

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОДВОДНЫХ ГОР И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИИ ДНА ТИХОГО ОКЕАНА

Д. Е. Гершанович

Особенность геоморфологии дна Тихого океана — необычайно широкое распространение в его пределах подводных гор. Как известно, к подводным горам относятся изолированные поднятия, возвышающиеся над окружающим дном не менее чем на 1 км, в некоторых случаях на 0,5 км, и имеющие горообразную форму с хорошо выраженными вершиной и склонами. Но наряду с ними на дне есть поднятия и меньшего размера, которые обычно не учитываются как горы. К ним относятся и так называемые абиссальные холмы, свойственные многим глубоководным областям Тихого и других океанов. Количество таких холмов определить трудно, но, несомненно, оно очень велико; их во много раз больше, чем подводных гор. Не случайно, что некоторые глубоководные равнины ложа океана с морфоструктурной точки зрения уже давно характеризуются как абиссальные холмы. Б. Хизен и другие специально выделяют их в качестве отдельного структурного элемента глубоководных котловин ложа океана (Heezen et al., 1959, 1963).

Уже сравнительно давно Г. Менард (1966) пришел к выводу о том, что число подводных гор в Тихом океане достигает 10000. Н. И. Ларина (1975) полагает, что их меньше — более 6500 высотой свыше 0,5 км и примерно 4200 высотой свыше 1 км — без учета гор к западу от Марианского желоба. Так как многие обширные районы Тихого океана, особенно на юге и юго-востоке, изучены недостаточно и редкая экспедиция, выполняющая океанографический промер или геоморфологические работы в этих районах, не сопровождается открытием новых подводных гор, видимо, действительное число тихоокеанских подводных гор ближе к данным Г. Менарда.

Среди тихоокеанских подводных гор преобладают вулканы (Менард, 1966). По последним данным, подводные вулканические горы составляют до 80—90% от общего числа подводных гор в Тихом океане (Агапова и др., 1979) и вместе с абиссальными холмами, которые также нужно рассматривать в своей основной части как вулканические образования, во многом определяют общий морфологический облик большинства глубоководных областей Тихого океана. Об этом свидетельствуют новейшие батиметрические и физиографические карты и профили.

Подводные вулканы, возникшие в прежние геологические эпохи и прекратившие свою деятельность, несомненно, сопряжены с активным кайнозойским и современным вулканизмом в пределах так называемого тихоокеанского вулканического кольца, куда входят прибрежные орогенные пояса континентов и островные дуги. Здесь расположено свыше 500 вулканов, которые действовали в течение голоцена (Святловский, 1975). Во впадине Тихого океана действующие вулканы известны лишь на Гавайских островах и о-вах Тубуайи (Ларина, 1975). Определенных данных о новейших извержениях подводных вулканов Тихого океана, за единичными исключениями, нет.

Подводные горы вулканического происхождения составляют первый и наиболее распространенный генетический тип тихоокеанских подводных гор. Но наряду с ним выделяется еще два основных типа — вулкано-тектонические и тектонические подводные горы, образование которых связано не только с проявлениями вулканизма, но и с тектоническими движениями разного вида (Агапова и др., 1979). Если вулканические подводные горы могут быть встречены в пределах всех

важнейших морфоструктурных элементов дна Тихого океана — от подводных окраин материков до глубоководных желобов (Менард, 1966; Удинцев, 1972; Ларина, 1975; Heezen et al., 1973 и др.), то вулканотектонические и тектонические горы более сопряжены с определенными структурными областями океанического дна. Так, вулканотектонические горы особенно характерны для Восточно- и Южно-Тихоокеанского поднятий, т. е. для срединноокеанических хребтов, тектонические горы — для периферийных районов океана, островных дуг. Вулканизм здесь не выступает как ведущий горообразующий фактор, а действует либо совместно с тектоническими движениями разного вида, либо по своему значению отходит на второй план (Агапова и др., 1979).

Подводные горы разного генетического типа в соответствии с различиями в образовании и строении выделяются своими морфологическими особенностями, спецификой положения в пределах океанских морфоструктур, степенью проявления геофизических аномалий, отношением к глубинному строению дна (Менард, 1966; Удинцев, 1972; Конюхов, 1974; Городницкий, 1975; Гершанович и др., 1977).

Наиболее четкая своего рода классическая форма подводной горы, как правило, у подводных вулканов. В Тихом океане многие из них хорошо изучены. Некоторые вулканы достигают высоты над дном 3—5 км, а вулканы о-ва Гавайи, поднимающиеся над Гавайским рвом на 9770 м, очевидно, самые высокие горы в мире. Даже в тех случаях, когда подводные вулканы встречаются не в виде единичного горообразного поднятия дна, а образуют небольшие хребты, гряды и линейные цепи на пологих валообразных повышениях дна или когда сосредоточены в виде узловых или площадных скоплений, они сохраняют или сравнительно мало меняют свои характерные морфологические черты. История формирования и существования этих подводных вулканов исчисляется от одного или нескольких миллионов до многих десятков миллионов лет, т. е. от четвертичного периода до мелового. За это время вулканы меняли свои размеры, глубинное положение, могли быть островами, атоллами; однако чаще всего их форма лишь моделировалась, а горообразный облик оставался неизменным (Menard and Ladd, 1963; Менард, 1966; Heezen et al., 1973). Рост вулканов, их поднятие и опускание вместе с окружающим дном или поднятие и опускание только самого вулканического сооружения, абразия вершин или появление на них осадочных либо дополнительных лавовых чехлов, естественно, сказывались на строении и форме значительного числа подводных вулканов. Образовывались плоские вершины, склоновые ступени и шлейфы или, наоборот, понижения дна, окаймляющие склоны у оснований. Плосковершинные горы (гайоты) в Тихом океане, видимо, развиты в больших масштабах, чем это предполагалось ранее (Hamilton, 1956; Nayudu, 1962; Менард, 1966; Heezen et al., 1973 и др.).

Наряду с линейным расположением подводных вулканов на дне Тихого океана, небольшими скоплениями в местах пересечения разломов разного вида и направления (рис. 1), наряду с единично стоящими вулканами встречаются области массового, площадного развития подводных вулканов (рис. 2) (многие десятки и даже сотни), что особенно характерно для Тихого океана. Области с большим числом достаточно четких вулканических образований известны на абиссальных глубинах в районах гор Мид-Пацифик, Меп-Мейкер, Магеллановых гор, гор Музыкантов, Математиков, западнее Калифорнии и др. Скопления подводных гор свойственны также некоторым участкам центрально- и западнотихоокеанских хребтов и валов (Лайн, Маркус-Неккер, Каролинского, Туамоту и др.). Участки абиссального дна с площадным развитием подводных вулканов, видимо, специфичны для строения и геоморфологии больших глубин Тихого океана. Их можно рассматривать

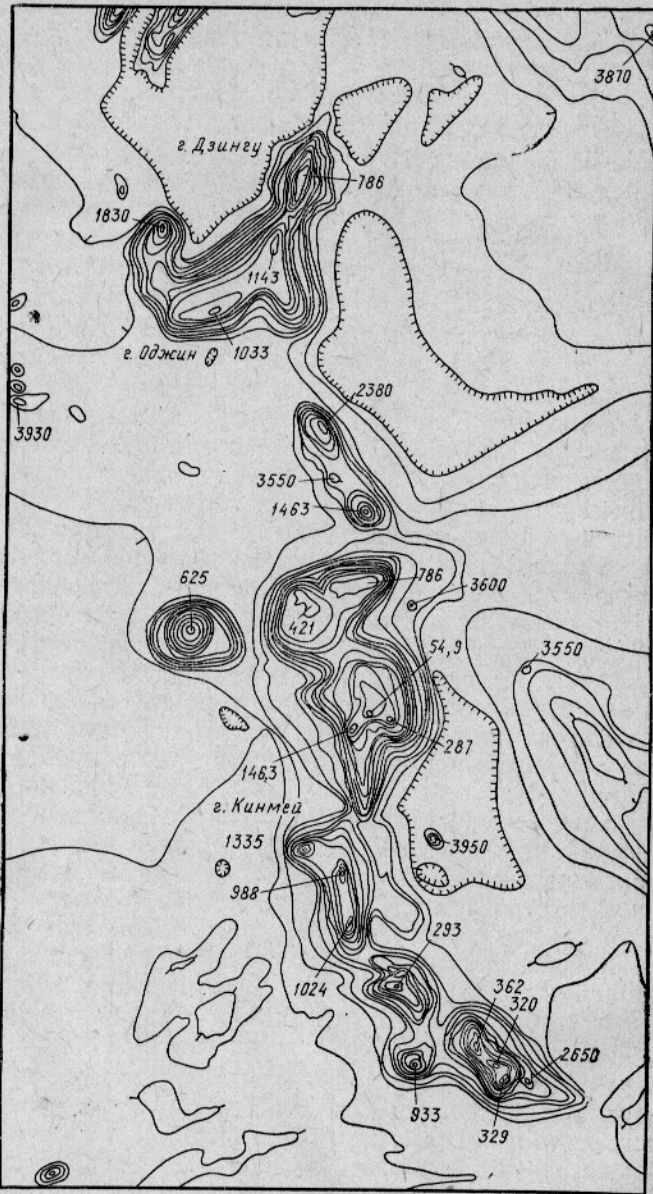


Рис. 1. Подводные горы в южной части Императорского хребта (Chase et al., 1970) (здесь и далее глубины в фатмах).



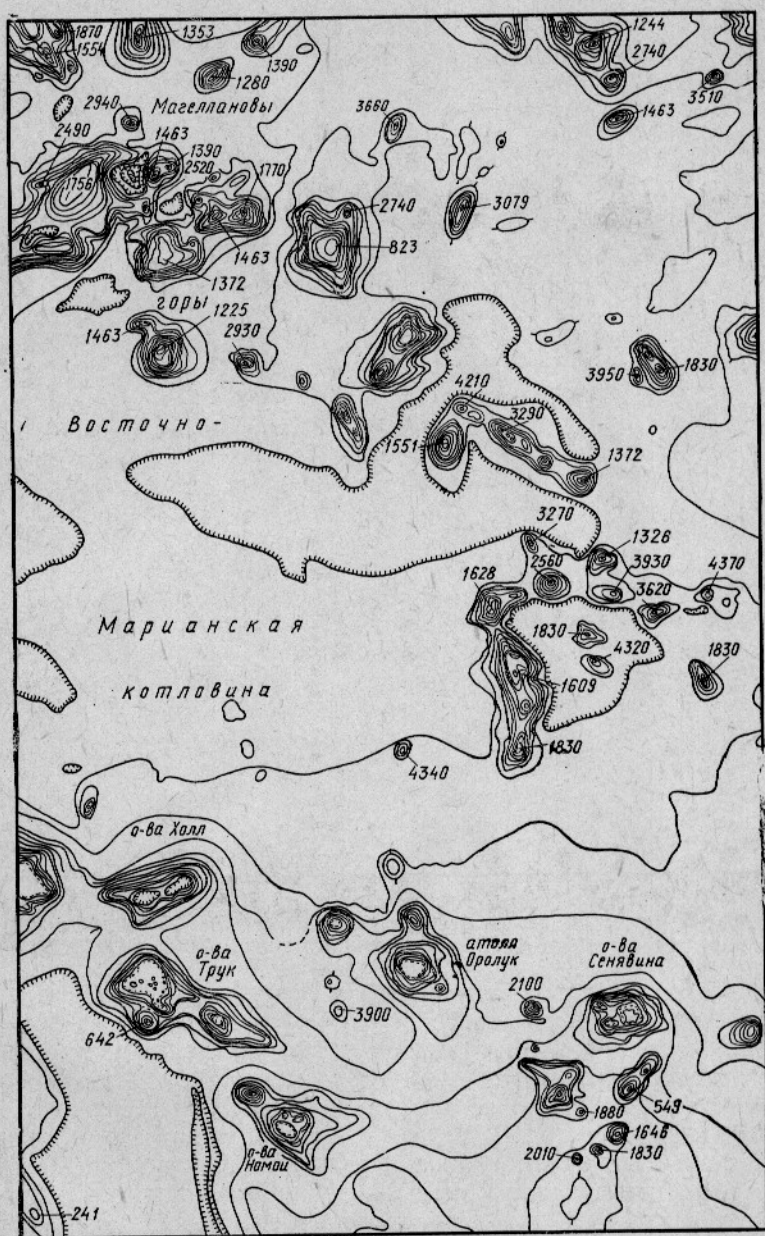


Рис. 2. Магеллановы горы и смежные острова и атоллы на севере Каролинских островов (Chase et al., 1970).

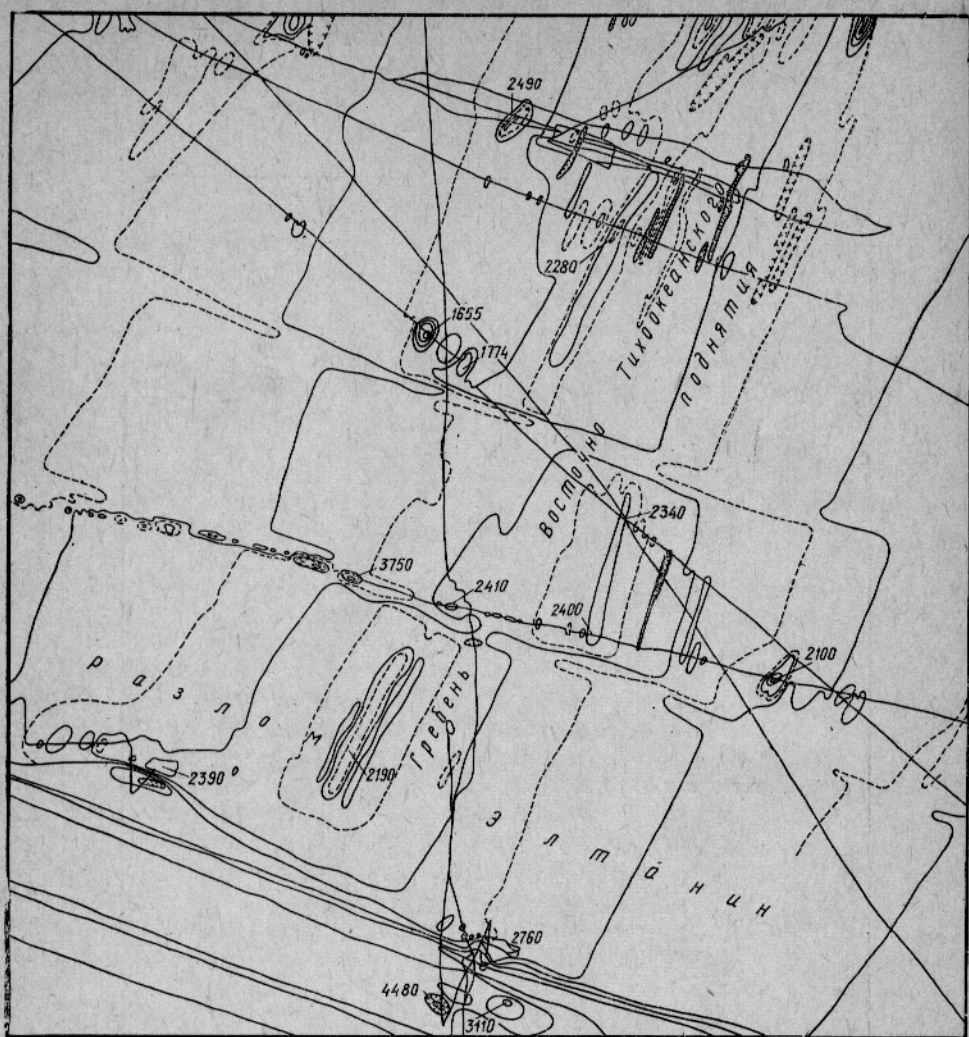


Рис. 3. Подводные горы на исследованных участках гребня Восточно-Тихоокеанского поднятия в районе разлома Элтанн (Mammerickx et al., 1973).

в качестве самостоятельных элементов в рельефе и структуре глубоководных океанических котловин.

Глубинные очаги подводных вулканов, по данным исследований последнего времени, достигают 100—200 км и уходят в астеносферный слой мантии (Vaker, 1973), т. е. расположены за пределами океанической коры (Агапова и др., 1979).

Вулкано-тектонические горы морфологически неоднородны: вершины их осложнены пиками, склоны — ступенями, общая форма часто удлиненная, а при ограничении сбросовыми смещениями — угловатая. Горы этого типа нередко образуют локальные хребты и гряды, разделенные вытянутыми ложбинообразными понижениями, порой смещенными друг относительно друга. Поскольку они особенно характерны для Восточно- и Южно-Тихоокеанского поднятий, на их расположение и морфологию влияют своеобразная рифтовая зона поднятий и ее многочисленные пересечения крупными и мелкими разломами, в том числе и трансформными. Горы этого типа могут встречаться и вне гребневой зоны поднятий, на их склонах, но там их морфология не столь отлична от морфологии других подводных гор. Связь с рифтовыми зонами обус-

ловливает значительно меньшую глубину вулканических очагов и гораздо меньший возраст гор. Находясь в пределах срединноокеанического хребта, который рассматривается как одно из наиболее молодых образований в Тихом океане, вулкано-тектонические горы, таким образом, отличаются от обычных вулканических не только морфологически, но и структурно-генетически. Достаточно полно оценить их общее число, по-видимому, еще невозможно. Детальное изучение геоморфологии Восточно- и Южно-Тихоокеанского поднятий, особенно их гребневой зоны и участков пересечений с трансформными разломами, как это выявилось на Срединно-Атлантическом хребте, может показать, что вулкано-тектонических гор в Тихом океане (рис. 3) значительно больше, чем принято считать в настоящее время.

Вулканические и вулкано-тектонические горы на большей части ложа Тихого океана слагаются главным образом оливниновыми и толеитовыми базальтами, состав которых определяется их тектоническим положением в системе структур дна океана. Подводные горы, расположенные с континентальной стороны андезитовой линии, образованы андезитами и пирокластическими породами, базальты здесь имеют резко подчиненное значение. Детальное изучение гайотов в северо-западной части Тихого океана показало, что в осадочных шапках вершин расположенных здесь подводных гор встречаются разнообразные планктонные, а в некоторых случаях бентогенные осадки. Здесь же встречены и вулканические породы базальтового и андезитового состава. Среди осадочных пород вершинной поверхности подводных вулканов Гавайского и Императорского хребтов прослеживается систематическое ослабление карбонатных компонентов по мере движения к северу (Гершанович и др., 1977). Исследования в заливе Аляска также показали изменчивость в составе пород на вершинах подводных гор по мере удаления от центра залива. Уменьшается количество обломков базальтов, туфогенных песчаников, пирокластов, появляются галечники полимиктовых песчаников, сланцев. Почти на всех изученных горах в тонком покрове осадков наблюдаются фораминиферы, на некоторых — вулканические частицы. Это видно из следующих данных:

Подводная гора	Глубина, м	Состав пород
Джакомини	727	Фораминиферовый песок
Квинн	890	Щебень полимиктового песчаника, аргиллита, кремнистого и биотитово-кварцевого сланца, фораминиферовый песок
Сарвейор	575	Галька и щебень туфогенного песчаника, пеплового туфа, базальта, сланцев, фораминиферовый песок
Дарджин	1125	Гравий туфогенных пород, пемза
Эпплквист	1090	Гравий базальта
Уэлкер	810	Туфогенный и полимиктовый песчаник, базальт, вулканический песок, фораминиферы
Браун	1495	Щебень вулканических пород
Бови	103	Гравий базальта, вулканический песок
Деллвуд	657	Туф, гиалобазальт
Паттона	529	Галька полимиктового песчаника
Кови	650	Туф
Фарис	1570	Галька базальта
Миллер	2430	Фораминиферовый песок

Различное происхождение тектонических подводных гор влияет и на их морфологию. В зависимости от своего расположения на подводных окраинах, в системах островных дуг они связаны с корой континентального или переходного типов; в их строении могут участвовать осадочные и метаморфические породы. Геофизические аномалии над этими подводными горами не выражены. Особенности возраста и про-



исхождения тектонических гор, как и состава слагающих пород, определяются общим развитием структурного элемента дна, в пределах которого они находятся.

Большое число подводных гор на дне Тихого океана во многом определяет высокую степень расчлененности его рельефа, которая, возможно, не уступает расчлененности суши и даже превосходит ее, хотя ее формы, естественно, иные. Слабое участие в рельефообразовании эрозионно-денудационных факторов заменяется усилением роли вулканической и переходной коры и их осадочных слоев на обширных площадях дна океана, многочисленные разрывные зоны с вертикальными и горизонтальными смещениями, разломы, рифтогенез, пересечения различных по генезису тектонических структур лежат в основе повышенной проницаемости дна для всех проявлений магматизма. Там же, где мощность коры достаточно велика, где интенсивно осадконакопление, на подводных окраинах континентов, материковых склонах (геомаргинальные области), в зонах островных дуг (геосинклинальные области) активный тектогенез с сопутствующим вулканизмом также выступают в качестве ведущих факторов формирования сильно расчлененного подводного рельефа и расположенных здесь подводных гор.

Сушественно, что размещение подводных гор и их типов в Тихом океане связано с неоднородностью геологического строения и рельефа дна. При всем единстве тихоокеанского региона, как специфического сегмента поверхности Земли, в океане достаточно отчетливо выделяется несколько частей, различных по геоморфологии, геофизическим характеристикам и геологическому строению (Менард, 1966; Пушаровский, 1972; Удинцев, 1972; Красный, 1977, 1978 и др.). Эти различия хорошо видны в пределах самой впадины океана, на подводных окраинах континентов в его континентальном обрамлении. Результаты геолого-геофизических работ последних лет, детальные геоморфологические исследования во многих районах, глубоководное бурение и интерпретация его данных подтвердили необходимость дифференцированного подхода к геологии Тихого океана.

В западной части Тихого океана рельеф очень сложен и расчленен как в приконтинентальных областях, где расположены окраинные морские бассейны, островные дуги и глубоководные желоба, так и вне их, где развиты многочисленные глубоководные котловины и разделяющие их системы океанических хребтов и валов, поднятия и возвышенности. Именно здесь особенно много вулканических подводных гор, в том числе и гайотов, и наиболее значительных площадных скоплений вулканов. Примерно из 2000 гор с глубиной вершин менее 2000 м свыше двух третей приходится на западную часть Тихого океана. Большие площади расположены на глубинах свыше 5000 м, составляющих уровень дна многих Западно-Тихоокеанских котловин, тогда как на востоке такие глубины встречаются гораздо реже. Для структурных элементов, расчленяющих дно на западе океана, характерны субмеридиональные направления. В этом же направлении простирается основной линейament, отделяющий западную и восточную части Тихого океана. Он был выделен Л. И. Красным (1978) как Великий Тихоокеанский геораздел, простирающийся примерно на 15000 км от возвышенности Обручева через Императорский ров, Гавайский хребет, хребет Лайн и систему крупных хребтов в центре Тихого океана и далее к Новозеландскому плато. Как видно из входящих в него составных структурных частей, он имеет гетерогенное строение, неоднороден по геоморфологии, геологическому возрасту и происхождению и в свою очередь сосредоточивает многие сотни подводных вулканов.

В восточной части Тихого океана, включая и южные районы, структурный план более прост. Здесь расположены срединно-океанический хребет, представленный Восточно- и Южно-Тихоокеанским поднятиями, системы протяженных трансформных разломов, пересекающих эти поднятия преимущественно в субширотных направлениях, и глубоководные котловины, как и на западе отделенные друг от друга хребтами и валообразными поднятиями. Сочетание субмеридиональных и субширотных простираний структурных элементов и их пересечение определяет блоковое строение зоны срединно-океанического хребта, которое достаточно резко выражено в рельефе, геофизических полях, размещении участков разного геологического возраста. В настоящее время Восточно- и Южно-Тихоокеанские поднятия рассматриваются как наиболее молодые образования в океане. Специфичная гребневая зона поднятий, рифты относятся к плиоцен-плейстоцену, фланги — к миоцену. Лишь нижние пологие склоны поднятий на глубинах 3500—4000 м и смежные участки котловин по их периферии более древние; здесь, по данным глубоководного бурения, отмечены палеогеновые и меловые отложения. Гребневая зона поднятий, занимающая осевое положение на востоке Тихого океана, отличается наибольшей тектонической активностью, одним из следствий которой является сосредоточение основного количества тектоно-вулканических гор. За пределами этой молодой и формирующейся зоны число гор резко уменьшается. Однако и на востоке Тихого океана есть области с большим числом подводных вулканов вне гребневой зоны, отмеченные выше.

Подводные горы и холмы в пределах трансформных разломов, как правило, невысоки, и их положение строго контролируется линиями смещений в самих разломах (рис. 4). На пересечениях этими разломами гребней Восточно- и Южно-Тихоокеанского поднятий число гор нередко увеличивается, а их строение и форма усложняются. Контрастность донного рельефа усиливается здесь вследствие большего воздействия глубинных процессов на рельефообразование в результате рифтогенеза и сопутствующих ему тектоно-вулканических проявлений (разломы Галапагосский, Элтанин и многие другие).

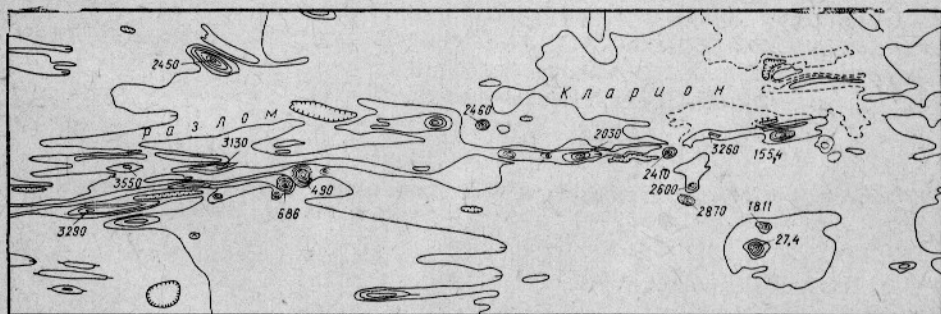


Рис. 4. Поднятия дна в зоне разлома Кларцион между 115 и 128° в. д. (Chase et al., 1970).

Карты распределения подводных гор в Тихом океане (Menard and Ladd, 1963; Менард, 1966; Ларина, 1975) подтверждают предположение о том, что в западной части Тихого океана подводных гор больше, чем в восточной. Правда, как уже отмечалось, на востоке и юге океана могут быть открыты новые подводные горы, и соотношение между числом известных гор по обе стороны Великого Тихооке-



анского геораздела может существенно измениться. Тем не менее, большая древность западной части Тихого океана, тектоническая неоднородность и подвижность дна, многочисленные и пересекающиеся разломы, несомненная связь с вулканизмом развитых здесь структур во многом определили распространенность подводных вулканов и их сохранность как форм подводного рельефа при последующей эволюции в условиях относительно слабого воздействия эрозионно-аккумулятивных процессов.

В некоторых районах восточной части Тихого океана, расположенных вне областей, связанных со срединно-океаническим хребтом, картина аналогична. Но в зонах Восточно- и Южно-Тихоокеанских поднятий, выделяющихся молодостью и спецификой тектонических процессов, образование подводных вулканов, видимо, не достигло такого повсеместного и мощного развития, как на западе. Формировавшиеся здесь подводные горы имели иную природу и сосредоточивались там, где тектоно-вулканические проявления достигали максимума, т. е. в зоне активного рифтогенеза и взаимодействия с трансформными разломами.

Абиссальные холмы на востоке Тихого океана распространены больше, чем на западе. Их связь со склонами срединно-океанического хребта и смежными участками глубоководных котловин выражена в Тихом океане столь же отчетливо, как и в других океанах и возможно обусловлена приближением очагов вулканизма к поверхности дна.

### Заключение

Подводные горы, наиболее характерные элементы расчленения рельефа дна Тихого океана, встречаются во всех структурных его частях и почти на всех глубинах. Среди подводных тихоокеанских гор, как и в других океанах, выделяются три основных генетических типа — вулканические, вулкано-тектонические и тектонические горы. Наиболее распространены вулканические горы. Широко развиты гайоты.

Устанавливаются различия в числе, генетических типах и особенностях распределения подводных гор в западной, более древней и сложной по геологическому строению и рельефу части Тихого океана и более молодой, связанной со срединно-океаническим хребтом восточной части. Граница между частями проходит в зоне Великого Тихоокеанского геораздела (Красный, 1978). В восточной части Тихого океана широко развиты в пределах склонов срединно-океанического хребта и глубоководных котловин абиссальные холмы. Возможно открытие новых подводных гор при исследованиях подводного рельефа в восточных и южных областях Тихого океана.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- Основные генетические типы подводных гор и некоторые особенности их распространения [Г. В. Агапова, Д. Е. Гершанович, Б. Н. Котенев, Н. И. Ларина, Г. Б. Удинцев]. — Геоморфология, 1979, № 2, с. 3—12.
- Гершанович Д. Е. Основные итоги новейших исследований рельефа и донных отложений промысловых районов крайнего севера Тихого океана. — Труды ВНИРО, 1970, т. 70, с. 15—42.
- Гершанович Д. Е., Конюхов А. И., Лисицын А. П. Основные черты геоморфологии Императорского и Гавайского хребтов. — Труды ВНИРО, 1977, т. 119, с. 65—79.
- Городницкий А. М. О структуре аномальных геофизических полей над подводными горами. — Океанология, 1975, т. 15, вып. 2, с. 276—281.
- Конюхов А. И. К геоморфологии подводных гор в Тихом океане. — Труды ВНИРО, 1974, т. 98, с. 120—135.
- Красный Л. И. Проблемы тектонической систематики. — М.: Недра, 1977. — 176 с.
- Красный Л. И. О Великом Тихоокеанском георазделе. — Доклады АН СССР, 1978, т. 242, № 5, с. 1148—1151.

94. Ларина Н. И. Горы Тихого океана. — Океанология, 1975, т. 15, вып. 1, с. 89—
- Менард Г. У. Геология дна Тихого океана. — М.: Мир, 1966. — 276 с.
- Пушаровский Ю. М. Введение в тектонику тихоокеанского сегмента Земли. — М.: Наука, 1972. — 224 с.
- Святловский А. В. Региональная вулканология. — М.: Недра, 1975. — 224 с.
- Удинцев Г. Б. Геоморфология и тектоника дна Тихого океана. — М.: Наука, 1972. — 394 с.

- Baker P. E. Islands of the South Atlantic in the oceans, basins and margins. Plenum Bull. Corp., N.-Y., 1973, v. I, p. 493—553.
- Hamilton E. L. Sunken islands of the Mid-Pacific mountains. Mem Geol. Soc. Amer., 1956, v. 64, 97 p.
- Heezen B. C., Matthews J. L., Catalano R., Natland L., Coogan A., Tharp M., M. Rawson. Western Pacific guyots. DSDP, Leg 1973, 20, p. 653—702.
- Heezen B. C., H. W. Menard. Topography of the deep-sea floor. The Sea, 1963, v. 3, p. 233—280.
- Heezen B. C., Tharp M., Ewing M. The floor of the oceans. I. North Atlantic. Geol. Soc. of America Sp. Pap. 1959, N 65, 122 p.
- Menard H. W., Ladd H. S. Oceanic islands, seamounts, guyots and atolls. The Sea., 1963, v. 3, p. 365—337.
- Nayudu Y. R. A new hypothesis for origin of guyots and seamount terraces. Crust of Pacific Basin. Geoph. Monogr., 1962, 6, p. 171—180.
- Chase T. E., Menard H. W., Mammerickx J. Bathymetry of the North Pacific. Scripps Instit. of Oceanogr. and Instit. of Mar. Res., 1970, charts 1—10.
- Mammerickx J., Smith S. M., Taylor I. L., Chase T. E. Bathymetry of the South Pacific. Scripps Instit. of Oceanogr. 1973, charts 11—21.

**The distribution of sea mounts and some geological characteristics of the bottom in the Pacific**  
**Gershanovich D. E.**

**S U M M A R Y**

Sea mounts are important elements in the disintegration of the Pacific bottom. They occur in all structural regions at most depths. Sea mounts belong genetically to three main types: volcanic, volcano-tectonic and tectonic, the first type being more widely distributed. Guyots are well developed. The west part of the Pacific is separated from the east part with the Great Pacific geological boundary. The more ancient west part is characterized with a more complicated relief and predominance of sea volcanoes. Most sea mounts in the east part connected with the Mid-ocean ridge are distributed in the reef zone, especially in points where the zone is intersected with transformed fractures. „Abyssal hills“ occur on the foot and slopes of the ridge as well as in adjacent parts of deep-sea basins.

УДК 551.462(—923.1/3)

**ГЕОМОРФОЛОГИЯ ПОДВОДНОЙ ОКРАИНЫ  
 ЗАПАДНОЙ АНТАРКТИДЫ**

**Б. Н. Котенев, Д. Е. Гершанович, И. П. Зарихин, Б. Н. Варечкин**

Рельеф дна тихоокеанского и атлантического секторов Антарктики, в том числе областей между ними, изучался в последнее время многими исследователями (Авилов, Гершанович, 1966; Гершанович, Дмитриенко, 1972, 1975; Живаго, 1965, 1967, 1971, 1975 а и б; Удинцев, 1972; Хаин, 1971; Хейс, 1978; Barker and Griffiths, 1972; Dalziel and Elliot, 1973; Heezen, Johnson, 1965 и др.) Батиметрические карты этих районов включены в Атласы Антарктики (1966) и океанов (1974, 1977). Однако имеющиеся данные не позволяют достаточно полно судить о важнейших закономерностях морфоструктуры этой наиболее сложной в геоморфологическом отношении части Антарктики. Исследования последнего времени показывают, что многие представления о подводном рельефе обширного региона от моря Беллинсгаузена до