

В. А. КРАСИЛОВ

ТЕКТОНИКА ПЛИТ И РОТАЦИОННЫЙ РЕЖИМ ПЛАНЕТЫ

Плитовая тектоника за короткое время своего существования претерпела заметную эволюцию. Если не все, то по крайней мере многие исследователи этого направления отказались от механизма конвекционных ячеек, полагая, что вывод тепла из глубин мантии осуществляется посредством мантийных струй (Tozer, 1973). На мантийные струи (mantle plumes) возлагаются различные функции: им приписывают способность раскалывать, двигать и тормозить плиты (Wilson, 1973, и др.), их считают ответственными за «тройственные сочленения» рифтов, расходящихся под углом 120° : два из них расширяются, а третий превращается в авлакоген (Burke, Dewey, 1973). С ними связывают циклы редких элементов и периодические массовые вымирания организмов (Vogt, 1972). Вместе с тем механизм мантийных струй остается во многом неясным (Хаин, 1973; Metz, 1974; Runcorn, 1974; Shaw, 1973). Существуют и иные гипотезы: конвекция (Keith, 1972), гравитационное скольжение плит (Wesson, 1972), расширение Земли (Hilgenberg, 1973, и др.) и ротационно-инерционные силы (нередко в сочетании с конвекцией или гравитационным механизмом: Воронов, 1971; Bostrom, 1971; Hughes, 1973; Капе, 1972). Другие исследователи (Воронов и Незаметдинова, 1970; Воронов, 1971; Каттерфельд и Чарушин, 1970; Шаблинская и Смирнов, 1971; Шульц, 1971, и др.) убедительно показали, что планетарная система трещиноватости, включающая рифты, трансформные разломы и другие структуры, связываемые с деятельностью мантийных струй, определяется ротационным режимом Земли и существенно сходна с аналогичными системами других планет.

Срединно-океанические хребты заметно смещены к востоку в зоне экватора. Мейергофы (1974), используя разработанную С. А. Ушаковым (1968) модель срединно-океанического хребта, объясняют образование поперечных разломов различной скоростью вращения астеносферы и литосферы. Можно предположить, что астеносфере свойственно зональное вращение (как веществу Солнца) с наибольшей скоростью в экваториальной зоне. Этим, вероятно, и объясняется экваториальный пик смещения осей срединно-океанических хребтов. Изменение скорости вращения должно вызвать сдвиги по поперечным разломам.

Периодическое изменение скорости вращения Земли подтверждается некоторыми палеобиологическими и палеоклиматологическими данными (Орлова, 1963; Runcorn, 1967; Lauterbach, 1971). Другие свидетельства в пользу ротационной гипотезы дает анализ миграции вулканизма и сопоставление датировок основных событий в меридиональных и широтных тектонических структурах.

МИГРАЦИЯ ВУЛКАНИЗМА

Гипотеза «горячего пятна» (hot spot), позднее модифицированная в гипотезу мантийных струй, была первоначально предложена Дж. Т. Уилсоном (Wilson, 1963) для объяснения миграции вулканизма

вдоль Гавайской островной цепи субширотного простирания и ее продолжения — Императорской цепи подводных холмов, протягивающейся к северу вплоть до Алеутской дуги. Согласно этой гипотезе, миграция вулканизма происходит в результате движения Тихоокеанской плиты сначала на север (образование Императорской цепи), а затем на запад и ее прохождением над фиксированным очагом вулканической активности. Существуют и другие объяснения, не связанные с механизмом горячего пятна (Handschumacher, 1973; Shaw, Jackson, 1973).

Возраст изгиба Гавайско-Императорской цепи (изменения направления дрефта) сначала оценивали в 25—27 млн. лет. Сейчас, однако, более реальной цифрой считают 40—50 млн. лет (Shaw, 1973). Усредненная скорость движения плиты составляет около 6—7 см в год. По радиометрическим данным, поворот произошел около 42—44 млн. лет назад (Slagle, Jaggard, 1973). Возможно, что между этой датой и началом западного дрефта в неогене плита была неподвижной. Некоторые авторы считают, что скорость миграции вулканизма не соответствует скорости дрефта из-за встречного потока в астеносфере (McDouglas, 1971). По смещению к северу экваториальной зоны пелагических фаций Е. Л. Уинтерер (Winterer, 1973) определял скорость северного дрефта Тихоокеанской плиты в 3 см/год. Для увязки этой цифры со скоростью миграции вулканизма также приходится постулировать встречный поток в астеносфере. Б. Хизен и его соавторы (Heezen et al., 1973) определяют скорость северной составляющей дрефта в 4,4 см/год для мела — палеогена и 2 см/год для неогена. Они исходят из кинематической модели, в которой мощность пелагических кремнисто-карбонатных отложений зависит от скорости прохождения плитой экваториальной зоны. Недостаток подобных моделей состоит в том, что в них не учитывается возможное смещение зоны наибольших скоростей биогенной аккумуляции при изменении климата. По палеомагнитным данным, скорость дрефта Тихоокеанской плиты около 8 см/год (Hammond et al., 1974).

В Тихом океане известны и другие островные цепи (о-ва Кука — Маршалловы, Туамоту — Лайн и др.), также изгибающиеся к северу и, по-видимому, образовавшиеся под действием тех же сил, что и Гавайско-Императорская цепь (Metz, 1974). В Атлантическом океане образование о-вов Св. Елены, Тристан-да-Кунья и др. связывают с механизмом горячих пятен (Burke, Wilson, 1972; Burke et al., 1974). Сделаны попытки реконструировать движение Африканской (Burke, Wilson, 1972) и Европейской (Duncan et al., 1972) плит по следам смещения мантийных струй. Р. Родс (Rhodes, 1971) считает кольцевые дайки континентальным аналогом океанических островов, образованных мантийными струями и их можно использовать для реконструкции дрефта.

Мощный меловой вулканизм на востоке Азии в течение позднего альба — позднего сеномана (или турона) продвинулся от Малого Хингана до Сихотэ-Алиня, а в начале датского века достиг Сахалина (Красилов, 1972). Скорость миграции составляет около 8 см/год, что сопоставимо с цифрами, приведенными выше для Гавайской цепи. Можно допустить, что в обоих случаях миграция вулканизма имеет одну и ту же причину, т. е. объясняется западным дрефтом плиты над горячим пятном или горячей зоной, образованной серией мантийных струй.

На восточном побережье Тихого океана аналогичная миграция вулканизма от Берегового хребта Калифорнии на восток к Скалистым горам прослеживается в интервале 80—65 млн. лет (Lipman et al., 1971). В межгорном сейсмическом поясе Кордильер реконструируется западный дрефт отдельных блоков, проходящих над горячим пятном, неподвижным по отношению к гавайскому (сейчас оно находится под Йеллоустонским парком; Smith, Sbar, 1974).

В Андах также описано смещение вулканических центров к востоку, которое объясняют западным дрефтом Южной Америки (Katz, 1971;

James, 1971; Levi, 1973). В Восточной Австралии миграция вулканизма со скоростью около 5 мм в год, по-видимому, связана с расширением Тасманова моря (Wellman, McDougall, 1974). Эти примеры относятся большей частью к одному мезозойскому этапу расширения океанов. Известен ряд палеозойских миграций, из которых отметим сдвиг геосинклинального режима (и соответственно возрастное скольжение спилито-диабазовой формации) в Главном антиклинории Сихотэ-Алиня (Мишин, 1971) и последовательное смещение на восток уральской эвгеосинклинали в ордовике — живете, которое сопровождается формированием островных дуг (Бородаевская, Кривцов, 1974). В целом миграция вулканизма в меридиональных вулканических поясах чаще всего направлена на восток и сопровождается формированием островных дуг преимущественно вдоль восточных побережий континентов. Это свидетельствует о преобладании западной составляющей дрефта, которое можно объяснить ротационной инерцией плит.

ТЕКТОГЕНЕЗ В МЕРИДИОНАЛЬНЫХ И ШИРОТНЫХ ПОЯСАХ

В палеозое намечается два основных этапа расширения меридиональных океанических бассейнов — Протоатлантического, Уральского и Тихого (о номенклатуре палеозойских океанов см. Bugret, 1973). Образование апalachских и каледонских офиолитов связано с расширением краевых морей Протоатлантики, начавшимся, возможно, еще в докембрии, хотя большая часть офиолитовых толщ датируется ранним ордовиком (Bird et al., 1971). На рубеже среднего и верхнего девона расширение сменилось сжатием. К постживетской фазе складчатости приурочены наиболее интенсивные дислокации и, в частности, образование «колоний» Барранда (силурийских блоков среди отложений ордовика в Богемии; Kříž, Rojeta, 1974). Позднедевонские структуры, возникшие в результате акадского (бретонского в Европе) орогенеза в Западной Европе, Западной Африке и Северной Америке, были, очевидно, непрерывными (Smith, 1971).

На Урале ранний этап расширения и развития островных дуг охватывает временной интервал с ордовика по живетский век (Иванов и др., 1973; Бородаевская, Кривцов, 1974). Б. А. Смирнов и его соавторы (1974) отмечают, что первые проявления зилаирского орогенеза приходятся большей частью на франкий век позднего девона. Они, вслед за В. Е. Ханым, подчеркивают синхронность акадских и зилаирских движений. Позднепалеозойский этап расширения начинается опусканием прогибов и вспышкой вулканизма на рубеже турне и визе. По А. П. Карпинскому (1949, стр. 370), в карбоне на месте восточного склона Урала формируются островные дуги. В конце перми — начале триаса сжатие, коллапс островных дуг, надвиги и контракционное выжимание антиклиналей (Могилев, 1974) знаменуют завершение геосинклинального развития. Позднепалеозойские флишоидные и граувакковые толщи аналогичны зилаирским.

На Тихоокеанском побережье мощные эвгеосинклинальные и миогеосинклинальные отложения ордовика — девона известны в Ханкайской зоне. Они образуют здесь сложный комплекс терригенных, терригенно-карбонатных, кремнистых и спилито-диабазовых формаций (Берсенев, 1969), типичный для систем желобов и островных дуг. В среднем девоне геосинклинальное развитие этой зоны завершилось воздыманием и внедрением интрузий. В Усть-Бельских горах Корякского нагорья на офиолитах залегают мощная толща вулканитов основного состава и кремнисто-терригенных пород с фауной среднего — верхнего девона в верхних горизонтах (Александров, 1974). Пермские отложения Приморья образуют такую же сложную мозаику вулканогенных, карбонатных и кремнисто-терригенных формаций, как и девонские. На рубеж перми и триаса здесь приходится основная фаза складчатости. Пермский этап рас-

ширения и образования островных дуг прослеживается и в других районах Пацифики (в Индонезии) (Katili, 1973, и др.).

В Кордильерах с ордовика по девон формируется система краевых морей и островных дуг, реконструируемая по закономерной смене с запада на восток терригенно-карбонатных формаций граптолитовыми и кремнистыми сланцами, а затем вулканогенно-граувакковым поясом (Churkin, McKee, 1974). Этот геосинклинальный этап завершается, по видимому, постэйфельским орогенезом Кламат (около 380 млн. лет назад), с которым в Кордильерах связаны наиболее интенсивные деформации (Boucot et al., 1974). Позднепалеозойское развитие Кордильер во многом повторяет историю ордовик-девонской геосинклинали.

В мезозое начало расширения отмечено образованием крупных грабенов, выполненных красноцветными и угленосными отложениями верхнего триаса. Это серия Ньюарк на атлантическом побережье США, ее возрастные аналоги в Мексике и Западной Европе (Bosellini, Hsü, 1973; Mooge, Del Castillo, 1974), поздне триасовая система грабенів Западно-Сибирской плиты (Бочкарев, Рудкевич, 1975), монгугайская толща Приморья и свита Чинл на западе США (они содержат общие виды растений) (Красилов, Шорохова, 1970). Начальная стадия была, по видимому, сильно растянута во времени, так как наиболее древние пелагические осадки дна Атлантического и Тихого океанов не древнее верхней юры. Буровые скважины в Атлантике вскрыли верхнеюрские кремнисто-карбонатные отложения на континентальном склоне в районе м. Гаттерас. Те же слои известны на некоторых островах. Путем экстраполяции этих данных раскрытие Атлантики датируют ранней или средней юрой (Smith, 1971). Тот же возраст, вероятно, имеет Мозамбикский рифт, разделивший Гондвану на две части. Отделение Гренландии от Лабрадора и Иберии от Ньюфаундленда по материалам глубоководного бурения датируют 130 млн. лет назад (Hallam, 1971; Johnson et al., 1972; Williams, 1975). В это же время началось раскрытие Южной Атлантики (Larson, Ladd, 1973), хотя Южная Америка полностью отделилась от Африки лишь в туроне, около 90 млн. лет назад (Reyment, 1969). В Тихом океане древнейшие пелагические отложения района хребта Шатского относят к верхней юре или низам нижнего мела (готериву — раннему баррему). Смена растительности Приморья после общего поднятия в готеривском веке связана, по данным автора (Красилов, 1971, 1974), с раскрытием Японского моря, которое, по видимому, было частью общего расширения Западной Пацифики.

На восточном побережье Тихого океана офиолиты францисканского комплекса свидетельствуют о расширении и генерации океанической коры в системе глубоководный желоб — островная дуга. Ассоциирующиеся с офиолитами кремнистые породы имеют титон-валанжинский возраст (Блейк, Джонс, 1974; Ernst, 1970; Maxwell, 1974). Того же возраста неметаморфизованные отложения Большой Долины (граувакки, алевролиты, конгломераты), возможно, формировались в краевом бассейне. Позднее они были надвинуты на францисканские породы с образованием меланжа (Barbat, 1971; Jones, Irwin, 1971).

Отделение Индийской плиты от Австралии датируют поздней юрой — нижним мелом (Veevers et al., 1971). Приблизительно в это же время формируется постоянный шельф восточного побережья Африки (Kent, 1972). В обоих случаях раскрытию океана предшествовало опускание грабенів с красноцветными отложениями. Отделение Европы от Северной Америки и Гренландии произошло в течение мела — эоцена. Обширная сеноманская трансгрессия в Атлантике (Hart, Tarling, 1974), вероятно, связана с активизацией срединного хребта. Одновременно были затоплены коралловые рифы у берегов Японии и в других частях Тихого океана (Matthews et al., 1974). Началу поздне мелового расширения здесь сопутствовало развитие мощного наземного вулканизма на во-

сточных побережьях Азии (в позднем сеномане — туроне) и Австралии (McDougal, Van der Lingen, 1974), а также на западе Северной Америки (Lipman et al., 1971; Petö, 1974). В Приморье этим событиям предшествовало формирование красноцветной молассы альба — раннего сеномана, на Аляске — региональный перерыв в осадконакоплении в позднем сеномане, в Новой Зеландии — поднятие орогена Ранигата и образование молассы в альбе (Suggate, 1972; Waterhouse, 1975). Расширение Тасманова моря завершилось в эоцене около 50 млн. лет назад. С эоценовым сжатием связано образование францисканского меланжа и смещение по разлому Сан-Андреас в Калифорнии, которое, по-видимому, развивалось в три этапа (Atwater, 1970).

Следующий этап расширения приходится на конец олигоцена — первую половину миоцена (Dott, 1969; Noble et al., 1974). К нему, вероятно, приурочено расширение Филиппинского бассейна и образование глубоководных желобов Западной Пацифики (Uyeda, Miyashiro, 1974).

Все эти этапы хорошо выражены в истории меридиональных рифтов района Красного моря (Казьмин, 1974). Начало расширения в юре — начале мела выразилось в формировании Аденского прогиба. В маастрихте происходит раскрытие Красноморского рифта (одновременно с раскрытием Тасманова моря в Пацифике). К олигоцен-миоценовому этапу относится образование Афарского рифта. Таким образом, есть все основания говорить о синхронном расширении меридиональных поясов.

Обратимся теперь к широтным и субширотным геосинклиналям. По традиционным представлениям, два суперконтинента — Лавразия и Гондвана — были разделены океаном Тетис, остатком которого считают Средиземное море. Герцинский складчатый пояс Западной Европы и его предполагаемое продолжение в Северной Америке (Аллегенский пояс) и Африке (Мавританский пояс) с обрамляющими их метаморфическими зонами одни авторы (Barret, 1973) считают сутурой Среднеевропейского океана, закрывшегося при коллизии южной и северной европейской плит, а другие связывают с поддвиганием Тетической (Nicolas, 1972), а также, возможно, Африканской и Иберийской (Riding, 1974) плит под Европейскую. Однако между Западной Европой и Африкой не существовало глубокого океанического бассейна вплоть до юры, поэтому на некоторых реконструкциях Тетис изображен в виде клина, упирающегося в Балканы (Smith, 1971; Hsü, 1971). Но и при такой трактовке Тетис остается лишь условным названием для широтных и субширотных бассейнов с океанической корой, возникавших вдоль южного края Евразии.

Офиолиты, маркирующие положение Протетиса в Северной Австралии и на Северном Кавказе, имеют среднедевонский возраст — около 360 млн. лет (Хаин, 1975; Flügel, 1972). Они прослеживаются на восток вплоть до Памира. Полагают, что Тибет в палеозое был частью Гондваны (Stawford, 1974). К востоку Протетис продолжался в виде Монголо-Охотского геосинклинального бассейна. Начало замыкания Протетиса связано с преднамюрским орогенезом, широко проявившимся в европейской и американской частях герцинского пояса. На Кавказе преднамюрское сжатие привело к образованию покровов Главного хребта. В конце карбона — ранней перми сохраняются остаточные бассейны Протетиса.

Раскрытие мезозойского Тетиса в западном Средиземноморье происходит в юре (Hsü, 1971). На Карпатах рифты, вероятно, образовались еще в триасе, но древнейшие офиолиты имеют юрский возраст (Rădulescu, Săndulescu, 1973; Herz, Savu, 1974). На Кавказе юрское расширение проявилось к югу от Главного хребта в Севано-Акеринском и других прогибах (Хаин, 1975). Первая фаза сжатия началась в неокоме. В Северных Альпах она выразилась в смене карбонатного осадконакопления кластическим (Hawkeswarth et al., 1975). На Карпатах начало сжатия юрского бассейна датируют аптом. Однако основная фаза сжатия в Северных Альпах приходится на турон (Oberhäuser,

1968), на Карпатах, в Севано-Акеринском прогибе и в прогибах, расположенных вдоль Индского шва,— на сенон (Stoneley, 1975).

В дальнейшей истории Тетиса намечаются еще две фазы сжатия: первая с кульминацией в позднем эоцене и вторая в конце олигоцена — начале миоцена (см. обзор в работе Агаña, Vegas, 1974). С миоценовым сжатием связана, в частности, перестройка структурного плана Карпатско-Балканской зоны (Vaccalletti et al., 1974). Многие авторы справедливо указывают, что эти фазы совпадают с основными эпизодами расширения Атлантики. Однако нет оснований считать единственной их причиной смещение Африки или Афро-Италийского блока (Hsü, 1971) относительно Европы (сначала к востоку, а затем к западу и северо-востоку). Картина осложняется взаимодействием альпийских структур с расширяющимися рифтами между Африкой и Аравией (Казьмин, 1974; Ушаков и др., 1972). Активация Красноморского рифта в маастрихте, возможно, привела к закрытию Загросского бассейна. В неогене пододвигание Аравийской плиты под складчатые сооружения Загроса могло отразиться на образовании альпийских покровов. Раскрытие Красного моря и Аденского залива, по сейсмическим данным, не было единственным источником напряжений в Альпидах (McKenzie et al., 1970).

Не менее сложными были, по-видимому, тектогенетические процессы на стыке Тихоокеанского и Монголо-Охотского поясов. Согласно М. С. Нагибиной (1963) и др., наиболее интенсивные дислокации, приведшие к завершению геосинклинального развития Монголо-Охотского пояса, имели место в конце раннего карбона (это приблизительно соответствует началу второго палеозойского этапа расширения Уральского пояса и Пацифики). После этого следует общее поднятие и перерыв в осадконакоплении вплоть до перми. В мезозое субширотные структуры вовлекаются в развитие Тихоокеанского пояса, их ориентировка изменяется (Борзаковский и Хасин, 1974).

Приведенный выше сжатый обзор обнаруживает недостаточность стратиграфических данных и неясность многих существенных моментов тектогенеза. Вместе с тем общая закономерность вырисовывается довольно отчетливо: основные эпизоды развития меридиональных и широтных структур синхронны, но расширению первых соответствует сжатие вторых, и наоборот, что в общих чертах совпадает с выводом В. Е. Хаина (1970) о сочетании сжатия в геосинклиналях с растяжением за их пределами и аналогичным заключением Е. Е. Милановского (1972), основанным на сопоставлении Африкано-Аравийского и Рейнско-Ливийского рифтовых поясов с Альпийской геосинклиналью. Наиболее правдоподобное объяснение этой закономерности состоит в том, что соотношение сжатия и растяжения обусловлено периодическим изменением сферичности геоида (полярного сжатия) в связи с колебаниями скорости его вращения. Глобальная сеть долгоживущих разломов служит, по-видимому, для адаптации жесткой литосферы к изменяющемуся ротационному режиму планеты.

ЛИТЕРАТУРА

- Александров А. А. Офиолиты Усть-Бельских гор (Корякское нагорье). Докл. АН СССР, т. 219, № 1, 1974.
- Берсенев И. И. История геологического развития. В кн. «Геология СССР», т. 32, 1969.
- Бочкарев В. С., Рудкевич М. Л. Раннеплатформенный этап развития Западно-Сибирской плиты. Геотектоника, № 3, 1975.
- Блейк М. К. (мл.), Джонс Д. Л. Происхождение францисканского меланжа Северной Калифорнии. Геотектоника, № 6, 1974.
- Борзаковский Ю. А., Хасин Р. А. Пространственная зональность мезозойского магматизма Монголии. Сов. геология, № 4, 1974.
- Бородаевская М. Б., Кривцов А. И. О структурной и возрастной симметрии Урала на ранних стадиях герцинского развития. Докл. АН СССР, т. 217, № 1, 1974.
- Воронов П. С. Проблемы планетарной трещиноватости и мобилизма материков. Тр. Ленингр. о-ва естествоиспыт., т. 77—80, вып. 1, 1971.

- Воронов П. С., Незаметдинова С. С. Закономерности ориентировки рифтовых долин срединно-океанических хребтов. Докл. АН СССР, т. 194, № 4, 1970.
- Грушкин Г. Г., Ковальчук Т. К., Кошман М. М. Абсолютный возраст меловых эффузивных и интрузивных пород и оловянного оруденения Малого Хингана. Изв. АН СССР. Сер. геол., № 2, 1971.
- Иванкин П. Ф., Фотиади Э. Э., Шеглов А. П. Опыт построения моделей тектоносферы подвижных поясов. Геотектоника, № 5, 1974.
- Иванов С. Н., Кориневский В. Г., Белянина Г. П. Реликты рифтовой океанической долины на Урале. Докл. АН СССР, т. 211, № 4, 1973.
- Казьмин В. Г. О некоторых особенностях рифтогенеза (на примере развития Красноморского, Аденского и Эфиопского рифтов). Геотектоника, № 6, 1974.
- Карпинский А. П. Геологические исследования на восточном склоне Урала. Собр. соч., т. 4. Изд-во АН СССР, 1949.
- Каттерфельд Г. Н., Чарушин Г. В. Глобальная трещиноватость Земли и других планет. Геотектоника, № 6, 1970.
- Красилов В. А. Палеофитохории и новая глобальная тектоника. Тез. докл. 17 сес. Всес. палеонтол. о-ва, 1971.
- Красилов В. А. Миграция структурных зон Тихоокеанского пояса в меловое время. Докл. АН СССР, т. 207, № 2, 1972.
- Красилов В. А. Палеонтология и мобилизм. Геотектоника, № 1, 1974.
- Красилов В. А., Шорохова С. С. Новые триасовые растения из бассейна р. Имана (Приморье) и некоторые вопросы морфогении мезозойских птеридофиллов. В сб. «Триасовые беспозвоночные и растения Востока СССР». Владивосток, 1970.
- Мейергофф А., Мейергофф Г. Новая глобальная тектоника — основные противоречия. В кн. «Новая глобальная тектоника». «Мир», 1974.
- Милановский Е. Е. К проблеме пространственных взаимоотношений геосинклинального — орогенных и рифтовых поясов. Вестн. МГУ, сер. геол., № 4, 1972.
- Мишин В. П. Разновозрастные эвгеосинклинальные формации главного антиклинория Сихотэ-Алиня. В кн. «Мезозойский тектогенез». Магадан, 1971.
- Могилев Н. Е. Новые данные о тектонике Восточного склона Среднего Урала. Докл. АН СССР, т. 218, № 6, 1974.
- Нагибина М. С. Тектоника и магматизм Монголо-Охотского пояса. Изд-во АН СССР, М., 1963.
- Орлова А. В. Изменения климата Земли как показатель неравномерной скорости ее вращения. В сб. «Проблемы планет. геологии». Госгеолтехиздат, М., 1963.
- Петрушевский Б. А. К проблемам геологии Гималаев. Бюл. МОИП. Отд. геол., т. 48, № 1, 1973.
- Смирнов Б. А., Смирнова Т. А., Ключина М. Л., Анфимов Л. В. Материалы к палеогеографии Урала. «Наука», М., 1974.
- Ушаков С. А. Вязкость и динамические процессы в коре и верхней мантии. Вестн. МГУ, Геология, № 1, 1968.
- Ушаков С. А., Федьинский В. В., Шабалин Н. А. Геофизические данные о природе рифтовых зон. Вестн. МГУ, Геология, № 3, 1972.
- Хаин В. Е. Современные представления о происхождении геосинклинальной складчатости. Геотектоника, № 7, 1970.
- Хаин В. Е. Основные этапы тектоно-магматического развития Кавказа: опыт геодинамической интерпретации. Геотектоника, № 1, 1975.
- Шабалинская Н. В., Смирнов Л. С. Особенности формирования планетарной сетки разломов на платформах. Докл. АН СССР, т. 201, № 5, 1971.
- Шульц С. С. Планетарные трещины и тектонические дислокации. Геотектоника, № 4, 1971.
- Arana V., Vegas R. Plate tectonics and volcanism in the Gibraltar area. Tectonophysics, vol. 24, 1974.
- Atwater T. Implications of plate tectonic for the Cenozoic tectonic evolution of western North America. Bull. Geol. Soc. America, vol. 81, 1970.
- Barbat W. F. Megatectonics of the Coast Ranges, California. Bull. Geol. Soc. America, vol. 82, 1971.
- Barret Cl. Ordovician biogeography and continental drift. Palaeogeogr., Palaeoclimatol. and Palaeoecol., vol. 13, № 3, 1973.
- Bird J. M., Dewey J. F., Kidd W. S. F. Proto-Atlantic oceanic crust and mantle: Appalachian/Caledonian ophiolites. Nature, vol. 231, 1971.
- Boccaletti M., Manetti P., Peccerillo A. Hypothesis on the plate tectonic evolution of the Carpatho-Balkan Arcs. Earth and Planet. Sci. Lett., vol. 23, 1974.
- Bosellini A., Hsü K. J. Mediterranean plate tectonics and Triassic palaeogeography. Nature, vol. 244, № 5412, 1973.
- Boström R. C. Westward displacement of the lithoshore. Nature, vol. 234, № 5331, 1971.
- Boucot A. J., Dunkle D. H., Potter A., Savage N. M., Rohr B. Middle Devonian orogeny in western North America? A fish and other fossils. J. Geol., vol. 82, 1974.
- Burke K., Dewey J. F. Plume-generated triple junctions: key indicators in applying plate tectonics to old blocks. J. Geol., vol. 81, 1973.
- Burke K., Kidd W. S. F., Wilson J. T. Relative and latitudinal motion of Atlantic hot spots. Nature, vol. 245, № 5421, 1974.

- Burke K., Wilson J. T. Is the African plate stationary? *Nature*, vol. 239, № 5372, 1972.
- Churkin M. Jr., McKee E. H. Thin and layered subcontinental crust of the Great Basin western North America inherited from Paleozoic marginal oceanic basins. *Tectonophysics*, vol. 23, 1974.
- Clague D. A., Jarrard R. D. Tertiary Pacific plate motion deduced from the Hawaiian-Emperor chain. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 84, № 4, 1973.
- Crawford A. R. The Indus suture line, the Himalaya, Tibet and Gondwanaland. *Geol. Mag.*, vol. III, № 5, 1974.
- Dickinson W. R. Clastic sedimentary sequences deposited in shelf, slope, and trough setting between magmatic arcs and associated trenches. *Pacific Geol.*, vol. 3, 1971.
- Dott R. H. Circum-Pacific Cenozoic structure rejuvenation: implication for sea floor spreading. *Science*, vol. 166, № 3907, 1969.
- Duncan R. A., Petersen N., Hargraves R. B. Mantle plumes, movements of European plate and polar wandering. *Nature*, vol. 239, 1972.
- Ernst W. Y. Tectonic contact between the Franciscan Melange and the Great Valley sequence—crustal expression of a Late Mesozoic Benioff zone. *J. Geophys. Res.*, vol. 75, № 5, 1970.
- Flügel H. W. Zur Entwicklung der «Protethys» im Paläozoikum Vorderasiens. *N. Jb. Geol. und Paläontol.*, Bd 10, 1972.
- Hallam A. Mesozoic geology and the opening of the North Atlantic. *J. Geol.*, vol. 79, 1971.
- Hammond S. R., Theyer F., Sutton G. H. Paleomagnetic evidence of northward movement of the Pacific plate in deep-sea cores from the Central Pacific basin. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, vol. 22, 1974.
- Handschumacher D. Formation of the Emperor Seamount chain. *Nature*, vol. 244, № 5412, 1973.
- Hawkeswarth C. J., Waters D. J., Bickle M. J. Plate tectonics in the eastern Alps. *Earth and Planet. Sci. Lett.* vol. 24, 1975.
- Hart M. B., Tarling D. H. Cenomanian palaeogeography of the North Atlantic and possible mid-Cenomanian eustatic movements and their implications. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol. and Palaeoecol.*, vol. 15, № 2, 1974.
- Heezen B. C., MacGregor I. D., Foreman H. P., Forristal G., Hekel H., Hesse R., Hoskins R. H., Jones E. J. W., Kaneps A., Krasheninnikov V. A., Okada H., Ruef M. H. Diachronous deposits: a kinematic interpretation of the post-Jurassic sedimentary sequence on the Pacific plate. *Nature*, vol. 241, 1973.
- Herz N., Savu H. Plate tectonic history of Romania. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 85, 1974.
- Hilgenberg O. C. Bestätigung der Scheffkugel-Pangaea durch kambrischen Gesteinmagnetismus. *Die Erde*, Bd 103, № 3—4, 1973.
- Hsü L. J. Origin of the Alps and western Mediterranean. *Nature*, vol. 233, 1971.
- Hughes T. Coriolis perturbation of mantle convection related to a two-phase convection model. *Tectonophysics*, vol. 18, № 3—4, 1973.
- James D. E. Plate tectonic model for the evolution of the Central Andes. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 82, 1971.
- Johnson G. L., Gampsie J., Rasmussen M., Dittmar F. Mesozoic rocks from the Labrador Sea. *Nature*, vol. 236, 1972.
- Jones D. L., Irwin W. P. Structural implications of an offset Early Cretaceous shoreline in northern California. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 82, № 4, 1971.
- Kane J. F. Rotational inertia of continents: a proposed link between polar wandering and plate tectonics. *Science*, vol. 175, № 4028, 1972.
- Katili J. A. Geochronology of West Indonesia and its implication on plate tectonics. *Tectonophysics*, vol. 19, 1973.
- Katz H. R. Continental margin in Chile— is tectonic style compressional or extensional? *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 55, № 10, 1971.
- Kent P. E. Mesozoic history of the east of Africa. *Nature*, vol. 238, 1972.
- Keith M. L. Ocean-floor convergence: a contrary view of global tectonics. *J. Geol.*, vol. 80, 1972.
- Kriz J., Pojeta J., Jr. Barrande's colonies concept and a comparison of his stratigraphy with modern stratigraphy of the middle Bohemian Lower Paleozoic rocks (Barrandian) of Czechoslovakia. *J. Paleontol.*, vol. 48, № 3, 1974.
- Lanphere M. A. Age of the Mesozoic oceanic crust in the California Coast Range. *Bull. Soc. America*, vol. 82, 1971.
- Larson R. L., Ladd J. W. Evidence for the opening of the South Atlantic in the early Cretaceous. *Nature*, vol. 246, 1973.
- Lauterbach R. Paläogeophysik und Erdgeschichte. *Ber. dtsh Ges. geol. Wiss. A. Geol. und Paläontol.*, Bd 16, № 3—5, 1971.
- Levi Beatriz D. Eastward shift of Mesozoic and Early Tertiary volcanic centers in the coast Ranges of Central Chile. *Bull. Geol. Soc. America*, 1973, vol. 84.
- Lipman P. W., Prostka H. J., Christiansen R. L. Evolving subduction zones in the western United States, as interpreted from igneous rocks. *Science*, vol. 174, № 4011, 1971.

- Matthews J. L. et al.* Cretaceous drowning of reefs on mid-Pacific and Japanese guyots. *Science*, vol. 184, № 4135, 1974.
- Maxwell J. C.* Anatomy of an orogen. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 85, 1974.
- McDougal I., Van der Lingen G. J.* Age of the rhyolites of the Lord Howe Rise and the evolution of the southwest Pacific Ocean. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, vol. 21, 1974.
- McDouglas J.* Volcanic chains and sea floor spreading. *Nature*, vol. 231, 1971.
- McKenzie P., Davies D., Molnar P.* Plate tectonics of the Red Sea and East Africa. *Nature*, vol. 226, 1970.
- Metz W. D.* Plate tectonics: do the hot spots really stand still? *Science*, vol. 185, № 4148, 1974.
- Moore G. W., Del Castillo L.* Tectonic evolution of the southern Gulf of Mexico. *Geol. Soc. America, Bull.*, vol. 85, 1974.
- Nicolas A.* Was the Hercynian orogenic belt of Europe of the Andean type? *Nature*, vol. 236, 1972.
- Noble D. C., McKee E. H., Farrar E., Petersen U.* Episodic Cenozoic volcanism and tectonism in the Andes of Peru. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, vol. 21, 1974.
- Oberhauser R.* Beiträge zur Kenntnis der Tektonik und der Paläogeographie während der Oberkreide und dem Paläogen im Ostalpenraum. *Jb. Geol. B.—A. Wien*, Bd II, 1968.
- Petö P.* Plutonic evolution of the Canadian Cordillera. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 85, 1974.
- Radulescu D. P., Sandulescu M.* The plate tectonics concept and the geological structure of the Carpathians. *Tectonophysics*, vol. 16, 1973.
- Reyment R. A.* Ammonite biostratigraphy, continental drift and oscillatory transgressions. *Nature*, vol. 224, 1969.
- Rhodes R. C.* Structural geometry of subvolcanic ring complexes as related to pre-Cenozoic motions of continental plates. *Tectonophysics*, vol. 12, 1971.
- Riding R.* Model of the Hercynian foldbelt. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, vol. 24, № 1, 1974.
- Runcorn S. K.* Corals and the history of the earth's rotation. *Sea Front.*, vol. 13, № 1, 1967.
- Runcorn S. K.* On the forces not moving lithospheric plates. *Tectonophysics*, vol. 21, 1974.
- Schaw H. R., Jackson E. D.* Linear island chains in the Pacific: result of thermal plumes or gravitational anchors? *J. Geophys. Res.*, vol. 77, № 35, 1973.
- Scholz Ch. H., Barazangi M., Sbar H. L.* Late Cenozoic evolution of the Great Basin, Western United States, as an anisialic interarc basin. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 82, 1951.
- Shaw H. R.* Mantle convection and volcanic periodicity in the Pacific: evidence from Hawaii. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 84, № 5, 1973.
- Smith A. G.* Alpine deformation and the oceanic areas of the Tethys, Mediterranean and Atlantic. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 82, 1971.
- Smith R. B., Sbar M. L.* Contemporary tectonics and seismicity of the western United States with emphasis on the intermountain seismic belt. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 85, 1974.
- Stonley R.* On the origin of ophiolite complexes in southern Tethys region. *Tectonophysics*, vol. 25, 1975.
- Suggate R. P.* Mesozoic-Cenozoic development of the New Zealand region. *Pacific Geol.*, № 4, 1972.
- Tozer D. C.* Thermal plumes in the Earth's mantle. *Nature*, vol. 244, 1973.
- Uyeda S., Miyashiro A.* Plate tectonics and the Japanese Islands: a synthesis. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 85, 1974.
- Veevers J. J., Jones J. G., Talent J. A.* Indo-Australian stratigraphy and the configuration and dispersal of Gondwanaland. *Nature*, vol. 229, №5284, 1971.
- Vogt P. R.* Evidence for global synchronism in mantle plume convection, and possible significance for geology. *Nature*, vol. 240, № 5380, 1972.
- Waterhouse J. B.* The Ranigata orogen. *Pacific Geol.*, vol. 9, 1975.
- Wellman P., McDougall I.* Cainozoic igneous activity in Eastern Australia. *Tectonophysics*, vol. 23, 1974.
- Wesson P. S.* Objections to continental drift and plate tectonics. *J. Geol.*, vol. 80, 1972.
- Williams C. A.* Sea-floor spreading in the bay of Biscay and its relationship to the North Atlantic. *Earth and Planet. Sci. Lett.*, vol. 24, 1975.
- Wilson J. T.* A possible origin of the Hawaiian Islands. *Canad. J. Phys.*, vol. 41, 1963.
- Wilson J. T.* Mantle plumes and plate motions. *Tectonophysics*, vol. 19, 1973.
- Winterer E. L.* Sedimentary facies and plate tectonics of equatorial Pacific. *Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol.*, vol. 57, № 2, 1973.