

УДК 553.04 (26)

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ ГАЙОТА БУТАКОВА, МАГЕЛЛАНОВЫ ГОРЫ, ТИХИЙ ОКЕАН

© 2012 М.Е. Мельников¹, С.П. Плетнев², Т.Е. Седышева¹,
Ю.Д. Захаров³, В.В. Иванов¹, Т.А. Пунина³, В.Д. Худик³

¹Государственный научный центр Российской Федерации «Южное научно-производственное объединение по морским геологоразведочным работам», Геленджик, 353470

²Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН, Владивосток, 690048

³Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, 690048

По результатам геолого-геофизических исследований выявлены основные закономерности геологического строения гайота Бутакова. Дана общая характеристика морфологии гайота, как индивидуальные особенности отмечено низкое батиметрическое положение вершинной поверхности и меридиональная ориентация основания. В строении осадочной толщи выделены комплексы пород апта-турона, сантона-маастрихта, позднего палеоцена-эоцена, миоцена и нелигифицированные плиоцен-четвертичные осадки. Показана широкая обнаженность на поверхности относительно древних меловых пород. На основании анализа строения аномального магнитного поля, рельефа дна, геологических особенностей сделан вывод о серьезной роли тектонических воздействий на формирование геологической структуры гайота.

Ключевые слова: гайот, стратиграфия, разрывные нарушения, вулканотектонические, рельеф, Магеллановы горы.

Изучение подводных гор является как серьезной прикладной задачей, так и важной составной частью познания геологического прошлого океана. Хотя наиболее общие представления о строении и происхождении подводных гор сформулированы достаточно давно (Heezen et al., 1973) и работы в этом направлении продолжают практически непрерывно (Staudigel, Clague, 2010), наши представления об этих объектах продолжают оставаться довольно приблизительными. Именно поэтому мы полагаем, что любые новые данные об океанических подводных горах весьма важны и способствуют пониманию их природы.

Этой статьей мы продолжаем серию публикаций о геологическом строении детально изученных гайотов Магеллановых гор. Мы представили новые данные о строении гайотов Федорова, Альба, Грамберга, Ита-Май-Тай, Геленджик (Мельников и др., 2006а, 2006б, 2007, 2009, 2010). О гайоте Бутакова не появлялось никаких публикаций о проведении каких-либо работ, помимо выполненных ГНЦ «Южморгеология». Гайот же интересен яркими индивидуальными чертами

строения, существенно отличающимися его от других гайотов Магеллановых гор.

Гайот Бутакова, названный в честь адмирала И.И. Бутакова (1822-1882), участника кругосветных плаваний на фрегатах «Паллада» и «Диана», замыкает цепь Магеллановых гор с юго-востока и находится поблизости от структур поднятий Маршалловых и Каролинских островов (рис. 1). Вместе с гайотами Ита-Май-Тай и Геленджик он образует своеобразный хребет субмеридионального простирания, который напоминает хребты Эневеток, Ратак, Ралик поднятия Маршалловых островов, расположенных к востоку.

Первые данные о морфологии и строении гайота получены в трех рейсах НИС «Геленджик» ГНЦ «Южморгеология», проводившихся в 2004-2010 гг. и направленных на выявление перспектив железомарганцевого оруденения. В этот период выполнена многолучевая батиметрическая съемка, фототелевизионное профилирование, гидромагнитная съемка и геологическое опробование скальными драгами; пробурен ряд неглубоких скважин. Полученные результаты и являются основой предлагаемой статьи. Не-

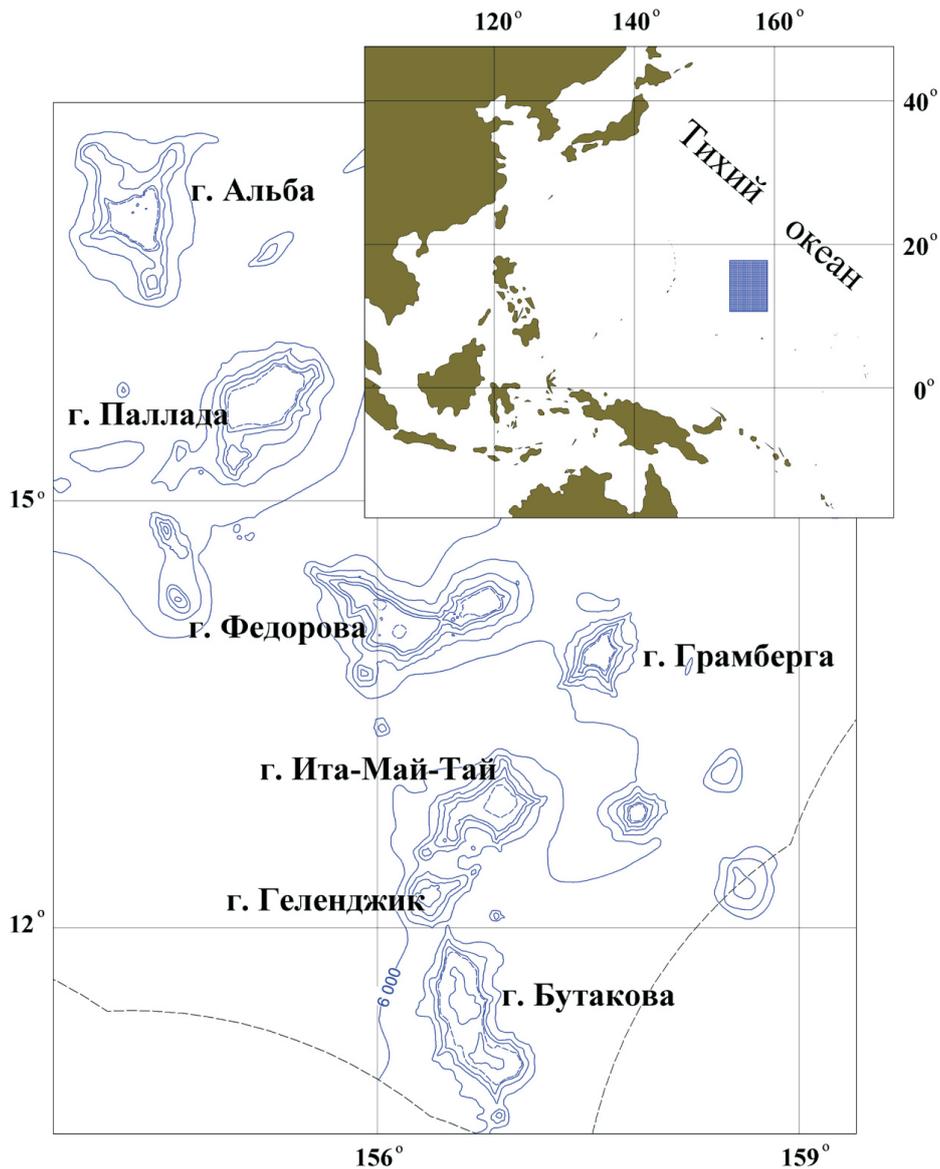


Рис. 1. Обзорная схема гайотов восточного звена Магеллановых гор. На врезке прямоугольником показано местоположение района.

которые данные, касающиеся в основном морфологии гайота, мы привели в предшествующих публикациях (Анохин и др., 2011, Асавин и др., 2007). Представленная статья посвящена строению осадочной толщи, структуре и возможной истории развития гайота.

МЕТОДИКА

Работы проведены в рейсах 6-03 (2004 г.), 6-07 (2008-2009 гг.) и 6-08 (2009-2010 гг.), начальник рейсов Д.Д. Туголесов. Батиметрическая съемка выполнена многолучевым эхолотом Simrad EM12 S-120 (площадь съемки 10700 км²), модульная гидромагнитная съемка – морским дифференциальным магнитометром «300M Sea Spy Marine Magnetics» (2300 км профилей), фото-телевизионное профилирование – комплексом

«Нептун-Ц» (более 580 км профилей) и геологическое опробование путем драгирования (~ 100 станций) и бурения неглубоких скважин (> 20). Драгирование выполнялось коробчатыми и цилиндрическими скальными драгами, бурение – установкой ГБУ-1/4000 производства ГНПП «Севморгео».

Изучение образцов горных пород проведено комплексно-сопряженным методом (Методы..., 2010). Датирование осадочных пород выполнялось путем биостратиграфического анализа по фораминиферам, наннопланктону, кораллам, двустворчатым, брюхоногим и головоногим моллюскам. Наиболее представительными являются раковины планктонных и бентосных фораминифер. Первичная обработка на эти группы сделана по общепринятой методике с выделением фракции более 0.05 мм из исследуемой

породы. Определение возраста осадочных пород проведено согласно ранее разработанным шкалам по планктонным фораминиферам для мела и кайнозоя (Харленд и др., 1985). Глубоководное бурение в океане доказало валидность этих шкал с высоким стратиграфическим разрешением (от сотен тыс. до 2 млн. лет) в разных точках Мирового океана. Наличие остатков макрофауны обычно свидетельствует о регрессивной фазе развития гайотов, а обилие раковин планктонных организмов в осадке — об относительно высоком стоянии уровня океана.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Рельеф дна. Гайот Бутакова имеет меридионально-вытянутую форму основания, оконтуриваемого изобатой 5000 м (рис. 2). С севера и юга гайот соединен узкими перемычками с соседними подводными горами — гайотом Геленджик на севере и гайотом Пали на юге в пределах экономической зоны Каролинских островов. Основание гайота прослеживается до глубин 5500–5700 м, где его размеры составляют 170×75 км.

Вершина гайота сходна по форме с основанием, ее размеры 112×31 км. Бровка расположена на глубинах от 2450–2625 м на севере до 2500–3000 м на юге. Вершина образована двумя пологими куполами. Северный имеет размеры 67×32 км, ориентирован меридионально и расположен на глубинах 1600–2660 м. Южный, при размерах 47×32 км, удлиннен на северо-запад и локализован на глубинах 1900–2900 м (рис. 3). Седловина между куполами фиксируется на глубинах 2175–2300 м. Оба купола, особенно южный, осложнены многочисленными вулканическими постройками. Последние в основном обладают диаметром основания около 1.5–2 км и высотой 300–350 м, однако у наиболее крупных поперечные размеры достигают 25 км, а высота 800 м. Наименьшая отметка над вершиной установлена над одним из вулканических конусов северного купола – 1185 м. На южном куполе минимальная отметка – 1322 м — также зафиксирована над вулканической постройкой.

На вершине развиты уступы, редкие гребни и ложбины. Уступы, амплитудой не более 100 м, нередко группируются вдоль изобат, и суммарная протяженность достигает 37 км. Такие структуры наблюдаются на западе вершины в интервале глубин 2300–2400 м. Ложбины представляют собой долинообразные понижения между вулканическими постройками или на пологих склонах северного и южного куполов. Они, вероятно, являются путями транзита осадков в результате гидродинамической и литодинамической активности. Уклоны поверхностей на вершине от 1 до 4°. На гребнях, ложбинах, уступах, вулканиче-

ских постройках крутизна поверхностей резко повышается.

Тело гайота осложнено отрогами северного и южного направлений (рис. 3). Протяженность северного около 20 км. На поверхности отрога отмечены многочисленные уступы. Окончание южного отрога увенчано вулканической постройкой. Размеры ее основания на глубине 4200 м 18.5×15.5 км, а высота 2400 м. Общая протяженность южного отрога с вулканической постройкой около 35 км. От западного склона гайота отходит отрог юго-западного направления протяженностью 18 км (рис. 3), а от восточного — небольшой восток-северо-восточный отрог (15 км). На севере восточного склона гайота расположен большой террасовидный выступ, локализованный на глубинах 3800–5800 м. Размеры 25×23 км. Бровка выступа проходит по глубинам 4800–5200 м, тыловой шов — 3800–4200 м (рис. 3).

Склоны гайота в целом имеют выпукло-вогнутый профиль с крутизной до 25° и более от бровки до глубин 3500–4000 м. Глубже 4500 м склоны выполаживаются до 4–7°, создавая вогнутый элемент профиля.

Среди осложняющих мезоформ на поверхности гайота имеют место вулканические конусы и куполы, террасы, уступы, гребни и ложбины. Вулканические структуры на склонах развиты относительно равномерно, но не столь широко, как на вершине. Их основания изометричны с диаметром до 6.5 км и высотой до 500 м. Террасы тяготеют к южным склонам и поверхностям отрогов.

Уступы (высотой 25–300 м) преобладают на крутых склонах и отрогах гайота. В верхних частях склонов отмечены структуры радиальных грабен. Гряды, протяженностью до 8 км, выражены в рельефе слабо, но распространены относительно широко и равномерно. Ложбины выражены отчетливее и локализованы между вулканическими постройками. Их протяженность достигает 13 км.

Согласно интерпретации карты амплитуд обратно рассеянного сигнала многолучевого эхолота, неконсолидированные осадки покрывают около 70 % вершины. Свободными от них остаются периферия вершины перед бровкой склона и поверхности вулканических построек. Обширная зона отсутствия осадков отмечена в северной части южного купола. На этих поверхностях коренные породы покрыты мощными железомарганцевыми корками. Подобные участки ранее отнесены к зонам эрозии с элементами транзита осадков (Мельников и др., 2006а, 2007, 2009). Определяющим фактором транзита является придонная гидродинамическая активность. На гайоте Бутакова такая ситуация отмечена в пределах локальных вулканических построек.

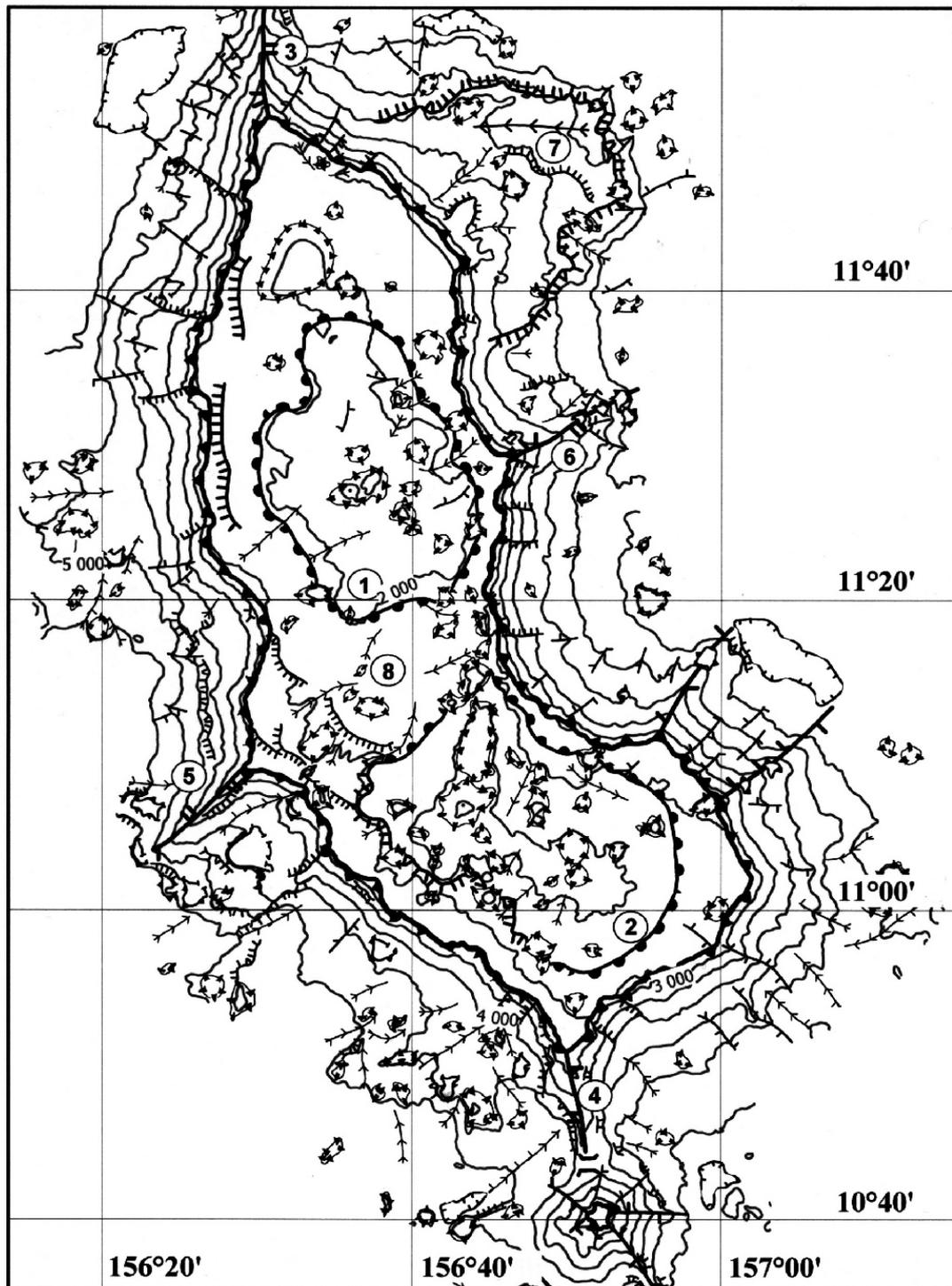


Рис. 3. Геоморфологическая схема гайота Бутакова: 1-11 – формы и элементы рельефа: 1 – бровка вершины, 2 – оси отрогов, 3 – оси гребней, 4 – оси ложбин, 5 – крупные протяженные уступы, 6 – уступы второго порядка, 7 – границы крупных куполов, формирующих вершину, 8 – седловины, 9 – террасы (а – тыловые швы, б – бровки), 10 – вулканические постройки, 11 – локальные впадины; 12 – номера крупных морфо-структур, упомянутых в тексте: 1 – северный купол, 2 – южный купол, 3 – северный отрог, 4 – южный отрог, 5 – юго-западный отрог, 6 – восточный отрог, 7 – северо-восточный выступ, 8 – грабенообразная структура; 13 – изобаты (м).

На периферии вершины обычные признаки гидродинамической активности — песчаные волны на поверхности осадков, фильтрующий прикрепленный бентос, гладкие блестящие поверхности корок — отсутствуют. Фототелевизионное профилирование показало, что поверхности покрыты остроугольными обломками пород, нередко с признаками гравитационного перемещения. В других случаях наблюдаются обнажения коренных пород, слегка присыпанных осадками и свободных от рудных корок. Судя по светлой окраске и особенностям облика, это известковые породы невысокой степени литификации. Однако, отмечены и поля лавовых потоков. Оба типа пород опробованы бурением — вскрыты вариолитовые трахибазальты и органогенно-обломочные известняки апта-сеномана. Удаление осадков с вершины могло быть вызвано сейсмическими и гравитационными причинами.

Части вершины, покрытые карбонатными осадками, по аналогии с детально изученными гайотами Магеллановых гор (Мельников и др., 2006а, 2007, 2009), отнесены к поверхностям транзита с элементами аккумуляции осадков. Возможно, аккумуляция на гайоте Бутакова более интенсивна, чем на соседних гайотах Геленджик, Ита-Май-Тай, Грамберга и других, поскольку песчаные волны на осадках здесь развиты ограниченно, а на одном из участков осадки по комплексу планктонных фораминифер датированы голоценом, что на гайотах встречается нечасто и является прямым признаком современной аккумуляции.

Генезис поверхностей склонов гайота Бутакова также не вполне сходен с выявленным на других гайотах, где они в целом характеризуются денудационной природой. Верхние, наиболее крутые участки, имеют явно тектоническое происхождение и характеризуются сбросовой природой. Фотоизображения склонов фиксируют крутые поверхности, сложенные ненарушенными скальными выходами, лишенными коркового покрытия и свободными от дресвянощепнистого материала. Имеют место признаки зеркал скольжения. Эти обнажения преимущественно сложены базальтами. Выпалаживание склонов и накопление на них грубообломочного материала фиксируется на глубинах 3700–4000 м. Здесь начинают преобладать денудационные процессы, с проявлениями эрозии, аккумуляции или транзита. На сонарном изображении хорошо выделяются зоны склоновых осыпей (площадью до 47 км²), расположенных вкрест изобат.

Стратиграфия. Стратиграфический разрез гайота Бутакова во многом сходен с описанными нами для других гайотов Магеллановых гор (Мельников и др., 2006а, 2007, 2009). Гайот сложен вулканитами раннего мела и осадочными,

вулканогенно-осадочными породами раннего мела (апта) — кайнозоя (рис. 4). Значительно более широко, чем на других гайотах, обнажены относительно древние меловые породы и более ограниченно — кайнозойские.

Меловая система. Нижний отдел (K_1).

Вулканические породы толеит-щелочнобазальтовой ассоциации развиты на гайоте чрезвычайно широко — эффузивные породы, в том или ином виде, присутствуют в материале $\frac{3}{4}$ станций опробования.

Пьедестал гайота сложен толеитовыми базальтами, многочисленные осложняющие вулканические постройки на вершине и верхние участки склонов — субщелочными и щелочными базальтоидами. В.В. Авдониным (МГУ) среди них выделены щелочные оливинные базальты и трахибазальты. Базальты нормальной щелочности отмечены на восточном борте северного отрога. Обращает внимание отсутствие пикритов и пикробазальтов, участвующих в строении других гайотов Магеллановых гор (Гайоты..., 1995; Мельников и др., 2009).

Меловая система. Нижний и верхний отделы. Аптский-туронский ярусы ($K_1 a - K_2 t$).

Среди отложений этой толщи опробованы рифогенные и планктоногенные известняки, эдафогенные брекчии и обломочные породы.

Рифогенные органогенно-детритовые известняки подняты на единичных станциях в северной части гайота на западном и восточном склонах. У восточной бровки вершины скважина 39Б104 (рис. 2), вскрыла восемь сантиметров мелкообломочного ракушняка. Порода светлоокрашена, хрупкая, состоит из мелких обломков (менее 5 мм) раковин моллюсков и их детрита. Присутствует примесь вулканокластического материала. Вероятно, породы соответствуют пляжевым отложениям. В цементирующей массе содержатся раковины планктонных фораминифер родов *Rotalipora*, *Hedbergella*, *Alanlordella*, что позволяет датировать породу **аптом-сеноманом**.

Настанции 39Д65 поднята глыба органогенно-обломочного известняка, в котором макрофаунистические остатки сцементированы наннофораминиферовой массой. Присутствуют фрагменты игл морских ежей, двустворчатых и брюхоногих моллюсков. Отмечены бентосные фораминиферы видов *Orithostella* cf. *O. australiana* Scheibnerova, *Patellina subcretacea* Cushman and Alexander, *Dorothia trochoides* (Marsson), *Anomalinoides* cf. *A. indica* Sastri and Sastri, *Lagena* sp. Состав фауны указывает на ее **альбский** возраст (Krasheninnikov, Basov, 1983), а условия ее обитания соответствовали зоне внешнего шельфа — верхней батиали. В других образцах этой станции обнаружена макрофауна кампана-маастрихта с участием

Система		Четвертичная		Неогеновая		Палеогеновая		Меловая				Колонка	Мощность, м	Характеристика пород
Отдел		Плейстоцен		Плиоцен		Эоцен		Верхний		Верхний		Колонка	Мощность, м	Характеристика пород
Ярус, подраздел						Верхний		Средний		Нижний				
Индекс				N ₂ -Q		P ₁ ² -P ₂		N ₁ ³		K _{1a} -K _{2t}				
												десятьки метров		N ₂ -Q - осадки карбонатные, глинисто-карбонатные и карбонатно-глинистые, глины
												?		N ₁ ³ - гравелиты с карбонатным цементом
												100 - 150		P ₁ ² -P ₂ - известняки рифогенные (?) и планктоногенные наннофораминиферовые фосфатизированные, эдафогенные брекчии с карбонатно-фосфатным цементом P ₂ - вулканокластические породы (туффиты, туфоаргиллиты, туфоалевролиты)
												100 - 380		K _{2st-m} - известняки рифогенные органогенно-обломочные и планктоногенные наннофораминиферовые фосфатизированные, эдафогенные брекчии с карбонатно-фосфатным цементом, вулканокластические породы (туфоалевролиты, туфобрекчии)
												150 - 1180		K _{1a} -K _{2t} - известняки рифогенные органогенно-обломочные мелководные и планктоногенные наннофораминиферовые, эдафогенные брекчии с карбонатно-фосфатным цементом K _{1a} -K _{2s} - песчаники вулканомиктовые, дресвяники и гравелиты
												> 3000		Эффузивы толеит-щелочнобазальтовой ассоциации. Туфы и туффиты

Рис. 4. Стратиграфический разрез гайота Бутакова.

многочисленных ювенильных раковин двустворчатых и брюхоногих моллюсков, двустворок *Arcopagia* sp., *Trachycardium* sp., *Exogyra ostracina*, остатков кораллов *Caryophyllia agatdalensis* Floris. Смешанный по возрасту состав фауны указывает на то, что вершинная часть гайота неоднократно находилась у поверхности моря в исследуемый период времени.

На станции 39Д64-3 поднят обломочный гравелито-песчаный известняк. В нем присутствуют крупные фрагменты игл морских ежей, каролины, мшанки и другие. Среди бентосных фораминифер отмечены *Lenticulina* cf. *L. nodosaria* (Reuss), *Astacolus* cf. *A. calliopsis* (Reuss), *Patellina subcretacea*, *Dorothia trochoides*. В цементирующей массе присутствуют единичные раковины планктонных фораминифер родов *Hedbergella* и *Ticinella* (?), указывая на его **альбский** возраст.

К этому возрастному комплексу можно отнести и некоторые другие образцы мелководных известняков (ст. 39Д10, 39Д64-2 39Д126). Органогенно-обломочный мелкозернистый известняк с бровки восточного склона (39Д10) включают тот же набор макрофауны, что и породы ст. 39Д65. В карбонатном цементе единичные находки фораминифер рода *Praeglobotruncana* указывают на их **сеноман-коньякский** возраст.

Планктоногенные известняки этого возрастного диапазона развиты весьма широко, особенно на южном куполе, где образуют обширные выходы. В северной части гайота они встречаются реже. Вероятно, в рассматриваемый период южная часть гайота располагалась на больших глубинах, и это обусловило формирование пелагических фаций.

В привершинной части южного отрога поднят фосфатизированный известняк светло-кремового цвета (39Д06), содержащий планктонные фораминиферы *Hedbergella planospira* (Tarpan), *Rotalipora* sp., что позволяет его датировать **поздним альбом**. Из бентоса отмечены мелководные фораминиферы родов *Astacolus*, *Lenticulina*. У бровки восточного склона поднят рыжевато-коричневый плотный слоистый известняк (39Д105). В нем присутствуют раковины бентосных фораминифер *Nonion* sp. (зона обитания – внутренний шельф). В отмывке преобладает псаммит, присутствуют иглы ежей и ювенильные раковины моллюсков. Все эти признаки, и особенно рыжая окраска породы, присущи **ант-альбским** осадкам, описанным нами ранее на гайотах Ита-Май-Тай, Геленджик и некоторых других (Мельников и др., 2010).

В южной части вершины (39Д53) поднята грубообломочная базальтовая брекчия. В цементирующей массе присутствуют раковины планктонных фораминифер *Hedbergella globierinelloides* (Subbotina), *H. planospira*, *Planomalina* cf. *P. buxtorfi*

Gandolfi, что позволяет уверенно отнести породу к пограничным слоям раннего и позднего мела (**альб-сеноман**). В керне скважины 39Б7/2 (верхняя часть южного отрога), ниже слоя обломков туфов и базальтов, в интервале 7-20 см, вскрыты массивные белые известняки с обильным комплексом планктонных фораминифер, по составу соответствующим биозоне *Rotalipora appenninica* (**поздний альб-сеноман**).

С бровки восточного склона драгой 39Д10 принесен светло-желтый известняк, содержащий фораминиферы близкие по составу биозональному комплексу зоны *Rotalipora cushmani* (**ранний-средний сеноман**).

На многих станциях южного купола и на бровке северных склонов опробованы желтовато-белые наннофораминиферовые известняки с включениями измененных базальтов и вулканического стекла. Нередко отмечается переслаивание таких известняков с туфобрекчиями. В этих образцах (39Д39-Б, 39Д41-Г, 39Д51-Б, 39Д61-2-Г) выявлен представительный комплекс планктонных фораминифер **сеноманского** возраста с участием видов родов *Rotalipora*, *Praeglobotruncana*, *Whiteinella*, *Dicarinella*, *Hedbergella*, *Globigerinelloides*, реже *Planomalina*, *Clavhedbergella*, *Schackoina*. Род *Rotalipora* вымирает в конце сеномана, а роды *Praeglobotruncana*, *Whiteinella* и *Dicarinella* берут свое эволюционное начало во второй половине сеномана (Корчагин, 2003). Сходные породы (39Д30-А, 39Д40-1-А, 39Д50-2-А, 39Д50-2-Б, 39Д65-В, 39Д66-В, 39Д97-1) в значительной степени перекристаллизованы, однако единичные находки раковин родов *Rotalipora* и *Whiteinella* позволяют их отнести к тому же **сеноманскому** возрасту.

Эдафогенные брекчии этого возраста распространены также довольно широко, особенно по южной периферии вершины. В обломочной части преобладают фрагменты эффузивов и туфогенных образований. Цемент – тонкозернистый карбонатно-фосфатного состава.

На станции 39Д06 в отмывке брекчии встречены карбонатные стяжения причудливых форм, указывающие на условия образования породы в мелководной среде. В цементирующей массе выделен тот же комплекс планктонных фораминифер (*Hedbergella planospira*, *Rotalipora* sp), что и в известняках этой станции. Возраст – **поздний альб**.

В скважине 39Б7/2 глубже известняков (20-34 см) вскрыта эдафогенная брекчия, в которой присутствуют виды фораминифер близкие по составу комплексу биозоны *Rotalipora appenninica* (**поздний альб-сеноман**).

Сеноманская фауна фораминифер обнаружена в брекчиях южного купола: 39Д39, 39Д40-1, 39Д41 и 39Д52, и в восточной части северного:

39Б68 (5.5–34.5 см), 39Д90 (рис. 2). В образцах со станции 39Д52 присутствуют раковина и иглы мелового морского ежа, внутренние ядра неопределимых двустворчатых моллюсков, остатки губки и одиночный коралл *Trochocyathus* sp., существовавший с позднего альба по маастрихт.

В керне скважины 39Б7/1 (16–22 см) описана эдафогенная брекчия с карбонатным цементом и примесью вулканокластического материала. В породе содержатся фораминиферы рода *Whiteinella*, первые представители которого появляются во **второй половине сеномана**. В средней части северного отрога гайота в цементе эдафогенной брекчии (39Д13) содержатся фораминиферы *Ticinella multiloculata* (Morrow), *Praeglobotruncana* sp., *Globotruncana* sp., что указывает на формирование породы в первой половине позднего мела (**сеноман-коньяк**).

К обломочным породам этого возрастного комплекса мы относим различные песчаники, дресвяники и гравелиты, опробованные на бровке восточного и южного склонов гайота. На станции 39Д113-А поднят песчанистый гравелит – хрупкая пористая порода темно-коричневого цвета. В породе содержатся единичные раковины планктонных фораминифер *Biglobigerinella* sp., *Claviblowiella* sp., что дает основания датировать гравелит **аптом-альбом**. Вероятно, к этому же возрасту можно отнести тонкозернистый песчаник, вскрытый скважиной 39Б114-2 (11–37 см), пробуренной на бровке южного склона. Песчаник мелкозернистый, массивный, серовато-коричневого цвета. Обломки окатанные и угловатые, состав преимущественно базальтовый. Цемент карбонатный базальный. В породе отмечены мелкие пустоты, представляющие собой выщелоченные фрагменты двустворчатых моллюсков размером до 5 мм.

На бровке юго-восточного склона (39Д42-1) поднят среднезернистый вулканомиктовый песчаник с гравием, содержащий обломки гастропод, морских ежей и других органических остатков. В отмывке много оолитоподобных образований. Присутствуют единичные раковины планктонных фораминифер *Clavibergella* cf. *C. subcretacea* (Morrow), обломки раковин рода *Schackoia*. Формирование пород происходило на рубеже раннего и позднего мела (**альб-сеноман**).

Рядом (39Д42-2) поднят сходный более грубозернистый песчаник. В цементе выделен комплекс бентосных фораминифер **альб-сеноманского** возраста: *Lingulina* cf. *L. loryi* (Berthelin), *Lenticulina nodosaria* Reuss, *Dentalina* sp., *Patellina* sp. (Krasheninnikov, Vasov, 1983), свидетельствующий о накоплении осадка в условиях внешнего шельфа. Сходные по литологическим признакам песчаники и алевролиты, не содержащие органических остатков, отмечены на станции 39Д38.

На станции 39Д10 поднят желто-серый среднезернистый песчаник, состоящий из зерен хорошо окатанного пирокластического материала. Цемент – карбонатный, фосфатизированный. Содержащиеся в песчанике раковины *Rotalipora cushmani* позволяют датировать его **сеноманским** временем.

Среди близких пород этого возраста на других гайотах преобладают уплотненные глины, алевролиты, редко – мелкозернистые песчаники (Мельников и др., 2006б, 2007, 2009; Плетнев и др., 2010). Алевролиты гайота Бутакова имеют скорее туфогенную природу и генетически с глинами не связаны. Обломочные породы, очевидно, формировались в относительно мелководных условиях, о чем свидетельствуют не только большая крупность обломочного материала, но и периодическое присутствие макрофаунистических бентосных организмов.

Мощность сходных отложений апта-турона на гайотах сопредельных районов, согласно результатам глубоководного бурения, может изменяться от 150 до 1180 м, в случае широкого развития биогермных рифовых известняков (Premoli et al., 1993; Sager et al., 1993). В связи с высокой частотой встречаемости пород этого возраста на гайоте Бутакова, их мощность может составлять несколько сотен метров.

Верхний отдел. Сантонский–маастрихтский ярусы (K_{2st-m}).

Отложения этого возрастного комплекса встречаются реже апт-туронских и представлены теми же литологическими типами – рифогенными и планктоногенными известняками, эдафогенными брекчиями, осадочными обломочными породами, а также вулканокластическими образованиями.

На бровке восточного склона (39Д33) поднят бежеватый органогенно-обломочный известняк, состоящий из фрагментов раковин моллюсков с примесью обломков базальтов, известняков, сцементированных карбонатно-фосфатным материалом. В образце выявлены многочисленные скопления раковин аммонитов *Phyllophyceras* sp., *Zelandites aff. japonicas* Matsumoto, *Hypophylloceras* sp., *Gaudryceras* sp., что позволяет отнести формирование породы к **позднекампанскому-маастрихтскому** времени.

На западном склоне (39Д127-1) поднят коричневатого-серый органогенно-обломочный известняк. Выделены обломки раковин двустворчатых, брюхоногих и головоногих моллюсков, мшанок, губок, отмечены ходы мелких морских червей. Цемент карбонатно-глинистый с примесью песчано-дресвяной фракции, представленной обломками измененных эффузивов. Комплекс двустворчатых моллюсков включает остатки *Granocardium* sp., *Limaria* sp., *Fenestricardita*

sp., *Neithea quadricostata*, *Fatina* sp., *Conbostrium* sp. Возраст фауны – меловой, возможно **сантон-маастрихт**. Находка аммонита *Hypophylloceras* sp. сужает возрастной интервал до **позднего кампана-маастрихта**.

В подошве корок, поднятых драгой 39Д07, выделены макрофаунистические остатки, включающие раковину моллюска-сверлильщика и ростры белемнитов *Dimitobelidae* gen. et sp. nov. и *Dimitobelus* (?) sp. (Zakharov et al., 2010). Белемниты существовали преимущественно в сенонское (**сантон-маастрихт**) время. На бровке западного склона (39Д17) поднят отпрепарированный роговой коралл *Primnoa Lamougeux*, существовавший с мела по настоящее время.

Планктоногенные известняки этого возраста отмечены главным образом на вершине. В сравнении с апт-туронскими известняками, они развиты в южной и северной частях вершинного плато равномерно.

В железомарганцевой корке (39Б70; инт. 6.0-13.5 см) обнаружен известняк с планктонными фораминиферами вида *Heterohelix globulosa* Ehrenberg (**сантон-маастрихт**).

В центре (39Д40-1) и на западе (39Д57) южного купола в микритовых фосфатизированных известняках содержался **кампанский** комплекс планктонных фораминифер – *Globotruncana* cf. *Gtr. bulloides* (Vogler), *Gtr. arca* (Cushman), *Rugoglobigerina* cf. *R. pustulata* Bronnimann, *R. rotundata* Bronnimann, *Globotruncanella* sp. В образце соседней станции 39Д39 известняк содержит единичные раковины отличной сохранности вида *Contusotruncana contusa* (Cushman), также **кампан**.

Скважиной 39Б01 (14.0-20.5 см) в центре южного купола, в разрезе корок между слоями I-2 и R (?) вскрыт прослой фосфатизированного микритового известняка. В нем присутствуют планктонные фораминиферы *Globigerinelloides* sp., *Hedbergella* sp., *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli). По наличию последнего вида, возраст прослоя датируется **маастрихтом**. В восточной части северного купола (39Д95) драгирован светло-коричневый мелкообломочный известняк, содержащий планктонные фораминиферы *Abathomphalus mayaroensis*, *A. intermedius* (Bolli), *Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi), *Rugoglobierina* sp., что свидетельствует о **маастрихтском** возрасте породы. Близкая по составу фауна отмечена в мраморизованном коричневатом-розовом известняке, вскрытом скважиной 39Б73 (5-46 см) на северо-западе вершины.

К этому же возрастному комплексу, очевидно, следует отнести и образцы с отпечатками и обломками раковин фораминифер, позволяющих датировать породу поздним мелом. Это кремово-белые, обломочные и массивные

известняки с восточной бровки гайота (39Д33 и 39Д33-1), и розоватые мраморизованные породы (39Б74-1 инт. 11.5-30.0 см и 39Б73) на северо-западе вершины.

Породы кампана опробованы преимущественно в пределах южного купола, а маастрихтские тяготеют к северному.

Эдафогенные брекчии этого возрастного комплекса развиты ограниченно, но относительно равномерно по поверхности гайота. С южного купола (39Д01) поднята известковая эдафогенная брекчия. Преобладают плитчатые обломки плотных известняков, встречаются обломки базальтов и туфов. Порода содержит фрагменты мелководных морских ежей, малакофауны и единичные раковинки фораминифер плохой сохранности – двухкилеватые рода *Globotruncana* и др., что позволяет датировать породу второй половиной позднего мела (**сантон-маастрихт**). К этому же возрасту следует относить брекчию с северного отрога (39Д12), в цементе которой содержатся раковины фораминифер *Globotruncana lapparenti* Brotzen (**сеноман-маастрихт**).

С восточного склона (39Д31-1) поднята эдафогенная брекчия с преобладанием в обломочной части базальтов с присутствием туфов и известняков. В карбонатно-фосфатном цементе содержатся планктонные фораминиферы *Elevatotruncana* cf. *elevata* (Brotzen), *Hedbergella* sp., что позволяет датировать породы **кампаном**.

Со склона южного купола (39Д120-1) поднята эдафогенная брекчия с обломками базальтов, туфов, известняков. Присутствуют обломки железомарганцевых корок и конкреций (до 10%). Цемент содержит единичные раковины планктонных фораминифер *Globotruncana* cf. *Gtr. bulloides*, *Globotruncanita* sp. – **кампан-маастрихт**. В центре южного купола скважиной 39Б52 (12-39 см) вскрыта слабосцементированная брекчия. Состав обломков – базальты и туфы, цемент карбонатно-глинистый. В забое (34-39 см) цемент карбонатно-фосфатный с единичными находками зонального вида **маастрихта** *Abathomphalus mayaroensis*. Такие же находки сделаны в цементе брекчии в восточной части северного купола (39Д95). Севернее, в брекчии (39Д23-1), наряду с обломками базальтов присутствуют фрагменты мелких двустворчатых и брюхоногих моллюсков, раковин рудиста и двух кораллов *Caruophyllia* sp. По кораллам порода может быть датирована **маастрихтом**.

Вулканокластические породы этого возрастного комплекса датированы в единичных случаях. Туфоалевролит (туффит ?) с примесью карбонатного материала поднят в западной части вершины (39Д00). В нем выявлены единичные раковины планктонных фораминифер *Globotruncana bulloides*, характерных для **сантона-**

раннего кампана. На бровке юго-восточного склона (39Д112) в туффите с известковым цементом И.А. Пуляевой выявлен наннопланктон вида *Arkhangelskiella specillata* Vekchina, что позволяет датировать породу **кампаном-маастрихтом**.

В северо-восточной части вершины (39Д22) в пестроокрашенной плотной, прочной вулканогенной брекчии обломки представлены базальтами с коркой закалывания. Цемент – измененная вулканокластическая с примесью карбонатного материала, в котором выделено палеосообщество планктонных фораминифер: *Abathomphalus mayaroensis*, *A. intermedius*, *Globotruncanella petaloidea* Gandolfi, *Rugoglobierina* sp. (**маастрихт**).

Еще два образца отнесены к этому комплексу пород условно. В туфогенной породе, драгированной на юго-западном отроге (39Д15), содержащей значительную примесь железомарганцевого материала и карбонатных обломков, выявлены единичные раковины рода *Globigerinellodes* (**поздний мел**). Плотный туфоалевролит с западного борта южного отрога (39Д78-1) также отнесен к **позднему мелу**.

Согласно результатам глубоководного бурения на гайотах, мощность сходных сантон-маастрихтских отложений может изменяться от 100 до 380 м (Premoli et al., 1993; Sager et al., 1993). На гайоте Бутакова, вероятно, мощность ближе к нижней границе интервала.

Кайнозой. Палеогеновая система. Поздний палеоцен–эоцен (P₁²-P₂).

Породы этого диапазона представлены планктоногенными известняками, эдафогенными брекчиями, вулканокластическими породами и наиболее детально палеонтологически охарактеризованы. Опробованы и рифогенные известняки, однако к этому возрасту отнесены условно. На станции 39Д15 органогенно-обломочный известняк содержит многочисленные личинки губок и ювенильные формы постмеловых двустворок родов *Cyclocardia*, *Anadara*, что позволяет датировать породу **кайнозоем**.

Планктоногенные известняки распространены довольно широко с преобладанием в северной половине гайота Бутакова, на которую приходится 80% определений.

В верхней части северного склона (39Д19) подняты кремевые крепкие наннофораминиферовые известняки, с редкими определимыми раковинами планктонных фораминифер *Morozovella acuta* (Toulmin), *M. incinata* (Bolli), *Acarinina acarinata* Subbotina, что позволяет считать возраст породы **позднепалеоценовым**. С северного купола (39Д22 и 39Д26-1) подняты сходные известняки повышенной плотности и крепости, фосфатизированные, частично перекристаллизованные. Они содержат **позднепа-**

леоценовый комплекс фораминифер с участием *Acarinina* cf. *A. interposita* Subbotina, *Morozovella quetra* (Bolli), *Subbotina triloculinoides* (Plummer). Более точно удалось датировать известняк с восточной бровки гайота (39Д33). Палеосообщество – *Morozovella conicatruncata* (Subbotina), *Acarinina s.soldadoensis* (Bronnimann) – соответствует **середины позднего палеоцена** (зона P.4).

В восточной части вершины скважиной 39Б32 (5-37 см) вскрыт разрез микритовых известняков с прослоями погребенных конкреций. В интервале 13-17 см обнаружены **раннеэоценовые** планктонные фораминиферы: *Acarinina pentacamerata* (Subbotina), *A. soldadoensis*, *A. broedermanni* (Cushman and Bermudez), *A. primitiva* (Finlay), *Subbotina pseudoeocaena* Subbotina, *Morozovella formosa* (Bolli), *M. aragonensis* (Nuttall) (зоны P.7-P.8). В интервале 5-10 см доминирует вид *Morozovella caucasica* (Glaessner) узкого возрастного диапазона – **конец раннего эоцена** (зона *Acarinina pentacamerata*, P.9).

В центральной части вершины (39Д60) драгирован наннофораминиферовый известняк с примесью вулканокластических обломков. В нем выявлены планктонные фораминиферы *Morozovella formosa gracilis* (Bolli), *M. quetra*, *Acarinina broedermanni* – **конец раннего эоцена** (зона P.9). В переотложении – меловая форма *Planomalina* cf. *P. buxtorfi*. Такой же возраст имеет плотный желтовато-белый известняк – *Morozovella spinulosa* (Cushman), *Acarinina soldadoensis angulosa* (Bronnimann) – с западного склона гайота (39Д62). На севере западного склона (39Д128) поднят кремевый микритовый известняк с представительным комплексом фораминифер при участии *Morozovella aragonensis*, *Acarinina pentacamerata*, *Subbotina pseudoeocena* – **конец раннего эоцена** (зона P.9).

Скважиной 39Б129 (5-34 см) в юго-восточной части северного купола вскрыт плотный фораминиферовый известняк. На уровне 21 см наблюдается отчетливый контакт, ниже которого известняк насыщен примесью вулканокластического материала. Несмотря на литологические различия, в интервалах 13-18, 18-19 и 25-30 см керн содержит одновозрастный комплекс планктонных фораминифер – *Globigerinatheka index index* (Finlay), *Morozovella* cf. *M. spinulosa*, *M. aragonensis*, – соответствующий **первой половине среднего эоцена** (зона *Globigerinatheka* s. subconglobata, P.11).

В фосфатизированном известняке с северного отрога (39Д101) выделен обильный комплекс фораминифер с участием *Orbilinoides beckmanni* Saito, *Globigerina lazoni* Colom, *Globigerinatheka index rubriformis* (Subbotina), *Turborotalia centralis* (Cushman et Bermudez), *T. boweri* (Bolli), *Clavigerinella e. eocanica* (Nuttall), *Catapsydrax dissimilis* (Cushman

et Bermudez) — **середина среднего эоцена** (зоны P.12-P.13). Обильный комплекс определен и в пористом известняке с северного купола (39Д95-1) — *Acarinina bullbrookii* (Bolli), *A. spinoinflata* (Bandy), *A. primitiva* (Finlay), *Turborotalia centralis*, *T. boweri*, *Subbotina eocaena*, *Morozovella* cf. *M. spinulosa* — **вторая половина среднего эоцена**. В кавернозном микритовом известняке южного купола (39Д86) содержится комплекс фораминифер — *Turborotalia centralis*, *Acarinina bullbrookii*, *A. broedermanni*, — **конец среднего эоцена** (зона P.14).

Таким образом, известняки позднего палеоцена обнаружены только в северной части гайота, а раннего и среднего эоцена — в северной и центральной частях.

Эдафогенные брекчии этого возрастного комплекса развиты широко и распространены по гайоту относительно равномерно. Они отсутствуют только на севере западного склона.

На станции 39Д10 поднята эдафогенная брекчия с преобладанием базальтов в составе обломков. В цементе выявлен разновозрастный комплекс планктонных фораминифер с участием поздне меловых форм *Rotalipora*, *Praeglobotuncana*, позднепалеоценовых *Morozovella subbotinae* (Morozova) и плейстоценовых *Globigerinoides sacculifer* Brady и др. Условно порода отнесена к **позднему палеоцену**, хотя она могла быть сформирована и в позднем мелу. Вероятно, более молодые формы связаны с позднейшим заносом раковин в трещины породы.

В скважине 39Б71 (0-55 см), на западе северного купола, вскрыт миндалекаменный базальт. Верхние 20 см брекчированы и фактически представляют собой базальные слои осадочной толщи. В карбонатно-фосфатном цементе содержатся раковины фораминифер *Acarinina pseudotopilensis* Subbotina, *A. acarinata* Subbotina, *A. mckannai* (White), *Pseudohastegerina wilcoxensis* (Cushman et Ponton) — **поздний палеоцен** (зона P.5).

Скважиной 39Б49 (8-50 см), в западной части южного купола, вскрыты плотные пестроцветные брекчии. В цементе обнаружены планктонные фораминиферы с участием *Morozovella aragonensis*, *Acarinina pseudotopilensis*, *A. broedermanni*, *A. Bullbrookii* — **ранний эоцен**. На севере (39Д24-1) и юге (39Д81) вершины подняты эдафогенные брекчии, содержавшие планктонные фораминиферы *Morozovella quetra*, *M. aragonensis*, *Subbotina eocaena*, *Acarinina pentacamerata* и другие, что позволяет уверенно датировать породы **серединной раннего эоцена** (зона P.8). В юго-западной части вершинного плато (39Д45) в брекчиях с разнообразным составом обломков (базальты, туфы, известняки, рудные фрагменты) в цементе определены виды фораминифер *Acarinina pentacamerata*, *A. s. soldadoensis*, *Pseudohastegerina micra* (Pole), *Turborotalia centralis* — **конец раннего**

эоцена (зона P.9). В переотложении присутствуют единичные меловые виды *Acarinina mayaensis*. К этому же возрасту отнесена брекчия (39Д61-1), в составе которой определены виды *Morozovella formosa gracilis*, *M. quetra*, *Acarinina broedermanni*. В переотложении отмечена меловая форма *Planomalina* cf. *P. buxtorfi*.

На севере (39Д103-2) и юге восточного склона (39Д110) опробованы эдафогенные брекчии **ранне-го эоцена**. В первом случае эдафогенная брекчия с преобладанием обломков базальтов содержит единичные раковины хорошей сохранности вида *Morozovella caucasica*. Во втором — в прочной брекчии с обломками; представленными базальтами, туфами, фрагментами рудных корок, в фосфатизированном карбонатном цементе выделены единичные раковины *Acarinina pentacamerata*.

В скважине 39Б52, где на забое керна брекчия была датирована маастрихтом, в интервале 18-33 см в слабосцементированной брекчии выделены виды *Truncorotaloides topilensis* (Cushman), *Acarinina broedermanni*, *Globigerinatheka index*, *Turborotalia centralis*, *Subbotina pseudoeocaena*, определяющие время формирования породы как **средний эоцен**. В мелкообломочной эдафогенной брекчии в центре северного купола (39Д25-1) в карбонатном фосфатизированном цементе выделены виды *Acarinina bulldrooki*, *Turborotalia centralis*, *Planorotalites* sp. — также **средний эоцен**. Среди обломков отмечены фрагменты раковин двустворчатых моллюсков и иглы мелового морского ежа. На юго-восточном склоне (39Д112-1) поднята брекчия, также из отложений **среднего эоцена**.

Несколько образцов среднеэоценовых брекчий удалось датировать более узким возрастным диапазоном. На западе южного купола (39Д53) в цементе содержатся раковины фораминифер *Acarinina broedermanni*, *Hastegerina* cf. *H. bolivariana*, *Pseudohastegerina micra* — начало среднего эоцена (зона P.10). На северо-западном склоне гайота (39Д67 и 39Д67-1) в брекчиях определены виды планктонных фораминифер *Morozovella aragonensis*, *Acarinina broedermanni*, *Turborotalia centralis*, *T. boweri* — **первая треть среднего эоцена** (зоны P.10-P.11).

В цементе мелкообломочной брекчии с бровки восточного склона (39Д36-1) содержатся виды фораминифер *Acarinina bullbrookii*, *Orbilinoides beckmanni*, *Globigerina lazonoi*, *Globigerinatheka index*, *Turborotalia centralis*, *T. boweri*. Порода образована в **середине среднего эоцена** (зоны P.12-P.13). Такой же возраст определен для слабосцементированной брекчии с северного отрога (39Д101). В ней выделен обильный комплекс фораминифер с участием *Orbilinoides beckmanni*, *Globigerina lazonoi*, *Globigerinatheka index rubrifformis*, *Turborotalia centralis*, *T. boweri*, *Clavigerinella e. eocanica*, *Catapsydrax dissimilis*. На северном куполе

(39Д95-1) в цементе брекчии выделены планктонные фораминиферы *Acarinina bullbrooki*, *A. spinoinflata*, *A. primitiva*, *Turborotalia c. cerroazulensis*, *T. boweri*, *Subbotina eocenica*, *Morozovella cf. M. spinulosa* – породы формировались во **второй половине среднего эоцена**.

В пределах грабенообразной структуры, разделяющей северный и южный купола вершины (39Д107-1), драгированы брекчированные базальты, залеченные карбонатно-фосфатным материалом, в отмывке которого многочисленны отпечатки раковин планктонных фораминифер. Встречены единичные раковины *Orbulinoides beckmanni*, что позволяет условно датировать брекчию границей **среднего и позднего эоцена**.

Удалось определить возраст ряда образцов вулканокластических пород этого возрастного комплекса. Скважиной 39Б43 (21-51 см) на склоне одной из вулканических построек южного купола вскрыт прочный, пестроокрашенный туффит. Цементирующая масса образована измененной пирокластикой и карбонатным материалом. В составе карбоната выделены единичные раковины *Morozovella cf. M. aragonensis*, что позволяет датировать породу **ранним эоценом**.

С юго-западного отрога (39Д15) поднят красновато-коричневый туфоаргиллит. Порода крепкая, некарбонатная. В составе песчано-алевритовой фракции преобладают железомарганцевые микроконкреции, однако, встречаются и единичные раковины фораминифер, среди которых выделены *Turborotalia centralis*, что позволяет датировать породу **средним-поздним эоценом**. Туфоалевролит в ядре конкреции со станции 39Д100 в верхней части северного отрога также отнесен к эоцену.

Очевидно, что подавляющая часть пород рассмотренного комплекса сформирована в интервале от позднего палеоцена до среднего эоцена. Единичные определения показывают возможность наличия и позднего эоценовых отложений. Сходная ситуация наблюдается и на других гайотах Магеллановых гор. Это заставляет нас оставить первоначально выделенный возраст комплекса – **поздний палеоцен–эоцен**. Мощность позднепалеоценовых-эоценовых отложений, по данным глубоководного бурения на гайотах сопредельных площадей, изменяется от 100 до 150 м (Premoli et al., 1993; Sager et al., 1993).

Неогеновая система. Миоцен (N_1).

Миоценовые отложения на гайотах Магеллановых гор развиты ограниченно и представлены слаболитифицированными известняками, эдафогенными брекчиями, вулканокластическими и вулканическими породами. На гайоте Бутакова миоцен встречен на одной станции (39Д23-4). Это коричневатые-серые пористые гравелиты с карбонатным цементом. Преобладают гравийные

и крупнопесчаные зерна плотных известняков и базальтов. Отмечены фрагменты двустворчатого моллюска *Neithea* sp. кампан-маастрихтского возраста. В породе определены эоценовые (*Morozovella aragonensis*, *Truncorotaloides topilensis*) и миоценовые (*Pulleniatina primalis* Banner) планктонные фораминиферы. В целом, возрастная идентификация гравелитов дискуссионна. Разная степень сохранности эоценовых и миоценовых раковин позволяет предполагать, что перемытые древние породы сцементированы в позднем миоцене.

Неогеновая и четвертичная системы. Плиоцен-плейстоцен (N_2-Q).

Обширные участки северной и южной части вершины гайота, поверхности ступеней и нижние участки склонов покрывают плиоцен-четвертичные нелитифицированные осадки. Они подробно изучены на других гайотах Магеллановых гор (Гайоты..., 1995, Плетнев, 1990). По составу это карбонатные, карбонатно-глинистые и глинисто-карбонатные осадки. Карбонатная часть представлена преимущественно наннопланктоном, фораминиферами и их детритом.

Наннофораминиферовый осадок, поднятый на станции 39Д11 со ступени восточного склона, содержит типичный тропический комплекс планктонных фораминифер с участием вида-индекса **плейстоцена** *Truncorotalia truncatulinoides* (Orbigny). Подобные отложения опробованы и дночерпателем на северо-востоке вершины (39Дч22). Фораминиферовый песок светлосерого цвета содержит разнообразную фауну планктонных фораминифер квартала с участием вида-индекса плейстоцена *T. truncatulinoides*. Важной особенностью комплекса являются находки показательного вида *Globorotalia fimbriata* (Brandy), позволяющие датировать осадок **голоценовым** возрастом.

Исследования осадков на других гайотах Магеллановых гор показывают, что их возраст в целом можно рассматривать как плиоцен-четвертичный (Гайоты..., 1995, Плетнев, 1990). Мощность отложений по данным геоакустических исследований можно оценить в десятки метров (Мельников и др., 2010).

ТЕКТОНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Особенности структуры гайота были рассмотрены нами ранее (Анохин и др., 2011). Поэтому здесь остановимся на наиболее важных аспектах.

Строение аномального магнитного поля gTa над гайотом Бутакова в целом обладает теми же чертами, что и поле над другими гайотами Магеллановых гор (Брусиловский и др., 1992; Гайоты..., 1995; Мельников и др., 2009; Рашидов и др.,

2009; Tae-Gook Lee et al., 2003). В его структуре ведущую роль играют субширотные аномалии, развитые непосредственно над гайотом (рис. 5). В пределах окружающих межгорных впадин поле спокойно в интервале от -60 до +90 нТл. Имеют место и определенные отличия. Наряду с отрицательными аномалиями существенную роль играют и положительные. Интенсивность отрицательных аномалий с севера на юг снижается весьма существенно. В пределах гайотов восточного звена Магеллановых гор над наиболее северными – гайотами Федорова и Грамберга – она достигает -1100 нТл. Южнее – над гайотами Ита-Май-Тай и Затонского – от -500 до -800 нТл. Над гайотом же Бутакова интенсивность ано-

маний достигает лишь -300, редко -390 нТл, а положительных +350, локально +450 нТл.

Аномалии приурочены к определенным формам и элементам рельефа. Над южным и северным склонами оси отрицательных аномалий грубо совпадают с простираем изобат. В южной части имеет место ряд сопряженных отрицательных аномалий, проявляющихся как единая аномальная зона, пересекающая южный купол, с протяженностью до 110 км. Интенсивность максимальна в центральной части и достигает -390 нТл. Еще одна отрицательная аномалия, зафиксированная в центре гайота, имеет восток-северо-восточное простираем и локализована непосредственно над структурой

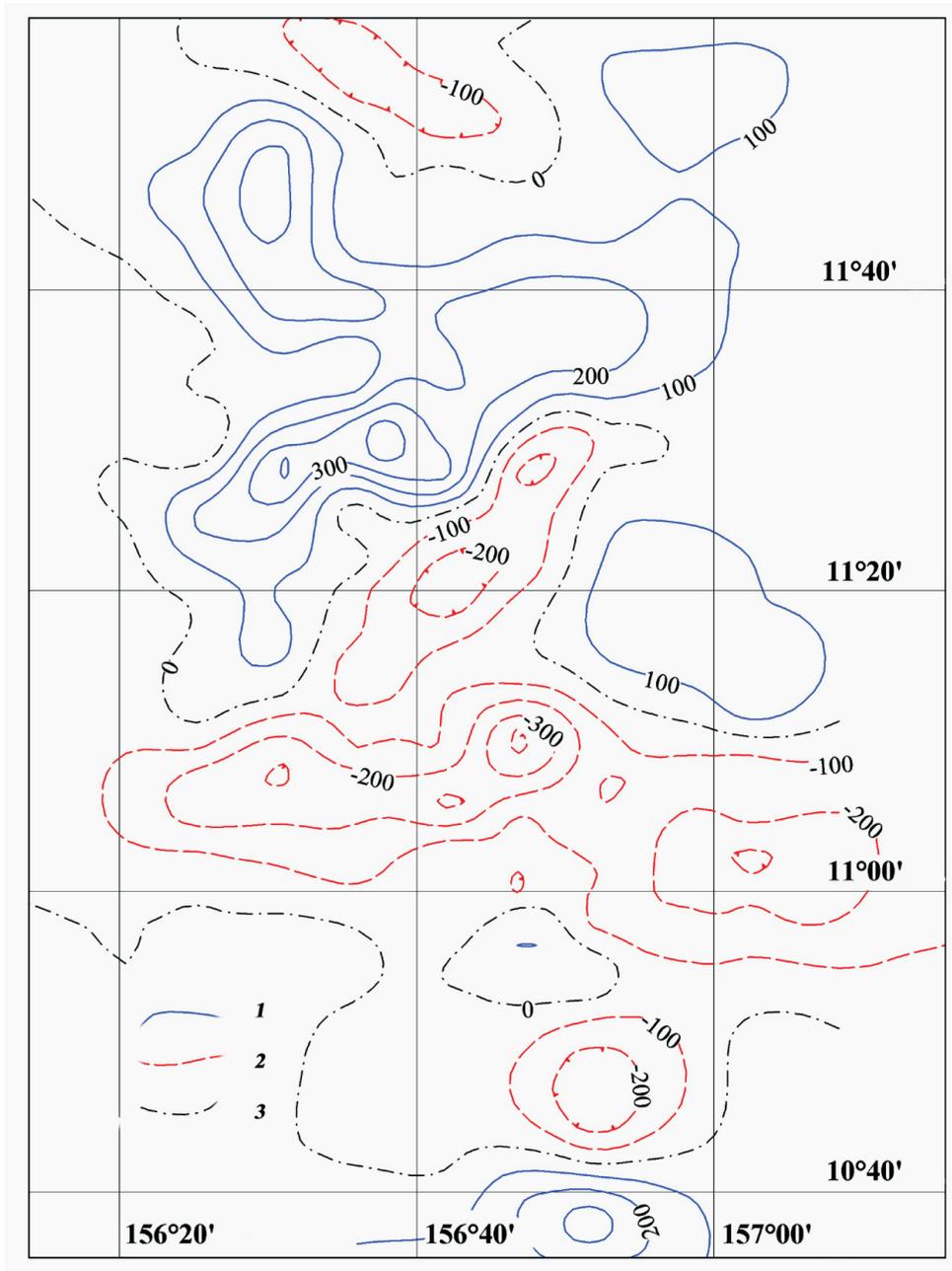


Рис. 5. Схема аномального магнитного поля ΔT_a (по В.А. Лыгину): 1-3 – изолинии магнитного поля (нТл), соответственно, положительные, отрицательные, нулевые.

радиального грабена, имеющего то же направление. Интенсивность аномалии -240 нТл.

Между северной и центральной отрицательными аномалиями заключена крупная положительная. Она также представляет собой серию аномалий, образующих угловую структуру. Южная ветвь пересекает гайот с запада на восток над вершиной северного купола, где и фиксируется максимальная интенсивность +480 нТл. Северная ветвь на востоке соединяется с южной, а на западе заканчивается у подножия гайота.

Совместный анализ рельефа и аномального магнитного поля над гайотом позволяет выделить три системы разрывных нарушений, сходных с ранее описанными для этого региона Н. Смутом (1989). Субширотная обычно является наиболее древней. На гайоте она выражена в направлении структур южного купола и некоторых выступов рельефа в северной части. К ней могут быть отнесены короткие участки северного и южного склона, выраженные в аномальном магнитном поле. Структуры южного купола

подчеркнуты и направлением отрицательной линейной аномалии.

Меридиональная – северо-восточная система – в рельефе выражена наиболее ярко: и в самой ориентации гайота, и в направлении большей части склонов, уступов на склонах и на вершинной поверхности. Система практически не выражена в аномальном магнитном поле – это лишь перегибы изодинам в широтных аномалиях. Северо-западная система также выражена в рельефе достаточно отчетливо – в направлении изобат юго-западного и северо-восточного склонов, направлении некоторых отрогов, мезоформ и их элементов рельефа. В магнитном поле к ней может быть отнесена северная ветвь положительной линейной аномалии.

Анализ линеаментов рельефа позволил выделить еще одну крупную структуру – грабенообразное понижение, разделяющее северный и южный купола вершины (рис. 6). Простирается северо-восточное, протяженность от западного до восточного склона около 30 км, ширина 8-15 км.

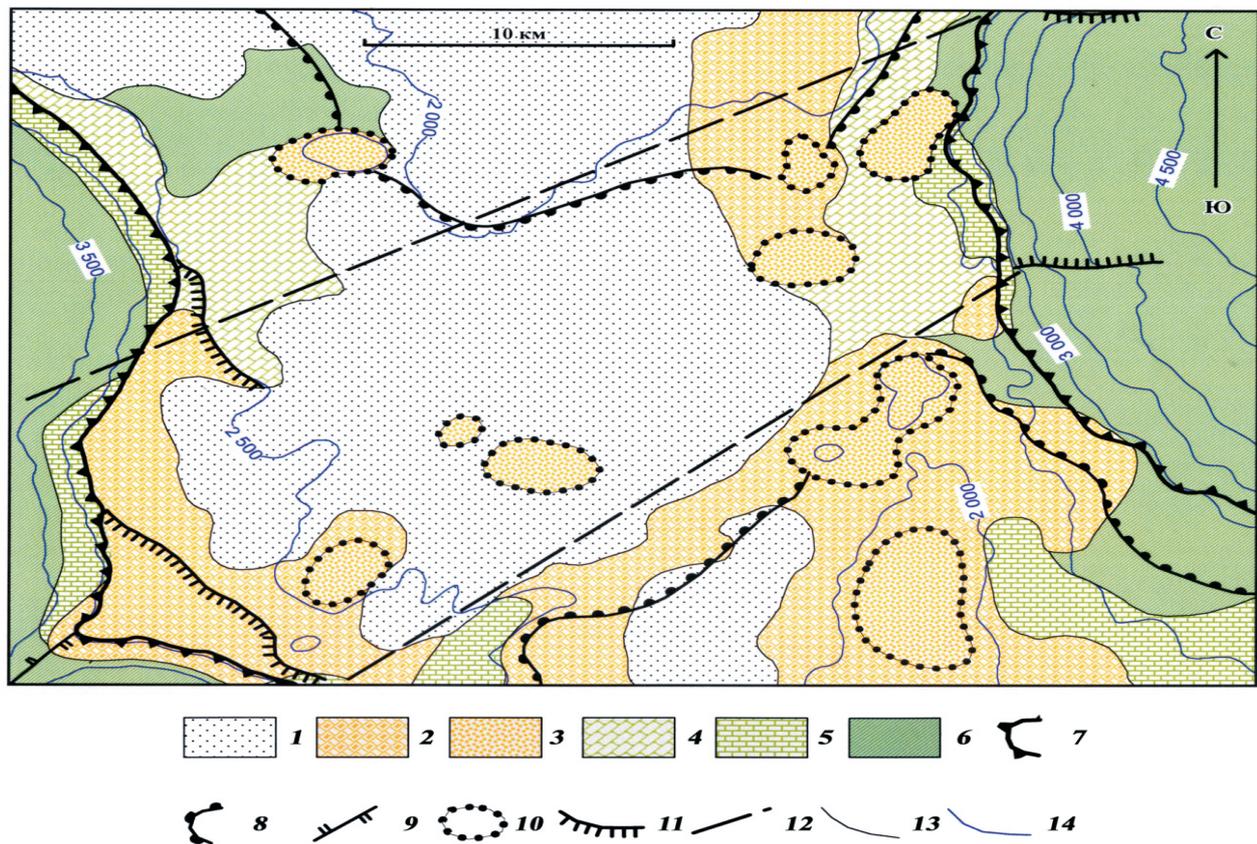


Рис. 6. Структурно-геологическая схема центральной части гайота Бутакова: 1 – плиоцен-четвертичные на-нофораминиферовые осадки; 2-3 – отложения верхнего палеоцена – эоцена: 2 – осадочные (планктоногенные известняки, эдафогенные брекчии), 3 – вулканогенные и вулканогенно-осадочные (туфы, туффиты, вулканические брекчии); 4 – отложения сантона-маастрихта (планктоногенные известняки, эдафогенные брекчии); 5 – отложения апта-турона (планктоногенные известняки, эдафогенные брекчии, гравелиты, песчаники); 6 – нижнемеловые базальтоиды; 7 – бровка вершинной поверхности; 8 – границы южного и северного куполов вершинной поверхности; 9 – гребни отрогов; 10 – локальные вулканические постройки; 11 – уступы; 12 – положение разрывных нарушений; 13 – границы разновозрастных образований; 14 – изобаты (м). Местоположение см. на рис. 2.

У выхода грабена к западному склону расположен юго-западный отрог, трассирующий направление структуры к западу. Днище грабена пологое, осложнено одиночными вулканическими постройками. Структура выражена в магнитном поле отрицательной аномалией северо-восточного простирания. Вероятно, в формировании южного и северного куполов важную роль играли тектонические факторы, а не только вулканическая активность. Важно, что южнее структуры западный склон гайота меняет падение на юго-западное, а восточный — на северо-восточное.

Согласно фототелевизионным наблюдениям, восточный и западный склоны, связанные с меридиональной системой нарушений, сложены монолитными ненарушенными породами. Обнажения свободны от каких-либо налетов рудного вещества, что позволяет наблюдать их гладкие поверхности, или, напротив, поверхности, исчерченные сериями прямолинейных борозд (Анохин и др., 2011). Эти склоны характеризуются наибольшей крутизной в верхних частях (до 50° и более). Вкост склона фиксируются многочисленные локальные уступы с перепадами до 20 м. Западный и восточный склоны сложены наиболее древними породами — базальтами, вулканокластическими породами, рифогенными и планктоногенными известняками аптуронского комплекса.

Выделяется серия меридиональных малоамплитудных уступов на вершине, трассирующих с севера на юг единую структуру протяженностью до 40 км. Уступы расположены в одном интервале (2300–2400 м), субпараллельно бровке вершины, на расстоянии 1–2 км от нее к центру. В уступе обнажены кампан-маастрихтские известняки.

Меридиональная система формирует восточный и западный склоны гайота в северной и центральной части, а северо-западная — в южной. Здесь также имеется серия уступов в пределах вершины, формирующих единый линеамент, протягивающийся вдоль бровки склона более, чем на 30 км на том же уровне — 2300–2400 м. Однако, эта структура трассируется на большем удалении от бровки (3–5 км). В уступе обнажены известняки еще более древнего, альб-сеноманского, возраста.

Между уступом и бровкой юго-западного склона расположен еще один уступ протяженностью до 10 км в интервале 2650–2750 м. По сместителю обнажены базальты. На этом участке выделяются три ступени, сложенные разновозрастными отложениями. Нижняя, глубже 2750 м, представлена раннемеловыми вулканитами. Средняя, на глубинах 2400–2600 м, — планктоногенными известняками апта-турона. Верхняя ступень на западе южного купола

сложена планктоногенными известняками сантона-маастрихта. Выше, уже без явно выраженных уступов, эти отложения перекрываются известняками и брекчиями позднего палеоцена — эоцена. То есть, в результате тектонических движений, на ограниченной площади обнажен весь разрез осадочной толщи гайота (рис. 7).

Хорошо выраженные участки уступа прерываются пологими долинообразными понижениями шириной 1.5–5 км и протяженностью 3–8 км. Их можно было бы назвать промоинами, однако фотопрофилирование свидетельствует об иной их природе. Обнаженные в их днищах коренные породы на многих участках имеют вид стиральной доски. Скважина 37Б104, заложенная в подобной структуре, вскрыла апт-сеноманский рифогенный известняк. То есть, в подобных понижениях обнажены наиболее древние породы гайота, а сами понижения являются не промоинами, а путями смещения блоков пород. Такая трактовка, безусловно, требует дальнейшего подтверждения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенные работы показали, что гайот Бутакова обладает некоторыми ярко выраженными индивидуальными особенностями. Общими чертами с другими гайотами Магеллановых гор являются хорошо выраженная вершинная поверхность, выпукло-вогнутый профиль склонов, осложненность многочисленными площадными и линейными мезоформами. Осадочный чехол гайота Бутакова слагают те же возрастные комплексы, что и на других детально изученных гайотах Магеллановых гор — нижнемеловой, апт-туронский, сантон-маастрихтский, позднепалеоценовый — раннеэоценовый, миоценовый и плиоцен — четвертичный (Мельников и др. 2006а, 2006б, 2007, 2009, 2011; Плетнев и др., 2010). В дизъюнктивных дислокациях — это наличие трех основных систем: субширотной, меридиональной — северо-восточной и северо-западной.

Отличия же весьма важны. Гайот имеет субмеридионально вытянутую форму основания. Другие гайоты изометричны (Грамберга, Ильичева, Вулканолог и др.), имеют субширотное удлинение (Федорова, Говорова, Гордина, Коцебу) или очень небольшое меридиональное (Скорняковой, Пегас). У гайота Бутакова низко расположена бровкой вершинной поверхности — 2500–3000 м. Средняя глубина положения бровки других гайотов — 1400–1600 м. В восточном звене Магеллановых гор этот показатель снижается с севера на юг: 1800 (гайот Федорова, западная постройка) — 2000 (Ита-Май-Тай) — 2200 (Геленджик), достигая минимума на гайоте Бутакова.

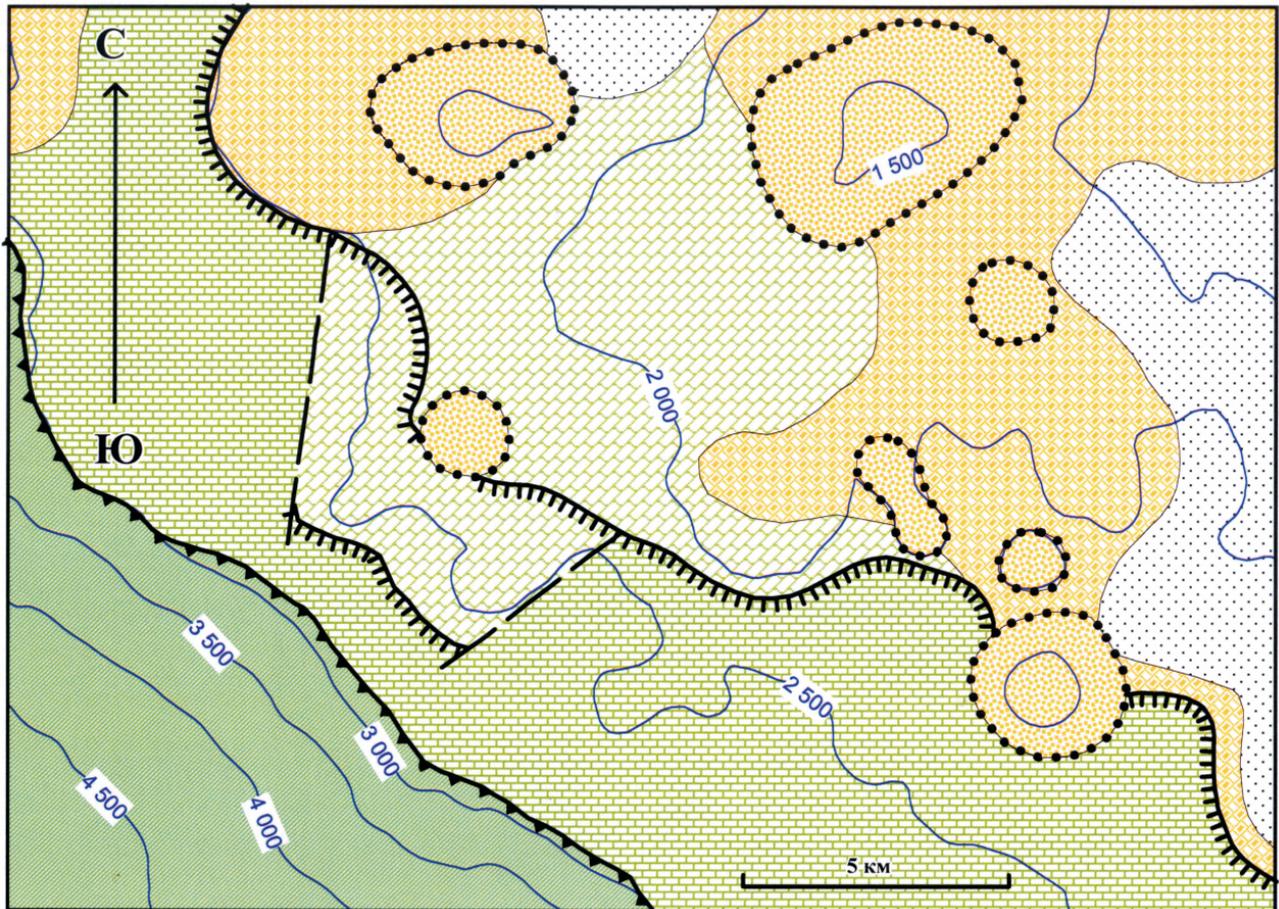


Рис. 7. Структурно-геологическая схема юго-западного участка гайота Бутакова. Условные обозначения см. рис. 6. Местоположение см. на рис. 2.

Важным отличием является сбросовый характер западных и восточных склонов, характеризующихся большой крутизной, целостностью слагающих поверхностей, обнаженностью на склонах наиболее древних пород. На других гайотах поверхность склонов имеет преимущественно денудационную природу.

Характерной особенностью гайота является широчайшая обнаженность относительно древних (меловых) осадочных пород. Частота встречаемости пород апт-туронского комплекса достигает 40%, а совместно с породами кампан-маастрихтского комплекса – более 60%. Встречаемость пород позднего палеоцена–эоцена лишь 35%. На других гайотах Магеллановых гор соотношение противоположное, поскольку кайнозойские породы перекрывают древние. В комплексе пород апта–турона место уплотненных глин и алевролитов, развитых на других гайотах, занято более грубозернистыми отложениями – песчаниками от тонко- до грубозернистых, и даже гравелитами.

Все приведенные данные свидетельствуют о весьма высокой степени воздействия на гайот Бутакова тектонических или вулканотектонических активизаций.

Как и на других детально изученных гайотах Магеллановых гор, в строении гайота Бутакова можно выделить три структурно-формационных яруса. Нижний соответствует пьедесталу гайота и представлен толеитами гавайской серии. Вторым, состоящим из субщелочных и щелочных базальтов и трахибазальтов, построена верхняя часть горного сооружения. Третий комплекс представляет собой осадочную шапку и состоит из мезозойских–кайнозойских осадочных пород.

Нам близки представления академика И.П. Герасимова (1986), полагавшего, что подводные сооружения талассократона Дарвина являются, прежде всего, тектоническими глыбовыми горами, образовавшимися на океаническом дне путем вертикальных перемещений отдельных блоков. В пользу выраженного глыбового рельефа свидетельствуют крутые склоны и уступы на гайотах Магеллановых гор. Последующие активизации внутриплитного магматизма окончательно сформировали рельеф горных сооружений.

Вероятно, изначально гайот развивался по сходной с другими крупными подводными горами схеме. В первой половине раннего мела

произошло воздымание меридионально ориентированных соприкасающихся блоков плиты, сопровождавшееся обильными вулканическими излияниями. Очевидно, вскоре после этого события центральная часть гайота просела по структурам грабена. Это обусловило различия в развитии северной и южной частей вершины.

На рубеже раннего и позднего мела существовала подводная гора с расположением вершины у поверхности океана. Скорее всего, она частично находилась в субаэральных условиях, о чем свидетельствуют красноцветные изменения вулканических пород, а также наличие пород волноприбойной зоны – гравелитов, детритовых ракушнякав и других. В апт-туронское время наиболее возвышенной частью горы была северная, где накапливались мелководные фации, а в южной отлагались планктоногенные известняки верхнебатиальных условий.

Перерыв в накоплении осадочных толщ в коньякское время, очевидно, обусловлен коньякской регрессией. К сантону произошло погружение гайота – формируются преимущественно планктоногенные известняки и фациально связанные с ними эдафогенные брекчии. Состав осадочной толщи на севере и юге гайота сходен. Подобная ситуация сохранялась, вероятно, и в позднем палеоцене-эоцене.

На протяжении формирования осадочной толщи происходят вулканотектонические активизации, результатом которых является возникновение осложняющих вулканических построек различного возраста, а также дизъюнктивных нарушений. Такие активизации, судя по возрасту вулканокластических пород, происходили на рубеже сантона и кампана, в маастрихте, раннем, среднем и позднем эоцене.

После эоцена последовательность развития событий не вполне ясна. Возможно, в олигоцене или чуть позже гайот подвергся более мощным вулканотектоническим воздействиям, чем другие подводные горы региона, и погрузился на большую глубину по сравнению с ними. Это привело к преобладанию эрозии над аккумуляцией, что нашло свое отражение в олигоценовом хиатусе. Именно такая ситуация привела к низкому современному положению вершинной поверхности и отсутствию отложений олигоцена. Еще одно мощное воздействие гайот мог испытать и позже. Отсутствие оруденения на склонах позволяет сделать предположение о времени его проявления. Наиболее подходящим кажется хорошо известное по всему Тихому океану среднемиоценовое событие (Басов, 1989). Однако, по нашим наблюдениям, на породах этого возраста успевает сформироваться железомарганцевая корка мощностью до 1 см и более. Здесь же склоны совершенно свободны от рудных

образований или имеют место лишь рудные налеты. Очевидно, эта тектоническая активизация была постмиоценовой.

ВЫВОДЫ

1. Комплексный литобиостратиграфический анализ позволил впервые стратифицировать осадочную толщу (апт-плейстоцен) гайота Бутакова и восстановить палеогеографические обстановки их осадконакопления. По экологическому составу ископаемой биоты в позднемиоценовой истории гайота фиксируются два этапа высокого стояния уровня океана (поздний альб-сеноман и поздний кампан-маастрихт). Они по времени совпадают с глобальными трансгрессиями на континентах.

2. Незначительная распространенность рифогенных известняков на исследуемом гайоте, в сравнении с гайотами Федорова и Ита-Май-Тай, указывает на кратковременность пребывания вершины гайота Бутакова в фотической зоне, что не позволило активно развиваться рифостроителям.

3. На гайотах Магеллановых гор повсеместно, в том числе и на гайоте Бутакова, фиксируется олигоценый перерыв осадконакопления. На него указывают наши биостратиграфические данные, а также результаты глубоководного бурения (Initial..., 1986; Lancelot et al., 1990) и геоакустические исследования с высоким разрешением на гайоте Ита-Май-Тай (Мельников и др., 2010).

4. На формирование гайота Бутакова весьма существенное влияние оказали постседиментационные вулканотектонические активизации в позднем мелу, палеогене и неогене. Очевидно, именно они ответственны за глубокое положение вершины гайота, сбросовый характер западных и восточных склонов, широчайшую обнаженность наиболее древних вулканогенных и осадочных пород. В свою очередь, более низкий уровень аномального магнитного поля может быть обусловлен более глубоким батиметрическим положением тела гайота.

Морские работы на гайоте Бутакова выполнены в рамках государственных контрактов РФ №№ ПС-02-06/1931 от 28.10.2003, 20/01/101-33 от 17.04. 2007 и 29/01/101-8 от 15.12.2008.

Список литературы

- Анохин В.М., Мельников М.Е., Седышева Т.Е.* Некоторые особенности морфологии гайота Бутакова (Магеллановы горы, Тихий океан) // Изв. Русского географического общества. 2011. Т. 143. № 4. С. 45-60.
- Асавин А.М., Чесалова Е.И., Мельников М.Е.* Прогнозная ГИС модель формирования

- железомарганцевых корок гайота Бутакова (Магеллановы горы, Тихий океан) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2007. № 2. Вып. 10. С. 118-128.
- Басов И.А.* Стратиграфические перерывы в осадочном чехле северо-западной Пацифики и их связь с геологическими событиями // Геология дна Тихого океана и зоны перехода к Азиатскому континенту. Владивосток: ДВО ДАН СССР, 1989. С. 91-96.
- Брусиловский Ю.В., Городницкий А.М., Соколов В.А.* Вулканотектоническая эволюция Магеллановых подводных гор в свете их геомагнитного изучения // Геотектоника. 1992. № 5. С. 96-106.
- Гайоты Западной Пацифики и их рудоносность / Ю.Г. Волохин, М.Е. Мельников, Э.Л. Школьник и др. М.: Наука, 1995. 368 с.
- Герасимов И.П.* Проблемы глобальной геоморфологии. М.: Наука, 1986. 207 с.
- Захаров Ю.Д., Плетнев С.П., Мельников М.Е., и др.* Первые находки меловых белемнитов в Магеллановых горах Тихого океана // Тихоокеанская геология. 2007. Т. 26. № 1. С. 36-51.
- Корчагин О.А.* Классификация мезозойских планктонных фораминифер. М.: ГЕОС, 2003. 90 с.
- 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. 2006а. Т. 25. № 1. С. 3-13.
- 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.
- 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.
- Мельников М.Е., Сапрыкин С.С., Хулапова Т.М.* Геологическая интерпретация материалов фототелевизионного профилирования поверхности подводных гор // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2006б. № 2. Вып. 8. С. 86-96.
- Мельников М.Е., Туголесов Д.Д., Плетнев С.П.* Строение верхней части разреза осадочной толщи гайота Ига-Май-Тай поданным геоакустического профилирования (Тихий океан) // Океанология. 2010. Т. 50. № 4. С. 618-626.
- Методы палеогеографических реконструкций / Под ред. П.А. Каплина и Т.А. Яниной. Москва: МГУ, Географ. факультет, 2010. 429 с.
- Плетнев С.П.* Дополнительные биостратиграфические данные о гайотах Западной Пацифики (на основе анализа фораминифер) // Новые данные о стратиграфии Дальнего Востока и Тихого океана. Владивосток: ДВО АН СССР, 1990. С. 100-105.
- Плетнев С.П., Мельников М.Е., Пунина Т.А., Захаров Ю.Д.* Меловые отложения гайотов Магеллановых гор (Тихий океан) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Ульяновск: УлГУ, 2010. С. 283-286.
- Рашидов В.А., Долгаль А.С., Новикова П.Н.* Геомагнитные исследования гайотов Вулканолог и Коцебу (Магеллановы горы, Тихий океан) // Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле. 2009. № 1. Вып. 13. С. 98-106.
- Харленд У.Б., Кокс А.В., Ллевеллин П.Г. и др.* Шкала геологического времени. М.: Мир, 1985. 140 с.
- Heezen B.C., Matthews J.L., Catalano R et al.* Western Pacific guyots. // Initial reports of the Deep Sea Drilling Project. W. 1973. V. 20. P. 653-723.
- Initial reports of the Deep-Sea Drilling Program. W. 1986. V. 89. 678 p.
- Krashenninikov V.A., Basov I.A.* Stratigraphy of Cretaceous sediments of the Falkland Plateau Based on planktonic foraminifers // Deep-Sea Drilling Project, Leg 71/ Init. Reports of the DSDP. W. 1983. V. 71. P. 789-808.
- Lancelot Y., Larson R.L. et al.* Proceeding of the Ocean Drilling Program. Initial reports // TX. 1990. V. 129. 488 p.
- Lee T.-G., Lee S.-M., Moon J.-W., Lee K.* Paleomagnetic investigation of seamounts in the vicinity of Ogasawara Fracture // Earth Planets Space. 2003. V. 55. P. 355-360.
- Premoli S.I., Haggerty J., Rack F. et al.* Proceeding of the Ocean Drilling Program. Initial reports // TX. 1993. V. 144. 1084 p.
- Sager W.W., Winter E.L., Firth J.V. et al.* Proceeding of the Ocean Drilling Program. Initial Reports // TX. 1993. V. 143. 724 p.
- Smoot N.C.* The Marcus-Wake seamounts and guyots as paleofracture indicators and their relation to the Datton Ridge // Marine Geology. 1989. V. 88. P. 117-131.
- Staudigel H., Clague D.A.* The geological history of deep-sea volcanoes // Oceanography. 2010. V. 23. № 1. P. 58-71.
- Zakharov Y.D., Melnikov M.E., Pletnev S.P. et al.* Supposed deep-water temperature fluctuations in the Central Pacific during latest Cretaceous time: first evidence from isotopic composition of belemnite rostra / Cephalopods. Present and Past (eds. Tanabe K., Shigeta Y., Sasaki T., Hirano H.). Tokai University Press. Tokyo, 2010. P. 267-285.

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О ГЕОЛОГИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ
**FIRST DATA ON GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE BUTAKOV
GUYOT, MAGGELAN MOUNTAINS, PACIFIC OCEAN**

**M.E. Melnikov¹, S.P. Pletnev², T.E. Sedysheva¹, Y.D. Zakharov³,
V.V. Ivanov¹, T.A. Punina³, V.D. Chudik³**

¹*State Scientific Center, Federal State Unitary Enterprise Yuzhmorgeologiya, Gelendzhik, 353470 Russia*

²*Ilichev Pacific Oceanological Institute, Far East Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, 690041 Russia Vladivostok, Russia*

³*Far Eastern Geological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022*

Geological and geophysical studies revealed principal regularities of the Butakov guyot geologic setting. The guyot morphology is characterized by low bathymetric position of the summit plain and meridian orientation of the base. Deposits are composed of rock complexes of Aptian-Turonian, Santonian-Maastrichtian, Late Paleocene-Eocene, Miocene, as well as friable Pliocene-Quaternary sediments. Comparatively ancient Cretaceous rocks are widely exposed on the surface. Analysis of the anomalous magnetic field, bottom topography, and geology resulted in conclusion that tectonics affects considerably formation of the guyot geologic setting.

Keywords: guyot, stratigraphy, disjunction dislocations, volcano-tectonic, relief, Magellan Seamount.