

## ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ ХРЕБТА ЭКВАТОР (ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН)

*По данным подводных наблюдений, батиметрической съемки и линеаментного анализа хребет Экватор представляет собой линейный горстовый клавишно-блоковый останец древнего фундамента. Блоки хребта были вовлечены в общее погружение океанического дна значительно позже иных участков земной коры Сомалийской котловины. Особенности геологического строения хребта Экватор подтверждают гипотезу о закономерном клавишно-блоковом строении всей западной части Индийского океана. Тектоническое развитие региона контролируется положением и динамикой единой для океана и его континентальных окраин линеаментной сети, которая является отражением древнего структурного плана планетарного масштаба.*

**Введение.** Детальное изучение рельефа и геологии отдельных горных сооружений дна океана позволяет не только пополнить багаж геологических знаний о данном районе, но и послужить материалом для решения региональных тектонических задач. Особую ценность представляют данные непосредственных наблюдений с борта обитаемых подводных аппаратов, которые в комплексе с дистанционными методами позволяют получить наиболее полную картину геологического строения объекта исследования.

Хребет Экватор был выявлен океанографами в восточной части Сомалийской котловины в первой половине прошлого века сначала как отдельная подводная гора с минимальной глубиной над вершиной около 1000 метров. Впоследствии он был определен в результате промерных работ (в том числе НИС «Витязь», «Михаил Ломоносов», «Академик Курчатов», ЭС «Вима» и др.) как протяженное горное сооружение. Существенно дополнили знания о рельефе хребта работы научно-поисковых экспедиций рыбохозяйственных организаций бывшего СССР и Украины. Минимальная глубина 193 м была обнаружена в центральной части хребта НПС «Чатыр-Даг». Данные о геологии и геоморфологии подводных гор хребта Экватор в литературе фактически отсутствуют.

По имеющимся на сегодня данным хребет Экватор – это протяженное линейное горное сооружение общего простирания СВВ 30°, пересекающее экватор в районе 56° восточной долготы. Контуры хребта ясно читаются на фоне практически плоского дна Сомалийской котловины, начиная с глубин 5000 метров. К главной гряде, состоящей из шести крупных гор, лежащих на общем основании, в южной части хребта примыкают с запада и востока две субпараллельные гряды. Они хорошо выражены в рельефе, начиная с глубины 5000 м (рис. 1). Длина горного сооружения превышает 160 миль

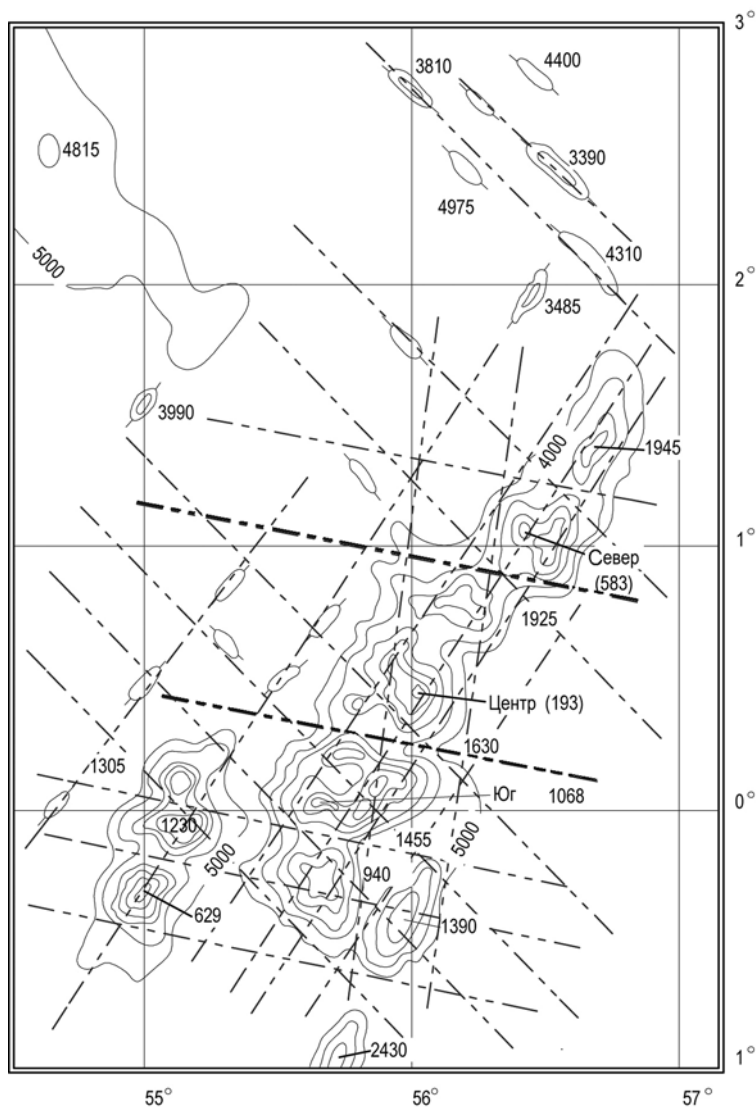


Рис. 1. Обзорная батиметрическая схема хребта Экватор. Пунктиром показана ориентировка разломной сети района. Жирный пунктир – предполагаемые границы блоков

при ширине от 25 на севере до 60 миль на юге. Следует обратить внимание, что северная часть хребта несколько смещена к востоку. При этом основные формы рельефа и длинные оси подводных гор здесь сохраняют субмеридиональную направленность (7–12°), но суммарная ориентировка оси всего горного сооружения обретает азимут 30–35° СВ (Рис. 1). К главной гряде, состоящей из шести крупных гор, лежащих на общем основании, в южной части хребта примыкают с запада и востока две субпараллельные гряды.

Восточная гряда представлена двумя субмеридионально вытянутыми подводными горами с глубинами 1390 м (северная гора) и 2430 м (южная гора, которая лежит вне пределов общего основания структуры).

Западная гряда состоит из двух крупных гор, лежащих на едином основании и разделенных глубокой (около 2 километров) субширотной

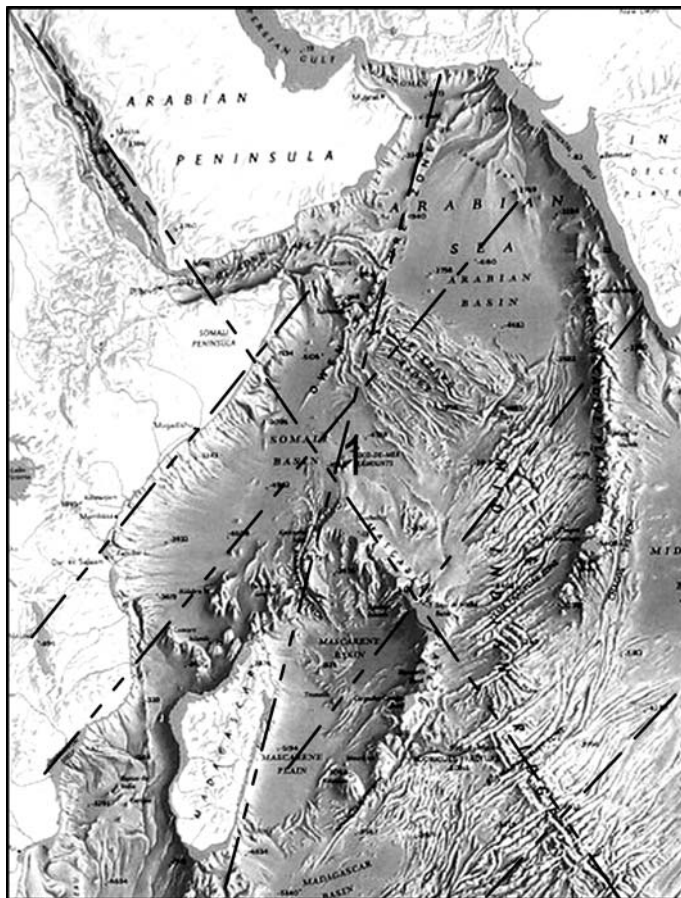


Рис. 2. Основные структуры дна северо-западного сектора Индийского океана. Пунктиром показана ориентировка линеаментной сети региона

долиной. Плоская вершина южной горы лежит на глубине 629 м. Северная гора имеет две разделенные глубокой седловиной (более 700 м) вершины с минимальными глубинами 1230 и 1305 м.

В общем региональном плане хребет Экватор лежит на продолжении линеаментов, контролирующих положение северной части цепи Амирантских островов, являясь как бы северным выступом Сейшельско-Маскаренского плато. Оси основных гряд хребта со всей очевидностью параллельны основным структурам Сомалийской котловины, параллельны береговой линии Африки, хребтам Чейн и Оуэн. Своей ориентировкой хребет Экватор органически вписывается в общий структурный план северо-западной части Индийского океана (рис. 2).

**Фактический материал, методы исследования.** В пределах хребта Экватор объемные плановые батиметрические, геоморфологические и, тем более, геологические исследования никогда не проводились. Однако, после обнаружения в описываемом районе горы с глубиной над вершиной менее 200 м, сюда стали подходить многие поисковые суда, следующие в Индийский и далее в Тихий океан, часто для наладки аппаратуры и испытания техники. Начиная с 1980 г. в пределах хребта Экватор на

протяжении многих лет выполнялись комплексные океанологические исследования на поисковых судах базы «Гидронавт» (впоследствии «Мариэ-копром», Севастополь), при постоянном участии сотрудников Института Геологических Наук АН Украины под общим научным руководством В.Х. Геворкьяна. Здесь был проведен достаточно большой объем промерных работ, выполнено 14 погружений обитаемых подводных аппаратов «Север-2» и «Север-2 Бис», произведено опробование коренных пород драгами.

Наиболее полно были изучены три подводных горы: банка 583 (Северная), банка 193 (Центральная), банка 1068 (Южная) – юго-западный отрог второй с юга подводной горы главной гряды хребта (см. рис. 1). Перечисленные горы достаточно полно характеризуют весь хребет в целом. В их пределах представлены все формы мезо- и нанорельефа морфоструктуры, все типы коренных пород дна.

Хребет вполне обоснованно можно разделить не менее чем на четыре обособленных блока. В трех блоках достаточно детально изучена одна из гор.

Отдельный блок – западная гряда, состоящая из двух гор. Южная гора гряды имеет плоскую вершину, сложенную шапкой горизонтально слоистых рифовых известняков и тонкозернистых плотных массивных известняков. Глубины над вершинами гор в северном направлении закономерно возрастают.

В следующий блок объединены две южных горы центральной гряды. Южную гору блока венчает обширное плоское субгоризонтальное плато размерами более двух миль. Данные о коренных породах отсутствуют, но по морфологии можно обосновано предположить наличие здесь шапки осадочных карбонатных пород, тщательно проработанной морской абразией. Северная гора блока имеет форму подковы, обращенной выпуклой стороной на восток. Возвышенности, составляющие северную и южную часть подковы, вытянуты в субширотном направлении, в дуге подковы – субмеридиональном. Глубины над вершинами подводных гор и их отрогов возрастают с юга на север. Вершины имеют закономерно ориентированный грядовый рельеф и сложены базальтами предположительно малоглубинных трещинных излияний.

В средний блок центральной гряды объединяются две горы: банка 193 (Центральная) и банка 1925 (номера банкам, как правило, присваиваются по минимальной глубине над вершиной, обнаруженной на одном из этапов изучения горы). В этом блоке, как и в предыдущем, южная гора имеет обширную плоскую вершинную поверхность, осложненную высоким плосковершинным останцом (глубина 193 м.). Рельеф северной горы блока грядовый, субширотно ориентированный. Минимальные глубины над вершиной – 1925 м (по непроверенным новым данным – 1720 м).

Северный блок центральной гряды, состоящий также из двух крупных подводных гор, несколько смещен относительно оси хребта на восток. Но здесь, как и в иных выделенных блоках, южная гора заметно выше, имеет плоскую вершину, сложенную рифовыми известняками. Северная гора имеет контрастный явно кулисно-грядовый рельеф преобладающей субмеридиональной ориентировки и заметно большие глубины (1945 м) над вершиной.

В пределах северного блока достаточно детально изучен западный склон привершинной части банки 583 (Северная). Здесь выполнено 6 галсов промера для уточнения ориентировки основных форм рельефа, 4 погружения подводного аппарата, одно результативное драгирование (рис. 3).

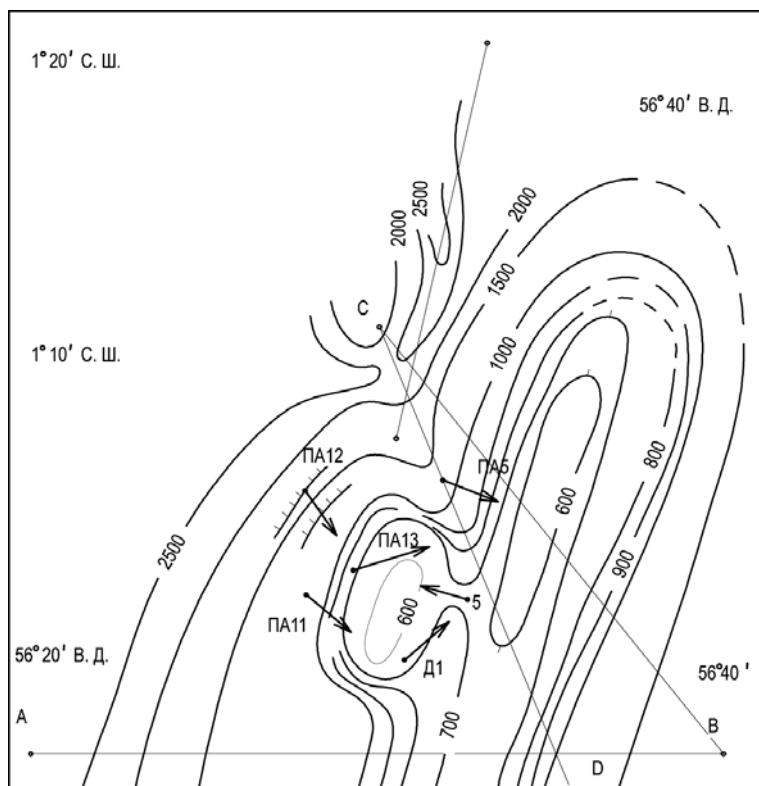


Рис. 3. Батиметрическая схема банки 583 (Северная). А, В, С, Д – базовые эхолотные профили. Стрелками показаны маршруты ПА. Д1 – драгирование

По изобате 3000 м гора имеет изометричную форму, но уже с 2500 метров делится на две части с вершинами: изометричной низкой западной (точка С на рис. 3) и высокой восточной (583 м), сильно вытянутой в меридиональном направлении. Восточная вершина в свою очередь разделяется линейной долиной глубиной около 100 м также на две субмеридиональные возвышенности: протяженную – восточную и небольшую, длиною около 3 миль – западную. В результате подводных наблюдений установлено, что основание горы на глубинах более 1200 м сложено массивными плотными основными породами, которые обычно слагают крутые ступенчатые уступы. По степени раскристаллизации – это, скорее всего, гипабиссальные образования. Явных следов лавовых потоков, подушечной отдельности, кавернозности и пузырчатости в базальтах не выявлено. В одном обнажении, на краю субгоризонтальной террасы, на глубине 1200 м (рис. 4, ПА 5) из-под слоя хорошо отмытого средне-крупнозернистого песка выглядывают крупные (до 6 м) овальные сглаженные, но с явно шероховатой поверхностью выходы того же темносерого до черного монолитного базальта. В южной части изучае-

мого склона горы базальтовая стена поднимается до глубины 940 м. Во всех точках обнаружения изверженные породы разбиты системой субвертикальных трещин субмеридионального ( $12-15^\circ$ ), северо-западного ( $320^\circ$ ), северо-восточного ( $35-40^\circ$ ) простирания. Реже проявлены субширотные трещины, как правило, имеющие пологое падение на север. Вертикальные базальтовые стены в описываемом районе имеют четко выраженную, явно линейную север – восток – северную ориентировку. Часто отмечаются зияющие (до 20 см) параллельные уступу склона трещины, зеркала скольжения. Склон имеет «свежий» вид. Курумов и осыпей практически нет. Обломочный материал, как правило, острогранен. Лишь изредка на некоторых наиболее широких полочках – террасах и особенно в основании крутого уступа на глубине 1480 м наблюдались отдельные изометричные округлые валуны и гальки.

На глубине 1450 м в практически вертикальной стене была обнаружена протяженная горизонтальная ниша с округлыми сглаженными краями высотой более 1,5 м и средней глубиной около метра. Она прослеживалась вправо и влево от курса аппарата до границ зоны видимости (до 20 м) и имеет, скорее всего, волноприбойное происхождение. Такое предположение частично подтверждается находкой ниже по склону описанных выше валунов и гальки.

На базальтовом основании залегает мощная толща горизонтально-слоистых рифовых известняков серых разнозернистых. Иногда различимы отдельные кораллы и створки раковин, видна структура рифа. Вверх по разрезу зернистость и слоистость известняков уменьшаются. На глубине 1120 м это уже очень тонкозернистые массивные образования, в которых выше по разрезу опять проявляется структура рифа и даже прослой обломочного карбонатного материала.

С глубины 860–900 м тралом Сигсби поднята метровая плита с окатанными, округлыми краями, сложенная дресвой и щебнем разнозернистых известняков, обломками пелиципод и отдельных кораллов.

С западного склона горы с глубины 680–780 метров драгой подняты два типа карбонатных пород: 1. Известняки коралловые, кораллово-ракушечные, на сколе светло-серые, с многочисленными зубами акул, пористые, легкие, с ноздреватой поверхностью. 2. Доломитоподобные плотные, тяжелые, однородные, без явных включений фауны, на сколе желтые. На известняках отмечены желтые, коричневатые и коричнево-черные корки. В основании разреза известняков корки практически отсутствуют. Максимальная толщина корок, развитых на всем обломочном материале, включая фрагменты современных кораллов и моллюсков, наблюдается на глубине 960–760 м. На вершине горы толщина корок заметно меньше. Местами они отсутствуют.

Контакт базальтов и известняков не был обнаружен. На маршрутах подводного аппарата (ПА) он повсеместно был скрыт под слоем песка. Однако было отмечено, что подошва известняков даже в пределах одной горы лежит на разных глубинах (рис. 4). Это указывает на то, что гора до своего погружения под воду и до начала формирования рифа имела достаточно расчлененный рельеф. Предположение о том, что глубина положения контакта

замерялась в отдельных погружениях ПА в разных тектонических блоках – маловероятно. Явных следов тектонических уступов между зонами работ разных маршрутов ПА не обнаружено.

Шапка известняков уступами поднимается до глубины 585 м. Повсеместно встречаются нависающие козырьки, волноприбойные ниши. Ориентировка систем трещин в известняках и базальтах аналогична (известняки

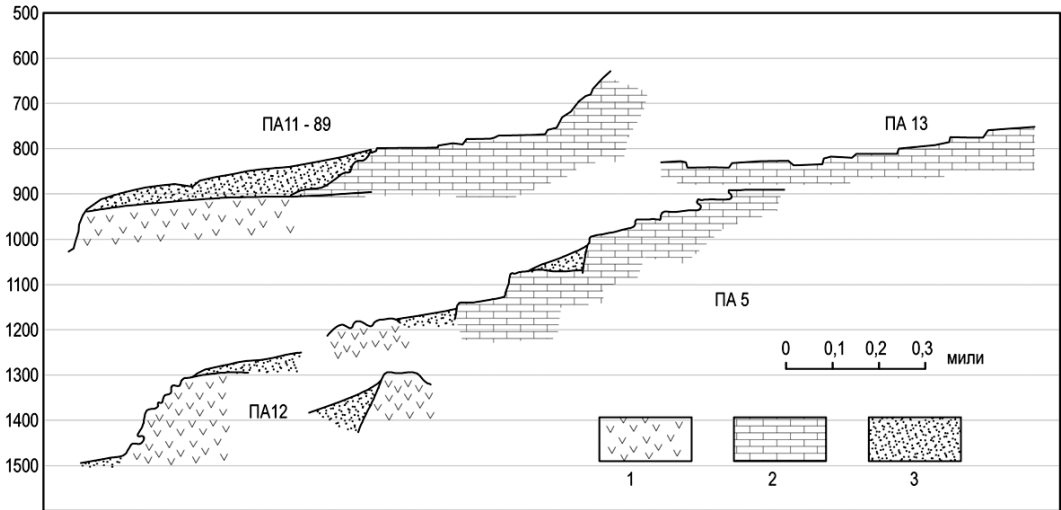


Рис. 4. Профили маршрутов подводных аппаратов. 1 – базальт, 2 – известняк, 3 – песок

наследуют систему трещиноватости базальтового фундамента). Особенно хорошо система трещин видна на субгоризонтальных поверхностях террас, местами абсолютно лишенных рыхлого осадка. Часто это система почти правильных ромбов, ориентированных длинными осями в северном направлении, иногда нарушаемая длинными субширотными трещинами. Следует отметить, что в верхней части склона горы ориентировка уступов гряд и карнизов все более тяготеет к меридиану.

Склон горы закономерно террасирован (рис. 5, 7). Широкие (до полумили и более) террасы чередуются с крутыми уступчатыми стенами. Интересно, что только некоторые террасы несут достаточно мощный слой песчаных и песчано-илистых осадков. Это, как и другие описанные выше факты – изменение состава известняков, наличие или отсутствие козырьков, волноприбойных ниш, присклонового шлейфа – возможно связано с различным темпом погружения горы на разных этапах развития хребта. Анализ некоторых эхограмм показывает, что гора, возможно, приобрела некоторый уклон на запад в процессе своего формирования (рис 5 ).

Серия наблюдений с борта подводного аппарата в комплексе с галсо-вой батиметрической съемкой дали интересные данные о строении банки 1068 (Южная).

Вершина этой возвышенности вытянута в субширотном направлении и состоит из системы параллельных кулисно расположенных скальных базальтовых гряд простирания СЗ 310–320°, с глубинами над вершинами 1190–

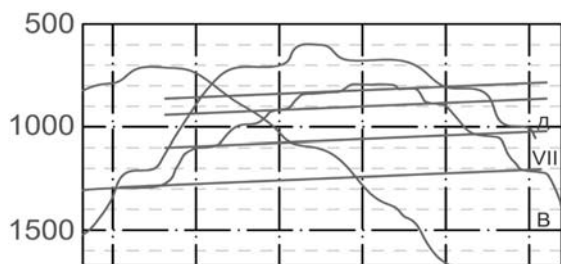


Рис. 5. Эхолотные профили вершины банки 583 (Северная)

1065 м (рис. 6). Гребни гряд линейные, острые. Расстояние между гребнями 70–100 м. На вершине западного гребня обнаружена протяженная узкая (ширина 5–7 м) субгоризонтальная площадка. Повсеместно присутствует присыпка болого средне-мелкозернистого фораминиферового песка. Глубина долин, разделяющих гребни, достигает 40 м. Дно долин иногда полностью спрятано под слоем светлого песка. В базальтах хорошо различаются края отдельных лавовых потоков, местами проявлена шаровая отдельность. Обнаружены края не менее трех лавовых потоков. В субвертикальных стенах видны крупные, обычно овальные пустоты и каверны размером 20–60 см, косвенно указывающие на незначительную глубину моря в момент извержения. Мощность отдельных фрагментов лавовых потоков не превышает 1,5–2 м, что при их достаточной протяженности позволяет предположить субаэральный характер вулканизма. Кромки обрывов и края лавовых потоков, как правило, ориентированы СЗ 320°. Иногда скальные гряды секутся системой ли-

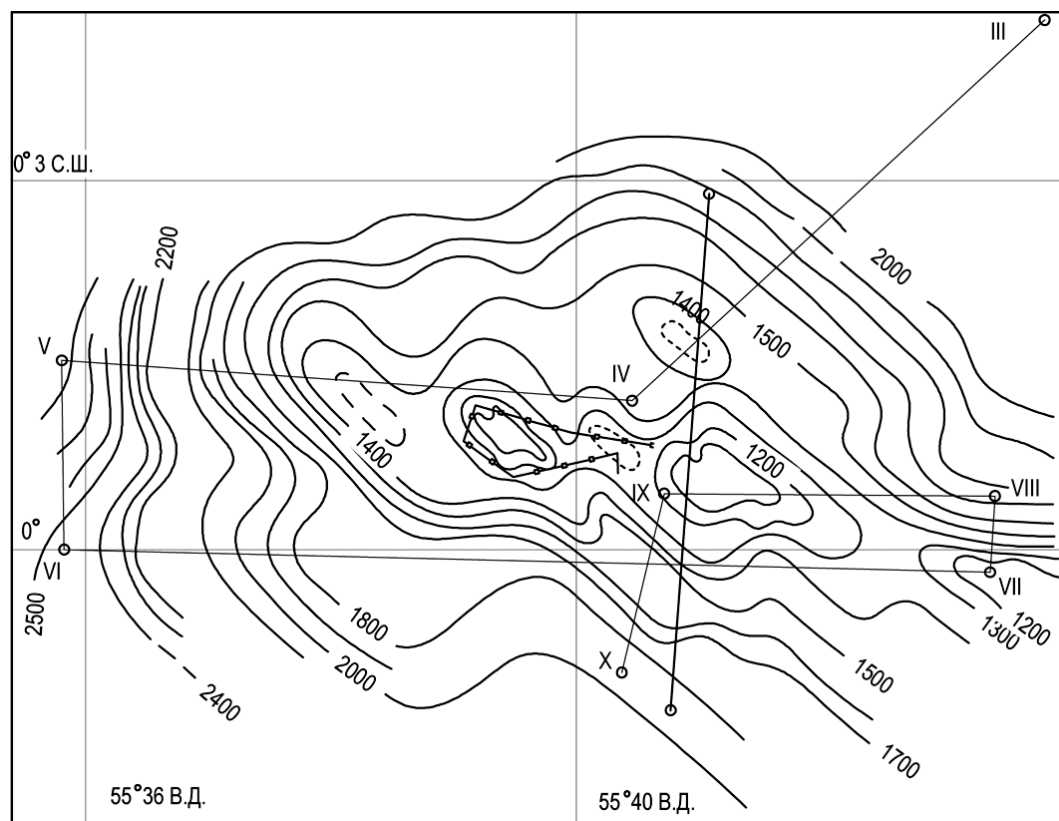


Рис. 6. Батиметрическая схема банки 1068 (Южная). Пунктиром показан маршрут ПА на вершине горы. Сплошные линии – эхолотные профили



нейных зияющих вертикальных трещин простирания  $0-350^\circ$ . Локально проявлены трещины ориентировки  $45-60^\circ$  СЗ. Следы коралловых известняков на вершине горы отсутствуют. На склонах банки выявлена система протяженных и достаточно широких поверхностей выравнивания на глубинах 2100–2200 м, 1500–1600 м, 1400–1500 м и 1300–1400 м (рис 7.1, X). Ширина отдельных террас превышает половину мили. Есть все основания полагать, что и эта гора прошла в своем развитии этап активной морской абразии. Иначе объяснить наличие террас затруднительно.

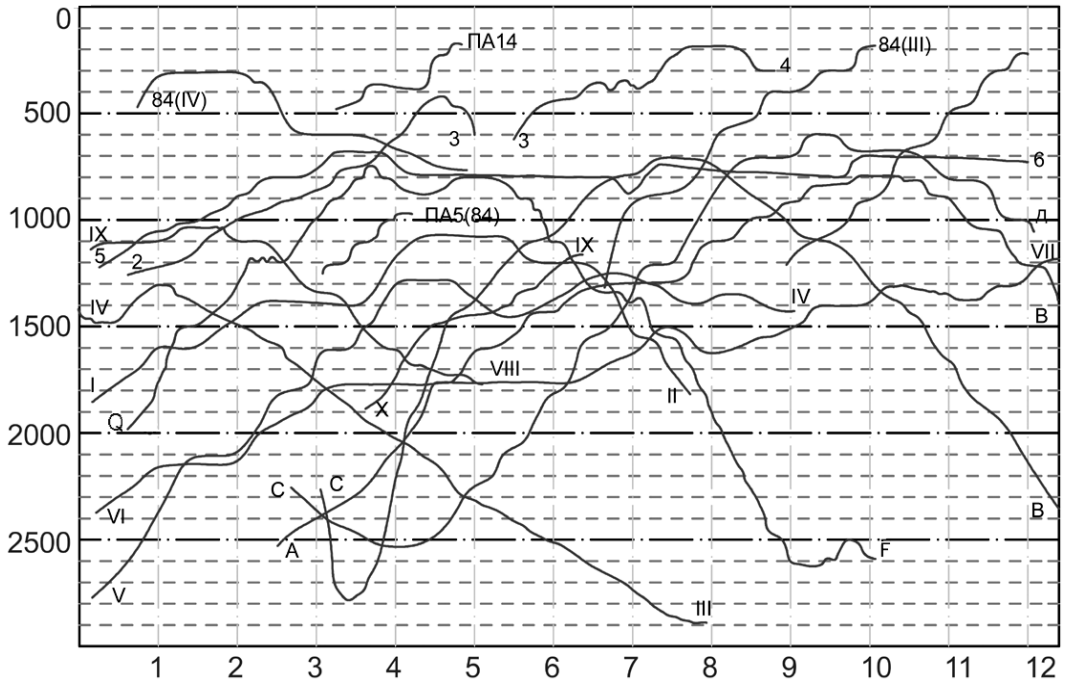


Рис. 7. Положение террас и поверхностей выравнивания на горах хребта Экватор. А, В, С, Д – гора Северная; I–X Гора Южная; 1–6 гора Центральная. ПА – курсы аппаратов

В пределах хребта Экватор наиболее полно изучена самая высокая гора – банка 193 (Центральная). В трех экспедициях здесь выполнено 9 погружений подводного аппарата, две успешных драгировки, около 50 миль промера (рис. 8). Основание горы, в форме почти правильного прямоугольника, слегка вытянутого в северо-западном направлении, выделяется на фоне общего плато центрального блока хребта, начиная с глубин 3 км. Начиная с глубин 2,5 км, склоны приобретают местами выгнутый профиль. Верхняя часть горы в интервале глубин 1100–190 м сложена горизонтально-слоистыми преимущественно коралловыми известняками и представляет собой чередование субгоризонтальных протяженных явно абразионных террас, разделенных крутыми ступенчатыми уступами. В основании крутых склонов практически нигде не обнаружены значительные скопления грубообломочного крупновалунного материала. Полосы галечника, обычно вытянутые вдоль изобат, фрагментарно встречаются на разных глубинах на слабо наклонных поверхностях скальных террас. В известняках встреча-

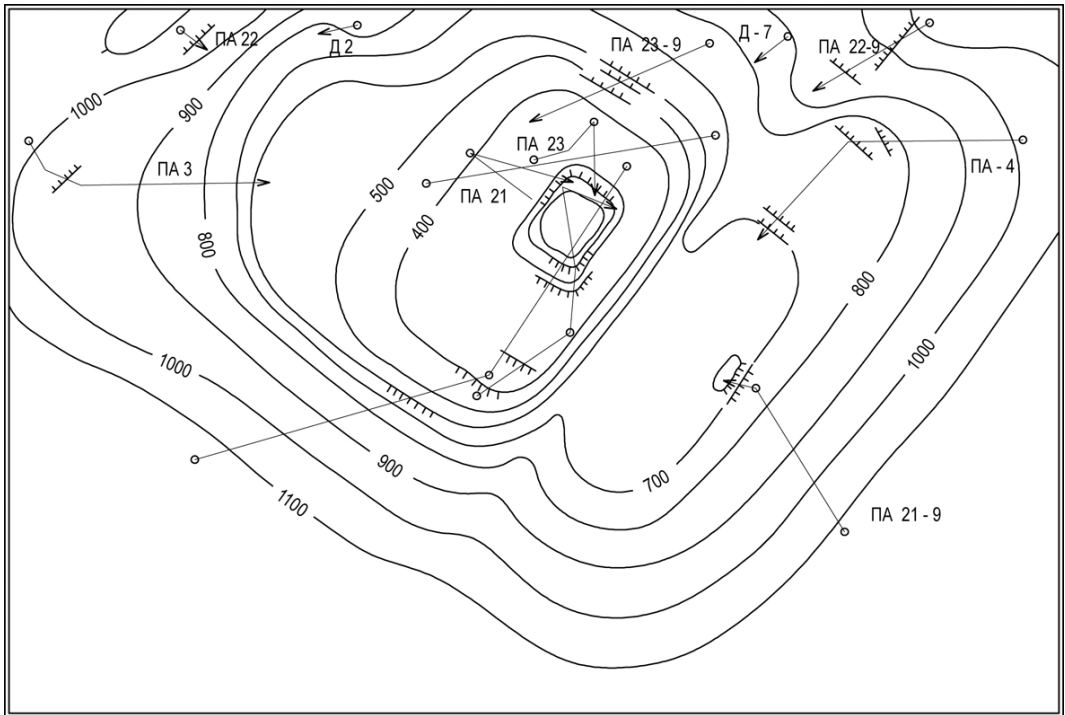


Рис. 8. Батиметрическая схема банки 193 (Центральная). Стрелками показаны маршруты ПА. Пунктирная сетка – ориентировка трещин. Пунктир жирный – дополнительные эхолотные профили

ются прослой плотных однородных мелкозернистых разновидностей, визуально лишенных фауны, и слои фактически чистого ракушняка. На поверхностях террас местами отмечается достаточно мощный (до нескольких метров) слой светлого средне-мелкозернистого песка. По ориентировке систем рифелей (иногда до метра высотой) можно отследить направления течений. Интересно, что песок, как правило, накапливается либо у внешнего края террас, либо у внутреннего, непосредственно у основания склона. Основная же площадь террас, особенно на глубинах менее 400 м, представляет собой ровные, иногда уступчатые скальные плиты, лишь изредка присыпанные тонким слоем песка. Явно прослеживаются террасы на глубинах 1000, 750–770, 650–670, 350–380 м. Над последней террасой возвышается крутосклонный и плосковершинный останец почти правильной прямоугольной формы (рис. 9).

Вершинное плато представляет собой фактически лишенную осадка скальную плиту, осложненную линейными невысокими субширотными уступами, лежащую на глубине 190–200 м. Углы плато почти прямые, достаточно острые. Стороны фигуры ориентированы СЗ 310–320° и СВ 30–35°. Вдоль всего края вершинного плато прослеживаются нависающие козырьки. Вторая с вершу терраса также имеет почти правильную прямоугольную форму и ориентирована аналогично. Такую же ориентировку имеют большинство протяженных скальных уступов, обнаруженных на склонах горы на разных глубинах. На северо-восточном склоне в погружении подводного аппарата (ПА) обнаружена линейная, с крутыми

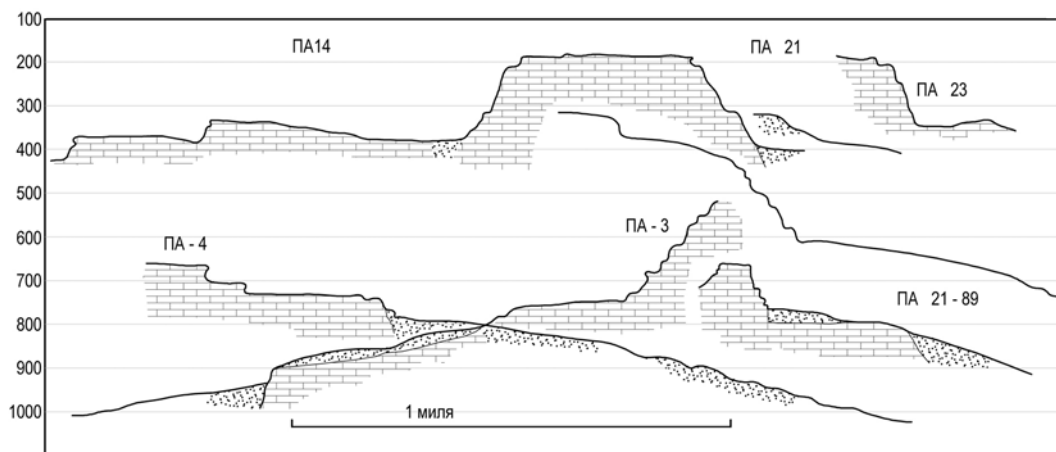


Рис. 9. Профили маршрутов ПА на горе Центральная

бортами, явно контролируемая разломами долина северо-западного ( $310^\circ$ ) простирания. На поверхности террас повсеместно читается единая сеть трещин (иногда зияющих) запад-северо-западной и север-восток-северной ориентировки. Субмеридиональные трещины встречаются повсеместно, но заметно реже. Шаг сети, или расстояние между явно видимыми трещинами одной ориентировки, колеблется от 2–3 до 10–12 м. Иногда создается впечатление, что скальные плиты вдоль курса ПА расчерчены правильными ромбами. Местами поверхность террас на глубинах 350–400 м приобретает вид мостовой. Углы плит, слагающих такую мостовую, местами округляются. Поверхность плит покрыта буровато-коричневыми корочками. Сами плиты, имея толщину до 15–20 см, часто соединяются с коренным склоном только толстыми овальными невысокими (до 15 см) ножками. Возможно, повсеместно развитые в районе фосфатные и железо-марганцевые корки защищали поверхность известняка от разрушения. Но по трещинам, возникшим, или «ожившим» на одном из этапов становления структуры, морская вода проникла в тело известняка, что привело к избирательному разрушению породы. Образование плитчатых мостовых возможно связано с изменением температурно-химического режима придонных вод в процессе глобального опускания горного сооружения.

Отдельные фрагменты террас по данным подводных наблюдений имеют незначительный уклон на восток, создавая элементы куэстового рельефа. Чередование наклонных на восток поверхностей наблюдается также на эхолотном профиле, пересекающем террасу, лежащую на глубине около 750 м (см. рис. 7, линии 5–6). При этом следует отметить, что вершинное плато горы Центральная не имеет никакого видимого уклона.

В пределах хребта Экватор на северо-западном склоне горы Центральная драгами подняты плотные однородные субщелочные базальты, аналогичные вулканитам континентальных трапповых формаций. В лабораториях ИГН АН Украины и ЦНИЛ был выполнен анализ 9 образцов базальтов (содержание  $\text{SiO}_2$  – 45,71–47,84;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,98–2,64;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 2,88–2,69, один образец – 4,52;  $\text{CaO}$  – 6,50–7,62;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 16,68–17,75;  $\text{MnO}$  – 0,132–0,164;  $\text{MgO}$  – 5,30–5,69;  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 5,23–6,84;  $\text{FeO}$  – 2,23–3,25;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 0,68–0,92).

**Обсуждение результатов.** В морской геологии информация, полученная методом прямых наблюдений с борта обитаемых аппаратов, является единственной надежной базой дальнейших теоретических построений и реконструкций. Факты, полученные этим методом, – есть именно факты, а не продукты интерпретации каких-либо косвенных измерений. Именно поэтому данные подводных наблюдений, подкрепленные результатами дистанционных методов изучения морского дна, могут дать надежную основу изучения геологического строения и истории развития различных участков дна океана.

В пределах хребта Экватор прямыми наблюдениями установлены следующие основные факты:

1. Выявлено существование в изучаемом районе двух типов подводных гор: имеющих шапку коралловых известняков на вершине и не имеющих таковой.

2. В основании гор, имеющих известняковую шапку, лежат плотные однородные субщелочные базальты, которые обнажаются обычно в крутых линейных ступенчатых уступах. В обрывах видны зеркала скольжения. На кромках террас и отдельных ступеней отмечены зияющие трещины. Сколы пород свежие, живые. Главные рельефообразующие разломы и трещины ориентированы в север-восток-северном и запад-северо-западном направлении.

3. Вершины гор, лишенных шапки карбонатных пород, сложены базальтами трещинных излияний. Глубина моря в момент их образования была незначительной. Хорошо видны края отдельных лавовых потоков, фрагменты шаровой отдельности, многочисленные каверны и пустоты. Протяженные трещины, края лавовых потоков, видимые линейные уступы здесь явно имеют преобладающее субширотное простирание ( $100^\circ$ ).

4. Горы, имеющие известковую шапку, занимают крайнее южное положение в каждом из четырех намеченных в пределах хребта блоков, что подтверждает клавишно-блоковое строение структуры в целом.

5. Склоны гор явно и закономерно террасированы, начиная с глубин более 2000 м. Поверхности террас обычно лишены рыхлых осадков. Лишь местами отмечены поля песка мощностью не более 2-х метров. Наибольшая толщина песчаного слоя отмечалась у внешнего края террас и в тыловых их частях.

6. Террасы средних уровней иногда имеют незначительный, но видимый уклон на запад в северном блоке и на восток в центральном. При этом плоская вершина наиболее высокой горы хребта явного уклона, в отличие от террас более глубокого уровня, не имеет.

7. Контуры хребта, отдельных его блоков и террас высоких уровней ограничиваются линеаментами всего нескольких направлений: СЗ  $310^\circ$ , СВ  $10^\circ$ – $12^\circ$ , СВ  $35^\circ$ , ЮВ  $100^\circ$ – $110^\circ$ .

Интересно, что система трещин на поверхности террас имеет те же направления. Более того, ориентировка трещин карбонатной шапки наследует разломную сеть базальтового основания. Даже мелкая трещиноватость, по которой заложены описанные выше «мостовые», ориентирована так же.

8. В крутых уступах террас, начиная с глубин 1450 м, повсеместно наблюдались протяженные волноприбойные ниши, фиксирующие многочисленные этапы субаэрального развития хребта.

9. Железо-марганцевые корочки на известняках на горе Северная имеют максимальную толщину на глубинах 950–800 м. Непосредственно на базальтах лежат светлые ясно слоистые породы, лишенные каких-либо корок. На горе Центральная (193) заметные темно-бурые корки отмечены в интервалах глубин 700–350 м. На вершинном плато корочки либо очень тонкие, или отсутствуют вовсе. На глубине 350–380 м были обнаружены тонкие полупрозрачные корочки, бронирующие поверхность песка. Эти корочки легко рассыпались от прикосновения к ним корпуса аппарата.

Важные данные дает также анализ общей геологической обстановки в регионе. Как уже отмечалось, хребет Экватор ориентирован явно согласно общему структурному плану северо-западного сектора океана. Его приуроченность к глобальной линеamentной сети региона бесспорна [1].

Хребет параллелен ближайшей береговой линии Африки, хребтам Оуэн, Чейн, сети трансформных разломов северной части Срединноиндийского хребта.

Разломы, секущие хребет и разделяющие его на отдельные блоки, параллельны грядам и долинам (и оси) Аравийско-Индийского хребта. Хребет Экватор фактически является северным продолжением Сейшельско-Маскаренского плато, Амирантского хребта. Следует отметить, что северные острова Амирантского хребта – это типичные атоллы. Сам Маскаренский хребет вместе с его северным продолжением – хребтом Морис Хилл следует рассматривать как горстовый хребет фундамента [4].

Клавишно-блоковое строение хребта Экватор не вызывает сомнений. Блоки хорошо видны как в продольном (гряды), так и в поперечном делении хребта. Кроме того, все намеченные выше блоки хребта схожи по своему строению и, скорее всего, по своей истории. Южная гора каждого из намеченных блоков имеет мощную шапку известняков и является погруженным и абрадируемым атоллом. Вершины северных гор всех блоков сложены базальтами трещинных излияний и лишены покрова плотных осадочных пород. Глубины над вершинами подводных гор в каждом блоке закономерно возрастают в северном направлении.

Хребет Экватор асейсмичен, имеет аномально высокую мощность земной коры, континентальная природа которой косвенно подтверждается субщелочным характером развитых здесь базальтов. Следует отметить наличие здесь как плотных хорошо раскристаллизованных пород, так и пузырчатых лав. При этом последние наблюдались только на горах, лишенных известняковых надстроек, и, скорее всего, имеют более молодой возраст.

Пузырчатые лавы миоцена и позднего палеоцена встречены в пределах Сомалийской котловины в скважинах 235, 236. Это, совместно с наличием в разрезе мелководных косослоистых отложений кампан-турона (скв. 241), свидетельствует о длительных и постоянных региональных погружениях дна Сомалийской котловины [2]. Подстилающая сеноман толща стратифицированных пород может быть сопоставима с юрско-меловыми отложениями серии Кару [5]. Осадочные породы подводных гор хребта Эк-

ватор представлены исключительно рифовыми известняками и лагунными отложениями по возрасту не древнее миоцена, залегающими непосредственно на массивных хорошо раскристаллизованных базальтах. Исходя из этого, есть все основания предполагать, что зона хребта была вовлечена в опускание заметно позже, чем центральная часть Сомалийской котловины. Скорее всего, начиная с юрского времени, хребет долгое время оставался сушей, и лишь к началу миоцена был разбит на блоки, которые начали с разной скоростью и в разном режиме погружаться. Разный наклон террас среднего уровня и элементы куэстового рельефа, наряду с явно трещинным характером вулканизма, возможно указывают на режим растяжения в земной коре в период начала активного опускания хребта. Многоэтапность и инверсионность опускания хребта фиксируется наличием многочисленных абразионных террас на склонах подводных гор. Протяженные волноприбойные ниши достоверно фиксируются с глубин более 1300 м. Широкие поверхности выравнивания – террасы фиксируются на эхограммах на глубинах более 2000 м.

Даже на обычных навигационных картах западнее хребта Экватор на дне Сомалийской котловины видны как минимум две цепи невысоких подводных гор, ориентированных строго параллельно хребту (см. рис. 1). Они не могут быть ничем иным, кроме более глубоко и несколько ранее опущенных гряд хребта. В 50 милях к северу от северного окончания хребта на картах ясно прослеживаются цепи подводных гор, ориентированных в запад-северо-западном направлении. Они фиксируют положение глубоко погруженных и укрытых осадками фланговых гряд Аравийско-Индийского хребта. Строгая параллельность последних свидетельствует в пользу их тектонического заложения.

Система линеаментов СЗС  $310^{\circ}$ – $320^{\circ}$  и СВС  $30^{\circ}$ – $35^{\circ}$  очевидно едина для всего северо-западного сектора океана и соответствует ориентировке линеаментной сети близлежащих континентов. Очень важно, что указанные направления являются рельефообразующими и на более низких уровнях, вплоть до нанорельефа отдельных подводных гор.

### **Выводы**

1. Хребет Экватор представляет собой линейное протяженное, блоково-клавишное горное сооружение. Его пространственное положение, границы и даже контуры отдельных подводных гор контролируются положением региональной древней линеаментной сети, общей для всего северо-западного сектора Индийского океана.

2. Зона хребта является естественным северным продолжением Сейшельско-Амирантско-Коморского поднятия, которое наряду с хребтом Морис Хилл представляет собой горстовый выступ древнего фундамента.

3. Хребет Экватор вовлечен в погружение значительно позже соседних блоков Сомалийской котловины и вплоть до начала миоцена представлял собой сушу или гряду островов.

4. Особенности геологического строения хребта Экватор подтверждают гипотезу о закономерном клавишно-блоковом строении всей западной части Индийского океана. Тектоническое развитие региона контролируется положением и динамикой единой линеаментной сети, ко-

торая является отражением древнего структурного плана планетарного масштаба.

В заключение хочется еще раз подчеркнуть важность геологического материала, полученного методом прямого контакта исследователя с объектом наблюдения. В этом аспекте данные, собранные при помощи обитаемых подводных аппаратов, еще долгое время будут оставаться важнейшим источником достоверной информации о геологическом строении дна океана.

Автор выражает глубокую признательность своим коллегам, с чьей помощью и чьими совместными усилиями в совместных экспедициях был получен материал для данной статьи.

1. Ломакин И.Э. Линеаменты дна индийского океана // Геология и полезные ископаемые Мирового океана, 2009. – № 1 – С. 5–14.
2. Рудич Е.М. Движущиеся материки и эволюция океанического ложа. – М.: Недра, 1983. – 420 с.
3. Тектоника континентов и океанов. Объяснительная записка к международной тектонической карте. – М.: Наука, 1988. – 245 с.
4. Удинцев Г.Б. Региональная геоморфология дна океанов. Индийский океан. – М.: Наука, 1989. – 112 с.
5. Удинцев Г.Б. Рельеф и строение дна океанов. – М.: Недра, 1987. – 239 с.

*За даними підводних спостережень, батиметричної зйомки та лінеаментного аналізу хребет Екватор являє собою лінійний горстовий клавійно-блоковий останець древнього фундаменту. Блоки хребта були залучені в загальне занурення океанічного дна значно пізніше інших ділянок земної кори Сомалійської улоговини. Особливості геологічної будови хребта Екватор підтверджують гіпотезу про закономірну клавійно-блокову будову всієї західної частини Індійського океану. Тектонічний розвиток регіону контролюється положенням і динамікою єдиної для океану і його континентальних окраїн лінеаментної сітки, що є відбиттям древнього структурного плану планетарного масштабу.*

*The submarine investigation in combination with traditional distant methods show a block nature of Equator Ridge. It supposedly composed of four blocks. The relief-building topolineaments imitate the ancient structure plane of the all north-west sector of Indian Ocean.*