

ЛИНЕАМЕНТЫ ДНА ИНДИЙСКОГО ОКЕАНА

Наблюдения с борта обитаемых подводных аппаратов подтверждают сходную ориентировку линейных форм рельефа многих подводных гор различных районов Индийского океана. Предполагается, что весьма стабильная в пространстве и времени сеть линеаментов определенных направлений контролирует положение практически всех основных протяженных структур дна океана и окружающих континентов, являясь отражением единого древнего структурного плана планетарного масштаба.

Введение. Интерес к использованию ресурсов Мирового океана неуклонно растет, но темпы развития морской геологии не успевают за запросами развивающейся экономики. Изучение дна акваторий, подводный поиск и разведка месторождений полезных ископаемых требуют привлечения колоссальных средств, а время площадной подводной геологической съемки придет не скоро. Здесь особую актуальность приобретают косвенные методы изучения больших территорий, позволяющие ощутимо локализовать поиск зон наиболее перспективного эффективного природопользования и понять саму природу, геологическую историю и тектоническую специализацию отдельных участков дна океана.

Методика и терминология. Методы линеаментного анализа хорошо зарекомендовали себя на суше и сегодня становятся эффективным оружием изучения океана. Они универсальны и могут быть использованы на любых стадиях геологических исследований. Особенно важна возможность использования линеаментного анализа как метода «опережающего», дающего возможность получить принципиальное представление о тектонической структуре территории на самых начальных стадиях ее изучения [8]. Здесь метод должен быть признан весьма объективным, так как нет ничего более конкретного, чем линия или система линий, прослеживаемых в рельефе или в геологической границе на десятки, сотни и тысячи километров. Увлечение проблемой линеаментов – это отнюдь не мода, а необходимость, веление времени. «Можно считать установленным фактом, что консервативная во времени и пространстве линеаментная сеть во многом определяет очертания континентов, контуры щитов, положение и ориентировку рифтогенальных и геосинклинальных структур и разломных зон различных рангов. В узлах пересечения крупных линеаментов локализованы рудные районы, узлы» [8].

Структурные схемы, построенные на основе линеаментного анализа, часто имеют предварительный характер, особенно для океана, где всегда присутствует дефицит достоверной информации. Тем не менее, в ряде случаев линеаментный анализ позволяет эффективно решать конкретные геологические задачи. Применение даже предварительного «визуально аналитического» [6] линеаментного анализа при всей своей кажущейся простоте позволяет достаточно обоснованно прогнозировать положение геологических границ, определять тип делимости зем-

ной коры [10], намечать ключевые зоны, требующие постановки детальных исследовательских работ.

Термин линеамент не имеет в настоящее время конкретного однозначного определения и означает «...любой – геологический, геоморфологический, геофизический и т. д. линейный элемент строения земной коры» или «...некоторые линейные или линейно организованные элементы структуры земной поверхности, которые прямо или косвенно отражают особенности геологической структуры, в том числе глубинные разрывы и трещиноватость погребенного фундамента» [8]. Однако, без обобщающего емкого понятия «линеамент» чрезвычайно трудно подойти к пониманию закономерностей делимости земной коры, которая является «...способностью верхней твердой оболочки Земли – литосферы растрескиваться под воздействием механических усилий и, как следствие, расчленяться на отдельные сегменты, глыбы, блоки и другие, меньшие по размерам составные элементы» [16]. Иными словами линеаменты и их системы проявляют на земной поверхности глубинный структурный каркас земной коры, являясь, таким образом, своеобразным индикатором направлений и форм делимости литосферы.

Интересно, что многие протяженные трансконтинентальные и даже планетарные линеаменты и линеаментные зоны, на разных своих участках связанные с геологическими структурами разного возраста, иногда вовсе исчезают, чтобы весьма четко проявиться вновь через десятки, сотни и даже тысячи километров. Многие линеаменты одинаково секут разновозрастные и разноплановые геологические структуры, древние щиты и прилегающие складчатые области, не меняя направления переходят с континента в океан и наоборот. В этом ключе линеамент, сам не являясь конкретным геологическим образованием (разломом, впадиной), или отражает следствие геологического процесса, или предполагает место его зарождения в будущем. При этом становится ясно, что пространственное положение протяженных линеаментов и линеаментных зон и полей чаще всего определяется не конкретной геологической обстановкой, а общепланетарными явлениями [2, 11]. Приходится вспомнить о регматических сетях и линеаментной трещиноватости, «...образующей правильную геометрическую сетку, которая, по мнению В.В. Белоусова, является первичной особенностью земной коры» [10].

Цель данной работы – наметить на основании первичного визуального аналитического линеаментного анализа [6] соотношение ориентировки региональных линеаментных сетей морфоструктуры дна Индийского океана и прилегающих континентов и сопоставить направление крупных транскеанических структур с направленностью трещиноватости, мелких разломов и тополинеаментов отдельных подводных гор. Проблемы классификации линеаментов, их выявления, методики линеаментного анализа достаточно полно освещаются в литературе и не являются темой данной статьи. Предлагается еще одна попытка на конкретном примере привлечь внимание исследователей к известному, простому, информативному весьма эффективному, но периодически забываемому методу изучения земной коры – линеаментному анализу.

Наблюдения и исходные материалы. Базовым материалом послужила серия геологических наблюдений, выполненных в трех экспедициях автором и его коллегами с борта обитаемых подводных аппаратов. Анализ собранных данных показывает фактическую идентичность ориентировки основных тополинеаментов подводных гор различных, даже весьма удаленных друг от друга районов Индийского

океана. Были исследованы склоны и вершины трех гор хребта Экватор, одна гора в пририфтовой зоне Аравийско-Индийского хребта, гора Эррор, две подводных горы в зоне пересечения Западно-Индийского хребта с крупными трансформными разломами, склоны хребта Чагос, банки Сая-де-Малья и Назарет. В названных районах обязательно фиксировалась ориентировка всех основных форм рельефа: вертикальных уступов, кромок террас, скальных гряд, зияющих и просто видимых на поверхности террас трещин и разломов. Интересные данные получены при анализе ориентировки длинных осей подводных гор и ложбин, их разделяющих.

Было установлено, что повсеместно в микро- и мезорельефе фиксируются четыре главные системы линеаментов: субширотная (90° – 100°), субмеридиональная (0° – 10°), и две диагональных (северо-западная и северо-восточная). В отдельных районах выявлена второстепенная система линеаментов северо-восточного простирания (60°). Количество линеаментов других ориентировок – явно меньше 10%. Естественно, что в разных уголках океана главенствующую рельефообразующую роль играют разломы разных направлений, но все перечисленные фиксируются и преобладают повсеместно. Более того, описанная сеть разломов просвечивает даже через достаточно мощные шапки известняков, венчающие изверженные и метаморфические породы цокольного основания подводных гор.

В пределах хребта Экватор, где выполнено более 10 погружений подводного аппарата, базальтовое основание залегает на глубинах свыше 900 м. На горе «Центральная» (банка 193) на базальтах лежит мощная 700-метровая толща горизонтальнослоистых рифогенных известняков. На протяженных плоских террасах, часто совсем лишенных современного осадка, хорошо видны три системы трещин (северо-восток, северо-запад и субширотная), создающие часто почти правильный ромбовидный рисунок на поверхности подводных террас. Особенно контрастно это видно в интервале глубин 350–580 м, где на террасах, особенно вдоль разломов, развиты довольно мощные, часто бронирующие скальное основание, темные (железо-марганцевые) корки. Сама форма плоского вершинного плато подводной горы, оконтуренного субвертикальными уступами с волноприбойными нишами в основании, имеет форму почти правильного и довольно остроугольного ромба. Часто к форме ромба тяготеют террасы более глубоких уровней. Но если вершинное плато, лежащее на глубинах 195–205 м, имеет длину менее мили и изучено достаточно хорошо, то террасы более глубоких уровней изучались лишь фрагментарно. Тем не менее, результаты подводных наблюдений и батиметрической съемки показывают преобладание тех же тополинеаментов и на значительных глубинах.

Интересно, что выдержанность ориентировки рельефообразующей разломной сети низших рангов наблюдается и в других акваториях [3, 6, 9]. Контуры подводных гор, за исключением типичных вулканов центрального типа, обычно имеют острогранные угловатые очертания, особенно в привершинных частях, хорошо сохраняя ориентировку рельефообразующих дизъюнктивных нарушений. Это объясняется не только молодостью рельефа, но и отсутствием действия атмосферных факторов. Рельеф гор после их формирования в подводных условиях или после погружения их под воду как бы консервируется океаном, сохраняя свою угловатость, прямолинейность и острогранность.

Первичный анализ собранного материала позволяет предположить, что практически повсеместно в рельефе подводных гор отражен генеральный структурный

план окружающей территории и всего Индийского океана в целом. Естественно, это касается в первую очередь подводных гор блокового типа. В свою очередь, вулканические горы океанических котловин часто выстраиваются в цепочки, ориентированные согласно линеamentной сети региона [5].

Полученные выводы потребовали более подробно рассмотреть особенности строения дна Индийского океана, которые во многом определяются его пространственным положением между четырьмя континентами. Очевидные различия геологии континентальных окраин находят свое отражение в геологической истории близлежащих акваторий. Это выражено в строении земной коры прилегающих микроконтинентов, в продолжении разломов и структур континента далеко в пределы океанического дна и возможности сопоставить ориентировку геологических структур суши с линеamentами дна океана.

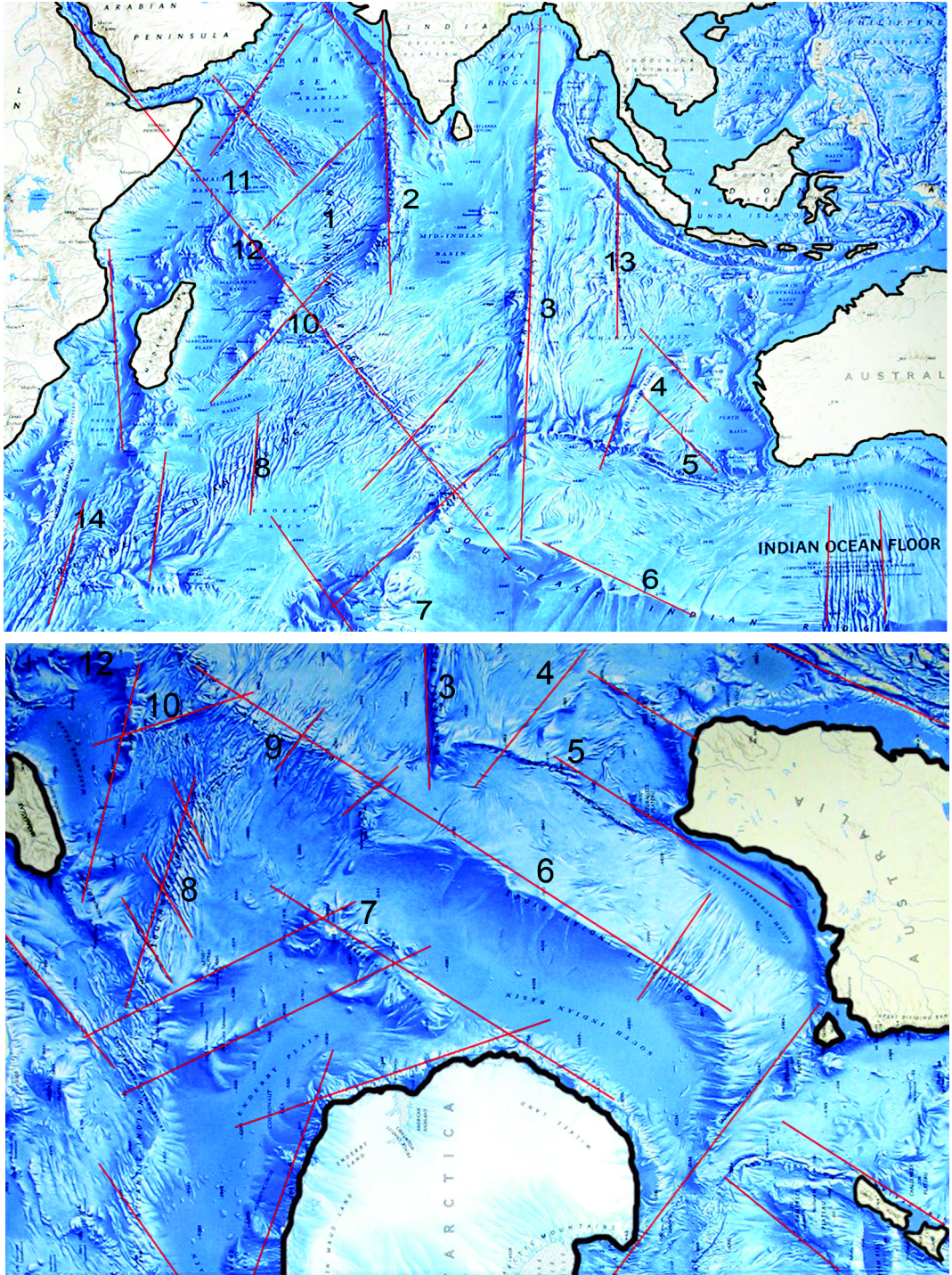
В Индийском, в отличие от иных океанов, сосуществует система трех разнонаправленных срединных хребтов, имеющих достаточно различий в своем строении и истории, но сходящихся, тем не менее, в одной точке. При этом срединные хребты вольно и достаточно резко и существенно меняют свою ориентировку (Аравийско-Индийский хребет). Трансформные разломы одного и того же хребта располагаются то перпендикулярно, то заметно косо к осевой зоне горного сооружения. Относительно молодые морфоструктуры как бы прилаживаются к общей геологической ситуации конкретного региона.

Характерной особенностью Индийского океана является широкое распространение здесь многочисленных блоков земной коры явно континентального типа, наряду с множеством асейсмичных блоков и хребтов с аномальной для океанов повышенной мощностью земной коры, блоково-клавишное строение фундамента, специфическая щелочная специализация мезо-кайнозойского вулканизма. Здесь находится одна из наиболее ярких групп микроконтинентов [12, 14]. Это плато Агульяс, Кергелен, Броккен, Крозе в южной половине океана, микроконтиненты Мадагаскара и Сейшельских островов в западной, хребты Восточно-Индийский, Мальдивский, Эксплорер в северо-восточной. Несколько особняком стоят небольшие асейсмичные хребты (Экватор) и отдельные плосковершинные подводные горы (Эрор).

При всей сложности и мозаичности строения дна Индийского океана мало кому из геологов не приходила мысль о явной приуроченности ориентировки основных структур ложа океана к какой-то строго ориентированной в пространстве сети линеamentов очень ограниченного числа направлений. Судя по тому, что линеamentы одного направления (и всей сети) легко читаются повсеместно на дне океана в рельефе структур разного возраста, сеть должна быть весьма стабильной не только в пространстве, но и в геологическом времени.

В рельефе дна явно преобладают структуры, ориентированные в ограниченном числе направлений: субмеридиональные (0° – 7°), северо-восточные (45°) и северо-западные (320° – 330°) (рисунок). Субширотные линеamentы имеют подчиненное значение как в макро-, так и в мезорельефе, однако очень хорошо читаются в микрорельефе и ориентировке мелких разломов подводных гор, особенно асейсмичных блоков. Исключение составляют субширотные хребты Родригес, Западно-Австралийский и некоторые структуры зоны разлома Дамантина.

Эти же четыре главные направления линеamentных зон (как топо- так и тектонолинеamentов) наиболее полно отражают структурный план окружающих



Ориентировка основных структур дна Индийского Океана. Цифрами показаны хребты: 1 – Аравийско-Индийский, 2 – Мальдивский, 3 – 90°, 4 – Восточно-Индийский, 5 – Австралийско-Индийский, 6 – Юго-Восточный, 7 – Кергелен, 8 – Западно-Индийский, 9 – Срединно-Индийский, 10 – Родригес, 11 – Экватор, 12 – Маскаренский, 13 – Исследователь, 14 – Мозамбикская котловина

Индийский океан континентов [12, 14, 15]. Африка, Индостан, Австралия являются собой идеальную иллюстрацию тезиса, что именно ограниченное число ориентировок протяженных линеаментов и линеаментных зон формируют структурный план всей планеты с глубокого докембрия до наших дней. Небесполезно добавить, что аналогично ориентированы линеаментные сети Европы, Азии, Америки [1, 8, 10]. Так же уверенно и однозначно преобладание линеаментов указанных направлений читается на современных батиметрических картах дна Тихого и Атлантического океанов. Особенно убедительно протяженность и единство планетарной линеаментной сети видно на сферических картах (глобус). Здесь четкая линейность, протяженность и древность заложения линеаментных зон отлично проявляется не только в экваториальных и средних, но и в полярных широтах.

Субмеридиональные линеаменты дна Индийского океана ясно выражены в контурах хребтов Мальдивского, Маскаренского, Чагос, Восточно-Индийского, Исследователей. Они явно читаются в структуре Мадагаскарского и Мозамбикского хребтов, далее на юг – в рельефе плато Крозе, Кергелен и даже в выступах антарктического шельфа (хребет Гунерус, например).

Эту же ориентировку имеют протяженные трансформные разломы южной части Западно-Индийского хребта: Принц Эдуард, Дискавери, Индомед, Атлантис, Мелвил. Субмеридионально ориентированы протяженные участки побережья Африки и о. Мадагаскар, хребет Давье и краевые структуры Мозамбикской котловины. Линеаменты, ограничивающие хребет Давье, теряются под осадками Мозамбикской котловины, но получают свое строгое продолжение на юге в структурах разломной зоны Принц Эдуард.

Именно со структурами крупных меридиональных трансформных разломов связаны наиболее высоко поднятые блоки земной коры южной части Западно-Индийского хребта. Это, прежде всего, группа подводных гор банки Мелвил на восточном фланге зоны разломов Индомед, с глубинами над вершиной менее 100 м, и горы западного фланга зоны разлома Гаилиани. По данным батиметрических съемок, драгирования и наблюдений с борта обитаемых подводных аппаратов – это сбросовые клавишно-блоковые сооружения куэстового типа, в цоколе которых залегают сильно метаморфизованные основные и ультраосновные породы, покрытые маломощными шапками рифогенных известняков. Длинные оси подводных гор заложены по меридиональной разломной сети [4]. А вот на отдельные клавиши-блоки описываемые горы разбиты разломами широтного простирания. Склоны гор осложнены многими субгоризонтальными абразионными террасами, достоверно наблюдаемыми до глубин более полутора километра. Отмечены волноприбойные ниши. Контакт известняков с кристаллическими породами резкий «холодный». Иногда в контакте наблюдаются галечник, базальные когломераты. При этом вся шапка осадочных пород разбита трещинами ортогональной, значительно реже – диагональной ориентировки.

Субмеридиональная преобладающая ориентировка линейных протяженных морфоструктур юго-западной части Индийского океана иногда нарушается при подходе к окраинам хорошо выраженных в рельефе котловин. Так, например, строго ориентированные гряды трансформных структур юга Западно-Индийского хребта начиная от северной оконечности зоны Гаилиени резко отворачивают к северо-востоку, облекая контуры Мадагаскарской котловины. Очевидно, в основании котловины лежит жесткая литосферная плита, возраст которой превышает

возраст подходящих к ней разломов или, скорее, возраст времени оживления тектонической активности по разломам данного направления. Далее на север, на продолжении зон разломов Мелвил, вплоть до границ хребта Родригес, субмеридиональная ориентировка мезорельефа частично восстанавливается. Приведенный пример еще раз подтверждает предположение о том, что молодые структуры дна океана приспосабливаются к древнему структурному плану.

Очевидно, что меридиональные мотивы не просто случайно проявлены в контурах побережья Африки, Мадагаскара и рельефе дна восточной части океана. Они явно наследуют древний структурный план Африканского континента, где и в ориентировке основных геологических границ, начиная с раннего протерозоя, и в направленности протяженных форм современного рельефа однозначно доминируют четыре главных направления: меридиональное, северо-западное, северо-восточное и субширотное.

Отличаясь контрастностью рельефа, строгой выдержанной линейностью, значительной протяженностью, субмеридиональные хребты и поднятия восточной части Индийского океана занимают свое место тоже вовсе не случайно. Они выступают как бы в роли каркаса всего мозаичного панно дна океана. Между ними часто зажаты иные протяженные морфоструктуры высокого ранга. Хорошо видно, например, как тяжело размещаются относительно молодые участки Аравийско-Индийского хребта между строго линейными сооружениями асейсмичного хребта 90-го градуса и мощными субконтинентальными и континентальными блоками Маскаренского хребта и Сейшельской банки.

Линеаменты северо-восточного простирания также достоверно отслеживаются в рельефе практически всех районов Индийского океана. Эту ориентировку имеет сама ось Западно-Индийского хребта и отдельные его продолжения, вплоть до возвышенности Мод. Так же ориентированы все трансформные разломы срединных хребтов от зоны Амстердам до зоны разломов Оуэн. Диагональную северо-восточную ориентировку имеют многие протяженные глубоководные хребты котловин Крозе, Кокосовой Центральной и Западно-Австралийской. Это обычно весьма протяженные структуры, отнюдь не случайно проявленные в рельефе. Разломы СВ 35°–40° пересекают на блоки хребты 90-го градуса и Исследователей, отлично видны в контурах плато Кергелен, контролируют контуры Африки. Они присутствуют практически во всех уголках океана, безусловно являясь отображением некоего единого структурного плана.

Линеаменты северо-западного направления не менее четко проявлены в регионе. Они контролируют положение осей плато Кергелен, части Аравийско-Индийского хребта, Южно-Индийского хребта, части Зондского желоба, Северных блоков Маскаренского хребта, грабена Красного моря. Очень ясно и многопланово планетарная линеаментная зона северо-западного простирания прослеживается от контуров Австралийско-Индийского хребта через ось Центрально-Индийского хребта, часть Маскаренского хребта, через грабен Красного моря далеко на северо-запад Европы. Примечательно, что в этой зоне активно проявлены в рельефе структуры не только разного возраста, но и разного генезиса. Это подчеркивает, что линеаментные сети отражают не какие-то локальные геологические явления, а проявляют следствия глобальных общепланетарных процессов. Здесь кажется целесообразным провести аналогию с так называемыми «диагональными сквозными структурами» типа хребтов Наска, Китовый, Вавилова. Кроме своей

одинаковой ориентировки и асейсмичной природы они имеют свои явно видимые продолжения на примыкающих континентах [3].

Диагональные северо-восточные и северо-западные линеаменты по данным подводных наблюдений наиболее полно отображают микро- и мезорельеф большинства подводных гор Индийского океана. При этом надо отметить главенствующую роль этих линеаментов в формировании контуров подводных гор многих районов других океанов [9].

Субширотные линеаменты значительно хуже проявлены в морфоструктуре дна Индийского океана. Наиболее ярко и достоверно они читаются в контурах хребта Родригес, зоны разломов Диамантина, Западно-Австралийского хребта, южном сегменте Зондского желоба, южных контурах Австралии, южных и северных границах поднятия Крозе. Надо при этом отметить, что субширотные разломы и трещины повсеместно активно участвуют в формировании микрорельефа подводных гор всего океана. Они выявлены на склонах горы Эрор (зона Оуэн), банки Спикере (Чагос), трех изученных гор хребта Экватор, повсеместно проявлены в морфологии гор Западно-Индийского хребта. Субширотные структуры на окружающих континентах наиболее ярко выражены в Австралии. Возможно, это определяет частоту проявления субширотных линеаментов в юго-восточном секторе океана.

Обсуждение результатов. Анализ литературных данных [7, 12, 13, 14], космических снимков и картографического материала показывает полигенетичность, гетерогенность структур дна океана и большую схожесть ориентировки линеаментных сетей всех континентов, окружающих Индийский океан, а также Евразии и Америки [1, 8, 10]. Везде присутствует четыре главные ориентировки гео- и тополинеаментов разных уровней: субмеридиональная, широтная, две диагональных и, обычно, одно-два угнетенных направления, на 7–10 градусов отличных от главных.

Естественно, некоторые отличия линеаментных сетей разных континентов существуют, но они касаются в большей части не ориентировки ветвей сети, а возраста преобладающих линеаментов разных направлений, шага сетей разного уровня (среднего расстояния между однонаправленными линеаменами и линеаментными зонами). Так для Африки и Индостана, например, главенствующими и одновременно наиболее древними являются линеаментные зоны субмеридионального и северо-восточного направления, для Австралии – диагональные: северо-западные и северо-восточные [12, 15]. При этом другие перечисленные выше ориентировки линеаментов прекрасно просматриваются на топографических картах и спутниковых снимках в виде протяженных долин, границ пустынь и горных областей, спрямленных участков русел крупных рек, хорошо читаются на региональных тектонических картах.

В морфоструктуре океана прекрасно просматриваются те же ориентировки основных форм рельефа, что и на близлежащих континентах. Фактически мы видим единый структурный план общепланетарного значения. Разломы континентов читаются далеко в океане, подчеркивая, что здесь успешно может быть применен метод линеаментного анализа в полном объеме и в любом масштабе.

Выводы:

1. В морфоструктуре дна Индийского океана, в рельефе и геологии окружающих континентов явно прослеживается единая сеть линеаментов и линеамент-

ных зон определенных направлений. Явно преобладают линеаменты субмеридионального, субширотного, северо-западного и северо-восточного направлений. Трансконтинентальные линеаменты прослеживаются далеко в пределы океанического дна. Протяженные структуры дна океана находят свое продолжение в положении геологических границ и рельефе прилегающих континентов.

2. Линеаментная сеть региона стабильна в пространстве и времени. В Африке, Австралии и Индостане она фиксирует не только основные формы современного рельефа, но и положение большинства геологических границ, начиная с глубокого докембрия.

3. В пределах одной протяженной линеаментной зоны, на ее продолжении, могут располагаться структуры самого различного генезиса, от явно рифтогенных хребтов до протяженных участков асейсмичных или явно континентальных блоков земной коры.

4. Сеть мелких разломов и ориентировка основных форм рельефа отдельных подводных гор различных районов океана как правило наследует ориентировку глобальной линеаментной сети.

5. Ориентировка линеаментов Индийского океана и прилегающих континентов хорошо сопоставима с направленностью линеаментных систем иных континентов и океанов. Она, очевидно, является отражением некоего единого древнего структурного плана, заложенного на основе общепланетарных процессов становления и развития земной коры.

6. Линеаментный анализ дает новые пути к пониманию глобальных проблем генезиса основных структур дна океана и может оказать существенную помощь в решении задач подводного геологического картирования, поиска зон локализации исследовательских работ и районов перспективного рационального природопользования.

1. *Верховцев В.Г.* Новітні платформні геоструктури України та динаміка їх розвитку. Автореф. дис. на здобуття наук, ступеня докт. геол. наук. – Київ, 2008. – 36 с.
2. *Гарбар Д.И.* Две концепции ротационного происхождения регматической сети. / Геотектоника, 1987, – №1 – с. 107-108.
3. *Геворкьян В.Х., Головань Г.А., Иванов В.Е., Ломакин И.Э. и др.* Геологическое строение и условия осадконакопления в районе хребта Наска (Тихий океан)/ – 1987 – 39 с. (Препринт 87 – 16, Киев, ИГН АН УССР).
4. *Геворкьян В.Х., Вакарюк В.Т., Лемешко Р.А. и др.* Структурная позиция и коренные породы подводных гор центральной части Западноиндийского хребта (Индийский океан). (Препринт 90 – 30 Киев, ИГН АН УССР), 1990. – 60 с.
5. *Евсюков Ю.Д.* Морфология некоторых подводных гор центральной котловины Индийского океана. // Океанология. – 2004. – т.44. – №6 – С. 923 – 926
6. *Егоров И.В., Андреев С.И.* Опыт применения линеаментного анализа при изучении особенностей размещения скоплений глубоководных сульфидных руд на участке 12 58 с.ш., Североатлантический хребет // Геоморфология. – 2005. – № 2 – С. 17 – 25.
7. *Ильин А.В.* Актуалистическая модель эволюции рельефа дна океанов // Доклады РАН. – 2000. – т. 371. – №1. – С. 70 – 74.
8. *Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Ф.* Основы линеаментной тектоники. – М., «Недра», 1986 г., С. 144.
9. *Ломакин И.Э.* Геология подводных гор и линеаменты хребта Рейкьянес. // Геологические и географические проблемы освоения природных ресурсов северных морей. Географическое общество СССР. Северный филиал. – Мурманск, 1988.

10. Полетаев А. И. Линеаментная делимость земной коры. – М. «Геоинформмарк», 1994. – С. 44.
11. Стовас М.В. Избранные труды – М. «Недра», 1975. – 156 с.
12. Тектоника континентов и океанов. Объяснительная записка к международной тектонической карте. М., «Наука» 1988. – С. 245.
13. Удинцев Г.Б., Ильин А.В. Дно океанов – моногенез или гетерогенез. // Геоморфология – 2006. – №4 – С. 11 – 22
14. Удинцев Г.Б. Региональная геоморфология дна океанов. Индийский океан. – М., «Наука» 1989.— С. 112.
15. Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов. – М., «Научный Мир», 2000. – 606 с.
16. Чебаненко И.И. Теоретические аспекты тектонической делимости земной коры. – Киев., «Наук. Думка», 1977. – 83 с.

Спостереження з борту населених підводних апаратів підтверджують подібне орієнтування лінійних форм рельєфу багатьох підводних гір різних районів Індійського океану. Припускається, що досить стабільна в просторі й часі сітка линеаментів певних напрямків контролює положення практично всіх головних протяжних структур дна океану і прилеглих континентів, являючи собою відбиток єдиного древнього структурного плану планетарного масштабу.

The observations from inhabitant apparatus show that the seamounts topolineaments from the different regions of Indian Ocean have very same directions. The orientation of main structures of oceans bottom and surrounding continents was controlled by the very stability generally lineaments network as a reflection of ancient planetary structures plane.