

- [6] Вика С., Намзалов Б.-Ц. Б., Овчинников Г. Н., Снытко В. А., Щипек Т. Пространственная структура эоловых урочищ восточного побережья озера Байкал. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2003. 76 с.
- [7] Выркин В. Б. Современное экзогенное рельефообразование котловин байкальского типа. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1998. 175 с.
- [8] Иванов А. Д. Эоловые пески Западного Забайкалья и Прибайкалья. Улан-Удэ: Бурятское книж. изд-во, 1966. 230 с.
- [9] Коломиец В. Л. Седиментогенез плейстоценового аквального комплекса и условия формирования нерудного сырья суходольных впадин Байкальской рифтовой зоны. Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. 18 с.
- [10] Лопатин Д. В. Геоморфология восточной части Байкальской рифтовой зоны. Новосибирск: Наука, 1972. 116 с.
- [11] Логачев Н. А. О происхождении четвертичных песков Прибайкалья // Изв. СО АН СССР. Сер. геология и геофизика. 1958. Вып. 1. С. 84—95.
- [12] Лот А. В поисках фресок Тассилин Аджера. Л.: Искусство, 1973. 110 с.
- [13] Манзурский аллювий / А. Г. Трофимов, Е. М. Малаева, О. А. Куликов, С. М. Попова, Н. В. Кулагин, Н. В. Шибанова, Г. Ф. Уфимцев. Иркутск: ИЗК СО РАН, 1995. 51 с.
- [14] Мартыанова Г. Н., Снытко В. А., Щипек Т. Признаки современных эоловых процессов в Тункинских котловинах (Юго-Западное Прибайкалье). Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1998. 56 с.
- [15] Обручев В. А. Сыпучие пески Селенгинской Даурии и необходимость их скорейшего изучения. Тр. Троицкосавского-Кяхтинского отд. Приамурск // Отд. ИРГО. 1912. Вып. 3. С. 53—67.
- [16] Преображенский В. С. Барханы и гидролакколиты Чарской котловины // Природа. 1961. № 5. С. 93—95.
- [17] Рыжов Ю. В. Стадии развития оврагов Прибайкалья // Рельеф и склоновые процессы юга Сибири. Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 1988. С. 73—98.
- [18] Рященко Т. Г. Региональное грунтоведение (Восточная Сибирь). Иркутск: ИЗК СО РАН, 2010. 287 с.
- [19] Тайсаев Т. Т. Эоловые процессы в Приольхонье и на о-ве Ольхон (Западное Прибайкалье) // Докл. АН СССР. 1982. Т. 265. № 4. С. 948—951.
- [20] Уфимцев Г. Ф. Сибирские ветрогранники // Наука в России. 2001. № 5. С. 93—94.
- [21] Уфимцев Г. Ф. Горы Земли (климатические типы и феномены новейшего орогенеза). М.: Научный мир, 2008. 352 с.
- [22] Уфимцев Г. Ф., Джанотта А., Перевалов А. В., Радке У., Резанова В. П., Рыжов Ю. В., Фогт Т., Щетников А. А. Эоловые ландшафты Тункинской котловины // География и природные ресурсы. 1999. № 1. С. 65—70.
- [23] Уфимцев Г. Ф., Кулагина Н. В., Щетников А. А., Фогт Т. Древние долины западного побережья Среднего Байкала // Геология и геофизика. 2000. Т. 44. № 7. С. 983—989.
- [24] Уфимцев Г. Ф., Сизов А., Барышников Г. Нерукотворный каменный город // Наука в России. 2006. № 2. С. 106—112.

Иркутск

Поступило в редакцию  
16 сентября 2010 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 4

© В. М. АНОХИН, М. Е. МЕЛЬНИКОВ, Т. Е. СЕДЫШЕВА

## НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ГАЙОТА БУТАКОВА (МАГЕЛЛАНОВЫ ГОРЫ, ТИХИЙ ОКЕАН)

**Введение.** Магеллановы горы, расположенные на дне западной части Тихого океана, представляют собой дугообразную горную цепь, протягивающуюся на 1200 км и пересекающую Восточно-Марианскую котловину между Марианскими и Маршалловыми островами (рис. 1). Большая часть Магеллановых гор представлена плосковер-

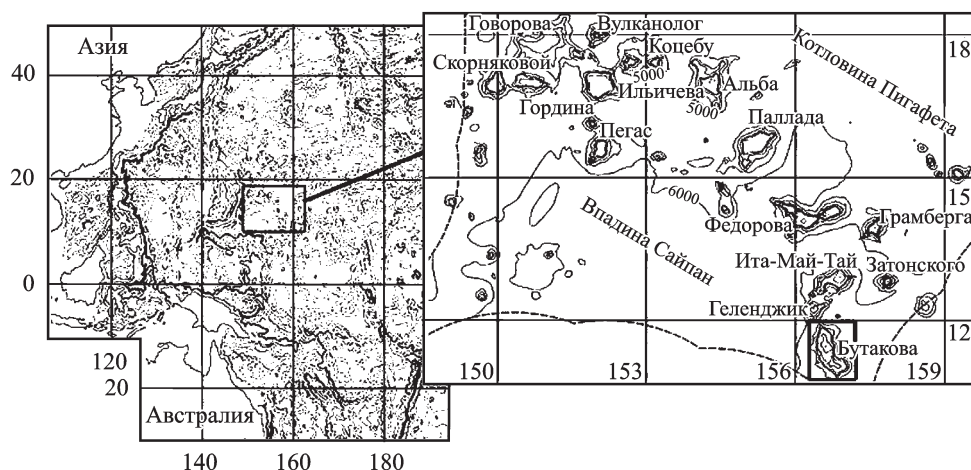


Рис. 1. Положение гайота Бутакова в составе Магеллановых гор и в Тихом океане. Рамкой обозначены границы изучаемого участка, соответствующие рис. 2.

шинными одиночными подводными горами (гайотами) с размерами в основании от 50 до 150 км. Цоколями гайотов являются вулканические постройки, сформированные предположительно на рубеже юры и мела. Плоские пологонаклонные вершинные поверхности гайотов находятся на батиметрических уровнях от 1400 до 2200 м. Горы сложены вулканитами (преимущественно базальтами) раннего мела и осадочными породами апта—турона, сантона—маастрихта, позднего палеоцена—эоцена, миоцена и неконсолированными осадками плиоцен-четвертичного возраста [4, 6].

С 2000 г. Магеллановы горы изучаются специалистами ГНЦ «Южморгеология» с использованием научно-исследовательского судна «Геленджик» как перспективный объект железомарганцевого оруденения. За это время накоплен обширный фактический материал по строению Магеллановых гор, в том числе данные фототелепрофилеирования, магнитометрии, многолучевого эхолотирования и геологического опробования путем драгирования и бурения неглубоких скважин.

В задачи данного исследования входило обобщение этих данных в пределах гайота Бутакова, который является последним гайотом в цепи Магеллановых гор, замыкающим ее с юго-востока (рис. 1).

**Исходный материал и методика.** Исходным материалом послужили материалы рейсов НИС «Геленджик» 2005 и 2008—2010 гг. (ГНЦ «Южморгеология»). Использовались многочисленные фотоматериалы, полученные в процессе фотопрофилеирования по всей площади гайота Бутакова с помощью подводного фототелевизионного комплекса (ФТК) «Нептун-Ц». Материалы представляли собой серии высококачественных фотографий океанического дна, выполненные вдоль 19 профилей через 30 сек, что соответствовало примерно 20—30 м. Положение профилей показано на рис. 2. На фотографиях можно отчетливо фиксировать выходы коренных пород, поля распространения современных осадков, элементы геоморфологии и тектоники — уступы, зоны трещиноватости и пр.

Были использованы данные телевизионного профилеирования по тем же профилям, полученные синхронно с фотопрофилеированием ФТК «Нептун-Ц».

Основой всех исследований послужила батиметрическая карта гайота, полученная путем проведения съемки многолучевым эхолотом SIMRAD EM 12 S-120 и дающая

Рис. 2. Батиметрическая схема гайота Бутакова.

1 — изобаты через 100 м, глубина дана в м; 2 — линии фототелепрофилеирования и их номера.



адекватные представления о рельефе дна в масштабе 1 : 200 000. Используются генерализованные профили дна вдоль линий фотопрофилей. При интерпретациях использовались также данные локации бокового обзора (сонара).

Данные геологического опробования (драгирование, бурение) использовались как дополнительная информация о распространении различных типов коренных пород, которые обычно связаны с различными формами рельефа.

Методика исследования сходна с той, что применялась авторами при изучении строения гайота Говорова [2]. В работе учитывались также приемы, использованные Е. В. Жулевой при исследовании геоморфологии подводных вулканических гор [5]. На первом этапе последовательно изучались фотографии дна вдоль линий профилей с выделением на них участков выходов коренных пород, современных осадков, крупных уступов, вероятно связанных с тектоническими явлениями, зон трещиноватости. Критериями выделения тектонических линейных объектов были: прямолинейность трещин и уступов (труднообъяснимая в трещинах лавовой отдельности и в краях лавовых потоков) (рис. 3), высота уступов, поперечные размеры трещин, видимое смещение по ним. В общей сложности было обработано около 8 тыс. фотографий. Информация наносилась на батиметрическую карту. По совпадениям предположительно тектонических объектов на фотографиях с линейными формами рельефа на батиметрической карте трассировались структурные линии. При этом учитывались видимая общая направленность тектонических линейных объектов, направление падения уступов, тип объекта.

Таким образом, на всей изучаемой площади были выделены структурные линии 3 типов (рис. 4).

1. Тектонические уступы 3 порядков (1-й порядок — уступы высотой 10 и более метров, 2-й — уступы высотой 5—10 м, 3-й — уступы менее 5 м, в том числе выделенные по батиметрическим данным).

2. Оси линейных ложбин и гребней (выделялись по батиметрическим данным).

3. Линейные цепи вулканов (выделялись по батиметрическим данным).

Выделенные структурные линии были нанесены на структурную схему гайота Бутакова (рис. 6). На последнем этапе предполагаемые разрывные нарушения наносились на профили дна (рис. 7).

**Особенности рельефа гайота Бутакова.** Гайот Бутакова является крайним юго-восточным горным сооружением цепи Магеллановых гор и ее восточного звена в пределах Международного района океана (рис. 1). Он имеет меридионально-вытянутую форму основания, околнуриваемую изобатой 5000 м (рис. 2). Поперечные размеры в этом контуре составляют 160 × 55 км. С севера и юга гайот соединен узкими перемычками с соседними подводными горами — гайотом Геленджик на севере и подводной горой, практически полностью лежащей в пределах экономической зоны Каролинских островов, на юге. Протяженность обеих перемычек не превышает 6 км, ширина также около 6 км. Базисная поверхность седловин находится на глубине 5000 м. Очертания основания гайота прослеживаются и на больших глубинах. В интервале от 5500 до 5700 м его размеры составляют 170 × 75 км.

Вершинная поверхность в плане в целом сходна по форме с основанием гайота. Бровка расположена на глубинах от 2450 до 2625 м в северной части и от 2500 до 3000 м в южной. В контурах бровки вершинная поверхность имеет размеры 112 × 31 км и площадь около 3300 км<sup>2</sup>. Вершинная поверхность построена двумя удлиненными пологими куполами. Северный ориентирован почти строго меридионально при поперечных размерах 67 × 32 км. Он расположен в интервале глубин от 1600 до 2660 м. Обширная седловина между куполами фиксируется на глубинах от 2175 до 2300 м. Южный купол имеет северо-западную ориентировку длинной оси, поперечные размеры 47 × 32 км и расположен в интервале от 1900 до 2900 м. Структуру осложняет поднятие более высокого порядка, занимающее северную часть южного купола и имеющее субмеридиональную ориентировку. Поднятие расположено на глубинах от 1700 до 2300 м и имеет поперечные размеры 28 × 11 км.

Оба купола осложнены многочисленными вулканическими мезоформами, представленными вулканическими конусами (49 построек) и куполами (23), наиболее раз-

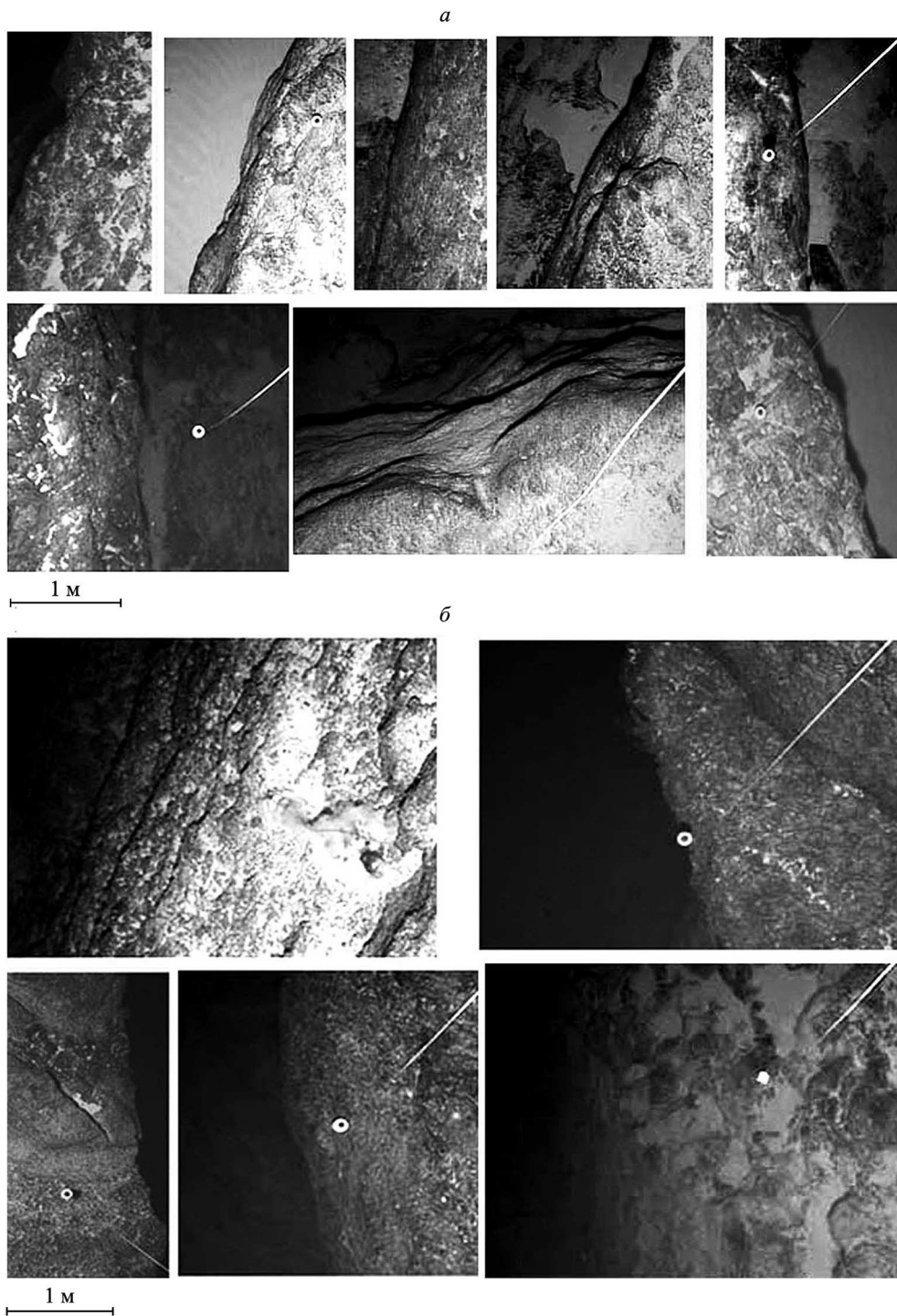


Рис. 3. Прямолинейные уступы высотой 1—10 м (*a*), более 10 м (*б*) на фотографиях склонов гайота Бутакова (материалы ГНЦ «Южморгеология»).

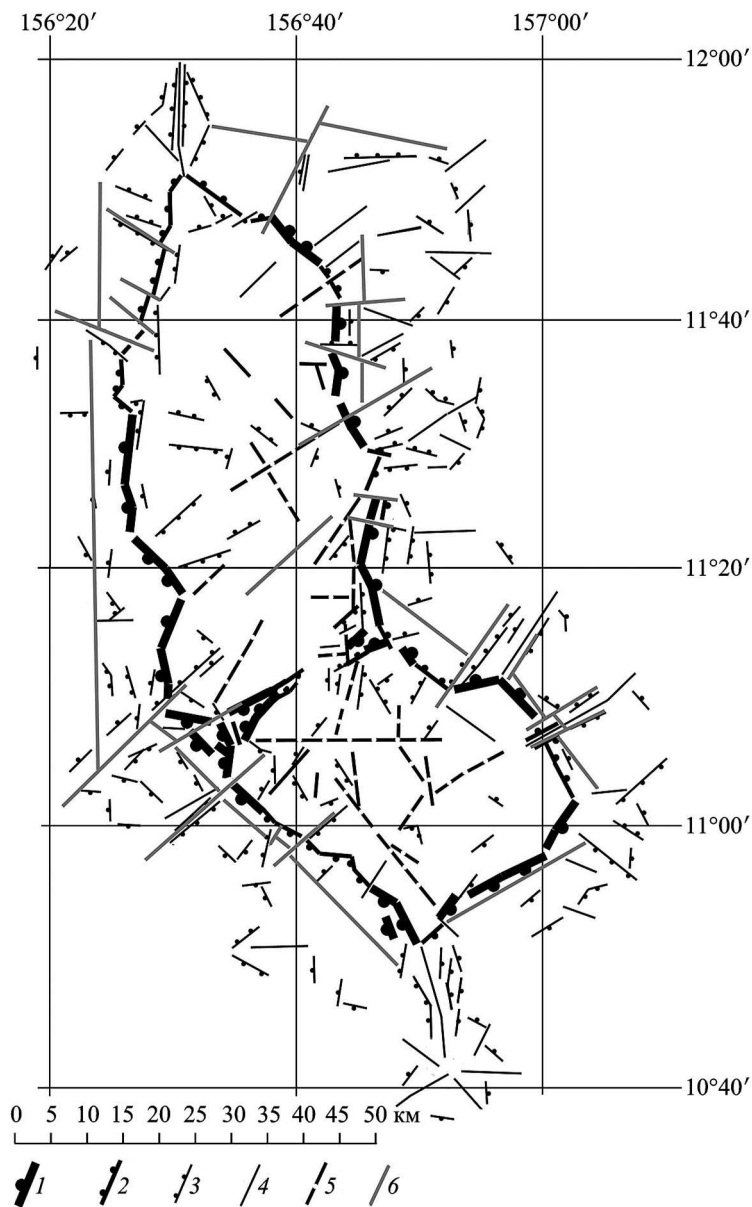


Рис. 4. Схема линейных структур гайота Бутакова.

1 — тектонические (предположительно) уступы 1-го порядка, 2 — уступы 2-го порядка, 3 — уступы 3-го порядка, 4 — оси линейных ложбин и гребней, 5 — линейные цепи вулканов, 6 — разрывные нарушения, выделенные по комплексу данных ГНЦ «Южморгеология».

витыми на южном куполе (рис. 2, 7). Вулканические структуры в плане обладают как изометричными, так и удлиненными очертаниями. Размеры основания конусов достигают  $9.0 \times 3.5$  км, высота до 550 м. Купола крупнее — поперечные размеры до  $28 \times 8$  км, высотой до 800 м. Вулканические постройки имеют различный иерархический уровень и меньшие нередко осложняют более крупные. Наименьшая отметка над вершиной установлена над одним из конусов в пределах северного купола и составляет 1185 м, а высота этого конуса около 490 м. В пределах южного купола минимальная



Рис. 5. Признаки зеркал скольжения на склоне гайота Бутакова (материалы ГНЦ «Южморгеология»).

отметка — 1322 м — также зафиксирована над вулканической постройкой, высота которой более 425 м.

На вершинной поверхности также развиты уступы, редкие гребни и ложбины (рис. 2, 6, 7). Наибольшая протяженность уступов составляет 16 км при амплитуде не более 100 м. Однако многие из них группируются вдоль изобат и суммарная протяженность уступов может достигать 30 и даже 37 км. Такие протяженные структуры наблю-

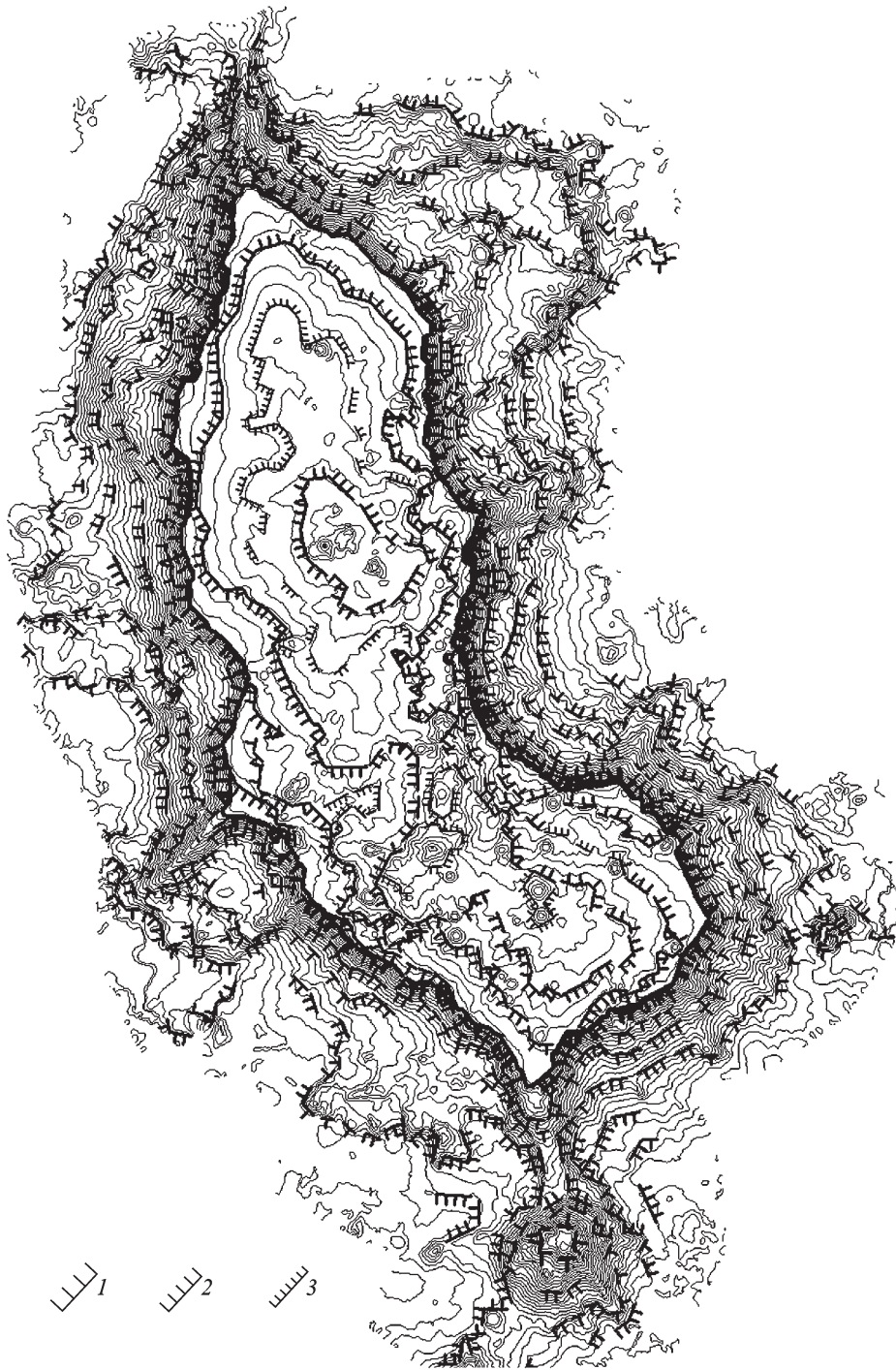


Рис. 6. Схема террас гайота Бутакова.

Линии бровок террас: 1 — 1-го порядка (бровка склона гайота), 2 — 2-го порядка, 3 — 3-го порядка.



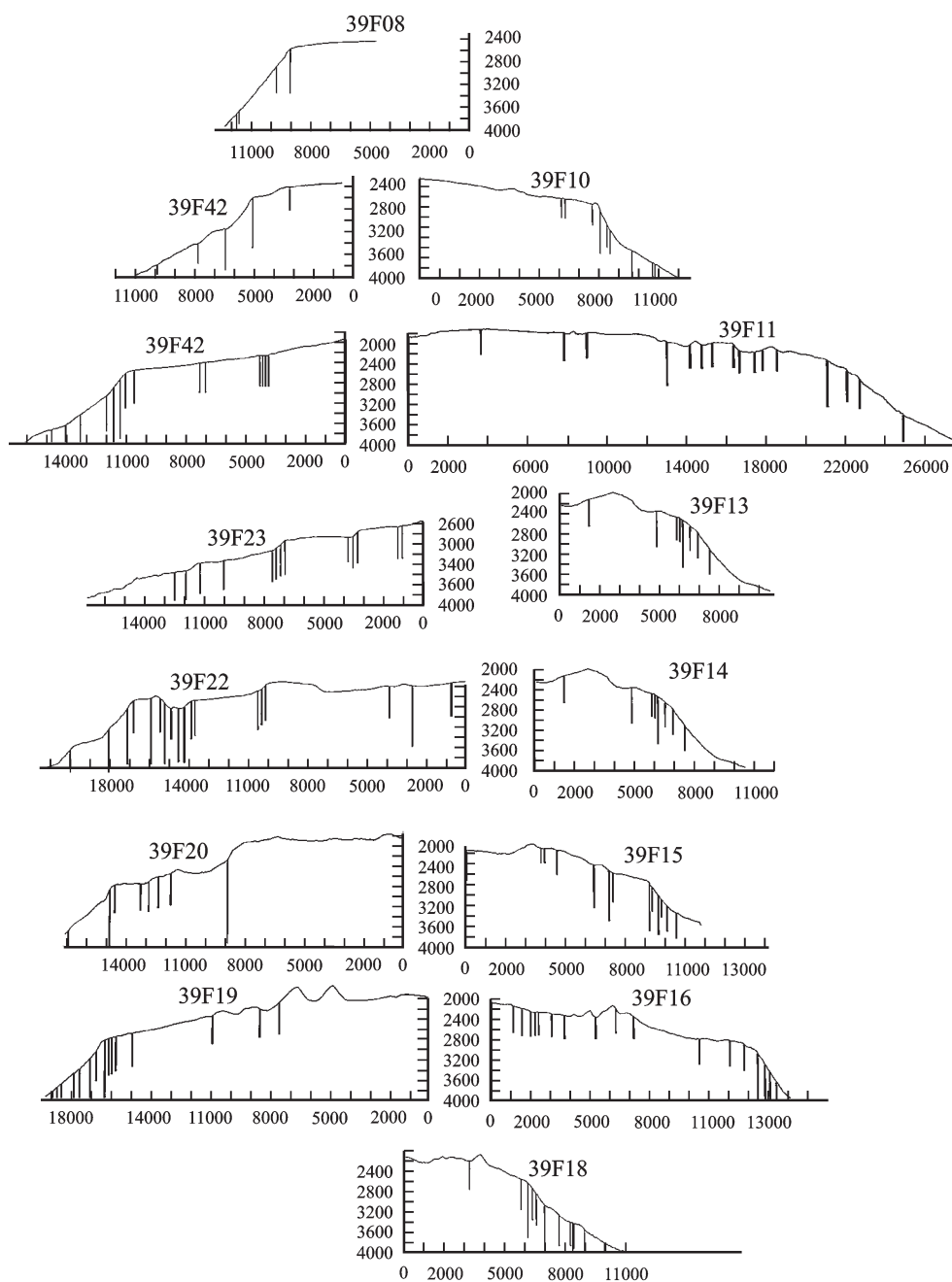


Рис. 7. Профили дна по линиям фотопрофилей с нанесенными разрывными нарушениями.

даются в западной части вершины и приурочены к интервалу от 2300 до 2400 м. В пределах южного купола такой уступ проходит на удалении 4.5 км от бровки в сторону вершины, в пределах северного — на удалении около 2.0 км. Локальные уступы нередко ограничивают склоны вулканических построек с одной или нескольких сторон.

Пологие гребни развиты ограниченно и преобладают в южной части южного купола. Их протяженность достигает 7 км при ширине до 2 км. Ложбины развиты относитель-

льно широко, образуя долинообразные понижения между многочисленными вулканическими постройками или на пологих склонах северного и южного куполов. В последнем случае они ориентированы нормально бровке гайота. Протяженность ложбин достигает 10 км и более. Эти мезоформы, вероятно, являются путями транзита осадков в результате гидродинамической и литодинамической активности в пределах поверхности вершины.

Уклоны поверхностей на вершинном плато мозаично чередуются в грациях от 1—2° до 2—4°. Наиболее выровненные участки расположены в основном в пределах северного купола и на южном склоне южного. Поверхности с уклонами менее 1°, достаточно широко представленные на вершинах других гайотов Магеллановых гор, занимают на вершине гайота Бутакова не более 1 %, а с уклонами менее 0.5 % исчезающе малы. В пределах осложняющих мезоформ — гребней, ложбин — крутизна поверхностей повышается до граций от 4—7° до 7—10°, а уступов и конусов — до граций от 15—20° до 20—25° и более.

Тело гайота осложнено относительно протяженными отрогами северного и южного направления, переходящими в перемычки с сопряженными подводными горами. Протяженность северного отрога составляет около 20 км. Отрог относительно узкий, его ширина изменяется от 6 км в верхней части до 3 км в нижней. Поверхность осложнена многочисленными уступами. Поверхности отрога относительно крутые, даже вдоль гребня уклоны менее 10° развиты крайне ограничено, преобладают от 15 до 20°, борта же обладают крутизной не менее 20°.

Южное окончание южного отрога увенчано сателлитной вулканической постройкой. Седловина между ней и основным гайотом расположена на глубине 4200 м. Основание сателлита несколько вытянуто в широтном направлении, его размеры составляют 18.5 × 15.5 км. Высота сооружения 2400 м. Постройка имеет хорошо выраженный отрог юго-восточного простирания длиной 10 км. На ее склонах выделены уступы (максимальной протяженностью около 3 км и амплитудой до 200 м), единичные террасы и вулканические конуса. До глубины 4000 м преобладают поверхности склонов крутизной более 25°, а от 4000 до 5000 м — в грациях 15—20°. Общая протяженность южного отрога вместе с сателлитным конусом составляет около 35 км. На южном отроге также отмечены многочисленные уступы. Гребневая поверхность более пологая, чем на северном отроге, — преобладают поверхности с уклонами от 7 до 10°, борта столь же крутые, как и на северном отроге.

Западный склон гайота осложнен отрогом юго-западного направления протяженностью около 18 км, а восточный — небольшим отрогом или выступом восток-северо-восточного направления. Его протяженность около 15 км. Юго-восточный отрог по своей морфологии весьма схож с северным и южным. Восток-северо-восточный несколько иной. Он расширяется вниз по склону, ширина увеличивается от 2.5 км на глубине около 3300 м до 7.2 км на глубине около 4800 м.

Из крупных осложняющих элементов следует выделить и большой террасовидный выступ на севере восточного склона гайота. В целом он близок к изометричному, но все-таки имеет небольшое удлинение вкост склона северо-восточного направления. Выступ локализован в интервале глубин от 3800 до 5800 м, т. е. в пределах вершины и верхних склонов он не выражен. Размеры 25 × 23 км. Бровка этой террасовидной структуры проходит по глубинам от 4800 до 5200 м, тыловой шов — от 3800 до 4200 м. В северной части тыловой шов выражен плохо. Поверхность выступа осложнена дополнительным уступом в интервале от 4700 до 4900 м, несколькими вулканическими конусами и куполами, мелкими гребнями и ложбинами. Уклоны площадки перед уступом в основном изменяются в грациях 0—4° и 4—7°. В пределах уступов и вулканических построек крутизна поверхностей достигает 25° и более.

Склоны гайота в целом имеют выпукло-вогнутый профиль с крутизной в верхней части (от бровки до глубин 3500, участками 4000, на западном склоне — 4500 м) до 25° и более (рис. 6). В нижней части (глубже 4500 м) склоны выстилаются до значений от 4 до 7° и менее, создавая вогнутый элемент профиля. На рис. 8 показано частотное распределение уклонов поверхностей гайота Бутакова. Распределение подчинено мо-

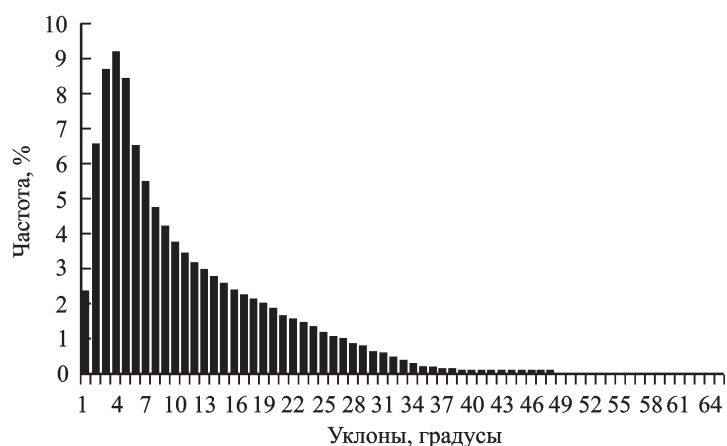


Рис. 8. Гистограмма распределения уклонов дна на гайоте Бутакова.

номодальному закону с отрицательной асимметрией. Мода хорошо выражена в интервале от 0 до 10° и охватывает 60 % значений. Пик расположен на 4° (9.2 %). Далее кривая распределения постепенно понижается. Выполаживание намечается в интервале от 15 до 20°. На долю наиболее крутых склонов (более 25°) приходится лишь 8.6 % значений, а свыше 30° — 3.7 %. Максимальное отмеченное значение — 64°. Таким образом, на гайоте Бутакова наиболее широко развиты относительно пологие поверхности, их доля больше лишь на гайоте Паллада.

На гайоте Бутакова (как и на других гайотах) развиты как площадные мезоформы — вулканические конуса и купола, так и линейные — уступы, гребни и ложбины. На всей поверхности гайота выделены 82 конусовидные и 81 куполовидная мезоформы. Средняя частота встречаемости вулканических образований на гайоте, таким образом, составляет 16.4 построек на одну тысячу квадратных километров, что является довольно высоким показателем. Вулканические структуры на склонах развиты достаточно равномерно, но менее широко, чем на вершине. Формы их оснований в подавляющем большинстве изометричны. Их наибольшие поперечные размеры изменяются от 1 до 6.5 км, а высота от 50 до 350 м, редко более 500 м. Размер наибольшего конуса, расположенного на юго-восточном склоне, составляет 6.5 × 3.0 км, высота 675 м. Крупный купол размером 4.6 × 3.6 км и высотой 100 м находится на северо-западном склоне. Около 2/3 построек имеют высоту до 150 м. Площади оснований изменяются от 1 км<sup>2</sup> и менее до 20 км<sup>2</sup>, редко более.

Исходя из результатов интерпретации данных локации бокового обзора неконсолидированные осадки покрывают от 67 до 73 % вершинной поверхности. Свободными от осадков остается около трети вершинной поверхности, что является благоприятным фактором для формирования коркового железомарганцевого оруденения. От осадков свободны площади, приуроченные к периферическим частям вершины перед бровкой склона и к коническим вулканическим мезоформам. Ширина таких зон вдоль бровки изменяется от первых сотен до 2 м, участками до 4 км. Наиболее обширная зона отсутствия рыхлых осадков приурочена к цепочке вулканических построек на северной оконечности южного купола вершины. Такие участки отнесены к зонам эрозии с элементами транзита осадков. Обычно в таких зонах определяющим фактором транзита является гидродинамическая активность придонных вод. Как результат, на свободных от осадков субгоризонтальных поверхностях коренных пород нарастают мощные железомарганцевые корки. Подобную ситуацию на гайоте Бутакова мы видим в пределах вулканических построек на вершине.

На периферии вершины вдоль бровки ситуация другая. Признаки гидродинамической активности — песчаные волны на поверхности осадков, большое количество фи-

льтрующего прикрепленного бентоса, гладкие блестящие поверхности корок — наблюдаются ограниченно или отсутствуют. Существенные площади приходятся и на долю коренных пород, лишь в незначительной мере присыпанных неконсолированными осадками. В этих условиях удаление осадков с вершины могло быть вызвано сейсмическими и гравитационными причинами. Признаки двух последних факторов развиты достаточно широко — для гравитационных перемещений это цепочечная ориентация дресвы и щебня на поверхности осадков; сейсмичность подтверждается высоким развитием вулканических построек.

**Конфигурация линейных форм рельефа.** Линейные мезоформы, ориентированные вкрест склона (гряды), распространены относительно широко и равномерно, однако их выраженность в рельефе слабая. Частота их встречаемости повышена в пределах структур отрогов. Протяженность гребней составляет от 1 до 8 км. Наиболее часто встречаются гребни протяженностью от 4 до 5 км. Ложбины развиты более ограниченно, однако выражены отчетливее. Их частота возрастает на участках развития площадных мезоформ, где они образуют между последними долинообразные понижения. Протяженность ложбин на склонах изменяется от 3 до 13 км, при преобладающем изменении значений от 6 до 9 км.

В результате сопоставления и объединения схожих пересечений по соседним линиям профилей и с учетом геоморфологической ситуации была выделена сеть структурных линий для гайота Бутакова (рис. 4).

Сеть структурных линий имеет довольно сложную конфигурацию, в которой заметны несколько основных систем направлений. Доминируют линии, контролируемые бровку склона гайота, имеющие в основном субмеридиональную, СЗ-ЮВ и СВ-ЮЗ направленность при существенной роли секущих субширотных дизъюнктивов (см. розу-диаграмму на рис. 9). В средней части гайота обнаружена грабенообразная структура СВ простирания с бортами — уступами высотой более 20 м, пересекающая гайот на южную и северную части (рис. 4).

На ряде разрезов вдоль линий фотопрофилей (рис. 2) нанесено положение предполагаемых разломов (сбросов), выявленных по уступам, видимым на фотоснимках дна. Эти уступы в большинстве случаев соответствуют точкам перегиба профиля дна (рис. 7), что говорит о их тектонической природе. Уступы, вероятно, соответствуют сбросам, довольно часто группирующимся в ступенчатые сбросы и грабены. Уступы развиты на склонах относительно широко (рис. 3). Частота их встречаемости повышена в пределах наиболее крутых участков склонов, по периметру которых они распространены относительно равномерно, а также в пределах отрогов. Протяженность выделенных уступов достигает 8, в среднем 4.5 км. Перепад глубин составляет от 25 до 300 м. Подавляющее большинство уступов характеризуется амплитудой менее 200 м. В пределах склонов отмечено несколько структур радиальных грабенов, ограниченных уступами, фактически ориентированными вкрест изобат. Такие структуры преобладают в северной части гайота и отмечены как на западном, так и на восточном склонах. Ширина структур изменяется от 3 до 14 км. В последнем случае, возможно, имеет место серия наложенных радиальных грабенов.

Уступы отделяют на вершинном плато и склонах гайота ряд террасовых уровней, среди которых можно выделить структурные и аккумулятивные, с преобладанием последних. Поперечные размеры наибольшей террасы достигают  $2.4 \times 1.9$  км с бровкой на глубине 5225 м и тыловым швом на 5025 м. Уклон площадки составляет от 4 до 7°, по периферии — от 10 до 15° (рис. 6).

Структурные террасы, вероятно, имеют тектоническое происхождение и образованы при последовательном опускании краевых блоков гайота в выработанные вулканические очаги; они могут иметь и чисто вулканическое происхождение, представляя собой препарированные края лавовых потоков разных генераций.

Образование аккумулятивных террас, вероятно, связано с локальными препятствиями, возникающими на пути перемещающихся вниз по склону неконсолированных осадков. Поперечные размеры площадок достигают  $5 \times 3.5$  км и более. Например, на юго-западном склоне выделена терраса с поперечными размерами  $5 \times 4.5$  км. Бров-

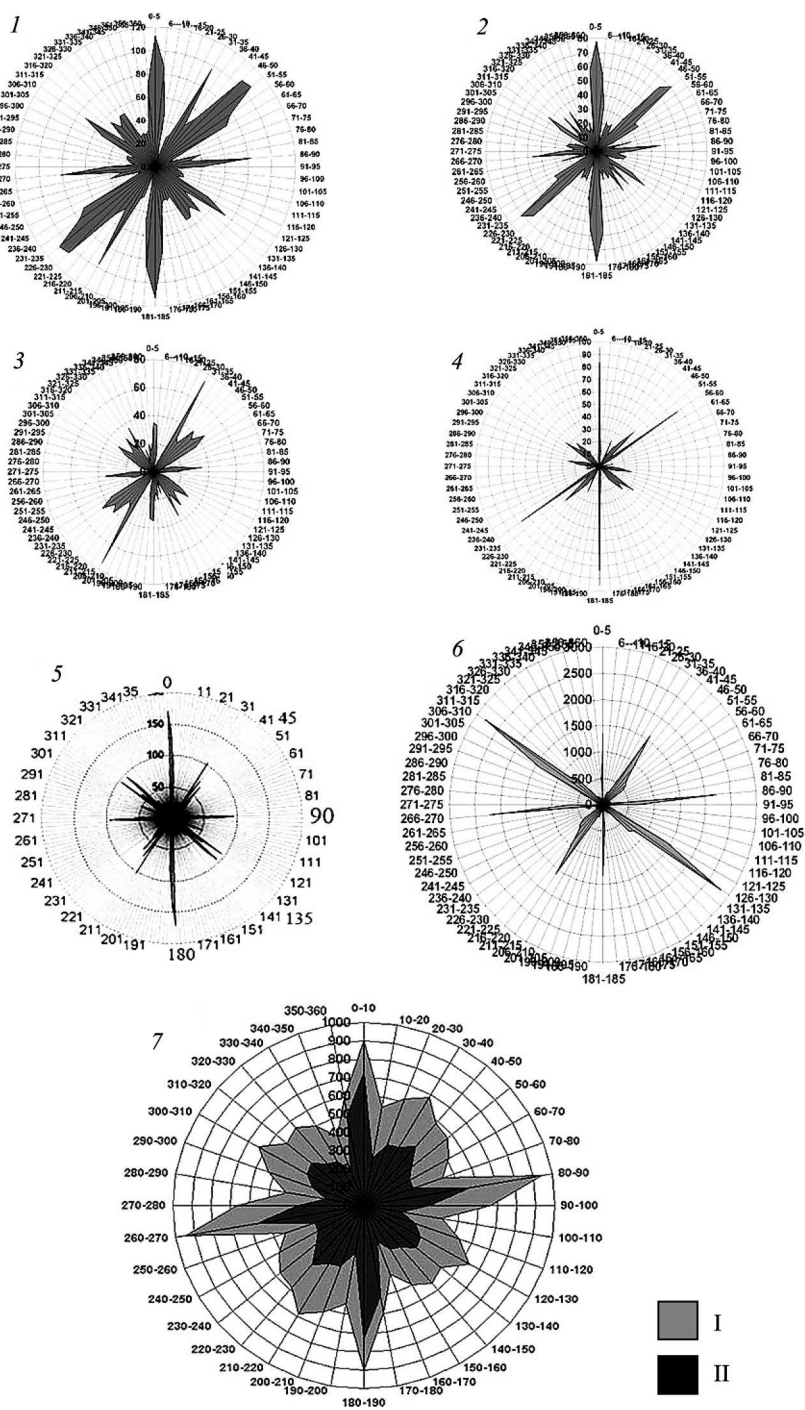


Рис. 9. Розы-диаграммы направленности линейных структур (с использованием [1, 2]).

1 — всего гайота Бутакова, 2 — северной части гайота Бутакова, 3 — южной части гайота Бутакова, 4 — разлома, выделенных по гайоту Бутакова ГНЦ «Южморгеология», 5 — гайота Говорова, 6 — Магеллановых гор, 7 — Земли в целом.

На круговых шкалах — азимуты, на радиальных — длины разломов, км (для Земли на радиальных шкалах отложены количества единичных замеров, каждый по 165 км в среднем).

I — линеаменты, II — разломы.

ка расположена на глубине 4475 м, тыловой шов — 4400 м. Уклон площадки составляет до 4°, местами от 4 до 7°.

Ступенчатость склона гайота, соответствующая выделенным террасовым уровням, хорошо видна на рис. 7. На схеме террас гайота Бутакова (рис. 6) видна их довольно сложная конфигурация. Уровни террас плохо выдержаны; с некоторым приближением их можно привязать к глубинам 1800, 1900, 2000 м, глубже они также чередуются с шагом, близким 100 м, вплоть до подножия склона. При этом наиболее выражены в разных частях гайота уровни 2200, 2400, 2500, 2600, 2800 и 3400 м. Бровка склона в северном блоке находится на глубинах 2200—2600 м, в южном блоке — на глубинах 2500—2800 м, тяготея в среднем выражении к 2600 м.

**Происхождение рельефа.** Большая часть вершинного плато, покрытая карбонатными осадками, отнесена к поверхностям транзита с элементами аккумуляции осадков. Это сделано по аналогии с другими детально изученными гайотами [7–9], однако нельзя исключать, что аккумуляция на гайоте Бутакова играет более важную роль, чем на других гайотах. Это можно предположить исходя из того, что песчаные волны на поверхности осадков здесь развиты ограниченно и, кроме того, на одном из участков рыхлые карбонатные осадки были датированы голоценом, что на гайотах случается совсем нечасто и является прямым признаком современной аккумуляции.

Генезис поверхностей склонов также не вполне соответствует картине, наблюдавшейся на других гайотах Магеллановых гор. Верхние, наиболее крутые, участки имеют явно тектоническое происхождение. Очевидно, они характеризуются сбросовой природой. Фото- и видеоизображения склонов фиксируют крутые поверхности, сложенные ненарушенными скальными выходами, лишенными коркового покрытия и часто даже свободными от дресвяно-щебнистого материала. Иногда можно усмотреть признаки зеркал скольжения (рис. 5). Опробование показывает, что породы, слагающие эти обнажения, преимущественно представлены базальтами. Выпояживание склонов и накопление на них грубообломочного материала фиксируются обычно в самом конце профилей на глубинах от 3700 до 4000 м. Вероятно, к этому интервалу и следует относить начало преобладания денудационных процессов в формировании профиля склонов. Глубже, как и на других гайотах, имеют место участки преобладания эрозии, аккумуляции или транзита как совокупности денудационных процессов.

На сонарном изображении также хорошо выделяются зоны склоновых осыпей, расположенных вкрест изобат. Они развиты не столь широко, как на гайотах Паллада или Грамберга, но все-таки играют определенную роль. Они преобладают на восточных и южных склонах. Акваколлювиальные конуса выноса осадочного материала отмечаются в восточной части с глубин 2600 м, в южной — с 3000 м. В нижней части они прослеживаются до глубин 5550 м, на востоке — до 5900 м, выходя на поверхности предгорной абиссальной равнины. Площади картированных осыпей изменяются от 1 до 47 км<sup>2</sup> и более. Наиболее крупные, площадью более 30 км<sup>2</sup>, локализованы на южных склонах.

Конусовидные и куполовидные постройки, очевидно, имеют вулканический генезис. Это подтверждается проведенным в пределах этих мезоформ геологическим опробованием. Скважинами 39Б01, 39Б43, 39Б69, 39Б70, 39Б02, пробуренными на поверхности ряда вулканических построек, были вскрыты вулканокластические породы — преимущественно туфы и туффиты. Драгами же на поверхностях склонов опробованы не только вулканокластические, но и эффузивные породы — различные виды базальтов.

Поверхности предгорных впадин и зон перехода к ним, предположительно сложенные глинистыми и карбонатно-глинистыми плиоцен-четвертичными осадками, аккумулятивного генезиса. Они служат зонами разгрузки осадочного материала и характеризуются увеличением мощности осадочной толщи от склонов гор к центральным частям впадин.

В целом гайот несет на себе следы активной вулканотектонической деятельности, в том числе последовательного опускания ряда своих блоков; в строении гайота господствуют линейные структуры растяжения — сбросы, ступенчатые сбросы, грабены.

Структурно гайот разделен на две неравные части — северную и южную, различающиеся своим структурным планом, расчлененностью и уровнями бровок склонов. Северная часть гайота характеризуется куполообразной формой вершинного плато, низкой расчлененностью рельефа, небольшим количеством вулканов, концентрирующихся в основном в центральной части, уровнем бровки склона 2500 м. Южная часть гайота Бутакова имеет более высокую расчлененность рельефа, в том числе на вершинном плато, большее количество вулканов, уровень бровки склона — 3000 м.

Преобладающие направления линейных структур гайота Бутакова (рис. 9) — субмеридиональное  $0—5^\circ$ , субширотное  $86—90^\circ$ , диагональные СВ  $30—35$ ,  $46—55^\circ$ , диагональные ЮВ  $126—130$ ,  $136—155^\circ$ . Эти направления хорошо сопоставляются с главными системами разломов, выделенных в районе гайота по комплексу признаков.

Сопоставление роз-диаграмм, характеризующих направленность структурных линий северной и южной частей гайота (рис. 9), показывает более значительный разброс диагональных систем в южном блоке, хорошо выраженную систему  $31—36^\circ$ , отсутствующую в северном блоке гайота, значительно хуже выраженную субмеридиональную систему. Возможно, эти отличия свидетельствуют о более высокой тектонической активности южного блока, реализующейся по большему количеству разнонаправленных трещин, чем у менее активного северного блока, где значительнее выглядят четыре главные системы планетарной трещиноватости.

Сопоставление роз-диаграмм направленности структурных линий гайота Бутакова с общими розами-диаграммами Магеллановых гор и Земли в целом приводит к выводу о существенном соответствии направленности главных систем разломов на всех масштабных уровнях (рис. 9). На всех розах-диаграммах имеются доминирующие субмеридиональная и субширотная системы, менее выраженные диагональные системы с направлениями, варьирующими в пределах  $20—30^\circ$ .

Хорошее совпадение характеристик направленности главных систем линейных структур СВ склона гайота Бутакова (как и других гайотов [2]) с направлениями линейных структур регионального и глобального масштабов приводит к выводу о существенном влиянии на формирование линеаментно-дизъюнктивной сети этого гайота региональных и глобальных процессов. Фактически структурная сеть гайота Бутакова является фрагментом общей линеаментно-дизъюнктивной сети Магеллановых гор, которая в свою очередь есть часть планетарной линеаментной сети [1, 3].

Гайот Бутакова отличается от остальных гайотов Магеллановых гор явно повышенной интенсивностью тектонических процессов. Сбросы, связанные с бровкой склона гайота, практически повсеместно образуют уступы в несколько десятков метров, гайот разделен на две части грабенообразной линейной структурой СВ простираения, со столь же крутыми и высокими бортами. Террасированность вершинного плато и склонов может свидетельствовать о вероятном периодическом опускании краевых частей гайота.

Наличие почти у всех гайотов ряда опущенных блоков, радиальных грабенов, погруженных седловин заставляет предположить происходящее в течение некоторого времени частичное обрушение (погружение) краевых частей основных построек относительно основного уровня вершинных плато.

**Заключение.** В результате интерпретации новых комплексных данных по гайоту Бутакова, в том числе результатов фототелевизионного профилирования, многолучевого эхолотирования, локации бокового обзора, драгирования, бурения, выявлен ряд особенностей морфологии рельефа, что позволило сделать выводы об общем строении и происхождении гайота.

Гайот Бутакова значительно отличается от других гайотов Магеллановых гор своей повышенной тектонической активностью, которая проявляется в формировании высоких (несколько десятков м) субвертикальных уступов вдоль бровки склона, в большом количестве вулканических построек и повышенной расчлененности рельефа на вершинном плато, в разделении северного и южного блоков гайота грабенообразной структурой и пр.

В конфигурации выделенной на гайоте Бутакова сети линейных структур существенно проявляются 4 главных направления, соответствующих 4 системам планетарной трещиноватости, что говорит о серьезном влиянии общепланетных процессов на формирование направлений линейных морфоструктур гайота.

#### С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] *Анохин В. М.* Глобальная дизъюнктивная сеть Земли: строение, происхождение и геологическое значение. СПб.: Недра, 2006. 161 с.
- [2] *Анохин В. М., Мельников М. Е.* Особенности строения северо-восточного склона гайота Говорова (Магеллановы горы, Тихий океан) // Тихоокеан. геология. 2010. Т. 29. № 4.
- [3] *Анохин В. М., Одесский И. А.* Характеристики глобальной сети планетарной трещиноватости // Геотектоника. 2001. № 5. С. 3—9.
- [4] Гайоты Западной Пацифики и рудоносность. М.: Наука, 1995. 368 с.
- [5] *Жулева Е. В.* Геоморфология вулканических гор ложа океана. М.: ИОРАН, 2004. 185 с.
- [6] *Мельников М. Е.* Месторождения кобальтоносных марганцевых корок. Геленджик: ГНЦ «Южмор-геология», 2005. 230 с.
- [7] *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.
- [8] *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.
- [9] *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) // Тихоокеан. геология. 2009. Т. 28. № 4. С. 105—115.

Санкт-Петербург  
Геленджик  
Veadanokhin@yandex.ru  
m\_e\_melnikov@mail.ru  
tatsed@mail.ru

Поступило в редакцию  
19 октября 2010 г.

Изв. РГО. 2011. Т. 143. Вып. 4

© *Джс. Г. МАМЕДОВ*

### РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ БОЛЬШОГО КАВКАЗА ПО ИЗМЕНЧИВОСТИ НАИБОЛЬШИХ РАСХОДОВ ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ РЕК

**Введение.** Цель работы — изучение закономерностей и особенностей изменчивости стока взвешенных наносов рек. Познание этих закономерностей позволяет получить надежную изменчивость стока взвешенных наносов рек исследуемой территории.

Такое исследование начато автором в 1985 г. [8] и выполнено для Юго-Западного склона Малого Кавказа. С этой целью проанализирована связь величины коэффициента вариации годового стока взвешенных наносов с различными параметрами, отражающими особенности природных условий речных водосборов.

В связи с наблюдающимися в последние годы интенсивным освоением горных территорий и глобальным потеплением климата происходит интенсивное разрушение горных пород. Это приводит к возрастанию количества продуктов выветривания, что в свою очередь способствует повышению стока взвешенных наносов с водосборов рек при выпадении ливневых дождей и прохождении мощных селевых потоков.