

## НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 551.462(265.7)

Г. В. АГАПОВА, Н. Л. ЗЕНКЕВИЧ, Г. Б. УДИНЦЕВ  
К МОРФОЛОГИИ ЖЕЛОБОВ ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
ТИХОГО ОКЕАНА

Желоба юго-западной окраины Тихого океана образуют сложную систему, состоящую из краевых геосинклинальных впадин и желобов-разломов. К геосинклинальному типу относятся желоба Ново-Гвинейский, Манус, Ново-Британский, Ново-Гебридский, Тонга, Кермадек и ряд других, сопряженные, как правило, с развитыми островными дугами. Предполагают, что их образование связано с пододвиганием океанических плит под островные дуги (Ушаков, Красс, 1968; Isaks, Oliver, Sykes, 1968). Желоба-разломы — Муссау, Лира, «Витязя» — занимают в этой системе подчиненное положение и образованы, по-видимому, в результате разрывных движений коры в зонах трансформных разломов (Удинцев, Дмитриев, 1971).

Несмотря на то, что большинство желобов в этом районе обнаружено давно, детальных геофизических исследований в них почти не проводилось, в связи с чем к настоящему времени имеется еще мало данных о природе каждого типа желобов. Различия между геосинклинальными желобами и желобами-разломами проявляются главным образом в морфологии, характере геофизических полей и строении осадочной толщи. Морфологически различны крупные черты их строения. В отличие от геосинклинальных желобов, имеющих дугообразную форму и значительную протяженность, желоба-разломы прямолинейны и по протяженности не превышают, как правило, 200—300 миль. Их поперечные профили более симметричны, нежели у геосинклинальных желобов. Величины теплового потока в желобах-разломах обычно повышены, гравитационные и магнитные аномалии в них четко выражены и специфичны. Кроме того, на дне желобов-разломов могут накапливаться значительные по мощности толщи осадков.

В 49-м рейсе научно-исследовательского судна Института океанологии АН СССР «Витязь» были детально изучены два желоба-разлома — Муссау и «Витязя», а также северная оконечность желоба Тонга и южная половина Ново-Гебридского желоба. Данные по рельефу дна позволили уточнить топографию желобов и составить для них новые батиметрические карты. Подводное фотографирование обнаружило разнообразие форм микрорельефа и сложность современных рельефообразующих процессов на различных участках склонов желобов.

Изучение подводного рельефа в 49-м рейсе, как и в предыдущих рейсах «Витязя», проводилось с помощью прецизионных регистраторов глубин «Ладога». Для фотографирования поверхности дна океана использовались созданные в Институте океанологии автоматические под-

водные фотоустановки ПФ-68 и СПФ-69. Эти установки позволяют получать серии фотографий дна (до 200—250 снимков) практически на любых глубинах. Съемка производилась на дрейфе судна в среднем через 1—3 мин. При этом расстояние между соседними кадрами на дне составляет 25—80 м. Такой метод фотосъемки дает представление о полосе дна шириной 3—4 м и длиной несколько километров. На все время фотографирования дна на станциях включался эхолот-самописец, что позволило достаточно точно привязать полученные «фоторазрезы» к подводному рельефу и отдельным его формам.

**Желоб Муссау** представляет собой разлом типа сбросо—надвига почти меридионального простираения, протяженностью около 250 миль. С севера он ограничен разломом Тайвань-Айянте, на юге соединяется с желобом Манус (Западно-Меланезийским). Желоб Муссау не сопряжен с островной дугой, а является внутриокеаническим. Он разделяет два разновысоких блока Восточно-Каролинской котловины, в связи с чем поперечные профили его слегка асимметричны (рис. 1). Восточный склон, прилегающий к приподнятому блоку, круче и выше западного. Верхняя часть его увенчана узким расчлененным гребнем. Средняя крутизна восточного склона желоба 10—12°, а на отдельных участках в верхней части на глубинах 2500—4500 м достигает местами 20—30°. Средняя крутизна западного склона составляет 5—7°. Восточный склон расчленен сильнее западного, на нем имеются гребни и депрессии, вытянутые по простиранию желоба. На эхограммах хорошо видна слоистость осадков, заполняющих депрессии. Дно желоба имеет ровную поверхность, ширина его немного превышает 1 милю. В процессе работ была измерена новая максимальная глубина желоба Муссау, которая равна 7028 м.

В желобе было сделано две серии фотографий дна: одна (ст. 6414) — в верхней части хребта, образующего восточный склон желоба, и другая серия (ст. 6412) — в нижней части этого же склона. На ст. 6414 было получено 22 фотографии на глубине от 2200 до 2600 м. Съемки дна начались на крутом участке склона, где обнаружены сплошные россыпи обломочного материала различной крупности и отдельные выходы коренных пород (рис. 1, а). Конец станции пришелся на выложенный участок склона, где создаются условия для отложения мелкого материала. Сильные придонные течения формируют здесь на поверхности осадков массивные прямолинейные валы, на которые местами наложены знаки ряби. Один из валов, имеющий ширину около 1 м, высоту 30—40 см и протяженность несколько метров, показан на рис. 1, б.

На ст. 6412 получено 55 фотографий дна в интервале глубин 5800—6200 м. Эта серия снимков дает представление о внешнем крае ступени в нижней части склона желоба. Поверхность ступени покрыта осадками, по-видимому, небольшой мощности, поскольку во многих местах они прерываются выходами коренных пород (рис. 1, в). На большинстве снимков видны следы деятельности донных животных, в основном илоедов, небольшие холмики и углубления в осадке, а также очень много спиральных валиков, оставленных, по всей вероятности, представителями кишечнодышащих животных — баланоглоссами. Одна спираль приходится здесь в среднем на 2,8 м<sup>2</sup> поверхности дна. Выходы пород, а также видимые около них промоины в осадках указывают на то, что здесь как и в районе предыдущей станции, действуют достаточно сильные придонные течения.

**Желоб «Витязя»** представляет собой трансформный разлом окраины переходной зоны. Он состоит из ряда вытянутых эшелонированных впадин, простирающихся с северо-запада по юго-восток примерно на 300 миль. К центральной впадине приурочена максимальная глубина желоба — 6150 м. Поперечные профили желоба симметричны, крутизна склонов составляет в среднем 10—15°, а на отдельных уступах достигает 25—30° (рис. 2, а). Юго-западный склон, примыкающий к приподнятому

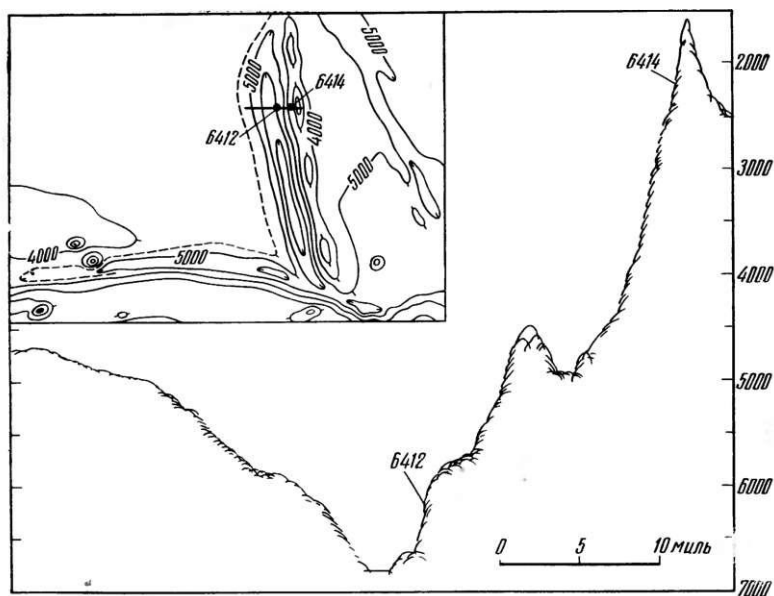
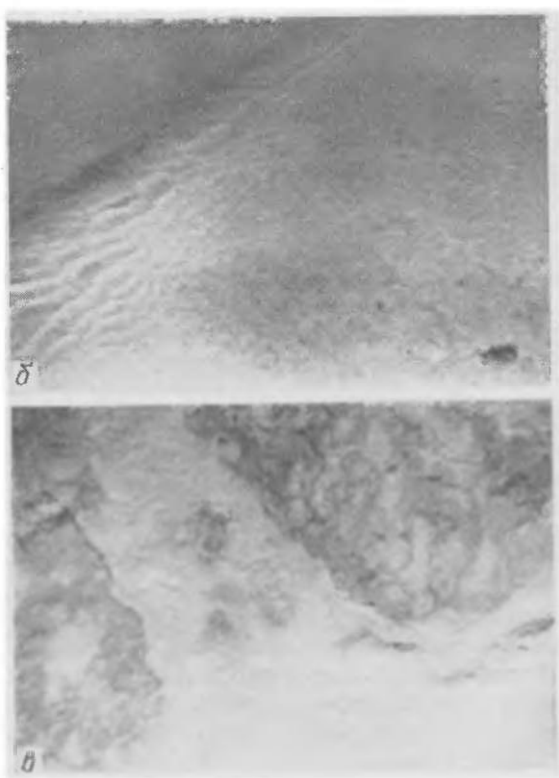


Рис. 1. а — Батиметрическая схема и эхолотный профиль желоба Муссау.  
Показаны положение и номера фотографических станций



б — Ст. 6414,  $1^{\circ}53'0''$  с. ш.,  $149^{\circ}00'8''$  в. д., глубина 2200—2600 м.

Верхняя часть восточного склона желоба. Площадь дна на каждом снимке около  $12 \text{ м}^2$ .

в — Ст. 6412,  $1^{\circ}52'3''$  с. ш.,  $148^{\circ}47'3''$  в. д., глубина 5800—6200 м.

Нижняя часть восточного склона. Площадь дна на каждом снимке около  $3 \text{ м}^2$ .

краю Фиджийского плато, выше северо-восточного. В верхней его части расположен гребень, высота которого достигает 500 м.

Почти повсеместно склоны желоба «Витязя» осложнены мелкими неровностями. Вдоль юго-западного склона, на глубине 5000—5500 м прослеживается узкая, заполненная осадками депрессия. Дно желоба выровнено, наибольшая его ширина (до 8 миль) отмечена в центральной впадине. К флангам плоское дно желоба суживается и выклинивается.

Серия фотографий на ст. 6400 состоит из 90 снимков. Она получена в верхней части юго-западного склона на глубине 3400—3800 м. На большинстве кадров видна однообразная поверхность осадков, нарушенная лишь следами роющих донных животных. В основном это мелкие холмики, ямки, а также длинные извилистые валики. На некоторых снимках отмечены спиральные валики баланоглоссов, многочисленных представителей оболочников в виде светлых образований на ножках, воткнутых в осадок. Заметная вытянутость в одном направлении всех мелких положительных форм микрорельефа указывает на наличие здесь вполне ощутимых придонных течений. Однообразие поверхности склона в таком значительном интервале глубин связано, вероятно, с обильным поступлением осадочного материала. Лишь на одной фотографии из 300 здесь отмечено обнажение коренных пород, приуроченное скорее всего к небольшому выступу на склоне. На поверхности скалы удобно разместился представитель роговых кораллов — горгонария (рис. 2, б).

Серия из 24 фотографий была получена на ст. 6405 в интервале глубин 4000—4500 м. Склон здесь круче, чем на предыдущей станции, глубина приближается к критической глубине растворения карбонатного материала, и осадочный покров начинает выклиниваться. Поэтому на снимках видны многочисленные выходы коренных пород и скопления каменистых обломков. В понижениях между скалами можно видеть небольшие участки рыхлых осадков со следами роющей донной фауны. Следов животных здесь заметно меньше, чем на предыдущей станции. В основном это закрученные в спираль валики баланоглоссов. С увеличением глубины количество выходов пород увеличивается, возрастает также и количество обломочного материала. Соответственно уменьшаются пятна рыхлых осадков. Обнаженные породы и промоины в осадках около отдельных обломков свидетельствуют о сильных придонных течениях (рис. 2, в).

В депрессии, расположенной в нижней части юго-западного склона желоба на глубине 5300—5420 м, получено 32 фотографии дна (ст. 6308). На снимках видна относительно ровная поверхность с рассеянным мелким обломочным материалом. Ближе к центру депрессии количество обломочного материала уменьшилось, а количество следов донных животных возросло: здесь на поверхности мягких осадков преобладают холмики и ямки, извилистые борозды и спиральные валики баланоглоссов. Как и на ст. 6400, здесь чувствуется присутствие течений, на что указывают вытянутые в одном направлении положительные формы микрорельефа. К сожалению, фотоснимков на дне желоба сделать не удалось, но можно предположить, что поверхность дна там аналогична поверхности на ст. 6408. Об этом свидетельствуют записи на эхограмме, где дно желоба на протяжении 8 миль представляет собой идеальную ровную поверхность.

На противоположном, северо-восточном склоне желоба «Витязя» сделана лишь одна фотостанция (6402), на которой было получено 30 снимков дна. Эта станция пришлась на небольшую ступень в нижней части склона, расположенную на глубине 5000—5050 м. Поверхность ступени покрыта осадками, на которых видны многочисленные следы роющих донных животных — в основном это холмики с несколькими отверстиями-кратерами на вершинах, извилистые широкие борозды со скульптурными краями, а также закрученные спиралью валики, образованные, как уже указывалось, баланоглоссами. Отдельные холмики имеют внуши-

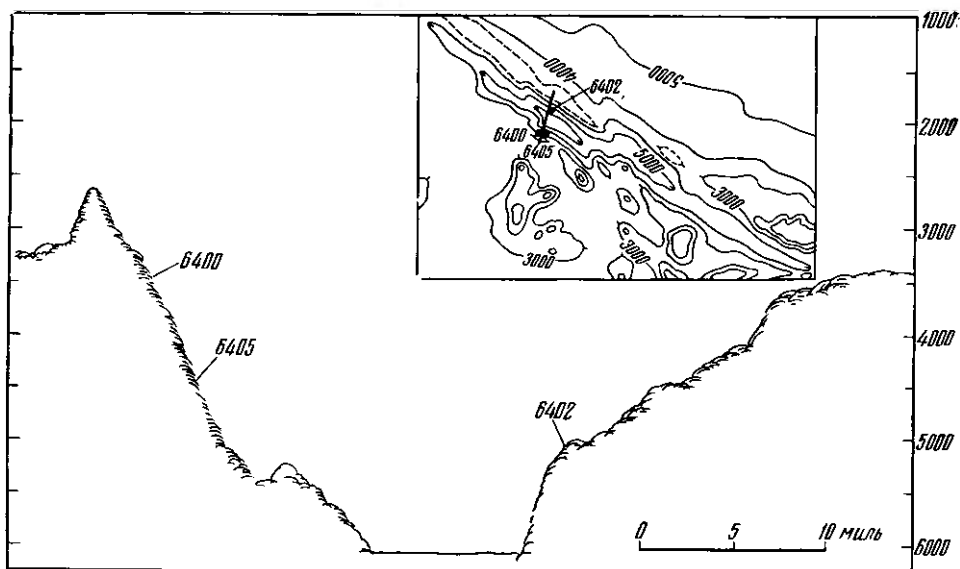


Рис. 2. а — Батиметрическая схема и эхолотный профиль желоба-разлома «Витязя». Показаны положение и номера фотографических станций.

б — Ст. 6400,  $10^{\circ}36'9''$  ю. ш.,  $170^{\circ}08'5''$  в. д., глубина 3400—3800 м.

Верхняя часть юго-западного склона желоба-разлома «Витязя». Площадь дна на каждом кадре около  $12 \text{ м}^2$ .

в — Ст. 6405,  $10^{\circ}30'9''$  ю. ш.,  $170^{\circ}04'8''$  в. д., глубина 4000—4500 м.

Средняя часть юго-западного склона. Площадь дна на каждом кадре около  $12 \text{ м}^2$ .

г — Ст. 6402,  $10^{\circ}15'0''$  ю. ш.,  $170^{\circ}19'0''$  в. д., глубина 5000—5050 м.

Нижняя часть северо-восточного склона. Площадь дна на каждом кадре около  $12 \text{ м}^2$ .



тельную величину — 60—80 см в поперечнике и 40 см высоты (рис. 2, г). Выходов твердых коренных пород и обломков на photographиях не видно, не заметно также и признаков деятельности придонных течений.

**Северная оконечность желоба Тонга** была пересечена несколькими галсами в районе  $15^{\circ}$  ю. ш. Здесь глубоководный желоб резко меняет свое простирание с субмеридионального на субширотное. При этом в месте поворота глубина продолжает оставаться очень большой — 7500 м. Поперечные профили желоба асимметричны: островной склон выше и значительно круче океанического, уклоны отдельных уступов достига-

ют 30° и более (рис. 3, а). В своих нижних частях оба склона желоба интенсивно раздроблены, особенно океанический. Некоторые исследователи этот участок желоба Тонга относят к трансформному разлому, ограничивающему Самоанский сегмент переходной зоны (Isacks et al., 1969).

В нижней части юго-западного склона желоба на глубине 5030—5070 м была получена серия из 29 фотографий дна. Несмотря на достаточно крутой склон, глубина во время съемки почти не менялась, так как дрейф на станции был направлен вдоль простирания склона.

Фотографии показывают, что склон желоба Тонга покрыт мягкими осадками, на поверхности которых (почти на каждом кадре) видны спиральные валики, оставленные баланоглоссами. В среднем одна спираль приходится здесь на 8 м<sup>2</sup> поверхности дна. Других следов животных на поверхности осадка не заметно. На 17 снимках из 29 можно видеть крупные угловатые обломки темных коренных пород, частично присыпанные илом (рис. 3, б). Интересно, что на всех участках, где на поверхности дна лежат обломки пород, за ними в направлении придонного течения вытягиваются аккумулятивные шлейфы. Фотография, полученная американскими исследователями (ст. А-1) в нижней части противоположного, океанического склона желоба Тонга на глубине 6613 м, показывает очень сходную со ст. 6394 картину: те же мягкие осадки и спиральный след баланоглосса, нет только обломков пород и признаков придонных течений (рис. 3, в). Правда, здесь под тонким слоем осадков угадывается неровная поверхность коренных пород.

На фотографиях верхней части островного склона этого района желоба на глубине 1929 м видны выходы коренных пород и обломки, инкрустированные окислами марганца. Лишь в понижениях между скалами здесь можно видеть пятна мягких осадков с редкими следами роющих животных (Heezen, Hollister, 1971).

**Южная часть Ново-Гебридского желоба** была обследована в районе между 21 и 23° ю. ш. Здесь было выполнено несколько поперечных простиранию желоба эхолотных галсов. В результате промера выяснилось, что глубина желоба в этом месте значительно больше, чем показано на советских и зарубежных батиметрических картах. Максимальная измеренная здесь глубина составляет 7018 м.

Поперечные профили желоба асимметричны. Северо-восточный склон на глубине менее 5000 м значительно круче юго-западного и сильнее расчленен. Самая верхняя его часть увенчана гребнем, который прослеживается на всех выполненных в этом районе промерных галсах. Высота этого гребня достигает местами почти 1 км. Кроме того, здесь отмечены вытянутые вдоль простирания желоба гряды и депрессии. На более пологом юго-западном склоне хорошо выделяются две широкие ступени на глубинах 4800 и 3500 м. Глубже 5000 м крутизна обоих склонов желоба возрастает, достигая на отдельных уступах 20—30°. В самой глубокой части желоба была обнаружена необычная форма рельефа — продольный хребет с относительной высотой до 1300—1500 м и шириной в основании до 15 миль, который делит дно желоба на две самостоятельные депрессии. Одна из депрессий является, по-видимому, непосредственным продолжением Ново-Гебридского желоба, а другая сопряжена с разломом. Дно в обеих депрессиях не имеет плоских выровненных поверхностей. В районе южного окончания Ново-Гебридского желоба фотографирование было проведено в верхней части северо-восточного склона на глубине 2720—2806 м. На ст. 6381 было получено 16 фотографий дна. Поверхность склона в этом месте сложена осадками, в значительной степени нарушенными деятельностью донных животных, здесь много холмиков и углублений, нор и извивающихся валиков. Кое-где на поверхности дна видны темные, почти не окатанные обломки пород, скатившиеся сюда, по-видимому, с верхней более крутой части склона. Вокруг

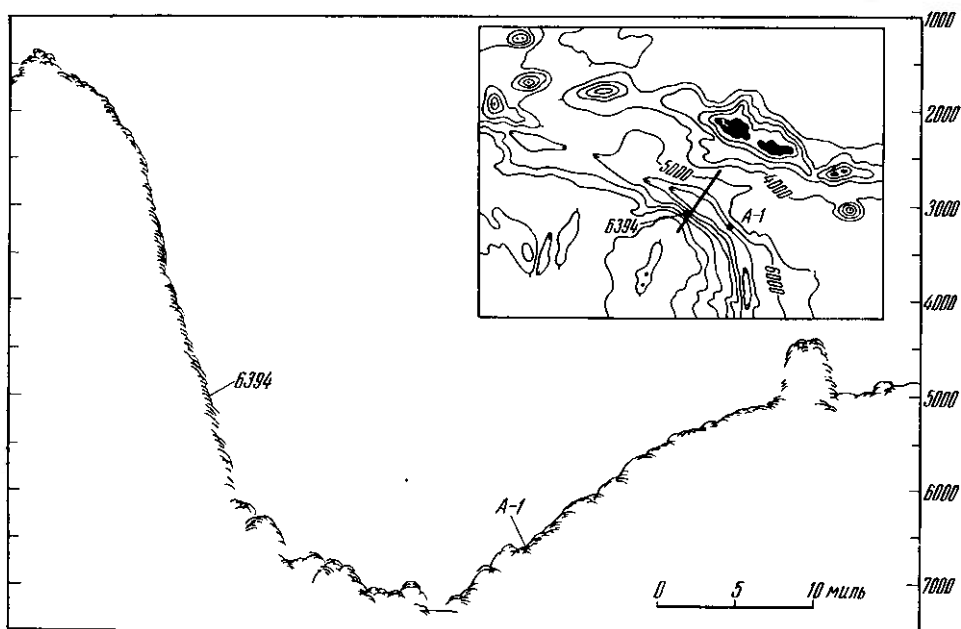


Рис. 3. а — Батиметрическая схема и эхолотный профиль северного окончания желоба Тонга.

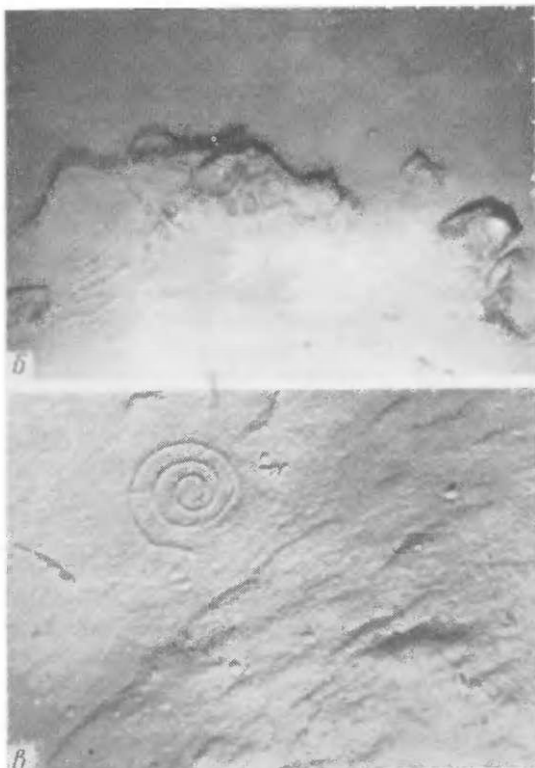
Показаны положение и номера фотографических станций

б — Ст. 6394,  $15^{\circ}04'8''$  ю. ш.,  
 $172^{\circ}57'2''$  з. д., глубина 5030—  
 5070 м.

Нижняя часть юго-западного склона  
 желоба Тонга. Площадь дна на  
 каждом кадре около  $12 \text{ м}^2$

в — Ст. А-1,  $15^{\circ}19'0''$  ю. ш.,  
 $172^{\circ}19'0''$  з. д., глубина 6613 м.

Нижняя часть северо-восточного  
 склона желоба Тонга. Площадь дна  
 около  $6 \text{ м}^2$



обломков заметны углубления в осадке, что может указывать на присутствие придонных течений. Других признаков течений на фотографиях не видно.

Несмотря на существенные различия в крупных чертах строения геосинклинальных желобов и желобов-разломов характер микрорельефа на их склонах, как показали полученные в 49-м рейсе «Витязя» подводные фотографии, очень схож. Это и понятно, поскольку микрорельеф, по всей вероятности, определяется в первую очередь углами наклона дна и темпом осадконакопления, которые в обоих типах желобов юго-западной части Тихого океана примерно равнозначны. Почти вся поверхность склонов желобов покрыта осадками и осыпями каменного материала. Наиболее равномерный и, по-видимому, мощный слой осадков наблюдается в верхних частях склонов желобов выше критической для карбонатного материала глубины, а также в депрессиях-ловушках на склонах, ступенях и на самом дне желобов. Обращает на себя внимание обилие следов роющих донных животных на склонах желобов. Однако следы фауны довольно однообразны. Особенно часто встречаются (почти на каждой станции) в диапазоне глубин от 3400 до 6700 м спиральные валки кишечнодышащих.

Судя по фотографиям дна, коренные породы в желобах обнажаются лишь на наиболее крутых уступах склонов и на небольших по площади участках. Почти повсеместно на склонах желобов фотографии показывают наличие придонных течений: это и промытые обнажения коренных пород, и промоины в осадке около обломков и выходов скал и песчаные гряды, и знаки ряби и, наконец, вытянутые в направлении течения аккумулятивные шлейфы.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Удинцев Г. Б., Дмитриев Л. В. Эволюция океанической литосферы и геолого-геофизические исследования в западной части Тихого океана. «Вестн. АН СССР», № 11, 1971.
- Ушаков А. С., Красс М. С. К проблеме контакта континента и океана. В сб. «Кора и верхняя мантия Земли». Докл. советских геологов на XXIII сессии Междунар. геолог. конгресса. М., «Наука», 1968.
- Heezen B. C., Hollister C. D. The Face of the Deep, 1971.
- Isacks B., Sykes L., Oliver J. Focal mechanism of deep and shallow earthquake in the Tonga -- Kermadec region. «Bull. Geol. Soc. Amer.», v. 80, No. 8, 1969.
- Isacks B., Oliver J., Sykes L. Seismology and the new global tectonics. «J. Geophys. Res.», v. 73, No. 5855, 1968.

Институт океанологии  
АН СССР

Поступила в редакцию  
30.IX.1974

#### ON THE TRENCH MORPHOLOGY OF THE SOUTH-WESTERN PACIFIC

G. V. AGAPOVA, N. L. ZENKEVITCH, G. B. UDINTZEV

#### Summary

Special features of the morphology of deep trenches Mussau, Vityaz, Tonga and New Hebrides are discussed on the base of materials of the 49th passage of the «Vityaz». According to morphology and geophysical features the Mussau and Vityaz trenches are identified as fault trenches, the Tonga and New Hebrides ones represent typical geosynclinal trenches. In spite of important differences in large features of structure, small forms on slopes of different trenches are alike, the likeness being result of similar exogenous processes. An importance of biogenic factor in microrelief formation is noted.