

УДК 551.462

О. К. ЛЕОНТЬЕВ

ТИПЫ ПОДВОДНЫХ ДОЛИН

Современные данные о рельефе дна Мирового океана свидетельствуют о широком распространении на дне морей и океанов долинных форм рельефа. Автором разработана их типизация. Выделяется семь генетических групп типов и приводится их подробная характеристика. Особое внимание уделено генезису подводных долин различных типов, соотношению экзогенных и эндогенных факторов их формирования.

«Подводные долины представляют собой явление столь же величественное, сколь и загадочное» — писал Л. С. Берг (1949, стр. 54). Однако в цитируемой статье, одной из первых обобщающих работ по проблемам подводных долин, речь идет преимущественно лишь об одном из их типов — подводных каньонах. Исследования 60—70-х годов показали, что долинные формы принимают гораздо большее участие в строении рельефа дна океана и гораздо более разнообразны, чем это предполагалось ранее.

В самом деле, даже не обращаясь к специальным работам, в которых рассматриваются подводные долины (Shepard, Dill, 1966; Шепард, Дилл, 1972; Леонтьев, Сафьянов, 1973; *Submarine Canyons...*, 1976; *Sedimentation in Submarine canyons...*, 1978), а просматривая лишь сводки по общей или региональной морской геологии или геоморфологии, можно видеть, что кроме подводных каньонов имеется еще немало других отрицательных форм рельефа дна морей и океанов, которые можно считать (и которые считаются) подводными долинами, хотя в БСЭ (изд. 1972 г., т. 8) этот термин «закреплен» только за затопленными речными долинами на шельфе.

Из сказанного, кстати, следует, что наряду с подводными каньонами имеется и такой вид долин, как затопленные речные долины на шельфе. Известны также сравнительно мелкие явно эрозионные (но субаквального происхождения) формы, обычно в большом количестве расчленяющие материковые склоны, образуемые «свалом глубин» крупных дельт. В англоязычной литературе они известны под названием «slope gullies», т. е. «рытвины» или «овраги», развивающиеся на склонах. Такие образования рассекают, например, подводный склон дельты Миссисипи (Shepard, Dill, 1966). Но наряду с этими мелкими формами типа оврагов существуют также долинные образования огромной протяженности — до 2—3 тыс. км на ложе океана. Одна из них в северо-западной части Атлантического океана была впервые описана Б. Хейзенем с соавторами (Heezen et al., 1959) под неудачным названием срединно-океанического каньона. Уже в начале 60-х годов были обнаружены и такие явно эрозионные формы большой протяженности, как «каналы» на конусах выноса подводных каньонов (fan channels), а также «gaps» — «ущелья», соединяющие некоторые котловины ложа океана (например, ущелье Вима, соединяющее Аргентинскую и Бразильскую котловины в Атлантическом океане). Наконец, в морскую геолого-геоморфологическую литературу прочно вошел термин «рифтовая долина», обозначаю-

щий отрицательные формы рельефа в рифтовой зоне срединно-атлантических хребтов.

Таким образом, видно, что понятие «подводные долины» охватывает образования, весьма различные и по облику, и по размерам, и по генезису. Их объединяет лишь общее сходство с долинами суши. Как и последние, подводные долины — это отрицательные, линейно-вытянутые формы рельефа, характеризующиеся шириной на несколько порядков меньшей, чем длина, более или менее однородным уклоном продольного профиля и V-образным или U-образным, в некоторых случаях «ящикообразным» поперечным профилем, а также наличием верховья — участка с наиболее крутым продольным профилем дна в начале долины, и устья — выводного участка долины, которым она заканчивается и где уклон продольного профиля становится минимальным. В наибольшей степени всем перечисленным выше разновидностям подводных долин и некоторым, еще не упоминавшимся здесь, соответствует определение, данное в «Геологическом словаре» (т. I, 1973). Согласно этому определению, подводные долины — это узкие, длинные, прямые или извилистые отрицательные формы рельефа, врезаемые в дно на глубину десятков или сотен метров. Подводные долины, читаем мы далее (см. «Геологический словарь», т. I, 1973, стр. 236), «встречаются на материковой отмели, материковом склоне и ложе океана...». Среди них выделяются эрозионные, тектонические и другие подводные долины, причем эрозионные могут быть как субаэральные (затопленные речные долины), так и субаквальные, созданные придонными течениями.

Ф. Шепардом и Р. Диллом (1972) и (с небольшими изменениями) позднее Ф. Шепардом (Shepard, 1973) дана следующая типизация подводных долин: а) подводные каньоны, б) трогообразные долины, сформировавшиеся ниже свала глубин дельты (delta front troughs), в) долины конусов выноса, г) мелкие, но многочисленные долины на подводных склонах, главным образом на свалах глубин крупных дельт (slope gullies), д) долины, залеженные по разломам, или тектонические (fault valleys или tectonic valleys), е) шельфовые долины, ж) глубоководные долины, или каналы (deep-sea channels).

В этом перечне нашли место почти все типы подводных долин, однако он довольно бессистемен, некоторые выделенные здесь «типы» при ближайшем рассмотрении в действительности являются лишь разновидностями какого-либо одного типа. Некоторые же, например глубоководные ущелья, вообще не попали в приведенный список. Термин «тектонические долины» в его генетическом смысле может быть применен и ко многим подводным каньонам, и к некоторым затопленным речным долинам, и в наиболее полной степени — к рифтовым долинам, которые вообще не предусмотрены классификацией Ф. Шепарда и Р. Дилла.

В определении субаэральной долины обычно входит указание на то, что эти формы созданы «эрозионной (размывающей) деятельностью текущей воды» (БСЭ, т. 8, 1972, стр. 1222), хотя и на суше довольно часто слово «долина» применяется к формам, первоначально возникшим без участия речной эрозии (например, «рифтовая долина», «синклинальная долина»). Говоря о подводных долинах, мы, как это следует из предыдущего, используем понятие «долина» в наиболее широком смысле, не ограничивая его использование только для обозначения форм, образованных временными или постоянными водотоками суши.

Рассмотрение факторов образования подводных долин и типов подводных долин следует начать с результатов деятельности флювиальных потоков суши — как рек, так и временных водотоков (рис. 1). Затопленные речные долины обнаруживаются почти во всех районах континентального шельфа. Особенно широко они распространены на наших арктических шельфах (Ласточкин, Федоров, 1978), на атлантическом шель-

фе США (Veatch, Smith, 1939; Emery, Uchupi, 1972), на дне Яванского и южной части Южно-Китайского морей (Шепард, 1964). На шельфе Каспийского моря Л. И. Лебедевым и др. (1976) описаны затопленные формы субаэрального рельефа — овраги, саи, созданные временными водотоками; они особенно многочисленны, например, на склонах подводной Песчаноморской возвышенности в восточной части Среднего Каспия.

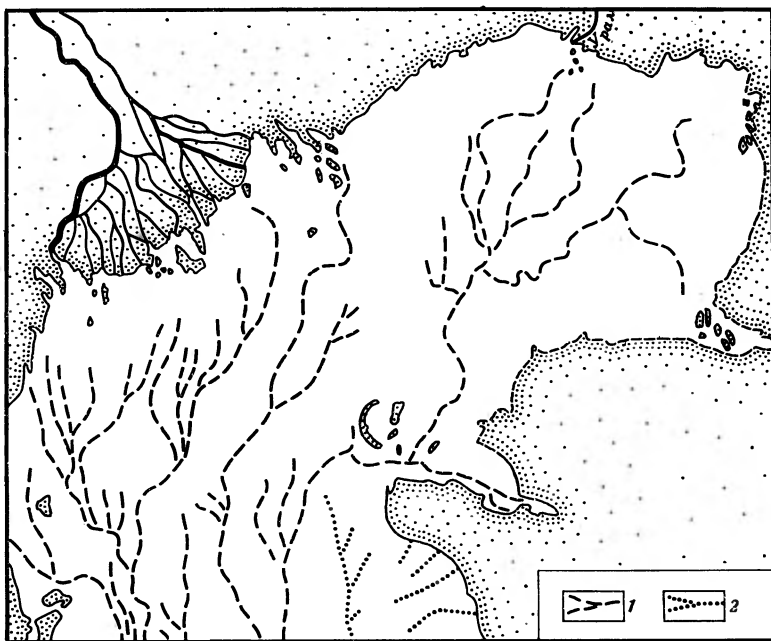


Рис. 1. Затопленные субаэральные долины на дне северного Каспия (по Лебедеву и др., 1976)

1 — речные долины, 2 — долины временных водотоков

На дне арктических и субарктических морей встречаются также ледниковые долины (ледниковые трог), созданные горно-долинными и выводными ледниками во время четвертичных оледенений Северной Америки и северной Евразии. Реликтовые ледниковые долины, очевидно, должны быть широко распространены на антарктическом шельфе, на шельфах Чили и южного острова Новой Зеландии. Многие подводные ледниковые трог представляют собой непосредственные продолжения фиордов побережья (например, на шельфах Канадского архипелага и Гренландии, Лабрадора, Норвегии, Шпицбергена, Новой Земли и др.).

Речные долины, реликтовые саи и овраги, затопленные ледниковые трог, естественно, могут быть представлены различными морфологическими разновидностями, но выделение этих разновидностей выходит за рамки задачи, поставленной в статье. Все названные выше генетические типы речных долин, а также ледниковые долины получают свои характеристики и классифицируются в соответствующих разделах сводных руководств по общей геоморфологии суши.

Важным фактором образования многих подводных долин является разломная тектоника. По-видимому, бесспорно тектоническое происхождение рифтовых долин срединно-океанических хребтов, аналогичных и генетически и геоморфологически (рис. 2) рифтовым долинам суши. Автор неоднократно, вслед за Д. Г. Пановым (1943) и М. В. Кленовой (1948), отмечал тектоническую предопределенность подводных каньо-

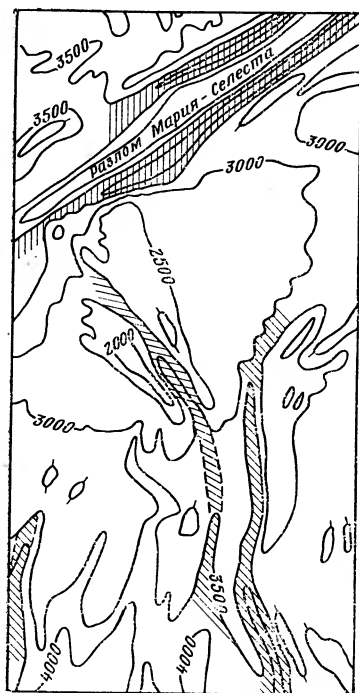


Рис. 2. Рифтовые долины и поперечные ущелья в южной части Аравийско-Индийского хребта (по «Геол.-геофиз. Атласу Индийского океана», 1975, лист. 21)

1 — рифтовая долина, 2 — поперечные ущелья

Рис. 3. Подводные каньоны атлантической подводной окраины Северо-Американского материка (по Емегу, Uchupí, 1972)

I — Хидрографер, II — Уилнер, III — Ошенографер, IV — Гилберт, V — Лидония

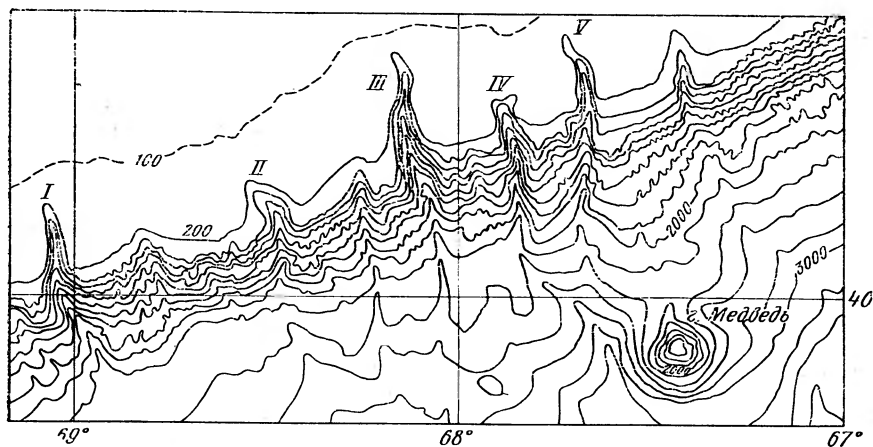


Рис. 3

нов, их связь с радиальными (относительно ложа океана) и продольными разломами, осложняющими структуру материкового склона как зону, пограничную между областью медленного воздымания или слабого погружения материковой платформы и ложем океана, испытывающим значительные отрицательные движения. Согласно этой гипотезе, подводные каньоны в своем исходном виде представляли собой зияющие трещины или узкие грабены, которые в дальнейшем «разрабатывались» мутьевыми потоками, избравшими эти отрицательные линейные формы рельефа в качестве своих трасс. К этому можно добавить, что, вероятно, даже не выраженные непосредственно в рельефе в виде отри-

цательных форм зоны тектонического дробления могли быть использованы в дальнейшем донными течениями, разработавшими вдоль этих зон подводные каньоны.

Представление об огромной роли мутьевых потоков в формировании подводных каньонов в свете современных данных можно считать общепринятым. Не вызывает споров также признание того, что в этом участвуют и другие гравитационные процессы, такие, как подводное оползание, течение грунта (Шепард, 1964), подводные обвалы (Зенкович, 1976). Следует заметить, что, по новейшим данным (Shepard, Marshall, 1978), максимальные скорости мутьевых потоков в подводных каньонах оказались во много раз меньшими, чем это предполагалось на основе данных о разрушении мутьевыми потоками подводных телеграфных кабелей. Однако и те скорости, которые приводят Ф. Шепард и Н. Маршалл в упомянутой работе — от 17 до 257 см/сек, вполне достаточны для того, чтобы мутьевые потоки могли осуществлять в подводных каньонах огромную эрозионную деятельность.

В целом морфология подводных каньонов и происходящие в них процессы в последнее десятилетие получили широкое освещение не только в отдельных статьях, но и в сводках, основных из которых были названы в начале этой статьи. Ф. Шепард и Р. Дилл предлагают термин «подводный каньон» применять только к подводным долинам, имеющим «V-образный профиль, высокие крутые склоны с обнажениями коренных пород, извилистое русло и многочисленные притоки» (цит. по русск. изданию, стр. 19). Подходя к понятию «подводный каньон» с историко-генетических позиций, нельзя не заметить искусственную ограниченность предложенного выше понимания этого термина. На материковом склоне нередко встречаются подводные каньоны, в стенках которых обнажаются не коренные породы, а донные или реликтовые субаэральные отложения (например, знаменитые подводные каньоны района Пицунды). Сам Ф. Шепард непоследователен в применении термина «подводные каньоны», безоговорочно относя к ним многочисленные подводные долины материкового склона атлантической подводной окраины Северной Америки, хотя большинство их прямолинейны и не имеют «притоков» (рис. 3).

Целесообразно называть подводными каньонами относительно крупные и глубоко врезаемые подводные долины, чаще всего имеющие V-образный, но в некоторых случаях и U-образный или «ящикообразный» поперечный профиль и приуроченные в своем распространении преимущественно к материковому склону. Оговоримся, что при этом верховья их могут быть врезаны в край шельфа, а устья располагаются уже на границе с материковым подножием или даже в его пределах.

Генетически подводные каньоны могут быть отнесены к тектонико-эрозионным формам, причем роль тектоники сводится к предопределению трассы заложения каньона, а в качестве фактора эрозии (и вместе с тем фактора переноса материала) выступают мутьевые течения, направленные вниз по каньону, а также периодические или эпизодические возвратно-поступательные донные течения, возбуждаемые приливами или крупными волнениями. Роль этих течений подчеркнута в уже упоминавшейся работе Ф. Шепарда и Н. Маршалла (Shepard, Marshall, 1978).

Сами подводные каньоны в указанном выше понимании неодинаковы, они могут подразделяться на ряд разновидностей или типов. Из наиболее полного обзора подводных каньонов, каким остается до сих пор книга Ф. Шепарда и Р. Дилла, а также данных, содержащихся в других источниках (например, Леонтьев, Сафьянов, 1973), следует, что можно различать: а) извилистые, принимающие многочисленные притоки подводные каньоны; б) прямолинейные подводные каньоны, не имеющие притоков; в) трогообразные подводные каньоны, имеющие

U-образный или ящикообразный поперечный профиль, крутые борта и плоское дно (например, подводные каньоны Инда и Ганга); г) подводные каньоны, сильно разветвленные и наиболее схожие по морфологии с речными долинами горных областей, обычно располагающиеся на продолжении заливов, типа риасов Корсики или Сардинии. К этому же типу, возможно, следует отнести каньоны Токио и Комагава на подводной окраине о. Хонсю (Япония).

Этот ряд можно дополнить еще одним типом подводных каньонов (д), который свойствен материковому склону Северного Ледовитого океана, Антарктиды, а также Берингова моря. Каньоны этого типа отличаются большой протяженностью и шириной, плоским дном, нередко имеют притоки. Последним свойством, а также своей большой длиной они отличаются от подводных каньонов группы «в», выделяемых, как мы видели выше, Ф. Шепардом и Р. Диллом в особый тип подводных долин, стоящий на одном таксономическом уровне с подводными каньонами, что, на наш взгляд, неверно.

В работе Л. П. Волокитиной (1978) отмечается большая ширина и извилистость, «разработанность» подводных долин, прорезающих материковый склон Антарктиды. Отмечается также, что на продолжении многих из них в пределах материкового подножия прослеживаются «русла суспензионных потоков». Сходные по строению каньоны на материковом склоне в пределах Берингова моря были описаны Б. Н. Котеневым (1965). Очень крупные и по длине и по ширине подводные каньоны прорезают арктический материковый склон Евразии. Интересно, что на продолжении большинства их также прослеживаются подводные долины, врезанные в конусы выноса, привязанные к устьям этих каньонов, а к верховьям последних нередко открываются древние затопленные речные долины, пересекающие шельф (Ласточкин, Федоров, 1978), или же эти верховья формируются за счет слияния образования типа «slope gullies».

Для объяснения крупных размеров, в особенности большой ширины и «разработанности», подводных каньонов Арктического бассейна можно использовать зависимость, которую Г. Г. Матишов (1975, 1977) устанавливает между распространением подводных каньонов и четвертичным оледенением севера Европы и Азии. По представлениям этого исследователя, разработка подводных каньонов, а также лежащих на их продолжениях «долин суспензионных потоков» (т. е. долин, прорезающих конусы выноса) связана с мощными потоками, которые получали свое питание за счет талых ледниковых вод в эпохи оледенений и дегляциации. Г. Г. Матишов отмечает, что фронт ледниковых щитов, перекрывавших шельф, располагался в верхней части материкового склона и, таким образом, насыщенные взмученным материалом (и добавим — также холодные, что еще больше усиливает их плотность и эродирующую способность) потоки талых ледниковых вод изливались из-под ледниковых покровов прямо на материковый склон, интенсивно эродируя его. При этом «мутявые потоки малой плотности» (Пыхов, 1974) могли проникать и в пределы ложа океана. Здесь на продолжении долин, прорезающих конусы выноса подводных каньонов, они выработывали абиссальные долины океанического ложа.

Гипотеза, высказанная Г. Г. Матишовым применительно к подводным долинам Арктического бассейна, может быть использована и для объяснения особенностей морфологии подводных долин антарктической части Мирового океана. Здесь подобная ситуация не только неоднократно повторялась в прошлом, но там, где распространены шельфовые ледники, наблюдается и в настоящее время. Важное значение при этом должны иметь низкие (вплоть до отрицательных) температуры воды на антарктическом шельфе, что способствует опусканию плотных переохлажденных вод на дно, их стеканию по материковому склону и форми-

рованию донных плотностных течений (Emery, Uchupi, 1972; Le Pichon et al., 1971; Леонтьев, 1977).

Подытоживая все сказанное о подводных каньонах, мы, во-первых приходим к заключению о целесообразности их разделения на пять охарактеризованных выше типов и, во-вторых, можем констатировать, что, несмотря на явные генетические различия этих типов, в конечном счете происхождение всех подводных каньонов связано с разработкой мутьевыми потоками и некоторыми другими донными течениями исходных отрицательных линеаментов, обусловленных радиальной по отношению к бровке шельфа разломной тектоникой.

Донные течения, формирующие подводные каньоны, могут быть связаны с приливо-отливными явлениями, с длительными и сильными штормами (которые могут также способствовать проявлению гравитационных процессов в подводном каньоне), с переохлаждением шельфовых вод и последующим их стеканием по наклонной поверхности дна. Однако важнейшую роль в формировании подводных каньонов, несомненно, играют мутьевые потоки, которые могут быть обусловлены различными причинами, но в первую очередь — обильным поступлением взвешенного материала в береговую зону. Как уже упоминалось, если принять распространенное мнение о гораздо большем притоке терригенного материала в ледниковые эпохи (по сравнению с современной эпохой), то соображения о роли мутьевых потоков в выработке не только подводных каньонов, но и абиссальных долин заслуживают серьезного внимания.

Перейдем к краткой характеристике подводных оврагов, которые имеют много общего с подводными каньонами, но отличаются от них как меньшими размерами, так и тем, что в генетическом отношении они связаны исключительно с эрозионной деятельностью мутьевых потоков, а в некоторых случаях и других донных течений. Все они врезаются в рыхлые осадки и приурочены либо к свалу глубин крупных дельт, либо (в более редких случаях) к участкам материкового склона, сложенного мощной толщей рыхлых осадков. Классическим примером таких образований являются «slope gullies», прорезающие склон подводной дельты Миссисипи. Описанный в книге О. К. Леонтьева и Г. А. Сафьянова «самый молодой на Черном море подводный каньон» (1973, стр. 226) и некоторые «подводные каньоны» Пицунды также по существу представляют собой подводные овраги.

На примере Пицунды можно видеть, что в некоторых случаях подводные овраги могут возникать на подводных склонах береговых аккумулятивных форм. Ф. Шепардом и Р. Диллом такие формы расчленения материкового склона описаны также в районе Калифорнийского бордерленда. Мелкие врезы на материковом склоне Ньюфаундленда, северо-западной Норвегии, плато Копытова Г. Г. Матишов также относит к подводным оврагам.

Следующий тип подводных долин — это долины суспензионных (мутьевых) потоков, прорезающие конусы выноса на материковом подножии. За очень редкими исключениями, как уже упоминалось, эти конусы выноса привязаны к устьям подводных каньонов. Конусы выноса (deep-sea fans) — гигантские подводные аккумулятивные формы, которым посвящена обширная литература. Наиболее полно рассмотрены строение и история формирования Бенгальского конуса — крупнейшего аккумулятивного образования этого рода. На рис. 4 (Curray, Moore, 1974) показана густая сеть долин, прорезающих этот конус, а на врезке к этому рисунку — фрагмент одной из долин (по Геолого-геофизическому Атласу Индийского океана, 1975). Нетрудно заметить полное соответствие таких долин эрозионным долинам на материках.

Долины конусов выноса обычно лежат на продолжении подводных каньонов. Очевидно, что они формируются экстремальными мутьевыми

потоками, сохраняющими еще значительную скорость и способность к эрозии даже за пределами устья подводного каньона. Характерной морфологической особенностью этих долин является их обвалованность, что связано с массовым выпадением взвешенного материала по бортам русла при переполнении последнего мутьевым потоком. Глубина вреза

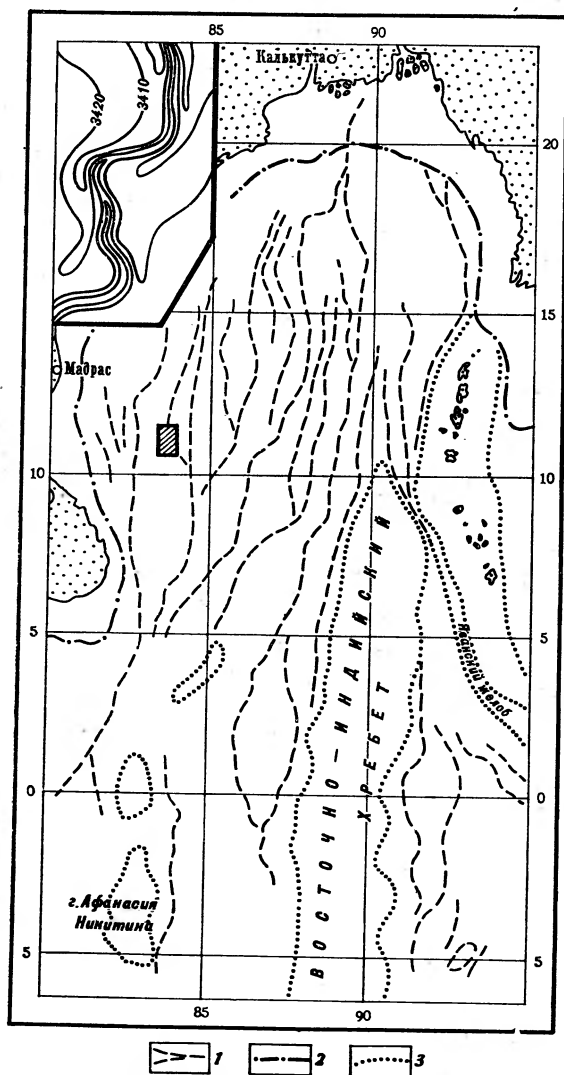


Рис. 4. Абиссальные долины Бенгальского конуса выноса (по Сиггау, Моог, 1974)

1 — долины, 2 — основание материкового склона, 3 — границы горных сооружений. На врезке — фрагмент карты одной из долин (по «Геол.-геофиз. Атласу Индийского океана», лист 37). Местоположение изображенного на врезке участка показано на главной карте заштрихованным квадратом

абиссальных долин конусов выноса обычно не превышает 100—150 м, чаще составляет несколько десятков м, ширина их обычно значительно меньше ширины сопряженных с ними подводных каньонов. Долины рассматриваемого типа нередко разветвляются и, как правило, не обнаруживают какой-либо связи с тектоническими разломами, напоминая в этом отношении подводные овраги. Однако протяженность их весьма велика — они намного длиннее не только подводных оврагов, но и под-

водных каньонов. Так, например, главная долина Бенгальского конуса имеет длину более 2700 км.

Следующий тип подводных долин — это абиссальные долины ложа океана. В Атлантическом океане известно две таких долины. Одна из них расположена в северо-западной части океана. Она начинается серией мелких долин, прорезающих материковое подножие и являющихся продолжениями многочисленных подводных каньонов материковых склонов Гренландии, Лабрадора и Ньюфаундленда. В районе Датского пролива в описываемую долину вливается крупный «приток» — долина Имарссуак, которая в свою очередь имеет ряд «притоков», связанных с подводными каньонами подводных окраин Гренландии и Исландии.

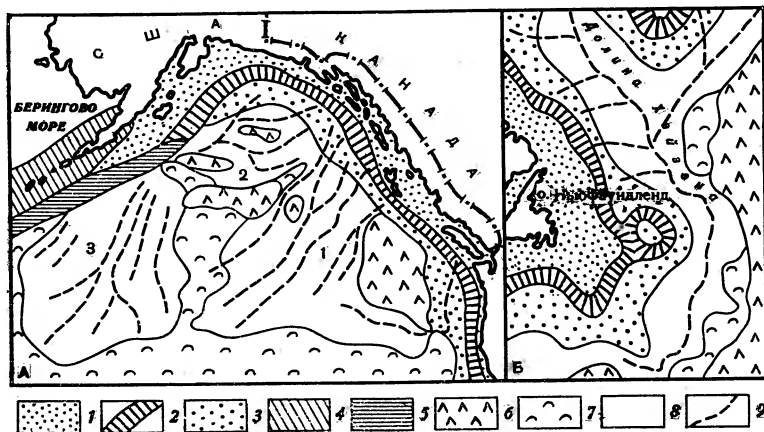


Рис. 5. Абиссальные долины: А — в северо-восточной части Тихого океана, Б — в северо-западной части Атлантического океана (по Леонтьеву, 1977)

1 — шельф; 2 — материковый склон; 3 — материковое подножие; 4 — островная дуга; 5 — горный рельеф ложа и срединно-океанического хребта; 6 — абиссальные холмы; 7 — плоские абиссальные равнины (на рисунке А цифры обозначают: 1 — равнина Тафт, 2 — Аляскинская, 3 — Алеутская); 8 — абиссальные долины

Долина заканчивается у северо-восточного окончания абиссальной равнины Сом в Северо-Американской котловине. Общая длина долины более 4 тыс. км. Мы предлагаем назвать ее долиной Хейзена в память о выдающемся американском морском геологе и геоморфологе, впервые описавшем эту грандиозную форму рельефа (Heezen et al., 1959). Глубина вреза долины Хейзена от 50 до 250 м, ширина — от 4 до 10 км. Долина меандрирует, ее борта обвалованы естественными дамбами, причем в разрезах грунтовых колонок отчетливо видна градационная слоистость, местами — смятость слоев, что характерно для турбидитов (Heezen, Hollister, 1971).

Сходное строение имеет долина Мори, расположенная к востоку от Срединно-Атлантического хребта и берущая начало с южного склона подводной окраины Исландии. Заканчивается долина Мори в Иберийской котловине. Сходные образования, по данным Л. П. Волокитиной (1978), имеются также в приантарктических котловинах Мирового океана. Здесь они обнаруживают четкую связь с подводными каньонами материкового склона Антарктиды и абиссальными долинами ее подножия.

Целая сеть абиссальных долин известна в северо-восточной части Тихого океана. Здесь четко выделяются три системы долин, дренирующих абиссальные равнины: Аляскинскую, Алеутскую и Тафт. Конфигурация границ равнин свидетельствует о том, что каждая из них по су-

Типы подводных долин

Группы типов подводных долин	Типы подводных долин	Факторы формирования	Географические примеры	Область распространения
1. Затопленные речные и ледниковые долины (Submerged valleys)	1.1. Затопленные речные долины	Реки	Затопленные долины Яванского шельфа	Шельф
	1.2. Затопленные долины временных водотоков	Временные водотоки	Затопленные сая у восточного берега Каспийского моря	»
	1.3. Затопленные ледниковые долины	Ледники	Малангсдьюлет и другие затопленные ледниковые трюги Норвежского шельфа	»
	Подводные овраги	Мутьевые потоки	Подводные овраги свала глубин дельты Миссисипи	Уступы на шельфе, материковый склон
2. Подводные каньоны (Submarine canyons)	3.1. Извилистые каньоны с притоками (черноморский тип)	Мутьевые потоки, тектоника, донные течения	Колдорский, Ингурский каньоны в восточной части Черного моря	Материковый склон
	3.2. Прямолнейные каньоны без притоков (атлантический тип)		Каньоны Ошенографер, Хидрографер и др. на атлантическом склоне Северной Америки	Материковый склон, борта глубоководных желобов
	3.3. Трогообразные ящикообразные каньоны без притоков (индо-гангский тип)	Тектоника, мощные мутьевые потоки	Индский, Миссисипский	Материковый склон
	3.4. Подводные каньоны срединноморского типа	Тектоника, реки, мутьевые потоки	Каньоны подводного склона Корсики	То же
	3.5. Каньоны арктическо-антарктического типа	Тектоника, мутьевые потоки, донные плотностные течения	Каньон Литке, Баренцево море	» »

4. Абиссальные долины (fan channels, deep sea channels)	4.1. Абиссальные долины конусов выноса	Экстремальные мутьевые потоки, мутьевые потоки малой плотности	Долины Бенгальского конуса выноса	Материковое подножие, ложе океана
	4.2. Абиссальные долины ложа океана			
5. Абиссальные межкотловинные ущелья (gaps)	Абиссальные межкотловинные ущелья	Донные плотностные течения	Ущелье Вима между Аргентинской и Бразильской котловинами	То же
6. Поперечные ущелья срединных хребтов (Troughs)	Поперечные ущелья срединных хребтов	Тектоника, донные плотностные течения	Рифтовые долины Срединно-Атлантического хребта	Срединно-океанические хребты
7. Рифтовые долины (rift valleys)	Рифтовые долины	Тектоника	То же	То же

шеству представляет собой сильно уплотненные конусы выноса мутьевых потоков. Об этом же свидетельствуют результаты бурения, выполненного в 18-м рейсе «Гломар Челленджер»; они показали, что все три равнины сложены турбидитами (Initial Reports..., 1973).

Современный твердый сток рек, стекающих с прибрежных Кордильер в залив Аляска, невелик. Очевидно, все три абиссальные равнины были сформированы при условиях гораздо более обильного поступления взвешенного материала. Можно предполагать, что их происхождение связано с деятельностью мутьевых потоков, питавшихся обильным твердым стоком флювиогляциальных вод во время плейстоценовых оледенений.

Среди названных равнин особое место занимает Аляскинская абиссальная равнина с прорезающими ее долинами. На рис. 5 хорошо видно, что равнина, как и питавшие ее долины, в настоящее время отрезана от источника поступления осадочного материала — континента — восточной частью Алеутского глубоководного желоба. Отсюда следует, что, во-первых, в настоящее время продолжается рост глубоководного желоба в восточном направлении, а во-вторых, что Алеутская абиссальная равнина (как и ее долины) представляет собой реликтовое образование, сформировавшееся тогда, когда глубоководный желоб заканчивался значительно западнее, чем в настоящее время.

Все абиссальные долины в конечном счете лежат на продолжении долин конусов выноса или являются элементами строения таких древних конусов. Очевидно, что абиссальные долины ложа океана, как и долины конусов выноса, порождены экстремальными мутьевыми потоками, которые в ледниковое время могли выходить за пределы конусов выноса — в океанические котловины. Возможно, что это были «мутьевые потоки малой плотности», по терминологии Н. В. Пыхова (1974), который теоретически показал, что если поток в океанических условиях имеет насыщение взвесью около 11,5—43,7 г/л, то он способен проникать на весьма значительные глубины. Предполагается также, что при движении мутьевого потока может сложиться режим авто-сuspензии, т. е. при определенных энергетических условиях движение мутьевого потока само порождает образование суспензии. Рассмотрение этих гипотетиче-

ских возможностей можно найти в работах В. В. Лонгинова (1973) и Н. В. Пыхова (1974).

Таким образом, генетически долины конусов выноса и абиссальные долины ложа скорее всего идентичны и отличаются лишь масштабами. Это родство, в частности, подчеркивается обвалованностью бортов и тех и других долин, что совершенно определенно указывает на роль мутьевых потоков как главного фактора их образования. Вообще же можно, по-видимому, говорить о целом генетическом ряде подводных долин, в формировании которых главная роль принадлежит мутьевым потокам. Первым членом этого ряда являются подводные овраги, далее следуют подводные каньоны, долины конусов выноса и, наконец, абиссальные долины ложа океана.

Рифтовые долины в отличие от рассмотренного выше типа подводных долин — чисто тектонические образования. Они, как известно, приурочены к рифтовым зонам срединно-океанических хребтов и в своем образовании не зависят от гидрогенных факторов, хотя сказанное отнюдь не исключает возможности деятельности этих факторов в рифтовых долинах. Заметим, что поперечные ущелья, или «троги», связанные с поперечными разломами в срединно-океанических хребтах, несомненно, подвержены воздействию донных плотностных течений (Le Pichon et al., 1971; Леонтьев, 1977).

Краткий обзор различных типов подводных долин может быть резюмирован в виде таблицы. В таблице показаны также главные факторы формирования подводных долин, приведены конкретные примеры и прослежена приуроченность различных типов к тем или иным планетарным морфоструктурам дна Мирового океана.

Проведенный здесь обзор подводных долин еще раз убеждает нас в том, что долинные формы рельефа оказываются не столь редкими формами рельефа дна океана, как это обычно считают. Из вышеизложенного видно также, что ареал деятельности мутьевых потоков далеко не ограничивается лишь зоной материкового склона и материкового подножия, но охватывает обширные пространства ложа океана. Наконец, из приведенных данных следует, что наблюдаемые подводные долины, созданные полностью (абиссальные долины) или частично (подводные каньоны) мутьевыми потоками, были в своих основных чертах сформированы в недавнем геологическом прошлом и их формирование, по-видимому, следует связывать с обильным поступлением взвесей в ледниковое время. Здесь автор полностью согласен с Г. Г. Матишовым, который первым высказал идею о важнейшей роли оледенения в образовании мутьевых потоков, формировавших не только подводные каньоны и долины конусов выноса, но и абиссальные долины ложа океана.

Дальнейшее изучение экзогенных процессов на дне океана позволит существенно уточнить, насколько велика роль других факторов, в частности донных плотностных течений, в формировании подводных долин. Во всяком случае формирование межкотловинных проходов, или ущелий («gaps»), в результате эрозионной деятельности такого течения убедительно доказано на примере долины Вима, соединяющей Бразильскую и Аргентинскую котловины (Le Pichon et al., 1971).

ЛИТЕРАТУРА

- Берг Л. С. Подводные долины. В кн. «Очерки по физической географии». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.
Большая Советская Энциклопедия, т. 8, 1972.
Волокитина Л. П. Геоморфологическая карта индоокеанского и тихоокеанского секторов Антарктики. «Геоморфология», № 2, 1978.
Геологический словарь, т. I, 1973.
Геолого-геофизический Атлас Индийского океана. ГУГК, 1975.
Зенкович В. П. Подводные каньоны и материковый склон в районе Адлера. В кн. «Проблемы изучения берегов Грузии». Тбилиси, «Мецниереба», 1976.

- Кленова М. А. Геология моря. М., Учпедгиз, 1948.
- Котенев Б. Н. Подводные долины зоны материкового склона в Беринговом море. «Тр. ВНИРО», т. 58, 1965.
- Ласточкин А. Н., Федоров Б. Г. Рельеф и новейшая история развития северного шельфа Евразии. «Геоморфология», № 3, 1978.
- Лебедев Л. И., Едигарян З. П., Кулакова Л. С., Алексина А. И., Калинина Л. А., Нишкин А. В. Геологическое строение и нефтегазоносность платформенной части Каспия. М., «Наука», 1976.
- Леонтьев О. К. Рельефообразующая деятельность донных течений в абиссальной зоне океана. «Геоморфология», № 2, 1977.
- Леонтьев О. К., Сафьянов Г. А. Каньоны под морем. М., «Мысль», 1973.
- Лонгинов В. В. Очерки литодинамики океана. М., «Наука», 1973.
- Матишов Г. Г. Геоморфологическое строение материкового склона северной Атлантики. «Тр. ПИНРО», вып. 35. Мурманск, 1975.
- Матишов Г. Г. Геоморфология дна и проблема плейстоценового оледенения баренцево-морского шельфа. «Геоморфология», № 2, 1977.
- Панов Д. Г. Геоморфология моря, ее задачи и проблемы. «Изв. ВГО», вып. 5, 1943.
- Пыхов Н. В. Механика гравитационных перемещений осадков на дне океана. Автореф. канд. дис. М., 1974.
- Шепард Ф. Земля под морем. М., «Мир», 1964.
- Шепард Ф., Дилл Р. Подводные морские каньоны. Л., Гидрометеониздат, 1972.
- Curry J. R., Moore D. G. Sedimentary and Tectonic Processes in the Bengal Deep-Sea Fan and Geosyncline. The Geology of Continental Margins. Berlin — Heidelberg N. Y., 1974.
- Emery K. O., Uchupi E. Western North Atlantic Ocean. Tulsa, U. S. A., 1972.
- Heezen B. C., Hollister Ch. D. The Face of the Deep. N. Y.—L., 1971.
- Heezen B. C., Tharp M., Ewing M. The Floor of the Oceans. v. I. The North Atlantic. N. Y., 1959.
- Initial Reports of the Deep-Sea Drilling Project, v. XVIII. Wash., 1973.
- Le Pichon X., Ewing M., Truchan M. Sediment Transport and Distribution in the Argentin Basin. 2. Antarctic Bottom Current Passage into Brazil Basin. «Phys. and Chem. Earth», v. 8, 1971.
- Sedimentation in Submarine canyons, Fans, and Tranches. Stroudsburg, USA, 1978.
- Shepard F. P., Dill R. Submarine canyons and other Sea Valleys. Chic., 1966.
- Shepard F. P. Submarine geology. «Harper and Row», N. Y., 1973.
- Shepard F. P., Marshall N. F. Currents in Submarine Canyons. Sedimentation in Submarine canyons, Fans, and Franches. Stroudsb., 1978.
- Submarine Canyons and Deep Sea Fans. Stroudsburg, USA, 1976.
- Veath A. C., Smith P. A. Atlantic submarine valleys of the United States and Congo Submarine Valley. Geol. Soc. Amer., Spec. paper No. 7, Tulsa, USA, 1939.

Московский государственный
университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
21.V.1979

TYPES OF SUBMARINE VALLEYS

O. K. LEONTYEV

Summary

Submarine valleys can be subdivided into several types which differ considerably in genesis and morphology; besides submerged fluvial and glacial valleys (inherited relict features), several types of submarine valleys seem to be accounted for by turbidity currents, i. e. submarine canyons, submarine gullies, abyssal valleys of continental rise and ocean floor. Rift valleys are formed by tectonics only; tectonic fractures contribute considerably into formation of submarine canyons and transversal gorges crossing mid-oceanic ridges. Bottom abyssal currents are not sufficiently studied, but it is beyond any doubt that they participate in the formation of submarine valleys in deep ocean zones, in particular in inter-depression passes. It seems that valleys due to turbidity currents were greatly influenced by Pleistocene glaciations. Ice edge was often situated close to shelf edge and debris melted from the ice created large turbidity currents which eroded not only continental slope but abyssal zones as well.