

УДК 550.3:551.462.6

ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДВОДНОЙ ГОРЫ СЕЙМУР СЬЮЭЛЛ НА ФЛАНГЕ ЦЕНТРАЛЬНО-ИНДИЙСКОГО ХРЕБТА

© 2022 г. О. В. Левченко¹ *, И. А. Веклич¹ **, А. Н. Иваненко¹ ***, Н. Н. Турко² ****¹Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН, Москва, Россия²Геологический институт РАН, Москва, Россия

*e-mail: olevses@mail.ru

**e-mail: veklich.ilya11@mail.ru

***e-mail: ivanenko.ocean@gmail.com

****e-mail: turko@ginras.ru

Поступила в редакцию 10.09.2021 г.

После доработки 04.12.2021 г.

Принята к публикации 16.12.2021 г.

Вулканическая постройка горы Сеймур Сьюэлл, по-видимому, сформировалась в течение относительно длительного времени как минимум в два этапа. Ее основной массив формировался в результате вулканической деятельности в осевой части Центрально-Индийского хребта примерно 16.3 млн лет назад на протяжении около 0.5 млн лет. Затем вулканический процесс временно прекратился и гора сдрейфовала на 260 км в юго-западном направлении вместе с несущей Африканской плитой. В последнюю эпоху прямой магнитной полярности (Брюнес, 680 тыс. лет назад), в результате нового цикла вулканогенно-тектонической активности, произошло обрушение юго-восточного сегмента горы и внедрение здесь новой порции магматического материала с большим содержанием железистых минералов, что и нашло свое отражение в более интенсивной магнитной аномалии, приуроченной к этой части горы.

Ключевые слова: Центрально-Индийский хребет, подводная гора, вулкан, батиметрия, магнитное поле, аномалия

DOI: 10.31857/S0030157422040074

ВВЕДЕНИЕ

В Индийском океане находится множество подводных гор разного геологического возраста и генезиса [13, 18]. Подводная гора Сеймур Сьюэлл находится на западном фланге спредингового Центрально-Индийского хребта (ЦИХ) на широте 2°58' ю.ш. (рис. 1). Свое название в честь директора Геологической службы Индии Роберта Сеймура Сьюэлла она получила в 1993 г. по предложению известного геоморфолога Р. Фишера.

Спрединговый хребет северо-западной части Индийского океана (в русскоязычной литературе Аравийско-Индийский хребет [7]) четко делится на две части, различные по морфологии. Хребет Карлсберг имеет северо-западное простирание и протягивается от зоны разлома Оуэн на восток до 2° с.ш., 66°30' в.д. [10]. Хорошо выраженная рифтовая долина прерывается немногочисленными поперечными зонами разломов, наиболее крупный из которых Бао Чуан (прежнее название Снеллиус) на 65° в.д. Относительно узкий Центрально-Индийский хребет почти субмеридионального простирания протягивается на юг от

1° ю.ш., 67°30' в.д. между Маскаренским и Мальдивским хребтами и рассечен глубокими зонами разломов ЮЗ-СВ простирания (с севера на юг): Мабахисс, Силарк, Витязь, Вима, Арго, Мария-Целеста (рис. 1). Хребты достаточно хорошо обследованы в своей центральной части [14, 17 и др.].

Различия хребтов хорошо прослеживаются и по механизмам очагов землетрясений. На хребте Карлсберг преобладают раздвиговые составляющие в осевой рифтовой долине. В южной части Центрально-Индийского хребта область трансформных разломов отличается преобладанием сдвиговых компонентов, а к северу от нее короткие отрезки рифтовых долин с раздвиговыми механизмами разделены участками зон сдвига в разломах.

Заметим, что к хребтам не отнесено пространство между 2° с.ш. и 1° ю.ш. Эта зона сочленения хребтов наименее изучена и выражена на карте частым чередованием протяженных положительных и отрицательных форм рельефа. В 1979 г. здесь проходила специализированная геолого-геофизическая экспедиция 19-го рейса НИС

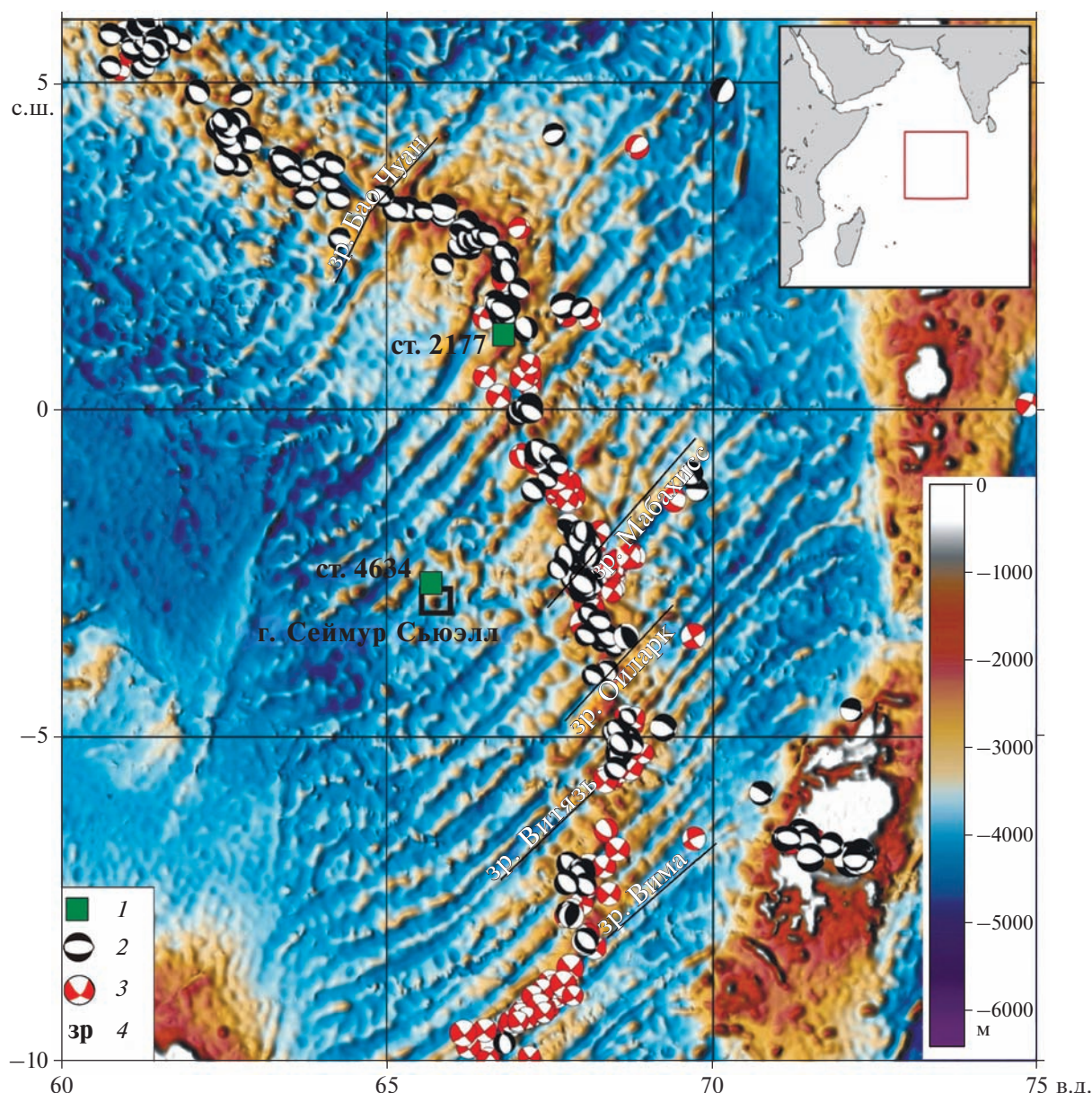


Рис. 1. Рельеф дна западной части Индийского океана (положение на врезке) на основании цифровой модели рельефа ГЕБКО [9]: 1 – точки опробования; 2 – стереограммы фокальных механизмов землетрясений $M > 5$ (по базе данных [12]); 3 – нормальные сбросы, 4 – сдвиговые нарушения; 4 – зона разлома.

“Академик Вернадский” [4]. В области между 1° ю.ш.– 4° с.ш. и $64^\circ 30'–68^\circ 30'$ в.д. батиметрическими, гравиметрическими и магнитометрическими исследованиями была выделена обширная зона тектонических нарушений. Она представлена серией прерывистых желобов, ориентированных в северо-восточном направлении. Исследователи выделили, по меньшей мере, четыре желоба, которым отвечают минимальные значения силы тяжести ($-50–75$ мгал). Глубины в желобах вблизи гребневой части хребта более 4000 м, а разделяющих их прерывистых гряд – 2000 м и менее. Эхолотные профили выявляют повсемест-

ное террасирование склонов возвышенностей, вероятно, отражающее сбросовые нарушения. Рифтовая долина разорвана на отдельные фрагменты, значительно смещенные относительно друг друга. Наиболее протяженные два желоба длиной свыше 500 км находятся в районе ст. 2177 (рис. 1). Каляев и др. [4] предложили назвать их зоной разлома Академик Вернадский (название не утверждено и не используется).

Желоба разломов в зоне сочленения хребтов Карлсберг и Центрально-Индийского прослеживаются из осевой части на склоны хребта, относительные их глубины уменьшаются. На борту тако-

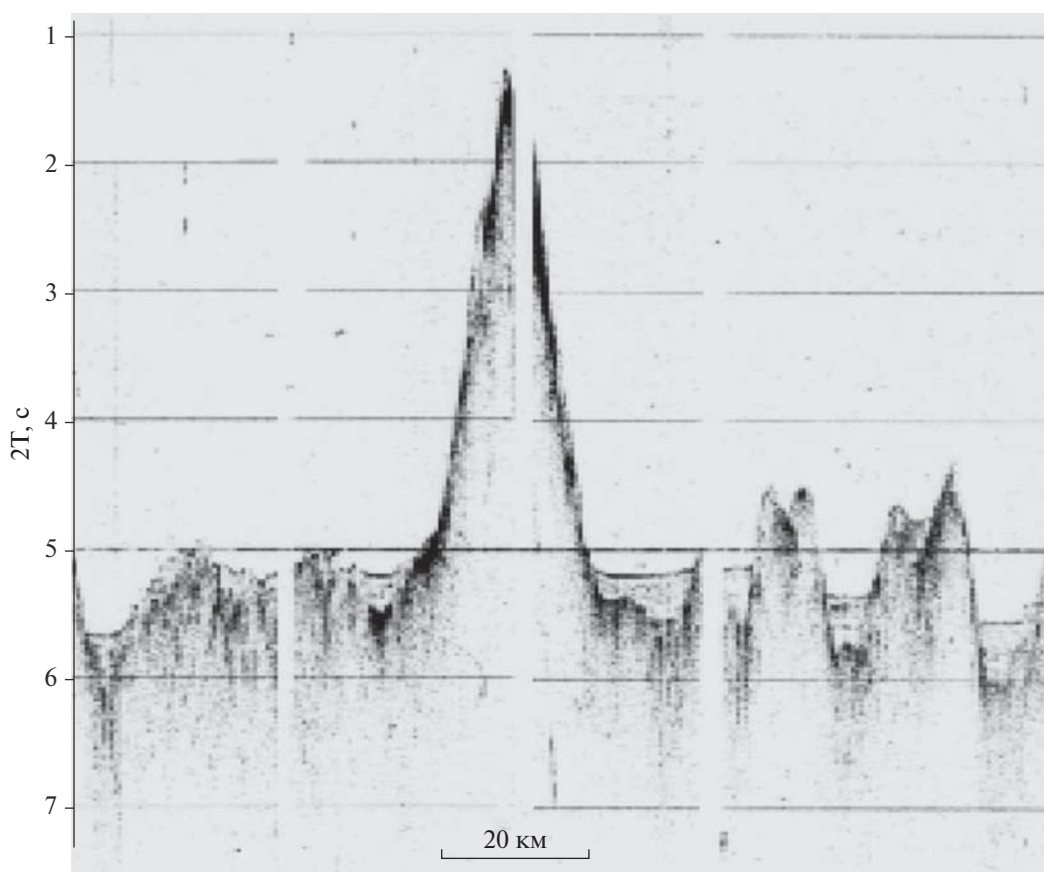


Рис. 2. Профиль НСП рейса 1215 И/С “Роберт Конрад” через подводную гору Сеймур Сьюэлл [16].

го желоба ЮЗ–СВ простирания на расстоянии около 400 км от оси хребта расположена гора Сеймур Сьюэлл (рис. 1).

До недавнего времени о строении этой горы было мало данных. Она была пересечена в 31-м рейсе НИС “Витязь” в 1960 г., во время которого на ст. 4634 у подножья горы на глубине 3606 м тяжелой трубкой была получена колонка осадков длиной более 15 м. В 1969 г. в рейсе 1215 И/С “Роберт Конрад” гора была пересечена на субширотном региональном профиле с однолучевым эхолотированием, непрерывным сейсмическим профилированием (НСП) и магнитной съемкой [16]. На профиле НСП конусообразная симметричная гора с острой вершиной выглядит как типичный молодой вулкан (рис. 2), который в плане на Генеральной батиметрической карте океанов [9] имеет округлую изометричную форму.

Прямые методы изучения геологического строения подводных гор путем отбора образцов складывающихся их вулканических пород драгированием или бурением дают информацию об их составе и возрасте, и в глобальном плане о химических и физических свойствах литосферы. Однако на подводной горе Сеймур Сьюэлл, как и на подавляющем большинстве других подводных

гор в Индийском океане, такие данные не были получены. Ближайшая станция драгирования (ст. 2177, 01°37′ с.ш. и 67°04′ в.д.) находится ~525 км севернее в зоне разлома, названной Г.И. Каляевым с соавторами зоной разлома Академик Вернадский [4]. Драгирование выполнялось в интервале глубин 2150–1700 м на склоне локальной возвышенности длиной около 40 км с вершиной на глубине 1311 м. Были подняты измененные ультрабазиты – тальковые и тальково-антофиллитовые породы, весьма трещиноватые и катаклазированные с зеркалами скольжения. В них были обнаружены присущие ультрабазитам хромшпинелиды.

При отсутствии прямых методов геологического опробования подводных гор для определения их строения и возраста используются косвенные геофизические данные. Широкое распространение получили геомагнитные исследования подводных вулканов (гор) [2, 3]. В аномальном магнитном поле (АМП) Мирового океана к ним приурочены четкие локальные аномалии, имеющие амплитуды до 3000 нТл и горизонтальные градиенты, нередко превышающие 200 нТл/км. Отмечается хорошая корреляция магнитных аномалий подводных вулканов с их современным ре-

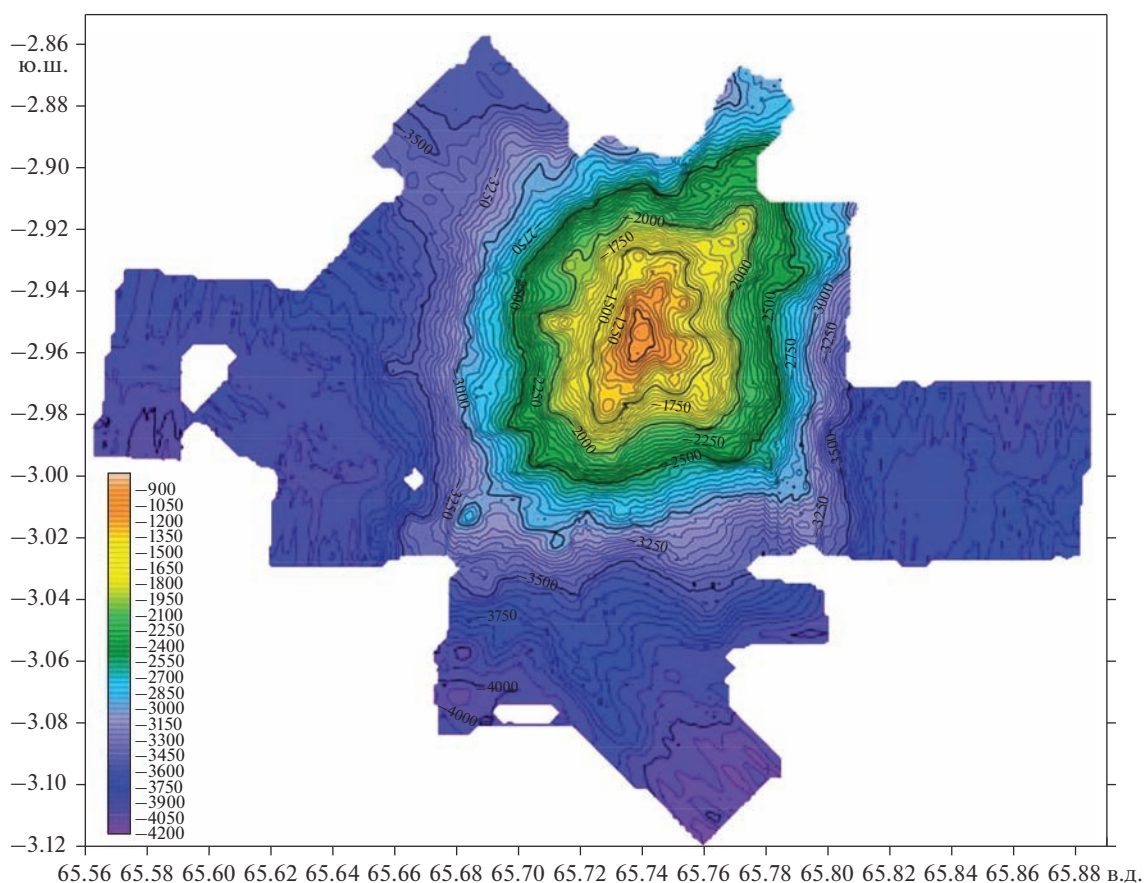


Рис. 3. Батиметрическая карта горы Сеймур Сьюэлл по результатам съемки 42-го рейса НИС “Академик Борис Петров”. Сечение изобат 50 м. Координаты даны в десятичных долях градуса.

льефом. Эти локальные аномалии представляют собой суперпозицию магнитного эффекта от самой вулканической постройки и ее глубинных корней. В областях проявления современного подводного вулканизма горные породы сильно дифференцированы по величине естественной остаточной намагниченности и магнитной восприимчивости.

В 42-м рейсе НИС “Академик Борис Петров” в Индийском океане в 2017 г. [6] на микрополигоне МП2 (3°05′–2°52′ ю.ш. и 65°37′–65°49′ в.д.) на подводной горе Сеймур Сьюэлл были выполнены детальная батиметрическая и магнитная съемки по ортогональным меридиональным и широтно-му профилям (схема галсов показана на рис. 6). Съемка на этом микрополигоне проводилась на скорости 9 узлов и составила ~137 км. Батиметрическая съемка выполнялась многолучевым эхолотом ATLAS HYDROSWEEP DS-2. Полученные данные позволили построить детальную карту рельефа горы (рис. 3–5) и на их основе подробно охарактеризовать ее морфологию. Магнитная съемка выполнялась морским протонным магнитометром МПМГ-4, являющимся оригинальной разработкой Лаборатории геофизических полей

Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН. Магнитометр буксировался на расстоянии 270 м от кормы судна. Данные 42-го рейса НИС “Академик Борис Петров” были дополнены материалами магнитной съемки 1215 рейса И/С “Роберт Коэнрад” (1 галс), совместно обработаны и увязаны. Оценка среднеквадратической ошибки съемки составила менее 3 нТл (<1% амплитуды магнитной аномалии). Полученные данные позволили построить карты аномального магнитного поля (рис. 6–8) и провести интерпретацию магнитной съемки с помощью подбора эквивалентных источников аномалий для всей карты, отдельных ее фрагментов и профилей. В данной статье на основании результатов анализа и интерпретации полученных в рейсе геофизических данных рассмотрены природа и эволюция подводной горы Сеймур Сьюэлл.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Батиметрия

Подводная гора Сеймур Сьюэлл с глубиной вершины менее 950 м возвышается над окружающим дном примерно на 3000 м. Она имеет почти

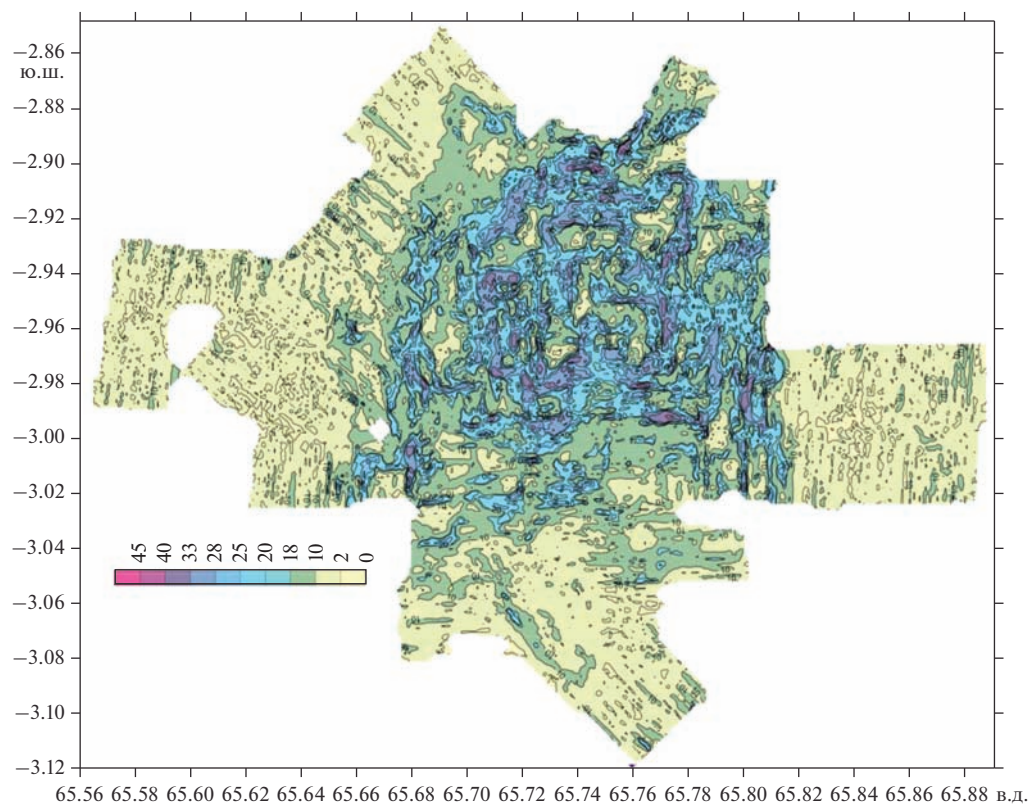


Рис. 4. Карта углов наклона склонов горы Сеймур Сьюэлл.

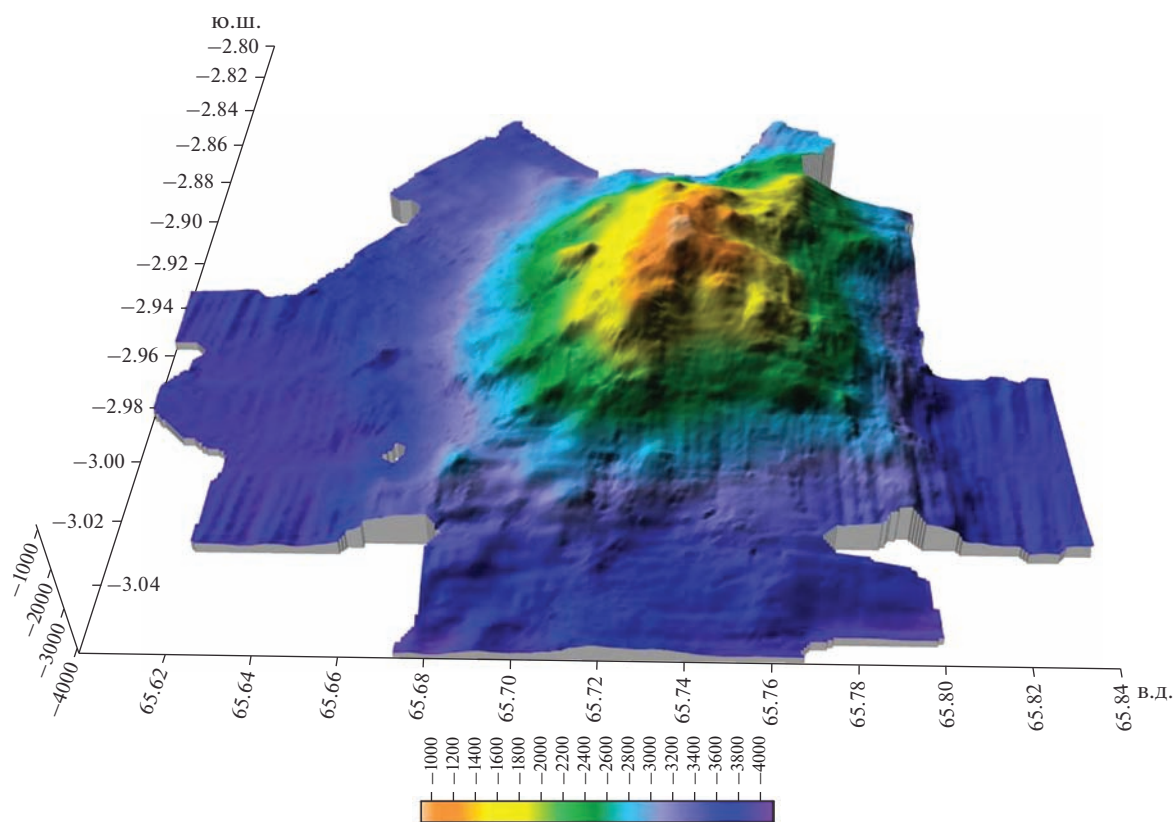


Рис. 5. 3D-изображение горы Сеймур Сьюэлл.

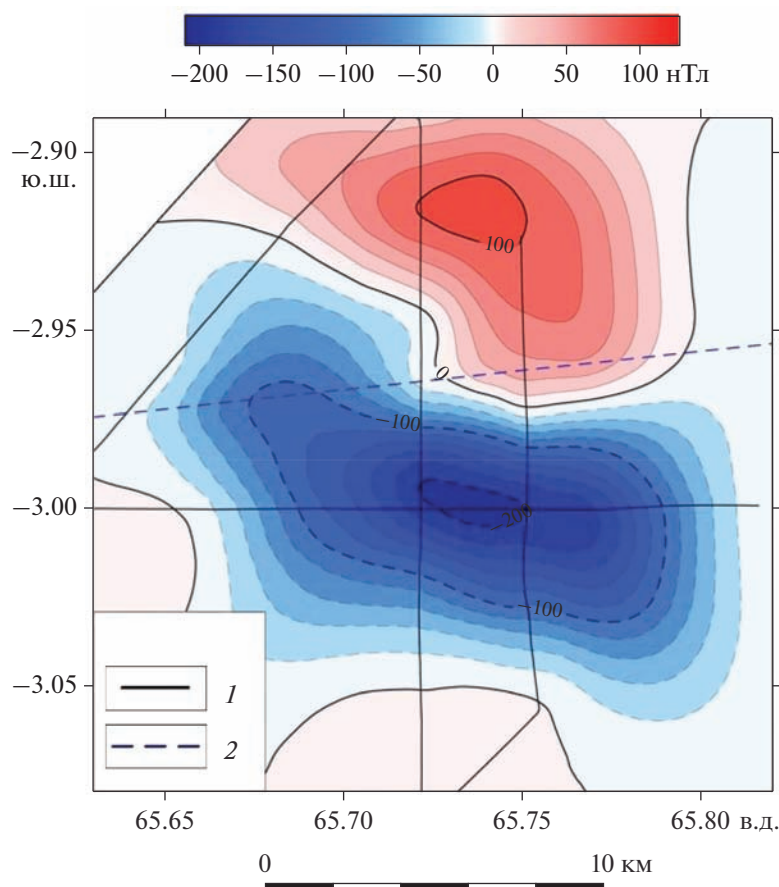


Рис. 6. Аномальное магнитное поле подводной горы Сеймур Сьюэлл на микрополигоне МП2. 1 – Профили 42 рейса НИС “Академик Борис Петров” (2017 г.); 2 – профиль 1215 рейса И/С “Роберт Конрад” из геофизической базы данных Geodas [15].

прямоугольную форму, но несколько вытянутую с ЮЗ на СВ. В этом направлении размеры основания горы около 22 км, тогда как по широте ~18 км. Удлинение по этой оси создается отрогами на ее ЮЗ и СВ оконечности (рис. 3). Вершинная поверхность горы на глубинах менее 2000 м образована рядом поднятий, центральное из которых с глубинами 950–1100 м протягивается с юга на север, образуя гребень горы. К югу и северу от него на глубинах 1200–1300 м отмечаются изометричные небольшие поднятия, представляющие, по-видимому, боковые конусы излияний. Такие поднятия отмечены на глубинах 1800–1900 м на западном склоне горы и к северо-востоку от вершины, где последнее образует отрог СВ простираения. От центрального поднятия отходят лопастеобразные отроги, морфология которых позволяет предположить в них лавовые потоки. Лопастевидный отрог к востоку от основной вершины вместе с примыкающими к нему с юга локальными поднятиями образует пониженный блок вершинной поверхности с глубинами 1200–1600 м.

Верхняя часть склонов на глубинах более 1800 м крутизной 18–35°, но крутые склоны имеют разную высоту (рис. 4). На западе и востоке горы прослеживаются уступы субмеридионального простираения высотой от 400 м на западе до 800 м на востоке. Крутой восточный склон высотой около 2200 м имеет субмеридиональное простираение, подножье его лежит на глубине около 3750 м. Западный склон горы тоже имеет субмеридиональное простираение, но высота его крутой части (от 1900 до 3450 м) меньше. Подножье склона от 3450 до 3900 м постепенно выполаживается, а затем переходит в поверхность котловины с уклоном к ЮЗ. Южный склон еще более пологий и от глубин 3500 м протягивается отрогом ЮВ простираения до глубин свыше 4000 м. В средней части склона, на глубинах около 3000 м, имеются изометричные поднятия, наиболее крупное относительно высотой более 100 м, также предположительно представляющие собой боковые конусы.

В целом морфология горы предполагает ее вулканическое происхождение, с несколькими центрами излияний на вершинной поверхности и

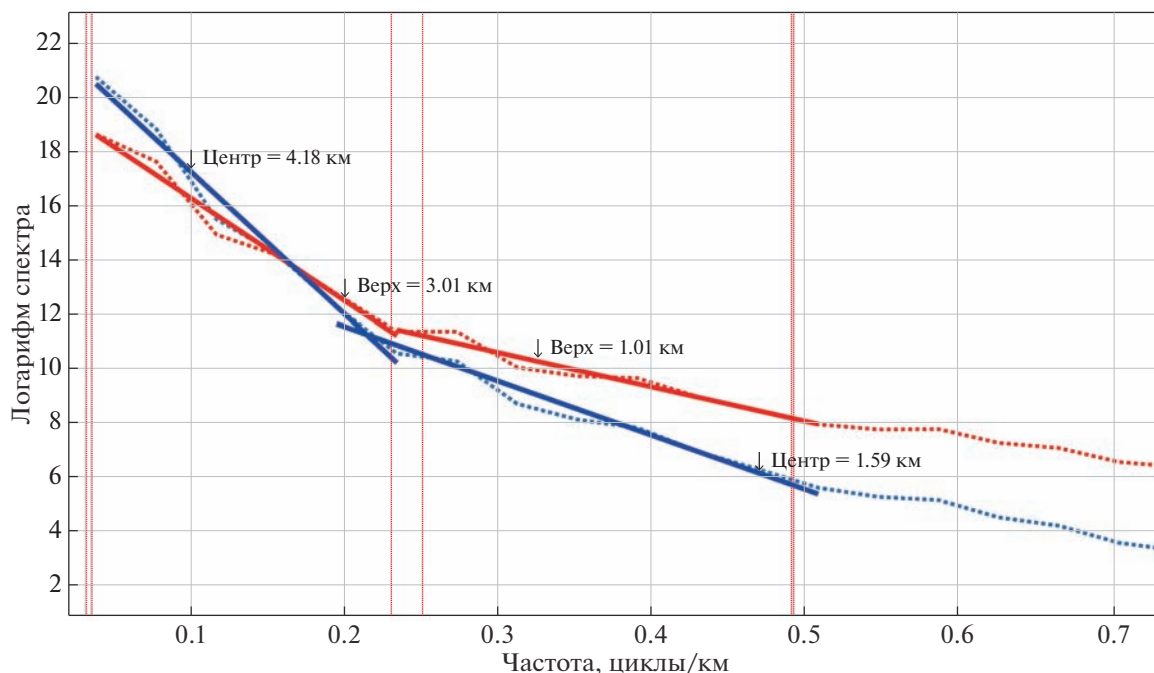


Рис. 7. Определение глубинного положения источников по радиально осредненному спектру магнитных аномалий. Красные линии – средняя глубина до верхней корки, синие линии – средняя глубина до центров магнитных масс. Рассчитываются с помощью подбора линейной регрессии для прямолинейных участков радиально осредненного спектра магнитного поля (метод Спектора-Гранта [8]).

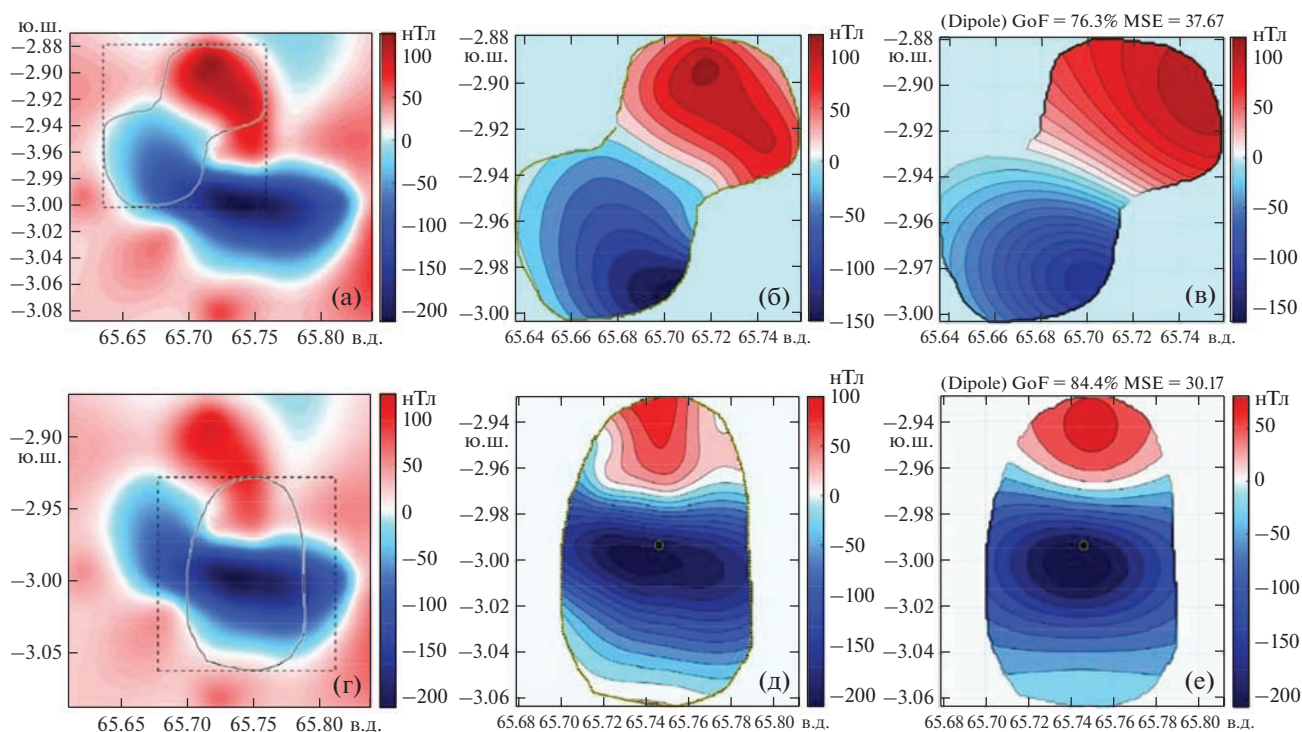


Рис. 8. Определение эквивалентных дипольных источников магнитных аномалий для разных фрагментов карты АМП. (а) Карта АМП горы Сеймур Сьюэлл и контур выделенного СЗ фрагмента для подбора эквивалентного источника; (б) СЗ фрагмент карты АМП (исходное поле); (в) СЗ фрагмент карты АМП (подобранное поле); (г) карта АМП горы Сеймур Сьюэлл и контур выделенного ЮВ фрагмента для подбора эквивалентного источника; (д) ЮВ фрагмент карты АМП (исходное поле); (е) ЮВ фрагмент карты АМП (подобранное поле).

Таблица 1. Результаты подбора эквивалентного дипольного источника АМП для горы Сеймур Сьюэлл и двух ее фрагментов

Объект	Долгота (в.д.)/ широта (ю.ш.)	Глубина центра магнитных масс от уровня моря (м)*	Магнитный момент, ($A \cdot m^2$) $\times 10^9$	Склонение	Наклонение	Палеоширота образования
Гора целиком	65°44.1' / –2°58.8'	7182 $\pm$ 104	826.4 $\pm$ 29	15.1° $\pm$ 0.2	–1.5° $\pm$ 0.2	–0.8° $\pm$ 0.1
Северо-западная часть горы	65°43.7' / –2°57.5'	7253	583	28.6°	–2.4°	–1.2°
Юго-восточная часть горы	65°44.7' / –2°59.4'	6264	560.3	19.2°	–6.1°	–3.1°

* Модельные расчеты показывают, что для конических тел глубина центра масс эквивалентного диполя соответствует глубине нижнего основания конуса или лежит даже ниже него. Поэтому этот вопрос необходимо подробно исследовать в соответствующей методической работе. Направление намагниченности определяется точно.

отдельными небольшими конусами в верхней части склонов (рис. 5). Такие же конусовидные поднятия отмечаются на южном склоне горы на больших глубинах (3000–3100 м).

Магнитная съемка

К подводной горе Сеймур Сьюэлл приурочена знакопеременная магнитная аномалия с амплитудой >300 нТл, имеющая достаточно простую форму, являющуюся, очевидно, суперпозицией двух квазидипольных аномалий (рис. 6). Это указывает на гетерогенное строение подводной горы, имеющей, как минимум, два разделенных в пространстве, источника магнитных аномалий. Взаимное расположение положительных и отрицательных экстремумов на приводимой карте соответствует почти горизонтальному направлению намагниченности этих источников при почти горизонтальном направлении внешнего магнитного поля Земли для этой приэкваториальной зоны.

Интерпретация и подбор источников магнитных аномалий осуществлялась по модифицированной схеме, использованной авторами ранее для подводной горы на микрополигоне МП1 42-го рейса НИС «Академик Борис Петров» на Восточно-Индийском хребте [5]. По радиально осредненному спектру магнитной аномалии над горой выполнено изучение глубинного состава источников аномалий (рис. 7) и установлено наличие приповерхностных и глубинных источников аномалий, лежащих в диапазонах глубин 1.01–2.17 и 3.01–5.35 км соответственно. Сравнивая эти значения с морфологией горы, можно предположить, что выделяемый по магнитным данным верхний горизонт соответствует привершинным источникам, сформированным, по-видимому, на финальных стадиях развития вулканической постройки. Нижний же горизонт соответствует массивному основанию и нижней части подводной горы, образованных в процессе интенсивных подводных излияний в начальный период формирования этого палеовулкана.

При подборе моделей эквивалентных источников для подводной горы Сеймур Сьюэлл был использован разработанный нами алгоритм, позволяющий автоматически подбирать для выделенного фрагмента карты АМП эквивалентный дипольный источник [1]. В основу этого алгоритма положен тот факт, что магнитуда магнитных аномалий является малочувствительной к косому намагничению трансформантой аномального поля ΔTa [11]. При этом устойчиво определяется положение такого диполя и его векторный магнитный момент, что в свою очередь позволяет делать выводы о природе источника магнитной аномалии и возрасте его образования. Результаты автоматического подбора эквивалентных дипольных источников, как для всей горы, так и для двух ее фрагментов, по-разному отражающихся в аномальном магнитном поле, представлены на рис. 8 и в табл. 1.

Полученные оценки направления намагниченности этих источников, подтверждают гипотезу о достаточно длительной, как минимум двухэтапной истории развития подводной горы Сеймур Сьюэлл. Обращает на себя внимание близость оценок палеоширот горы и ее фрагментов к их современному положению — отклонение углов наклонения от современного составляет < 5°. При этом палеоширота горы в целом и ее основной части практически совпадают с современной широтой соответствующей точки А на оси спредингового Центрально-Индийского хребта, в которую проецируется современное положение горы в точке Б при обращении вектора движения этой части Африканской плиты (рис. 9). Расстояние от центра горы до ее проекции на оси спрединга составляет ~260 км. Палеоширота меньшей юго-восточной части горы совпадает с современной.

Исходя из вышесказанного, а также из особенностей морфологии горы, можно предложить следующий механизм формирования и развития изучаемого палеовулкана: основание и большая часть постройки были сформированы в осевой

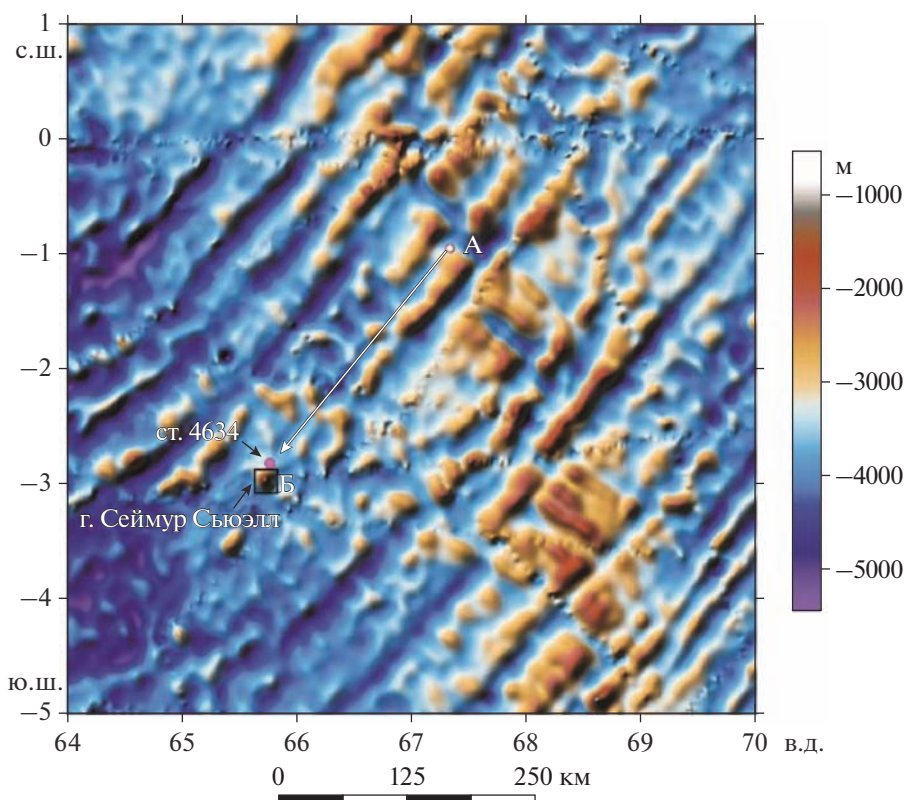


Рис. 9. Фрагмент карты рельефа дна западной части Индийского океана (рис. 16). А — точка на оси спредингового Центрально-Индийского хребта, соответствующая положению вулканического источника формирования г. Сеймур Сьюэлл, Б — современное положение горы.

части спредингового Центрально-Индийского хребта в результате мощной подводной вулканической деятельности. По мере движения несущей литосферы к ЮЗ и ее опускания по закону Слэйтера-Сорохтина, происходил изостатический рост постройки вулкана с формированием мощных магнитоактивных базальтовых слоев, последние из которых образовались на его ЮВ склоне и имеют практически современное направление намагниченности. Это свидетельствует в пользу молодого, возможно — даже современного возраста формирования приповерхностных структур на ЮВ этого интересного объекта.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Морфология подводной горы Сеймур Сьюэлл с несколькими небольшими пиками на вершинной поверхности и лопастеобразными отрогами и небольшими конусами в верхней части склонов предполагает ее вулканическое происхождение. Конические пики, вероятно, связаны с локальными центрами излияний. Лопастеобразные отроги, по-видимому, представляют собой боковые конусы излияний и лавовые потоки. Вытянутая с ЮЗ на СВ форма горы создается отрогами на ее ЮЗ и СВ оконечности (рис. 3). Можно было бы связывать это с дрейфом ЮЗ-СВ направления в

результате спрединга в Центрально-Индийском хребте подстилающей коры, на которую гора была наложена. Однако юго-западный отрог горы не вписывается в эту модель. По-видимому, источник излияния лежал в борту долины существовавшего разлома. Скорее всего, гора Сеймур Сьюэлл обязана своей вытянутой формой двум этим факторам.

На пересекающем подводную гору Сеймур Сьюэлл профиле НСП рейса 1215 И/С “Роберт Конрад” наблюдается типичное для флангов спрединговых хребтов строение осадочного чехла и подстилающего фундамента. Серия небольших низких гряд, разделенных такими же узкими неглубокими впадинами, создают мелко расчлененный рельеф базальтовой океанической коры амплитудой до 100 м (рис. 2). В фундаменте четко проявляются тектонические разломные сбросовые уступы по бортам небольших грабенов. Мощностъ прозрачного однородного осадочного заполнения впадин составляет десятки метров, что свидетельствует об относительно молодом возрасте тектонических и вулканических процессов. С каждой стороны горы Сеймур Сьюэлл, найдаясь, вероятно, опущенные участки фундамента, заполненные осадками. По всей видимости, это может свидетельствовать о ее формировании

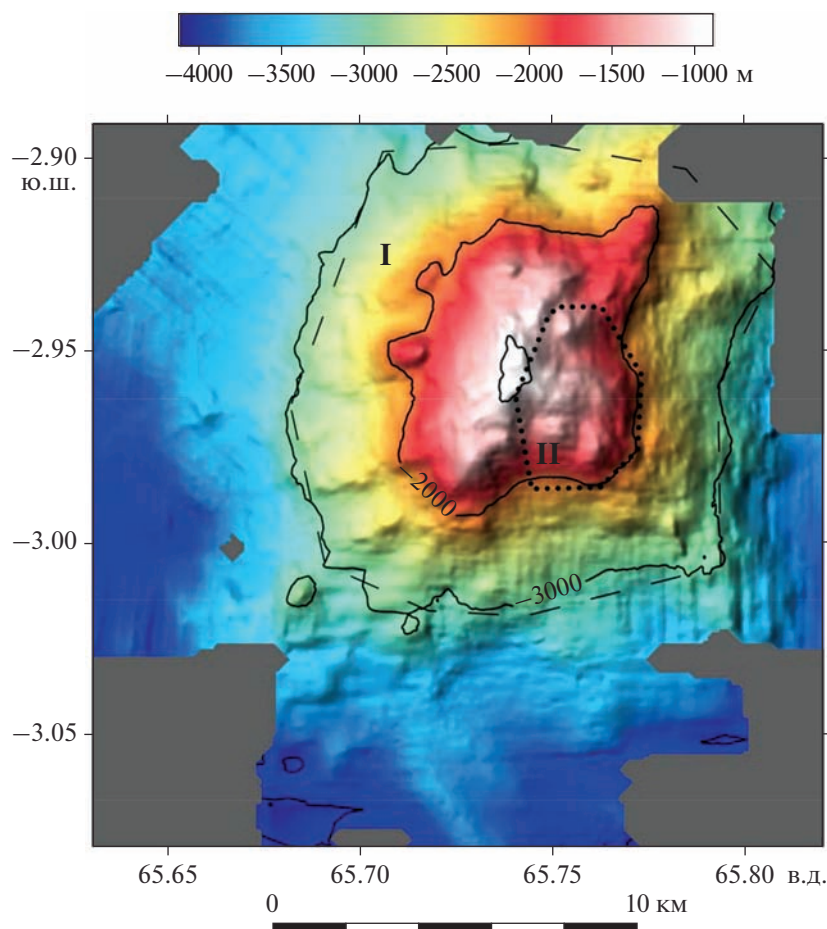


Рис. 10. Строение горы Сеймур Сьюэлл по результатам совместной интерпретации магнитных и батиметрических данных: I (пунктирная линия) — основной массив горы, сформировался вблизи ЦИХ, возраст около 16 млн лет; II (точечная линия) — ЮВ фрагмент, результат молодого (современного?) вулканизма на вершине горы.

на тонкой новообразованной коре, которая просела в результате излияния магматического вещества сформировавшего горю.

Наиболее важные новые данные получены о магнитном поле подводной горы Сеймур Сьюэлл, которое ранее не было изучено. В целом полученные результаты согласуются с существующими представлениями о тектонике нижней части срединно-океанических хребтов и природе подводных океанических гор. Как правило, это вулканические постройки, образованные в спрединговых центрах срединно-океанических хребтов на дивергентных границах океанических литосферных плит, которые затем в процессе спрединга морского дна погружаются в прилегающие глубоководные котловины. Об этом свидетельствуют палеоширота и относительно молодой возраст образования подводной горы Сеймур Сьюэлл, определенные в рамках палеомагнитного анализа.

Вулканическая постройка горы Сеймур Сьюэлл, по-видимому, сформировалась на протяжении относительно длительного времени как ми-

нимум в два этапа. Основной массив горы (область I на рис. 10) образовался в результате вулканической деятельности в спрединговом Центральном-Индийском хребте в районе 1° ю.ш. (точка А, рис. 9) примерно 16.3 млн лет назад при средней скорости спрединга в этот период равной 1.84 см/год. Вулканическая деятельность продолжалась примерно 0.5 млн лет, во время которой происходил дрейф несущей плиты в юго-западном направлении, при этом питающий канал вулкана, по-видимому, какое-то время оставался неизменным в зоне разлома ЮЗ—СВ простирающегося относительно формирующейся литосферной плиты. Этим можно объяснить вытянутую в этом направлении форму вулкана (рис. 3). Изверженные породы при остывании приобретали остаточную намагниченность с углом наклона $\sim -2^\circ$, который соответствует палеошироте 1° ю.ш. Затем вулканический процесс временно прекратился и гора сдрейфовала на 260 км в юго-западном направлении вместе с несущей Африканской плитой. Совсем недавно, по крайней мере, в последнюю эпоху прямой магнитной полярности (Брю-

нес, 680 тыс. лет), в результате нового цикла вулcano-тектонической активности, произошло обрушение ЮВ сегмента горы и внедрение здесь новой порции магматического материала с большим содержанием железистых минералов, что и нашло свое отражение в более интенсивной магнитной аномалии, приуроченной к этой части горы (область II на рис. 10).

ВЫВОДЫ

1. Результаты геофизических исследований в 42-м рейсе НИС “Академик Борис Петров” показывают высокую эффективность современного комплекса геофизических методов при изучении таких сложных и интересных структур Мирового океана, как подводные горы.

2. Морфология подводной горы Сеймур Сьюэлл относительной высотой около 3000 м предполагает ее вулканическое происхождение, о чем свидетельствует конусовидная форма центральной части, осложняющие вершинную поверхность и склоны более мелкие вулканические конусы, а также лопастевидные формы выступов, видимо, представляющие собой лавовые потоки. Юго-восточная часть горы от глубин 1400–1500 м выглядит опущенным блоком с центрами излияний в привершинной части. Наиболее крутой восточный склон, по-видимому, является бортом желоба разлома ЮЗ–СВ простираения, протягивающегося от центральной части срединно-океанического хребта.

3. Исследованная подводная гора Сеймур Сьюэлл была образована вблизи оси спредингового Центрально-Индийского хребта около 1° ю.ш., примерно 16.3 млн. назад и дрейфовала 260 км в юго-западном направлении вместе с несущей Африканской плитой. На финальной стадии развития этого вулканического объекта, во время последнего хрона прямой магнитной полярности (Брюнес, 680 тыс. лет) вулcano-тектоническая активность возобновилась, произошло обрушение ЮВ сегмента горы и внедрение здесь новой порции магматического материала с большим содержанием железистых минералов.

Источники финансирования. Данная работа выполнена в рамках государственного задания (тема № 0128-2021-0005, О.В. Левченко, И.А. Веклич, А.Н. Иваненко и тема № 0135-2019-0076, Н.Н. Турко) при поддержке гранта РФФИ № 19-05-00680.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Веклич И.А., Иваненко А.Н., Левченко О.В. Аномальное магнитное поле ΔT_a экваториальной части Индийского океана (съемка на полигонах) // Вестн. КРАУНЦ. Науки о Земле. 2020. № 1. Вып. 45. С. 17–37.

2. Городницкий А.М. Строение океанской литосферы и формирование подводных гор. М.: Наука, 1985. 166 с.
3. Иваненко А.Н. Моделирование магнитного поля подводных гор // Магнитное поле океана / Под ред. Городницкого А.М. М.: Наука, 1993. С. 68–88.
4. Каляев Г.И., Сырский В.Н., Насиров А.Я., Авдеев А.И. Основные черты рельефа и тектоники Аравийско-Индийского хребта. Киев: Институт геологических наук АН УССР, 1979. 52 с.
5. Левченко О.В., Ананьев Р.А., Веклич И.А. и др. Комплексные исследования подводной горы в основании северного сегмента Восточно-Индийского хребта // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2018. № 3. Вып. 39. С. 90–104. <https://doi.org/10.31431/1816-5524-2018-3-39-90-104>
6. Левченко О.В., Шаповалов С.М. Возвращение российских океанологов в Индийский океан: мультидисциплинарные исследования в 42-м рейсе научно-исследовательского судна “Академик Борис Петров” // Океанология. 2019. Т. 59. № 1. С. 181–183. <https://doi.org/10.31857/S0030-1574591181-183>
7. Геолого-геофизический Атлас Индийского океана / Под ред. Удинцева Г.Б.). М.: АН СССР, ГУГК СССР, 1975. 151 с.
8. Blakely R.J. Potential Theory in Gravity and Magnetic Applications. Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 1995. 464 p.
9. GEBCO (General Bathymetric Chart of the Oceans). The GEBCO_2020 Grid. <http://www.gebco.net>.
10. GEBCO Gazetteer of Undersea Feature Names, www.gebco.net, <https://www.ngds.noaa.gov/gazetteer>.
11. Gerovska D., Arauzo-Bravo M.J. Calculation of magnetic transforms with high centrality and low dependence on the magnetization vector direction // Geophysics. 2006. V. 71. № 5. P. 121–130. <https://doi.org/10.1190/1.2335516>
12. The Global Centroid-Moment-Tensor (CMT) Project. <http://www.globalcmt.org/CMTsearch.html>.
13. Iyer S.D., Das P., Kalangutkar N.G. Seamounts – windows of opportunities and the Indian scenario // Current Science. 2012. V. 102. № 10. P. 1382–1391.
14. Kamesh Raju K.A., Samudrala K., Drolia R.K. et al. Segmentation and morphology of the Central Indian Ridge between 3° S and 11° S, Indian Ocean // Tectonophysics. 2012. V. 554–557. P. 114–126. <https://doi.org/10.1016/j.tecto.2012.06.001>
15. National Geophysical Data Center (NGDC), <https://maps.ngdc.noaa.gov/viewers/geophysics/>.
16. National Geophysical Data Center (NGDC), www.ngdc.noaa.gov/mgg/trk/trackline/robert_d._conrad/rc1215/
17. Ray D., Kamesh Raju K.A., Baker E.T. et al. Hydrothermal plumes over the Carlsberg Ridge, Indian Ocean // Geochem. Geophys. Geosyst. 2012. V. 13. № 1. P. 1–15. Q01009. <https://doi.org/10.1029/2011GC003888>
18. Sarma K.V.L.N.S., Ramana M.V., Subrahmanyam V. et al. Seamounts an additional tool to confirm the nature of the crust and to locate possible mineral resources for dredging // Marine Georesources and Geotechnology. 1998. V. 16. P. 41–51. <http://drs.nio.org/drs/handle/2264/1930>.

Geophysical Studies of the Seymour Sewell Seamount on the Flank of the Central Indian Ridge

O. V. Levchenko^{a, #}, I. A. Veklich^{a, ##}, A. N. Ivanenko^{a, ###}, N. N. Turko^{b, ####}

^a*Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

^b*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

[#]*e-mail: olevses@mail.ru*

^{##}*e-mail: veklich.ilya11@mail.ru*

^{###}*e-mail: ivanenko.ocean@gmail.com*

^{####}*e-mail: turko@ginras.ru*

The volcanic structure of the Seymour Sewell seamount appears to have formed over a relatively long time in at least two stages. Its main mass was formed as a result of volcanic activity in the axial zone of the Central Indian Ridge about 16.3 million years ago for about 0.5 million years. Then the volcanic process temporarily stopped and the seamount drifted 260 km to south-west along with the supporting African plate. In the last epoch of direct magnetic polarity (Brunes, 680 thousand years ago), as a result of a new cycle of volcanic-tectonic activity, the collapse of the south-eastern segment of the seamount occurred. At this time, a new portion of magmatic material with a high content of ferrous minerals was introduced here, which was reflected in a more intense magnetic anomaly confined to this part of the seamount.

Keywords: Central Indian Ridge, seamount, volcano, bathymetry, magnetic field, anomaly