

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И ТЕКТОНО-МАГМАТИЧЕСКИЕ ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ МАГЕЛЛАНОВЫХ ГОР (ТИХИЙ ОКЕАН). СООБЩЕНИЕ 1: ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

© 2022 В.Т. Съедин¹, С.П. Плетнев¹, Т.Е. Седышева²

¹Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия, 690041

²ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, Россия, 190121; e-mail: sedin@poi.dvo.ru

Поступила в редакцию 12.08.2022 г.; после доработки 03.12.2022 г.; принята к публикации 26.12.2022 г.

В работе приведены оригинальные и опубликованные данные по радиоизотопному датированию вулканических пород Магеллановых гор. Эти данные и другие геологические материалы позволяют выделить на гайотах Магеллановых гор пять крупных возрастных вулканических комплексов: 1 — позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел); 2 — раннемеловой (апт-альбский); 3 — позднемеловой (позднесеноман-турон-раннекампанский); 4 — позднемеловой (позднекампан-маастрихский); 5 — кайнозойский. Каждый из этих возрастных комплексов соответствует определенному (одновозрастному) тектоно-магматическому этапу эволюции Магеллановых гор, а также характеризует конкретное геоморфологическое пространство (пьедестал, основное тело, небольшие осложняющие наложенные структуры 2-го порядка). В основу этого разделения положены многочисленные определения изотопного возраста по 11 гайотам, полученные K-Ar и Ar-Ar методом. Тектоно-магматические этапы эволюции Магеллановых гор в целом отвечают ранее установленным периодам тектонической активизации для других структур Тихого океана.

Ключевые слова: радиоизотопные определения, K-Ar и Ar-Ar возраст, вулканические комплексы, Магеллановы горы.

ВВЕДЕНИЕ

Магеллановы горы расположены в южной части северо-западного сектора Тихого океана (рис. 1). Это наиболее древняя и сложная по своему геологическому строению часть Тихого океана (Гайоты..., 1995; Геология..., 2020; Петрологические..., 1996; Пушаровский, 2005 и др.). Здесь наблюдается сочетание различных отрицательных и положительных структур океанического дна — глубоководные котловины с абиссальными равнинами, а также крупные возвышенности, линейные хребты различной протяженности и многочисленные подводные океанические горы и острова вулканического происхождения. Подводная гряда Магеллановых гор, состоящая в основном из гайотов, одна из многих положительных структур этой части Тихого океана.

Магеллановы горы расположены между Марианскими и Маршалловыми островами (рис. 1). С юга они ограничены поднятием

Каролинских гор, а с севера — поднятием гор Маркус — Уэйк. Дугообразная цепь вулканических построек Магеллановых гор делит Восточно-Марианскую котловину на две впадины: северную — Пигафетта и южную — Сайпан (некоторые авторы выделяют впадины Западный Сайпан и Восточный Сайпан).

Магеллановы горы как объект изучения давно интересуют геологов. С практической точки зрения они привлекают к себе внимание, прежде всего, как место крупных скоплений кобальтосодержащих Fe-Mn образований в рудных корках (средняя мощность 9–12 см, максимальная — достигает 45 см), реальные запасы которых еще предстоит оценить. В научном плане гайоты Магеллановых гор представляют собой интерес как типичные структуры вулканического происхождения Тихого океана. Немаловажное значение такого повышенного внимания к Магеллановым горам имеет и тот факт, что основная часть гайотов Магеллановых гор

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

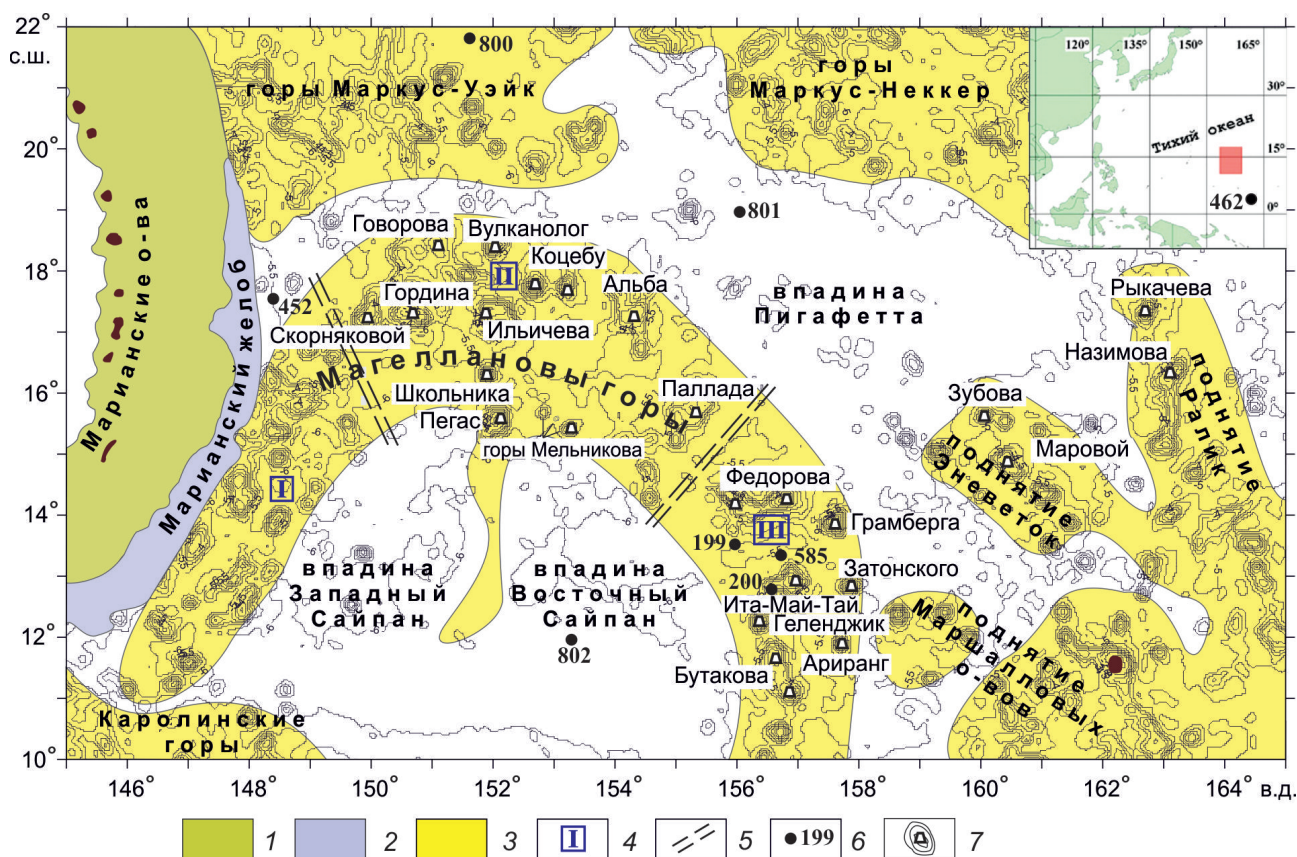


Рис. 1. Рельеф Магеллановых гор и сопредельных структур (по (Углов, Мельников., 2015) с некоторыми изменениями и дополнениями авторов): 1 — поднятие Марианской островной дуги; 2 — Марианский желоб; 3 — внутриплитные океанические поднятия; 4 — звенья Магеллановых гор: I — Западное звено, II — Северное звено, III — Восточное звено; 5 — границы между звеньями Магеллановых гор; 6 — скважины глубоководного бурения DSDP и ODP и их номер; 7 — изобаты (в километрах) и центры гайотов. На врезке показаны положения Магеллановых гор (красный прямоугольник) и скв. 462.

Fig. 1. Relief of the Magellan Seamounts and adjacent structures (according to (Uglov, Mel'nikov., 2015) with some changes and additions by the authors). 1 — elevation of the Mariana Island Arc; 2 — Mariana Trench; 3 — intraplate oceanic elevations; 4 — Magellan Seamounts segments: I — Western segment, II — Northern segment, III — Eastern segment; 5 — borders between the segments of the Magellan Rise; 6 — DSDP and ODP deepwater drilling wells and their number; 7 — isobaths (in kilometres) and centers of guyots. The inset shows the positions of the Magellan Mountains (red rectangle) and well 462.

расположена в нейтральных водах и, в тоже время, достаточно близко к территории большинства стран, активно занимающихся геологическими исследованиями океана.

Активное участие в изучении района Магеллановых гор, кроме России (на начальном этапе СССР), принимают Китай, республика Корея и Япония. Среди отечественных организаций большой вклад в изучение Магеллановых гор на раннем этапе исследований внесли экспедиции, организованные на судах Академии наук СССР и Министерства геологии СССР (организации «Дальморгеология» и «Южморгеология»); а на более позднем этапе — экспедиции Росгеологии (АО «Южморгеология»). Наиболее значительная роль в изучении гайотов Магеллановых гор на данном этапе исследований принадлежит АО «Южморгеология», суда которого с 1998 г. и по

настоящее время, регулярно проводят геолого-геофизические исследования в районе Магеллановых гор.

Особое место в исследовании этого района принадлежит международным проектам по глубоководному бурению Deep Sea Drilling Program (DSDP) и Ocean Drilling Program (ODP). Скважины (скв.), пробуренные по этим проектам (20-й и 89-й рейсы бурового судна «Гломар Челленджер» и 129, 143 и 144 рейсы «Джойдес Резолюшен») дали важную информацию по этому региону Тихого океана (Initial..., 1973; 1985; 1989; Pringle, 1992; и др.). Однако глубоководное бурение непосредственно на Магеллановых горах выполнено только на вершине гайота Ита-Май-Тай (скв. 200–202 DSDP), которое вскрыло осадочный разрез карбонатных отложений эоцена — плейстоцена (Initial..., 1973).

Результаты геолого-геофизических исследований Магеллановых гор отражены в монографиях (Гайоты..., 1995; Геология..., 2020; Железомарганцевые..., 1990; Оксидные..., 2014; Мельников, 2005 и др.), а также в многочисленных статьях российских и зарубежных авторов. Только в недавно вышедшей монографии «Геология гайотов Магеллановых гор (Тихий океан)» (2020) приведено 46 ссылок на работы, посвященные различным вопросам изучения Магеллановых гор. В большинстве публикаций рассмотрены вопросы строения, рельефа, стратиграфии, тектоники и происхождения гайотов Магеллановых гор, а также приведено всестороннее описание железо-марганцевых образований, опробованных на этих структурах. В тоже время, характеристика вулканических пород, слагающих основные тела гайотов Магеллановых гор, рассмотрена недостаточно полно.

Первые сведения о геологическом строении гайотов Магеллановых гор были приведены в статье Б.И. Васильева с соавторами (1985), основанной на материалах, полученных во 2-ом рейсе НИС «Академик А. Несмеянов» (1982–1983 г.г.). В этом рейсе были изучены три крупных гайота, расположенные в северо-западной части Магеллановых гор — ныне получившие официальные названия — гайоты Скорняковой, Гордина и Пегас (рис. 1). Изучение петрографических и химических особенностей вулканитов позволило авторам цитируемой работы сделать следующие выводы: 1 — магматические породы Магеллановых гор принадлежат к образованиям «...щелочно-базальтовой серии океанических островов»; 2 — вулканизм на гайотах проявился в подводной обстановке предположительно в неогеновое время (Васильев и др., 1985, с. 101). Результаты изучения вулканических пород гайотов Магеллановых гор более поздних рейсов судов АН СССР и «Дальморгеологии» (до середины 1990-х гг.) отражены в монографиях (Гайоты..., 1995; Голубева, 1990, 2009; Петрологические..., 1996). В этих работах приводится общая характеристика вулканических пород, слагающих гайоты Магеллановых гор обычно без указания возрастов их образования.

Впервые данные по радиоизотопному датированию для вулканических пород гайотов Магеллановых гор даны в работе (Koppers et al., 1998), в которой приведены данные, полученные Ar-Ar методом (18 определений), для четырех гайотов: Альба (Влиндер), Паллада (Пако), Федорова (ИОАН) и Ита-Май-Тай. Все определения относятся к меловому времени и характеризуют временной интервал — 86–120 млн лет. В отечественной литературе первые сведения по возрасту вулканических пород гайотов Магеллановых гор даны в работе (Невретдинов, Невредин,

1999), в которой приведены 15 определений возраста K-Ar методом для пород гайота Альба. Эти датировки характеризуют временной интервал от 36 до 95 млн лет (Невретдинов, Невретдинов, 1999; Рашидов и др., 2003). Однако определение по отдельным образцам в этих работах не приводятся, что затрудняет их дальнейшее использование. В работе М.Е. Мельникова с соавторами (2000) приводится первая в отечественной литературе датировка для конкретного образца с гайота Альба, который представлен «базанитом», поднятым с локальной наложенной постройки. Его возраст, определенный K-Ar методом (15.0 ± 2.0 млн лет), — рубеж раннего и среднего миоцена.

Все имеющиеся данные по датированию вулканических пород гайотов Магеллановых гор на 2003 г. даны в работе (Рашидова и др., 2003). Более поздние возраста вулканических пород гайотов Магеллановых гор, полученные АО «Южморгеология», приведены только в экспедиционных отчетах и недоступны широкому кругу исследователей.

Цель настоящей работы — выделить возрастные вулканические комплексы и тектоно-магматические этапы эволюции магматизма гайотов Магеллановых гор на основании анализа данных по радиоизотопному датированию вулканитов Магеллановых гор.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для получения радиоизотопных датировок использовались образцы горных пород, отобранные в ходе многочисленных экспедиций АО «Южморгеология» на НИС «Геленджик» в период с 1998 по 2018 гг. в районе Магеллановых гор. Образцы отбирались на борту судна из наименее измененных вулканических пород, опробованных при драгировании и малоглубинном бурении. Пробоподготовка и анализ проб на протяжении всех лет проводился в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии Института геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии (ИГЕМ) РАН (г. Москва). Радиоизотопный возраст вулканических пород определялся K-Ar методом (аналитик В.А. Лебедев). Определение содержания калия в образцах измерялось методом пламенной спектрометрии на фотометре ФПА-01 («Элам-центр», Россия) с использованием дифракционной решетки. Точность определения составляла от 1.1% до 1.8% относительных, в зависимости от содержания калия. Определение калия в образцах проводилось дважды в двух отдельных навесках вещества. Определение содержания радиогенного аргона выполнялось методом

изотопного разбавления с применением в качестве трассера моноизотопа ^{38}Ar . Измерения проводились на масс-спектрометре МИ 1201 ИГ («СЭЛМИ», Украина) в статическом режиме. Основные аналитические характеристики измерительного масс-спектрометрического комплекса: чувствительность по аргону 5×10^{-3} А/тор, уровень холостого опыта по $^{40}\text{Ar} - 2 \times 10^{-10}$ нсм³. Точность измерений контролировалась систематическими измерениями содержания ^{40}Ar рад. в стандартных образцах «биотит-70А», мусковит «Р-207», мусковит «Вегн-4М» и «Азия», а также измерением изотопного состава воздушного аргона в образцах проводилось дважды в двух отдельных навесках вещества. При расчете возраста использовались международные константы: $\lambda_{\text{K}} = 0,581 \times 10^{-10}$ год⁻¹, $\lambda_{\beta} = 4,962 \times 10^{-10}$ год⁻¹, $^{40}\text{K} = 0,01167$ (ат. %). Итоговая погрешность определения возраста рассчитывалась на уровне $\pm 2\sigma$ (95% уровень вероятности). Всего в настоящей работе использовано 71 определение радиоизотопного возраста, полученные К-Аг методом в ИГЕМ РАН.

Кроме этих данных в работе приведены опубликованные материалы (36 определений), которые получены $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ методом (Перетяжко и др., 2020, 2021; Koppers et al., 1998, 2003). Всего проанализировано 107 датировок по 11 гайотам (рис. 2, 3; таблица).

Дополнительно для обоснования возраста вулканических комплексов привлекались

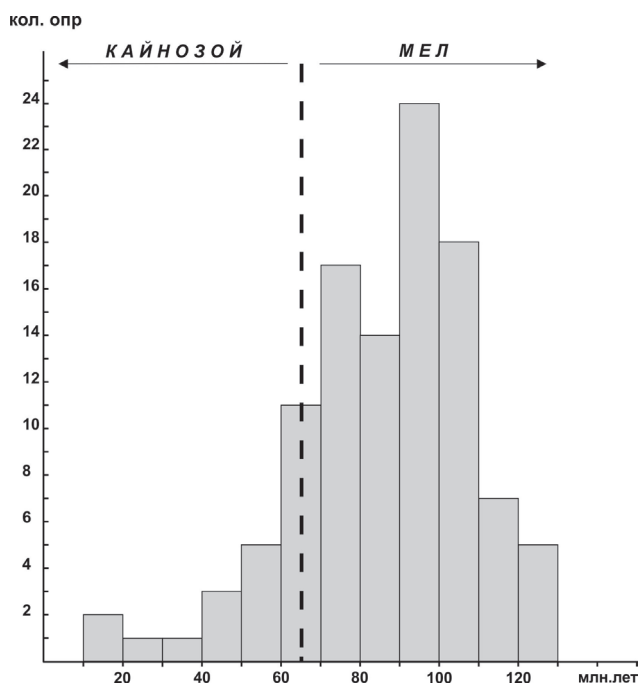


Рис. 2. Гистограмма частот определений возраста для вулканических пород гайотов Магеллановых гор.

Fig. 2. Histogram of frequency of determinations of the age of volcanic rocks of guyots of the Magellan Seamounts.

результаты изучения осадочных пород гайотов Магеллановых гор. Критериями возрастных границ между вулканическими комплексами послужили перерывы в стратиграфической летописи, установленные в геологических разрезах гайотах по литологическим и палеонтологическим признакам. Важным методическим приемом было выделения трансгрессивных и регрессивных стадий в развитии гайотов на основе соотношения ископаемых планктонных фораминифер и мелководной макрофауны (кораллы, моллюски и т.д.). Признаками регрессивных фаз развития гайотов являются наличие разновозрастных (коррелятных) вулканических турбидитов с остатками мелководной фауны (Initial..., 1973, 1985) в соседних котловинах Сайпан и Пигафетта (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Изучение Магеллановых гор показало, что эти структуры сложены разновозрастными геологическими (в т.ч. и вулканическими) образованиями. (Васильев и др., 1985; Гайоты..., 1995; Мельников, 2005; Петрологические..., 1996; Рашидов и др., 2003 и др.).

В настоящее время на основе имеющихся определений изотопного возраста, биостратиграфических данных, а также материалов глубоководного бурения, нами на гайотах Магеллановых гор выделены 5 крупных возрастных вулканических комплексов: 1 — позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел); 2 — раннемеловой (апт-альбский); 3 — позднемеловой (позднесеноман(?)-турон-раннекампанский); 4 — позднемеловой (позднекампан-маастрихский); 5 — кайнозойский. В основу этого разделения положены многочисленные (71 датировок) определения изотопного возраста, полученные нами К-Аг методом в одной лаборатории (ИГЕМ РАН, аналитик В.А. Лебедев), а также имеющиеся опубликованные данные по радиоизотопному датированию вулканитов Магеллановых гор.

ПЕРВЫЙ МАГМАТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (ПОЗДНЕЮРСКО-РАННЕМЕЛОВОЙ)

Позднеюрско-раннемеловой комплекс не подтвержден изотопными датировками по породам, поднятым с гайотов Магеллановых гор (рис. 2, 3; таблица). Его выделение основывается на общей геологической ситуации в этой части Тихого океана, а также на материалах бурения в соседних с изучаемыми гайотами котловинах. Большинство исследователей считает, что эта часть Тихого океана сформировалась в позднеюрско-раннемеловое время (Гайоты..., 1995; Голубева, 1990, 2009; ; Мельников, 2005;

Гайоты

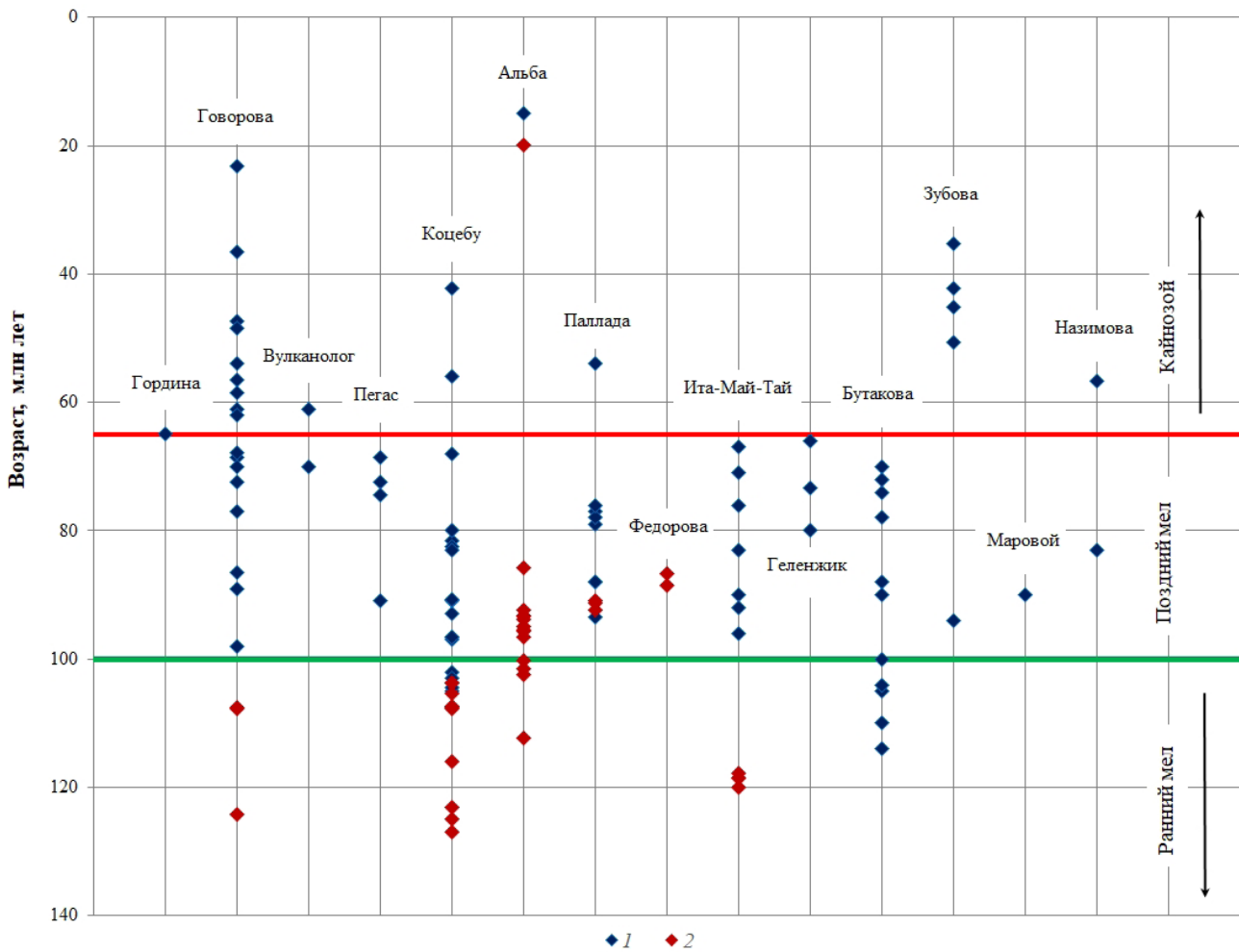


Рис. 3. Время проявления вулканизма на гайотах Магеллановых гор: 1 — определения, полученные К-Аг методом; 2 — определения, полученные Аг-Аг методом.

Fig. 3. The timing of volcanism on guyots of the Magellan Seamounts: 1 — K-Ar data; 2 — Ar-Ar data.

Петрологические..., 1996; Пущаровский, 1984, 2005 и др.). В скв. ODP 801 (впадина Пигафетта), расположенной северо-восточнее Северного звена Магеллановых гор (рис. 1), вскрыты вулканокластические турбидиты (126.5–318.3 м) позднеапт-раннесеноманского возраста, а также — силл щелочных базальтов позднеюрского (157.4 ± 0.5 млн лет) и толеитовые базальты среднеюрского (166.8 ± 4.5 млн лет) возраста (Pringle et al., 1992). В скв. DSDP 462, которая заложена в котловине Науру, расположенной юго-восточнее района Магеллановых гор (рис. 1), разбурены верхний, средний и нижний вулканические комплексы. Возраст верхнего составляет 110 ± 3 (ранний альб), а нижнего — 131 (готерив) млн лет (Голубева, 1990, 2009; Петрологические..., 1996; Vatisa et al., 1982). Особенно следует обратить внимание на присутствие щелочных силлов позднеюрского (157.4 ± 0.5 млн лет) возраста в скв. 801 (Pringle et al., 1992). Этот факт позволяет уверенно утверждать о проявлении щелочного

магматизма в позднеюрское время в этом районе. Приведенные данные указывают на проявление в этой части Тихого океана средне-позднеюрского (скв. 801) и раннемелового магматизма (скв. 462), что, по нашему мнению, позволяет предполагать этот этап вулканизма и на гайотах Магеллановых гор. Вероятно, мы можем говорить о позднеюрско-раннемеловом времени проявления вулканизма первого комплекса, в результате которого, скорее всего, на рубеже юры и мела (~150 млн лет) и были сформированы основания (пьедесталы, или цоколи) гайотов Магеллановых гор.

Палеонтологические остатки и осадочные породы этого возрастного интервала нами не встречены на изученных гайотах. Вероятно, активные гидродинамические условия и критический уровень растворения карбонатов в это время не позволили зафиксировать начало и рост будущих гайотов. Поэтому, наиболее древние осадочные породы датируются аптским временем, когда вершины подводных гор начали

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Результаты определения изотопного возраста магматических пород гайотов Магеллановых и Маршалловых гор
Results of determination of the isotopic age of igneous rocks of guyots of the Magellan and Marshall Seamounts

| № п/п | Номер образца | Порода | Местоположение | Глубина, м | Калий, % ± | ⁴⁰ Ar _{рад} нг/г ± | Метод | Возраст, млн лет ± | Возраст геологический | Источник |
|--------------------------------|---------------|---------------------------|---|------------|------------|--|-------|--------------------|---------------------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| ГАЙОТЫ МАГЕЛЛАНОВЫХ ГОР | | | | | | | | | | |
| Гайот Говорова | | | | | | | | | | |
| 1 | 08Д11-А | Субщелочной О1-Рх базальт | Верхняя часть северного склона | 2 463 | 0.91 ± | 3.890 ± | К-Аг | 61.0 ± | Ранний – средний палеоцен | Геология... 2020 |
| 2 | 08Д36-А | Базальт | Низы южного склона | 3 947 | 0.83 ± | 3.160 ± | --- | 54.0 ± | Ранний эоцен | --- |
| 3 | 08Д36-Б | Базальт | Низы южного склона | 3 947 | 0.67 ± | 1.090 ± | --- | 23.2 ± | Граница олигоцена и миоцена | --- |
| 4 | 08Д38-И | Рх-О1-Р1 базальт | Нижняя часть ЮВ отрога восточного сателлита | 3 253 | 0.94 ± | 4.120 ± | --- | 62.0 ± | Ранний – средний палеоцен | --- |
| 5 | 08Д38-М | Трахит | Нижняя часть ЮВ отрога восточного сателлита | 3 253 | 2.44 0.030 | 17.050 ± | --- | 98.0 ± | Альб – сеноман | --- |
| 6 | 08Д44-А | Африровый базальт | Подножие ЮВ склона западной постройки | 3 826 | 1.16 ± | 5.950 ± | --- | 72.5 ± | Кампан – маастрихт | --- |
| 7 | 08Д53-А | О1 базальт | Средняя часть ЮЗ склона северного выступа | 2 926 | 0.43 ± | 1.708 ± | --- | 56.5 ± | Поздний палеоцен – ранний эоцен | --- |
| 8 | 08Д53-2-Е | Рх-О1 базальт | Средняя часть ЮЗ склона северного выступа | 2 738 | 0.88 ± | 5.400 ± | --- | 86.5 ± | Коньяк – сантон | Геология... 2020 |
| 9 | 08Д69-А | О1-Аmf трахибазальт | Склон СВ отрога | 2 479 | 1.47 ± | 4.890 ± | --- | 47.3 ± | Ранний – средний эоцен | --- |
| 10 | 08Д70-А | Рх-О1 трахибазальт | Бровка СВ склона | 2 112 | 1.03 ± | 3.503 ± | --- | 48.4 ± | Ранний – средний эоцен | --- |
| 11 | 08Д71-А | Щелочной О1 базальт | Средняя часть СВ склона | 2 467 | 1.34 ± | 3.430 ± | --- | 36.5 ± | Средний – поздний эоцен | --- |
| 12 | 08Д77-В | Африровый базальт | Нижняя часть СВ склона | 3 582 | 0.830 ± | 3.410 ± | --- | 58.5 ± | Средний – поздний палеоцен | --- |
| 13 | 08Д78-Г | Африровый трахибазальт | Средняя часть СВ склона | 2 434 | 1.86 ± | 9.030 ± | --- | 68.5 ± | Маастрихт | --- |
| 14 | 08Д85-А | Африровый трахит | Восточный склон СЗ отрога | 2 665 | 4.47 ± | 28.270 ± | --- | 89.0 ± | Турон – коньяк | --- |
| 15 | 08Д87-А | Африровый базальт | Осевая часть СЗ отрога СВ склона | 2 365 | 1.950 ± | 9.630 ± | --- | 70.0 ± | Маастрихт | --- |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-------------------------|-----------|-------------------------|---|----------|---------|----------|----------|---------|---------------------------|------------------------------|
| 16 | 08Д133-А | Трахибазальт | Верхняя часть западного склона | 2 630 | 0.965 ± | 5.28 ± | ---//--- | 77.0 ± | Кампан | Настоящая работа |
| 17 | 08МТП03 | Трахибазальт с Kfs | Осевая часть СВ отрога | 2 469 | 1.46 ± | 6.99 ± | ---//--- | 67.8 ± | Маастрихт | ---//--- |
| 18 | 08Д133-А | Трахибазальт | Верхняя часть западного склона | 2 630 | — | — | Аг-Аг | 107.8 ± | Альб | Перезаждко и др., 2020; 2021 |
| 19 | 08МТП03 | Трахибазальт | Осевая часть СВ отрога | 2 469 | — | — | Аг-Аг | 107.6 ± | Альб | ---//--- |
| 20 | — | Базальтовый трахандезит | ---//--- | ---//--- | — | — | Аг-Аг | 124.3 ± | Рубеж баррема – апта | ---//--- |
| Гайот Вулканолог | | | | | | | | | | |
| 21 | 09Д11-1-Б | Микродолерит | Гребневая поверхность СВ отрога | 2 041 | 1.630 ± | 7.00 ± | К-Аг | 61.0 ± | Ранний – поздний палеоцен | Геология ..., 2020 |
| 22 | 09Д14-2-А | Афировый трахибазальт | Северный склон восточной конической постройки | 2 116 | 1.220 ± | 6.050 ± | ---//--- | 70.0 ± | Маастрихт | ---//--- |
| Гайот Гордина | | | | | | | | | | |
| 23 | 11Д07-Г | О1-Рх-Р1 базальт | Средняя часть северного склона | 2 457 | 1.12 ± | 5.150 ± | ---//--- | 65.0 ± | Маастрихт – даний | ---//--- |
| Гайот Пегас | | | | | | | | | | |
| 24 | 12Д13-В | Базальтовый трахандезит | Верхняя часть западного склона | 1 711 | 1.80 ± | 8.710 ± | ---//--- | 68.5 ± | Маастрихт | ---//--- |
| 25 | 12Д13-Е | О1-Рх-Р1 пикробазальт | Верхняя часть западного склона | 1 711 | 1.08 ± | 5.540 ± | ---//--- | 72.5 ± | Кампан – маастрихт | ---//--- |
| 26 | 12Д14-Г | О1-Р1 трахибазальт | Средняя часть западного склона | 2 765 | 2.04 ± | 10.800 ± | ---//--- | 74.5 ± | Кампан | ---//--- |
| 27 | 12Д18-Б | Афировый базальт | Средняя часть восточного склона в структуре радиального грабена | 2 943 | 0.80 ± | 5.170 ± | ---//--- | 91.0 ± | Сеноман – турон | ---//--- |
| Гайот Колебу | | | | | | | | | | |
| 28 | 14Д30-Г | Субшелочной О1 базальт | Восточный отрог западной вершины | 2 762 | 1.10 ± | 3.265 ± | ---//--- | 42.3 ± | Средний – поздний эоцен | Геология..., 2020 |
| 29 | 14Д35-А | Базальт | Восточная часть С3 склона восточной вершины | 1 871 | 1.64 ± | 10.880 ± | ---//--- | 93.0 ± | Сеноман – турон | ---//--- |
| 30 | 14Д44-В | Афировый базальт | Средняя часть южного склона западной постройки | 2 323 | 1.190 ± | 6.890 ± | ---//--- | 81.5 ± | Сантон – кампан | ---//--- |

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----|-----------|----------------------|---|-------|---------|----------|----------|---------|--------------------------|-----------------------------|
| 31 | 14Д46-1-В | Трахитандезит | ЮВ склон западной постройки | 2 828 | 3.180± | 18.570± | ---//--- | 82.5± | Сантон – кампан | ---//--- |
| 32 | 14Д48-Б | Трахитбазальт | Бровка ЮЗ склона западной части гайота | 1 761 | 1.360± | 9.400± | ---//--- | 97.0± | Альб – сеноман | ---//--- |
| 33 | 14Д48-В | Африровый базальт | Бровка ЮЗ склона западной части гайота | 1 761 | 1.310± | 6.300± | ---//--- | 68.0± | Маастрихт | ---//--- |
| 34 | 14Д48-Г | Рх-Р1 трахибазальт | Бровка ЮЗ склона западной части гайота | 1 761 | 1.550± | 10.020± | ---//--- | 91.0± | Турон – коньяк | ---//--- |
| 35 | 14Д56-А | Тефробазанит | Восточный склон западной постройки | 1 819 | 1.44± | 10.53± | ---//--- | 102.0± | Альб – сеноман | Настоящая работа |
| 36 | 14Д57-Б | Тефробазанит | СЗ склон западной постройки | 1 537 | 0.656± | 4.847± | ---//--- | 103.0± | Альб | ---//--- |
| 37 | 14Д63-Б | Трахитбазальт | Верхняя часть северного склона западной постройки | 1 848 | 0.467± | 2.660.03 | ---//--- | 80.0± | Ранний кампан | ---//--- |
| 38 | 14Д66-1-А | Трахитбазальт | Восточный склон западной постройки | 2 837 | 1.11 ± | 4.38 ± | ---//--- | 56.0 ± | Рубеж палеоцена и эоцена | Настоящая работа |
| 39 | 14Д68-А | Тефробазанит | Южный склон западной постройки | 1 727 | 0.657 ± | 4.243 ± | ---//--- | 90.8 ± | Турон – коньяк | ---//--- |
| 40 | 14Д68-Б | Трахитандезитбазальт | Южный склон западной постройки | 1 727 | 1.60 ± | 9.43 ± | ---//--- | 83.0 ± | Сантон – ранний кампан | ---//--- |
| 41 | 14Д68-В | Щелочной трахит | Южный склон западной постройки | 1 727 | 5.38 ± | 40.40 ± | ---//--- | 105.0 ± | Альб | ---//--- |
| 42 | 14Д68-Г | Тефронолит | Южный склон западной постройки | 1 727 | 7.92± | 54.52 ± | ---//--- | 96.6 ± | Сеноман | ---//--- |
| 43 | 14Д69-2-А | Трахит | Гребень западного отрога восточной постройки | 2 401 | 3.17± | 21.78 ± | ---//--- | 96.5 ± | Сеноман | ---//--- |
| 44 | 14Б120 | Трахит | ЮЗ часть плаги восточной постройки | 1 238 | 4.76± | 35.55 ± | ---//--- | 104.5 ± | Поздний альб | ---//--- |
| 45 | 14Д57-Б | Тефробазанит | СЗ склон западной постройки | 1 537 | - | - | Аг-Аг | 127.0 ± | Поздний баррем | Перетяжки и др., 2020; 2021 |
| 46 | 14Д68-А | Тефробазанит | Южный склон западной постройки | 1 727 | - | - | ---//--- | 123.2 ± | Ранний апт | ---//--- |
| 47 | 14Д68-Г | Тефронолит | Южный склон западной постройки | 1 727 | - | - | ---//--- | 103.8 ± | Поздний альб | ---//--- |
| 48 | - | Трахитбазальт | - | - | - | - | ---//--- | 124.9 ± | Рубеж баррема – апта | ---//--- |
| 49 | - | Трахит | - | - | - | - | Аг-Аг | 116.0 ± | Апт | Перетяжки и др., 2020; 2021 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|--------------------|-----------|--------------------------------|------------------------------------|-------|---|---|----------|---------|----------------------------------|-----------------------------|
| 50 | - | Базальтовый трахиандезит | - | - | - | - | ---//--- | 107.4 ± | Альб | ---//--- |
| 51 | - | Фонотефрит | - | - | - | - | ---//--- | 105.4 ± | Альб | ---//--- |
| 52 | 14Д87-3-А | Трахиабазальт | СВ склон восточной постройки | 2 420 | - | - | ---//--- | 107.6 ± | Альб | ---//--- |
| 53 | 14Д92-А | Трахиабазальт | Западный склон восточной постройки | 2 219 | - | - | ---//--- | 107.8 ± | Альб | ---//--- |
| 54 | 14Д98-1-А | Трахиабазальт | Низы ЮВ отрога восточной постройки | 2 910 | - | - | ---//--- | 103.8 ± | Альб | ---//--- |
| Гайог Альба | | | | | | | | | | |
| 55 | - | Базанит | - | - | - | - | К-Аг | 15 ± | Рубеж раннего и среднего миоцена | Мельников и др., 2000 |
| 56 | 15Д266-А | Пикробазальт | СВ. часть вершинной поверхности | 1 448 | - | - | Аг-Аг | 19.9 ± | Ранний миоцен | Переляжко и др., 2020; 2021 |
| 57 | VL-I-1 | Гавайит (осн. масса) | - | - | - | - | ---//--- | 95.0 ± | Поздний сеноман | Korpegs et al., 1998 |
| 58 | VL-I-4 | Гавайит (плаггиоклаз) | - | - | - | - | ---//--- | 95.4 ± | Поздний сеноман | ---//--- |
| 59 | VL-I-4 | Гавайит (плаггиоклаз) | - | - | - | - | Аг-Аг | 96.6 ± | Сеноман | Korpegs et al., 1998 |
| 60 | VL-I-8 | Щелочной базальт (плаггиоклаз) | - | - | - | - | ---//--- | 92.3 ± | Поздний сеноман – турон | ---//--- |
| 61 | ОМА-1 | Гавайит (плаггиоклаз) | - | - | - | - | ---//--- | 95.6 ± | Поздний сеноман | ---//--- |
| 62 | ОМА-1 | Гавайит (плаггиоклаз) | - | - | - | - | ---//--- | 93.3 ± | Поздний сеноман – турон | ---//--- |
| 63 | VL-I-5 | Аmf-базанит (амфибол) | - | - | - | - | ---//--- | 100.2 ± | Рубеж альба и сеномана | ---//--- |
| 64 | VL-I-6 | Аmf-базанит (Kfs, осн. массы) | - | - | - | - | ---//--- | 102.4 ± | Поздний альб | ---//--- |
| 65 | VL-I-9 | Аmf-базанит (Kfs, осн. массы) | - | - | - | - | ---//--- | 101.6 ± | Поздний альб | ---//--- |
| 66 | 15Д259-1А | Трахиабазальт | - | - | - | - | ---//--- | 93.2 ± | Поздний сеноман – турон | Переляжко и др., 2020; 2021 |

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------------------|------------|-------------------------------------|--|-------|--------|---------|----------|---------|---------------------------------|----------------------|
| 67 | 15Д272-А | Базальтовый трахандезит | Средняя часть ЮВ склона | 2 950 | - | - | ---//--- | 93.8 ± | Поздний сеноман – турон | ---//--- |
| 68 | 15Д284-1А | Базальт | Нижняя часть южного склона | 3 635 | - | - | ---//--- | 112.3 ± | Апг – альб | ---//--- |
| 69 | 15Д286-А | Базальтовый трахандезит | Средняя часть южного склона | 2 810 | - | - | ---//--- | 85.8 ± | Сангон | ---//--- |
| 70 | - | 15 определенных (базальты) | - | - | - | - | К-Аг | 36 – 95 | Турон – эоцен | Рашидов и др., 2003 |
| Гайот Паллада | | | | | | | | | | |
| 71 | 30Д105-1-А | Долерит | Вершинная часть западного склона | 1 883 | 1.25 ± | 6.82 ± | ---//--- | 77.0 ± | Кампан | 71 |
| 72 | 30Д128-Б | Трахибазальт субвулканический | Седловина в южной части между гайотом и его сателлитом | 2 701 | 0.87 ± | 3.30 ± | ---//--- | 54.0 ± | Поздний палеоцен – ранний эоцен | 72 |
| 73 | 30Д131-А | Трахибазальт | Вершинная часть южного склона | 1 744 | 1.99 ± | 12.46 ± | ---//--- | 88.0 ± | Турон – коньяк | ---//--- |
| 74 | 30Д137-В | Тефрит | Средняя часть южного склона | 2 821 | 3.58 ± | 20.14 ± | ---//--- | 79.0 ± | Кампан | ---//--- |
| 75 | 30Д148-1-В | Рх-Р1 трахибазальт субвулканический | Верхняя часть ЮВ склона | 1 864 | 1.41 ± | 7.83 ± | ---//--- | 78.0 ± | Кампан | ---//--- |
| 76 | 30Д171-1-А | Африровый О1-Р1 трахибазальт | Верхняя часть ЮВ склона | 2 016 | 2.14 ± | 11.55 ± | ---//--- | 76.0 ± | Кампан | ---//--- |
| 77 | 30Д174 | Тефрит | Верхняя часть СЗ склона | 1 906 | 4.95 ± | 32.95 ± | ---//--- | 93.5 ± | Сеноман – турон | ---//--- |
| 78 | 30Д176-Б | Трахибазальт | Средняя часть северного склона гайота-сателлита | 2 878 | 3.18 ± | 19.88 ± | ---//--- | 88.0 ± | Турон – коньяк | ---//--- |
| 79 | РАК - 1 | Гавайит (плагиоклаз) | - | - | - | - | Аг-Аг | 90.9 ± | Турон | Koppets et al., 1998 |
| 80 | РАК - 2 | Африровый базальт | - | - | - | - | ---//--- | 92.3 ± | Турон | ---//--- |
| 81 | РАК - 3 | Африровый базальт | - | - | - | - | ---//--- | 91.2 ± | Турон | ---//--- |
| Гайот Федорова | | | | | | | | | | |
| 82 | ЮА - 3 | Гавайит (осн. масса) | - | - | - | - | Аг-Аг | 88.5 ± | Коньяк | Koppets et al., 1998 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|------------------------|------------|-------------------------------|----------------------------------|-------|--------|---------|----------|---------|--------------------|----------------------|
| 83 | ЮА - 4 | Гавайит (осн. масса) | - | - | - | - | ---//--- | 86.7 ± | Коньяк – сангон | ---//--- |
| 84 | 37Д16-Б | Пикрит | Вершинная часть западного отрога | 2 862 | 0.68 ± | 3.68 ± | К-Аг | 76.0 ± | Кампан | Геология... 2020 |
| 85 | 37Д79-Б | О1-Р1 трахибазальт | Нижний участок восточного отрога | 3 768 | 1.16 ± | 5.51 ± | ---//--- | 67.0 ± | Маастрихт – даний | ---//--- |
| 86 | 37Д97-1-Г | Пикрит (?) | Верхняя часть восточного склона | 2 738 | 0.53 ± | 3.15 ± | ---//--- | 83.0 ± | Сангон – кампан | Геология... 2020 |
| 87 | 37Д122-Д | О1-Р1 трахибазальт | Бровка западного склона | 2 136 | 3.39 ± | 23.28 ± | ---//--- | 96.0 ± | Сеноман | ---//--- |
| 88 | 37Д123-В | О1-Р1 трахибазальт | Под бровкой западного склона | 3 077 | 1.17 ± | 7.51 ± | ---//--- | 90.0 ± | Турон – коньяк | ---//--- |
| 89 | 37Д151-А | О1-Рх-Р1 щелочной базальт | С3 склон северного отрога | 3 189 | 2.58 ± | 16.90 ± | ---//--- | 92.0 ± | Сеноман – турон | ---//--- |
| 90 | 37Д167-Б | Крупнопорфировый трахибазальт | Склон северного отрога | 3 151 | 0.82 ± | 4.10 ± | ---//--- | 71.0 ± | Кампан – маастрихт | ---//--- |
| 91 | ГТА - 1 | Гавайит (плагноклаз) | - | - | - | - | Аг-Аг | 120.0 ± | Апт | Korpers et al., 1998 |
| 92 | ГТА - 1 | Гавайит (основная масса) | - | - | - | - | ---//--- | 117.9 ± | Апт | ---//--- |
| 93 | ГТА - 2 | Гавайит (плагноклаз) | - | - | - | - | Аг-Аг | 118.5 ± | Апт | Korpers et al., 1998 |
| 94 | ГТА - 2 | Гавайит (основная масса) | - | - | - | - | ---//--- | 118.5 ± | Апт | ---//--- |
| Гайот Геленджик | | | | | | | | | | |
| 95 | 37Д42-А | Щелочной оливинный базальт | Вершинная поверхность ЮЗ склона | 1 869 | 3.28 ± | 18.71 ± | К-Аг | 80.0 ± | Кампан | Геология... 2020 |
| 96 | 37Д111-1-А | Рх-Р1 субщелочной базальт | Средняя часть северного склона | 3 183 | 0.98 ± | 4.62 ± | ---//--- | 66.0 ± | Маастрихт – даний | ---//--- |
| 97 | 37Д156-Б | Трахибазальт миндале-каменный | Вершинная поверхность | 1 935 | 1.75 ± | 9.09 ± | ---//--- | 73.4 ± | Кампан – маастрихт | ---//--- |

ВУЛКАНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

| Гайот Булакова | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|------------|---------------------------------|--|-------|--------|---------|----------|----------|-------------------------|------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 98 | 39Д30-А | Трахибазальт | Гребневая поверхность восточного отрога | 3 057 | 1.88 ± | 11.75 ± | ---//--- | 88.0 ± | Турон – коньяк | Геология... 2020 |
| 99 | 39Д31-А | Трахибазальт (тефрит?) | Средняя часть восточного склона | 3 159 | 2.14 ± | 15.29 ± | ---//--- | 100.0 ± | Альб – сеноман | ---//--- |
| 100 | 39Д58-А | Трахибазальт | Средняя часть ЮЗ склона | 3 146 | 1.07 ± | 5.92 ± | ---//--- | 78.0 ± | Кампан | ---//--- |
| 101 | 39Б71-А | Субщелочной базальт | Восточная часть вершинного плато | 2 233 | 1.27 ± | 9.96 ± | ---//--- | 110.0 ± | Альб | ---//--- |
| 102 | 39Д98-Б | Субщелочной Р1-Рх-О1 базальт | Верхняя часть северного отрога | 2 886 | 0.74 ± | 4.75 ± | ---//--- | 90.0 ± | Турон – сантон | ---//--- |
| 103 | 39Д101-А | Субщелочной Р1-Рх базальт | Средняя часть северного отрога | 3 284 | 0.87 ± | 4.55 ± | К-Аг | 74.0 ± | Кампан – маастрихт | Геология... 2020 |
| 104 | 39Д104-А | Субщелочной О1-Рх-Р1 базальт | Средняя часть восточного склона | 3 103 | 0.74 ± | 5.52 ± | ---//--- | 105.0 ± | Альб | ---//--- |
| 105 | 39Д106-2-В | Долерит | Бровка восточного склона | 2 650 | 0.56 ± | 2.78 ± | ---//--- | 70.0 ± | Кампан – маастрихт | ---//--- |
| 106 | 39Д112-В | Субщелочной О1 базальт | Верхняя часть ЮВ склона южной части | 2 643 | 0.95 ± | 4.86 ± | ---//--- | 72.0 ± | Кампан – маастрихт | ---//--- |
| 107 | 39Д123-А | О1 трахибазальт | Средняя часть западного склона | 2 986 | 1.32 ± | 10.81 ± | ---//--- | 114.0 ± | Апт – альб | ---//--- |
| 108 | 39Д125-Б | Субщелочной О1 базальт | Средняя часть западного склона | 2 841 | 0.49 ± | 3.63 ± | ---//--- | 104.0 ± | Альб – сеноман | ---//--- |
| ГАЙОТЫ ПОДНЯТИЯ МАРШАЛЛОВЫХ ОСТРОВОВ | | | | | | | | | | |
| Гайот Зубова | | | | | | | | | | |
| 109 | 33Д15-Г | Субщелочной Рх-Аmf пикробазальт | Южный склон западной постройки | 2 448 | 0.93 ± | 3.300 ± | К-Аг | 50.7.0 ± | Ранний – средний эоцен | Настоящая работа |
| 110 | 33Д16-А | Рх-Аmf пикробазальт | Верхняя часть гребня западного отрога западной постройки | 1 839 | 1.07 ± | 3.170 ± | ---//--- | 42.2 ± | Средний – поздний эоцен | ---//--- |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------------------|-----------|-----------------------|--|-------|--------|----------|----------|----------|----------------------------|---------------------|
| 111 | 33Д18-Б | Рх пикробазальт | Северный склон восточной постройки | 2 043 | 1.05 ± | 3.330 ± | ---//--- | 45.1 ± | Средний эоцен | ---//--- |
| 112 | 33Д20-Б | Рх пикробазальт | Средняя часть ЮВ склона восточной постройки | 2 846 | 0.90 ± | 2.224 ± | К-Аг | 35.3 ± | Поздний эоцен | Настоящая работа |
| 113 | 33Д23-1-Б | О1-Рх пикробазальт | ЮЗ борт радиального грабена в восточной части восточной постройки | 2 508 | 1.15 ± | 7.730 ± | ---//--- | 94.0 ± | Поздний сеноман – турон | ---//--- |
| Гайот Назимова | | | | | | | | | | |
| 114 | 34Д20 | Фонолит (?) | Верхняя часть восточного склона отрога-перемычки между северной и южной частями | 2 007 | 4.21 ± | 24.730 ± | ---//--- | 83.0 ± | Сантон – кампан | ---//--- |
| 115 | 34Д39-Д | Фонолит (?) | Средняя часть СЗ склона южной постройки | 1 976 | 5.95 ± | 23.780 ± | ---//--- | 56.7.0 ± | Палеоцен – эоцен | ---//--- |
| Гайот Маровой | | | | | | | | | | |
| 116 | 40Д07-В | Трахитандезит | Отрог на восточном склоне | 2 434 | 3.47 ± | 22.240 ± | ---//--- | 90.0 ± | Сеноман – турон | ---//--- |

Примечание. № 55, 70 — определения выполнены К-Аг методом в Северо-Восточном комплексном научно-исследовательском институте имени Н.А. Шило ДВО РАН.

Цифры полужирным шрифтом — определения получены Аг-Аг методом.

Остальные анализы выполнены К-Аг методом по основной массе пород в лаборатории изотопной геохимии и геохронологии ИГЕМ РАН (аналитик В.А. Лебедев).

Прочерк — нет данных. Минералы: О1 — оливин; Рх — пироксен; Р1 — плагиоклаз; Аmf — амфибол; Кfs — керсутит. $^{40}\text{Ar}_{\text{рад}}$ нг/г ± 2σ (концентрация радиогенного ^{40}Ar ± погрешность определения).

Note. № 55, 70 — determinations by the K-Ag method at the N.A. Shilo North-Eastern Complex Research Institute of the FEB RAS.

Figures in bold with one asterisk are determinations obtained by the Ar-Ag method.

The rest of the analyses were performed by the K-Ag method on the groundmass of rocks in the laboratory of isotope geochemistry and geochronology of the Institute of Geology of Ore Deposits, Petrography, Mineralogy and Geochemistry RAS (analyst V.A. Lebedev).

Dash — no data. Minerals: O1, olivine; Px, pyroxene; Pl, plagioclase; Amf, amphibole; Kfs, kersutitis. $^{40}\text{Ar}_{\text{рад}}$ нг/г ± 2σ (concentration of radiogenic ^{40}Ar ± determination error).

выходить на поверхность (Геология..., 2020; Плетнев, 2012; Плетнев и др., 2014; 2017).

Нижняя часть или пьедестал гайотов, возвышается над дном океанской котловины почти на 2000 м — от изобат 6000–5500 м до 4000–3500 м. Пьедестал сложен, скорее всего, толеитами гавайского типа или близкими к ним по геохимическим особенностям базальтами, представленными преимущественно оливинными и оливин-плагиоклазовыми разностями нормальной щелочности. Однако достоверная информация о составе пород первого комплекса отсутствует. О минеральных и химических особенностях базальтов основания Магеллановых гор можно, в известной степени, судить по материалам исследований нижней части других океанических структур подобного типа. Такие материалы получены по основанию плато Огасавара, расположенному несколько северо-восточнее Магеллановых гор — стык желобов Волкано и Идзу, а также по возвышенности Обручева — стык Курило-Камчатского и Алеутского желобов. Плато Огасавара (глубина драгирования 4700–4200 м) и возвышенность Обручева (глубина драгирования 4800–4400 м) (Говоров и др., 1993; Голубева, 1990, 2009; Маляренко, Съедин, 1987; Петрологические..., 1996). На возвышенности Обручева развиты преимущественно оливин-плагиоклазовые базальты, отличающиеся от базальтов N-MORB высоким уровнем содержания суммарного железа (11.5–13.5%), повышенным содержанием TiO_2 (1.5–1.9%) и — двуокиси калия (главным образом 0.58–0.75%). Подобные значения TiO_2 (1.3–2.02%) и суммарного железа (11.5–13.5%) характерны также и для базальтов основания плато Огасавара. От обычных (высокотитанистых) гавайских толеитов (TiO_2 — 2.4–3.00%) эти базальты отличаются только несколько более низким уровнем окиси титана. Таким образом, можно предположить, что основания (пьедесталы) Магеллановых гор также сложены базальтами аналогичными высокотитанистым толеитам гавайского типа, которые отличаются от них только несколько более низким уровнем титана.

В нашем распоряжении образцов, которые можно было бы уверенно отнести к первому комплексу, не имеется, вероятнее всего потому, что в процессе работ драгирование склонов на глубинах более 4000 м практически не проводилось. Описанные среди вулканитов некоторыми авторами (Гайоты..., 1995; Голубева, 1990, 2009; Петрологические..., 1996 и др.) низкокальциевые разности базальтов, чаще всего, относятся к пикритам, океанитам, анкарамитам и другим редким минералогическим типам базитов с низким уровнем кремнезема и двуокиси калия, которые по особенностям их минерального и

химического состава не имеют никакого отношения к высокотитанистым толеитам гавайского типа. Как сказано выше, органических остатков данного возраста среди поднятых осадочных пород не обнаружено. В это же время в абиссальных котловинах Сайпан и Пигафетта (рис. 1) формируются толщи красных глубоководных глин (с участием радиолярий), в которые периодически внедрялись интрузии базальтовых силлов (Pringle et al., 1992).

Вероятно, мы можем говорить о позднеюрско-раннемеловом времени проявления вулканизма первого комплекса, и соответствующего ему тектоно-магматического этапа, в результате которого, скорее всего, на рубеже юры и мела (~150 млн лет) и были сформированы основания (пьедесталы, или цоколи) гайотов Магеллановых гор.

ВТОРОЙ МАГМАТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (РАННЕМЕЛОВОЙ — АПТ-АЛЬБСКИЙ)

Раннемеловой (апт-альбский) возрастной вулканический комплекс. Ранее второй возрастной магматический комплекс на гайотах Магеллановых гор был выделен М.Е. Мельниковым (2005, с. 89), как комплекс, «слагающий непосредственно тело гайотов». Однако возрастное определение и характеристика комплекса в цитируемой работе не приводится.

В настоящее время 2-й (*раннемеловой — апт-альбский, скорее, позднебаррем? — раннесеноманский?*) возрастной вулканический комплекс выделяется нами на основании многих определений радиоизотопного возраста, полученных по гайотам Магеллановых гор (таблица), и подтверждается материалами глубоководного бурения в прилегающих к гайотам котловинах. Определения в интервале 127–96 млн лет (поздний баррем-ранний апт-ранний сеноман) в количестве 34 датировок имеются для 5 гайотов — Говорова (4 определения), Коцебу (15 определений), Альба (5 определений), Ита-Май-Тай (5 определений) и Бутакова (5 определений) (таблица). Они получены как K-Ar (12 датировок), так и Ar-Ar (22 датировки) методом. Наиболее древние определения (от 127.0 ± 2.0 до 117 ± 0.9 млн лет) получены Ar-Ar методом для гайотов Коцебу, Говорова и Ита-Май-Тай (Перетяжко и др., 2020, 2021; Корперс et al., 1998). Согласно определениям, полученным K-Ar методом по нашим материалам, датировки этого комплекса имеются для четырех гайотов (рис. 3; таблица). Апт-альбские, альбские, альб-раннесеноманские породы (96–114 млн лет) были выявлены на гайоте Говорова (одна датировка), Коцебу (5 датировок), Ита-Май-Тай (одна датировка) и Бутакова (5 датировок). По данным

других исследователей, базальты небольшого гайота Ниин-Койяк, расположенного в северной части поднятия Маршалловых островов имеют альбский и альб-сеноманский возраст (Clouard, Bonneville, 2000; Koppers et al., 1998, 2003). Наличие на гайотах поднятия Маршалловых островов, расположенного вблизи изучаемого района (рис. 1), вулканитов аналогичных по времени образования 2-му (апт-альб-ранний сеноман) возрастному комплексу Магеллановых гор указывает, по нашему мнению, на то, что активный вулканизм конца раннего и самого начала позднего мела — характерная особенность магматизма для гайотов этой части Тихого океана.

Поскольку практически во всех изученных образцах отмечены следы выветривания и проявления вторичных наложенных процессов, то, по мнению В.А. Лебедева (устное сообщение), возможно, некоторое «омоложение» пород при их радиоизотопном датировании выполненным К-Аг методом. Вероятно, поэтому только единичные датировки, полученные этим методом, имеют определения менее 113 млн лет (рубеж апта и альба) (рис. 3; таблица). В то же время, на гайотах Магеллановых гор известны осадочные образования (рифогенные и планктоногенные известняки, грубообломочные породы) аптского возраста с обломками вулканических пород (Геология..., 2020; Плетнев, 2012; Плетнев и др., 2014). Наличие в этих осадочных породах обломков вулканических пород указывает на то, что эти вулканиты образовались до (или в близкое время) формирования осадочных пород аптского возраста. Это может косвенно указывать на более «древний» возраст части образцов вулканитов, чем некоторые приводимые по ним в настоящей статье датировки магматических пород, полученные К-Аг методом.

В скв. 462, 800 и 802 глубоководного бурения (рис. 1) разбурены базальтовые силлы соответственно раннеальбского (110 ± 3 млн лет), позднебарремского (126.1 ± 0.7 и 126.1 ± 0.9 млн лет) и позднеаптского (114.6 ± 3.2 млн лет) возрастов (Batisa et al., 1982; Pringle et al., 1992). Кроме этого, в нескольких скважинах (скв. 585, 800, 801) DSDP и ODP, расположенных вблизи гайотов Магеллановых гор, вскрыты мощные толщи (до 300 м) вулканокластических осадков (турбидитов) апт-альбского (скв. 585, 800) и поздний апт-раннесеноманского (скв. 801) возраста (Initial..., 1985; Proceeding..., 1992). Согласно имеющимся геолого-стратиграфическим данным, в апт-альбское время на гайотах накапливались грубообломочные терригенные осадки — конгломераты, гравелиты и песчаники, а сами гайоты в это время представляли собой архипелаг островов (Плетнев, 2012; Плетнев и др., 2014).

Все приведенные данные, и прежде всего имеющиеся датировки — 124–127 млн лет. (таблица), свидетельствуют о том, что в раннемеловое (апт-альбское, не исключено, что с самого позднего баррема до раннего сеномана) время гайоты Магеллановых гор представляли собой область активного вулканизма. Это позволяет уверенно выделять в эволюции гайотов Магеллановых гор раннемеловой (апт-альбский или позднебаррем-апт-альбско-раннесеноманский (?)) вулканический комплекс и соответствующий ему тектоно-магматический этап.

Вулканиты второго комплекса залегают выше пород первого комплекса (–3500 м и выше) и формируют основное тело гайотов. Они представлены разнообразными минералогическими разновидностями субщелочных и щелочных базальтов. Породы именно этого возрастного интервала, в основном, и были изучены на различных гайотах Магеллановых гор. Надо заметить, что, скорее всего, породы именно этого комплекса были частично эродированы в островную стадию. Осадочные породы этого возрастного диапазона представлены грубозернистыми образованиями (Геология..., 2020; Плетнев, 2012; Плетнев и др., 2014 и др.).

Среди каменного материала этого комплекса установлены весьма разнообразные по минеральному и химическому составу вулканические породы с различным уровнем кремнезема, при резком преобладании основных (или базитовых) разновидностей. Эти вулканиты, несмотря на свое разнообразие, формируют достаточно закономерную (выдержанную по минералогическим и химическим особенностям) парагенетическую ассоциацию пород — *формационно-геохимический тип вулканитов океанических островов и поднятий вулканического происхождения*. По мнению Б.П. Золотарева (1988), такие образования формируются в результате сложных взаимодополняющих процессов кристаллизационной и ликвационной дифференциации. Аналогичного мнения о происхождении различных разновидностей вулканических пород гайотов провинции Мид-Пацифик, расположенной в непосредственной близости к гайотам Магеллановых гор, придерживаются И.Н. Говоров с соавторами (Петрологические..., 1996). Мы также придерживаемся такой позиции в вопросе образования многочисленных минералогических и геохимических разновидностей вулканических пород на гайотах и островах океанов.

История осадконакопления на Магеллановых горах, судя по имеющимся материалам, берет свое начало в раннем мелу, начиная с апта. На ряде гайотов нами подняты вулканомиктовые брекчии, гравелиты, песчаники и алевролиты с остатками мелководной макрофауны. В позднем

альбе отмечена трансгрессия, фиксируемая по накоплению пелагических (нанофораминиферовых) известняков (Геология..., 2020; Плетнев, 2012; Плетнев и др., 2014).

ПОЗДНЕМЕЛОВЫЕ МАГМАТИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Ранее позднемеловой («третий» по М.Е. Мельникову) возрастной магматический комплекс на гайотах Магеллановых гор был выделен им, как комплекс «активизации вулканической деятельности в кампанское время» (Мельников, 2005, с. 89). Позднемеловой комплекс цитируемым автором был выделен в некотором смысле условно на основе того, что в осадочных отложениях кампана отмечена значительная примесь вулканокластического материала. Ранее А.П. Лисицын (1978) предположил активизацию вулканической деятельности на Магеллановых горах в позднемеловое (кампанское) время, также основываясь на наличии примеси вулканокластического материала в керне скважины 199 DSDP (Initial..., 1973). Однако, учитывая современные материалы по радиоизотопному датированию для вулканических пород гайотов Магеллановых гор (таблица), а также данные по возрастам вулканитов островов и подводных гор Тихого океана (Clouard, Bonneville, 2000), сводить *позднемеловой возрастной магматический комплекс* на гайотах Магеллановых гор в рамки только кампанского времени (84–72 млн лет), на наш взгляд, нельзя. На это также указывает тот факт, что общеизвестная для различных районов Земли высокая позднемеловая магматическая активность чаще всего охватывает более широкий интервал времени — обычно от позднего сеномана до маастрихта включительно. В настоящее время радиоизотопные определения для пород гайотов Магеллановых гор, относящиеся к позднемеловому времени, составляют около 60% (57 из 107 проб) имеющих датировок (таблица). Они характеризуют интервал времени от позднего сеномана до маастрихта (96–66 млн лет) с максимальным количеством определений (41 датировка) отвечающих позднесеноман-раннекампанскому времени (таблица).

Геоморфологическая приуроченность магматических пород позднемелового возраста не вполне ясна — иногда они были подняты с бровок склона, иногда — с пологих выступов. Это дает возможность интерпретировать ситуацию таким образом — магматические породы позднего мела могут формировать основное тело гайотов и обнажаться в результате тектонических обрушений, а также могут слагать вулканические постройки, осложняющие основное тело гайотов

(наложенные постройки), которые в существенной степени эродированы за столь длительный период времени. Теперь они представлены уже не конусами с остроконечными вершинами, а сглаженными куполами.

Учитывая количество и характер распределения радиоизотопных определений, отвечающих позднемеловому времени, а также геологические данные предлагается в пределах позднего мела для гайотов Магеллановых гор выделить *два крупных возрастных вулканических комплекса*: позднемеловой — позднесеноман-турон-раннекампанский и позднемеловой — позднекампан-маастрихский. Соответственно эти комплексы мы выделяем как *третий и четвертый возрастные вулканические комплексы* для гайотов Магеллановых гор.

ТРЕТИЙ МАГМАТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (ПОЗДНЕМЕЛОВОЙ – ПОЗДНЕ- СЕНОМАН-РАННЕКАМПАНСКИЙ)

Позднемеловой–позднесеноман (?)–турон-раннекампанский (3-й магматический комплекс для гайотов Магеллановых гор) возрастной вулканический комплекс выделяется нами на основании многих датировок, полученных по гайотам Магеллановых гор и подтверждается материалами глубоководного бурения в прилегающих к гайотам котловинах. Определения в интервале 96–76 млн лет (поздний сеноман-ранний кампан) в количестве 41 датировки имеются для 9 из 11 гайотов, по которым имеются определения возраста (рис. 2, 3; таблица). Они получены как К-Аг (28 датировок), так и Аг-Аг (13 датировок) методом. Наибольшее количество датировок этого возраста имеется для четырех гайотов: Коцебу (9 из 27), Альба (8 из 15), Паллада (10 из 11) и Ита-Май-Тай (4 из 11) (таблица). Значительная часть определений (13 из 41 датировок) получены Аг-Аг методом (Перетяжко и др., 2020, 2021; Koppers et al., 1998, 2003). Определения, полученные Аг-Аг методом, имеются для трех гайотов: Альба (5 проб, 95.6–85.8 млн лет), Паллада (3 пробы, 92.3–90.9 млн лет) и Федорова (2 пробы, 88.5 и 86.7 млн лет). В целом они располагаются в интервале 95.6–85.8 млн лет (поздний сеноман- турон-коньяк). Датировки, полученные К-Аг методом, имеются для 7-ми гайотов и располагаются в интервале 96.6–76.0 млн лет (поздний сеноман-ранний кампан). Для гайота Паллада определения, отвечающие позднесеноман-раннекампанскому времени получены как Аг-Аг, так и К-Аг методами. Необходимо отметить, что определения, полученные Аг-Аг методом, располагаются довольно плотной группой в интервале 95.6 ± 0.7 – 85.8 ± 0.7 млн лет, характеризую

интервал времени ~10.0 млн лет. В то время как определения, полученные К-Аг методом, располагаются в интервале 96.6–76.0 млн лет (поздний сеноман-ранний кампан), характеризуют интервал времени в 20 млн лет. Скорее всего, такой разброс в датировках, полученных К-Аг методом, можно связать с некоторыми особенностями определения возраста пород этим методом, которые, по мнению некоторых ученых, часто приводят к «омоложению» истинного возраста в измененных (а в море обычно других и нет!) породах.

На гайотах поднятия Маршалловых островов, расположенных вблизи Магеллановых гор, также имеются датировки поздне-сеноман-раннекампанского (94.0–83.0 млн лет) возраста (таблица). По данным (Clouard, Bonneville, 2000; Коррета et. al., 2003), на южной постройке гайота Назимова подняты раннекампанские базальты, а на северной — породы более широкого возрастного интервала — сантон-кампанские.

Наличие пород такого возраста на гайотах поднятия Маршалловых островов свидетельствует о том, что проявление этого периода поздне-мелового (поздне-сеноман-кампанского) магматизма это характерная особенность для подобных структур этой части Тихого океана.

Все приведенные данные указывают на то, что в поздне-меловое (поздне-сеноман-раннекампанское) время район Магеллановых гор и сами гайоты представляли собой область активного вулканизма. Это позволяет уверенно выделять в эволюции гайотов Магеллановых гор поздне-меловой (поздне-сеноман-раннекампанский) возрастной вулканический комплекс и соответствующий ему тектоно-магматический этап.

Первоначально (Мельников, 2005, с. 89) к породам, выделяемого им 3-го комплекса, были отнесены образования, которые по структуре и характеру обломков могут быть определены как гиалотуфы. Обломки в них сложены сильно пузыристым палагонитизированным вулканическим стеклом базальтового состава. Впоследствии выяснилось, что состав пород этого комплекса весьма разнообразен (Геология..., 2020). Среди них встречаются пикробазальты, долериты, щелочные оливиновые базальты, тефриты, трахибазальты (на некоторых гайотах преобладают) и другие базиты, а также более кремненасыщенные вулканиды.

Вулканиды 3-го комплекса, выделяемого нами, (как и породы 2-го комплекса) формируют достаточно закономерную (выдержанную по минералогическим и химическим особенностям) парагенетическую ассоциацию пород — *формационно-геохимический тип вулканидов*

океанических островов и поднятий вулканического происхождения.

В целом по петрографическим и петрохимическим характеристикам породы выделенного нами 3-го комплекса из имеющегося у нас в распоряжении каменного материала и массива химических анализов уверенно выделить не удастся. Породы 2-го и 3-го комплексов сходны между собой.

Таким образом, можно констатировать, что породы 3-го (поздне-мелового — поздне-сеноман-раннекампанского) комплекса распространены на гайотах Магеллановых гор достаточно широко. Они обнаружены на 9 из 11 гайотах и для них имеются определения возраста (рис. 2, 3; таблица). Скорее всего, породы этого комплекса, наряду с образованиями 2-го (ранне-мелового — апт-альбского) комплекса формируют основное тело гайотов. Необходимо подчеркнуть, что большинство датировок (75 из 107) относятся к ранне- и поздне-меловому (поздне-баррем-раннекампанскому) времени (таблица). Наибольшее количество каменного материала, опробованного на склонах гайотов Магеллановых гор, также, скорее всего, относится к образованиям второго (ранне-мелового) и третьего (поздне-мелового — поздне-сеноман-турон-раннекампанского) комплексов.

Данный (поздне-сеноман-раннекампанский) временной интервал характеризуется низким участием пелагических известняков среди осадочных пород. Имеющиеся палеонтологические находки представлены, в основном, кораллами и моллюсками (Геология..., 2020). Конденсированные осадочные разрезы коньяк-сантона отмечаются и в соседних котловинах. В это время на гайотах отмечается регрессивная фаза осадконакопления и развития гайотов, вероятно, обусловленная активизацией вулканизма. Скорее всего, вулканизм в это время протекал преимущественно в подводных (мелководных) условиях, что нашло свое отражение в низких скоростях седиментации и в менее выраженной поставке аллохтонного материала в соседних котловинах.

Наличие в среднекампанских известняках планктонных фораминифер (Мельников и др., 2006) указывает на изменение мелководных условий осадконакопления, характерного для поздне-сеноман-турон-раннекампанского времени, на более глубоководные. Именно этот факт можно считать одним из аргументов (наряду с радиоизотопными датировками вулканидов), который позволяет разделить 3-й (поздне-сеноман-турон-раннекампанский) и 4-й (поздне-кампан-маастрихский) этапы эволюции гайотов Магеллановых гор.

ЧЕТВЕРТЫЙ МАГМАТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС (ПОЗДНЕМЕЛОВОЙ – КАМПАН-МААСТРИХСКОЙ АКТИВИЗАЦИИ)

Позднемеловой — позднекампан-маастрихский (4-й магматический комплекс для гайотов Магеллановых гор) возрастной вулканический комплекс выделяется нами на основании многих датировок, полученных по гайотам Магеллановых гор, и подтверждается материалами глубоководного бурения в прилегающих к гайотам котловинах. Определения в интервале 74.5–66 млн лет (поздний кампан-маастрихт) в количестве 16 датировок имеются для 7 из 11 гайотов, по которым выполнены определения возраста (рис. 3; таблица). Они получены по нашим материалам исключительно К-Аг методом. Наибольшее количество датировок этого возраста имеется для трех гайотов: Говорова (4 из 17), Пегас (3 из 4), и Бутакова (3 из 11) (таблица). Большая часть определений (10 из 16 датировок) отвечает маастрихту (72–66 млн лет), а остальные располагаются в интервале 74.5–72.0 млн лет (поздний кампан). В скважинах (рис. 1), которые располагаются вблизи гайотов Ита-Май-Тай и Федорова (скв. 199, 585), разбурены кампан-маастрихтские турбидиты с прослоями вулканических туфов и гиалокластитов (Мельников, 2005; Мельников и др., 2016; Петрологические..., 1996; Рашидов и др., 2003; Initial..., 1973, 1985). Это свидетельствует о проявлении активного вулканизма в самом конце позднемелового (позднекампан-маастрихт) времени на гайотах, расположенных вблизи этих скважин (рис. 1). Не исключено, что вулканизм здесь продолжался и в самом начале (в раннем палеоцене) кайнозоя.

Наличие в среднекампанских известняках планктонных фораминифер (Мельников и др., 2006) отражает смену регрессивного режима осадконакопления в позднеэоценоман-турон-раннекампанское время на его трансгрессивный характер — в среднем кампане. Это, скорее всего, совпадает с прекращением (или резким сокращением) вулканизма и опусканием гайотов.

Все указанные данные свидетельствуют о том, что в самом позднем мелу гайоты Магеллановых гор, после незначительного перерыва в кампанское время, вновь стали областью активного вулканизма. При этом отдельные вулканические постройки выходили на поверхность, что и обусловило наземный характер вулканизма, продукты которого (кампан-маастрихтские турбидиты с прослоями вулканических туфов) обнаружены в разрезах скважин (скв. 199, 585) глубоководного бурения (Мельников, 2005; Мельников и др., 2016; Петрологические..., 1996; Рашидов и др., 2003; Initial..., 1973, 1985).

По-нашему мнению, интенсивность позднекампан-маастрихтского вулканизма (4-й комплекс) была значительно слабее по отношению к магматизму позднеэоценоман-турон-раннекампанского (3-й комплекс) времени. На это, какой-то мере, указывает существенное преобладание (более чем в два раза) количества радиоизотопных определений для образований позднемелового позднеэоценоман-раннекампанского времени (41 датировка) по отношению к определениям, отвечающим позднекампан-маастрихтскому (16 датировок) периоду (таблица). Об этом также свидетельствует то, что среди поднятого каменного материала этого возрастного интервала заметно преобладают пелагические известняки и эдафогенные брекчии над вулканогенными породами. Драгирование вторичных вулканических построек на гайотах Ита-Май-Тай и Говорова показало, что здесь в туфогенных породах присутствуют остатки позднекампан-маастрихтской фауны фораминифер (Геология..., 2020).

Образования 4-го позднекампан-маастрихтского комплекса, скорее всего, слагают небольшие наложенные вулканические постройки и другие магматические формы, которые осложняют основное тело гайотов. Они, вероятно, сформировались в период позднемеловой (кампан-маастрихтской) тектономагматической активизации гайотов Магеллановых гор (Мельников и др., 2016).

Состав пород 4-го комплекса весьма разнообразен. Среди них встречаются пикробазальты, долериты, щелочные оливиновые базальты, тефриты, трахибазальты и другие базиты, а также более кремненасыщенные вулканыты. Породы четвертого комплекса по минеральному и химическому составу не имеют четко выраженных отличий от образований второго и третьего комплексов — все они (кроме пикритов и океанитов) относятся к породам повышенной щелочности. Вулканыты 4-го комплекса, также как и образования 2-го и 3-го комплексов, несмотря на свое разнообразие, формируют достаточно закономерную (выдержанную по минералогическим и химическим особенностям) парагенетическую ассоциацию пород — *формационно-геохимический тип вулканытов океанических островов, хребтов и поднятий вулканического происхождения*.

ПЯТЫЙ МАГМАТИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС

Кайнозойский возрастной вулканический комплекс (комплекс кайнозойской активизации) также выделяется на основании датировок, полученных по базальтам гайотов Магеллановых гор (таблица, рис. 2, 3). Необходимо подчеркнуть, что кайнозойский комплекс выделен только на основании радиоизотопных определений.

Ранее уверенно можно было говорить только о среднемиоценовых вулканитах этого комплекса, так как имела только одна датировка 15 млн лет (средний миоцен) для гайота Альба (Мельников, 2005; Мельников и др., 2000). Однако, цитируемые авторы предполагали, что при более детальных исследованиях гайотов Магеллановых гор здесь будут обнаружены базальты и других возрастных интервалов кайнозой (эоцен, олигоцен и миоцен), поскольку вулканиды кайнозойского возраста довольно широко распространены на подводных горах Тихого океана (Clouard, Bonneville, 2000). Действительно, при дальнейших исследованиях нами получено еще 15 датировок, возраст которых менее 65 млн лет (рис. 2, 3; таблица). Определения (16 датировок) отвечающие кайнозойскому времени (65–15 млн лет, ранний палеоцен-средний миоцен) имеются для 6 из 11, охарактеризованных возрастными гайотов. Подавляющее большинство определений получены К-Аг методом, и только одно (19.9 ± 0.8 млн лет) — Аг-Аг методом (Перетяжко и др., 2020, 2021). При этом на гайоте Говорова имеется 9 датировок отвечающих кайнозойскому времени, на гайоте Коцебу — две (42.3 ± 1.6 млн лет, средний эоцен; 56.0 ± 2.0 млн лет, рубеж палеоцена и эоцена); а на остальных четырех гайотах — по одной: гайот Гордина (65.0 ± 2.0 млн лет, ранний палеоцен); гайот Вулканолог (61.0 ± 3.0 млн лет, палеоцен); гайот Коцебу (42.3 ± 1.6 млн лет, средний эоцен); гайот Паллада (54 ± 4.0 млн лет, поздний палеоцен-ранний эоцен); гайот Альба (15.0 ± 2.0 млн лет, средний миоцен). На гайоте Говорова датировки кайнозойского возраста характеризуют интервал от палеоцена до раннего миоцена (62.0–23.2 млн лет). Самое «молодое» определение, отвечающее среднемиоценовому времени (15.0 ± 2.0 млн лет), получено для гайота Альба (Мельников, 2005; Мельников и др., 2000). В целом определения, отвечающие кайнозойскому времени, распределяются следующим образом: 1 — соответствует раннему палеоцену; 4 — средне-позднему палеоцену; 4 — раннему эоцену; 3 — среднему эоцену; 1 — позднему эоцену; 1 — рубежу позднего олигоцена-раннего миоцена; 1 — раннему миоцену; 1 — среднему миоцену. Основная часть датировок (11 проб) характеризует позднепалеоцен-эоценовое время.

Мы полагаем, что кайнозойский вулканический комплекс отвечает продолжительному (порядка 50 млн лет) одноименному тектоно-магматическому этапу в эволюции гайотов Магеллановых гор, который характеризует, скорее всего, процесс кайнозойской тектонической активизации этих структур. В этот период на основных телах гайотов формируются небольшие наложенные структуры 2-го порядка, обычно приурочен-

ные к их платообразной вершинной поверхности. Согласно работе (Мельников и др., 2016) на всех гайотах Магеллановых гор обнаружены многочисленные локальные «осложняющие» вулканические постройки в виде конусов и куполов. Их количество на одном гайоте может изменяться от нескольких десятков до сотни и более единиц. Размеры этих структур варьируют от первых сотен метров в поперечнике до 10 км (преобладают 1.0–2.5 км), а высота — от 30 до 650 м (преобладают до 400 м). Формирование этих локальных «осложняющих» структур цитируемые авторы связывают с позднемиоценовой (кампан-маастрихт) и кайнозойской тектоно-магматической активизацией основного тела гайотов. Радиоизотопные датировки, отвечающие кайнозойскому времени известны и для гайотов поднятия Маршалловых островов (таблица). Из приведенных в таблице 8 определений 5 относятся к кайнозойскому времени (35.3–56.7 млн лет), отвечая интервалу от раннего до позднего эоцена. Наличие пород такого возраста на поднятиях Маршалловых и Каролинских островов (Пушаровский, 2005; Clouard, Bonneville, 2000) свидетельствует о том, что проявление кайнозойского магматизма является характерной особенностью гайотов этой части Тихого океана.

Имеющиеся радиоизотопные определения для пород кайнозойского вулканического комплекса гайотов Магеллановых гор, анализ обширного материала по возрастам вулкаников подводных хребтов, гор и островов Тихого океана (Clouard, Bonneville, 2000), а также данные по близко расположенному Филиппинскому морю (Съедин, Мельниченко, 2011), позволяют разделить крупный (продолжительный) кайнозойский (порядка 50 млн лет) тектоно-магматический этап в эволюции этих структур на три этапа более низкого порядка. Филиппинское море, которое некоторые исследователи считают отгороженной частью Тихого океана (Васильковский, 1981; Гнибиденко, 1979; Евланов, 2000 и др.) довольно хорошо изучено в многочисленных морских экспедициях, а также с помощью глубоководного бурения во многих рейсах DPSP и ODP.

В рамках продолжительного крупного кайнозойского этапа для гайотов Магеллановых гор предлагается выделить следующие тектоно-магматические этапы более низкого порядка: 1 — позднепалеоцен-среднеэоценовый; 2 — позднеолигоцен-раннемиоценовый; 3 — среднемиоцен-позднемиоценовый (плиоценовый?). Интересно отметить, что первый и третий из них по времени совпадают с фазами роста кобальтомарганцевых корок в данном районе, а второй — полностью с перерывом осадконакопления на гайотах Магеллановых гор (Геология..., 2020; Мельников, 2005; Оксидные..., 2014).

Породы кайнозойского комплекса распространены, по-видимому, на многих (или на всех) гайотах Магеллановых гор, о чем свидетельствует, в первую очередь, наличие датировок, отвечающих этому интервалу времени (рис. 3; таблица). Вероятно, породы кайнозойского комплекса слагают небольшие локальные структуры (купола, шлаколавовые конусы) (Мельников и др., 2000, 2016). Породы пятого комплекса по минеральному и химическому составу не отличаются от образований 2-го, 3-го и 4-го комплексов — все они (кроме пикритов, океанитов и других редких минералогических разновидностей базитов) относятся к породам повышенной щелочности. В составе комплекса присутствуют разнообразные породы: пикробазальты, щелочные оливиновые базальты, трахибазальты и другие разновидности базальтов. В отличие от пород других комплексов среди кайнозойских вулканитов чаще всего встречаются редкие минералогические разновидности базитов, обычно характеризующихся низким содержанием калия.

Надо отметить, что 5-й комплекс (комплекс кайнозойской активизации гайотов Магеллановых гор) представляется самостоятельным, обособленным по времени крупным этапом магматизма. Вулканические породы 5-го комплекса образовались в кайнозойское время в результате отдельных дискретных по времени эпизодов активизации вулканизма на гайотах Магеллановых гор.

Вулканиты 5-го возрастного комплекса (также как и породы предыдущих комплексов), несмотря на свое разнообразие, формируют достаточно закономерную (выдержанную по минералогическим и химическим особенностям) парагенетическую ассоциацию пород — *формационно-геохимический тип вулканитов океанических островов, хребтов и поднятий вулканического происхождения.*

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Прежде чем приступить к обсуждению полученных результатов кратко остановимся на самом понятии Магеллановых гор. Этим географическим понятием пользуются многие исследователи — оно приводится во множестве статей и монографиях. Однако до сих пор у разных авторов существуют серьезные различия в понимании того, что нужно считать Магеллановыми горами (Брусиловский и др., 1992; Васильев, 1988; 2009; Геология..., 2020; Гнибиденко, 1983; Головинский, 1985; Мельников, 2005; Оксидные..., 2014; Перетяжко и др., 2020; 2021; Рашидов, 2006; Рашидов и др., 2003; Сваричевский, 1983, 1993; Удинцев, 1972; Koppers et al., 1998, 2003; интернет-ресурс: guyot.ocean.ru

и др.). В настоящее время обычно используют два определения Магеллановых гор. Оба определения рассматривают Магеллановы горы как дугообразную цепь подводных гор, слегка выгнутую в сторону океана и вытянутую от системы Марианских желобов в юго-восточном направлении, которая разделяет Восточно-Марианскую котловину на две части. Согласно первой версии Магеллановы горы на севере начинаются от стыка желобов Марианского и Волкано (район 21–22° с.ш.) и включают в себя хребет Даттон с прилегающими к нему гайотами (Васильев, 1988, 2009; Гнибиденко, 1983; Головинский, 1985; Рашидов, 2006; Рашидов и др., 2003; Сваричевский, 1983, 1993; интернет-ресурс: guyot.ocean.ru и др.). Согласно второй версии Магеллановы горы на севере начинаются южнее — примерно в районе 18° с.ш. и, соответственно, не включают в себя хребет Даттон с прилегающими к нему гайотами. Чаще всего в современной литературе для определения Магеллановых гор встречается вторая версия, благодаря многочисленным работам с непосредственным участием М.Е. Мельникова (Геология..., 2020; Мельников, 2005; Мельников и др., 2006, 2009, 2012, 2016, Оксидные..., 2014; Петухов и др., 2012; Плетнев и др., 2017 и др.). По этой версии Магеллановы горы — это дугообразная цепь вулканических построек, протяженностью более 1200 км, пересекающая Восточно-Марианскую котловину с северо-запада на юго-восток и разделяющая ее на две части: юго-восточную — котловину Сайпан и северо-западную — котловину Пигафетта (Геология..., 2020; Мельников, 2005; Оксидные..., 2014; Петухов и др., 2012; и др.).

В настоящей работе мы придерживаемся понятия Магеллановых гор, предложенного в работе (Углов, Мельников, 2015). Это представление базируется на понимании Магеллановых гор Р.С. Дитцем, который и предложил ввести это название для большой группы подводных гор, расположенных восточнее Марианского желоба (Dietz, 1954). Согласно его представлениям в целом система Магеллановых гор имеет форму полукруга (или подковы), южные концы которого открыты в сторону поднятия Каролинских гор и островов. В ее пределах выделяются Западное, Северное и Восточное звенья Магеллановых гор (рис. 1). Большая часть Западного звена находится в экономической зоне Марианских островов (США), что, вероятно, ограничивало интерес исследователей к этой части Магеллановых гор.

На самом раннем этапе изучения Магеллановых гор исследователи обратили внимание, что эти структуры сложены разновозрастными геологическими (в т.ч. и вулканическими) образованиями. Разными авторами выделялись два (нижний или ранний; верхний или поздний)

или три (ранний, средний, поздний) возрастных вулканических комплекса как для отдельных гайотов, так и для всех Магеллановых гор (Васильев и др., 1985; Гайоты..., 1995; Казьмин и др., 1987; Мельников, 2005; Оксидные..., 2014; Петрологические..., 1996; Рашидов и др., 2003 и др.). Однако четкие геоморфологические привязки и возрастные параметры для выделенных комплексов обычно отсутствуют или выражены крайне нечетко и очень схематично. В работе, (Васильев и др., 1985, с. 101), сделано предположение, что в районе Магеллановых гор подводный вулканизм проявился «на сравнительно небольших глубинах в неогеновое время», а по характеру он соответствовал щелочно-базальтовой серии океанических островов. Цитируемыми авторами не были изучены другие породы, поднятые на этих структурах, и сделанные ими выводы базируются на изучении только вулканических пород, радиоизотопные датировки которых в статье отсутствуют. Проявление основного этапа вулканизма в неогеновое время на гайотах Магеллановых гор совершенно не соответствует современным данным и представлениям об особенностях их геологического строения и истории формирования этих структур. Тем не менее, надо отметить, что авторы цитируемой работы правильно оценили характер вулканизма гайотов Магеллановых гор, сравнивая его с вулканизмом аналогичным «... щелочно-базальтовой серии океанических островов» (Васильев и др., 1985, с. 101).

Несколько позднее, в 9 рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» (1984–1985 гг.) геологические исследования проводились на двух гайотах Восточного звена Магеллановых гор — Ита-Май-Тай и Федорова (ИОАН) (Казьмин и др., 1987). Авторы этой работы, изучив все основные типы пород, пришли к выводу, что гайоты сформировались уже в раннемеловое (аптское) время, а начиная с альба, они испытали погружение. Ими выделяется два этапа вулканической активности на этих структурах: — ранний (ранний мел — аптское время), когда происходили интенсивные извержения и разрушались вершинные части гайотов; и поздний — в эоценовое время.

Отметим что, если доказательства раннемеловой активности авторы цитируемой работы приводят, то эоценовый вулканизм ими выделяется только на основании предположения сходства (и пространственной близости) изученных структур с гайотами поднятия гор Маркус-Уэйк (рис. 1). Определения возраста вулканитов и в цитируемой работе также отсутствуют.

Во второй половине 1980-х гг. и в начале 1990-х гг. проходили довольно интенсивные исследования различных частей Магеллановых гор. Было проведено всестороннее изучение

различных типов пород и минеральных образований, поднятых на этих структурах. Данные этих исследований в основном изложены в обобщающих работах (Гайоты..., 1995; Железозомарганцевые..., 1990; Школьник и др., 2000; Петрологические..., 1996; Рашидов и др., 2003 и др.), в которых исследователи говорят о двух (нижний или ранний; верхний или поздний) или трех (ранний, средний, поздний) возрастных вулканических комплексах как для отдельных гайотов, так и для всех Магеллановых гор. Такие выводы основывались главным образом на взаимоотношениях различных типов пород, поднятых на гайотах Магеллановых гор, а также на общих представлениях по геологии этой части Тихого океана. Оригинальные определения возраста вулканитов в цитируемых статьях не приводились.

В разделе, посвященном магматизму Магеллановых гор И.Н. Говоров с соавторами (Петрологические..., 1996, с. 185–186) отмечают, что «гайоты сложены в основании толеитовыми и субщелочными базальтами позднеюрско-мелового возраста и залегающими на них осадочными породами позднемелового возраста». Однако, ни одного определения возраста вулканитов также не приводится.

Первую попытку увязать разновозрастные вулканические комплексы с конкретным геоморфологическим пространством гайотов сделали М.М. Задорнов и Л.Б. Хершберг (Гайоты..., 1995). Цитируемые авторы разделяют вулканические образования гайота Альба (ранее Дальморгео) на три комплекса: первый (ранний), слагающий пьедестал гайота между изобатами 3000–5000 м; второй — слагающий верхнюю часть гайота (до изобаты 3000 м); третий комплекс, слагает изолированные конусы на севере вершинной поверхности основного гайота. Они пишут, что «по данным К-Аг метода, возраст пород второго комплекса колеблется от 95 до 36 млн лет» (Гайоты..., 1995, с. 260). Иными словами, по их данным возраст пород второго комплекса составляет практически весь поздний мел и половину (до позднего эоцена) кайнозоя. Однако никаких данных по датированию конкретных образцов пород они не приводят, что не позволяет в дальнейшем в полной мере использовать и как-то критически оценивать эти материалы. Единственное, что в этом случае можно сказать, так это то, что вулканизм на гайоте Альба проявлялся в течение длительного времени — от позднего мела (сеномана) до кайнозоя (позднего эоцена). Полученные позднее по этому гайоту определения (таблица), отвечающие кайнозойскому времени (15 ± 2.0 млн лет и 19.9 ± 0.8 млн лет) подтвердили это предположение.

Позднее М.Е. Мельников (2005, с. 89), обобщая данные по гайотам Магеллановых гор, предложил выделять здесь четыре возрастных вулканических комплекса, связав их с конкретным геоморфологическим пространством гайотов: 1 — комплекс «основания подводных гор» (предположительно рубеж юры — раннего мела); 2 — комплекс, «слагающий непосредственно тело гайотов»; 3 — комплекс «активизации вулканической деятельности в кампанское время»; 4 — комплекс «щелочных базальтов среднего миоцена, слагающих шлаковидные конусы на плато гайотов». Он увязывал свои выводы с некоторыми особенностями геологического строения гайотов Магеллановых гор, данными бурения и имеющимися материалами по радиоизотопному датированию вулкаников. Отметим, что, в целом довольно удачно выделенные М.Е. Мельниковым (2005) возрастные комплексы, базировались на ограниченном количестве данных и не в полной мере отражают время проявления и особенности вулканизма гайотов Магеллановых гор.

К настоящему времени ситуация существенно изменилась. Начиная с 1998 г. и по настоящее время суда АО «Южморгеология» регулярно проводили геолого-геофизические исследования на гайотах Магеллановых гор. В результате этих работ проведено комплексное изучение различных типов пород, поднятых здесь в результате драгирования и малоуглубленного бурения (Геология..., 2020; Мельников и др., 2009, 2012; Плетнев и др., 2017 и др.). В частности получены многочисленные датировки возраста вулканических пород гайотов Магеллановых гор как K-Ar, так и Ar-Ar методами (таблица). Кроме радиоизотопных данных о возрасте вулканических пород гайотов Магеллановых гор можно судить, в какой-то степени, по возрасту осадочных образований, в которых вулканики присутствуют в виде обломочного материала.

Нами, учитывая современный уровень исследования, на гайотах Магеллановых гор выделяются пять крупных возрастных вулканических комплексов: 1 — позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел); 2 — раннемеловой (апт-альбский или позднебаррем(?)-раннесеноманский?); 3 — позднемеловой (позднесеноман-турон-раннекампанский); 4 — позднемеловой (позднекампан-маастрихский); 5 — кайнозойский. Не все выделенные комплексы в одинаковой степени обоснованы. Однако мы при их выделении старались учесть все доступные геологические данные, как из литературных источников, так и из сети Интернет. В основу этого разделения положены, прежде всего, данные по радиоизотопному датированию вулканических пород гайотов Магеллановых гор, а также использованы другие имеющиеся гео-

лого-геофизические материалы по этим структурам и окружающей их части Тихого океана.

Важное значение для обоснования возрастных вулканических комплексов имеют материалы глубоководного бурения (скв. 199; 585; 800; 801; 802 и др.), выполненным во впадинах прилегающим к Магеллановым горам. В частности, на основании обнаружения в скв. 801 (рис. 1) силла щелочных базальтов позднеюрского (157.4 ± 0.5 млн лет) возраста (Pringle et al., 1992), можно уверенно утверждать, что уже в позднеюрское время в районе Магеллановых гор проявился щелочной вулканизм. Этот факт позволяет говорить, что и на гайотах Магеллановых гор вулканизм начался, как минимум, в позднеюрское время. В этом случае, определение времени начала первого (позднеюрско-раннемелового) возрастного вулканического комплекса переходит из разряда общих представлений по геологии этой части Тихого океана (Голубева, 1990, 2009; Гайоты..., 1995; Мельников, 2005; Петрологические..., 1996; Пушаровский, 1984; 2005 и др.) в область информации, доказанной непосредственными фактами. Второй временной период щелочного магматизма в районе Магеллановых гор установлен в скв. 800 (рис. 1) — здесь в забое скважины обнаружен щелочной силл позднебарремского (126 ± 0.6 млн лет) возраста (Pringle et al., 1992). Время формирования этого силла соответствует началу второго (позднебаррем(?)-раннесеноманского(?)) возрастного комплекса. Этот факт позволяет уверенно говорить о том, что в конце раннего мела (в апт-альбское время) щелочной магматизм в районе Магеллановых гор (в том числе и на гайотах Магеллановых гор) был достаточно распространенным явлением. Наличие мощных толщ вулканокластических турбидитных отложений апт-альбского (скв. 585; 800 и 801), позднесеноман (?)-кампанского (скв. 802) и кампан-маастрихского (скв. 199, 585) возраста (Initial..., 1973, 1985; Proceeding..., 1992) позволяет уверенно утверждать, что в конце раннего мела в первом случае и в конце позднего мела во втором — гайоты Магеллановых гор характеризуются активным вулканизмом. При этом их вершины (все или отдельные их части) в это время выходили на поверхность. Факт субаэральных извержений на гайотах Магеллановых гор в меловое время подтверждается присутствием среди базальтов их красноцветно измененных разностей. Отметим, что апт-альбская и кампан-маастрихская эпохи отвечают по времени, соответственно, второму (апт-альбскому) и четвертому (позднекампан-маастрихскому) возрастным комплексам, выделенных нами. В целом выделенные нами возрастные вулканические комплексы хорошо согласуются с данными по скважинам

глубоководного бурения выполненного в районе Магеллановых гор.

Каждый из выделенных возрастных вулканических комплексов характеризует конкретное геоморфологическое пространство гайотов: 1-й — основание или пьедестал гайотов; 2-й и 3-й — основное тело гайотов; а 4-й и 5-й — небольшие осложняющие наложенные структуры 2-го порядка, сформировавшиеся на основном теле гайотов во время поздне меловой (позднекампа-маастрихской) и кайнозойской тектоно-магматической активизации района Магеллановых гор.

Анализ распределения имеющихся датировок (рис. 2) показывает, что их значения варьируют от раннего мела (интервал 130–120 млн лет) до позднего кайнозоя (интервал 20–10 млн лет). Наиболее ранние определения (127–120 млн лет), полученные в основном ^{39}Ar – ^{40}Ar методом, отвечают самому позднему баррему и раннему апту (таблица). Большая часть датировок располагается в диапазоне 110–60 млн лет, что отвечает временному интервалу — ранний мел (альб) — рубеж позднего мела (маастрихт) и палеоцена. Это свидетельствует о том, что наиболее активный период вулканической активности Магеллановых гор, приурочен к этой части мелового периода. В это время было в основном сформировано современное тело этих структур. На гистограмме (рис. 2) выделяется два отчетливо выраженных пика, приуроченные к меловому времени, каждый из которых можно, с определенной долей условности, сопоставить с раннемеловым и поздне меловыми тектоно-магматическими этапами эволюции гайотов Магеллановых гор. Здесь также отчетливо видно (рис. 2), что количество определений, отвечающих кайнозойскому времени, значительно меньше, чем меловых датировок. Наличие кайнозойских определений свидетельствует о том, что вулканизм этого времени является неотъемлемой чертой эволюции гайотов Магеллановых гор. На проявление кайнозойской тектоно-магматической активности также указывает наличие многочисленных локальных наложенных структур на поверхности гайотов (Мельников и др., 2016), образование которых цитируемые авторы связывают с поздне меловым (позднекампа-маастрихской) и кайнозойским вулканизмом. Кроме этого, вероятность кайнозойской магматической активности на гайотах Магеллановых гор подтверждается проявлением кайнозойского вулканизма как на близлежащих к ним поднятиях Маршалловых островов и Маркус-Уэйк, так и на других структурах подобного типа Тихого океана (Clouard, Bonneville, 2000).

Анализ радиоизотопных датировок по отдельным гайотам (рис. 3; таблица) позволяет

отметить ещё один интересный факт — значительную продолжительность магматической активности на этих структурах, которая для отдельных гайотов составляет около 100 млн лет.

Рассмотрим гайоты, для которых имеется не менее 10 определений — гайоты Говорова, Коцебу, Альба, Паллада, Ита-Май-Тай и Бутакова (таблица). Гайот Говорова — 20 определений (три — Ar-Ar метод; максимальная датировка 124.3 ± 2.0 млн лет, минимальная — 23.2 ± 1.7 млн лет, интервал около 100 млн лет), гайот Коцебу — 27 определений (10 датировок — Ar-Ar метод; максимальная датировка 127.0 ± 2.0 млн лет, минимальная — 42.3 ± 1.6 млн лет, интервал около 85 млн лет); гайот Альба — 30 определений (14 — Ar-Ar метод; максимальная датировка 112.3 ± 1.8 млн лет, минимальная — 15.0 ± 2.0 млн лет, интервал около 100 млн лет). Гайоты Паллада, Ита-Май-Тай и Бутакова, имеющие по 11 определений, характеризуются соответственно интервалом по возрасту — 40, 53 и 45 млн лет. Возможно, такая длительность магматической активности, установленная нами на гайотах Говорова, Коцебу и Альба, является особенностью всех крупных гайотов Магеллановых гор. Мы полагаем, что при дальнейших детальных исследованиях и на других крупных гайотах Магеллановых гор будут, вероятно, установлены вулканы с возрастом от раннего мела до миоцен-плиоцена. Такая продолжительность вулканической активности на подобных структурах в океане авторам не известна, и, скорее всего, представляет собой отличительную черту гайотов Магеллановых гор.

ВЫВОДЫ

Анализ имеющихся материалов по радиоизотопному датированию вулканических пород гайотов Магеллановых гор в сочетании с другими геолого-геофизическими данными, а также изучение особенностей рельефа этих построек и результаты глубоководного бурения позволяют сделать следующие выводы:

1. Вулканическая активность на гайотах Магеллановых гор имела длительный и пульсирующий характер. Активный магматизм на гайотах, вероятно, начался в позднеюрское время и затем периодически проявлялся здесь до конца миоцена. Не исключено, что его отдельные эпизоды были и в плиоцен-плейстоценовое время.

2. Установлено, что общая продолжительность вулканизма на гайотах Магеллановых гор составляет около 100 млн лет. Такая продолжительность вулканической активности является отличительной чертой гайотов Магеллановых гор.

3. На гайотах Магеллановых гор выделяются пять крупных возрастных вулканических

комплексов: 1 — позднеюрско-раннемеловой (самый ранний мел); 2 — раннемеловой (апт-альбский); 3 — позднемеловой (позднесеноман(?)-турон-раннекампанский); 4 — позднемеловой (позднекампан-маастрихский); 5 — кайнозойский.

4. Каждый из возрастных вулканических комплексов характеризует конкретное геоморфологическое пространство гайотов: 1-й (позднеюрско-раннемеловой) — основание или пьедестал гайотов; 2-й (раннемеловой — апт-альбский) и 3-й (позднемеловой-позднесеноман(?)-турон-раннекампанский) — основное тело гайотов; 4-й (позднемеловой-позднекампан-маастрихский) и 5-й (кайнозойский) — небольшие осложняющие наложенные структуры 2-го порядка, которые сформировались на основном теле гайотов во время позднемеловой (позднекампан-маастрихской) и кайнозойской тектоно-магматической активизации гайотов.

5. Все вулканические породы гайотов Магеллановых гор, несмотря на свое разнообразие, формируют достаточно закономерную (выдержанную по минералогическим и химическим особенностям) парагенетическую ассоциацию пород — формационно-геохимический тип вулканитов океанических островов, хребтов и поднятий вулканического происхождения.

6. Большое количество радиоизотопных определений (107 датировок) по вулканическим породам гайотов Магеллановых гор позволяет рассматривать эту структуру в качестве эталонного объекта при характеристике возрастных вулканических комплексов среди структур подобного типа в Тихом океане.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования. Тема: «Палеоокеанология и палеоклиматология окраинных морей Востока Азии и примыкающих районов Северного Ледовитого и Тихого океанов, современное и мезозойско-кайнозойское осадконакопление, геодинамика, магматизм и рудогенез» (№ государственной регистрации 121021700342-9), а также по проекту «Геосистемы и минеральные ресурсы переходных зон «континент-океан» и открытого океана» (ГЕОМИР) в рамках Десятилетия ООН «Науки об океане в интересах устойчивого развития (2021–2030 гг.)».

Список литературы [References]

Брусиловский Ю.В., Городницкий А.М., Соколов Б.А. Вулканотектоническая эволюция Магеллановых подводных гор в свете их геомагнитного изучения // Геотектоника. 1992. № 5. С. 96–106 [*Brusilovsky Yu.I., Gorodnitsky A.M., Sokolov B.A.* Volcano-tectonic evolution of the Magellane seamounts in the light of their geomagnetic studying // *Geotectonics*. 1992. № 4. P. 96–106 (in Russian)].

Васильев Б.И. Основные черты геологического строения северо-западной части Тихого океана. Владивосток: ДВО АН СССР, 1988. 192 с. [*Vasiliev B.I.* Main of Geological structure North-West Part of the Pacific ocean. Vladivostok: DVO AN USSR. 1988. 192 p. (in Russian)].

Васильев Б.И. Геологическое строение и происхождение Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2009. 560 с. [*Vasiliev B.I.* Geological structure and origin of the Pacific ocean. Vladivostok: Dalnauka, 2009. 560 p. (in Russian)].

Васильев Б.И., Евланов Ю.Б., Симаненко В.П. К геологическому строению Магеллановых гор Тихого океана // Тихоокеанская геология. 1985. № 3. С. 97–101 [*Vasiliev B.I., Evlanov Yu.B., Simonenko V.P.* Geological structure Magellan Seamounts of the Pacific ocean // *Pacific Geology* 1985. P. 97–101 (in Russian)].

Васильковский Н.П. Направленность развития земной коры в области перехода от Азиатского континента к Тихому океану // Геология дальневосточной окраины Азии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1981. С. 120–136 [*Vasilkovsky N.P.* The direction of the development of the earth's crust in the area of transition from the Asian continent to the Pacific Ocean // *Geology of the Far-Eastern margin Asia*. Vladivostok, 1981. P. 120–136 (in Russian)].

Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность / Волохин Ю.Г., Мельников М.Е., Школьник Э.Л. и др. М.: Наука, 1995. 368 с. [*Guyots of the Western Pacific and their mineralization / Yu.G. Volokhin, M.E. Melnikov, E.L. Shkolnik et al.* Moscow: Nauka, 1995. 368 p. (in Russian)].

Геология гайотов Магеллановых гор (Тихий океан) / Плетнев С.П., Мельников М.Е., Съедин В.Т. и др. Владивосток: Дальнаука, 2020. 200 с. [*Geology of the guyots of the Magellan Seamounts (Pacific Ocean) / Pletnev S.P., Melnikov M.E., Syedin V.T. et al.* Vladivostok: Dalnauka, 2020. 200 p. (in Russian)].

Гнибиденко Г.С. Тектоника дна окраинных морей Дальнего Востока. М.: Наука, 1979. 164 с. [*Gnibidenko H.S.* The tectonics of the Far East Marginal seas. M.: Nauka, 1979. 164 p. (in Russian)].

Гнибиденко Г.С. Тектоника. Тектоническое районирование // Тектоника северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1983. С. 67–88 [*Gnibidenko H.S.* Tectonics. Tectonic area // *Tectonics of the North-West Part of the Pacific Ocean*. M.: Nauka, 1983. P. 67–88 (in Russian)].

Говоров И.Н., Герасимов Н.С., Мальяренко А.Н., Съедин В.Т. Rb-Sr Изохрона базальтов поднятия Обручева (Тихий океан) и ее геодинамическое значение // ДАН. 1993. Т. 329. № 2. С. 203–207 [*Govorov I.N., Gerasimov N.S., Malyarenko A.N., Syedin V.T.* The Rb-Sr Isochrone of the basalts of the Obruchev rise (Pacific ocean) and their geodynamic significance // *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 1993. V. 329. № 2. P. 203–207 (in Russian)].

Головинский В.И. Тектоника Тихого океана. М.: Недра, 1985. 199 с. [*Golovinsky V.I.* Tectonics of the Pacific ocean. M.: Nedra, 1985. 199 p. (in Russian)].

Голубева Э.Д. Толейтовые базальты Тихого океана (петрология и геохимия). Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. 136 с. [*Golubeva E.D.* Tholeiitic

- basalts of the Pacific ocean (geochemistry and petrology). Vladivostok: DVO AN USSR, 1990. 136 p. (in Russian)].
- Голубева Э.Д.* Эволюция магматизма Тихого океана. Владивосток: Дальнаука, 2009. 132 с. [*Golubeva E.D.* Magmatic evolution of the Pacific ocean. Vladivostok: Dalnauka, 2009. 132 p. (in Russian)].
- Евланов Ю.Б.* Филиппинское море. Геологическое строение, эволюция магматизма и осадконакопления. Владивосток: Дальнаука, 2000. 92 с. [*Evlanov Yu.B.* The Philippine sea. Geological structure, evolution of magmatism and sedimentation. Vladivostok: Dalnauka, 2000. 92 p. (in Russian)].
- Железомарганцевые корки и конкреции подводных гор Тихого океана / Богданов Ю.А., Сорохтин О.Г., Зоненшайн Л.Б. М.: Наука, 1990. 229 с. [Ferromanganese Crusts and Nodules of Pacific Seamounts, Ed. by Yu. A. Bogdanov, O.G. Sorokhtin, L.B. Zonenshain, M.: Nauka, 1990. 229 p. (in Russian)].
- Золотарев Б.П.* Вулканические формации второго слоя океанической коры / Автореф. диссерт. д.г.-м.н. Москва, 1988. 54 с. [*Zolotarev B.P.* Volcanic formations of the second layer of oceanic crust / Avtoreferat dissertation of Doctor of g-m.s. Moskou, 1988. 54 p. (in Russian)].
- Казьмин В.Г., Матвиенков В.В., Разницин Ю.Н. и др.* Новые данные о породах Магеллановых гор (Запад Тихого океана) // ДАН. 1987. Т. 296. № 4. С. 942–946 [*Kazmin V.G., Matvienkov V.V., Razniitsin Yu.N. et al.* New data on the rocks of the Magellanic Mountains (West Pacific Ocean) // Reports of the USSR Academy of Sciences, 1987. V. 296. № 4. P. 942–946 (in Russian)].
- Лисицын А.П.* Процессы океанской седиментации. М.: Наука, 1978. 392 с. [*Lisitsyn A.P.* Processes of ocean sedimentation. M.: Nauka, 1978. 392 p. (in Russian)].
- Малыренко А.Н., Съедин В.Т.* Новые данные по геологии возвышенности Обручева // Геология Тихого океана: тез. докл. III Тихоокеан. школы по морской геологии, геофизике и геохимии. Ч. 1. Владивосток, 1987. С. 124–126 [*Malyarenko A.N., Syedin V.T.* New data on the geology of the Obruchev rise // Geology of the Pacific ocean: Tes. Dokl. Pt 1. Vladivostok, 1987. P. 124–126 (in Russian)].
- Мельников М.Е.* Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. Геленджик: ГНЦ «Южмор-геология», 2005. 230 с. [*Mel'nikov M.E.* Deposits of cobalt-rich manganese crusts / Gelendzhik: SSC «Yuzhmorgeologiya», 2005. 230 p. (in Russian)].
- Мельников М.Е., Подшувейт В.Б., Пуляева И.А., Невретдинов Эр.Б.* Среднемиоценовые вулканические постройки на гайоте Дальморгеология (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеанская геология. 2000. Т. 19. № 5. С. 38–46 [*Mel'nikov M.E., Podshuveit V.B., Pulyaeva I.A., Nevretdinov Er.B.* Middle Miocene volcanic structures on the Guyot Dalmorgeologiya (Magellan Mountains, Pacific Ocean) // Pacific Geology. 2000. V. 19. № 5. P. 38–46 (in Russian)].
- Мельников М.Е., Плетнев С.П., Басов И.А. и др.* Новые геологические и палеонтологические данные по гайоту Федорова (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеанская геология. 2006. Т. 25. № 1. С. 3–13 [*Mel'nikov M.E., Pletnev S.P., Basov I.A. et al.* New geological and paleontological data from the Fedorov guyot (Magellan seamounts Pacific Ocean) // Russian Journal of Pacific Geology. 2006. V. 25. № 1. P. 3–13].
- Мельников М.Е., Плетнев С.П., Басов И.А., Седышева Т.Е.* Новые данные о морфологии и геологическом строении гайота Грамберга (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28. № 4. С. 105–115 [*Mel'nikov M.E., Sedysheva T.E., Pletnev S.P., Basov I.A.* New data on the morphology and geological structure of the Gramberg guyot (Magellan seamounts Pacific Ocean) // Russian Journal of Pacific Geology. 2009. V. 3. № 4. P. 401–410].
- Мельников М.Е., Плетнев С.П., Седышева Т.Е. и др.* Первые данные о геологическом строении гайота Бутакова, Магеллановы горы, Тихий океан // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2012. № 1. Вып. 19. С. 231–250. [*Mel'nikov M.E., Pletnev S.P., Sedysheva T.E. et al.* First data on the geological structure of Butakov's guyot, Magellanic Mountains, Pacific Ocean // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2012. № 1 (19). P. 231–250 (in Russian)].
- Мельников М.Е., Плетнев С.П., Анохин В.М. и др.* Вулканические постройки на гайотах Магеллановых гор (Тихий океан) // Тихоокеанская геология. 2016. Т. 35. № 6. С. 46–53 [*Mel'nikov M.E., Pletnev S.P., Anokhin V.M. et al.* Volcanic edifices on guyots of the Magellan Seamounts (Pacific Ocean) // Russian Journal of Pacific Geology. 2016. V. 10. № 6. С. 435–442].
- Невретдинов Эр.Б., Невретдинов Э.Б.* Некоторые особенности геоморфологического строения распространения железо-марганцевых образований Магеллановых гор // Геология и полезные ископаемые Камчатской области и Корякского автономного округа. Тез. докл. регионал. конф., посвященной 50-летию геологической службы Камчатки, 31 марта – 1 апреля 1999 г. Петропавловск-Камчатский: КАМШАТ. С. 116–117 [*Nevretdinov Er.B., Nevretdinov E.B.* Nekotorye osobennosti geomorfologicheskogo stroeniya rasprostraneniya zhelezo-margancevykh obrazovaniy Magellanovykh gor // Geologiya i poleznye iskopaemye Kamchatskoj oblasti i Koryakskogo avtonomnogo okruga. Tez. dokl. regional. konf., posvyashchennoj 50-letiyu geologicheskoy sluzhby Kamchatki, 31 marta – 1 aprelya 1999 g. Petropavlovsk-Kamchatskij: KAMSHAT. P. 116–117 (in Russian)].
- Оксидные железомарганцевые руды океана: генетическая интерпретация текстур и структур / В.В. Авдонин (ред.). М.: ГЕОС, 2014. 163 с. [Oxide ferromanganese ores of the ocean: genetic interpretation of textures and structures / V.V. Avdonin (ed.). Moscow: GEOS, 2014. 163 p. (in Russian)].
- Перетяжко И.С., Савина Е.А., Пуляева И.А., Юдин Д.С.* Возраст вулканических пород и геодинамические модели формирования гайотов Магеллановых гор в Тихом океане. Породо-, минерало- и рудообразование: достижения и перспективы исследований. Труды к 90-летию ИГЕМ РАН (Москва), научное электронное издание, 2020. С. 409–412 [*Peretyazhko I.S., Savina E.A., Pulyaeva I.A., Yudin D.S.* The age of volcanic rocks and geodynamic models of the

- formation of the Guyots of the Magellanic Mountains in the Pacific Ocean. Conference: Rock, Mineral and Ore Formation: Achievements and Research Prospects. Proceedings for the 90th anniversary of IGEM RAS (Moscow), scientific electronic publication, 2020. P. 409–412 (in Russian)].
- Перетьяжко И.С., Савина Е.А., Пуляева И.А., Юдин Д.С.* Внутриплитный вулканизм гайота Альба: геодинамические модели формирования Магеллановых гор в Тихом Океане на протяжении 100 миллионов лет // Онлайн версия. 2022. <https://doi.org/10.15372/GiG2021179> [Peretyazhko I.S., Savina E.A., Pulyaeva I.A., Yudin D.S. Intraplate volcanism of the Alba Guyot: Geodynamic models formation of the Magellan Seamounts in the Pacific Ocean over 100 million years. Online first. 2022 (in Russian)].
- Петрологические провинции Тихого океана / И.Н. Говоров, Э.Д. Голубева, И.К. Пущин и др. М.: Наука, 1996. 444 с. [Pacific petrological provinces / I.N. Govorov, E.D. Golubeva, I.K. Pushchin et al. Moscow: Nauka, 1996. 444 p. (in Russian)].
- Петухов С.И., Анохин В.М., Мельников М.Е.* Особенности геодинамических обстановок в районе северо-западного звена Магеллановых гор (Тихий океан) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2012. № 2. Выпуск 20. С. 78–88 [Petukhov S.I., Anokhin V.M., Melnikov M.E. Peculiarities of geodynamic in the north-western part of the Magellan seamounts (Pacific ocean) // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2012. № 2 (20). P. 78–88 (in Russian)].
- Плетнев С.П.* Палеогеография осадочных бассейнов западной части Тихого океана (Поздний мел - Кайнозой) / Автореф. дисс. доктора географич. наук. Владивосток, 2012. 49 с. [Pletnev S.P. Paleogeography of sedimentary basins of the Western Pacific Ocean (Late Cretaceous – Cenozoic) / Avtoreferat dissertation of Doctor of Geographical Sciences. V.I. Ilyichev Pacific Oceanol. Institute of the FEB RAS. Vladivostok, 2012. 49 p. (in Russian)].
- Плетнев С.П., Пунина Т.А., Смирнова О.А.* Геологическое развитие гайотов Магеллановых гор и сопредельных районов в меловое время // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Владивосток: Дальнаука, 2014. С. 251–253 [Pletnev S.P., Punina T.A., Smirnova O.A. Geological development of the guyots of the Magellanic Mountains and adjacent areas in the Cretaceous. // Cretaceous system of Russia and neighboring countries: problems of stratigraphy and paleogeography. Vladivostok: Dalnauka, 2014. P. 251–253 (in Russian)].
- Плетнев С.П., Мельников М.Е., Пунина Т.А. и др.* Новые палеонтологические данные по гайотам Говорова, Вулканолога и Коцебу (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеанская геология. 2017. Т. 36. № 2. С. 86–92 [Pletnev S.P., Melnikov M.E., Punina T.A. et al. New paleontological data on Govorov, Vulkanolog and Koceby guyots (Magellan Seamounts, Pacific ocean) // Russian Journal of Pacific Geology. 2017. V. 11. № 2. С. 148–153].
- Пушаровский Ю.М.* О магматических провинциях и тектонике Тихого океана // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1984. № 11. С. 13–18 [Pushcharovsky Yu.M. About the magmatic areas and tectonics of the Pacific ocean // Izv. USSRAN. Seriya Geologicheskaya. 1984. № 11. P. 13–18 (in Russian)].
- Пушаровский Ю.М.* Тектоника Земли. Т. 1. Тектоника и геодинамика. М.: Наука, 2005. С. 9–32 [Pushcharovsky Yu.M. Tectonics of the Earth. V. 1: Tectonics and Geodynamics. Moscow: Nauka, 2005. P. 9–32 (in Russian)].
- Рашидов В.А.* Магеллановы горы (Тихий океан): состояние геологической изученности // Вестник СВНЦ ДВО РАН, 2006. № 2. С. 13–20 [Rashidov V.A. The Magellan Seamounts (Pacific ocean): their modern geological knowledge // Vestnik SVNTS DVO RAN. 2006. № 2. P. 13–20 (in Russian)].
- Рашидов В.А., Невретдинов Э.Б., Селянгин О.Б., Невретдинов Эр.Б.* Геолого-геофизические исследования гайотов Магеллановых гор Тихого океана // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2003. № 1. С. 103–126 [Rashidov V.A., Nevredtinov E.B., Selyangin O.B., Nevredtinov Er.B. Geologic-geophysical investigations of guyots of the Magellan Seamounts of the Pacific ocean // Vestnik KRAUNTs. Nauki o Zemle. 2003. № 1. P. 103–126 (in Russian)].
- Сваричевский А.С.* Геоморфология // Тектоника северо-западной части Тихого океана. М.: Наука, 1983. С. 42–49 [Svarichevsky A.S. Geomorphology // Tectonics of the North-West Part of the Pacific ocean. Moscow: Nauka, 1983. P. 42–49 (in Russian)].
- Сваричевский А.С.* Морфоструктурная позиция Магеллановых гор (Тихий океан) // Тихоокеанская геология. 1993. № 1. С. 21–32 [Svarichevsky A.S. Morphostructural position of the Magellan Seamounts (Pacific Ocean) // Pacific Geology. 1993. № 1. P. 21–32 (in Russian)].
- Сьедин В.Т., Мельниченко Ю.И.* Тектоно-магматические этапы Филиппинского моря и эволюция его впадины // Физика геофер: 7-ой Всероссийский симпозиум, 5–9 сентября 2011 г., Владивосток, Россия: мат. Докл. – Владивосток: Дальнаука, 2011. С. 405–417 [Syedin V.T., Melnichenko Yu.I. Tectono-magmatic stages of the Philippine Sea and evolution of this basin // Physics of Geospheres: 7-th All-Russia Symposium, 5–9 September 2011, Vladivostok, Russia: Proceeding – Vladivostok: Dalnauka, 2011. P. 405–417 (in Russian)].
- Углов Б.Д., Мельников М.Е.* Тектоника рудной провинции Магеллановых гор Тихого океана по геофизическим данным // Руды и металлы. 2015. № 4. С. 26–38 [Uglov B.D., Melnikov M.E. Tectonics of ore province Magellan Seamounts ore province of Pacific Ocean by geophysical data Ores and metals. 2015. № 4. P. 26–38 (in Russian)].
- Удинцев Г.Б.* Тихий океан. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана. М.: Наука, 1972. 394 с. [Udintsev G.B. Pacific ocean. Geomorphology and Tectonics of the bottom of the Pacific ocean. Moscow: Nauka, 1972. 394 p. (in Russian)].
- Школьник Э.Л., Хершберг Л.Б., Задорнов М.М., Чудаев О.В.* О фосфоритах гайота Дальморгео Магеллановых гор Тихого океана // Тихоокеан. Геология. 2000. Т. 19. № 2. С. 101–108 [Shkolnik E.L., Kherberg L.B., Zadornov M.M., Chudaev O.V. On Phosphorites of the Dalmorgeo Guyot of the Magellan Seamounts of the Pacific Ocean // Pacific Geology. 2000. V. 19. № 2. P. 101–108 (in Russian)].

- Batiza R., Sheheka S., Tokuyama H. et al.* Sammury and index to petrologic and geochemical studies of LEG 61 basalts // Initial Reports DSDP. 1982. V. 61. P. 829–839.
- Clouard V., Bonneville A.* Ages of Seamounts, islands and plateaus on the Pacific Plate [ver. 2.0. October 2000]. // <http://www.ufp.pf/geos>
- Deitz R.S.* Marine geology of Northwestern Pacific: description of Japanese bathimetric chart 6901 // Bulletin of the Geological Society of America. V. 65. P. 1199–1221. December 1954.
- Initial reports of the Deep-Sea Drilling Program. V. 20. Washington (U.S. Govt. Printing Office). 1973. 958 p.
- Initial reports of the Deep-Sea Drilling Program. V. 89. Washington (U.S. Govt. Printing Office). 1985. 998 p.
- Koppers A.A.P., Staudigel H., Wijlbrans J.R., Pringle M.S.* The Magellan seamount trail: implication for Cretaceous hotspot volcanism and absolute Pacific plate motion // Earth and Planetary Science Letters, 1998. V. 163. Iss. 1–4. P. 53–68.
- Koppers A.A.P., Staudigel H., Pringle M.S., Wijlbrans J.R.* Short-lived and discontinuous intraplate volcanism in the South Pacific: hot spots or extensional volcanism? // Geochemistry, Geophysics, Geosystems (G3). Electronic Journal of the Earth Sciences. 2003. V. 4. № 10. 49 p.
- Pringle M.S.* Radiometric ages of basalts basement recovered at Sites 800, 801 and 802, Leg 129 Western Pacific Ocean // Proceeding ODP, Science Results. 1992. V. 129. P. 389–404.
- Proceeding ODP Initial reports 1992. V. 129. 802 p.

VOLCANIC COMPLEXES AND TECTON-MAGMATIC STAGES OF THE EVOLUTION OF THE MAGELLAN SEAMOUNTS (PACIFIC OCEAN). MESSAGE 1: VOLCANIC COMPLEXES

V.T. Syedin¹, S.P. Pletnev¹, T.E. Sedysheva²

¹*V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia, 690041,*
²*FGBU «VNIIOkeangeologia», 190121, St. Petersburg, Russia; e-mail: sedin@poi.dvo.ru*

Received August 12, 2022; revised December 03, 2022; accepted December 26, 2022

The paper presents original and published data of radioisotope dating of volcanic rocks of the Magellan Seamounts. These data and available geological materials allow us to distinguish five major volcanic complexes of different ages in the guyots of the Magellan Seamounts: 1 — Late Jurassic-Early Cretaceous (earliest Cretaceous); 2 — Early Cretaceous (Apt-Albian); 3 — Late Cretaceous (Late Cenomanian-Turonian- Early Campanian); 4 — Late Cretaceous (Late Campanian-Maastrichian); 5 — Cenozoic. Each of these age complexes corresponds to a specific tectonic-magmatic stage of the evolution of the Magellan Seamounts and characterizes a specific geomorphological space (pedestal, main body, small complicating superimposed structures of the second order). This division is based on numerous isotopic age determinations for 11 guyots obtained by K-Ar and Ar-Ar methods. The tectonic-magmatic evolutionary stages of the Magellan Seamounts correspond, in general, to the periods of tectonic activation for other structures of the Pacific Ocean bed.

Keywords: radioisotope determinations, volcanic complexes, K-Ar and Ar-Ar ages, Magellan Seamounts.