

Том LVIII	<i>Труды Всесоюзного научно-исследовательского института морского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)</i>	1965
Том LIII	<i>Известия Тихоокеанского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО)</i>	

551.462(265.2)

ПОДВОДНЫЕ ДОЛИНЫ ЗОНЫ МАТЕРИКОВОГО СКЛОНА БЕРИНГОВА МОРЯ

Б. Н. Котенев

МГУ

В рельефе дна Берингова моря выделяют три морфологические зоны: зону шельфа (материковой и островной отмели) 0—150 м, материкового и островного склона 150—3500 м и глубоководную зону, глубже 3500 м (Гершанович, 1963; Удинцев и другие, 1959). До последнего времени наиболее изученной является зона шельфа. Это объясняется доступностью этой зоны для исследований и запросами навигации и рыбного промысла.

С 1960 г. дальневосточные рыбопромысловые организации приступили к промысловому освоению материкового и островного склона Берингова моря. Однако сложное распределение осадочного покрова, частые выходы коренных пород снижают эффективность работы промысловых судов. В этой связи особенно важно изучить распределение подводных долин на склоне и их морфологические особенности.

Долинообразные понижения морского дна найдены к настоящему времени почти во всех районах Мирового океана (Буркар, 1953; Леонтьев, 1963; Линдберг, 1952; Панов, 1963; Шипард, 1951; Gates and Gibson, 1956; Shepard, 1963). Обычно такие понижения на морском дне подразделяются на подводные долины и подводные каньоны. Одни авторы относят к подводным долинам ложбинообразные понижения шельфа, а к каньонам сходные понижения на материковом и островном склоне, на склонах глубоководных желобов и океанических хребтов, а также в глубоководной зоне океана. Ряд других исследователей выделяет в зоне склона как подводные долины, так и подводные каньоны. Нередко термин «подводные долины» применяют одновременно для ложбин шельфа, понижений в зоне склона и для ложбин глубоководной зоны. На наш взгляд термин «подводные долины» для долинообразных понижений в различных зонах океана наиболее правильный.

Понятие долина определяет морфологию и морфометрию линейных понижений определенных форм на суше. Линейные понижения морского дна на шельфе, склоне и в глубоководной зоне имеют черты сходства

с речными долинами суши. Так, подводные долины шельфа напоминают по морфологии речные долины равнинных областей суши. Подводные долины материкового и островного склонов, несмотря на разнообразие, которое наблюдается в их морфологическом облике, сравнимы с речными долинами горных районов суши. Понятие каньон обычно применяют для отдельных участков горных долин, где речная долина имеет очень крутые склоны, высота которых сравнима с шириной долин.

Такие участки наблюдаются и в пределах долинообразных понижений на материковом и островном склонах, однако не на всем их протяжении. Поэтому применение термина «подводный каньон» ко всем долинообразным понижениям на материковом и островном склоне не всегда соответствует истине. Например, Ф. Шипард (1951) называет каньоном подводную долину, лежащую на продолжении Бристольского зал. в Беринговом море. Крутизна склонов этого каньона в редких случаях достигает $5-8^\circ$, оставаясь в среднем около $2-3^\circ$. Такие градиенты уклонов характерны для равнинных речных долин и не вызывают никаких ассоциаций с каньонами.

Подводные долины — наиболее распространенная форма расчленения сложно построенной морфологической зоны материкового и островного склонов Берингова моря. Изучение этой зоны, проведенное в последние годы (Гершанович, 1963; Удинцев и др., 1959; Gates and Gibson, 1956; Shepard, 1963; Smith, 1937; Snyder, 1958), позволяет раскрыть основные закономерности распределения подводных долин и особенности их морфологии и морфометрии.

Зона материкового и островного склонов Берингова моря представляет собой наклонную поверхность, крутизна которой изменяется от $0^\circ 30'$ до $10-15^\circ$, а иногда до $30-35^\circ$. Ее ширина в диапазоне глубин $150-3500$ м от нескольких миль увеличивается до $150-180$ миль. Крутизна и особенности донного рельефа в зависимости от глубины меняются сравнительно четко. Почти на всем материковом склоне можно выделить три части: верхнюю ($150-400-500$ м) с градиентом уклона $1-2^\circ$, среднюю ($400-500$ м — $2700-3000$ м) с крутизной до $4-10^\circ$, нижнюю или равнину подножья склона ($2700-3000-3500$ м) с уклоном дна, не превышающим 1° . На отдельных участках материкового склона эти три части не выделяются, склон представлен крутым уступом.

Подводные долины Берингова моря в различных районах и частях зоны материкового и островного склонов имеют свои специфические особенности. Поэтому строение рельефа подводных долин целесообразнее рассматривать для отдельных областей склона. По геолого-геоморфологическим особенностям в зоне склона Берингова моря можно выделить три крупные морфологические области: северо-западная; северо-восточная и область островного склона Командорско-Алеутской гряды.

Материковый склон северо-западной области Берингова моря отделен от прилегающих районов суши сравнительно узким шельфом. В зоне его, за исключением района южнее о-ва Карагинского и в отдельных местах близ мыса Олюторского, можно выделить три части склона — верхнюю (до $500-600$ м), среднюю (до $2500-3000$ м) и нижнюю (до 3500 м). Ширина материкового склона варьирует от 10 до 150 миль.

Крупные подводные долины пересекают поверхность склона в направлении речных долин или озерных депрессий суши. Долины начинаются в пределах шельфа на глубинах $50-200$ м и опускаются до глубин $2750-3000$ м и более. Длина подводных долин изменяется от 13—15 миль близ северо-восточного побережья Камчатки до 90 миль

на севере. Ширина долин меняется от 1—2 до 10—25 миль. Как морфологический облик долин, так и глубина вреза в поверхность материкового склона в зависимости от глубины значительно изменяются. В верхней части склона глубина вреза долин 200—400 м. Между изобатами 1000—2500 м она возрастает до 2000 м. Глубже 2500—3000 м глубина вреза резко падает, а их продольный профиль выполаживается. Подводные долины близ северо-восточного побережья Камчатки V-образной формы, иногда с узким плоским дном (рис. 2, А). На материковом склоне Олюторского зал. и Корякского побережья часть подводных долин имеет корытообразный профиль в верхней части склона и V-образный в средней. Ширина дна долин варьирует от 1—1,5 до 2—2,5 миль. Углы склонов подводных долин в среднем 5—8°. В верховьях и низовьях крутизна склонов уменьшается до 1—1°. Склоны долин осложнены уступами, гребнями и пиками. (Удинцев и др., 1959).

Если крупные подводные долины северо-западной области материкового склона приурочены к определенным участкам, то более мелкие подводные долины распространены повсеместно. Обычно они представлены узкими V-образными понижениями с глубинами 200—700 м. Длина этих подводных долин не превышает 20 миль. Характерно, что большинство мелких подводных долин начинается в верхней части материкового склона, а не на шельфе.

Северо-восточная область материкового склона отделена от прилегающих районов суши одним из самых обширных шельфов мира — восточоберинговоморским. Ширина его в среднем около 360 миль. За исключением отдельных участков, здесь сравнительно хорошо прослеживаются все три части материкового склона — верхняя, средняя и нижняя. Ширина материкового склона 50—180 миль. В плане он имеет сложную конфигурацию и состоит из участков субширотного и субмеридионального. Зоны сочленения этих участков образуют выступы склона.

Крупные подводные долины этой области склона отличаются большими размерами. Длина наиболее крупных подводных долин северо-восточной области 50—200 миль, ширина их 5—25 миль. Начинаются они, как правило, с глубин 100—150 м. В верховьях они представлены депрессиями с пологими асимметричными склонами. С глубиной поперечный профиль, сменяется на V-образный или корытообразный. Ступенчатость продольного профиля — одна из особенностей, характерная почти для всех долин (рис. 2, Е). Если отвлечься от отдельных небольших изгибов, то в плане конфигурация подводных долин поражает своей прямолинейностью и приуроченностью простирания всех долин к определенным направлениям. Как отмечал Д. Е. Гершанович (1963), крупные подводные долины северо-восточной области расположены в районах сочленения участков материкового склона с различным простиранием.

В морфологическом строении, конфигурации, морфометрии и местоположении крупных подводных долин северо-восточной области материкового склона наряду с чертами сходства наблюдаются существенные отличия.

Наваринская подводная долина (рис. 1, 2) расположена в зоне сочленения северо-восточной области материкового склона с материковым склоном северо-западной области, вдоль параллели 60°15', на глубине от 150 до 2500 м. В верховьях, в пределах 200-метровой изобаты, ширина долины около 25 миль. Глубина ее 100—150 м. Северный склон положе южного (рис. 2, Д). На протяжении 400—500 м дно долины имеет глубины 800—900 м. Асимметрия склонов сохраняется. В сред-

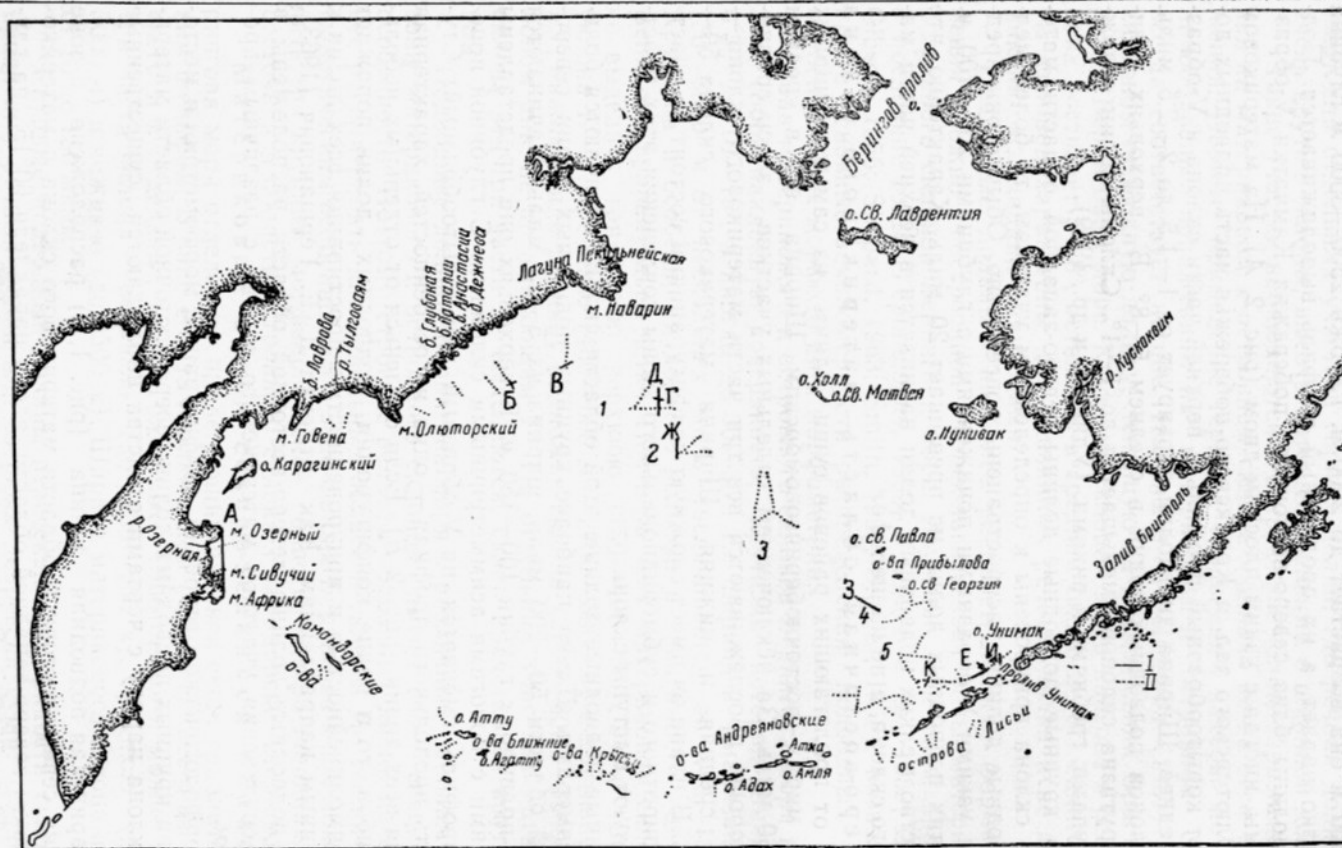


Рис. 1. Схема расположения продольных осей крупных подводных долин Берингова моря в различных районах материкового и островного склона:

I — профили дна к рис. 2; II — продольные оси крупных подводных долин: 1 — Наваринская; 2 — долина «Первенца»; 3 — долина «Жемчуга»; 4 — Прибыловская; 5 — Алеутская.

ней части склона глубина вреза долины увеличивается до 1000 м. Дно неровное. Отдельные поднятия высотой в 150—200 м разделяют его на ряд обособленных ложбин, ширина которых 1—1,5 миль. Северный склон Наваринской долины на глубине 300—600 м осложнен грядами северо-западного направления. Высота гряд около 10—15 м (рис. 2, Г). На глубине свыше 500—700 м склоны долины изрезаны. Судя по эхограммам на глубине около 1800—2000 м, Наваринская долина сливается с другой, простирающейся в северо-восточном направлении.

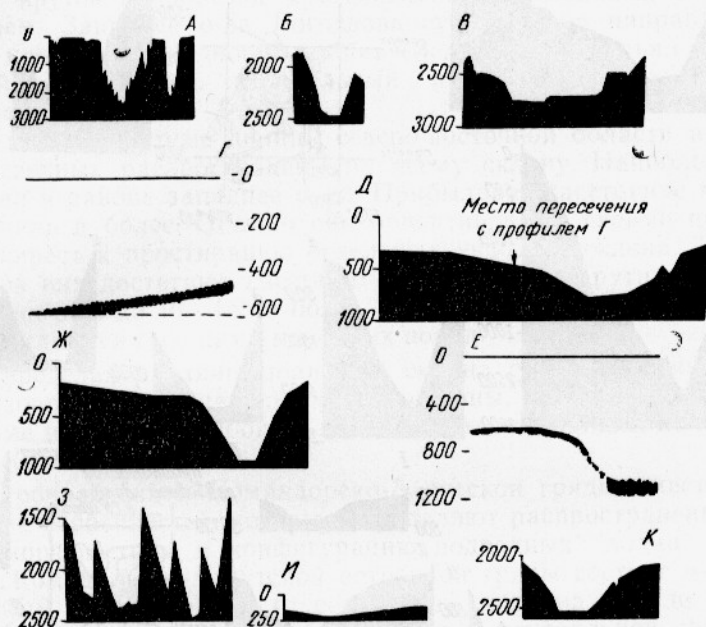


Рис. 2. Поперечные и продольные профили подводных долин:

А — поперечный профиль подводных долин в районе зал. Озерного (по Удинцеву и другим, 1959), соотношение вертикального и горизонтального масштабов 37:1; Б, В, Д, Ж, З, И, К — поперечные профили подводных долин (составлены по эхограммам э/с «Жемчуг», 1963), соотношение вертикального и горизонтального масштабов 20:1; Г, Е — фотокопии с эхограмм э/с «Жемчуг» (1963), соотношение вертикального и горизонтального масштабов для профиля Г (продольный профиль северного склона Наваринской долины) около 20:1, для профиля Е (продольный профиль Алеутской подводной долины на участке северо-западного пролива Унимак) 15:1; расположение профилей на рис. 1.

Подводная долина «Первенца» (см. рис. 1 и 2, Ж) расположена вдоль параллели $59^{\circ}30'$ и более чем на 40 миль прорезает краевую часть восточноберингоморского шельфа. Длина долины около 50 миль. В верховье в пределах 150-метровой изобаты это неглубокая депрессия шириной в 30 миль. Два ложбинообразных понижения, врезанные в ее днище, сливаются близ внешнего края шельфа. В средней части материкового склона поперечный профиль долины корытообразный.

Подводная долина «Жемчуга» в отличие от первых двух более сложная и широкая (рис. 3).

В ее верховье имеются небольшие V-образные и корытообразные долины. Ширина их от 2 до 20 миль. Меридиональный участок долины «Жемчуга» принимает корытообразную форму желоба, ширина дна которого на юге возрастает до 25 миль. Поверхность дна долины на глубине 3300—3500 м нарушается лишь незначительными поднятиями

с относительной высотой 100—150 м. (рис. 3, ж). Возможно, что они связаны с неровностями древнего рельефа коренных пород, покрытыми слоем современных отложений. Характерно, что в нижних частях склонов долины крутизна достигает 20—25°.

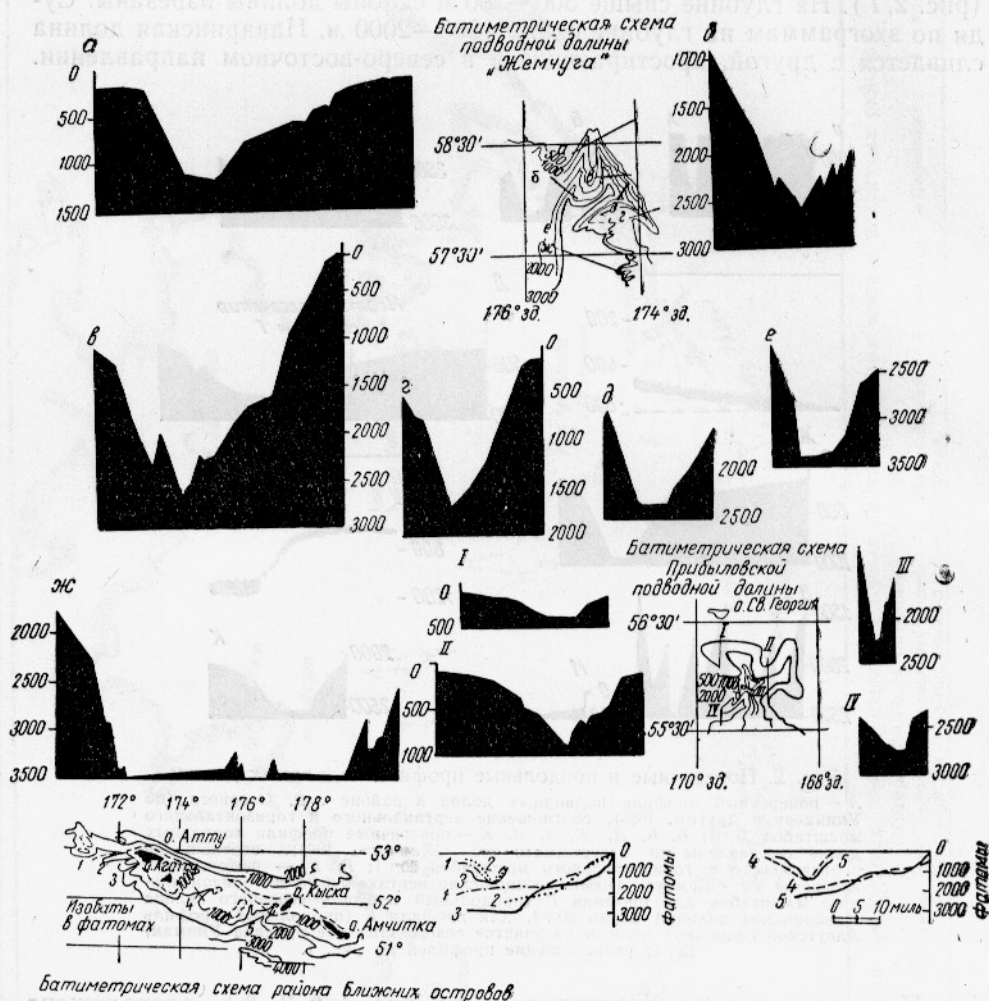


Рис. 3. Батиметрические схемы подводных долин «Жемчуга», Прибыловской, района Ближних о-вов:

а, б, в, г, д, е, ж — поперечные профили долины «Жемчуга»; I, II, III, IV — поперечные профили Прибыловской подводной долины. Поперечные и продольные профили подводных долин: 1 — Стейлмейт; 2 — Этьени; 3 — Абрахам; 4 — Хек; 5 — Меррея (по Гейтсу и Джибсону, 1956).

Прибыловская подводная долина, расположенная южнее о-вов Прибылова, находится подобно долине «Жемчуга» в зоне сочленения материкового склона северо-западного простирания с субширотным. Начинается на глубине 100—125 м и прослеживается до 2800 м. Расчлененные верховья имеют корытообразный профиль, который в средней части склона сменяется на каньонообразный (рис. 3, III). Глубина вреза долины меняется от 100 до 1000 м.

Алеутская подводная долина, или каньон Беринга (по Шипарду, 1951) (см. рис. 1 и 2, И, К), находится в районе сочленения островного

склона Командорско-Алеутской гряды с северо-восточной областью материкового склона. Ее длина более 200 миль, прослеживается она до глубины 3000 м. На шельфе продолжение долины хорошо видно в очертаниях изобат и конфигурации Бристольского зал. В верхней части материкового склона она представляет собой сравнительно пологую линейную депрессию. Углы склонов и дна не превышают $1-2^\circ$. В средней части она имеет корытообразный поперечный профиль (см. рис. 2, К). Склоны долины асимметричны: северный пологий, слабо расчлененный, южный крутой и прорезан многочисленными долинами с V-образным профилем. Западнее о-ва Богослова субширотное направление изменяется на северо-западное и долина следует параллельно простиранию верхней части склона. Продольный профиль долины ступенчатый (см. рис. 2, Е).

Мелкие подводные долины северо-восточной области в отличие от рассмотренных распространены по всему склону. Наиболее многочисленны они в районе западнее о-вов Прибылова. Расстояние между ними 7—15 миль и более. Обычно они ориентированы своими продольными осями вкрест к простиранию отдельных участков склона. Только некоторые из них достигают внешнего края шельфа. Крутизна склонов таких долин от 5 до $10-15^\circ$ и более (см. рис. 2, 3). Склоны круче $15-20^\circ$ сопровождаются выходами коренных пород.

В пределах равнины подножья склона северо-восточной области материкового склона наблюдаются ложбины, несколько напоминающие по форме известные глубоководные долины или каналы на ложе Тихого океана (Menard, 1955).

Островной склон Командорско-Алеутской гряды имеет ряд специфических особенностей, которые определяют распространение, характер форм, морфологию и конфигурацию подводных долин. Подводный хребет Командорско-Алеутской островной гряды состоит из участков с различным простиранием (с северо-западного на западе до северо-восточного на востоке и субширотного в центральной части—район Андреяновских о-вов). В районе о-ва Семисопочного подводный хребет Командорско-Алеутской гряды сочленяется с хребтом Бауэрса. Западнее хребта Бауэрса он резко асимметричен. Северный склон имеет прямолинейные очертания, он круче и уже южного. В пределах северного склона часто встречаются конусы вулканов и разнообразные поднятия и депрессии вулканического происхождения. Восточнее хребта Бауэрса асимметрия склонов выражена значительно слабее. Наличие на глубинах 200—1000 м выровненной вершинной поверхности хребта составляет еще одну важную особенность Командорско-Алеутской гряды.

Наибольшее количество подводных долин наблюдается в зонах сочленения участков подводного хребта, имеющих различные простирания, а также в районе стыка подводного хребта Командорско-Алеутской гряды с хребтом Бауэрса.

Большинство подводных долин приурочено к южному, более широкому и пологому островному склону Командорско-Алеутской гряды. Однако и в пределах южного склона мы можем отметить почти нерасчлененные участки. Таков район о-вов Адах, Атха, Амля, где простираение островного склона близко к широтному.

Подводные долины имеют длину от 10—15 до 30 миль и более. Ширина их варьирует от 2—4 до 15 миль. Начинаясь в верхней части островного склона, подводные долины прорезают его до глубины 3500—4000 м, их устья на севере находятся на равнине подножья ост-

ровного склона, на юге чаще всего в пределах известного Алеутского «бенча».

Лучше всего изучены подводные долины о-вов Ближних и Крысыных (Gates and Gibson, 1956). Такие крупные подводные долины Ближних о-вов, как Меррей, Хек, Агатту, Абрахам и другие, прорезают южный островной склон под некоторым углом. Все они, за исключением долины Абрахам, не пересекают островной шельф. В верховьях они имеют либо ящикообразный поперечный профиль, либо V-образный. Наибольшей величины глубина вреза долин достигает в средней части (иногда около 2000 м). Склоны подводных долин асимметричны; чаще всего юго-восточный круче северо-западного склона. Долины имеют ступенчатый продольный профиль (см. рис. 3). Подводные долины района Крысыных о-вов хорошо выражены в рельефе как северного островного склона, так и южного (Snyder, 1957). На северном островном склоне это подводные долины Чугул (Сегула) и Ситхин. Они интересны своими очертаниями в плане. Их верховья, ориентированные параллельно гребню островной гряды, отделяют о-в Крысий от о-вов вулканов Малый Ситхин и Сегул. В средней и нижней частях они прорезают склон почти по нормали к его простираению. Более мелкие подводные долины о-вов Ближних и Крысыных отличаются V-образным поперечным профилем, меньшими размерами и тем, что они часто ориентированы к склону по нормали.

Имеющиеся данные позволяют выявить ряд особенностей, которые раскрывают важные стороны происхождения подводных долин Берингова моря.

Многие из подводных долин материкового и островного склонов, по-видимому, представляют собой первичные тектонические формы. Тектоническая природа отчетливо выражена в строении, конфигурации и расположении наиболее крупных подводных долин северо-восточной области материкового склона и островного склона Алеутско-Командорской гряды. Прежде всего это вытекает из связи продольных осей подводных долин с определенными тектоническими линиями. Подводные долины «Первенца» и Наваринская имеют субширотное простираение, характерное для мезозойских структур северной части п-ова Аляска. Подводные долины «Жемчуга», Прибыловская и Алеутская расположены в районах сочленения участков склона различных направлений. Для двух последних характерно также то, что они лежат на продолжении зон крупных разломов Южной Аляски [Denali fault and Lake Clark fault zone — название разломов по Аманду (Amand, 1957)]. С другой стороны, ширина некоторых подводных долин («Первенца», «Жемчуга», Наваринской) достигает порой 20—30 миль, что составляет примерно половину ширины таких горных систем, как Большой Кавказ (максимальная ширина до 100 миль) и Корякское нагорье (45—140 миль). Образование таких грандиозных форм, безусловно, связано с тектоникой. Рассматривая строение крупных подводных долин, мы видим, что это либо корытообразные формы наподобие грабеннообразных структур суши (подводная долина «Жемчуга»), либо синклинальные вытянутые депрессии (Наваринская подводная долина, долина «Первенца»), либо прогибы типа предгорных компенсационных (Алеутская подводная долина).

Крупные подводные долины островного склона также приурочены к определенным тектоническим линиям, на продолжении которых часто находятся вулканы. Другим признаком тектонической природы подводных долин является диагональное расположение их продольных осей к направлению островного склона (Gates and Gibson, 1956). Шипард

(1963) даже выделяет их в особый тип подводных долин — тектонические желоба (tectonic troughs).

Характерная морфологическая черта этих подводных долин — асимметричность. Как правило, юго-восточный или северо-восточный склоны круче северо-западных или юго-западных. То, что эта особенность сохраняется почти для всех подводных долин южного островного склона, вызвано, вероятно, какими-то геотектоническими условиями, характерными для всей островной дуги.

По мнению Гейтса и Джибсона (Gates and Gibson, 1956), Алеутский хребет является сводовым поднятием, северное крыло которого по линии нормального сброса приподнято, а южное опущено.

Продольное строение этого свода в своей верхней части состоит из ряда блоков. Крупные блоки образуют подводную основу для островных групп: о-вов Ближних, Крысьих, Андреяновских, Лисьих. В свою очередь эти крупные блоки разбиты поперечными разрывами на более мелкие блоки. Поперечные разрывы расположены не по нормали к дуге, а под некоторым углом. Асимметричность крупных подводных долин островного склона, лежащих в зоне этих разрывов, может быть объяснена тем, что западные стороны блоков приподняты и ограничены сбросами, в то время как восточные опущены, т. е. блоки, составляющие Алеутский подводный хребет, представляют собой полугорсты (односторонние горсты).

Образование фиордообразных бухт Корякского побережья, на продолжении которых лежат крупные подводные долины, связывают с дизъюнктивными дислокациями, которые имели место в третичное время (Каплин, 1962).

Таким образом, крупные подводные долины материкового и островного склонов имеют, несомненно, тектоническое происхождение. В то же время почти все подводные долины материкового склона прорезают своими верховьями внешний край шельфа, а некоторые из них продолжают на шельфе в виде неглубоких ложбинообразных понижений. Последние обычно связаны с устьями рек суши. Эта непосредственная связь подводных долин склона с реками суши, а также некоторые морфологические черты их верховьев указывают на то, что в верхней части склона рельеф этих подводных долин, возможно, подвергался субаэральной переработке. Особенно отчетливо это прослеживается в строении подводных долин северо-западной области материкового склона.

Ряд подводных долин («Первенца», «Жемчуга», Прибыловская) имеют в средней части склона каньонообразный поперечный профиль (см. рис. 3, III). Присутствие на дне таких каньонообразных участков долин песков на глубинах свыше 2000 м (ст. 104, э/с «Жемчуг», 1963 г.) свидетельствует о том, что в их формировании определенную роль играют суспензионные потоки.

Более мелкие подводные долины, распространенные на материковом и островном склоне почти повсеместно, трудно увязать с теми или другими тектоническими линиями, известными в пределах шельфа или суши. Почти все они расположены по нормали к простиранию склона. Большинство из них имеет V-образный поперечный профиль. Эти подводные долины служат притоками более крупных подводных долин, что, видимо, свидетельствует о генетической связи между ними. Природа этой связи вследствие недостаточной изученности остается неясной.

Изучение подводных долин зоны материкового склона имеет большое значение для ведения рыболовных работ. Морфологический

анализ подводных долин и характер их распределения позволяют наметить ряд важных рыбопромысловых рекомендаций.

Глубина вреза подводных долин чаще всего резко возрастает на глубинах свыше 500—700 м. Это создает в рельефе склона резко выраженную границу, выше которой уклоны незначительны и расчлененность мала, ниже они быстро увеличиваются. Такая неоднородность должна сказываться на гидродинамическом режиме водных масс в районе этой границы. Возможно, что на отдельных участках это приводит даже к образованию специфических фронтальных зон. Поэтому следует поставить как одну из важных проблем поиск и разведку таких участков.

Градиенты уклонов продольного профиля подводных долин обычно меньше, чем крутизна окружающего склона. Поэтому в широких корытообразных подводных долинах склона условия для подъема глубинных вод наиболее благоприятны.

В пределах промысловых глубин на склоне траловые работы осложняются из-за расчленения дна верховьями подводных долин. Особенно сложно траление глубже 500—700 м, а на отдельных участках даже с 300 м. При тралении в районе подводных долин северо-восточной области материкового склона следует учитывать асимметричность склонов долин. Обычно северный склон положе южного и меньше расчленен. Это же характерно и для подводных долин южного склона Командорско-Алеутской гряды. Исследования грунтов в районах подводных долин, проведенные на э/с «Жемчуг» в 1963 г. и в других экспедициях, показали, что наиболее часты выходы коренных пород на склонах подводных долин глубже 500—700 м. Поэтому траловый лов на таких расчлененных участках требует предварительного детального эхолотирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Буркар Ж. Рельеф океанов и морей. М., Изд-во иностр. лит., 1953.
- Гершанович Д. Е. Рельеф основных рыбопромысловых районов (шельф, материковый склон) и некоторые черты геоморфологии Берингова моря. Сб. «Советские рыбохозяйственные исследования в северо-восточной части Тихого океана». Труды ВНИРО. Т. 48—Известия ИИНРО. Т. 50. Вып. 1, 1963.
- Каплин П. А. Фиордовые побережья Советского Союза. М., Изд-во АН СССР, 1962.
- Леонтьев О. К. Краткий курс морской геологии. М., Изд-во МГУ, 1963.
- Линдберг Г. У. Подводные каньоны и палеогеография. Материалы по четвертичному периоду. Вып. 3. 1952.
- Панов Д. Г. Морфология дна Мирового океана. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1963.
- Удинцев Г. Б., Бойченко И. Г., Канаев В. Ф. Рельеф дна Берингова моря. Труды ИОАН. Т. 29, 1959.
- Шипард Ф. Геология моря. М., Изд-во иностр. лит., 1951.
- Amand P., Geological and geophysical synthesis of the tectonic of portions of British Columbia, the Yukon territory and Alaska. Bull. Geol. Soc. Amer. vol. 68, № 10, 1957.
- Gates O. and Gibson W. Interpretation of the configuration of the Aleutian Ridge. Bull. Geol. Soc. Amer. vol. 67, № 2, 1956.
- Menard H. W. Deep-sea channels topography and sedimentation Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. vol. 39, № 2, 1955.
- Shepard P. F. Submarine canyons. The Sea. vol. 3, Interscience. New-York. London, 1963.
- Smith P. A. The submarine topography of Bogoslof Islands, Geogr. Rev. vol. 27, № 4, 1937.
- Snyder G. L. Ocean floor structures Northeastern Rat Islands, Alaska. U. S. Geol. Surv. Bull., 1028-G. Wash., 1957.