

**НОВЫЕ ДАННЫЕ О МОРФОЛОГИИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ГАЙОТА
ГРАМБЕРГА (МАГЕЛЛАНОВЫ ГОРЫ, ТИХИЙ ОКЕАН)**

М.Е. Мельников¹, С.П. Плетнев², И.А. Басов³, Т.Е. Седышева¹

¹Государственный научный центр Федерального государственного унитарного геологического предприятия “Южморгеология”, г. Геленджик

²Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, г. Владивосток

³Геологический институт РАН, г. Москва

Поступила в редакцию 4 февраля 2008 г.

Экспедиционные исследования, выполненные ГНЦ “Южморгеология” в 2002–2004 гг. в западной части Тихого океана с борта НИС “Геленджик”, позволили получить новый материал о рельефе гайота Грамберга и слагающих его породах от раннего мела по плейстоцен включительно. Анализ органических остатков макро- и микрофауны в осадочных породах позволил выделить трансгрессивные фазы развития гайотов (сеноман–турон, поздний кампан–маастрихт и поздний кайнозой). Дана сравнительная характеристика условий геологического развития гайота Грамберга с другими гайотами Магеллановых гор.

Ключевые слова: гайоты, меловой период, кайнозой, Магеллановы горы, Западная Пацифика.

ВВЕДЕНИЕ

Гайот Грамберга занимает крайнюю восточную позицию в цепи Магеллановых гор (рис. 1) и является одной из наиболее детально изученных построек в этой системе. Более подробно исследованы только гайоты Федорова, Ита-Май-Тай и гайот Альба.

До официального присвоения имени И.С. Грамберга в 2004 г. гайот упоминался в статьях под номером МЖ-36 и названием Роскомнедра [12, 13, 17–19].

Исследования гайота выполнялись судами морской геологической службы России в конце XX – начале XXI века. В 1991 г. в рейсе НИС “Севморгеология” выполнены комплексные геофизические исследования – однолучевое эхолотирование, непрерывное сейсмоакустическое и гидромагнитное профилирование. В 1995 г. с борта этого же судна, но переименованного в НИС “Дальморгеология”, выполнены комплексные геолого-геофизические работы, включавшие гидроакустическое и фототелевизионное профилирование, геологическое опробование скальными драгами. Впервые на подводных горах выполнено бурение неглубоких скважин погружной буровой установкой. Эти работы позволили в общих чертах изучить геологическое строе-

ние, железомарганцевое и фосфатное оруденение гайота. Полностью результаты опубликованы не были, но отдельные аспекты рассмотрены в целом ряде работ [4, 11–13, 17–19].

В 2002–2004 гг. в рейсах НИС “Геленджик” Государственный научный центр (ГНЦ) “Южморгеология” выполнена многолучевая батиметрическая съемка гайота, фототелевизионное профилирование и геологическое опробование скальными драгами; пробурено несколько неглубоких скважин. Полученные результаты и являются основой предлагаемой статьи.

МЕТОДИКА РАБОТ

Работы выполнены в рейсах 6-02 в августе–сентябре 2002 г. (начальник рейса Б.А. Широкожухов), в январе–марте 2003 г. и 6-03 в сентябре–декабре 2004 г. (в обоих случаях начальник рейса Д.Д. Туголесов), НИС “Геленджик”, капитан Б.В. Петропавловский. Батиметрическая съемка осуществлена многолучевым эхолотом EM12 S120 Simrad. В состав работ также входило фототелевизионное профилирование комплексом “Нептун-D” и геологическое опробование коробчатыми скальными драгами и путем бурения неглубоких скважин погружной установкой ГБУ-1/4000-2.

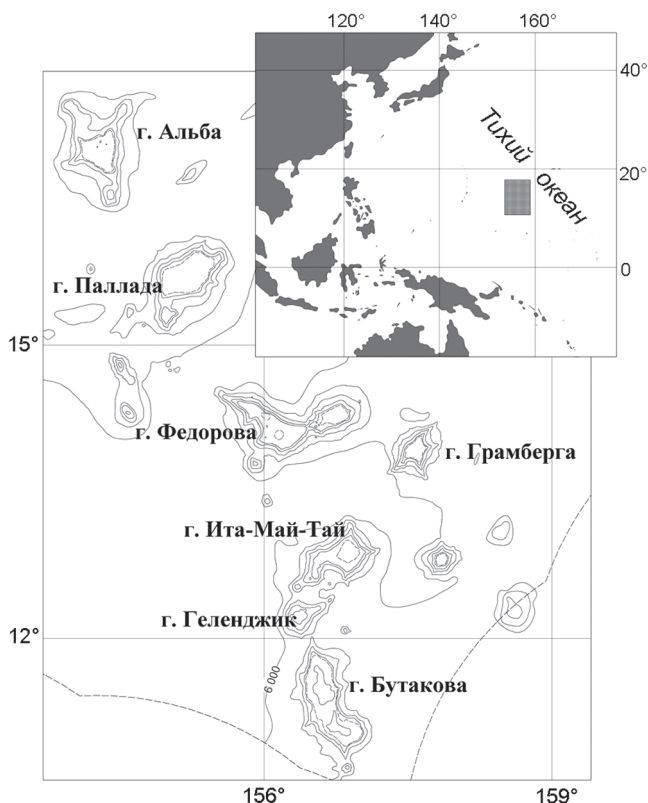


Рис. 1. Обзорная схема гайотов восточного звена Магеллановых гор. На врезке прямоугольником показано положение района в Тихом океане.

В общей сложности в пределах гайота выполнено более 1400 км комплексных геофизических профилей, более 350 км фототелевизионного профилирования, 69 станций драгирования, пробурено 7 неглубоких скважин. Выполнено литологическое и петрографическое описание сотен образцов осадочных и вулканогенно-осадочных пород, в 43 из которых проведен комплексный биостратиграфический анализ (планктонные и бентосные фораминиферы, известковый нанопланктон, кораллы и малакофауна).

РЕЛЬЕФ ДНА

Основой для успешного проведения геологических исследований в океане является достоверная информация по батиметрии и морфологии изучаемого рельефа. Съемка, выполненная многолучевым эхолотом, позволила получить батиметрическую основу масштаба 1: 200 000.

Гайот Грамберга – одиночная подводная гора, замыкающая восточный фланг цепи Магеллановых гор. Гайот оконтуривается изобатой 5800 м, окружен со всех сторон изолированными компенсационными впадинами с положением базисных поверхностей на

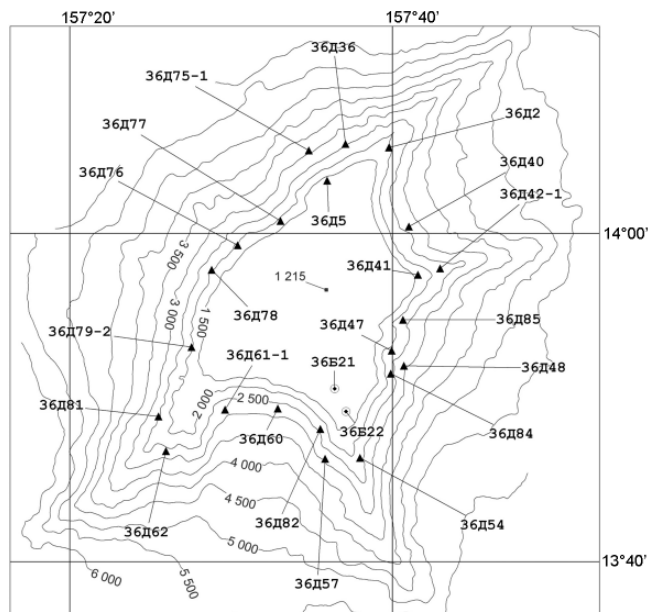


Рис. 2. Батиметрическая карта гайота Грамберга.

На схеме показаны станции геологического опробования и их номера, упомянутые в тексте статьи. Треугольниками обозначены станции драгирования, кружками – буровые скважины.

глубинах 6000–6050 м (рис. 2). В указанном контуре основание гайота имеет близкую к изометричной форму с размером 66×58 км и площадью около 3500 км². Структуру осложняют четыре радиально расположенных отрога северо-восточного, восточного, юго-восточного и юго-западного направления, протяженностью, соответственно, 30,5, 19,5, 29,0 и 29,5 км. Отроги выражены уже на уровне краевых частей вершины и прослеживаются до глубин 5000–5600 м, а юго-западный – до 6000 м. В привершинных частях, в интервале глубин от 1550 до 1875 м поверхности отрогов террасированы.

Минимальная глубина над гайотом, 1215 м, зафиксирована в центре вершинного плато. Высота подводной горы составляет около 4600 м. Плато, в целом повторяющее форму основания, расположено на глубинах 1225–1575 м, имеет поперечные размеры 31×19 км и площадь около 410 км². Бровка четко прослеживается по резкому перегибу между субгоризонтальной поверхностью вершины и крутыми верхними частями склонов. На участках примыкания отрогов имеет место плавный переход плато в широкие террасы, прослеживающиеся и далее на гребневой поверхности всех отрогов. Центральная часть плато характеризуется уклонами 0–2°, остальная площадь – 2–4°. На юго-востоке плато в основании юго-вос-

точного отрога расположен пологий купол с размерами основания 2×1.3 км и высотой около 50 м.

Склоны гайота имеют выпукло-вогнутый профиль, а их крутизна меняется от 4° до 25° и более. Выпуклыми являются верхние части склонов, развитые между бровкой и глубинами 2600–4200 м; уклоны постепенно уменьшаются от 25° и более до 15–20°. В центральных частях, на глубинах 3000–4500 м, крутизна составляет 10–12°. Нижние, вогнутые, части склонов, расположенные на глубинах от 4500 до 5500 м, обладают уклонами поверхностей менее 10°.

Склоны осложнены различными мезоформами рельефа – вулканическими конусами и куполами, грядами, террасами, ступенями и уступами. В отличие от других гайотов Магеллановых гор [9, 10], конусы, купола и террасы здесь развиты ограниченно. Вулканические структуры представлены тремя куполами и двумя конусами с поперечными размерами 1.0–2.1 км, высотой 50–130 м. Террасы преобладают на крутых верхних и средних частях склонов, но особенно часты в пределах гребней отрогов. Наибольшее количество террас (по восемь) выделено на юго-западном и юго-восточном отрогах. Среди террас имеют место как структурные, так и абразионно-аккумулятивные. Первые локализованы в пределах отрогов, вторые – в основном на склонах.

Уступы развиты повсеместно, однако наиболее часто фиксируются также в пределах отрогов. Их протяженность изменяется от 1.5 до 11 км при перепаде глубин от 25 до 150 м, редко до 250 м. Помимо отрогов, линейные формы, простирающиеся вкrest склона, немногочисленны. В основном это гряды протяженностью 3–9 км, преобладающие на восточных склонах гайота.

Переход от склонов к абиссальной равнине фиксируется перегибом на глубинах около 5500 м. Предабиссальная зона обладает полого-холмистой поверхностью с уклонами от 2 до 4°. Поверхность абиссальной котловины, приуроченная к интервалу 5800–6000 м, характеризуется уклонами менее 2°.

Интерпретация карт амплитуд обратно рассеянного сигнала многолучевого эхолота и данных фототелевизионного профилирования показала, что центральная часть вершинной поверхности (немногим более 40 % площади) покрыта сплошным чехлом неконсолидированных карбонатных осадков. По данным сейсмоакустических исследований, мощность осадков по направлению к бровке уменьшается, что, по-видимому, обусловлено перемещением и сносом рыхлого материала придонными течениями. Это отчетливо видно на подводных фотографиях дна по наличию рифелей. В то же время, существуют зоны,

где рифели отсутствуют и хорошо проявлены признаки разгрузки осадочного материала. Поэтому большая часть вершинного плато – это зоны транзита с элементами аккумуляции осадков.

Периферическая часть плато занимает почти 60 % его площади. Она тянется лентой перед бровкой. Здесь обнажены коренные породы, присыпанные в незначительной степени рыхлыми карбонатными отложениями. Эта часть вершинного плато является зоной эрозии с элементами транзита осадков.

Поверхности склонов сформированы денудационными процессами. На верхних, крутых и обнаженных склонах преобладают эрозионные процессы, а в средних и нижних частях – транзит и склоновая аккумуляция осадочных масс. На картах амплитуды обратно рассеянного сигнала хорошо выделяются зоны склоновых осыпей, расположенных вкrest изобат. На гайоте Грамберга эти акваколлювиальные осыпи развиты весьма широко. Они отмечаются в западной части уже с глубины 1500 м, а ниже 2500 м занимают значительную площадь склонов. В северо-восточной части несколько осыпей прослеживаются до глубин 5900–6000 м, выходя в пределы предгорной абиссальной равнины. Площади осыпей изменяются от 1.5 до 20 км². Наиболее крупные локализованы на восточных и южных склонах на глубинах 2200–5100 м.

СТРОЕНИЕ РАЗРЕЗА

Основным материалом для построения геологического разреза гайота Грамберга послужили результаты биостратиграфического анализа с определением возраста образцов горных пород из драг и кернов скважин. Наиболее многочисленны находки органических остатков – микрофоссилий (фораминиферы и известковый нанопланктон). Результаты изучения макрофауны в виде кораллов (определения Т.А. Пуниной, ДВГИ ДВО РАН) и малакофауны (определения В.Д. Худика, ДВГИ ДВО РАН) – послужили вспомогательным материалом из-за ее редкой встречаемости и присутствия преимущественно только ювенильных форм двустворчатых и брюхоногих моллюсков.

Представительность биостратиграфического материала на исследованном гайоте беднее, чем на гайотах Федорова и Альба, что, по-видимому, связано с меньшей частотой отбора геологических образцов. В частности, среди макрофауны не обнаружено типичных представителей каркасных рифовых построек, но ее присутствие указывает на мелководные условия седиментации (шельф, лагуны). Не встречены среди двустворчатых моллюсков и представители

рудистов, столь важных стратиграфических реперов меловых толщ. Хотя это и затрудняет точное возрастное определение изученных осадочных пород по макрофауне, но позволяет отнести их к осадочным образованиям рифовой фации (сервий аванрифа и лагун).

Нами в геологическом разрезе исследованного гайота (рис. 3) выделены отложения нижнего мела, апта-турона, сантона-маастрихта, позднего палеоцена-эоцена, миоцена и плиоцен-четвертичные, как и на других постройках Магеллановых гор [9, 10].

МЕЛОВАЯ СИСТЕМА

Нижний отдел (K_1)

В основании разреза залегает комплекс вулканических пород толеит-щелочнобазальтовой ассоциации. В интервале глубин от 2500 до 5500 м преобладают океаниты, оливиновые и оливин-плагноклазовые базальты нормальной щелочности, соответствующие дифференцированным толеитам. Выше развиты преимущественно субщелочные и щелочные базальтоиды. Среди них выделены пикриты, близкие к породам нормального ряда, щелочные оливиновые базальты, а также трахибазальты (заключение В.В. Авдониной, МГУ). Породы в основном залегают в виде лавовых потоков и покровов небольшой мощности с линзами гиалокластитов. Возраст комплекса принят раннемеловым по аналогии с гайотами Федорова и Альба [9, 10]. Его мощность, основываясь на перепадах глубин обнаружения, оценивается не менее 3 км.

Нижний и верхний отделы

Аптский-туронский ярус ($K_{1a} - K_{1t}$)

В этой толще установлены мелководные (органогенно-детритовые) и пелагические (планктоногенные) известняки, а также сильно уплотненные глины.

Мелководные известняки распространены на гайоте весьма ограниченно, образуя локальные тела по периферии вершинного плато и в верхней части склонов. Это плотные, крепкие породы, окрашенные в светло-желтые тона и, возможно, сформированные в условиях аванрифа. Состоят из обломков кораллов, двустворчатых и брюхоногих моллюсков, включая *Gyrodes* sp., иногда пронизаны многочисленными ходами червей. Они сцементированы карбонатным (нанофораминиферовым) материалом, нередко перекристаллизованным. Их текстуры меняются от массивных до пористых. Породы не фосфатизированы или слабо фосфатизированы, содержание P_2O_5 не превышает 3%. Установить их возраст по органическим остаткам не удалось, однако продатированы ассоциирующие с ними пелагические известняки. Это

массивные плотные породы светло-желтого, светло-коричневого цвета. Текстуры однородные, пятнистые. В образцах станций 36Д60 и 36Д61-1, на южном склоне, установлен комплекс планктонных фораминифер, включающий виды *Hedbergella delrioensis* (Garsey), *H. gorbachikae* Longoria, *H. trocoidea* (Gandolfi), свидетельствующий об альбском возрасте этих пород.

Мощность подобных отложений, по данным глубоководного бурения, достигает 200 и даже 300 м [24, 25], однако, учитывая их ограниченное распространение на гайоте, она вряд ли составляет более 100 м.

Сильно уплотненные глины, нередко аргиллитоподобные, окрашенные в коричневые цвета, подняты несколькими драгами в нижних частях северо-западного и восточного склонов. Их текстура однородная, иногда полосчатая, слоистая. По структуре породы – пелитовые и алевропелитовые. Постоянно присутствует тонкая сыпь гидроксидов железа и марганца. Отмечены слабокарбонатные разновидности глин.

Возрастное датирование глин весьма проблематично в силу отсутствия в них кремнистой микрофауны и крайне редко встречающейся известковой. На гайоте Батиса поднятия Маркус-Уэйк они были определены Л.В. Васильченко как альб-сеноманские, на гайоте Альба В.И. Кунгуровой – как позднемеловые [5, 6, 8, 10]. Нами в глинах со станции 36Д75-1 исследуемого гайота выделен комплекс планктонных фораминифер с участием рода *Praeglobotruncana*, что указывает на сеноман-туронский возраст данных осадков. По данным глубоководного бурения, мощность подобных отложений может достигать 80 м [20, 21, 23].

В целом, по аналогии с соседними гайотами Магеллановых гор, вышеописанные отложения отнесены к апт-туронскому комплексу [9, 10].

Верхний отдел

Сантонский-маастрихтский ярус (K_{2st-m})

Среди отложений этого возраста выделяются мелководные и пелагические известняки, а также эдафогенные брекчии. Мелководные известняки, как и более древние, развиты весьма ограниченно: на южном (36Д60), северо-западном (36Д75-1) и восточном (36Д47) склонах гайота. Породы плотные, белого, желтовато-коричневого, иногда с розовым оттенком, цвета. Состоят из обломков макрофауны, среди которой определены позднемеловые кораллы *Onchotrochus* sp., а также остатки двустворчатых моллюсков *Modiolus* sp., *Astarte* sp. (?) и *Plicatounio* sp. Цементирующий их известняк – плотный, часто микритовый.

Пелагические известняки протягиваются вдоль склонов узкими лентовидными телами. Представляют собой массивные плотные породы светло-серого, светло-бежевого цвета. Текстуры однородная, пятнистая, неяснослоистая. В некоторых случаях отмечена плитчатая отдельность. Структуры – мелкозернистые, пелитоморфные. Отмечается вкрапленность рудного вещества. Иногда присутствуют обломки базальтов, остатки макрофауны. Породы часто фосфатизированы, содержание P_2O_5 – до 17 %.

В образце станции 36Д61-1 выделены планктонные фораминиферы. Раковины перекристаллизованы, но среди них отчетливо видны двухкилевые *Globotruncana* sp., позволяющие датировать отложения кампаном–маастрихтом. Здесь же присутствует мелководный бентос с участием аномалин и астоколусов. Нередко присутствуют внешние ядра ювенильных форм брюхоногих моллюсков, включая представителей рода *Biplica Popenoe*, а также фрагменты неопределимых двустворчатых моллюсков. Редкие находки раковин планктонных фораминифер в сочетании с такой бентосной фауной свидетельствуют, что условия формирования имели место на шельфе–верхней батиали.

Эдафогенные брекчии этого возраста развиты шире. Они представлены изометричными и лентовидными телами на отрогах, на верхних участках северо-западного и восточного склонов. Породы плотные, прочные, пестроокрашенные. В составе угловатых, несортированных обломков преобладают базальты. Размер обломков псаммито-псефитовый. Цементирующий их карбонатно-фосфатный известняк имеет светло-серую, бежевую окраску и сложен кокколитами, планктонными фораминиферами, нередко перекристаллизованными. Содержание P_2O_5 в брекчиях достигает 10 %.

В заполняющем обломки брекчий карбонатном материале из керна скважины 36Б22 и драги 36Д2, отобранных в рейсе НИС “Дальморгеология”, И.А. Пуляевой (АО “Дальморгеология”) выделен комплекс кокколитофорид кампан-маастрихтского возраста, включающий *Watznaueria barnesae* (Black et Barnes), *Arkhangelskiella cymbiformis* Vekshina, *Cribrosphaerella ehrenbergii* (Arkhangelsky), *Biscutum constants* (Gorka) Black, *Zugodiscus* sp. и другие.

По совокупности данных, принимая во внимание возраст сходного комплекса на гайотах Федорова и Альба, нами эти отложения датированы сантоном–маастрихтом. Верхнемеловые отложения сходного состава, опробованные скважинами глубоководного бурения, имеют мощность от 70 до 100 м [24, 25]. Но нами в карбонате брекчий со станции 36Д77 обнару-

жены виды *Subbotina pseudobulloides* (Plummer), *S. varianta* (Subbotina), что свидетельствует о раннепалеоценовом возрасте. Ранее мы упоминали, что формирование этих отложений могло продолжаться и в начале палеогена [1, 8].

КАЙНОЗОЙ

Палеогеновая система

Поздний палеоцен–эоцен (P_1^2 – P_2)

Этот комплекс пород представлен пелагическими известняками, эдафогенными брекчиями и вулканокластическими образованиями. Мелководные известняки развиты весьма ограниченно. Такие породы установлены только в привершинной части восточного отрога. В образце 36Д41, представляющем собой переходное образование от органогенно-обломочного известняка к эдафогенной брекчии, отмечены многочисленные остатки двустворчатых и брюхоногих моллюсков, включая *Dentalium* sp. С определенной долей условности это дает возможность определить возраст пород как эоценовый.

Пелагические (нанофораминиферовые) известняки распространены широко и образуют протяженные лентовидные тела на восточных склонах гайота в интервале глубин 1500–2500, местами до 3000 м. Локально они развиты на западных и южных склонах, гребневой поверхности юго-западного отрога. Известняки – плотные, фосфатизированные породы белого цвета, нередко с серым, бежевым, розовым оттенками. Текстуры массивные, пятнистые, пористые, иногда с кавернами. Часто в известняках встречаются погребенные конкреции и фрагменты железомарганцевых корок. Отмечены и мелоподобные разновидности, непрочные и более влажные. Они часто пронизаны ходами илоедов, обычно инкрустированными гидроксидами марганца и железа или заполненными жидким карбонатно-глинистым материалом. Содержание P_2O_5 в этих известняках достигает 25 %.

В известняке со станции 36Д82 выявлен комплекс планктонных фораминифер, содержащий виды *Acarinina acarinata* Subbotina, *Subbotina* cf. *S. varianta* (Subbotina), *S. triloculinoides* (Plummer), что указывает на позднепалеоценовый возраст. В образце со станции 36Д36 отмечен смешанный по возрасту комплекс планктонных фораминифер, включающий эоценовые виды (*Acarinina pseudotopilensis* Subbotina, *Globigerapsis* sp.) с участием представителей фауны неогена и квартера.

В породах, принесенных драгами 36Д40, 36Д57, 36Д61-1, 36Д81, обнаружен раннеэоценовый комплекс *Acarinina pentacamerata* (Subbotina), *A. soldado-*

ensis (Bronniman), *A. primitiva* (Finlay), *A. pseudotopilensis* Subbotina, *Subbotina pseudoeocena* Subbotina, *Morozovella velascoensis* (Cushman), *Orbulinoides beckmannii* (Saito). В известняке со станции 36Д78 также выявлен раннеэоценовый комплекс, но иного видового состава – *Morozovella formosa gracialis* (Bolli), *M. marginodentata* (Subbotina) и другие виды.

Еще в одном образце драги 36Д61-1 отмечены хорошей сохранности раковины видов *Globoquadrina altispira* Cushman et Jarvis, *Globigerinatheka* sp., свидетельствующих о средне-позднеэоценовом возрасте породы. Здесь же присутствуют и единичные раковины бентосных фораминифер рода *Peneroplis*, по-видимому, вынесенные из шельфовой зоны. Помимо этого, в породе присутствуют диагенетически преобразованные рыже-желтые фосфатизированные образования, иногда очень сходные по морфологии с представителями позднемелового рода *Hedbergella*.

Эдафогенные брекчии также развиты широко и отмечены по всему периметру склонов гайота. Они подняты многими драгами и вскрыты рядом скважин, залегают на глубинах 1500–2500 м, слагая поверхности восточного и юго-западного отрогов. Породы имеют разную прочность от плотных до хрупких, окраска пестрая с преобладанием коричневых оттенков. Состав обломков – полимиктовый: базальты, туфы, известняки, фрагменты корок и конкреций. Обломки несортированные, размером от первых мм и иногда до десяти см, угловатые, редко полуокатанные. В единичных случаях отмечается хорошая окатанность обломков, и поэтому породы в этом случае являются конглобрекчиями и конгломератами. Цементирует их карбонатно-фосфатная масса белого, кремового цвета. Состоит она из раковин фораминифер и кокколитофорид. Содержание P_2O_5 в эдафогенных брекчиях достигает 15 %.

В образце 36Д48 определены палеоэоценовые виды планктонных фораминифер *Subbotina velascoensis* (Cushman), *Morozovella conicotruncata* (Subbotina). Комплекс, выделенный из карбоната брекчий станций 36Д42-1, 36Д62, содержит *Morozovella quetra* (Bolli), *Subbotina triloculinoides* (Plummer), *Acarinina* aff. *mckannai* (White), что свидетельствует о его позднепалеоэоценовом возрасте. Комплекс того же возраста, но другого состава – *Subbotina triloculinoides* (Plummer), *Morozovella subbotinae* (Morozova), *M. aff. angulata* (White) – определен в брекчиях, вскрытых скважиной 36Б21 и принесенных драгой 36Д85.

Породы со станций 36Д40, 36Д79-2, 36Д81 вмещают комплекс, состоящий из видов *Morozovella subbotinae* (Morozova), *Acarinina pentacamerata* (Subbotina), *A. soldadoensis* (Bronniman), *A. pseudotopilensis*

Subbotina, *Subbotina pseudoeocena* Subbotina и других, который позволяет датировать данные породы ранним эоценом. Также раннему эоцену соответствует комплекс, установленный в связующей карбонатной массе брекчий со станций 36Д78 и 36Д84 – *Morozovella formosa gracialis* (Bolli), *M. caucasica* (Glaessner), *M. marginodentata* (Subbotina).

Единичные раковины *Subbotina pseudoeocena* Subbotina обнаружены в брекчиях из драги 36Д76 и позволяют датировать их возраст как ранне-среднеэоценовый.

Туффиты этого возрастного интервала подняты на станции 36Д54. Обломки раковин вида *Subbotina pseudoeocena* Subbotina, содержащиеся в них, позволяют, с определенной долей условности, датировать их ранним эоценом.

Таким образом, возраст всего комплекса, как и на других гайотах, допустимо относить к позднему палеоэоцену–эоцену. Мощность подобных отложений, по данным глубоководного бурения на гайотах сопредельных площадей, можно оценить от 100 до 150 м [24, 25].

Неогеновая система

Миоцен (N₁)

Миоценовые отложения ранее были опробованы на гайоте единственной драгой 36Д5 в привершинной части северного склона. Они представлены пелагическими известняками, которые содержат миоценовый комплекс планктонных фораминифер (определения В.И. Кунгуровой, АО “Дальморгеология”).

Нами в карбонатном материале брекчий со станции 36Д84 на восточном склоне гайота определены раковины фораминифер вида *Globigerina nepenthes* Todd, что указывает на позднемиоценовый возраст породы. До получения более полных данных принят более широкий возрастной диапазон – миоцен.

По-видимому, мощность миоценовых отложений невелика и может составлять первые десятки метров.

Неогеновая и четвертичная системы

Плиоцен–плейстоцен (N₂–Q)

Центральную часть вершинных плато и поверхности ступеней покрывают плиоцен–плейстоценовые нелитифицированные осадки, сложенные раковинами планктонных фораминифер, остатками кокколитофорид и примесью глинистого материала (преобладает гидрослюда). Состав отложений изменяется в соответствии с абсолютной глубиной локализации осадков: вершинное плато покрыто чисто карбонатными осадками, ступени средней части склонов – глинисто-карбонатные, а на глубинах более 3500 м

встречаются уже карбонатно-глинистые илы. Возраст таких отложений определен по аналогии с уже датированными осадками соседних гайотов [9, 10]. Мощность, по данным сейсмоакустических исследований, составляет в центральной части плато около 40 м, а в локальных впадинах – до 80 м. В то же время не исключено, что в подошве сейсмокомплекса, отождествляемого с плиоцен-четвертичными рыхлыми осадками, могут залегать отложения и миоцена, и даже слаболитифицированные известняки эоцена.

ОБЩИЕ ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ

Гайот Грамберга принадлежит восточному звену цепи Магеллановых гор. Характер аномального магнитного поля над гайотом в целом схож с характером полей над другими гайотами региона [8], хотя и обладает определенными особенностями. Доминируют отрицательные широтные линейные аномалии, но, за счет разворота осей некоторых из них и присутствия относительно интенсивных положительных аномалий, в общем рисунке проявлена мозаичность (рис. 4). Отрицательные аномалии имеют восточное и восток-северо-восточное направление осей, протяженность 22–35 км, интенсивность от -800 до -1300 нТл и амплитуду 550–1050 нТл. Ось наиболее интенсивной аномалии расположена над южным бортом восточного отрога. Оси других грубо совпадают с направлением северо-восточного и юго-восточного отрогов, а также с южным бортом юго-западного отрога.

Положительная линейная широтно-ориентированная аномалия интенсивностью около 600 нТл и амплитудой 550 нТл заключена между двумя отрицательными. Ее ось совпадает с осью ложбины между восточным и северо-восточным отрогами. Над другими частями склонов и вершинным плато развиты локальные положительные и отрицательные аномалии удлиненной формы меньшей интенсивности. Характер поля над нижними частями склонов и окружающими межгорными впадинами – спокойный, с изменением значений от -100 до 100 нТл.

В пределах гайота прослеживаются три системы разрывных нарушений, выделенных по результатам магнитометрических исследований и анализа рельефа дна – субширотная, меридиональная–север-северо-восточная и северо-западная. Эти системы ранее были установлены Н. Смутом для западной приэкваториальной части Тихого океана, включая сопредельные районы [26, 27]. Наиболее отчетливо в аномальном магнитном поле выражена субширотная система; очевидно, она является наиболее древней. Меридиональная система обычно в магнитном поле прослеживается слабо, но наиболее отчетливо выра-

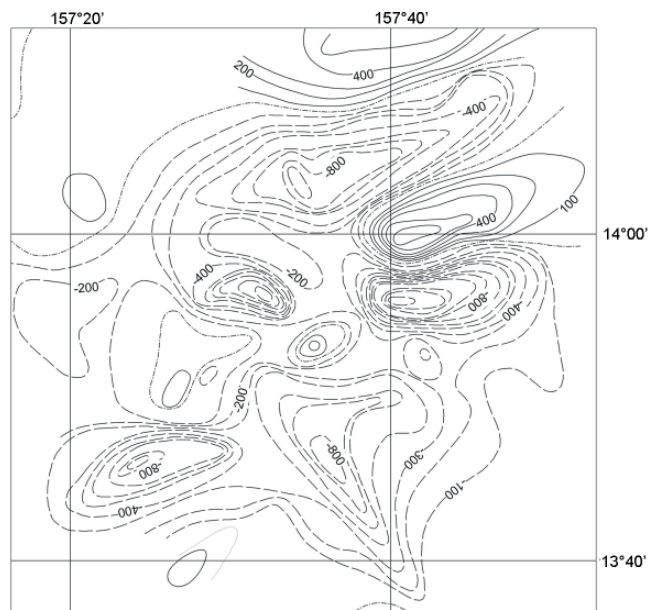


Рис. 4. Схема аномального магнитного поля (по М.М. Юринцу, 1996).

Сплошными линиями обозначены изодинамы положительных значений поля, прерывистыми – отрицательных, штрих-пунктиром – нулевых. Изодинамы проведены через 100 нТл.

жена в рельефе. По нашим представлениям, она является наиболее молодой и связана с разрядкой напряжений земной коры, возникших в связи с воздыманием блоков. Северо-западная система, по мнению Н. Смута, является подчиненной и проявленной не столь ярко [26]. Однако на гайоте Грамберга к северо-западной системе относится разлом, определяющий существование юго-восточного отрога, хорошо выраженный в магнитном поле. Возраст этой системы, вероятно, более молодой, чем субширотной, но более древний, чем субмеридиональной.

Согласно результатам сейсмоакустических исследований, большая часть склонов и периферическая часть вершинной поверхности свободны от литифицированных осадков. Это не означает, что они полностью отсутствуют – фототелевизионные наблюдения показывают, что осадки на склонах развиты относительно широко в зонах выполаживания склонов, однако их мощности ниже разрешения сейсмоакустических исследований. В центральной части плато мощность покрова осадков в среднем составляет около 40 м, а во впадинах рельефа фундамента – до 80 м. В нижних частях склонов осадочный чехол фиксируется с глубин 4500–5000 м; его мощность увеличивается с глубиной до 130 м.

В строении гайота, как и на ранее детально изученных гайотах Альба и Федорова [1, 9, 10, 18], вы-

делено три основных структурно-формационных яруса: платобазальтовый фундамент, наложенные вулканиты и осадочный чехол. Два нижних грубо соответствуют магматическим комплексам. Третий ярус состоит из комплексов осадочных пород мезозоя–кайнозоя.

ОБСУЖДЕНИЕ

Изложенные результаты в целом не противостоят ранее опубликованным представлениям о геологическом строении гайота, но в существенной степени их расширяют и дополняют. Это, в первую очередь, касается характеристики геоморфологии гайота и создания палеонтологической основы для выделения возрастных комплексов в осадочной толще.

В то же время, имеется ряд моментов, на которые следует обратить внимание при анализе истории геологического развития гайота.

Проблемным является понимание начальной фазы образования гайота. По поводу происхождения цепи Магеллановых гор существуют различные воззрения, склоняющиеся в той или иной степени к фиксизмским или мобилистским позициям [2, 14–16, 18, 22, 27]. Нам, с определенными оговорками, наиболее близок взгляд В.П. Уткина с соавторами [15, 16], которые полагают, что гайот сформирован в условиях меридионального продольного сжатия. Характер аномального магнитного поля и особенности строения рельефа гайота дают основания полагать, что главной рельефообразующей силой, как и в случае с гайотами Федорова и Альба [8], была тектоническая. На первоначальном этапе произошло блоковое поднятие, сопровождавшееся вулканическими излияниями, и только после того, как была сформирована основная морфоструктура гайота, последующее рельефообразование, в основном, определялось вулканической активностью.

Однако следует заметить, что в предложенную авторами схему [15, 16] не вполне вписывается структура аномального магнитного поля. Наиболее высокоамплитудные аномалии имеют субширотное, а не северо-восточное направление, и гипотетическое положение одного из основных разломов трассируется не смежными аномалиями. Предлагаемые причины рельефообразования также кажутся достаточно дискуссионными, но то, что гайот возник в результате широтного сжатия океанической коры и последующего меридионального растяжения (обрушения), является вполне вероятным.

Недостаточно обоснованными мы считаем и представления предшественников о строении магматического тела гайота [15, 16, 18]. Фактические данные не позволяют ни картировать дайковые комплек-

сы, лакколлиты и штоки, ни датировать эффузивные образования барремом, а субвулканические – поздним мелом. На слабую аргументацию подобных построений указывали и другие специалисты [13]. Имеющиеся прямые геологические данные позволяют лишь выделять два комплекса – нижний (толеиты гавайского типа) и верхний (субщелочные и щелочные базальтоиды). Возраст их остается дискуссионным, как и возраст вулканических пород всей цепи Магеллановых гор [1, 8, 12, 13, 22]. Очевидно только то, что магматические породы, слагающие основное тело гайота, моложе средне-позднеюрских толеитов сопредельных котловин и древнее апт-туронских осадочных образований, перекрывающих магматические породы. Определения возраста вулканитов методами абсолютной геохронологии дают датировки широкого возрастного диапазона, что вполне объяснимо высокой степенью измененности всех эффузивных пород района. Есть предположения, что они сформированы на рубеже юры и мела, но чаще их датируют ранним мелом [8].

Наличие более поздних этапов вулканизма и, соответственно, возможное присутствие молодых магматических пород подтверждается находками туфов и туффитов позднемелового–эоценового времени. Их возраст уверенно определен по карбонатным включениям микрофоссилий нанопланктона и планктонных фораминифер. На гайотах Магеллановых гор выделены вулканокластические породы сеномана, маастрихта, раннего и среднего эоцена, среднего миоцена [9, 10]. Лишь для последнего временного интервала достоверно установлены эффузивные породы – базаниты [7]. На гайоте Грамберга такие поздние фазы вулканизма, обычно представленные небольшими вулканическими конусами и куполами, развиты ограниченно – туффиты раннего эоцена драгированы на юго-восточном отроге гайота (36Д54).

Биостратиграфические исследования позволили выявить особенности строения осадочной толщи и оценить пространственно-временное распространение различных типов пород на гайоте. Анализ геолого-геофизических данных свидетельствует о преобладании на поверхности гайота магматических пород, хотя осадочные образования развиты тоже достаточно широко. Среди них наиболее часты эдафогенные брекчии, но встречаются и планктоногенные и, возможно, рифогенные известняки.

На режим седиментации в районе Магеллановых гор большое влияние оказывали глобальные изменения уровня океана, меняясь за последние 200 млн лет максимально от плюс 350 м в позднем мелу до минус 130–110 м в позднем олигоцене и

квартере [28]. Вместе с тем, эти эвстатические колебания, по-видимому, существенно меняли карбонатную систему в океане. На Магеллановых горах эпохи высокого стояния уровня океана во время сеномантуронской, позднекампан-маастрихтской и эоценовой трансгрессий [3] нашли свое отражение в большей насыщенности карбонатными микрофоссилиями различных типов осадочных пород. В позднем мелу–раннем палеогене вершина гайота Грамберга располагалась еще близко к поверхности океана. Однако даже эти незначительные подъемы уровня океана способствовали резкому повышению биопродуктивности поверхностных вод и расцвету известково-го планктона. Возможно, эти процессы были связаны с изменениями общих океанологических условий над вершинами подводных гор, которые вызывали усиление конвекции вод и поступление питательных элементов в фотическую зону.

Отмечено существование нескольких этапов перерывов седиментации или размыва осадочных толщ, особенно в коньякское и раннепалеоценовое время. Однако наиболее существенный стратиграфический перерыв приурочен к олигоцену, отложения которого отсутствуют не только на гайоте Грамберга, но и на других гайотах Магеллановых гор. Вероятно, в этот период быстрое тектоническое погружение гайотов по своей амплитуде значительно превосходило эвстатическую регрессию позднего олигоцена. Это привело к тому, что большая часть гайота располагалась в интервале глубин, в котором подводная денудация преобладала над аккумуляцией. Только с миоцена отмечаются действительно глубоководные фации. Однако отложения миоцена развиты весьма ограниченно – по-видимому, в этот период продолжалось еще погружение. В плиоцене и плейстоцене, вероятно, устанавливается литодинамический режим, близкий к современному, с локальным накоплением нанофораминиферовых осадков на вершинном плато, транзитом на склонах и формированием карбонатно-глинистых толщ у подножья гайота.

ВЫВОДЫ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволяют сделать ряд наиболее общих выводов о геологическом строении гайота Грамберга.

1. Гайот обладает относительно простой формой. Угловатые очертания, прямолинейность направления склонов, совпадение направления простирания ряда морфоструктурных элементов с направлением линейных магнитных аномалий позволяют предполагать ведущую роль тектоники в образовании гайота.

2. Тело гайота сложено магматическими породами толеит-щелочнобазальтовой ассоциации предположительно раннемелового возраста. Породы этого же комплекса слагают значительную часть поверхности гайота.

3. Среди пород, слагающих осадочную толщу, преобладают эдафогенные брекчии. Относительно широко развиты кокколито-фораминиферовые известняки, реже встречаются известняки мелководных фаций, вулканогенно-осадочные породы.

4. В разрезе осадочной толщи выделено пять возрастных комплексов – апт-туронский, сантон-маастрихтский, позднепалеоценовый–эоценовый, миоценовый и плиоцен-четвертичный.

В заключение необходимо отметить, что рассмотренные материалы в предлагаемой статье о геологическом строении гайота Грамберга продолжают серию публикаций авторского коллектива по детализации, уточнению и обновлению базы геолого-геофизических данных по гайотам цепи Магеллановых гор. Такой единый методологический подход в дальнейшем позволит более обоснованно строить ретроспективные модели развития как Магеллановых гор, так и других подводных гор.

Исследования в районе Магеллановых гор выполнены в рамках государственных контрактов РФ ВК-02-6/322 от 11.10. 2002 г. и ПС-02-06/ 1931 от 28.10.2003.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность / Ю.Г. Волохин, М.Е. Мельников, Э.Л. Школьник и др. М.: Наука, 1995. 368 с.
2. Железомарганцевые корки и конкреции подводных гор Тихого океана / Ю.А. Богданов, О.Г. Сорохтин, Л.Б. Зоненшайн и др. М.: Наука, 1990. 229 с.
3. Кеннет Д.П. Морская геология. Т 1, 2. М.: Мир, 1987. 779 с.
4. Кобальтбогатые руды Мирового океана / Л.И. Аникеева, С.И. Андреев, В.Е. Казакова и др. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2002. 167 с.
5. Мельников М.Е., Школьник Э.Л., Сенькова Т.В., Попова Т.В. Геологическое строение и полезные ископаемые гайота Батиса (Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 1995. № 1. С. 23–40.
6. Мельников М.Е., Школьник Э.Л., Пуляева И.А., Попова Т.В. Результаты детального изучения оксидной железомарганцевой и фосфатной минерализации на гайоте ИОАН (Западная Пацифика) // Тихоокеан. геология. 1995. № 5. С. 4–20.
7. Мельников М.Е., Подшувейт В.Б., Пуляева И.А., Невретдинов Э.Б. Среднемиоценовые вулканические постройки на гайоте Дальморгеология (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 2000. Т. 19, № 5. С. 38–46.
8. Мельников М.Е. Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. Геленджик: ГНЦ “Южморгеология”, 2005. 230 с.

9. Мельников М.Е., Плетнев С.П., Басов И.А. и др. Новые геологические и палеонтологические данные по гайоту Федорова (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25, № 1. С. 3–13.
10. Мельников М.Е., Плетнев С.П., Басов И.А. и др. Новые геологические и палеонтологические данные по гайоту Альба (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 2007. Т. 26, № 3. С. 65–74.
11. Михайлик Е.В., Хершберг Л.Б., Чудаев О.В. О механизме формирования кобальтомарганцевых корок на гайотах Магеллановых гор Тихого океана // Вестн. ДВО РАН. 2003. № 6. С. 87–93.
12. Рашидов В.А., Невретдинов Э.Б., Селянин О.Б., Невретдинов Эр.Б. Геолого-геофизические исследования гайотов Магеллановых гор Тихого океана // Вестн. КРАУНЦ. Науки о земле. 2003. № 1. С. 103–126.
13. Рашидов В.А. Магеллановы горы (Тихий океан): состояние геологической изученности // Вестн. КРАУНЦ. Науки о земле. 2006. № 2. С. 13–20.
14. Седов А.П., Матвеев В.В., Волокитина Л.П. и др. Качественная модель формирования цепей подводных гор // Вестн. КРАУНЦ. Науки о земле. 2005. № 5. С. 24–44.
15. Уткин В.П., Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Хершберг Л.Б. Роль сдвиговых дислокаций океанической коры в формировании гайотов Магеллановых гор (Тихий океан) // Докл. РАН. 2004. Т. 395, № 5. С. 646–650.
16. Уткин В.П., Ханчук А.И., Михайлик Е.В., Хершберг Л.Б. Структурно-динамические условия формирования гайотов Магеллановых гор (Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 2006. Т. 25, № 2. С. 3–14.
17. Хершберг Л.Б., Задорнов М.М., Юринец М.М. и др. Результаты сравнения глубоководного бурения морского дна с данными драгирования в Западной Пацифике // Тихоокеан. геология. 1999. Т. 18, № 1. С. 115–117.
18. Хершберг Л.Б., Е.В. Михайлик, О.В. Чудаев и др. Особенности геологического строения и рудоносность гайота Роскомнедра Магеллановых гор (Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 2002. Т. 21, № 1. С. 96–110.
19. Школьник Э.Л., Хершберг Л.Б., Михайлик Е.В. и др. Условия залегания, закономерности распространения и особенности формирования кобальто-марганцевых корок на гайотах Магеллановых гор (Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 2001. Т. 20, № 2. С. 76–86.
20. Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Program. W., 1973. V. 20.
21. Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Program. W., 1986. V. 89.
22. 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 Planet. Sci. Let. 1998. V. 163. P. 53–68.
23. Lancelot Y., Larson R.L. et al. Proceedings of the Ocean Drilling Program. Initial Reports. 1990. TX. V. 129. 488 p.
24. Premoli S.I., Haggerty J., Rack F. et al. Proceedings of the Ocean Drilling Program. Initial Reports. 1993. TX. V. 144.
25. Sager W.W., Winter E.L., Firth J.V. et al. Proceedings of the Ocean Drilling Program. Initial Reports. TX. 1993. V. 143.
27. Smoot N.C. The Marcus-Wake seamounts and guyots as paleofracture indicators and their relation to the Datton Ridge. // Mar. Geol. 1989. V. 88. P. 117–131.
26. Smoot N.C. Orthogonal intersections of megatrends in the Western Pacific ocean basin: a case study of the Mid-Pacific mountains // Geomorph. 1999. V. 30. P. 323–356.
28. Vail P.R., Mitchum R.M., Thompson S. Global Cycles of Relative Changes of Sea Level // Seismic Stratigraphy-Applications to Hydrocarbon Exploration, 1977. P. 83–97.

Рекомендована к печати О.В. Чудаевым

M. Ye. Melnikov, S. P. Pletnev, I. A. Basov, T. Ye. Sedysheva

New data on the morphology and geologic structure of the Gramberg Guyot (Magellan Seamounts, Pacific Ocean)

Expedition investigations carried out by the “Yuzhmoregeologiya” Scientific Center in 2002 – 2004 in the western Pacific Ocean on board R/V “Gelendzhik” resulted in new material, which made it possible to define the features of the morphological structure of the Gramberg Guyot and specify the matter and paleontological character of the structural formation complexes of rocks from Early Cretaceous through Pleistocene. The analysis of macro- and microfauna in sedimentary rocks allowed us to distinguish the “transgressive” phases in the development of the Guyot: Cenomanian-Turonian, Late Campanian-Maastrichtian, and Late Cenozoic. Sedimentation conditions of the Gramberg Guyot are analyzed as compared with other guyots of the Magellan Seamounts.

Key words: guyots, Cretaceous, Cenozoic, Magellan Seamounts, West Pacific.