

УДК 550.8:551.2

**К.Ф.Тяпкин**

Национальный горный университет, Днепропетровск

## **ОБЩНОСТЬ И ОТЛИЧИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ ОРОГЕННЫХ СТРУКТУР В ПРЕДЕЛАХ ОКЕАНОВ И КОНТИНЕНТОВ**

---

*Открытие глобальной системы подводных хребтов в Мировом океане привело к необходимости решения проблемы их генезиса. В настоящее время наиболее популярными являются представления, согласно которым подводные хребты образовались в результате спрединга земной коры океанов, обусловленного конвекционными процессами в мантии. Пространственное положение хребтов на геоиде принимается в качестве индикаторов зон, в пределах которых восходящие ветви конвекционных потоков приближаются к земной поверхности. В статье обосновывается альтернативная точка зрения, вытекающая из Новой ротационной гипотезы структурообразования. Она заключается в том, что закономерности возникновения и последующего развития горных хребтов идентичны как на континентах, так и в океанах.*

**Ключевые слова:** океан, континент, тектоносфера, глубинные разломы, горные хребты.

### **Введение**

В середине прошлого столетия в процессе изучения Мирового океана была открыта глобальная система подводных океанических хребтов, общая протяженность которых порядка 80000 км. Ширина хребтов характеризуется значениями 500—1000 км. Вдоль гребневых частей хребтов наблюдаются отчетливо выраженные глубокие рвы, называемые срединными рифтами. На рис. 1 показано пространственное положение подводных океанических хребтов на фоне основных морфологических структур земной коры.

Наиболее изученным считается подводный хребет в Атлантическом океане. Он занимает в нем медианное положение и поэтому получил наименование Срединно-Атлантический. Площадь, занимаемая им, равна четверти площади океана. Рельеф хребта повсеместно сложный. Он образован чередованием вытянутых по простиранию гребней, ложбин, уступов, раздробленных плато, отдельных гор и поперечных желобов. Это многообразие форм рельефа укладывается в три морфологические зоны: гребневую (рифтовую) и фланги по обеим сторонам от нее. Хребет в целом

© К.Ф. ТЯПКИН, 2013

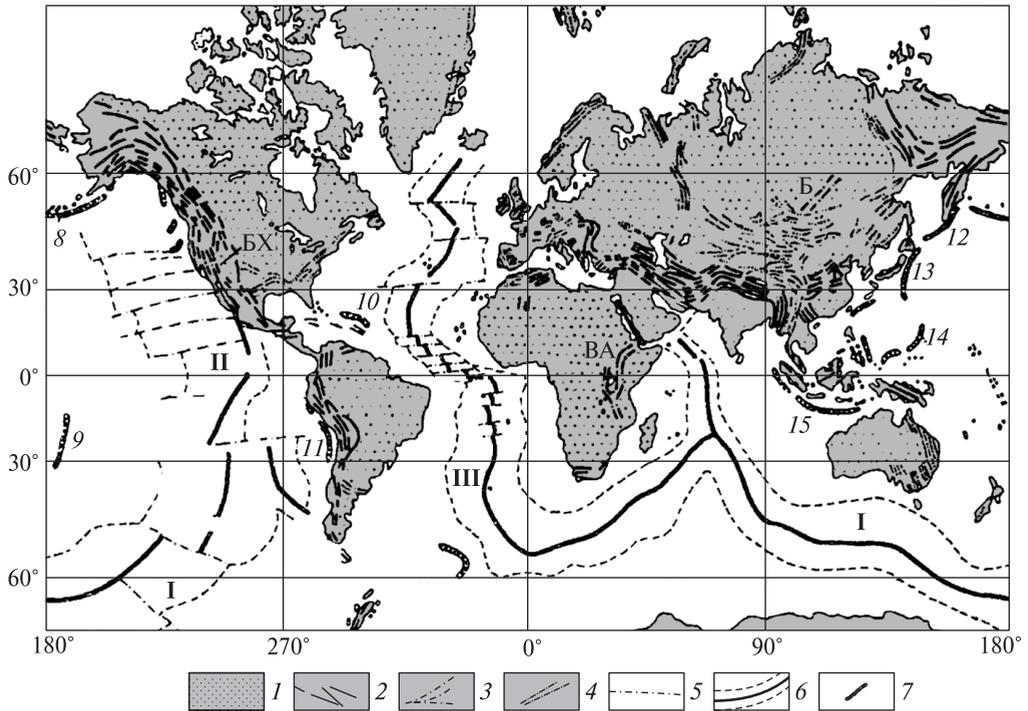
образует широкое поднятие высотой 2000—3000 м над дном окружающих котловин. Внешние границы хребта соответствуют границам переходов флангов к общей горизонтальной поверхности дна котловины, которая в центральной Атлантике находится на глубине 3000 м. Гребневая (рифтовая) зона приподнята относительно флангов на 1000—1500 м и характеризуется наиболее расчлененным рельефом. Вдоль оси практически повсеместно прослеживается серия эшелонированных или последовательно расположенных глубоких узких рифтовых долин, образовавшихся как грабенообразные структуры в условиях растяжения земной коры. На рис. 2 приведен вид трех поперечных сечений Срединно-Атлантического хребта, последовательно расположенных с севера на юг в центральной и Южной Атлантике, заимствованные нами из монографии [1].

Основные сведения о геологии и тектонике Срединно-Атлантического хребта (так же, как и других подводноокеанических хребтов) исследователи получают преимущественно из результатов геофизических наблюдений, опирающихся на весьма ограниченный объем фактических геологических данных кернов скважин глубоководного бурения в пределах изучаемых структур и образцов пород, добытых в процессе драгирования дна океана в окрестностях этих структур. Следует специально подчеркнуть, что объем этих данных, по сравнению с данными, получаемыми в процессе изучения аналогичных структур на континентах, несоизмеримо мал.

Наиболее активно исследователями подводных океанических хребтов используются результаты геофизических съемок. Магнитное поле в пределах подводных океанических хребтов имеет специфический характер. Оно характеризуется серией чередующихся линейных аномалий противоположного знака, вследствие чего получило наименование «зеврового». На рис. 3 приведен вид магнитных аномалий  $\Delta T$  участков гребня Срединно-Атлантического хребта, заимствованный из статьи [2]. Приводя схему магнитных аномалий, свойственных практически всем подводным океаническим хребтам аномалий Срединно-Атлантического хребта, В.В. Федьинский с соавторами подчеркивают основные особенности магнитного поля, которые сводятся к следующему:

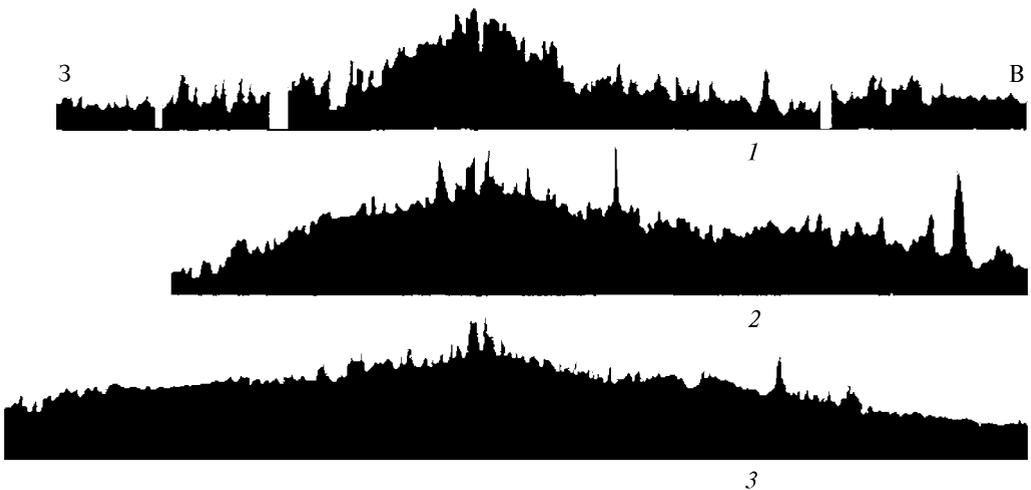
- генерально линейная структура поля, подчиненная простиранию оси хребта, представлена совокупностью чередующихся по знаку линейных аномалий;
- наличие осевой линейной аномалии, отличающейся повышенной интенсивностью;
- наблюдающаяся билатеральная симметрия линейных магнитных аномалий;
- наличие приуроченных к зонам разломов дна поперечных линейных нарушений, смещающих структуру поля как целое.

Результаты комплексной интерпретации магнитных и гравитационных аномалий над подводными океаническими хребтами используются для определения вещественного состава слагающих пород и особенностей тектонического строения. В частности, определяется положение продольных и поперечных разломов. Строение земной коры в пределах подводных океанических хребтов и окружающих их глубоководных котловин изучается преимущественно сейсмическим методом (ГСЗ). По сложившимся в настоящее время представлениям земная кора в пределах океанов значительно отличается от земной коры континентов как по



**Рис. 1.** Схема расположения основных морфологических структур земной коры: 1 — докембрийские платформы; 2 — горноскладчатые сооружения третичного и более молодого возраста; 3 — горноскладчатые сооружения палеозойского возраста; 4 — континентальные рифтовые структуры (БХ — бассейнов и хребтов, ВА — Восточно-Африканская, Б — Байкальская); 5 — разломы в океане; 6 — подводные океанические хребты со срединными рифтами (I — Тихоокеанско-Арктический, II — Восточно-Тихоокеанский, III — Срединно-Атлантический); 7 — глубоководные желоба (8 — Алеутский, 9 — Тонга, 10 — Пуэрто-Рико, 11 — Перуанско-Чилийский, 12 — Курило-Камчатский, 13 — Японский, 14 — Марианский)

мощности, так и по составу слагающих их пород. В частности, земную кору оке-



**Рис. 2.** Типичные профили Срединно-Атлантического хребта

**Рис. 3.** Скелетная схема магнитных аномалий  $\Delta T$  участков гребня Срединно-Атлантического хребта. Наиболее северный из них — по данным аэромагнитной съемки США, остальные — по результатам гидромагнитных съемок СССР: 1 — осевая аномалия; 2 — аномалия № 5 по гипотезе Вайна и Метьюза; 3 — прочие положительные аномалии; 4 — отрицательные аномалии

анов принято считать состоящей из 3-х слоев. Наиболее изучены из них верхние два.

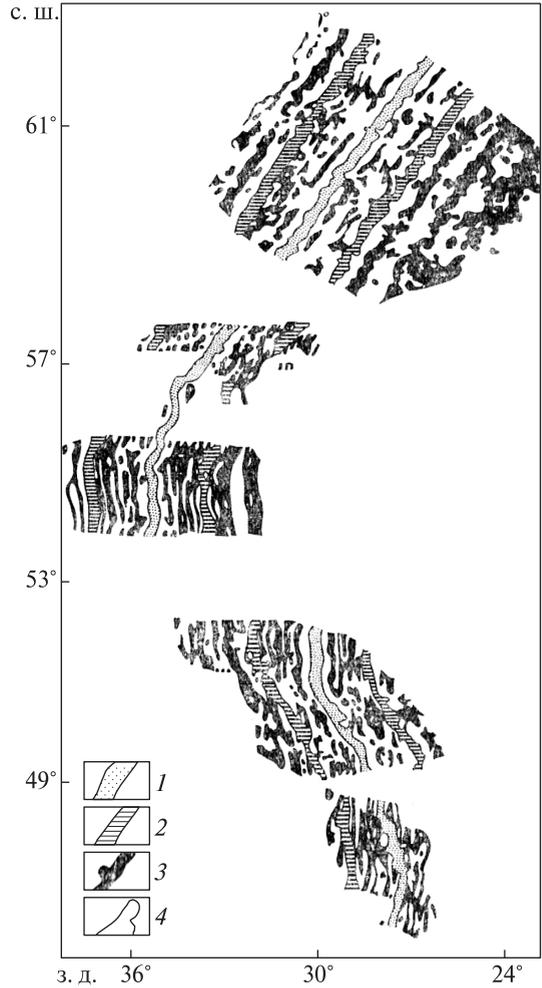
*Слой 1* (осадочный) со скоростью сейсмических волн 1,5–3,0 км/с имеет прерывистое распространение, представлен осадочными образованиями средней мощностью 0,5–1,0 км, в верхней части слабо консолидированными, а в нижней — осадки встречаются в виде глин и сланцев не старше верхнего мезозоя.

*Слой 2* (акустический фундамент) со скоростью сейсмических волн 4,5–5,5 км/с распространен повсеместно. Он представлен неметаморфизованными осадочно-вулканогенными образованиями, в основном, толеитовыми базальтами с редкими маломощными прослоями карбонатных осадочных пород. Средняя мощность слоя 2 км.

*Слой 3* (базальтовый) со скоростью сейсмических волн 6,5–7,1 км/с и средней мощностью порядка 5 км. Поскольку *слой 2* нигде не перебурен полностью, то представления о вещественном составе *слоя 3* являются чисто гипотетическими. В определенной мере его считают аналогом базальтового слоя на континентах.

Одной из особенностей подводных океанических хребтов и, в частности, Срединно-Атлантического хребта, — наблюдаемый над ними аномально высокий тепловой поток, обычно приуроченный к их центральной рифтовой зоне.

Открытие глобальной системы подводных океанических хребтов выдвинуло на передний план необходимость решения проблемы тектонического строения этих структур и их генезиса. В настоящее время наиболее популярна концепция *Новой глобальной тектоники*, или *тектоники литосферных плит* [3], в основе которой лежат работы преимущественно западных исследователей: Г. Хесса [4]; Р. Дитца [5]; Ф. Вайна и Д. Метьюза [6]; Дж. Вилсона [7]. Выбор концепции Тектоники литосферных плит для объяснения образования подводных океанических хребтов обусловлен преимущественно результатами интерпретации магнитного



поля, наблюдаемого над ними. Аргументы исследователей кратко сводятся к следующему.

1. Анализ линейных магнитных аномалий привел к выводу о том, что источники этих аномалий в земной коре возникли в режиме ее растяжения.

2. Полагая, что растяжение (spreading) океанического дна происходит под действием гипотетической конвекции вещества мантии и используя наблюдающийся в гребневой части хребтов повышенный тепловой поток, исследователи приняли океанические хребты как индикаторы зон восходящей ветви мантийной конвективной ячейки.

3. Совокупность этих предположений позволила сформулировать механизм формирования подводных океанических хребтов, в основе которого лежат перечисленные выше явления.

Существует альтернативная точка зрения на формирование тектонических структур в земной коре, вытекающая из *Новой ротационной гипотезы структурообразования*, суть которой изложена в монографии [8]. Она заключается в следующем. Основным источником сил геотектогенеза служит поле напряжений, возникающее в тектоносфере Земли в результате вариаций ее ротационного режима. Эти вариации являются следствиями взаимодействия нашей планеты с окружающими ее космическими полями. В вышеназванной монографии, в частности, показано, что возникновение и накопление ротационных напряжений, а также их разрядка происходят в упругой, сравнительно однородной части тектоносферы, состоящей из низов коры, представленных преимущественно кристаллическими породами, и верхней мантии. Верхняя неоднородная часть земной коры, включающая породы осадочного чехла и водные бассейны, имеет мощность, не превышающую 2 % мощности всей тектоносферы и практически не участвует ни в процессе накопления, ни в разрядке. В связи с этим авторы монографии пришли к важному выводу: *закономерности структурообразования в тектоносфере континентов и океанов должны быть идентичными*. Поскольку этот вывод неординарен, он нуждается в проверке на конкретных примерах. Настоящая статья — первая попытка реализации этого предложения. В качестве эталонных структур были выбраны одна из наиболее изученных океанических структур — Срединно-Атлантический хребет, а из типично континентальных — Урал.

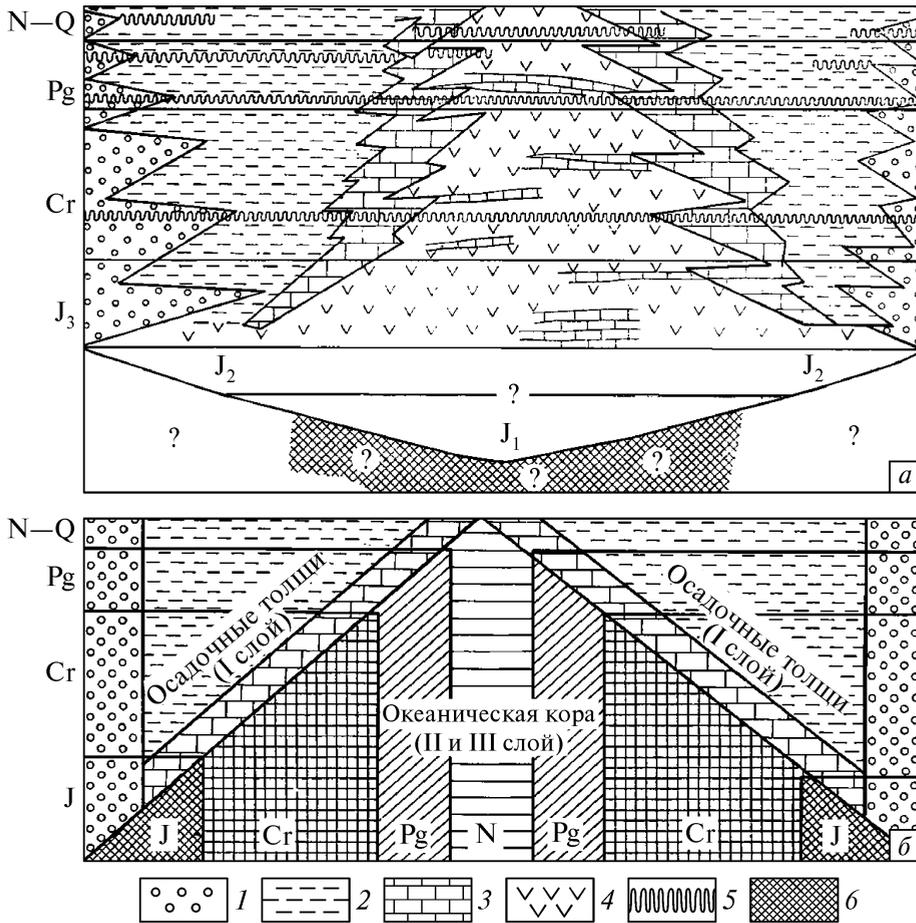
Осуществление этой задачи решено провести в два этапа: первоначально ознакомиться с выводами А.В. Пейве [9], посвященными анализу представлений исследователей, непосредственно изучавших Срединно-Атлантический хребет, а затем провести конкретное сопоставление геологического строения и особенностей формирования обеих вышеназванных структур. Ознакомление именно со взглядами А.В. Пейве об особенностях тектоники Срединно-Атлантического хребта не случайно. Оно обусловлено тем, что А.В. Пейве, в отличие от автора настоящей статьи, разделяет основные положения новой глобальной тектоники, и поэтому вряд ли его можно заподозрить в предвзятости.

**Выводы А.В. Пейве об особенностях тектоники Срединно-Атлантического хребта [9].** Основной причиной, побудившей его заняться обсуждаемой проблемой, А.В. Пейве называет возникшие противоречия между тектоническими моделями земной коры Атлантики и известными характеристиками земной коры континентов. В частности, он считает представления сторонников новой глобальной

тектоники, исключающих возможность проявления сжатия и скучивания земной коры океанов, несостоятельными. В действительности, как океаническая кора, так и континентальная формируются в условиях чередования эпох растяжения и сжатия. Заметим попутно, что природа этих явлений детально рассмотрена в уже упоминавшейся монографии [8]. Следовательно, заключает А.В. Пейве, *однотипные деформации, в том числе и складчатые, должны происходить внутри океанических плит, если последние существуют длительное время.*

Проведению описываемых исследований А.В. Пейве предшествовало детальное ознакомление с каменным материалом, полученным драгированием дна Атлантического океана и глубоководным бурением в пределах Срединно-Атлантического хребта по коллекциям институтов океанологии, геохимии и аналитической химии РАН и университета Майами во Флориде (США), а также с публикациями по рассматриваемой проблеме. Касаясь последних, считаем уместным воспроизвести следующее его замечание: рельеф срединно-океанических хребтов, изображенный на четырех известных картах (Атлантический, Индийский, Тихий и Арктический океаны), составленных Американским географическим обществом в 1967—1971 гг., является лишь схемой, хорошо подчеркивающей известные идеи. Как видно по детальным съемкам отдельных полигонов, эта схема в ряде случаев довольно далека от действительности. Нельзя считать, например, что срединная долина хребта, изображенная на карте Атлантического океана, как единое образование непрерывно тянется на всем его протяжении, будучи разделена лишь трансформными разломами на множество отрезков, что поперечные разломы и долины находятся в полном или даже близком соответствии с действительностью. В самом деле, все положительные и отрицательные формы рельефа имеют ограниченную протяженность. Отдельные формы по простиранию подставляют одна другую, располагаясь кулисообразно. Нет столь правильной симметрии в рельефе хребта, а также столь строгой закономерности в простираниях поперечных разломов, какая показана на упомянутых схемах. Имеются разломы косые или диагональные к простиранию хребта. *Как видно, многие черты рельефа хребта напоминают рельеф некоторых молодых хребтов континентов* [9].

Изучение особенностей тектонического строения Срединно-Атлантического хребта А.В. Пейве начал с построения модели земной коры. Используя данные драгирования, результаты глубоководного бурения по американскому проекту DSPP в период 1968—1974 гг. и основываясь на представлениях, соответствующих гипотезе спрединга океанического дна, он составил модель геологического строения верхней части земной коры Срединно-Атлантического хребта, схема которой приведена на рис. 4, а, где показано, что верхняя часть геологического разреза земной коры представлена метаморфизированными осадочно-вулканогенными породами, в основном толеитовыми базальтами с редкими маломощными прослоями карбонатных пород. На склонах хребта базальты сменяются синхронными им осадочными породами, сначала карбонатными, затем глубоководными глинистыми. Эти породы почти не деформированы, однако разбиты поперечным и продольными разломами. Такая картина распределения фаций, подчеркивает А.В. Пейве, *является обычной и закономерной для океанических формаций, входящих ныне в качестве тектонических фрагментов в состав континентов.*



**Рис. 4.** Принципиальная схема распределения фаций осадочно-вулканогенного комплекса Срединно-Атлантического хребта (а) и ее модернизированный вариант (б): 1 — гемипелагические терригенные осадочные отложения; 2 — пелагические глины; 3 — пелагические карбонаты; 4 — базальты; 5 — перерывы и несогласия; 6 — серпентинизированные древние ультрамафиты и мафиты мантии.

Модель земной коры (рис. 4, а), составленная А.В. Пейве, не принесла ему должного удовлетворения. Причиной этого явились вновь полученные данные глубоководного бурения, проводившегося с американского судна «Гломар Челенджер» в 1974 г. Суть их заключается в следующем. В ряде скважин, пробуренных в пределах Срединно-Атлантического хребта, под акустическим фундаментом были вскрыты своеобразные осадочные породы, почти нацело состоящие из продуктов подводной денудации основных и ультраосновных пород нижележащего метаморфического комплекса. Подобные породы были известны и ранее, но особого интереса у исследователей не вызывали. А в последнее время в связи с активным изучением офиолитов они были обнаружены и описаны как среди отложений современных океанов, так и среди образований земной коры континентов. Были установлены различные генетические типы таких пород: офиолитовые олистостромы и брекчии; офиолитовые конгломераты; серпентинизированные алевриты, в том числе с градиционной слоистостью. Все перечисленные осадоч-

ные породы, состоящие из обломков пород офиолитовой ассоциации, характеризуют определенный этап развития океанической земной коры, пока не находящий своего отражения в ее модели. В Срединно-Атлантическом хребте офиолитовые олистостромы и серпентинитовые песчаники найдены в неогеновых отложениях во многих местах. В районе разлома Романш были драгированы крупные (до 0.4 м) глыбы брекчий, состоящих из обломков серпентинизированных перидотитов, метагаббро, родингитов, сцементированных карбонатным материалом с перекристаллизованными пелагическими фораминиферами. Кроме того были подняты серпентинитовые алевролиты, состоящие из мелких зерен энстатита и диопсида, сцементированные очень тонкозернистой обломочной массой серпентина, тремолита и хлорита с многочисленной фауной плиоцена. Эти породы имеют ясно выраженную градационную слоистость [9].

Касаясь нижнего метаморфического комплекса земной коры Срединно-Атлантического хребта, А.В. Пейве подчеркивает, что стратиграфия и возраст его пока очень слабо обоснованы. Нет даже в нужном количестве радиометрических датировок. Вместе с тем, он констатирует, что среди пород, поднятых драгами, помимо свежих базальтов и осадочных пород на всем протяжении хребта встречены все типы пород, характерные для альпинотипной офиолитовой ассоциации: дуниты, гарцбургиты, лерцолиты, перидотиты, пироксениты, верлиты, трактолиты, разнообразные габбро, анортозиты, родингиты. Достаточно широко распространены базальты, метаморфизованные в зеленосланцевой фации, полосчатые стресс-амфиболиты, а также массивные амфиболиты с реликтами диабазовых структур и, наконец, плагиограниты. Все эти породы встречены в обрывах как поперечных, так и продольных разломов. А.В. Пейве утверждает, что все породы описываемого комплекса в той или иной степени деформированы. В них широко развиты процессы дробления, сланцеватости, милонитизации перидотитов, плейчатость метаморфических сланцев и милонитов, зеркала скольжения и структура пластической деформации серпентинизированных ультрабазитов. Развиты полосчатые стрессамфиболиты. Перечисленные особенности дают ему основание сделать вывод: *все разнообразные деформации и метаморфизм этих пород существовали в породах метаморфического комплекса до отложения офиолитовых олистостром и брекчий, т.е., по крайней мере до излияния базальтов верхнего миоцена, которые слагают второй геофизический слой земной коры хребта. Следовательно, базальты второго слоя земной коры Срединно-Атлантического хребта не связаны ни во времени, ни генетически с габброидами и другими породами метаморфического комплекса. К этому он добавляет: деформации пород метаморфического комплекса развиты на всей площади хребта и носят ярко выраженный характер сжатия, а не растяжения, во всяком случае они ничем не отличаются от деформаций зеленокаменных толщ на континентах.*

Подчеркивая практическую невозможность в настоящее время дать исчерпывающие ответы на вопросы о том, когда и в породах какого возраста происходили описанные выше деформации и метаморфизм пород, тем не менее А.В. Пейве высказывает предположение: *метаморфизованные ультрабазиты Срединно-Атлантического хребта несоизмеримо древнее метаморфизированных базальтов, амфиболитов и широко распространенных интрузивных габброидов, залегающих среди метаморфического комплекса, с которыми ультрабазиты находятся в тектонических*

*отношениях таких же, как и на континентах. Возраст этих ультрабазитов вероятнее всего докембрийский.*

Совокупность описанных выше наблюдаемых тектонических особенностей, не укладывающихся в рамки классических представлений гипотезы спрединга океанического дна, привела А.В. Пейве к выводу о необходимости усовершенствования модели земной коры, изображенной на рис. 4, а. Предлагаемые им усовершенствования касаются средней и нижней части разреза земной коры, схематично они показаны на рис. 4, б, а их суть изложена выше.

Следует специально отметить, что выводы А.В. Пейве основываются не только на его личных впечатлениях, а, как подчеркивает он сам, совпадают с представлениями специалистов, участвовавших в получении исходных фактических данных. В частности это касается исследователей, занимавшихся изучением пород офиолитовой ассоциации в других регионах Земли, сведения о которых приводятся в статье: среднепалеозойские олистостромы Урала (С.В. Руженцев и И.В. Хворова); каменноугольные песчаники и осадочные офиолитовые брекчии Тянь-Шаня (И.М. Макарычев и С.А. Куренков); меловые олистостромы Малого Кавказа (А.Л. Книппер); третичные олистостромы островных дуг Тихого океана (Shiraki) и др.

В результате анализа фактических геологических данных по тектонике и метаморфизму офиолитового комплекса пород Срединно-Атлантического хребта с учетом данных, полученных рядом других исследователей, А.В. Пейве пришел к однозначному выводу о том, что *в истории развития Срединно-Атлантического хребта был этап сжатия и скупивания горных пород, приведший к образованию настоящего складчатого сооружения.* Это заключение полностью соответствует данным, полученным при изучении земной коры на Урале, Кавказе, Тянь-Шане, Камчатке, Апеннинах и в других районах развития офиолитов.

Возвращаясь к цели составления настоящей статьи — проверить справедливость ранее полученного вывода об идентичности закономерностей структурообразования в земной коре континентов и океанов — можно констатировать следующее. Описываемые А.В. Пейве особенности тектонического развития Срединно-Атлантического хребта и выводы, к которым он пришел на основе анализа известных фактических геологических данных, *свидетельствуют в большей мере об общности, чем отличиях закономерностей его развития по сравнению с континентальными горными сооружениями.*

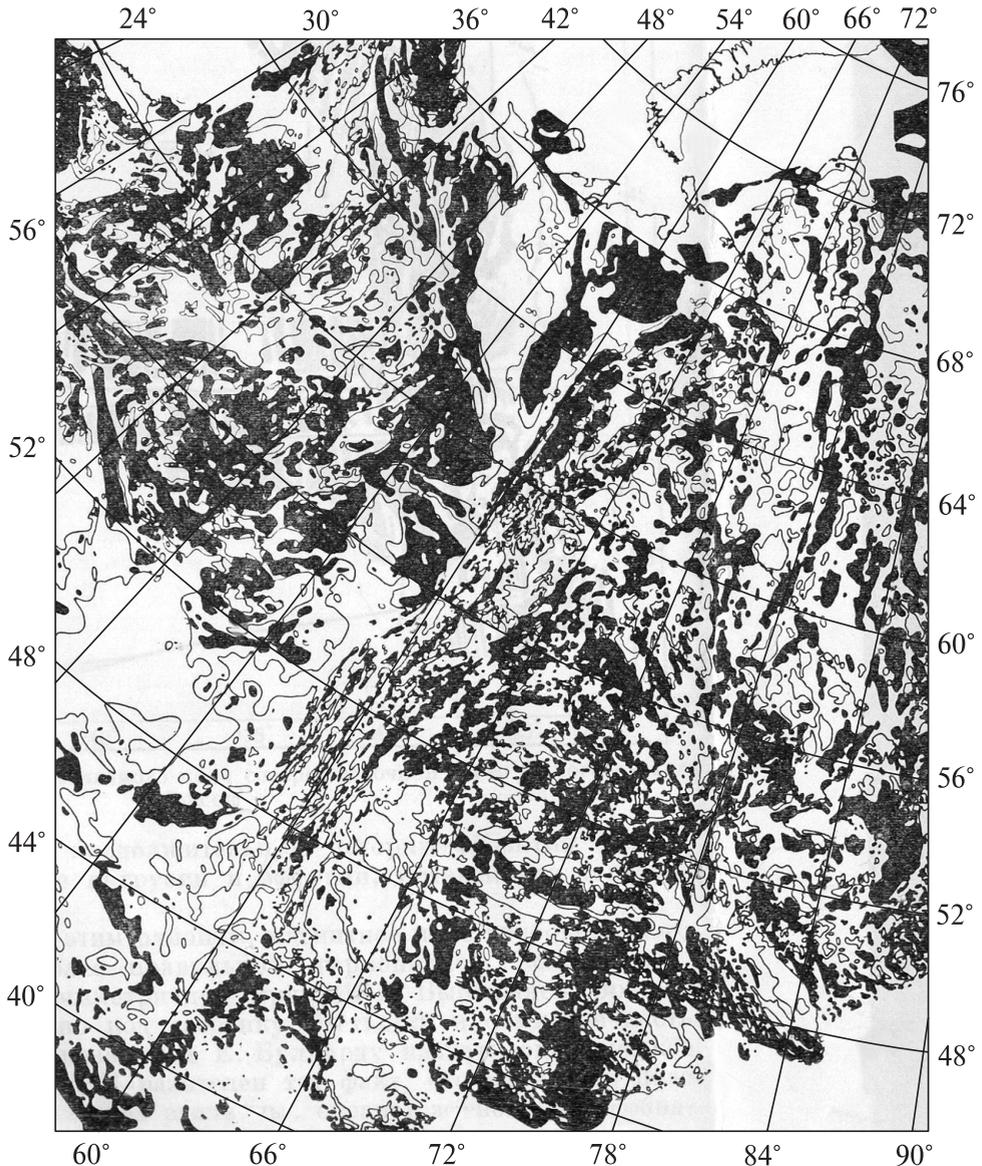
Цель второго этапа — оценить меру общности и отличия закономерностей тектонического развития орогенических структур в пределах континентов и океанов на примере Урала и Срединно-Атлантического хребта. Выбор для сравнения именно Урала обусловлен во-первых тем, что он неоднократно назывался в предыдущем разделе, а во-вторых, тем, что из всех упоминавшихся континентальных структур автор наиболее знаком с уральской. Впервые с Уралом я соприкоснулся еще в студенческие годы. Мне пришлось участвовать в тематических работах по определению формы и размеров Кемпирсайского ультраосновного массива, проводившихся под руководством А.А. Непомнящих. В более зрелом возрасте в 1968 г. мне выпала честь быть официальным оппонентом на защите докторской диссертации А.Я. Яроша на тему: «Строение кристаллического фундамента Востока Русской платформы и миогеосинклинальной области Урала». В 1979 г. принимал участие во Всесоюзном совещании «Глубинное строение Урала и сопредельных

территорий», на котором выступал с докладом на тему: «Особенности разломной тектоники Украинского щита в сопоставлении с Уралом» [10]. И, наконец, при составлении монографии [8] Уральская структурно-фациальная зона была использована в качестве примера формирования фанерозойских структур в земной коре на основе сложного докембрийского разлома.

**Результаты сопоставления известных особенностей тектоники Урала и Срединно-Атлантического хребта.** По общепринятому мнению Урал представляет собой типичную внутреннюю геосинклинальную систему, развившуюся в позднем протерозое и палеозое на древнем докембрийском основании. Протягиваясь с севера на юг более чем на 2000 км, имеет ширину от 400 до 500 км. Ширина уральских структур в открытой части меняется от 100—180 км (на Полярном, Северном и Среднем Урале) до 300 км (на Южном Урале). Значительная восточная часть их погребена под сплошным покровом мезо-кайнозойских отложений Восточного Зауралья. Мощность этих отложений увеличивается с запада на восток и достигает на востоке Северного и Среднего Зауралья 300 м. Глубина распространения уральских структур по данным ГСЗ оценивается величиной 6—7 км [11]. Более детальные сведения, необходимые для его сравнения со Срединно-Атлантическим хребтом, можно найти в трудах Первой Уральской сессии Научного совета по комплексным исследованиям земной коры и верхней мантии [12]. Кроме них использованы и другие источники. В связи с тем, что объем фактических геологических данных по Срединно-Атлантическому хребту, по сравнению с Уралом, несоизмеримо мал, существенное внимание будет уделено сравнению геоморфологических особенностей обеих структур и наблюдаемым геофизическим полям.

I. *Морфологически* складчатый Урал представляет собой вытянутую преимущественно в меридиональном направлении на протяжении более 1000 км асимметричную горную страну. Западная область выражена горным рельефом и обычно называется Уральским хребтом или Уральскими горами. Восточная область складчатого Урала представлена очень пологой и очень спокойной равниной, которую нередко называют уральским пенебленом. Другой геоморфологической особенностью Урала является неоднородность рельефа западной области. Она разделена на несколько районов, отличающихся друг от друга морфологией и геометрией современного рельефа. Среди них можно выделить районы, характеризующиеся низко- и среднегорным рельефом в виде хребтов и межхребтовых понижений и районы в виде спокойной, местами ступенчатой равнины, слегка возвышающейся над соседними с запада и востока равнинами Приуралья и Зауралья. Отличительной чертой геоморфологических районов первой группы (низко- и среднегорных) является наличие в них хребтовых поверхностей, разделяющихся широкими, нередко плоскодонными межгорными понижениями. Абсолютные высоты вершинных поверхностей достигают в среднем 700—900 м, и лишь отдельные вершины поднимаются до отметок 1000—1200 м, а местами и более. Морфологические районы второй группы характеризуются в основном меньшими высотами, достигающими 450—550 м, широкими междуречными пространствами и глубоко врезанными в них долинами [13].

Обращает на себя внимание, что *формы рельефа Уральского хребта полностью аналогичны описанным выше формам рельефа Срединно-Атлантического хребта, в*



**Рис. 5.** Выкопировка из скелетной карты аномалий  $\Delta T$  магнитного поля территории СССР, составленная Р.М. Деменцкой, Карасиком, Т.Н. Симоненко (темным цветом показаны положительные аномалии  $\Delta T$ , а светлыми — отрицательные)

частности, его линейные элементы совпадают с простираем структур складчатого Урала, подчеркивая при этом блоковое строение земной коры, обусловленное продольными и поперечными разломами. По сравнению со Срединно-Атлантическим хребтом, формы рельефа имеют более сглаженный вид, что обусловлено более интенсивными процессами денудации в континентальных условиях. Кроме того, Уральский хребет имеет асимметричное строение.

II. Проявление Урала в магнитном поле можно видеть на выкопировке из скелетной карты аномального магнитного поля СССР, заимствованной из моногра-

фии Р.М. Деменицкой [14] (рис. 5). Несмотря на мелкий масштаб карты, на ней отчетливо видна полоса линейных магнитных аномалий, простирающаяся вдоль 60° меридиана; ширина полосы порядка 3—4°. Она соответствует положению Уральской геосинклинально-орогенной структуры. На рисунке видно, что основные особенности аномального магнитного поля  $\Delta T$  Урала соответствуют особенностям аномального поля Срединно-Атлантического хребта. Оно представлено чередованием положительных и отрицательных линейных магнитных аномалий, обусловленных чередованием крупных линейных структур Урала, разделенных серией сближенных глубинных разломов [15]. На более детальных картах [16] можно видеть и другие особенности магнитного поля Урала, аналогичные наблюдаемым над Срединно-Атлантическим хребтом, в частности, комплексный анализ магнитного поля Урала в сочетании с гравитационным позволяет, кроме серии сближенных глубинных разломов меридионального направления, устанавливать секущие их поперечные разломы [17]. Аналогична картина и в пределах Срединно-Атлантического хребта. Заметим, что разломы, устанавливаемые в его пределах, обычно относят к особому классу трансформных, присущих только коре океанического типа [7]. По нашим представлениям [18] они имеют ту же самую природу, что и на Украинском щите — типично континентальной области.

III. Исходным материалом для представлений о генезисе структур типа Урала и Срединно-Атлантического хребта могут служить *данные о вещественном составе этих структур*. Детальное изучение глубинного строения и вещественного состава Уральской геосинклинально-орогенной структуры [12] свидетельствует о том, что она в значительной мере сложена вулканогенными породами преимущественно фемического состава. Судя по приведенным выше размерам этой линейной структуры, в ней сосредоточен огромный объем вулканогенных образований ультраосновного состава, который мог появиться на поверхности Земли только по крупному глубинному разлому тектоносферы, возникшему в одну из докембрийских тектоно-магматических активизаций Земли. Современная уральская геосинклинально-орогенная система сформировалась в процессе тектонических активизаций этого глубинного разлома, представленного серией сближенных разломов в традиционном их понимании, в фанерозойское время. В уральской структурно-формационной зоне встречаются три группы вулканогенных образований: породы докембрийской офиолитовой ассоциации, палеозойская ассоциация амфиболитовых родственных им образований и верхнемезойские породы трапповой формации в верхней части осадочного слоя Зауралья.

Судя по данным, приведенным в статье А.В. Пейве [9], в пределах Срединно-Атлантического хребта имеют место все перечисленные выше группы вулканогенных образований, а из анализа гравитационного поля следует, что они составляют его основу. Следовательно, можно сделать однозначный вывод о *тождественности генезиса Срединно-Атлантического хребта и Урала*.

IV. *Данные о геотермии* Урала очень скудны. Тем не менее необходимые нам сведения можно получить, обратившись к результатам исследований, изложенных в работе [19]. На рис. 6 изображены три широтных геотермических профиля, пересекающих Северный и Средний Урал.

На рис. 6 видно, что в пределах складчатого Урала в области его восточного склона наблюдается приближение изотерм к земной поверхности, свидетельствующее

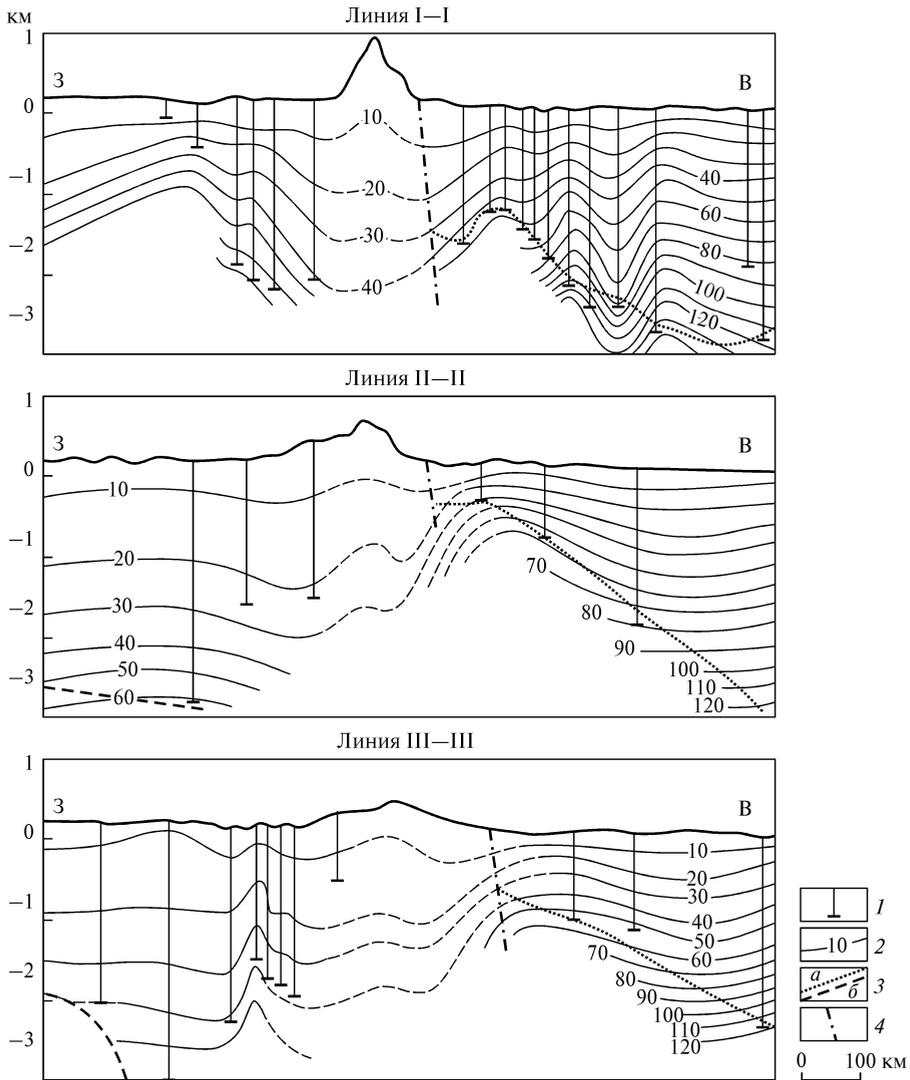


Рис. 6. Геотермические профили Северного (I) и Среднего (II и III) Урала: 1 — пункты наблюдения температуры; 2 — изотермы; 3 — поверхности палеозойского (а) фундамента Зауралья и допалеозойского (б) Предуралья; 4 — разломы

о повышении теплового потока в этой области. Аналогичные повышения теплового потока наблюдаются в гребневой части Срединно-Атлантического хребта.

Описанная особенность подчеркивает подобие сравниваемых структур и, по-видимому, единство причин, обуславливающих это явление. С нашей точки зрения, наиболее вероятные причины повышенного теплового потока обеих структур связаны с глубинными разломами, на базе которых они сформировались.

V. Сейсмичность Урала и Срединно-Атлантического хребта вполне сопоставимы. Для последнего характерно проявление мелкофокусных землетрясений, которые тяготеют к осевой рифтовой зоне. Их частая повторяемость оказывается соизмеримой с тектонической активностью рифтовых зон континентов [1].

Для Урала и прилегающей части Восточно-Европейской платформы характерны слабые, но довольно многочисленные землетрясения, преимущественно коровые, силой до 5—6 баллов. Их эпицентры расположены в основном в Среднем Урале и тяготеют к зоне глубинного разлома и секущих его поперечных структур [13].

VI. *Главное отличие* Срединно-Атлантического хребта и Урала выходит из различного представления о земной коре в пределах этих структур. По данным [20] земная кора Срединно-Атлантического хребта типично океаническая. На карте изопахит земной коры Средней Атлантики, построенной по данным ГСЗ, хребет располагается между изолиниями 5 и 10 км [20]. Земная кора в пределах Урала считается типично континентальной. Ее мощность составляет 42—44 км [21]. Значительные отличия земной коры сравниваемых структур в определенной мере условны и заслуживают специального пояснения.

Эта проблема рассматривалась в предыдущей статье [22]. Не повторяясь, ограничусь приведением вывода: *необходимость соблюдения условия, при котором за подошву земной коры в океанах принята сейсмическая граница Мохоровичича, вынуждает исследователей за океаническую земную кору принимать только верхнюю часть преобразованной континентальной земной коры*. Таким образом, в связи с условностью параметров земной коры, получаемых с помощью ГСЗ на континентах и океанах, разницу в их значениях на Урале и Срединно-Атлантическом хребте нельзя считать кардинальным отличием этих структур. Кроме того, в верхней части осадочного чехла западного склона Урала встречены осадочно-вулканогенные образования триасового возраста. Они представлены извержениями магм базальтового состава, перекрытых терригенными породами. Продукты извержения заполняют крупные грабенообразные линейные депрессии вдоль глубинных разломов [23]. Эти образования можно считать аналогами верхних двух слоев океанической коры Срединно-Атлантического хребта.

Совокупность приведенных выше данных об общности и различии Урала и Срединно-Атлантического хребта, с учетом представлений А.В. Пейве, позволяет сделать однозначный вывод: *Урал можно считать континентальным аналогом Срединно-Атлантического хребта*. Этот вывод имеет ряд важных следствий: 1) подтверждает тезис о том, что формирование орогенических структур земной коры в пределах океанов и континентов подчиняется одним и тем же закономерностям; 2) расширяет возможность проверки его достоверности путем использования более доступных фактических геологических данных в условиях континентов; 3) установленная общность Урала и Срединно-Атлантического хребта открывает перспективы определения генезиса всей глобальной системы подводных океанических хребтов.

## Выводы

Ограничимся перечислением основных итогов, вытекающих из обсуждения общности и отличия Срединно-Атлантического хребта и Урала.

1. Результаты сравнения известных геоморфологических, литолого-петрографических, тектонических особенностей и их проявлений в физических полях Урала и Срединно-Атлантического хребта свидетельствуют о том, что в них пре-

обладает общность. Это позволяет сделать вывод о том, что Урал можно считать континентальным аналогом Срединно-Атлантического хребта и тем самым подтверждает тезис о единстве закономерностей формирования тектонических структур земной коры в пределах континентов и океанов, ранее полученный теоретическим путем [8].

2. Первое заключение открывает возможность решения проблемы генезиса всей системы подводных океанических хребтов, используя основные положения Новой ротационной гипотезы структурообразования [8], в частности: 1) *родоначальными структурами, возникающими в результате каждой тектонической активизации Земли, являются разломы ее тектоносферы, на базе которых формируются все остальные структуры в земной коре;* 2) *законы формирования структур земной коры в пределах континентов и океанов идентичны.*

Основываясь на приведенных выше положениях и перенося закономерности геолого-тектонического развития уральской геосинклинально-орогенной структуры на формирование подводных океанических хребтов, историю их развития можно представить следующим образом.

Все известные фанерозойские линейные горные сооружения на континентах и океанах образовались на базе фрагментов крупных глубинных разломов (условно I-го порядка), возникших в одну или несколько докембрийских тектонических активизаций Земли. Условием возникновения является достижение в этой области тектоносферы значений скалывающих напряжений, ориентированных по нормали к поверхности геоида, равных пределу прочности пород тектоносферы. Индикатором этих областей может служить появление в земной коре пород офиолитовой ассоциации. Азимутальная ориентировка линейных структур может быть использована для определения эпох активизации. Современный облик орогенные структуры приобретают в процессе фанерозойских активизаций Земли. Закономерности формирования геосинклинально-орогенных структур на базе глубинных разломов детально рассмотрены в монографии [8].

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Боголепов К.В.* Геология дна океанов / К.В. Боголепов, Б.М. Чиков / — М. : Наука, 1976. — 248 с.
2. *Магнитные аномалии гребня Срединно-Атлантического хребта [В.В. Федьинский, А.И. Рассохо, Р.М. Деменцкая и др.] // Доклады АН СССР. — 1974. — т. 217. — № 6. — С. 1416—1419.*
3. *Новая глобальная тектоника / [отв. Ред. Н.П. Зоненштайн, А.А. Ковалев] — М. : Мир, 1974. — 472 с.*
4. *Hess H.H.* History of ocean basis // *Petrol studies, A volume honor of A.P.Budington*, 1962. — P 599—620.
5. *Dietz R.S.* Continent and ocean basin evolution spreading of the seefloor // *Nature*. — 1961. — V. 190. — № 4779. — P. 854—857.
6. *Vine F.J., Matthews D.H.* Magnetic anomalies over oceanic ridges // *Nature*. — 1963. — V. 199. — №4897. — P. 947—949.
7. *Wilson G.T.* A new class of faults and their bearing of continental drift // *Nature*. — 1965. — v. 207. — № 4995. — P. 343—347.
8. *Тяпкин К.Ф.* Новая ротационная гипотеза структурообразования и ее геолого-математическое обоснование / К.Ф. Тяпкин, М.М. Довбнич /— Донецк: Ноулидж, 2009. — 342 с.
9. *Пейве А.В.* Тектоника Срединно-Атлантического хребта / А.В. Пейве // *Геотектоника*. — 1975. — № 5. — С. 3—17.

10. Тяпкин К.Ф. Особенности разломно-блоковой тектоники Украинского щита в сопоставлении с Уралом / К.Ф. Тяпкин // Глубинное строение Урала и сопредельных регионов. — Свердловск : 1988. — С. 40—54.
11. Соболев Н.Д. Основные черты глубинного строения Урала / Н.Д. Соболев / — М. : Наука, 1968. — С. 28—37.
12. Глубинное строение Урала. — М.: Наука, 1968. — 384 с.
13. Рождественский А.П. Некоторые вопросы новейшей и современной тектоники Среднего и Южного Урала в связи с изучением глубинного строения / А.П. Рождественский, Ю.Е. Журенко, В.П. Трифонов // Глубинное строение Урала. — Москва: Наука, 1968. — С.324—334.
14. Деменицкая Р.М. Кора и мантия Земли / Р.М. Деменицкая / — М. : Недра, 1967. — 280 с.
15. Пронин А.А. Основные тектонические структуры Урала и их происхождение / А.А. Пронин // Известия АН СССР, сер. геологическая. — 1959. — № 8. — С. 67—76.
16. Ананьева Е.М. Геофизическая изученность глубинных зон Урала и основные результаты исследований / Е.М. Ананьева, Б.В. Дорофеев, Калабурдина и [др.] // Глубинное строение Урала. — Москва: Наука, 1968. — С. 55—68.
17. Огаиринов И.С. Секущие Урал структуры и их роль в развитии Уральской геосинклинали / И.С. Огаиринов // Глубинное строение Урала. — М. : Наука, 1968. — С. 117—121.
18. Тяпкин К.Ф. О трансформных разломах на Украинском щите / К.Ф. Тяпкин, В.Н. Гонтаренко, Т.Т. Кивелюк // Доклады АН УССР, сер. Б. — 1977. — № 12. — С. 1084—1086.
19. Ежов Ю.А. Основные черты геотермии Урала и сопредельных территорий / Ю.А. Ежов // Глубинное строение Урала. — Москва: Наука, 1968. — С. 314—323.
20. Литвинов Э.М., Машенков В.П. Глубинные неоднородности Центральной Атлантики / Э.М. Литвинов, В.П. Машенков // Земная кора Центральной Атлантики. — М. : Межведомственный геофизический комитет АН СССР, 1987. — С. 92—110.
21. Дружинин В.С., Рыбалка В.М., Халевин Н.И. Особенности глубинного сейсмического зондирования на Свердловском пересечении и глубинное строение Среднего Урала и прилегающих областей / В.С. Дружинин, В.М. Рыбалка, Н.И. Халевин // Глубинное строение Урала. — М. : Наука, 1968. — С. 69—79.
22. Тяпкин К.Ф. Общность и отличие геологических разрезов тектоносферы Земли в пределах континентов и океанов / К.Ф. Тяпкин // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. — 2012. — 1(27). — С. 22—33.
23. Архангельский Н.И., Иванов К.П. Мезозойские основные породы, как косвенный показатель состава мантии на небольших глубинах под поверхностью Мохо / Н.И. Архангельский, К.П. Иванов // Глубинное строение Урала. Москва: Наука, 1968. — С. 275—294.

Статья поступила 05.11.2012

*К.Ф. Тяпкин*

## СПІЛЬНІСТЬ І ВІДМІННІСТЬ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ ФОРМУВАННЯ ОРОГЕННИХ СТРУКТУР У МЕЖАХ ОКЕАНІВ І КОНТИНЕНТІВ

Відкриття глобальної системи підводних хребтів у Світовому океані призвело до необхідності вирішення проблеми їх генезису. На нинішній час найпопулярнішими є уявлення, згідно з якими підводні хребти утворилися в результаті спредингу земної кори океанів, зумовленого конвекційними процесами у мантиї. Просторове положення хребтів на геоїді сприймається як індикатор зон, в межах яких гілки конвекційних потоків, що здіймаються, наближуються до земної поверхні. В статті обґрунтовується альтернативна точка зору, що витікає з Нової ротаційної гіпотези структуроутворення. Вона полягає в тому, що закономірності виникнення і наступного розвитку гірських хребтів є ідентичними як на континентах, так і в океанах.

**Ключові слова:** континент, океан, тектоносфера, глибинні розломи, гірські хребти.

*К. F. Tyapkin*

COMMON AND DIFFERENT FEATURES OF CONFORMITY TO NATURAL  
LOW IN FORMING OROGENIC BELTS WITHIN THE OCEANS AND CONTINENTS

The discovery of the global system of submarine ridges in the Ocean entailed the necessity to solve the problem of their genesis. Currently, the most popular hypothesis is that the submarine ridges have been formed as a result of spreading of the earth's crust in the ocean caused by convection streams in the mantle. The location of the ridges on the geoid is considered to be an indicator of the zones where ascending convection streams approach the surface. In the present paper, another point of view is grounded, which appears from the New rotation hypothesis of structure forming. From this hypothesis, it follows that the origin and the development of the mountain ridges both on the continents and in the oceans are the same.

**Keywords:** *continent, ocean, tectonosphere, fault, mountain ridge.*