситуации и в более поздние эпохи: в конце юрского — начале мелового периодов (150—130 млн лет назад), в конце раннего мела (110 млн лет назад) и, наконец, в эоцене (50—40 млн лет назад). Последняя эпоха особенно интересна. Именно в это время крупные обломки Гондваны — Африка и Индия — столкнулись с Евразией, Тетис почти полностью исчез, и началась крупнейшая коллизия, в ходе которой образовались горно-складчатые цепи Альп, Кавказа, Гималаев. Но даже и в этих условиях столкновения континентов раскрывались новые рифты. Так, когда Аравийский выступ Африки столкнулся с Кавказским сегментом активной окраины, в его тылу сразу же образовались континентальные рифты на месте будущих Красного моря и Аденского залива, началось отделение Аравийского п-ова от Африки. Коллизия Аравии продолжается до сегодняшнего дня — свидетельство тому высокая сейсмичность в Грузии, Закавказье, Иране. Параллельно с этим продолжается раскрытие Красноморского и Аденского рифтов, их превращение в зародыши будущих океанов. Парадоксально — Аравийский выступ буквально «вдавливается» в структуру Альпийского пояса, преодолевая лобовое сопротивление. И все-таки Аравия сближается с Евразией быстрее, чем Африка (скорости сближения 3 и 1 см/год). За счет этой разности в скорости и раскрывается Красное море.

Попробуем теперь представить себе картину в обобщенном виде. В какой-то момент в океане Тетис существовал спрединговый хребет, шло наращивание океанической литосферы. В сторону евразиатской окраины двигался микроконтинент, отделившийся ранее от Гондваны. Предполагается, что он двигался с конвективным потоком в мантии к желобу, где океаническая литосфера погружалась в глубины мантии. Затем произошла коллизия. Зона субдукции оказалась заблокированной. Движение литосферных плит приостановилось, и раздвижение в срединном хребте прекратилось, но конвективный поток продолжал, естественно, двигаться. При этом в основании литосферных плит должны были возникнуть очень большие напряжения за счет вязкого трения. Следующим событием в этом сценарии был разрыв литосферы в новом месте и переме-

щение туда оси спрединга. Одновременно образовалась новая зона подвига, а затем и субдукции океанической литосферы к югу от примкнувшего к Евразии микроконтинента. Началось движение микроконтинента второго поколения в сторону Евразии.

В этой схеме неясно, почему ось раздвижения смещалась каждый раз на пассивную окраину, а не возникала в океане, где литосфера тоньше. Можно предполагать, что разрыв происходил в ослабленной зоне, где уже ранее дробилась континентальная литосфера. Пассивная окраина, где процессы рифтогенеза проявлялись и во времена, предшествовавшие возникновению океана Тетис, как раз является такой зоной.

Очень важно и другое. Среди геологов распространено мнение, что восходящая (и расходящаяся в стороны) ветвь мантийной конвекции располагается под срединно-оceanическими хребтами. Приведенные данные показывают, что это не всегда так. Конвекция в мантии протекает медленно, структура конвективных ячеек консервативна, они существуют устойчиво сотни миллионов лет. Во всяком случае невозможно представить себе, чтобы эта структура резко менялась каждые 40—60 млн лет. А именно такой должна была бы быть картина, если считать, что каждое смещение оси раздвижения на пассивную окраину было вызвано отмиранием старого и возникновением нового восходящего потока. Приходится допускать, что рифтовые зоны океана Тетис были просто трещинами между расходящимися плитами литосферы и перемещались вместе с ними. Пространство между расходящимися плитами заполнялось базальтовыми выплавками, поднимавшимися из астеносферы под гидростатическим давлением. Можно думать, что многие из современных срединно-оceanических хребтов имеют такую же природу.

Все, о чем говорилось выше, далеко не исчерпывает проблем, связанных с изучением океана Тетис. Пока не совсем понятно, как по мере его эволюции менялся гидрологический режим, условия накопления осадков, глубины океана. Эти вопросы продолжают активно исследоваться. Ясно одно: изучение исчезнувшего океана помогает во многом понять природу тектонических и океанологических процессов в современных океанских бассейнах.