

О гипотезе тектоники плит

© В. В. Гордиенко, 2013

Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина

Поступила 9 сентября 2013 г.

Представлено членом редколлегии В. П. Коболевым

*«Mais dire que, la règle adoptée par
tout le monde, ne veut pas dire pour le
fonder...»*

Henri Poincaré. Calcul des probabilités.
Paris, 1912.

*«Но сказать, что правило
принимается всеми, еще не значит его
обосновать...»*

Анри Пуанкаре. Расчет вероятности.
Париж, 1912.

Розглянуто історію виникнення гіпотези тектоніки плит на континентах, океанах і в перехідних зонах та її застосування. Показано протиріччя гіпотези основним фактам геологічної історії та геофізичним даним стосовно цих регіонів.

The history of the origin and use of the hypothesis of plate tectonics on the continents, oceans and in the transition zones are analyzed. Its contradiction with basic facts of geological history and geophysical data for these regions has been shown.

Введение. Тридцать-сорок лет назад В. В. Белоусов завершил построение полной концепции эндогенных режимов, описывающей в единой системе терминов события на приповерхностных (доступных наблюдению) глубинах Земли на континентах, океанах и в переходных зонах [Белоусов, 1975, 1978, 1982 и др.]. Она обобщала и развивала наработки геологической науки последнего столетия Р. Ван Беммелена, Д. Ирдли, Х. Клооса, Ж. Обуэна, Г. Штилле и других, дополняя их представлениями о геологических формациях Н. С. Шатского, Н. М. Страхова и др. Примерно в то же время вместе с быстрым накоплением сведений по геохимии пород коры и мантии, об аномалиях теплового потока, электропроводности и скорости распространения сейсмических волн (удовлетворительная изученность гравитационного и магнитного полей была достигнута раньше) появилась информация об источниках энергии в теле планеты и энергетических потребностях глубинных процессов. Стало возможным построение моделей тектогенеза с соблюдением закона сохранения энергии.

При создании и последующем развитии гипотезы тектоники плит (ГТП) оба обстоятельства были проигнорированы. Эндогенные

режимы заменены весьма неопределенными понятиями «геодинамических обстановок», энергетический баланс отсутствует. В современном моделировании глубинных процессов с помощью ГТП царит полный произвол.

Поддержка гипотезы никогда не была стопроцентной. Кроме непринятия ее В. В. Белоусовым, А. и Г. Мейергоффами можно вспомнить, например, резкое отрицание ГТП Ю. М. Шейнманном, утверждавшим: «...в основе своей гипотеза новой глобальной тектоники порочна в том отношении, что основана на недоказанных положениях» [Шейнманн, 1973, с. 6]. Против нее выступали кроме десятков упомянутых ниже ученых сотни не названных, в частности, члены редколлегии и авторы журнала «New concepts in global tectonics» из Австралии, Великобритании, Индии, Италии, Нидерландов, Норвегии, России, США, Японии и др.

В последние двадцать лет наметился некоторый перелом в отношении восприятия гипотезы. Его можно продемонстрировать на примере эволюции взглядов В. Е. Хаина. В 1971 г. он еще сохранял присущее ему прежде представление о геосинклинальном процессе (впрочем, характеризуя его довольно формаль-

но, не акцентируя принципиальных отличий от других активных режимов): «...геосинклинальные подвижные пояса, наиболее характерной особенностью которых является преобладание интенсивных погружений с накоплением мощных толщ осадков, лав и пирокластов на ранних стадиях развития (собственно геосинклинальный этап) и преобладание энергичных поднятий с образованием складчатых горных сооружений, гранитных батолитов и наземный вулканизм на поздних стадиях (орогенный этап)» [Хаин, 1971, с. 6]. Признав ГТП наиболее перспективной основой теоретической геотектоники, он все же указывает, что в ней «не находит сколько-нибудь удовлетворительного объяснения развитие геосинклиналей и особенно происхождение в них складчато-надвиговых деформаций» [Хаин, 1972, с. 28]. Однако через 14 лет (в ГТП ничего не изменилось) уже оказывается, что «Основные положения геосинклинального учения о строении геосинклинальных поясов, стадийности и направленности их эволюции легко и успешно поддаются истолкованию с позиций тектоники плит. Тектоника плит органически включила в рамки своей концепции эти представления. Вместе с тем сохранение многих элементов классической геосинклинальной терминологии представляется полезным и необходимым» [Хаин, 1986, с. 11]. Через 10 лет необходимость в самом понятии «геосинклиналь» у В. Е. Хаина исчезает, так как под соответствующими районами, как теперь обнаружилось, нет каких-либо специфических глубинных процессов: это место формирования (если коротко) коллажа террейнов на границах плит [Хаин, Ломизе, 1995]. Но вскоре оказывается, что «...в последние годы все больше начинает ощущаться, что тектоника плит так и не стала той общей, подлинно глобальной теорией Земли, о которой уже двести лет, начиная с Джеймса Геттона, мечтают геологи» [Хаин, 1996, с. 38]. Ощущение неблагополучия выражено довольно мягко и совершенно не соответствует реальной ситуации.

Примерно так же характеризует современное состояние ГТП Е. Е. Милановский: ГТП «...вступила в критическую фазу своего развития, возможно, предшествующую смене ведущей парадигмы теоретической тектоники и шире — геологии...» [Милановский, 2000, с. 216]. По мнению Ю. М. Пуцаровского, «плейт-тектоника — это несравненно более умозрительное построение, чем эмпирическое» [Пуцаровский, 1999, с. 132]. Б. А. Блюман указывает на

«...необходимость уточнения базовых положений тектоники плит, касающихся как в целом глобальной геодинамики, так и в частности процессов спрединга, субдукции, линейных магнитных аномалий, вопросов геохимии и геохронологии базальтов океанов и др.» [Блюман, 2008, с. 86].

Тем не менее ГТП — преобладающая в настоящее время концепция тектогенеза. Только это обстоятельство заставляет автора очередной раз обратиться к критике гипотезы и ее применения. В процессе рассмотрения фактов, якобы свидетельствующих о реальности ГТП, не будем касаться неоднократно обсуждавшихся (например, в работе [Мейергофф, Мейергофф, 1974] и др.) сведений по климату, палеонтологии, литологии осадков и пр. Вполне достаточно и других данных.

Несколько замечаний об истории ГТП.

Встречается утверждение, что гипотеза мобилизма восходит к «Новому Органону» Ф. Бэкона (1620), т. е. предшествует геологической науке. Приводимая ниже цитата из четвертой части этого произведения не оставляет сомнения в ошибочности такого мнения. «...Мы не должны забывать, что в самом строении мира — в его больших частях — нельзя пренебречь примерами подобия. Таковы Африка и Перуанская область с континентом, простирающимся до Магелланова пролива, ибо и та, и другая области имеют подобные перешейки и подобные мысы, а это не случайно.

Так же Новый и Старый Свет. И тот, и другой расширяются к северу, к югу же сужаются и заостряются» [Бэкон, 1978, с. 131]. Очевидно, речь идет только о форме континентов, а не об их перемещении.

В XVIII в. вплоть до «Теории Земли» Дж. Хаттона [Hutton, 1788], разрушившей идеально упорядоченную нептунианскую геологию, восходящую к Н. Стено, идеи мобилизма также не просматриваются.

В XIX в. у некоторых геологов, например у Ч. Лайеля и Э. Зюсса, создавшего энциклопедический труд «Лик Земли» и оказавшего большое влияние на своих русских последователей [Suess, 1892], появляются предположения о причинах наблюдаемого расположения континентальных масс. У Зюсса их позиция могла косвенно предполагать относительное перемещение (хотя предпочтение в разделении Гондваны отдается исчезновению континентальных мостов).

В явном виде мобилизм оформлен в работе А. Вегенера 1915 г. [Вегенер, 1984]. Им в пол-

ной мере использованы имевшиеся в то время аргументы в пользу предшествовавшего единства Евразии и Африки и Северной и Южной Америки. Движущей силой их разделения считалось вращение Земли, по-разному влияющее на изостазируемые блоки коры и (судя по использованным мощностям объектов) верхних горизонтов мантии континентов и океанов.

Сегодня такой механизм едва ли кого-то заинтересует. Не очень привлекательным казался он и геологам 20—30-х годов XX в. Однако с появлением идеи спрединга, высказанной А. Холмсом в 1931 г. [Мейергофф, Мейергофф, 1974], и мантийной конвекции, движущей материи, например у Ф. Венинг-Мейнеса [Венинг-Мейнес, 1940], мобилизм стал прибавлять в популярности. Хотя такой подход не выявляет источник энергии процесса, что справедливо отметил Г. Джеффрис: «...о теории тепловой конвекции: она количественно неудовлетворительна и качественно неприемлема; она представляет собой объяснение, которое не объясняет ничего из того, чему мы хотели бы найти объяснение» [Джеффрис, 1960, с. 421]. Современные им мобилистские представления критиковали и многие известные советские геологи первой половины XX в. — А. Д. Архангельский, П. Н. Кропоткин, Н. С. Шатский.

На Западе количество сторонников мобилизма росло, особенно после появления палеомагнитных данных о перемещениях континентов. Конкретные примеры использования этой методики приведены ниже, ознакомиться с подробным и аргументированным анализом (результат которого — отрицание возможности использования таких данных подобным образом) можно по работе [Storøetvedt, 1997]. Остановимся здесь лишь на некоторых редко упоминаемых аспектах проблемы. Вопросы возникают уже при описании магнитного поля Земли. Считается необходимым обнаружить в результатах наблюдений «главное» поле, приписываемое некоторому центральному (желательно осевому, т. е. совпадающему с осью вращения планеты) диполю (и считать его существовавшим всегда), а остальную часть рассматривать как осложнения. В таком подходе априори закладываются определяющие черты модели, которая должна была бы получаться только после интерпретации поля. Не получил широкого применения подход, представляющий собой одно из следствий модели Шмидта—Бауэра [Bauer, 1920; Schmidt, 1924] и предлагающий описывать поле путем рас-

чета локальной магнитной постоянной (G). Она должна быть одинаковой по всей поверхности Земли, если поле создается единым осевым центральным диполем. Если же принятая гипотеза неверна, G достигает максимума в месте приближения диполя к поверхности и симметричного минимума в месте максимального удаления от поверхности (если диполь сохраняет ориентировку). Карта распределения G Земли обнаруживает размещение одного экстремума в 100° от второго, т. е. диполь не просто смещенный, но и не единый или развернутый от оси вращения Земли. Такая же картина получается и для палеополей, если не подгонять результаты определений вектора первичной остаточной намагниченности (J_n) к представлениям о существовании единого осевого диполя.

Приведенные (и многие другие) соображения указывают на необходимость использования в палеомагнетизме гипотезы центрального регионального диполя: «Магнитное поле данного региона, как в настоящем, так и в прошлом, может быть представлено, независимо от его природы, полем центрального диполя, ориентация и магнитный момент которого меняются сходным образом для всех частей региона» [Семаков, 1998, с. 100]. Сохраняя возможности описания поля, такой подход позволяет избежать опасностей, содержащихся, например, в используемом ныне термине «виртуальный геомагнитный полюс». «Виртуальный геомагнитный полюс — положение геомагнитного полюса, определенное по элементам геомагнитного поля, измеренным в некоторой точке (прямые наблюдения или по J_n горных пород) в предположении, что геомагнитное поле — поле центрального осевого диполя» [Печерский, Диденко, 1995, с. 49]. Первая трактовка термина исключает использование палеомагнитных данных для определения положения региона по отношению к географическому полюсу Земли в период образования J_n , чем позволяет избежать множества тектонических спекуляций в духе тектоники плит.

Определения места магнитного полюса даже по современным наблюдениям для удаленных станций дают отклонения от его реального положения до 1500—1800 км [Кузнецов, 1990], а сам магнитный полюс смещен от географического на 2500 км. Характеристики J_n несравненно менее точны, чем устанавливаемые для современного поля, особенно в структурах первично-осадочных пород и интрузивах, претерпевших стресс и складчатость

(в том числе и не заметную на участке отбора образцов, входящем в состав крупной структурной формы), при которых намагниченность становится анизотропной [Завойский, 1999]. Синхронность данных о J_n в разных регионах определяется с допусками в сотни тысяч и миллионы лет (часто больше). Склонение и наклонение по историческим и археомагнитным данным испытывают колебания с периодами $n \cdot 100$ — $n \cdot 1000$ лет с амплитудой около 10° , что создает различия в определении места полюса до 1—2 тыс. км. Таким образом, погрешность установления места континента в геологическом прошлом по палеомагнитным данным сопоставима с размерами континента (или превосходит их) и расстояниями, на которые якобы необходимо переместить континенты.

Представление о преобладании в магнитном поле Земли эффекта одного центрального осевого диполя опровергается подсчетом интенсивности источников, описывающих поле, в частности, вдоль 90-го меридиана: центральный диполь — 20 мкТл, источник Бразильской аномалии — 4 мкТл, Канадской — 6 мкТл, Сибирской — 9 мкТл, Антарктической — 4 мкТл [Кузнецов, 1998]. В такой ситуации кажется вполне реальной гипотеза Е. Хоупа [Норе, 1959] об «агонистическом» характере движения северного магнитного полюса, т. е. как о точке на линии, где в данный момент уравниваются эффекты региональных источников переменной во времени интенсивности. Как и гипотеза В. В. Кузнецова, объясняющая суперпозицией эффектов нескольких источников не только положение полюсов и их современное движение, но и траектории движения полюсов при смене полярности и скорость их перемещения во время этой процедуры [Кузнецов, 1998]. Детальные исследования поведения магнитного поля в период инверсий и экскурсов достоверно демонстрируют отсутствие момента нулевой напряженности поля, что неизбежно при перемагничивании центрального осевого диполя [Сергиенко, Шашканов, 1999].

Следует подчеркнуть, что негативное влияние на результат перечисленные факторы оказывают независимо от тщательности магнитной чистки образцов и соблюдения требований статистики Фишера.

Тем не менее после появления палеомагнитной информации и публикации работ Р. Дица, Г. Хесса, Ф. Вайна и Д. Мэттьюза [Dietz, 1961; Hess, 1962; Vine, Matthews, 1963] начался период расцвета ГТП. Идея кратко сформулирована Р. Дидцем: «Срединно-океанические поднятия

... маркируют восходящий мантийный поток, или область дивергенции; глубоководные желоба ассоциируются с зонами конвергенции, или с нисходящими мантийными потоками» [Dietz, 1961, p. 855]. Хотя авторы оговаривают предварительный характер концепции, обоснование которой еще впереди. «...Теория раздвижения океанического дна или теория спрединга является в значительной степени интуитивной, ... требует принятия модели земной коры. Поскольку эта модель вытекает из самой концепции, мы не предприняли никаких попыток к ее обоснованию» [Dietz, 1961, p. 857]. «Вряд ли можно ожидать, что справедливыми окажутся все выдвинутые автором многочисленные предположения» [Hess, 1962, p. 602].

Ф. Вайн и Д. Мэттьюз дополнили гипотезу представлением о роли полосовых магнитных аномалий как источнике хронологии движения плит.

По представлениям основателей современного варианта мобилизма в мире имелось небольшое количество перемещающихся литосферных плит (согласно [Morgan, 1968] — 6). Однако пользователей это быстро перестало устраивать, особенно при перенесении ГТП на континенты. В 1969 г. их стало 9, в 1974 г. — 11, в 1976 г. — 20, в 1978 г. — 25, но уже к 1975 г. картина начала дополняться произвольно вводимыми микроплитами (террейнами) и общее количество (включая мелкие) приблизилось к 100, затем их стало невозможно пересчитать. Введение террейнов и горячих точек (абсолютно не вписывающихся в стартовую модель ГТП) привело к полному хаосу. Не упрощает картину и желание пользователей гипотезы закрывать многочисленные океаны прошлого в тех районах, где они перестают быть им нужны. В актуальной (якобы наблюдаемой в настоящее время) плитовой тектонике нет закрывающихся океанов.

А. и Г. Мейергоффы характеризовали ситуацию 70-х годов XX в. после массового принятия геологами ГТП такими словами: «Ученых, работающих в одиночку, и целые научные школы объединяет вера в то, что дрейф — это факт. Во всех других отношениях их взгляды столь же различны, как три слона, мысленно воссозданные тремя слепыми людьми. Они индифферентны по отношению к противоположным точкам зрения и почти не предпринимают попыток согласовать даже свои собственные идеи. И все вместе они отклоняют или игнорируют (как мелкие нерелевантные или незначительные) факты, которые их раз-

дражают, потому что не вписываются в их концепцию» [Мейерхофф, Мейерхофф, 1974, с. 444]. В дальнейшем ситуация не улучшилась, что дало повод стороннику мобилизма Ч. Б. Борукаеву придать подзаголовку своей статьи вид вопроса «террейнология или террейномания?» [Борукаев, 1998, с. 1329].

Высказанная гипотеза за 50 лет существования так и не обзавелась количественно охарактеризованным источником энергии глубинного процесса. Более того, благополучно сосуществуют представления о движущем механизме: плиты тянет за собой мантийное течение, они соскальзывают с океанического поднятия или их тащат погружающиеся в зоне субдукции и уплотняющиеся края и т. п. Это не удивительно: оценочные расчеты показывают, что мощность необходимых источников энергии на порядки больше реальных в Земле.

Порядок анализа. Нет необходимости обсуждать все имеющиеся в настоящее время построения, использующие ГТП. Представляется более перспективным провести очередное сравнение гипотезы с геолого-геофизическими фактами.

Можно использовать два варианта такого контроля. Первый автор применяет для разрабатываемой им адвекционно-полиморфной гипотезы (АПГ) [Гордиенко, 1975, 1998, 2007, 2012; Гордиенко и др., 1982; Тектоносфера..., 1992 и др.]. Она опирается на систему эндогенных режимов В. В. Белоусова (с небольшими дополнениями) и определенный источник энергии — радиоактивный распад в породах коры и верхней мантии, способ переноса энергии — адвекция. Отметим, что сконструированный механизм включает (особенно, в рифе и фанерозое) существенные (до первых сотен км) горизонтальные перемещения вещества тектоносферы. Для любого периода от раннего архея до настоящего времени может быть количественно обоснована схема теплопереноса, выбран эндогенный режим, построена нестационарная тепловая модель и изменяющееся во времени распределение физических свойств пород. Используя их и решая только прямые задачи, можно определить геологические проявления процесса и аномалии физических полей. Они сравниваются с наблюдаемыми, расхождения не превышают величин, обусловленных погрешностями наблюдения и расчета.

К другим гипотезам, в частности к ГТП, этот подход неприменим. В этих случаях (второй вариант) проверками считаются следующие про-

цедуры. Создается некоторое распределение физических свойств в коре и мантии, которое на качественном уровне считается авторами соответствующим гипотезе (его обоснование без численно охарактеризованного источника энергии — чисто словесное). Затем свойства изменяются так, чтобы можно было объяснить наблюдаемые геологические события и физические поля. Вопросы — почему происходит такой процесс? почему здесь? почему в это время? — не обсуждаются. Если подобранные распределения физических свойств пород не кажутся слишком отличающимися от реальных, процедура проверки считается успешно выполненной. Казалось бы, такой «контроль» обязательно должен быть успешным. Однако ГТП не выдерживает и его. Укоренившееся в последние десятилетия использование микроплит (террейнов) и плюмов для решения региональных и локальных геологических задач на континентах привело к тому, что все накопившиеся схемы уже невозможно согласовать между собой. Поэтому в материковых регионах достаточно просто описать примеры подобного «анализа», полностью дискредитирующего ГТП в качестве инструмента получения реальных результатов.

На океанах и в переходных зонах, на материале которых якобы и сконструирована ГТП, есть смысл еще раз (это неоднократно сделано и автором, и другими) сравнить ее основные постулаты с геолого-геофизическими фактами.

ГТП на континентах. Лучше всего обратиться к хорошо изученным районам Евразии, в западной части которой логично для начала использовать результаты готовой подборки А. В. Чекуновым [Чекунов, 1976] мнений сторонников ГТП для входящего в Средиземноморский пояс юга Украины (Скифская плита, Черное море). «Исследователи, придерживающиеся мобилистских концепций и использующие одну и ту же им близкую методологическую основу, приходят к очень разным выводам о направлении и характере тектонических движений при формировании структур Средиземноморья, а именно: а) дрейф Африки и Европы происходил без широтных сдвиговых смещений (Буллард, Бюролле и др.); б) Средиземное море — это зона крупного широтного сдвига, левостороннего, правостороннего или того и другого типов, вместе взятых (Ван-Хилтен, Кэри, Берд и др.); в) в Средиземном море имел место некоторый широтный сдвиг с «отрывом» или дрейфом отдельных сегментов литосферы (Ритсема, Смит, Фогт); г) Аф-

рика и восточная часть Средиземноморья поддвигаются под Турцию, Грецию и Италию (Дьюи, Берд, Капуто, Райан, Боуэн и др.)» [Чекунов, 1976, с. 3]. Для альпийской геосинклинали Карпат «Субдукция... трактуется самыми различными способами: литосферные плиты «заталкиваются» под них со всех возможных сторон — с севера, со стороны молодой эпигерцинской платформы Центральной Европы, с северо-востока и востока со стороны древней Восточно-Европейской платформы, с юга и юго-востока, от Мизийской плиты и, наконец, с запада, от Паннонского массива. Любопытно, что с какой бы стороны литосферная плита не заталкивалась, по мнению указанных авторов, оказывается, что имеющийся по Карпатам геологический и геофизический материал вполне этому соответствует» [Чекунов, 1976, с. 13].

Для Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ) и Донбасса рассматриваются, по крайней мере, два варианта глубинных процессов в рамках ГТП. В одном случае речь идет о рифтогенезе (т. е. о растяжении земной коры расходящимися плитами) и последующем формировании синеклизы (от карбона до кайнозоя) над остывающим астеносферным выступом без изменения тектонического режима [Куснир и др., 1997]. В другом — о формировании в карбоне — перми Днепровско-Донецкой сутуры в месте пододвигания коры палеорифта в зону субдукции или другой разновидности сжатия коры региона сдвигающимися плитами [Юдин, Артеменко, 1996; Истомин, Евдощук, 2002]. Для полноты картины упомянем, что после этих работ появилась статья, согласно которой в конце девона в северо-западной части ДДВ существовала зона субдукции, но в отличие от мнения авторов работ [Юдин, Артеменко, 1996; Истомин, Евдощук, 2002] расположенная не вдоль, а поперек впадины [Гарецкий и др., 2005].

Эта «вседозволенность» не идет ни в какое сравнение с царством хаоса, возникающем при использовании микролит (террейнов). Часто их перемещения восстанавливаются по палеомагнитным данным, возможности которых оценены выше. Остановимся на одном из возможных примеров — Омолонском массиве из позднекеммерийской геосинклинали северо-запада Тихоокеанского пояса. Он не представляет собой исключения. Другие элементы пояса тоже путешествовали, по мнению сторонников ГТП, на значительные расстояния по сложным траекториям прежде, чем встали на современное место в сложной мозаике. При этом они

неоднократно пересекали зоны субдукции разного возраста, почему-то не погружаясь в них. Точно так же вели себя террейны по другую сторону Берингова пролива [Парфенов и др., 1999]. Но все же максимальное впечатлительное производят траектории (рис. 1, подборка данных выполнена В. Ф. Белым). По расчетам [Зонненшайн и др., 1987] массив, стартовав в верховьях Ганга в ордовике, достиг к раннему карбону поднятия Хесса и к среднему — Берингова пролива, в триасе заглянул на Аляску, в раннем мелу — в Чукотское море и в среднем встал на свое нынешнее место. Через три года, по мнению 2/3 того же коллектива авторов, его странствия длились всего 80 млн лет и протекали совсем в иных местах [Зонненшайн и др., 1990]. Данные других исследователей [Бондаренко, Диденко, 1997] свидетельствуют о расположении массива в ранней юре на современном месте. Однако он отправился на северо-восток, чтобы в среднем мелу вернуться обратно. Все варианты путешествий массива нельзя представить на рисунке. Например, по Л. М. Парфенову с соавторами [Парфенов и др., 1999], он с другими террейнами беспорядочно перемещался между блоками Сибирской (Северо-Азиатской) и Северо-Американской платформ, а все они вместе двигались от экватора (в девоне) на север и в поздней юре и мелу достигли современных координат.

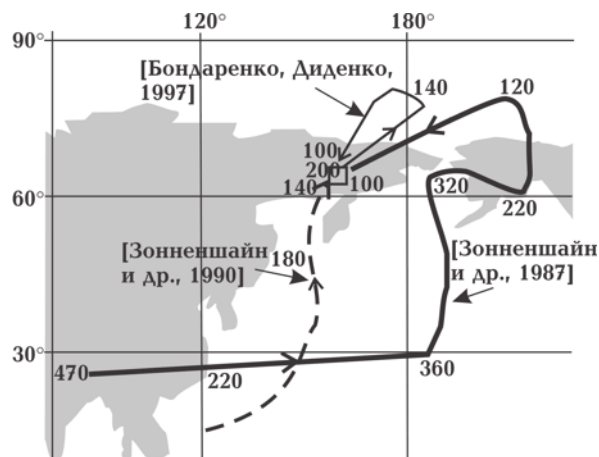


Рис. 1. Траектории перемещений Омолонского массива по данным разных авторов. Цифры у кривых — возраст в млн лет.

Такая «суэта террейнов» добром не могла кончиться. И действительно: в среднем мелу Кузбасс и часть Японии оказались в одной точке [Irving, 1964]. Потом, правда, разошлись по своим местам.

На территории Украины наиболее впечатляющее путешествие совершил Горный Крым

(точнее, две его части, следовавшие несколько различными маршрутами и поворачивавшиеся на разные углы). В средней юре он находился на 19–20° южнее современного положения, контактировал с вулканической дугой Малого Кавказа и Родопским массивом. Затем перемещался отдельно от Восточно-Европейской платформы (ВЕП), отдаляясь от названных структур (сейчас каждая из них находится примерно в 1000 км от Горного Крыма) практически до мела, пока не занял место на южной границе Скифской плиты [Печерский, Сафонов, 1993].

Другой вариант подобной конструкции (для новейшей геодинамики) состоит в фиксации всех террейнов в современном положении, но каждому из них приписано свое направление движения, обеспечивающее образование прогибов, поднятий, складчатости, надвигов и т. д. в нужных местах. Таковы, например, Восточно-Европейская, Западно-Европейская, Африканская, Аравийская плиты, Паннонско-Трансильванская, Адриатическая, Западно-Черноморская и Анатолийская микроплиты, маневрирующие в Карпато-Динаридском регионе [Дослідження..., 2005]. В другом варианте подобного анализа [Grenerczy et al., 2002] в регионе (кроме крупных плит) обнаруживаются Адриатическая (с другими границами), Богемская, Альпийско-Северопаннонская, Тисо-Дакийская, Динарская и т. д.

В последние годы распространено использование сведений о фиксируемых GPS вертикальных и горизонтальных перемещениях точек на поверхности Земли. Сама по себе эта

информация — большое подспорье при исследовании новейшей тектоники. Однако ее применение в качестве доказательства влияния спрединга на процессы геологической длительности (в миллионы — сотни миллионов лет), происходящие на расстояниях в сотни и тысячи километров от океанических хребтов, совершенно неприемлемо. Еще А. А. Никоновым была показана [Никонов, 1977 и др.] невозможность экстраполяции скоростей вертикальных движений поверхности, установленных на малых временных базах, на значительные отрезки времени. Для интервалов в несколько лет и геологически значимых скорости оказываются на порядки различными, часто не сохраняются и знак перемещения. В качестве примера можно привести данные о скорости поднятия флишевой зоны Карпат [Дослідження..., 2005] (рис. 2).

Очевидны различия скорости в отдельные периоды рассматриваемого временного интервала более чем на порядок. Для настоящего времени эти данные согласуются по порядку величин со скоростями, установленными по GPS-сети в виде отличий от скоростей вертикальных перемещений ВЕП [Heidbach et al., 2007] (рис. 3), т. е. характеризующих именно

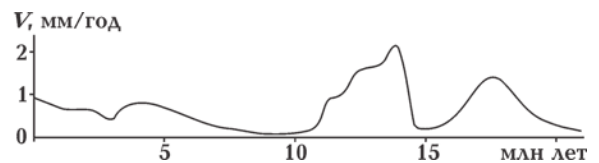


Рис. 2. Изменения скорости поднятия поверхности флишевой зоны Восточных Карпат.

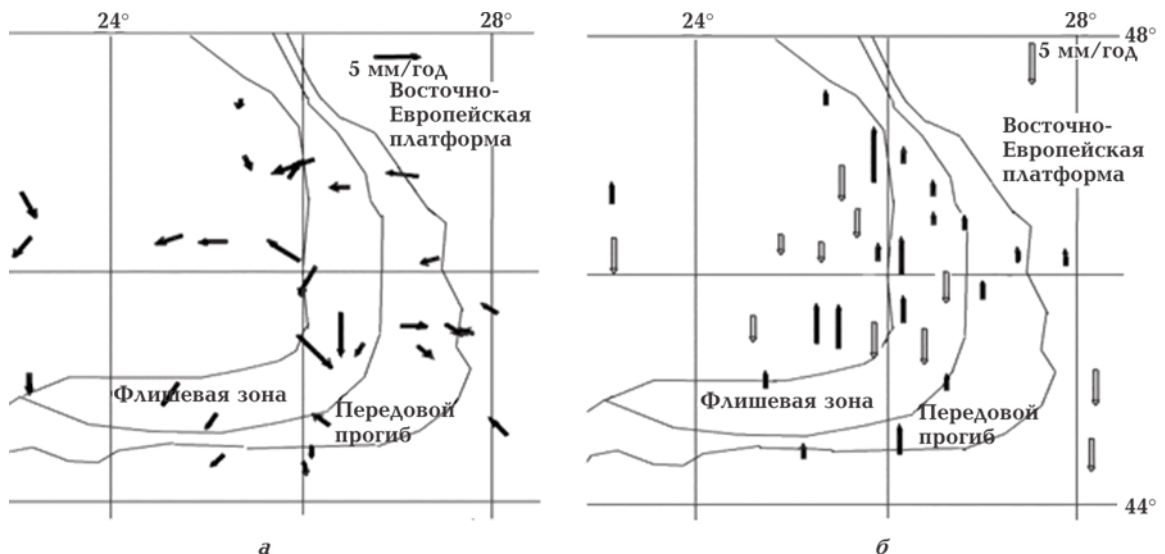


Рис. 3. Скорости горизонтальных (а) и вертикальных (б) движений поверхности в южной части Карпатского региона по данным GPS-сети [Heidbach et al., 2007].

перемещения в Карпатском регионе. Отметим, что скорости горизонтальных движений вполне сопоставимы по величине со скоростями вертикальных.

Полные (не редуцированные по ВЕП) значения горизонтальных скоростей в регионе по GPS-сети составляют 25 мм/год [Grenerczy et al., 2002] (рис. 4, а). На рисунке приведены несколько сглаженных данные (в более детальном варианте изображения видно, что некоторые векторы исходят из одной или близких точек с разницей направлений до 30°). Принципиально близкие результаты получены по менее плотным сетям SLB (Schlumberger) и DORIS, но в некоторых публикациях присутствуют для то-

чек в Тихом океане и на его берегах различия между направлениями векторов до более 90°. Заметно не отличаются и данные по сети VLBI (Very long base interferometry), полученные по иной методике (itrf.ensg.ign.fr/GIS).

Направление смещений в Евразии — северо-восточное с переходом на востоке континента к восточному и восточно-юго-восточному. Считается, что это совместное влияние спрединга в Срединно-Атлантическом хребте (САХ) и хребтах Индийского океана. Однако почему-то не учитывается, что севернее Евразии располагается спрединговый хребет Гаккеля, продолжающийся в Якутии Момским рифтом, а все окраинные моря восточной периферии

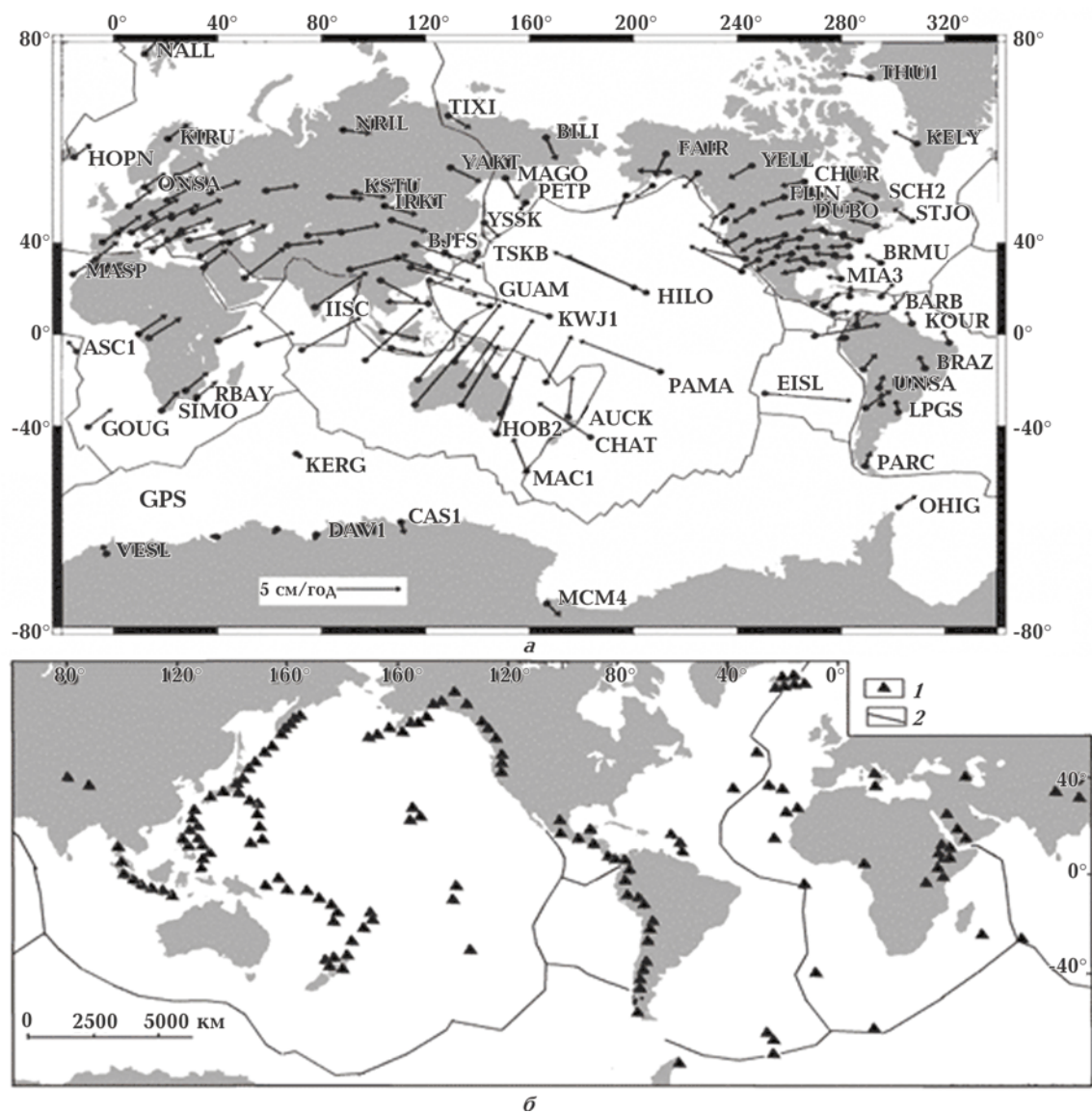


Рис. 4. Схема абсолютных горизонтальных движений плит земной коры по данным мировой сети станций GPS (itrf.ensg.ign.fr/GIS) (а), размещение действующих вулканов (1) и COX (2) (б).

Евразии ГТП считает зонами «рассеянного спрединга». Должны осложнять распределение смещений субмеридиональные рифты Северо-Индийского хребта и Восточной Африки.

Полная картина смещений (рис. 4) не обнаруживает их связи со спредингом. Направления оказываются параллельными рифтам Мона, Книповича, Момскому, Галапагосскому, Южно-Индийскому, центральной части Срединно-Атлантического. Смещения сохраняют направление при пересечении рифтов Северо-Индийского, Восточно-Африканского, Хуан-де-Фука, предполагаемого продолжения Момского рифта в Охотском море. Смещения на Антарктическом полуострове не направлены от рифтового хребта. При одинаковой (с точки зрения ГТП) ситуации в Северной и Южной Америке смещения направлены преимущественно в противоположные стороны.

Распространенное среди сторонников тектоники плит представление о возникновении зоны коллизии (складчатости, надвигообразования) в альпийском Средиземноморско-Индонезийском подвижном поясе в результате давления движущихся с юга плит Африки, Аравии и Индии на Евразию не очень увязывается с данными рис. 4. Полная нелепость такой гипотезы становится ясной при более подробном рассмотрении структуры пояса (рис. 5).

Расположение северных границ южных плит заметно различается у разных авторов, приведенный вариант — один из нескольких возможных. Практически везде молассовые прогибы оказываются на южных плитах. Другими словами, речь идет не о коллизии, а о субдукции континентальной плиты, что требует специальных объяснений (низкая плотность последней исключает основной сегодня гипотетический механизм движения плит — за счет полиморфного уплотнения края базито-

вой плиты). Во всех складчатых зонах вергентность пликтивных дислокаций ориентирована наружу, к молассовым прогибам. В районе Пиренеев, Бетид, Рифа и Тель-Атласа распределение складчатых зон и молассовых прогибов исключает возникновение этой конструкции давлением с юга. Эта и многие другие сложности снимаются обычным для ГТП методом: постулированием появляющихся и исчезающих океанов (Паннонского и др.), перемещениями и вращениями террейнов, т. е. от первоначальной наглядной схемы ничего не остается. Отметим, кстати, что Предгималайский прогиб непосредственно переходит в преддуговый желоб (см. рис. 5), что с точки зрения ГТП по меньшей мере странно.

Обоснование смещений (см. рис. 4 и др.) через объем магматизма в зоне спрединга по ГТП выглядит так. «В результате океанического рифтового вулканизма формируется второй слой океанической коры средней мощностью около 1,5 км. Он на 2/3 своего объема сложен вулканическими породами. Скорость раздвижения (спрединга) океанической коры в обе стороны от рифтовой зоны составляет в среднем 3 см/год. Таким образом, при протяженности срединно-океанических хребтов (СОХ) 65 тыс. км общая «производительность» всех вулканов рифтовых зон составит в среднем 4 км³/год» [Подводный..., 2013]. Почему только 1 км мощности коры формируется спредингом? Откуда берутся остальные 4 км мощности твердой океанической коры? Это остается непонятным, но зато можно сопоставлять скорости раздвижения плит и скорости, установленные по GPS-измерениям и говорить об их соответствии.

Попутно «определен» и общий объем вулкаников в мировой рифтовой системе, который затем используется в «решении» других задач. Информация о реальном магматизме

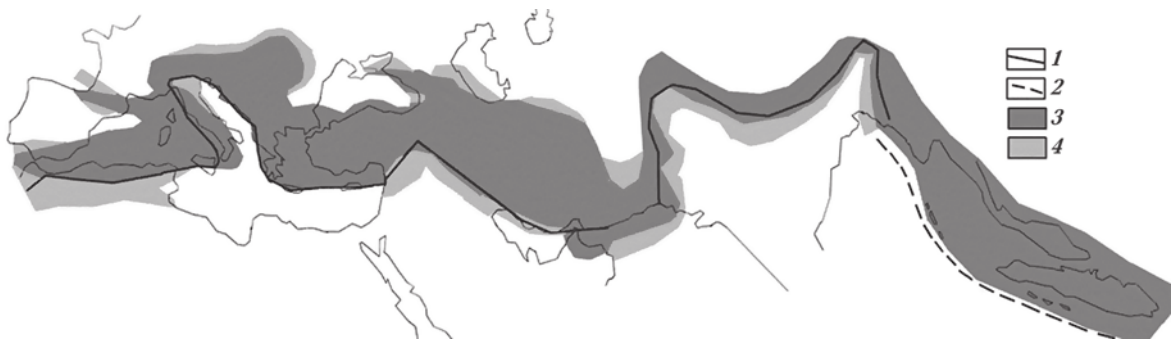


Рис. 5. Схема альпийского Средиземноморско-Индонезийского подвижного пояса [Хаин, 1984 и др.]: 1 — северные границы Африканской, Аравийской и Индийской плит, 2 — ось желоба перед островными дугами Индонезии, 3 — складчатые зоны и срединные массивы альпийских геосинклиналей, 4 — молассовые прогибы.

оказывается не нужной, все делается в рамках умозрительной плитовой модели. Марк Твен по сходному поводу заметил: «В науке есть нечто притягательное. От капиталовложений в виде пустяковых фактов получают оптовые прибыли в виде предположений». Во всей рассмотренной системе рассуждений факт один — «возраст коры» по полосовым магнитным аномалиям. С точки зрения анализа глубинных процессов это даже не пустяковый, а мнимый факт (см. ниже).

Оценим объем магматических пород, возникающих в коре Восточно-Тихоокеанского поднятия (ВТОП) и Южно-Тихоокеанского поднятия (ЮТОП), по максимуму. Рельеф южного и части восточного поднятий сформировался «с позднечетвертичного времени» [Голубева, 2009, с. 3] (т. е. в последние 140 000 лет). В центре он представлен экструзиями шириной 500—700 м [Петрологические..., 1996]. Представим их как единую дайку протяженностью 20 000 км с подошвой у кровли магматического очага, располагающейся по геотермическим, сейсмологическим, геоэлектрическим и петрологическим данным на глубине в среднем около 4 км под дном [Удинцев, 1987; Дмитриев и др., 1990; Гордиенко, 2012 и др.]. Получим $0,3 \text{ км}^3/\text{год}$. Этого совершенно недостаточно для фиксируемых GPS скоростей смещений.

Данные, приведенные на рис. 4, б, демонстрируют также предвзятость распространенного среди сторонников ГТП мнения о приуроченности магматизма к зонам растяжения коры. В зонах максимального растяжения (осевых частях СОХ) современных вулканов почти нет (Исландию с явно континентальной корой и 12 % кислых эффузивов [Апродов, 1982] нельзя отнести к СОХ). Вулканы сосредоточены в зонах субдукции (районах максимального сжатия) и составляют 75—80 % всего современного объема магматического материала Земли [Ритман, 1964 и др.].

ГТП в океанах. Общеизвестные основные постулаты ГТП в изложении Дица приведены выше. Попытки проконтролировать их правильность начались сразу после выдвижения гипотезы.

Реакция адептов ГТП на результаты проверок может быть проиллюстрирована откликом (письмом) на статью Мейергоффов, в которой сообщалось о находке при драгировании дна Атлантики домезозойских пород. «Я изумлен, что Вы можете придавать значение такого рода данным. В конце концов, это драгирование было произведено до 1960 г., а ничто, выпол-

ненное до этой даты, не имеет значения для современной геологии. Мы потратили более двух месяцев на производство детальной съемки (магнитной — авт.) этой же площади и не нашли ничего в подтверждение возможности наличия здесь кембрийских осадков». «Наша съемка проводилась в 200 км на юго-восток от площади... драгирования. Мы не нуждаемся в проведении драгирования или взятии проб, поскольку наших профилей... вполне достаточно для получения необходимых фактов». «Человек, писавший эти слова, является одним из лидеров новой глобальной тектоники... мы не называем его имени. Наша цель — показать образ мышления... людей, ...которые настаивают на том, что они ученые» [Мейергофф, Мейергофф, 1974, с. 435].

Стремление «закрыть» все достижения предшественников — отличительная черта «революционной» лженауки, не только в геологии. Сторонники ГТП часто сравнивают проведенное ими преобразование наук о Земле с квантовой революцией в физике. Е. Б. Александров и В. Л. Гинзбург в статье «О лженауке и ее пропагандистах» замечают по подобному поводу: «Так называемая «революция в физике» в начале нынешнего века, ярчайшими представителями которой были Эйнштейн и Бор, не опровергала Ньютона и Галилея, а дополняла их механику в той области скоростей и масштабов, где человечество до того не имело опыта» [Александров, Гинзбург, 1999, с. 200]. В англоязычной «Энциклопедии геологии» есть раздел «Famous geologists». Ни один из ученых, названных в самом начале этой статьи, труды которых, по мнению автора, составляют фундамент современной геологии, не упомянут в этой работе [Famous..., 2005].

Описание подобных «дискуссий» можно продолжить по литературным данным и собственным впечатлениям автора, но обратимся лучше к существу дела.

1. Согласно ГТП в центральной части спрединговых хребтов возраст только что образовавшихся коровых пород должен быть близок к нулевому и постепенно увеличиваться при отодвигании плиты. Цирконы из лав, поднятых в разных точках осевой линии САХ, характеризуются возрастом 1—2 млн лет. Но встречены и ксенокристаллы цирконов возрастом от 457 до 2970 млн лет. Изотопный состав гафния подтверждает это, такие цирконы обнаруживались и ранее [Костицын и др., 2008], они могли быть вынесены из подстилающей верхней слои древней коры.

В центральном тропе САХ и на некоторых уступах вдоль секущих его разломов располагается множество значительных по размеру (длиной в десятки километров) участков выхода на поверхность дна пород нижнего слоя коры. На этом фрагменте хребта длиной около 6000—6500 км драгирование и бурение поставляют их образцы, по которым определяется возраст (рис. 6) [Рудич, Удинцев, 1987; Погребницкий, Трухалев, 2002 и др.]. Породы представлены широким комплексом от ультрабазитов до плагиогранитов, метаморфизованных в фациях от зеленосланцевой до гранулитовой. Внутри этой группы выделяются мантийные породы, которые ниже не рассматриваются. Некоторые образования можно отнести только к континентальной коре [Силантьев и др., 1992].

Данные о возрасте коровых образцов приведены в табл. 1, где сопоставлены с датировками пород Украинского щита (УЩ) (с ними согласуются датировки пород всех щитов мира) и

расчетными возрастными активными событиями на континентах по АПГ [Гордиенко, 2012].

Т а б л и ц а 1. Сравнение расчетных возрастов активизаций по АПГ (М), экспериментально установленных возрастов активизаций УЩ и САХ, млн лет

| М | УЩ | САХ |
|------|------|------|
| 2650 | 2660 | 2650 |
| 2600 | 2600 | 2580 |
| 2550 | 2550 | 2520 |
| 2500 | 2500 | 2490 |
| 2400 | 2430 | 2420 |
| 2350 | 2340 | — |
| 2280 | 2290 | — |
| 2240 | 2240 | — |
| 2200 | 2200 | — |
| 2150 | 2150 | — |
| 2120 | 2110 | 2130 |
| 2060 | 2060 | — |
| 2000 | 2000 | 2000 |
| — | 1950 | — |
| 1850 | 1880 | 1860 |
| 1800 | 1800 | 1800 |
| 1750 | 1750 | 1740 |
| — | 1690 | 1690 |
| — | — | 1630 |
| — | 1580 | 1570 |
| 1480 | 1500 | 1500 |
| 1350 | 1350 | 1370 |
| 1250 | 1230 | — |
| 1100 | 1100 | — |
| 950 | 900 | 990 |
| — | — | 840 |
| 790 | 770 | 780 |
| 600 | 650 | 650 |
| — | 500 | 530 |
| 400 | 370 | 350 |
| — | 250 | 250 |
| 200 | 180 | 160 |
| — | — | 120 |
| — | 70 | 70 |
| — | — | 40 |
| — | — | 20 |
| 5 | 5 | 1—3 |

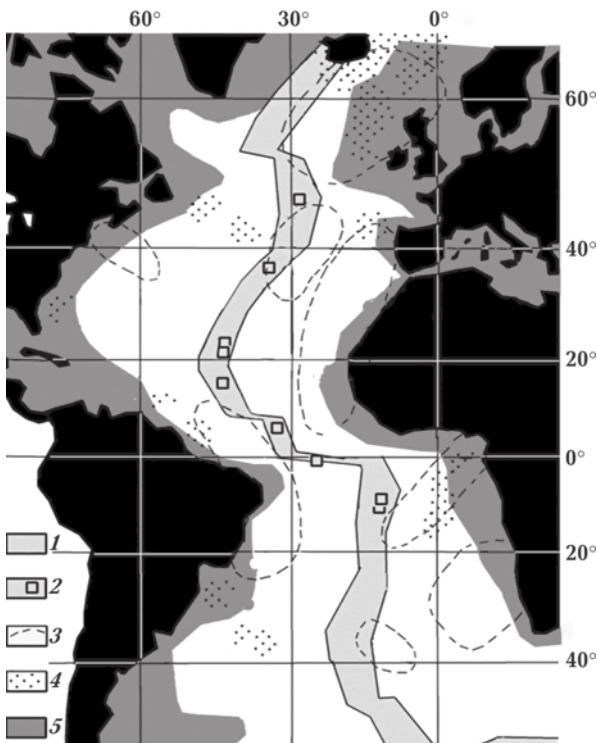


Рис. 6. Схема основных структурных элементов дна Атлантического океана по [Силантьев 1984; Андреев, 2004 и др.]: 1 — осевая зона САХ, 2 — участки хребта, где встречаются древние породы фундамента по [Тектоника..., 1981; Рудич, Удинцев, 1987; Силантьев и др., 2000; Погребницкий, Трухалев, 2002 и др.], 3 — районы, сохраняющие специфический состав вулкаников на протяжении нескольких этапов магматической активности, по [Когарко, Асавин, 2007], 4 — районы недавней суши, по [Фролова и др., 1989 и др.], 5 — шельф, материковый склон и подножье.

Очевидно, что все три совокупности датировок отражают близкие последовательности

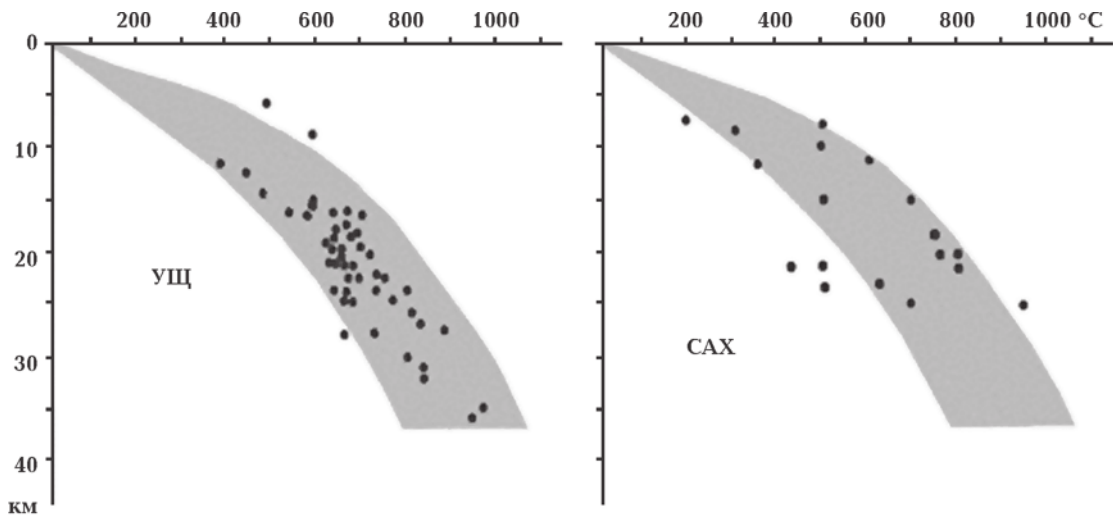


Рис. 7. Условия метаморфизма пород УЩ и САХ по данным, обобщенным в работе [Гордиенко, 2012]. Серым цветом показан расчетный диапазон условий метаморфизма по АПГ.

магматических и метаморфических событий. Изученность САХ много меньше, чем УЩ, а фанерозойская активность больше. Отсутствие нескольких модельных датировок связано с расчетом эволюции одного блока, на шите и хребте датировки собраны на многих блоках, где активные события происходят с некоторыми сдвигами во времени [Гордиенко, 2009].

Приведенная последовательность датировок совершенно не соответствует спредингу. Даже в базальтах второго слоя в центре САХ метаморфизм пород происходил в несколько этапов, фиксируются возрасты 2—3, 27 и около 60 млн лет [Силантьев, 1984].

Метаморфические породы фундамента САХ возникли в условиях, принципиально не отличающихся от обычных для длительно развивавшейся мощной коры (рис. 7), т. е. нижний слой — не новообразование, а остаток древней континентальной коры, в том числе и архейской. Древние породы вне САХ обнаружены на банке Роккол, Азоро-Бискайском хребте, в Бискайском заливе, на Фолклендском поднятии [Рудич, Удинцев, 1987; Блюман, 2008]. Известно «...обнаружение... в районе восточного сочленения САХ с зоной разломов Романш мощной (более 4 км) мел-палеогеновой осадочной толщи, верхняя часть которой сложена палеоцен-эоценовыми грубозернистыми кварцевыми песчаниками — продуктами размыва располагавшихся где-то неподалеку гранитных пород» [Погребницкий, Трухалев, 2002, с. 195]

Подобные породы встречаются также на оси хребта Карлсберг в Индийском океане [Мейергофф, Мейергофф, 1974] и на распо-

лагающихся в пределах этого океана многочисленных «микроконтинентах», на хребте Мона в Арктическом океане [Рудич, Удинцев, 1987; Тектоника..., 1981]. В эскарпах разломов Кларин и Клиппертон в центральной части Тихого океана обнаружены породы, подстилающие палеоген-неогеновые отложения. Среди них выделены две группы: 1) гранитовые гнейсы, гранулиты, кристаллические сланцы и амфиболиты, кварциты с гранатом, мраморы (возможно, некоторые породы имеют докембрийский возраст); 2) обломочные породы, вулканический туф, песчаники и аргиллиты мезозойского возраста, прорванные гранодиоритами и диоритами, все вместе похожи на геосинклиальный комплекс. По мнению авторов, регион между разломами (шириной около 1000 км) покоится на древнем континентальном основании [Табунов и др., 1989; Геологическое..., 2005].

Сторонники ГТП после периода приписывания древних пород на осях СОХ ледовому разному (особенно хорошо этот аргумент звучал у экватора) перешли к утверждениям, что обнаруженные породы — мантийные. Заметное количество среди них габброидов и небольшое плагиогранитов просто игнорируется или на словесном уровне приписывается некоторой специфической дифференциации. Если взглянуть на полученные данные непредвзято, то именно такой набор пород и должен был остаться от радикально перестроенной (океанизированной) коры. Образования такого рода накапливаются при каждом цикле активизации, пережитом континентальной корой.

В качестве примера можно использовать данные об инициальном магматизме альпийской геосинклинали Восточной Камчатки и постгеосинклиальной активизации этого региона. В сеноне — палеоцене формируются: 1) альпинотипные гипербазиты (дунит-гарцбургитовая ассоциация) с небольшим объемом габброидов; 2) дунит-верлит-пироксенитовые массивы с повышенной калиевой щелочностью; 3) габбро-монзонит-сиенитовые и перидотит-пироксенит-норитовые массивы. В плиоцен-четвертичное время в процессе интенсивного базальтового вулканизма в ряде мест включений ультраосновного состава появляются: 1) дунит-гарцбургиты, 2) дунит-верлит-пироксениты, 3) верлит-пироксениты. Они — не реститы мантийного субстрата и не ксенолиты плутонических пород мел-палеогенового фундамента (отличаются по минералогии и изотопии). Это — плутонические аналоги несущих их вулканитов [Колосков и др., 2001].

На другом временном краю линии эволюции коры располагаются, например, породы Новопаоловского базит-ультрабазитового комплекса УЩ (3,67 млрд лет) — также продукты инициального магматизма. Это гарцбургиты, пироксениты, серпентиниты, горнблендиты, метабазиты, кристаллосланцы [Щербак и др., 2005]. Эрозионный срез в соответствующей части УЩ — около 30 км.

В средней части нормальной континентальной коры содержание базитов составляет около 30 %, ультрабазитов — первые проценты, у подошвы коры базитов — около 70 %, ультрабазитов — 30 %. В нетипичной основной коре, которая, вероятно, и океанизируется, концентрации выше [Гордиенко, 2012 и др.]. Эти образования могут обеспечить комплекс пород, наблюдаемый на оси САХ, во всем диапазоне изученных *PT*-параметров (рис. 7).

В нескольких регионах западной Пасифики (Полинезийский свод, Мид пасифик, Маркус-Уэйк и др.) магматические породы дна представлены трахитами, фонолитами, муджиеритами, бенморитами. Близкие по составу образования на сопоставимой глубине возникают и при активизации континентов, не ведущей к полной океанизации коры. У границы с Гавайским хребтом получены оценки возраста вулканитов (недостаточно определенные) не менее 220 млн лет. Максимально возможное значение — более 600 млн лет, т. е. в регионе возможно проявление герцинской или даже байкальской активизации. Состав этих пород также может свидетельствовать об участии в их формировании древней

основной коры континентальной мощности. Ее фрагменты опустились под перидотиты верхов мантии и образовали очаги плавления на глубине 50—150 км [Петрологические..., 1996; Фролов, Фролова, 2011 и др.].

Об отсутствии спрединга говорит сравнение датировок пород по разные стороны оси рифтовой долины САХ на расстоянии 5 и 6 км [Силантьев и др., 2000]. Порода возрастом 3,5 млн лет при принятой скорости спрединга 2,8 см/год должна находиться в 100 км от его оси, фактически она в 5 км. Порода возрастом 20 млн лет должна бы находиться в 560 км в противоположную сторону от оси долины, а не в 6 км. Подобные участки хребта получили в ГТП название «зоны аномально медленного спрединга» (как будто этот набор слов что-то объясняет), но распределение «возраста океанической коры» на прилегающих участках склона САХ и соседних котловин сохранилось в публикуемых схемах неизменным.

Согласно следствию из закона Стено [Стено, 1957], возраст толщи в целом нельзя определить, не зная возраста нижнего ее фрагмента. Породы нижнего слоя коры не изучены в других областях океана (об одном исключении — ниже), следовательно, до появления новых данных кору океанов следует считать столь же древней, как и континентальную. Получение других вариантов возраста косвенными методами указывает только на ошибочность методов. Сохранение в целостности древнего фундамента означает отсутствие спрединга.

Еще одна особенность СОХ игнорируется (или превратно истолковывается) ГТП. Около трети длины хребтов представлены образованиями без ярко выраженного центрального рифтового трога (здесь располагается система продольных горстов и, вероятно, приразломных желобов). В Тихом океане это почти все ВТОП (исключения — фрагмент несколько южнее Калифорнийского залива, Коста-Риканское и Галапагосское ответвления) и ЮТОП. По расстояниям между полосовыми магнитными аномалиями ГТП оценивает эти хребты как зоны аномально быстрого спрединга (примерно 4—6 см/год). При этом игнорируется определение возраста поднятия, составляющего менее 1 млн лет [Campsie et al., 1983; Удинцев, 1987; Петрологические..., 1996; Голубева, 2009]. Эти хребты формируются на эоцен-миоценовой (по возрасту вулканизма) плите, только начали расти и гораздо ниже более древних (рис. 8).

Соответственно необоснованным представляется мнение о спрединге в Тихом океане с

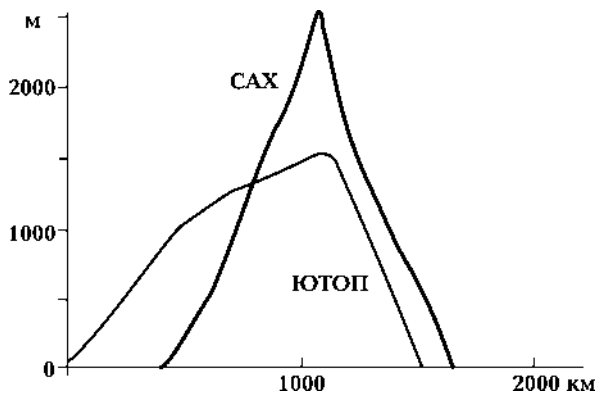


Рис. 8. Сглаженные поперечные профили рельефа дна Срединно-Атлантического хребта и Южно-Тихоокеанского поднятия. Высоты отсчитаны от уровня прилегающих котловин.

мезозойского времени. Если он и существует, то плита за время его действия продвинулась на первые десятки, а не тысячи километров. Рельеф дна поднятий в осевой части очень напоминает описываемый для самого начала формирования континентальных рифтов (например, Днепровско-Донецкой впадины [Удинцев, 1987; Геология..., 1989; Петрологические..., 1996]). Отметим, что альпийские и более древние рифты на континентах развиваются в течение десятков миллионов лет и тем не менее не разрывают континенты на части, т. е. не проявляют признаков спрединга. Собственно, это происходит и с продолжением ВТОП в Северной Америке, которым логично считать Большой Бассейн и рифт Рио-Гранде, а не искусственно присоединенные к ВТОП асейсмичные хребты Эксплорер, Хуан де Фука и Горда.

2. По ГТП континенты разделены зонами молодой океанической коры. Определим последнее понятие. Ее типичная толщина по работам [Семенова, 1987; Кунин, 1989 и др.] показана на рис. 9.

Не исключено, что массив данных состоит из двух множеств, одно из которых (для утолщенной коры) представлено в основном сведениями по западной части Тихого океана. Здесь распространены блоки с субконтинентальной корой, поэтому более типичным для океана представляется вариант с глубиной раздела М около 10 км. А кору мощностью 15 км уже следует считать образованием переходного типа. Невольно возникает вопрос, на который сторонники плитовой тектоники не могут ответить с момента возникновения этой концепции: как зоны спрединга, расширяющиеся с весьма разными скоростями, ухитряются продуцировать на половине поверхности Земли

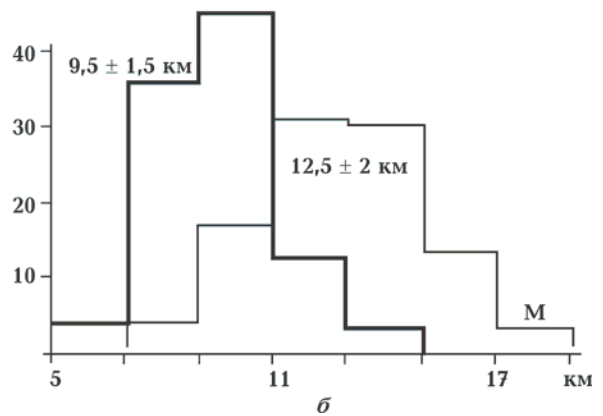
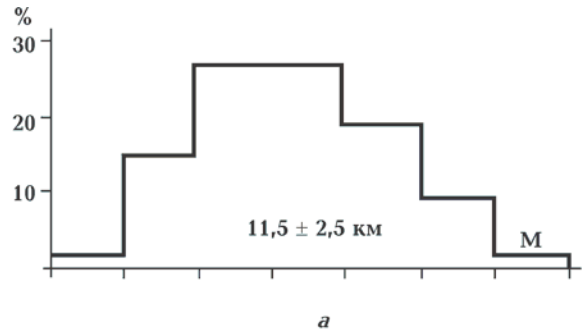


Рис. 9. Гистограммы распределений мощностей океанической коры: а — весь массив данных, б — для несколько утоненной и утолщенной коры.

кору практически одинаковой мощности?

Толщина земной коры на океанах и континентах показана, по данным [Кунин, 1989], на рис. 10.

Кора Арктического океана по мощности континентальная (см. рис. 10). «Океанической» глубиной раздела М обладает лишь 8—10 % его площади. В частности, в пределах хребта Гаккеля и части Канадской котловины мощность сокращается примерно до 14 км [Артюшков, 2010]. К континентальному типу относится и основная часть коры Средиземного моря, в основании моря Скоттия находится континентальная кора с докембрийским или нижнепалеозойским возрастом пород у поверхности [Силантьев, 1984]. Не вызывает сомнений и наличие континентального моста между Евразией и Австралией, Северной и Южной Америкой. Очевидно, что раздвигания континентов океанами, в которых зоны спрединга формируют тонкую океаническую кору, не было [Фролов, Фролова, 2010; Гордиенко, 2012].

3. При изучении океанов обнаружено много особенностей распределения осадков и магматических пород, необъяснимых с точки зрения ГТП.

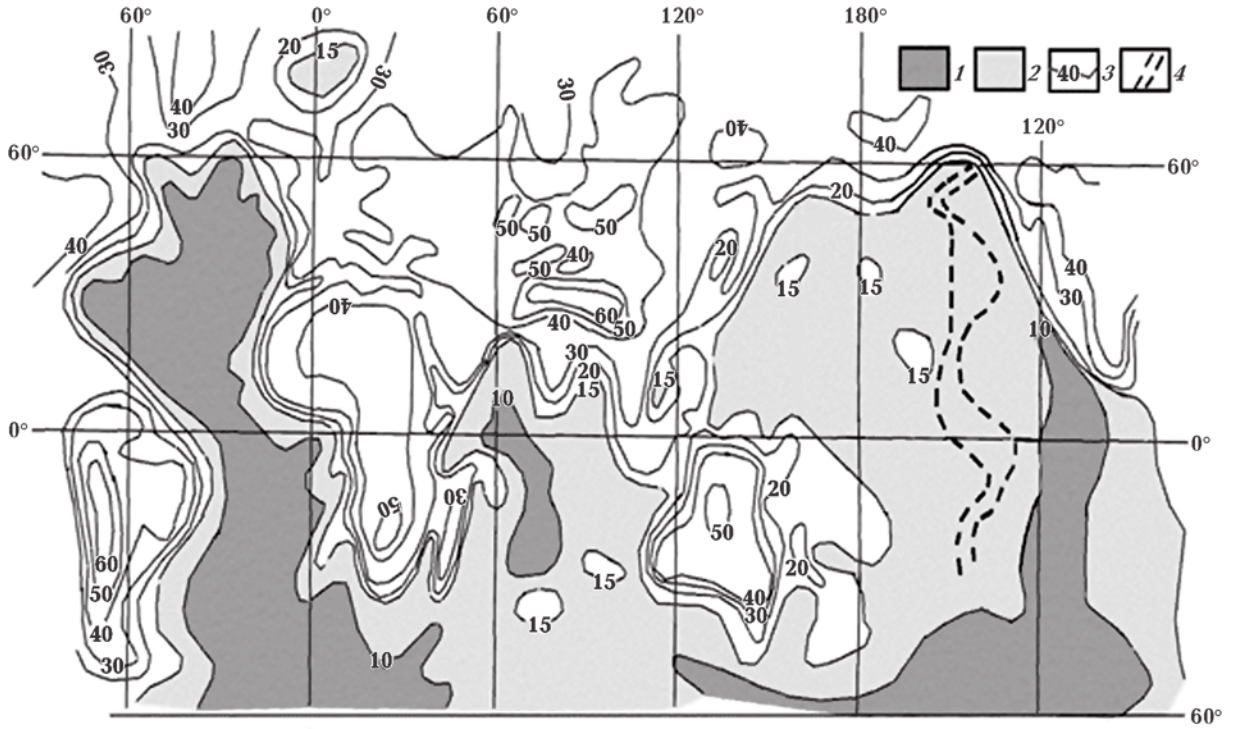


Рис. 10. Мощность земной коры: 1, 2 — океаническая кора (1 — тонкая, 2 — утолщенная), 3 — изолинии мощности коры, км, 4 — флексура, в пределах которой мощность коры растет от 11 до 12 км.

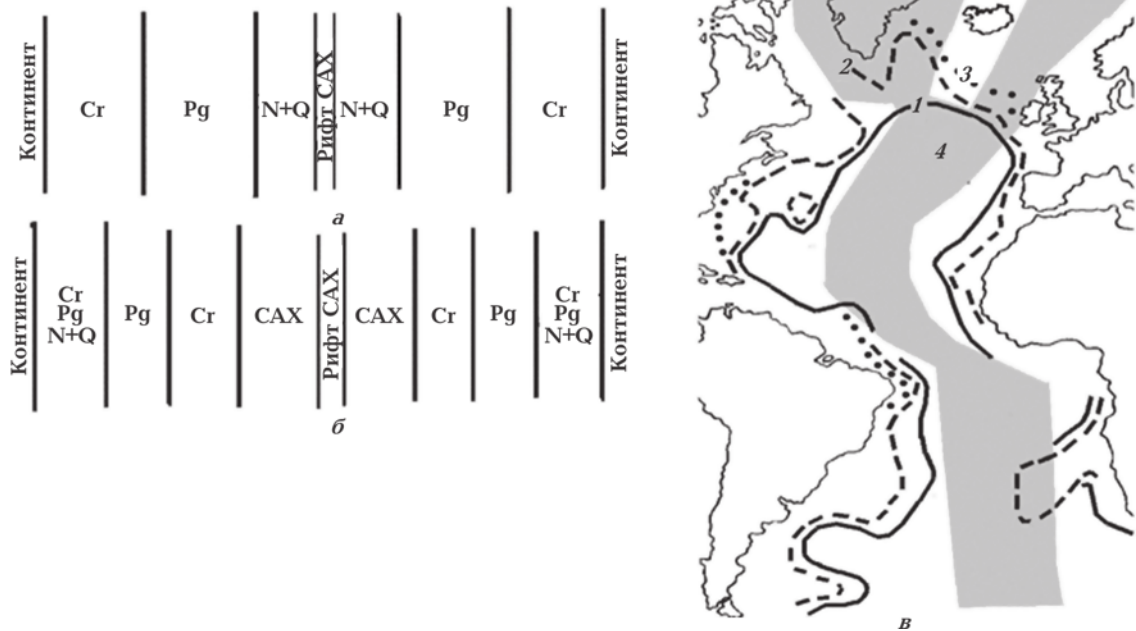


Рис. 11. Распределение мелководных осадков разного возраста [Рудич, 1983, 1984] и зон мелового магматизма [Рудич, 1983; Макаренко, 1997 и др.] в Атлантике. Схемы: а — по ГТП, б — фактическая, в — внешние границы областей распространения мелководных осадков (1 — мела, 2 — палеогена, 3 — неогена, 4 — зоны мелового магматизма).

3.1. Распределение мелководных осадков удобнее всего рассмотреть в Атлантике с цен-

тральным расположением СОХ [Рудич, 1983, 1984 и др.]. Наиболее древние располагаются в

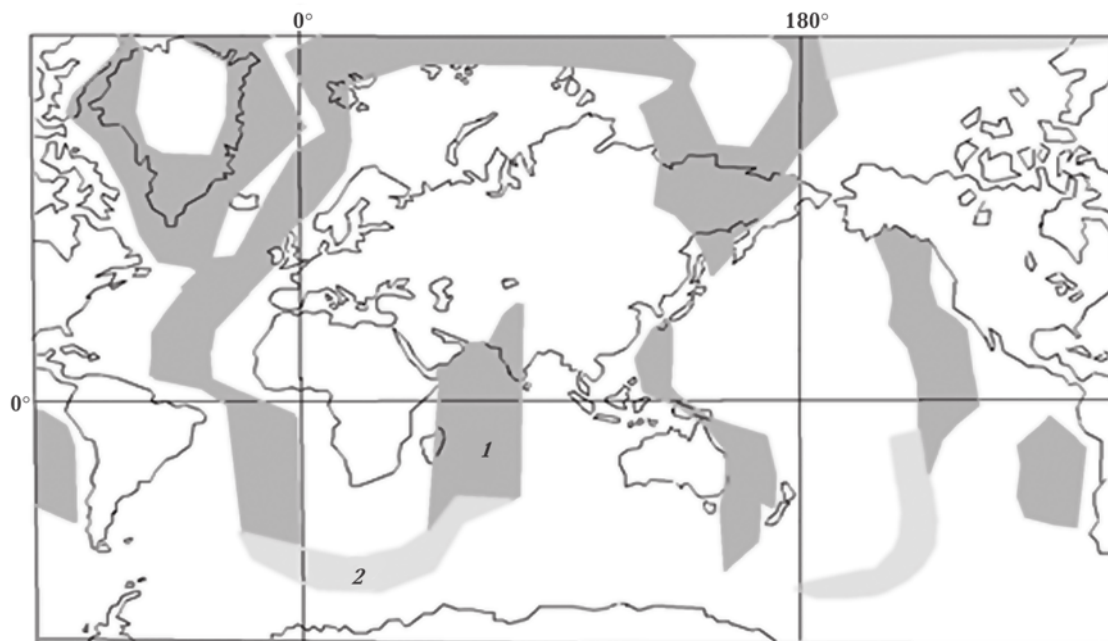


Рис. 12. Распространение меловых базальтов, по [Макаренко, 1997]: 1 — достоверно установленное, 2 — предполагаемое.

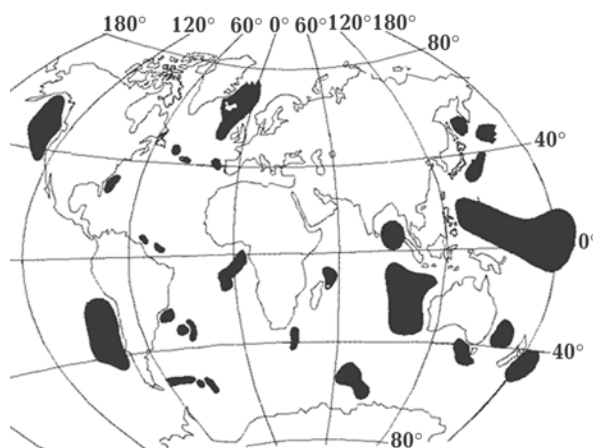


Рис. 13. Распределение участков недавней суши (черные пятна) в океанах.

центре региона, а не на периферии (рис. 11). В центральной части практически по всей протяженности океана тянется широкая полоса меловых базальтов, захватывающая САХ. Она не могла бы сохраниться в этом месте при расширении дна в послемеловое время. Это проявление магматизма, по составу и распространности близкого к траппам континентальных платформ, в процессе которого произошли базификация и опускание коры. Такая же картина просматривается в пределах других океанов (рис. 12). В Индийском и Тихом океанах не обнаруживается нарушения зон распространения меловых базальтов спрединговыми

хребтами [MacDougall, 1988; Макаренко, 1997; Блюман, 2008 и др.]. Следует упомянуть и о «...гомологичности платобазальтов континентов и океанических базальтов, об их возникновении при развитии одного глобального магматического цикла» [Рудич, 1983, с. 259].

3.2. В океане распространены районы, где по различным признакам обнаружена недавняя суша (рис. 6, 13) [Фролова и др., 1989; Фролов, Фролова, 2010 и др.]. Ее погружение (увеличение глубины дна и кристаллического фундамента) происходило в виде внезапного обрушения, а не в соответствии с «кривой Склейтера» по мере остывания плиты, движущейся от СОХ к континентам [Рудич, 1983, 1984; Артющков, 2010] (рис. 14).

Такая информация имеется во всех океанах (в Арктическом — весьма ограниченная), что демонстрирует независимость погружения обрушением от расположения «спрединговых» хребтов по отношению к окружающим океан континентам. «...Обширные участки современной акватории, в том числе те, в пределах которых океаническое ложе располагается сейчас на глубинах 4—6 км, в сравнительно недавнее время, в конце мезозоя и в первой половине кайнозоя, располагались вблизи дневной поверхности. Их опускание происходило весьма интенсивно в течение небольших отрезков времени» [Рудич, 1983, с. 260].

Близкие по смыслу результаты получены С. А. Блюманом [Блюман, 2008] при изуче-

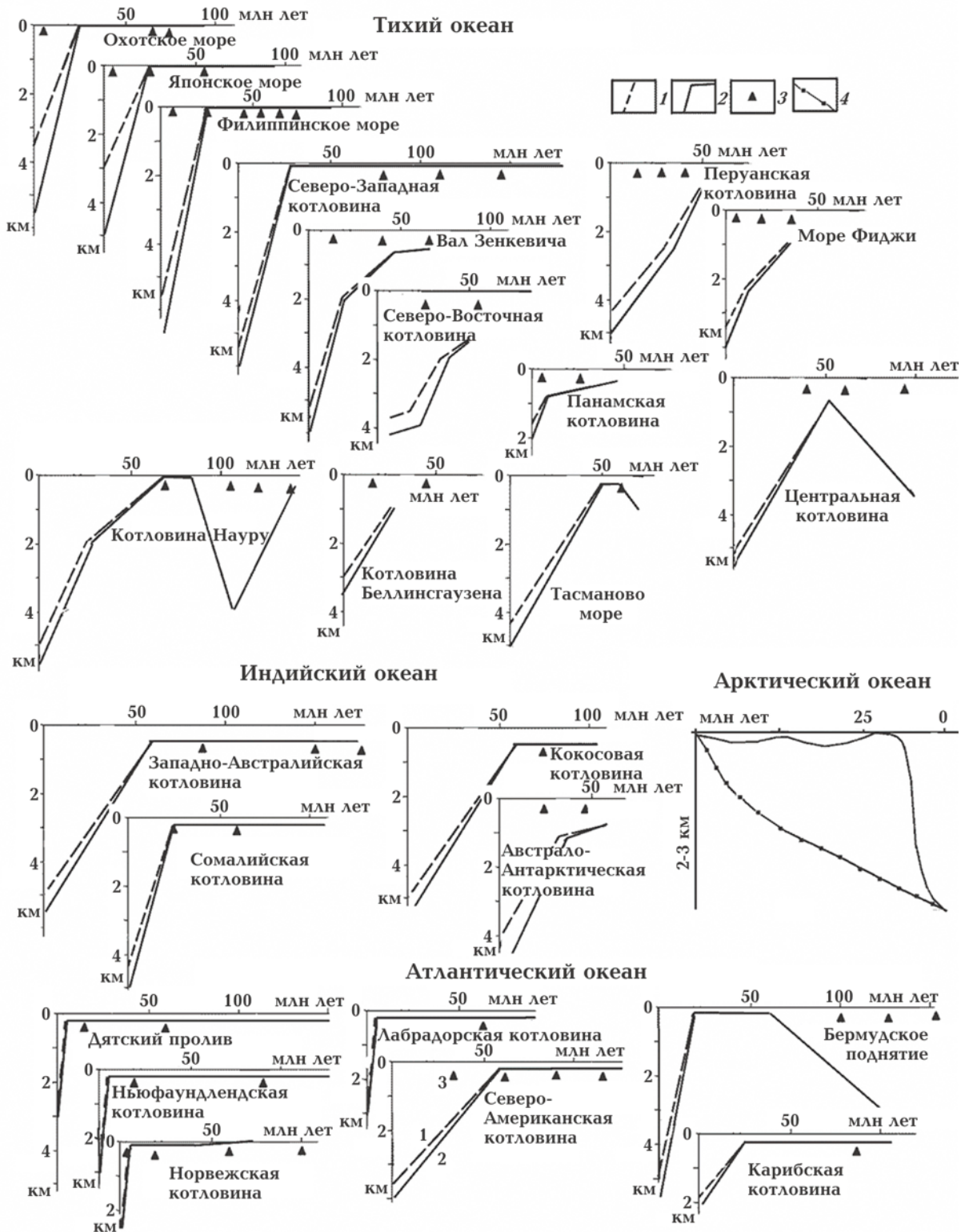


Рис. 14. Изменения глубины дна некоторых районов океанов: 1 — глубина дна, 2 — глубина фундамента, 3 — периоды магматизма, 4 — кривая Склеитера для Арктики.

нии зерна базальтов на глубинах кровли второго слоя океанической коры по материалам [Deer..., 1969—2007]:

«— базальты подверглись субаэральному выветриванию;

— глины, перекрывающие базальты, ... яв-

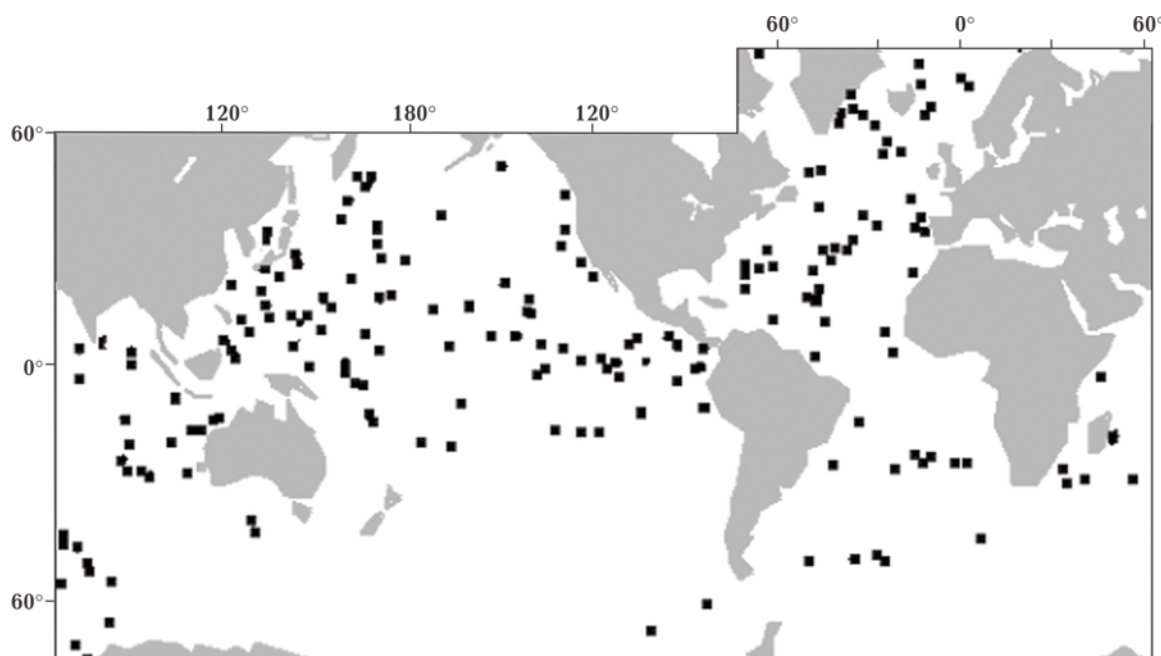


Рис. 15. Пункты отбора керн для определения кор выветривания базальтов [Блюман, 2008].

ляются продуктами выветривания базальтов;

— выше глин располагаются карбонатные илы, фиксирующие резкую смену субаэральных условий морскими мелководными и далее пелагическими кремнистыми илами, сформировавшимися в глубоководных, пелагических условиях;

— пачка глин и аргиллитов — отчетливо проявленный мощный горизонт наземного профиля выветривания, сформированного на базальтах» [Блюман, 2008, с. 74].

«Вулканиды (на границе первого и второго слоев — авт.) представлены преимущественно чередующимися сериями потоков, в кровле которых (каждого из них) распространены наземные коры выветривания...» [Блюман, 2008, с. 80].

«Начальные стадии погружения в ряде пассивных окраин (северо-восток Австралии, Фолклендское плато, запад Африки и отдельные места северо-западной части Тихого океана) начались в триасе — юре, погружение направленно смещалось во временном интервале мел — миоцен на запад и восток в южной части Атлантики, в северной ее части — с запада на восток. В Тихом океане такое смещение происходило с северо-запада на востоко-юго-восток. В Индийском океане такое смещение происходило симметрично от его периферии к центральной части: от плато Кергелен — на север и от западной части Австралии на юго-

юго-запад и северо-восток. Такое же смещение происходило от юго-восточной части Африки — с запада на восток.

В целом же намеченные тенденции носят, безусловно, предварительный характер и требуют уточнения. Можно лишь предположить, что устойчиво повторяется тенденция в основном асимметричного направленного смещения областей проседания с удалением от краев континентов» [Блюман, 2008, с. 82].

Представление об информационной базе таких выводов дает рис. 15. Используются данные по 326 скважинам, сосредоточенным в 199 районах в большинстве океанических регионов.

В западной части Тихого океана состав лав и изотопия свинца, стронция, ниобия на островах указывает на их выплавление из континентального субстрата [Васильев, 1989, Петрологические..., 1996 и др.] возрастом около 3 млрд лет. До начала океанизации в этой части Тихого океана было срезано эрозией не менее 10 км предшествующей коры (здесь распространены обломки пород кристаллического фундамента, метаморфизованные при 0,35 ГПа и 400 °С) [Васильев, 1989]. Кора была по составу, скорее всего, мафической.

3.3. В океане выявлены вулканические провинции, породы которых обладают специфическим составом на протяжении нескольких этапов активности. Часть из них представле-

на на рис. 6, их много в Тихом и Индийском океанах. Авторы публикации [Когарко, Асавин, 2007] считают этот факт несовместимым с перемешиванием вещества верхней мантии при конвекции, подразумеваемой ГТП.

Сторонники ГТП часто ссылаются на распределение возрастов молодых магматических пород Гавайского хребта как на доказательство движения плиты над «горячей точкой» [Петрологические..., 1996 и др.]. Если это верно, плита в течение 12 млн лет перемещалась на северо-запад со скоростью 10 см/год (вдвое быстрее спрединга?). Это утверждение основано на игнорировании всех остальных данных о возрасте магматизма практически непрерывного поднятия Обручева-Императорское-Гавайское. Из общей длины 6000 км на часть гавайского поднятия с последовательно изменяющимся возрастом приходится 1200 км. В других частях такой закономерности нет. Более того, представленные на них более древние вулканические постройки частично разрушены эрозией, в их пределах видны разновозрастные эффузивы, указывающие на сравнительно длительное поступление магм из неподвижных относительно коры мантийных источников. Возраст мелководных осадков на склонах Гавайского поднятия однозначно указывает на его существование задолго до начала рассматриваемого магматического этапа [Рудич, 1984].

В Тихом океане есть еще один район, в

пределах которого последовательно изменяется возраст эффузивов в таком же диапазоне, как на указанной части Гавайев. Это калифорнийская часть ВТОП. К ней не прилагаются представления о движении над «горячей точкой», так как пришлось бы признать, что спрединговый хребет движется вдоль своего простирания [Петрологические..., 1996]. Вместо этого высказывается мнение о резком развороте зоны спрединга, разделении ее на мелкие фрагменты, между которыми происходит смещение по поперечным разломам. Тогда можно утверждать, что горячая точка неподвижна, а дрейф возраста эффузивов связан со смещением Тихоокеанской плиты относительно Северо-Американской. Убедительной эту предельно искусственную конструкцию трудно признать.

3.4. Тепловой поток (ТП) в океанах не соответствует предполагаемому по ГТП. На осевых участках всех СОХ, как и в континентальных гидротермальных районах, ТП высокий и резко изменчивый, нормализующийся на небольшом расстоянии за их границами. Сравнение с расчетными величинами тут не имеет смысла при реальной изученности параметра. Вне этой узкой зоны ТП меняется менее значительно и, в целом, закономерно по отношению к оси хребта (табл. 2).

Для расчета ТП по ГПТ необходимо знать «скорость разрастания дна океана», которая

Т а б л и ц а 2. Средние значения ТП на склонах СОХ и в котловинах океанов, мВт/м², по [Подгорных, Хуторской, 2000], (в скобках — количество определений ТП)

| Геотраверс | Западный склон | Восточный склон | Западная котловина | Восточная котловина |
|---------------------|----------------|-----------------|--------------------|---------------------|
| Атлантический океан | | | | |
| 45° с.ш. | 52 (18) | 58 (16) | | |
| Канаро-Багамский | 50 (31) | 44 (28) | 52 (231) | 46 (76) |
| 19° с.ш. | 40 (21) | 43 (6) | | |
| 2° с.ш. | 55 (17) | 51 (6) | 54 (13) | 59 (33) |
| Анголо-Бразильский | 61 (76) | 41 (67) | 60 (63) | 50 (49) |
| 31° ю.ш. | 39 (13) | 34 (8) | 32 (4) | 56 (8) |
| Тихий океан | | | | |
| 12° с.ш. | 115 (11) | 106 (15) | 58 (27) | 58 (35) |
| 0° | 74 (29) | 36 (29) | | |
| 15° ю.ш. | 46 (28) | 122 (105) | 54 (73) | 79 (108) |
| Индийский океан | | | | |
| 6° ю.ш. | 49 (19) | 76 (4) | | |
| 10° ю.ш. | 40 (33) | 46 (7) | | |

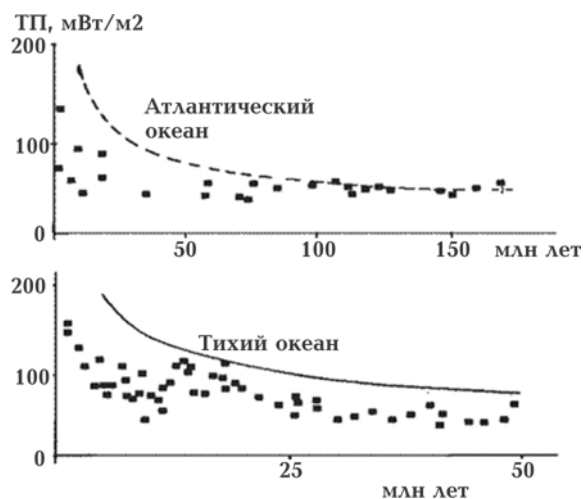


Рис. 16. Распределение осредненных значений ТП в Атлантическом и Тихом океанах при удалении от СОХ [Попова, 1987]. Линии — расчетное распределение для остывающих плит.

обычно устанавливается по расстоянию между полосовыми магнитными аномалиями. Ниже приведена критика этого подхода, но если даже его использовать (применять «кривую Склейтера» — зависимость теплового потока от «возраста» коры), согласование все равно не достигается (рис. 16).

При использовании других представлений о возрасте океанической коры (в предположении, что спрединг — реальность), основанных на расстояниях от СОХ до континентов с окраинами атлантического типа, согласование расчетных и наблюдаемых ТП еще более проблематично.

3.5. В соответствии с ГТП по «трансформным» разломам происходят огромные горизонтальные смещения, вызванные разной скоростью спрединга в разных фрагментах СОХ. В частности, происходит смещение осей хребтов. На континентах смещение осей рифтов (распространенное, например, в Рено-Ливийской системе) никак не связано с подобными явлениями. Скорее, наоборот, именно прерывистое со смещениями расположение фрагментов рифта ведет к возникновению нарушений во вмещающих массивах пород.

Если обратиться не к умозрительной схеме, а к реальным фактам, по которым можно судить о смещении по разломам, то в океанах картина та же (рис. 17). В восточной и центральной частях Тихого океана располагается огромная мульда, заполненная осадками от среднего эоцена до квартера. Границы стратиграфических толщ и изопахиты осадочного комплекса не реагируют на пересечение их трансформными разломами. Очевидно, что в

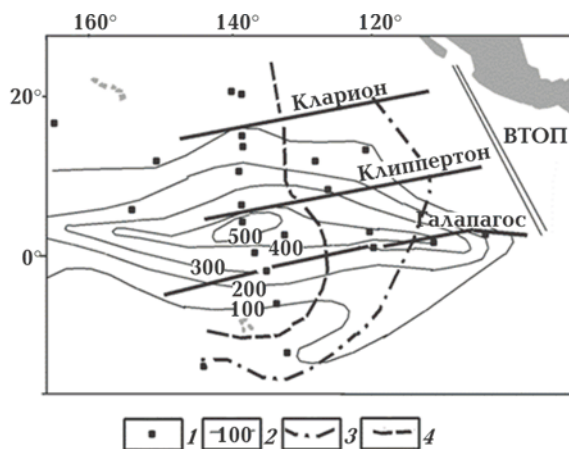


Рис. 17. Структура осадочного чехла части Восточной котловины Тихого океана [Рудич, 1984]: 1 — скважины, 2 — изопахиты четвертично-среднепалеогенового осадочного комплекса, 3, 4 — границы распространения формаций (3 — Маркизской (ранний неоген — поздний палеоген), 4 — Лайн (средний палеоген)).

течение 40 млн лет по разломам Кларион, Клиппертон и Галапагос западнее ВТОП не происходило существенных смещений.

Анализ ориентировки нарушений дна Атлантического и Индийского океанов привел И. Э. Ломакина к выводу об их принадлежности к единой земной (распространенной и на континентах) древней регматической системе, в которой отсутствуют значительные горизонтальные смещения [Ломакин, 2013].

4. Одним из главных элементов ГТП является определение возраста океанической коры по полосовым аномалиям магнитного поля.

У авторов гипотезы [Vine, Matthews, 1963, p. 948] модель источников знакопеременных аномалий выглядит следующим образом. «Мощность магнитовозмущающих масс... ограничена... точкой Кюри... на глубине 20 км ниже уровня моря, под центральными частями хребтов... — на глубине 11 км». Эти размеры позволили использовать сравнительно небольшую (реальную для базальтов) величину намагниченности — порядка 2—2,5 А/м. Приведенные выше данные о ТП котловин и склонов СОХ указывают на достижение температуры Кюри магнетита на гораздо большей глубине. При принятой авторами ширине блоков (20 км) практически невозможно определить нижнюю кромку источников: расчетное поле почти не изменяется при ее увеличении (и незначительном изменении намагниченности) на 5—10 км. Реальная глубина Мохо — 10 км. Следовательно, для использования умеренной намагниченности авторам приходится привле-

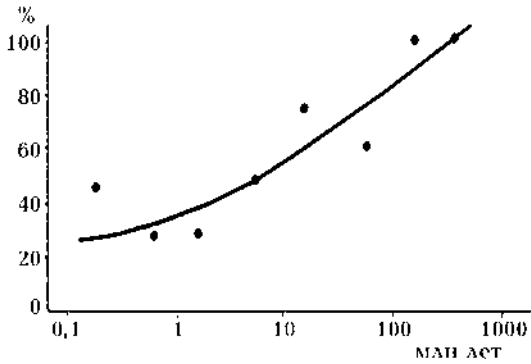


Рис. 18. Изменение относительной доли магнетита среди железосодержащих рудных в субархальных базальтах фанерозоя [Печерский, Генштафт, 2002].

как источник, в основном располагающийся в мантии, что лишает всю конструкцию смысла — датировки коры.

Использование в нашем примере магнетита для пород коры котловины вполне обосновано, так как с возрастом он заменяет другие железосодержащие минералы [Печерский, Генштафт, 2002] (рис. 18).

В последующих работах глубина подошвы

источника соотносилась с мощностью верхнего слоя океанической коры (около 2 км). В этой ситуации интерпретация, соответствующая гипотезе Вейна—Мэттьюза, оказывалась невозможной или требовала нереально высокой намагниченности [Гордин и др., 1987 и др.].

Собственно, в типичных случаях авторы датирования коры по магнитным аномалиям и не занимаются обоснованием наблюдаемой аномалии. Например, в работе [Johnson, 1979] установлена низкая температура Кюри титаномагнетита базальтов (230—270 °С) из скважин, пробуренных на склоне САХ, небольшая магнитная восприимчивость, значительная часть пород (до 67 %) отнесена к образованиям с обратной намагниченностью, сделан вывод о невозможности объяснить наблюдаемую положительную аномалию данными по слою молодых базальтов. Высказано мнение о необходимости привлечения более глубоких источников. Затем с полной уверенностью определен «возраст коры» по самому факту существования аномалии и месту «соответствующего» периода нормального магнитного поля на принятой шкале.

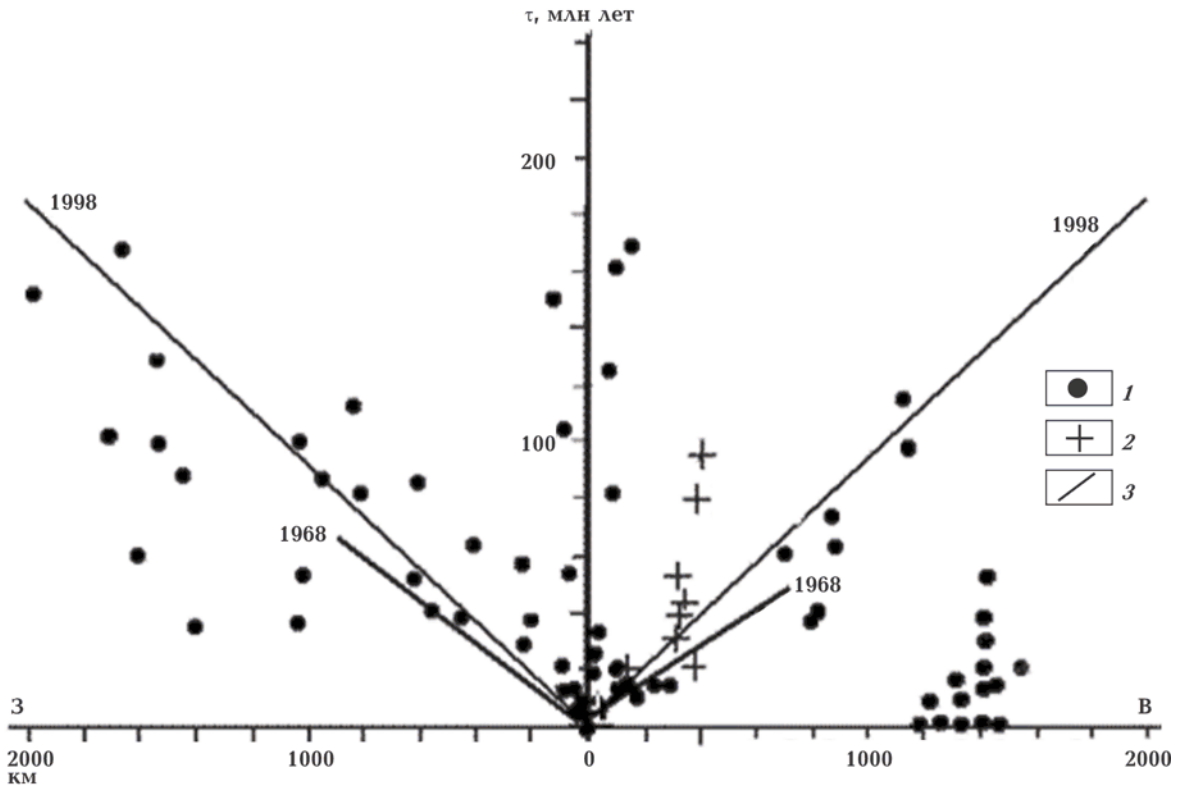


Рис. 19. Сравнение возрастов магматических пород Атлантики (1) и окраины Арктического океана (2) на разных расстояниях от оси САХ с «возрастом коры» по полосовым аномалиям (3).

Обсуждение проблем интерпретации палосовых аномалий можно продолжить, но для целей данной статьи это излишне. Основной вопрос — можно ли по аномалиям определить возраст коры? С точки зрения автора, отождествление возраста коры с возрастом вулканитов ее верхних слоев само по себе нелепо. Возрасты пород нижнего слоя рассмотрены выше, они не имеют никакого отношения к приписываемым ГТП. На рис. 19 приведены данные о возрастах магматических пород Атлантического океана, сопоставленных с расстояниями от оси САХ (естественно, исключены древние породы рифтового трога). Это распределение сравнивается с изменением «возраста океанической коры» по магнитным данным.

Едва ли нужно рассматривать подробности определения возраста по такому материалу, это неоднократно делалось ранее [Мейергофф, Мейергофф, 1974 и др.]. Скорее, следует просто согласиться с мнением В. М. Гордина, что «... апелляция к впечатляющим совпадениям «независимых» определений возраста литосферы по данным магнитной съемки и глубоководного бурения иллюзорна. На самом деле эти совпадения определены технологией идентификации аномалий, основанной на увязке магнитных профилей со скважинными реперами и устранении возникающих расхождений посредством коррекции датировок и (или) перенумерации аномалий».

В условности оценок «магнитного возраста» убеждает также сопоставление различных аномалийных шкал между собой, демонстрирующее деформации стандартной последовательности инверсий: сдвиги, сжатие и растяжение, превосходящие длительность идентичных магнитных эпох. Уподобляя аномалийную шкалу «эталонной линейке», приходится признать, что определение магнитного возраста литосферы — это измерение с резиновым эталоном со всеми вытекающими отсюда последствиями» [Гордин, 2002, с. 28].

Датировка процессов расширения Атлантики не избежала описанного для континентов разнообразия мнений. Насколько может судить автор, вариант (см. рис. 19) равномерного спрединга, начиная со средней юры, широко распространен. Но, например, приводимая в работе [Силантьев и др., 1992] подборка представлений различных сторонников ГТП предполагает сначала спрединг в Тетисе, только с мела — в САХ (множество осложнений процесса, которые не могли не сказаться на рас-

пределении изохрон) и только с миоцена — современную форму расширения.

ГТП в переходных зонах. Ситуация в переходных зонах атлантического типа не привлекает особого внимания сторонников плитовой тектоники. Ведь в гипотезе отсутствует ответ на простой вопрос: почему на контакте океанической плиты с континентом где-то возникают зоны субдукции, а где-то нет? Речь идет о наблюдаемой ситуации, а не о блуждающих террейнах и захлопывающихся океанах прошлого, вся «мощь» анализа которых с помощью ГТП кратко рассмотрена выше. Будем далее оперировать данными по переходным зонам тихоокеанского типа, прежде всего, Курило-Камчатской, известной автору лучше других.

Здесь по ГТП литосферные плиты погружаются под континенты, представлены задуговое море, островные дуги (частично на окраинах континента), глубоководный желоб и окраинные валы на краях погружающихся плит. Эти регионы изучены гораздо лучше океанов, иногда описания их современной структуры и геологической истории приближаются к достигнутым на континентах, что сужает поле для плитово-тектонических фантазий в канонических рамках гипотезы. Результат — не отказ от гипотезы, а оснащение ее дополнительными элементами.

В задуговых морях нет СОХ, тем не менее магматизм, на современной стадии максимально приближающийся к дугам, соответствует по составу магматизму спрединговых хребтов [Фролова и др., 1989; Петрологические..., 1996 и др.]. Что же это? Ответ сторонников ГТП — «рассеянный спрединг» (спрединг над субдуцирующей плитой!). Больше никаких объяснений автору найти в литературе не удалось, скорее всего, это просто набор слов. На внешней, океанической стороне желоба и в его пределах среди прочих распространен комплекс магматических пород, полностью совпадающий с островодужным. По «объяснению» сторонников ГТП (состоящему только из этих слов), это — «рассеянная субдукция» [Петрологические..., 1996]. Возможно, кто-то может представить себе механизм рассеянной субдукции, но не автор настоящей статьи. В стандартной плитово-тектонической трактовке глубинного процесса в переходной зоне тихоокеанского типа предполагается, что погружающееся вещество в пределах конвективной ячейки возвращается к зоне спрединга. В данном случае трудно понять, о какой зоне идет речь. На этой широте имеется только САХ. Однако

автору ни разу не приходилось видеть описания путешествия слэба под Северной Америкой. По мнению других сторонников ГТП, субдуцирующая плита на глубине нескольких сотен километров не возвращается на восток, а устремляется на тысячи километров на запад, накапливает материал для современного, а ранее — герцинского магматизма Сибирской и Китайской платформ [Коваленко и др., 2010 и др.] (как это могут проделывать плиты, погружающиеся навстречу друг другу с разных сторон некоторых островных дуг, авторов не интересует). Может быть, слэб так далеко и не уходит, тормозится в сотнях километров от места погружения [Жао и др., 2010]. В последнее время появилась тенденция привязать к зоне субдукции и перемещения противоположного направления. Бывшие блоки континентальной коры, достигшие при погружении уровня метаморфизма, характерного для раздела М и верхов мантии, здесь поднимаются на поверхность [Геря, 1999]. Эта очень содержательная, хотя и несколько инфантильная, жизнь переходной зоны и окрестностей дополняется (см. выше) стаями террейнов, путешествующих по своим маршрутам, никак не согласованными с главными маршрутами слэбов (понять бы, с какими?). И что бы ни происходило, как и в Карпатах (см. выше), весь имеющийся геологический и геофизический материал этому соответствует. Если детальнее проанализировать эти соответствия, то окажется, что на словах авторами каждой геодинамической модели признаны соответствующими их схеме 2—3 факта. И все факты, на которых базируются приведенные выше представления о глубинных процессах переходной зоны, не учитываются, когда оказывается, что зона субдукции перескакивает (в частности, Курило-Камчатская — на восток) с амплитудой в десятки километров и периодичностью порядка от одного до нескольких десятков миллионов лет [Авдейко и др., 2006 и др.].

Кое-что все же пришлось не согласовывать даже на таком уровне, а просто проигнорировать.

1. В Курило-Камчатской системе островных дуг представлен комплекс пород, обычно считающийся производной внутриплитного магматизма [Volynets, 1994]. Автору не приходилось встречать какого-либо объяснения этого факта (кроме обычного набора слов о внезапно включившейся и столь же «своевременно» выключившейся «горячей точке» или блоке перидотита типа субстрата MORB, который

почему-то не мог интенсивно плавиться, как в 30—50 км западнее, и т. п.). Более того, при определении состава «островодужного комплекса» (по которому затем диагностируется «геодинамическая обстановка» везде и всюду вплоть до архея щитов) «внутриплитные» мафиты и ультрамафиты не учитываются. Типичный прием — если это не нужно ГТП, то об этом можно забыть.

2. Субдукция эффективна только при достаточной длительности процесса, сопоставимой с возрастом наиболее древней океанической коры — порядка 150 млн лет или больше (с учетом возраста платформенного магматизма [Коваленко и др., 2010 и др.] — 250 млн лет). Таким же должен быть возраст желоба. Уже при первых сейсмических работах и изучении осадков желобов (Курило-Камчатского, Японского, Марианского) обнаружено, что это не так. Возраст начала погружения оценен как 20—40 млн лет [Рудич, Удинцев, 1987 и др.]. Более детальные исследования показали, что осадки желобов накопились до достижения ими роли впадины-барьера, а в этом качестве они очень молоды (0,5—1,0 млн лет). Приведем выводы одного из таких исследований Северо-Западной котловины Тихого океана.

«Снос терригенных осадков происходил с кордильер Японии, Курил и Камчатки по единой сети речных долин, подводных каньонов и долин конусов выноса (абиссальные каналы) в среднем-позднем миоцене — раннем плейстоцене на фоне трансгрессии Тихого океана, затопившего обширный пенеплен (поднятие Дарвина) до заложения Курило-Камчатского, Японского и Идзу-Бонинского глубоководных желобов» [Ломтев и др., 1997, с. 39]. Количество и характер размещения накопившегося терригенного материала хорошо согласуется с «производительностью» кордильер. «Датирование тихоокеанских желобов говорит в пользу их недавнего (0,5—1 млн лет) заложения (средний плейстоцен)...» [Ломтев и др., 1997, с. 28]. В районах мористее появившихся желобов резко изменился темп седиментации и состав осадков на краю плиты: начинает работать эффект «впадины-барьера».

Орегонско-Вашингтонский желоб окраины Северной Америки и Южно-Чилийский желоб Южной Америки полностью засыпаются осадками, через них продолжается прежний снос терригенного материала на окраины плит Каскадия и Гумбольта. Здесь особенно ясна картина начала погружения блока желоба (рис. 20). Глубина дна в рассматриваемом

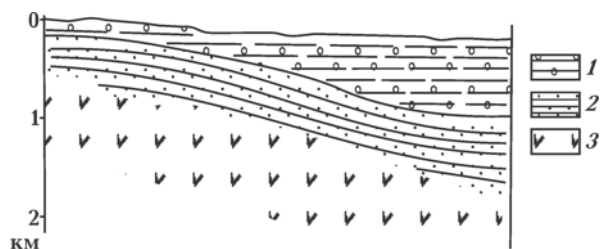


Рис. 20. Структура желоба в переходной зоне от Северной Америки к Тихому океану в районе устья р. Колумбия [Удинцев, 1987]: 1 — горизонтально-слоистые турбидиты верхнего плейстоцена (0—0,5 млн лет), 2 — параллельно-слоистые турбидиты и грубозернистые осадки нижнего плейстоцена (0,5—1,8 млн лет) и плиоцена (1,8—5 млн лет), 3 — акустический фундамент.

районе — около 3 км. Есть основания считать, что породы раннего плейстоцена — плиоцена образовались на глубинах, превышающих современные на 0,2—0,7 км и погрузились только в позднем плейстоцене, т. е. возраст желоба меньше начала позднего плейстоцена [Удинцев, 1987].

3. Погружение литосферной плиты в зоне субдукции подразумевает совершенно определенное распределение гипоцентров землетрясений (они должны достигать максимальной концентрации в начале нисходящей траектории, где плита и вмещающая среда еще холодные и максимально жесткие) и положительных

аномалий скорости распространения сейсмических волн (холодная плита может быть относительно высокоскоростной). Построение детальных сейсмологических моделей для коры и верхней мантии региона обнаруживает другие особенности структуры и сейсмичности зоны (рис. 21). Концентрация гипоцентров в районе оси желоба минимальна, она растет до максимума лишь на удалении в 50—100 км в направлении суши, т. е. уже за пределами желоба. И распределение положительных аномалий скорости мало напоминает прогнозируемое.

4. Среди сторонников ГТП распространено представление о том, что механизмы землетрясений зон субдукции указывают на направление растяжения и сжатия, совпадающие с траекторией погружения плиты. В частности, на небольшой глубине на островных склонах желобов они соответствуют образованию пологих надвигов [Isacks, Molnar, 1971 и др.]. Исследования механизмов большого числа землетрясений переходных зон Тихого океана (в том числе и использованных названными выше авторами), прежде всего, Курило-Камчатской, позволили установить, что эти утверждения не соответствуют действительности [Балакина, 2002 и др.]. «Сторонники гипотезы тектоники плит выбирают пологие нодальные плоскости в решениях механизмов очагов в качестве раз-

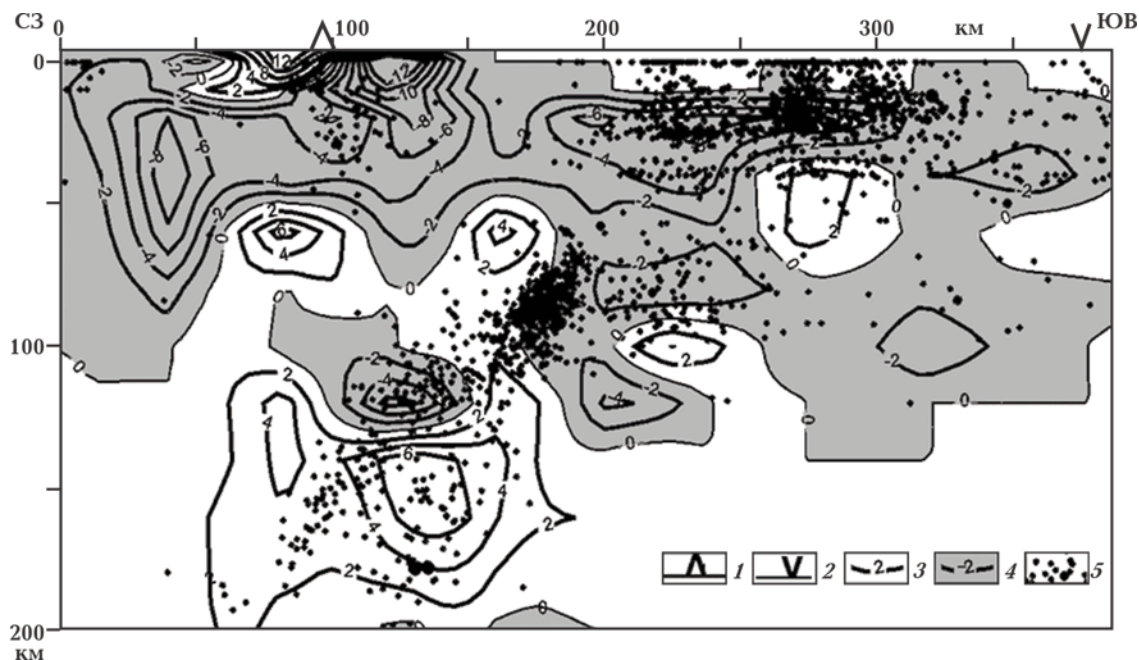


Рис. 21. Распределение аномальных (отсчитанных от среднего в регионе распределения) скоростей продольных сейсмических волн (в $\pm 0,1$ км/с) вдоль профиля через южную Камчатку и прилегающую часть акватории [Низкоус и др., 2006]: 1 — вулканическая дуга, 2 — ось глубоководного желоба, 3, 4 — изолинии аномальных скоростей (3 — положительных, 4 — отрицательных), 5 — гипоцентры землетрясений.

рывов в очагах поверхностных землетрясений на том основании, что последние лучше согласуются с идеей субдукции. Не могут быть доказательством существования пологих надвигов оценки параметров разрывов в очагах путем сопоставления наблюдаемых и теоретических сейсмограмм ввиду неоднозначности решения соответствующей обратной задачи» [Балакина, 2002, с. 132]. Реальные перемещения, соответствующие изученным механизмам очагов, на глубине до 70—100 км преимущественно направлены почти вертикально вниз, на больших глубинах преобладающая вертикальность сохраняется, а направление варьирует от района к району [Балакина, 2002].

5. На океаническом склоне желоба, осложненного валом Зенкевича (Хоккайдо) и поднятием Обручева, на уступах продольных разломов обнаружено множество геологических особенностей, которые делают его резко отличным от типично океанического региона [Сергеев и др., 1983; Рудич, Удинцев, 1987; Васильев, 1989; Тектоносфера..., 1992; Петрологические..., 1996; Ломтев и др., 1997; Ломтев, 2008 и др.]. «В повторяющейся последовательности снизу вверх установлено несколько разнотипных и, по-видимому, разновозрастных (позднее возраст был определен — авт.) комплексов пород. Первый, наиболее древний, представлен биотитовыми гнейсами, амфиболитами, мраморами, кварцитами и биотит-амфиболовыми гнейсами. Вверх по склону они сменяются андезитами, базальтами, фельзитами, песчаниками и гравелитами, над которыми лежат кварцевые порфиры, фельзиты, андезит-дацитовые и дацитовые порфиры. Вышележащий комплекс представлен субаэральными образованиями и отложениями — липаритами, их лавами, игнимбритами, туфами и туффитами. Все эти комплексы не только сходны с метаморфическими, магматическими и осадочными сериями Камчатки, но и повторяют их последовательность» [Рудич, Удинцев, 1987, с. 24]. На основании этих и других данных в работе [Лом-

тев, 2008] рассмотрена эволюция коры части Северо-Западной котловины Тихого океана до океанизации. Ее начальная мощность оценена примерно в 33 км. Таким образом, край Северо-Западной плиты Тихого океана не имеет ничего общего с результатом спрединга.

6. Выше приведена оценка по максимуму объема магматизма зоны спрединга Тихого океана — 0,3 км³/год. В вулканах Тихоокеанского кольца вычислена «производительность» вулканов, учитывая только продукты, поступившие на поверхность (т. е. оценка по минимуму). По данным работ [Апродов, 1982; Гуценко, 1979; Набоко, 1967; Ритман, 1964 и др.] она может быть оценена в 1,2 км³/год. Конечно, обе цифры неточны, но разница слишком значительна, чтобы ее считать случайной. ГТП не объясняет как выплавление из плиты, созданной спредингом, может в несколько раз превосходить ее объем. Подключение плавления в литосферном клине [Авдейко и др., 2006 и др.] под влиянием флюидов из погружающейся плиты (т. е. для плавления материала плиты флюидов недостаточно, а для ультрамафитов литосферного клина хватает и их части) представляется натяжкой. Кроме того, реальные глубины очагов под дугами оказываются практически такими же, как и в остальных частях океанов [Гордиенко, Гордиенко, 2013 и др.].

Параметры очагов для дуг, естественно, получены по данным Тихоокеанского кольца. Выявлены и параметры коровых очагов на 20—30 и 3—6 км, они не показаны в табл. 3, так как считались производными от мантийных. Под островной дугой литосферный клин располагается на глубинах около 30—150 км. Предполагая влияние слэба на плавление прилегающей части литосферного клина, можно объяснить положение только одного мантийного очага из четырех.

Заключение. Приведенных фактов (их количество легко увеличить) более чем достаточно для отрицательной оценки рассмотренной гипотезы. Тем не менее распространение ГТП

Т а б л и ц а 3. Средние *PT*-параметры мантийных магматических очагов Тихого, Атлантического и Индийского океанов (значения округлены до 5 км и 50 °С)

| Регион | 1-й этаж | | 2-й этаж | | 3-й этаж | | 4-й этаж | |
|--------------------|----------|------|----------|------|----------|------|----------|------|
| | км | °С | км | °С | км | °С | км | °С |
| СОХ | 190 | 1650 | 140 | 1500 | 80 | 1300 | 50 | 1250 |
| Асейсмичный хребет | 180 | 1600 | 140 | 1500 | 85 | 1350 | 55 | 1250 |
| Котловина | 195 | 1650 | 140 | 1450 | 90 | 1350 | 55 | 1250 |
| Островная дуга | 205 | 1650 | 150 | 1550 | 85 | 1350 | 50 | 1200 |

повсеместно. Разгадку этого феномена предлагает в одной из последних работ В. В. Белоусов.

«...Все преграды сняты. Возможны любые движения и вращения плит любого размера... В любом месте, в любое время могут возникать и вновь исчезать зоны спрединга, субдукции и обдукции... Исследователь сам определяет надлежащий размер плит, их форму, направление и время их перемещений и вращений. И вместе с тем он полностью освобожден от забот о том, почему и как образовались эти плиты, почему происходят их перемещения.

Такие условия полного произвола... создают, конечно, идеальные условия для «объяснения» любой структурной обстановки. Эта возможность и является привлекательной стороной тектоники плит. Она гипнотизирует, создает чувство удовлетворенности окончательностью суждений. Научное творчество из вечного поиска, постоянных сомнений превращается в спокойную упрощенную маркировку явлений по стандартным правилам. От такого умственного комфорта отказаться, конечно, трудно» [Белоусов, 1991, с. 10].

Можно добавить к названной причине еще и власть авторитета. Автору много раз пришлось слышать, что ГТП верна, так как ее признает сам В. Е. Хаин. Ю. Н. Авсюк, написавший предисловие к книге «Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы», у которого автор позаимствовал эпиграф (уж очень хорош!), приводит историю определения периода обращения Меркурия. Он был установлен Д. Скиапарелли в 1889 году равным 88 суткам и периоду орбитального движения. Сторонники знаменитого астронома в течение 75 лет подтверждали этот результат новыми данными наблюдений на все более совершенной аппаратуре. После установления радиоастрономи-

ческими методами реального периода обращения в 55 суток проверка этих данных показала, что они дают период 50—60 суток [Авсюк, 2002]. Сила авторитета велика, но уже Роджеру Бэкону (1214—1294) было понятно, что «Есть три источника знания: авторитет, разум и опыт. Однако авторитет недостаточен, если у вас нет разумного основания, без которого он вызывает не понимание, а лишь принятие на веру. ...И разум один не может отличить софизма от настоящего доказательства, если не может оправдать свои выводы опытом» [История..., 1981, с. 58—59]. Р. Бэкон, францисканец и профессор богословия в Оксфорде, провел 12 лет в тюрьме за порицание неблагоприятных поступков коллег, принижавшее авторитет церкви. Прошло 700 лет. Наши современники, иногда признавая, что «подтягивают» свои результаты под ГТП, ссылаются кроме мнения признанных лидеров на невозможность иначе получать гранты, печататься в престижных изданиях, отклоняющих статьи при одном упоминании геосинклинали. Впрочем, этические проблемы возникают у людей с нормальным геологическим образованием. Геологи поколений, выросших в период господства ГТП, не получили от своих преподавателей сведений об простейших геологических фактах и методах их анализа. Профессионального уровня (речь идет не о частных задачах, в решении многих из которых современная геология быстро и успешно развивается) они могут достичь только самостоятельно, но далеко не у каждого присутствует такое стремление.

Свойства человеческой природы, способствовавшие заражению большинства членов мирового геологического сообщества бациллой плитовой тектоники, не из лучших. Поэтому выздоровление будет долгим.

Список литературы

- Авдейко Г. П., Палуева А. А., Хлеборогова О. А. Геодинамические условия вулканизма и магмообразования Курило-Камчатской островодужной системы // Петрология. — 2006. — № 3. — С. 248—265.
- Авсюк Ю. Н. Предисловие // Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. — Москва: ИФЗ РАН, 2002. — С. 3—4.
- Александров Е. Б., Гинзбург В. Л. О лженауке и ее пропагандистах // Вестник РАН. — 1999. — 69, № 3. — С. 199—202.
- Андреев С. И. Геолого-тектоническая карта Мирового океана. — 1:15 000 000. — Санкт-Петербург: Изд. ВНИИ Океанологии. — 2004.
- Апрогов В. А. Вулканы. — Москва: Мысль, 1982. — 348 с.
- Артюшков Е. В. Континентальная кора на хребте Ломоносова, поднятии Менделеева и в котловине Макарова. Образование глубоководных впадин в неогене // Геология и геофизика. — 2010. — № 11. — С.1515-1530.

- Балакина Л. М. Субдукция и механизмы землетрясений // Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. — Москва: ИФЗ РАН, 2002. — С. 120—141.
- Белоусов В. В. Основы геотектоники. — Москва: Недра, 1975. — 262 с.
- Белоусов В. В. Переходные зоны между континентами и океанами. — Москва: Недра, 1982. — 152 с.
- Белоусов В. В. Тектоника плит и тектонические обобщения // Геотектоника. — 1991. — № 2. — С. 3—12.
- Белоусов В. В. Эндогенные режимы материков. — Москва: Недра, 1978. — 232 с.
- Блюман Б. А. Выветривание базальтов и несогласия в коре океанов: возможные геодинамические следствия // Региональная геология и металлогения. — 2008. — 35. — С. 72—86.
- Бондаренко Г. Е., Дигенко А. Н. Новые геологические и палеомагнитные данные о юрско-меловой истории Омолонского массива // Геотектоника. — 1997. — № 2. — С. 14—27.
- Борукаев Ч. Б. Некоторые принципиальные вопросы террейнового анализа (террейнология или террейномания?) // Геология и геофизика. — 1998. — № 10. — С. 1329—1334.
- Бэкон Ф. Сочинения: В 2 т. Новый органон. — Москва: Мысль, 1978. — Т. 2. — 214 с.
- Васильев Б. И. Вопросы строения и развития ложа Тихого океана // Тихоокеанская геология. — 1989. — № 4. — С. 3—10.
- Вегенер А. Происхождение континентов и океанов. — Ленинград: Наука, 1984. — 285 с.
- Венинг-Мейнес Ф. Гравиметрические наблюдения на море. Теория и практика. — Москва: Госгеолтопиздат, 1940. — 211 с.
- Гарецкий Р. Г., Каратаев Г. И., Данкевич В. И. Оценка перспектив алмазности территории Беларуси по данным глубинной геофизики // Литасфера. — 2005. — № 2. — С. 102—114.
- Геологическое строение и происхождение Тихого океана / Ред. Б. И. Васильев. — Владивосток: Дальнаука, 2005. — 167 с.
- Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие / Ред. В. К. Гавриш. — Киев: Наук. думка, 1989. — 206 с.
- Геря Т. В. Р-Т тренды и модель формирования гранулитовых комплексов докембрия: Дис. ... д-ра геол.-мин. наук / МГУ. — Москва, 1999. — 282 с.
- Голубева Э. Д. Эволюция магматизма Тихого океана. — Владивосток: Дальнаука, 2009. — 132 с.
- Гордиенко В. В. Адвекционно-полиморфная гипотеза процессов в тектоносфере. — Киев: Корвін пресс, 2007. — 172 с.
- Гордиенко В. В. Глубинные процессы в тектоносфере Земли. — Киев: Изд. ИГФ НАНУ, 1998. — 85 с.
- Гордиенко В. В. О докембрийских глубинных процессах в тектоносфере континентов // Геофиз. журн. — 2009. — 31, № 5. — С. 85—102.
- Гордиенко В. В. Процессы в тектоносфере Земли (Адвекционно-полиморфная гипотеза). — Saarbrücken: LAP, 2012. — 256 с.
- Гордиенко В. В. Тепловые аномалии геосинклиналей. — Киев: Наук. думка, 1975. — 142 с.
- Гордиенко В. В., Гордиенко Л. Я. РТ-условия в мантийных магматических очагах под Тихим океаном // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2013. — № 2. — С. 47—63.
- Гордиенко В. В., Завгородняя О. В., Якоби Н. М. Тепловой поток континентов. — Киев: Наук. думка, 1982. — 184 с.
- Гордун В. М. Об интерпретации аномалий магнитного поля океанов по Вайну—Мэттьюзу // Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. — Москва: ИФЗ РАН, 2002. — С. 27—29.
- Гордун В. М., Михайлов В. О., Требина Е. С. Магнитное поле и магнитоактивный слой Южно-Атлантического хребта // Сравнительная тектоника континентов и океанов. — Москва: МГК, 1987. — С. 430—451.
- Гущенко И. И. Извержения вулканов мира (каталог). — Москва: Наука, 1979. — 475 с.
- Джеффрис Г. Земля, ее происхождение, история и строение. — Москва: Изд-во Иннострлит, 1960. — 484 с.
- Дмитриев Л. В., Соболев А. В., Рейснер М. Г., Мелсон В. Дж. Петрохимические группы закалочных стекол ТОР (толеиты океанических рифтов) и их распределение в Атлантическом и Тихом океанах // Магматизм и тектоника океана (проект «Литос»). — Москва: Наука, 1990. — С. 43—107.
- Дослідження сучасної геодинаміки Українських Карпат / Ред. В. І. Старостенко. — Київ: Наук. думка, 2005. — 256 с.
- Жао Д., Пирайно Ф., Лиу А. Структура и динамика мантии под восточной Россией и прилегающими регионами // Геология и геофизика. — 2010. — № 9. — С. 1188—1203.

- Завойський В. М.* Магнітна анізотропія порід і використання її для розв'язку структурних задач: Автореф. дис. ... д-ра фіз.-мат. наук. — Київ, 1999. — 34 с.
- Зонненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Кононов М. В.* Абсолютные реконструкции положения континентов в палеозое и раннем мезозое // Геотектоника. — 1987. — № 3. — С. 16—27.
- Зонненшайн Л. П., Кузьмин М. И., Натанов Л. М.* Тектоника литосферных плит территории СССР. Кн. 2. — Москва: Недра, 1990. — 334 с.
- Истомин А. Н., Еввоцук Н. И.* Геодинамические условия формирования Днепровско-Донецкой впадины // Геофиз. журн. — 2002. — 24, №6. — С. 143—155.
- История средних веков.* Хрестоматия. Часть II. — Москва: Просвещение, 1981. — 287 с.
- Коваленко В. И., Ярмолюк В. В., Богатилов В. А.* Новейший вулканизм и его связь с процессами литосферного взаимодействия и глубинной геодинамики // Геология и геофизика. — 2010. — № 9. — С. 1204—1221.
- Когарко Л. Н., Асавин А. М.* Региональные особенности щелочных первичных магм Атлантического океана // Геохимия. — 2007. — № 9. — С. 915—932.
- Колосков А. В., Пузанков М. Ю., Пирожкова Е. С.* Включения ультрамафитов в базальтоидах островных дуг: к проблеме состава и генезиса переходного слоя «коро-мантийной смеси» в островодужных системах // Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы. — Петропавловск-Камчатский: ДВО РАН, 2001. — С. 123—152.
- Костицын Ю. А., Белоусова Е. А., Бортников Н. С., Зингер Т. Ф., Шарков Е. В.* U-Pb возраст и изотопный состав Hf цирконов из интрузивных пород осевой зоны Срединно-Атлантического хребта — исследования методом LA-ICP-MS: Тез. семинара «Геохимия щелочных пород» школы «Щелочной магматизм Земли». — Москва: ГЕОХИ РАН, 2008.
- Кузнецов В. В.* Модель дрейфа виртуальных геомагнитных полюсов в момент инверсии // Геофизические методы изучения земной коры. — Новосибирск: СО РАН, 1998. — С. 84—91.
- Кузнецов В. В.* Физика Земли и Солнечной системы. — Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1990. — 216 с.
- Кунин Н. Я.* Строение литосферы континентов и океанов. — Москва: Недра, 1989. — 288 с.
- Кусниц Н. И., Стовба С. Н., Стифенсон Р. А.* Особенности формирования северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины по данным прямого и обратного двумерного моделирования // Геофиз. журн. — 1997. — № 1. — С. 14—21.
- Ломакин И. Э.* Рельеф подводных гор и поднятий и тектоника дна Атлантического и Индийского океанов: Автореф. ... д-ра геол. наук / ИГН НАНУ. — Киев, 2013. — 39 с.
- Ломтев В. Л.* Новые данные по тектонике и магматизму Северо-Западной Пацифики // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2008. — № 4. — С. 93—105.
- Ломтев В. Л., Патрикеев В. Л., Демченко Г. С.* Сейсмо-стратиграфия кайнозойского осадочного чехла Северо-Западной плиты Тихого океана // Геодинамика тектоносферы зоны сочленения Тихого океана с Евразией. Структура и вещественный состав осадочного чехла Северо-Запада Тихого океана. — Южно-Сахалинск: ИМГТ ДВО РАН, 1997. — Т. IV. — С. 21—41.
- Макаренко Г. Ф.* Периодичность базальтов, биокризысы, структурная симметрия Земли. — Москва: Геоинформмарк, 1997. — 98 с.
- Мейергофф А., Мейергофф Г.* Новая глобальная тектоника — основные противоречия // Новая глобальная тектоника. — Москва: Мир, 1974. — С. 377—445.
- Милановский Е. Е.* Альфред Вегенер. — Москва: Наука, 2000. — 239 с.
- Набоко С. И.* Советская вулканология // Вопросы географии Камчатки. — 1967. — Вып. 5. — С. 12—17.
- Низкоус И. В., Кислинг Э., Санина И. А., Гонтовая Л. И.* Скоростные свойства литосферы переходной зоны океан-континент в районе Камчатки по данным сейсмической томографии // Физика Земли. — 2006. — № 4. — С. 18—29.
- Никонов А. А.* Голоценовые и современные движения земной коры. — Москва: Наука, 1977. — 240 с.
- Парфенов Л. М., Ноклеберг У., Монгер Дж., Нортон И., Стоун Д., Фуджита К., Ханчук А. И., Шолл Д.* Формирование коллажа террейнов орогенных поясов севера Тихоокеанского обрамления // Геология и геофизика. — 1999. — № 11. — С. 1563—1574.
- Петрологические провинции Тихого океана /* Ред. И. Н. Говоров. — Москва: Наука, 1996. — 439 с.
- Печерский Д. М., Геншафт Ю. С.* Петромагнетизм континентальной земной коры: итоги XX века // Физика Земли. — 2002. — № 1. — С. 4—36.
- Печерский Д. М., Дигенко А. Н.* Палеоазиатский океан: петромагнитная и палео-магнитная инфор-

- мация о его литосфере. — Москва: ОИФЗ РАН, 1995. — 296 с.
- Печерский Д. М., Сафонов В. А.* Палинспастические реконструкции положения Горного Крыма в средней юре — раннем мелу на основе палеомагнитных данных // Геотектоника. — 1993. — № 1. — С. 96—105.
- Погребицкий Ю. Е., Трухалев А. П.* Проблема формирования Срединно-Атлантического хребта в связи с составом и возрастом пород его метаморфического комплекса // Спорные аспекты тектоники плит и возможные альтернативы. — Москва: ОИФЗ РАН, 2002. — С. 189—203.
- Подводный вулканизм.* — 2013. — makvak.com/maldivy/150-sovremenniy-vulkanizm.
- Подгорных Л. В., Хуторской М. Д.* Геотермическая асимметрия срединно-океанических хребтов // Тепловое поле Земли и методы его изучения. — Москва: Изд-во РУДН, 2000. — С. 164—172.
- Попова А. К.* Тепловой поток на акваториях // Сравнительная тектоника континентов и океанов. — Москва: МГК СССР, 1987. — С. 34—42.
- Пушаровский Ю. М.* Критические замечания о плейт-тектонике // Тихоокеанская геология. — 1999. — № 6. — С. 131—133.
- Ритман А.* Вулканы и их деятельность. — Москва: Мир, 1964. — 438 с.
- Рудич Е. М.* Движущиеся материки и эволюция океанического ложа. — Москва: Недра, 1983. — 272 с.
- Рудич Е. М.* Расширяющиеся океаны: факты и гипотезы. — Москва: Недра, 1984. — 252 с.
- Рудич Е. М., Удинцев Г. Б.* О единстве принципов построения тектонической карты океанов и континентов // Сравнительная тектоника континентов и океанов. — Москва: МГК, 1987. — С. 10—33.
- Семаков Н. Н.* Проблемы палеомагнитной терминологии // Геофизические методы изучения земной коры. — Новосибирск: СО РАН, 1998. — С. 98—101.
- Семенова Г. И.* Структура земной коры Тихого океана // Сравнительная тектоника континентов и океанов. — Москва: МГК СССР, 1987. — С. 85—94.
- Сергеев К. Ф., Красный М. А., Неверов Ю. Л., Остапенко В. Ф.* Вещественный состав кристаллического фундамента юго-западного окончания вала Зенкевича // Тихоокеанская геология. — 1983. — № 2. — С. 3—8.
- Сергиенко Е. С., Шашканов В. А.* Палеонапряженность геомагнитного поля во время кайнозойских инверсий // Физика Земли. — 1999. — № 6. — С. 66—75.
- Силантьев С. А.* Метаморфические породы дна Атлантического океана. — Москва: Наука, 1984. — 103 с.
- Силантьев С. А., Базылев В. А., Клиггорг К., Кэйси Дж., Кузьмин М. И., Ломакин И. Э., Сборщиков И. Д.* Вещественный состав третьего слоя океанической коры Северной Атлантики (40—51° с.ш.) // Геохимия. — 1992. — № 12. — С. 1415—1435.
- Силантьев С. А., Левский Л. К., Аракелянц М. М., Лебедев В. А., Vougaault H., Cannat M.* Возраст магматических и метаморфических событий в САХ: интерпретация данных изотопного К-Аг датирования // Российский журнал наук о Земле. — 2000. — 2, № 3. — С. 269—278.
- Стенон Н.* О твердом, естественно содержащемся в твердом. — Москва—Ленинград: Изд-во АН СССР, 1957. — 153 с.
- Табунов С. М., Томановская Ю. И., Старицына Т. Н.* Комплексы горных пород ложа Тихого океана в районе разломов Клариион-Клиппертон // Тихоокеанская геология. — 1989. — № 4. — С. 11—20.
- Тектоника и проблемы нефтегазоносности Северной Атлантики / Ред. А. А. Красильщиков, М.Н. Мирзаев.* — Ленинград: Недра, 1981. — 200 с.
- Тектоносфера Тихоокеанской окраины Азии / Под ред. К. Ф. Сергеева, В. В. Гордиенко, М. Л. Красного.* — Владивосток: ДВО РАН, 1992. — 238 с.
- Удинцев Г. Б.* Рельеф и строение дна океана. — Москва: Недра, 1987. — 240 с.
- Фролов В. Т., Фролова Т. И.* Происхождение Тихого океана. — Москва: МАКС Пресс, 2011. — 52 с.
- Фролова Т. И., Перчук Л. А., Бурикова И. А.* Магматизм и преобразование земной коры активных окраин. — Москва: Недра, 1989. — 262 с.
- Хаин В. Е.* Геотектоника на новом переломе своего развития // Геотектоника. — 1996. — № 6. — С. 8—42.
- Хаин В. Е.* О современном положении в теоретической геотектонике и вытекающих из него задачах // Геотектоника. — 1972. — № 4. — С. 3—34.
- Хаин В. Е.* Региональная геотектоника. Альпийский Средиземноморский пояс. — Москва: Недра, 1984. — 344 с.
- Хаин В. Е.* Региональная геотектоника. Северная и Южная Америка, Антарктида. Африка. — Москва: Недра, 1971. — 548 с.
- Хаин В. Е.* Учение о геосинклиналях и тектоника плит // Геотектоника. — 1986. — № 5. — С. 3—12.

- Хаин В. Е., Ломизе М. Г. Геотектоника с основами геодинамики. — Москва: Изд-во. МГУ, 1995. — 476 с.
- Чекунов А. В. Геологія України, суміжних районів Тетиса і нова глобальна тектоніка // Геол. журнал. — 1976. — № 3. — С. 3—19.
- Шейнманн Ю. М. Новая глобальная тектоника и действительность // БМОИП. Серия геол. — 1973. — Вып. 5. — С. 5—28.
- Щербак Н. П., Артеменко Г. В., Лесная И. М., Пономаренко А. Н. Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей. — Киев: Наук. думка, 2005. — 246 с.
- Югін В. В., Артеменко В. М. Нова збалансована модель складчастого Донбасу // Мінеральні ресурси України. — 1996. — № 2. — С. 14—17.
- Bauer L. On vertical electrical currents and relation between Terrestrial magnetism and atmospheric electricity // Terr. Magn. — 1920. — 25, № 4. — P. 145—162.
- Campsie J., Neumann E., Jonson L. Dredged volcanics rocks from the southern oceans: the Eltanin collection // N.Z. J. Geol. Geophys. — 1983. — 26. — P. 31—45.
- Deep Sea Drilling Project. Ocean Drilling Project. 1969 — 2007. — odp.tamu.edu/publications.
- Dietz R. Continent and ocean basin evolution by spreading of the sea floor // Nature. — 1961. — 190, № 4779. — P. 854—857.
- Famous Geologists // Encyclopedia of geology. v. 2. — Elsevier Ltd, 2005. — P. 153—174.
- Grenerczy G., Fejes L., Kenyeres A. Present crustal deformation pattern in the Pancardi Region: Constraints from Space Geodesy // EGU Stephan Mueller Spec. Publ. Series. — 2002. — № 3. — P. 65—77.
- Heidbach O., Ledermann P., Kurfe D., Peters G., Buchmann T., Matenco L., Negut M., Sperner B., Muller B., Nuckelt A., Schmitt G. Attached or not attached: slab dynamics beneath Vrancea, Romania // Papers International Symposium on Strong Vrancea Earthquakes and Risk Mitigation. — Bucharest, 2007. — P. 3—20.
- Hess H. History of the ocean basins // Petrologic Studies; A Volume in Honor of A. F. Buddington. — New York; Geol. Soc. Amer., 1962. — P. 599—620.
- Hope E. Geotectonics of the Arctic Ocean and the Great Arctic Magnetic Anomaly // J. Geophys. Res. — 1959. — № 4. — P. 407—427.
- Hutton J. Theory of the Earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution and restoration of land upon the Globe // Transactions of the Royal Society of Edinburgh. — 1788. — 1, № 2. — P. 209—304.
- Irving E. Paleomagnetism and its application to geological and geophysical problems. — New York: J. Wiley and Sons, 1964. — 399p.
- Isacks B., Molnar P. Distribution of stresses in the descending lithosphere from a global survey of focal-mechanism solutions of mantle earthquakes // Rev. Geophys. Space Phys. — 1971. — 9, № 1. — P. 103—174.
- Johnson H. Paleomagnetism of igneous rock samples. Rock Magnetic Properties of igneous rock samples— Leg 45. — DOI:10.2973/dsdp.proc.45.115.1979.
- MacDougall J. Continental flood basalts. — Dordrecht: Kulwer Academic Publisher, 1988. — 356 p.
- Morgan W. Rises, trenches, great faults and crustal blocks // J. Geophys. Res. — 1968. — 73, № 6. — P. 1959—1982.
- Schmidt A. Zur Frage der elektrischen Verticalströme // Z. f. Geophys. — 1924. — 1. — S. 281—284.
- Storetvedt K. Our evolution planet. Earth history in new perspective. — Bergen: Alma mater ferlag, 1997. — 456 p.
- Suess E. Das Antlitz der Erde. — Prag. Wien. Leipzig: F. Tempsky. Zweite auflag, 1892. — 779 s.
- Vine F., Matthews D. Magnetic anomalies over oceanic ridges // Nature. — 1963. — 199, № 4897. — P. 947—949.
- Volynets O. N. Geochemical types, petrology and genesis of Late Cenozoic volcanic rocks from the Kurile-Kamchatka island-arc system // Int. Geol. Rev. — 1994. — 36. — P. 373—405.