

- водство природных ресурсов Алтайского края. Барнаул: Алтайское книжное изд-во, 1975. С. 24—26.
2. *Демин А. Г.* Методика выделения геоморфологических районов по особенностям строения и динамики эрозийных систем (на примере Алтайской равнины) // Современные аспекты изучения эрозийных процессов. Новосибирск: Наука, 1980. С. 248—252.
  3. *Демин А. Г., Маринин А. М.* Особенности эрозионного рельефа предгорий и равнин Алтайского края // Вопросы географии Горного Алтая. Барнаул, 1976. С. 24—46.
  4. *Демин А. Г.* Динамика малых эрозионных форм рельефа равнин Алтайского края // Теория и практика природопользования. Барнаул, 1983. С. 53.
  5. *Демин А. Г.* Динамика молодых эрозионных форм в долине Алея // Проблемам Алея — комплексное решение. Барнаул, 1976. С. 32—34.
  6. *Занин Г. В.* Современная овражная эрозия Алтайских равнин и борьба с ней // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1962. № 6. С. 43—49.
  7. *Демин А. Г.* Влияние инженерных сооружений на денудационные процессы в долинах рек Бии и Оби // География Западной Сибири. Барнаул, 1972. С. 11—13.
  8. *Занин Г. В., Александрова В. Д.* Физико-географическая характеристика территории освоения целинных и залежных земель в Алтайском крае // Изв. ВГО. 1955. Т. 87. № 3. С. 205—219.
  9. *Крюков А. С.* Овражная эрозия на территории Бие-Чумышской возвышенности // Уч. зап. Горно-Алтайского гос. пед. ин-та. Горно-Алтайск, 1958. Вып. 3. Т. 2. С. 85—92.
  10. *Остроумов В. М.* Овражная эрозия и процессы ее естественного затухания на территории Бие-Чумышской лесостепи // Изв. Алтайского отд. геогр. о-ва. Барнаул, 1963. Вып. 3. С. 107—114.
  11. *Трепетцов Е. В.* Современные геологические процессы и явления в Алтайском крае и их инженерно-геологическая характеристика // Тр. НИИ по инженерным изысканиям и строительстве Госстроя СССР. М., 1972. Т. XVI. С. 241—258.

Алтайский государственный университет

Поступила в редакцию  
29. XII. 1987

## EROSION PROCESSES IN THE ALTAI

DYOMIN A. G.

### S u m m a r y

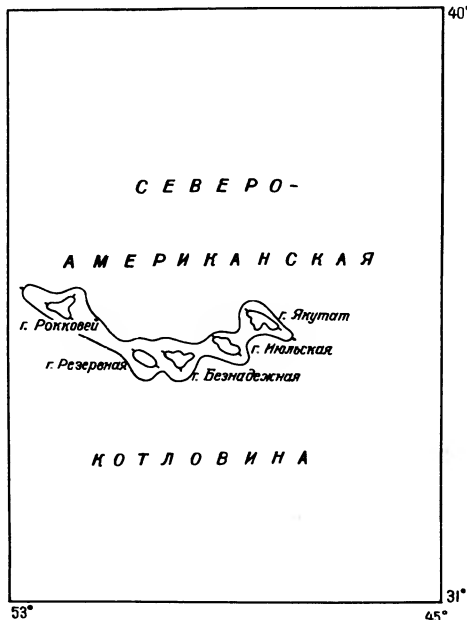
Geomorphological regions, singled out within the limits of plains and mountains of the Altai Territory, differ from each other in structure, erosion network pattern, in density and depth of dissection. The general direction of most forms in erosional system is predetermined by tectonics. In most regions NE direction of erosional landforms prevails which is controlled by mid- and late Quaternary faults or recent folds. The increase of minor erosional form instability and lateral channel erosion is traced from Kulunda Plain towards the Altai and Salair foothills. The dynamics of erosion in the Altai mountains depends directly on the land use of the territory.

УДК 551.462

**В. Е. ИВАНОВ, И. Э. ЛОМАКИН, А. Л. СОРОКИН,  
В. Р. МОРОЗЕНКО**

## ГЕОМОРФОЛОГИЯ ПОДВОДНЫХ ГОР УГЛОВОГО ПОДНЯТИЯ (Северная Атлантика)

Начиная с 1974 г. Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н. М. Книповича и Институт геологических наук АН УССР проводят геолого-геоморфологические исследования подводных гор Северной Атлантики с применением обитаемых автономных подводных аппаратов (ПА). В процессе этих исследований накоплен опыт использования ПА в геологических и рыбопромысловых целях и собран материал, имеющий важное значение для решения общегеологических и промыслово-океанографических задач. В результате получены новые данные по геоморфологии подводных гор Углового поднятия (рисунок), позволяющие значительно дополнить представления о геологическом строении и рельефе дна региона.



Угловое поднятие расположено в северо-западной части Атлантического океана, западнее Северо-Атлантического хребта и отделено от него седловиной глубиной до 4500 м. С севера, юга и запада поднятие граничит с Северо-Атлантической абиссальной котловиной. Это горное сооружение состоит из двух блоков, отличающихся по генеральному простиранию структуры. Западный блок ориентирован на СЗ 300°, однако, в рельефе подводных гор прослеживается влияние линеаментов СВ 30 и 60°. Общая ориентировка морфоструктуры близка к простиранию гор Келвин, расположенных на СВ Бермудской возвышенности. В районе 50° з. д. поднятие резко меняет простирание на СВ 60°, но в контурах подводных гор по-прежнему отчетливо проявлены структуры СЗ 300—315°. В пределах западного и восточного блоков цепи изолированных подвод-

ных гор разделены седловинами с глубинами около 4500 м и представляют собой вулканы, надстроенные мощной шапкой рифогенных известняков. В этом районе нами наиболее изучены горы Рокковей, Резервная, Безнадежная, Июльская, Якутат.

Подводная гора Рокковей (Перспективная) имеет очертания неправильной формы, определяемые линеаментами СВ 60—70°. Ее размеры 10×4,5 км по изобате 1200 м, минимальная глубина 700 м. Склоны горы интенсивно расчленены грядами, уступами, осложнены террасами и линейными депрессиями, ориентированными на СВ 60±10°. Основные уровни террас противоположных склонов лежат на разных глубинах, вероятно, вследствие вертикальных тектонических движений. Вершина горы представляет собой пик.

По данным наблюдений с борта ПА, склоны и вершина поднятия в диапазоне глубин 1200—700 м сложены рифогенными известняками. На вершине горы обнажаются карбонатные песчаники (лагунные фации рифовой постройки?), на других участках — в основном кавернозные известняки кольцевого рифа. Здесь отмечаются карстовые формы рельефа — нависающие козырьки, осложняющие верхнюю часть уступов, и воронки. Иногда отмечаются столбовидные формы рельефа, обрамленные по периферии козырьками. Верхние части козырька, как правило, бронированы мощной марганцевой коркой. В уступах и бортах карстовых воронок обнажаются светло-серые известняки. В южной части подводной горы выявлена узкая линейная депрессия V-образной формы, простирания СВ 70°, крутизной склонов от 30 до 90°, глубиной 50—100 м. Четкая линейная ориентировка свидетельствует о тектонической природе депрессии. В рифогенных известняках повсеместно прослеживаются дизъюнктивные нарушения с простиранием СВ 70°. Некоторые трещины «залечены» гидротермальным материалом, причем наполнитель образует гребневидные формы рельефа, возвышающиеся над поверхностью дна. На склонах горы обнаружены образования, представляющие собой полые цилиндры, приподнятые над поверхностью дна на 20—30 см. Вероятно, эти формы представлены верхними частями трубообразных зон транспортировки эндогенного вещества.

В результате исследований установлено, что гора Рокковей является древней коралловой постройкой, первичный рельеф которой претерпел зна-

чительные изменения в результате интенсивных тектонических процессов. Протяженные субгоризонтальные террасы, предположительно отнесены нами к реликтовым поверхностям абразионного выравнивания, образовавшимися в период субаэральной перестройки рельефа подводной горы. Однако этот этап был кратковременным и не привел к полному выравниванию вершины. Причиной подъема верхней части коралловой постройки выше уреза воды могли быть эвстатические колебания уровня океана либо тектонические движения. Наиболее молодыми являются структуры СВ  $60 \pm 10^\circ$ , влияние которых отчетливо проявилось после формирования коралловой постройки. Наличие рифогенных известняков на глубинах свыше 1200 м свидетельствует о значительном погружении структуры.

Подводная гора Резервная расположена в юго-восточной части западной зоны Углового поднятия. Длинная ось горы ориентирована в соответствии с общим простиранем структуры — СЗ  $300^\circ$ . В меньшей степени в очертаниях возвышенности проявлены структуры СВ  $70 \pm 10^\circ$ . Рельеф горы сглаженный. Склоны имеют значительную крутизну — на глубинах свыше 1500 м она иногда превышает  $10^\circ$ . На глубинах 1400—1200 м расположена субгоризонтальная терраса, наклоненная к краевым частям под углом  $2\text{—}5^\circ$ . Над поверхностью террасы возвышаются два холма с отметками 930 и 950 м, разделенные седловиной глубиной около 1100 м. Склоны холмов имеют среднюю крутизну  $20\text{—}25^\circ$  и осложнены уступами и террасами.

По данным наблюдений с борта ПА, в диапазоне глубин 1100—980 м обнажаются серые кавернозные рифогенные известняки. В пределах юго-восточного холма выделены две субгоризонтальные террасы (глубины 1100—1080 и 1000—990 м) и два уступа (1080—1000 и 990—980 м) с крутизной около  $40\text{—}45^\circ$ . В основании верхнего уступа расположена вытянутая ниша. Вероятный генезис перечисленных форм рельефа — абразионный.

Местами на поверхности известняка развиты железомарганцевые корки, представленные локальными блестящими почковатыми пятнами иссиня-черного цвета размером до  $3\text{ м}^2$  и мощностью до 1,5 см. Здесь же встречается большое количество корковых обломков размером до 10 см, что свидетельствует об активизации эрозионных процессов.

Морфологические особенности горы Резервная позволяют предположить наличие субаэрального этапа перестройки ее рельефа. Верхняя часть коралловой постройки была поднята выше уреза воды и подвергалась абразии. Выдержанность уровней террас в пределах различных склонов горы подтверждает их абразионное происхождение. Волновое срезание вершины горы произошло не полностью, вероятно, из-за небольшой продолжительности субаэрального этапа. Два холма, осложняющие вершину горы, являются абразионными останцами. Наличие рифовых известняков и абразионных поверхностей выравнивания на глубинах до 1400 м свидетельствует о значительном погружении структуры.

Подводная гора Безнадежная расположена на стыке западного и восточного блоков Углового поднятия и имеет также неправильную угловатую конфигурацию, определяемую линеаментами СВ  $300^\circ$  и СЗ  $60^\circ$ . На глубинах  $> 1500$  м крутизна склонов горы около  $30^\circ$ , далее расположена серия субгоризонтальных террас и разделяющих их уступов. Наиболее протяженные поверхности выравнивания развиты на глубинах 1350—1300 и 1100—1080 м. Вершина горы представляет собой холм с минимальной отметкой глубин 980 м, склоны которого имеют среднюю крутизну  $20^\circ$  и осложнены уступами высотой до 10 м и разделяющими их террасами. Профиль вершины холма слабовыпуклый. Вершина горы является абразионным останцом, не полностью сnivelированным абразией вследствие непродолжительности субаэрального этапа развития.

На маршруте ПА выявлено избирательное развитие марганцевой корки по зонам тектонических нарушений. Так, в западной части террасированной вершины выявлена протяженная зона тектонического нарушения шириной

2—3 м. Гидротермально измененные породы образуют линейный гребень, выступающий над поверхностью дна на 1,5—2 м. В зоне разлома развита мощная железомарганцевая корка, отдельные фрагменты которой отслаиваются от основной массы породы в виде крупных чешуй (2×5 м). Иногда почковидные марганцевые корки встречаются в виде отдельных изометрических «лепешек» размером от 0,2 до 3 м<sup>2</sup>. Почти повсеместно известняки покрыты коричневатобурой коркой. Данные визуальных наблюдений показывают, что транспортировка рудного вещества осуществлялась по линейным зонам тектонических нарушений. В ряде случаев подводящими каналами гидротерм служили трубообразные тела, залеженные по зонам пересечения трещин различного простирания. Эти процессы привели к формированию как ориентированных линейно, так и изометрических участков интенсивного избирательного омарганцевания.

Подводная гора Июльская расположена в центральной части восточного блока Углового поднятия. Анализ батиметрических карт и схем показывает преобладающее рельефообразующее значение линеаментов СЗ 300°. В меньшей степени проявлены структуры СВ 60°. Глубже 1500 м склон имеет среднюю крутизну 30°, далее расположена закономерно террасированная выпуклая вершинная поверхность горы. Субгоризонтальные террасы разделены крутыми уступами, которые являются древними клифами. Вершина подводной горы (980 м) представляет собой абразионный останец высотой около 20 м. Склоны останца крутые (до 60°). По данным наблюдений из ПА, на глубинах 1020—1000 м и глубже обнажаются рифогенные известняки.

Подводная гора Якутат расположена на восточном фланге восточного блока Углового поднятия и является крупнейшей из всех подводных гор региона. В плане она имеет неправильные, угловатые очертания, определяемые в основном линеаментами СЗ 315° и С 0±5°. Меньшее значение имеют структуры субширотной и северо-восточной ориентировки. Подводная гора разделена седловиной глубиной 2500 м на западную и восточную части, имеющие общее основание. Западная часть горы представляет собой линейную возвышенность субмеридионального простирания, увенчанную тремя вершинами на глубинах соответственно 1116, 1133 и 1485 м. Очертания восточной части горы определяются линеаментами СВ 315°. Вершина горы расположена на глубинах около 1100 м.

Глубже 1500 м средняя крутизна склонов горы составляет 30°, выше отмечается выпуклая террасированная вершинная поверхность. Наиболее протяженная терраса расположена на глубинах 1250—1230. Над поверхностью выравнивания возвышаются отдельные конические останцы высотой около 100 м. Склоны останцов крутые (20—30°) и осложнены субвертикальными уступами высотой около 1 м. В диапазоне глубин 1200—1100 м обнажаются кавернозные рифогенные известняки.

Обобщая полученные данные, можно выделить следующие особенности истории развития подводных гор региона. Угловое поднятие подразделяется на два тектонических блока — западный и восточный, отличающихся по направлению генерального простирания структуры. Ориентировка линеаментов, определяющих контуры подводных гор, как правило, не совпадает с направлением генерального простирания тектонических блоков. Так, в пределах западного блока с простиранием СВ 60° наибольшее рельефообразующее значение имеют структуры СЗ 300—315°. Для подводных гор восточного блока, ориентированного на СВ 300°, контуры отдельных поднятий в основном заложены по линеаментам СВ 60—70°. Зоны трещиноватости, выявленные в рифогенных известняках, преимущественно ориентированы по простиранию длинных осей подводных гор.

Наиболее интенсивно тектонические процессы проявлялись на краевых горах Углового поднятия — Рокковой и Якутат. Вершина горы Рокковой разделена на отдельные блоки разломами СВ 60—70°. Гора Якутат испытывает влияние в основном субмеридиональных дислокаций.

Наиболее молодыми являются структуры, ориентированные несогласно по отношению к генеральному простиранию каждого из двух блоков Углового поднятия. Так, на горе Рокковой в течение последнего тектонического цикла были активны структуры СВ 60—70°.

В генетическом отношении горы Углового поднятия являются мощными коралловыми постройками, развитыми на вулканическом цоколе. По данным драгировок, рифогенные известняки отмечаются на глубинах до 1700 м, что свидетельствует о значительном погружении структуры.

Все подводные горы прошли в своем развитии стадию нормального атолла, о чем свидетельствует отсутствие выходов вулканических пород на их вершинах. В результате субаэрального этапа развития коралловые постройки лишились основных морфологических черт атоллов — лагуны и кольцевого рифа. Небольшая длительность субаэрального этапа была причиной неполного абразионного срезания верхних частей коралловых построек, поэтому подводные горы региона не превратились в гайоты.

Выпуклый профиль вершинных поверхностей гор и наличие нескольких уровней абразионных террас свидетельствуют о скачкообразных эвстатических колебаниях уровня океана или о прерывистых вертикальных тектонических движениях структуры.

Судя по сходным геоморфологическим характеристикам подводных гор, близких уровню перехода от крутых склонов к террасированным вершинным поверхностям (около 1500 м), амплитуды опусканий примерно одинаковы для всей морфоструктуры и отражают ее структурно-тектоническое единство.

Результаты проведенных работ могут быть использованы для генетической типизации подводных гор Мирового океана и найдут применение при решении проблемы образования гайотов, остающейся дискуссионной до настоящего времени [1]. Некоторые исследователи [2,3] не разделяют точки зрения об абразионном происхождении плоских вершин гайотов. На примере подводных гор Углового поднятия нами показана ведущая роль процессов абразионного выравнивания при превращении коралловых построек в гайоты.

В заключение следует отметить, что для полного абразионного срезания вершины рифовой постройки необходим относительно длительный субаэральный этап развития.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. *Касьяненко Л. Г., Карельсон Р. Ш.* К вопросу о происхождении гайотов // Геоморфология. 1981. № 1. С. 69—72.
2. *Nayadu Y. R.* Origin of seamounts terraces and guyots as suggested by petrographic evidence from Cobb and Bowie seamounts // 10-th Pacific Sci. Congr. Abs. 1961. P. 382—386.
3. *Fornary D. J., Ryan W. B., Fox P. J.* The evolution of craters and calders on young seamounts in sights from sea mark I and sea beam sonar surveys of small seamounts group near the axis of the East Pacific Rise at  $\square \emptyset^\circ$  N // J. Geophys. Res. 1984. B. 89. № 13. P. 11069—11073.

ПИНРО

Поступила в редакцию  
2.XII.1987

#### GEOMORPHOLOGY OF THE CORNER HIGH SEAMOUNTS (NORTH ATLANTIC)

IVANOV V. I., LOMAKIN I. E., SOROKIN A. L., MOROZENKO V. R.

#### S u m m a r y

New data on the Corner High (SE Newfoundland) seamounts relief are presented. Main directions of lineaments are determined. The structure proved to undergo a considerable descent (about 1700 m). It is also shown that the seamounts had not been turned into guyots because of short duration of the subaerial stage of their development.