

ЗАГАДКА ПОДВОДНЫХ ДОЛИН¹

В. Н. САКС

Современная наука знает немало явлений, объяснить которые пока не удаётся. Многие факты, казавшиеся непонятными в прошлом столетии или в начале настоящего, сейчас уже получили своё исчерпывающее разъяснение. Однако в результате новых наблюдений над природой или новых экспериментальных работ на смену им пришли другие открытия, полное научное объяснение которых остаётся ещё задачей будущего. Среди таких загадочных явлений далеко не последнее место занимает проблема так называемых подводных долин или каньонов. За последние два десятилетия накопился обширный материал по подводным долинам, которые, как оказалось, во всех океанах прорезают подводные материковые склоны, уходя до глубины 2000—3000 и более метров ниже современного уровня моря.

До тех пор, пока были известны лишь единичные подводные долины, их образование легко объяснялось погружением отдельных участков суши под уровень океана. В настоящее время подводные долины и каньоны насчитываются уже многими сотнями, они обнаружены у восточного и западного берегов Северной Америки, у побережья Европы, Африки, в Средиземном море, у берегов Южной Америки, в Индийском океане, в Северном Ледовитом океане, у восточного побережья Азии и даже около многих океанических островов (см. карту). Оказалось, что, по крайней мере

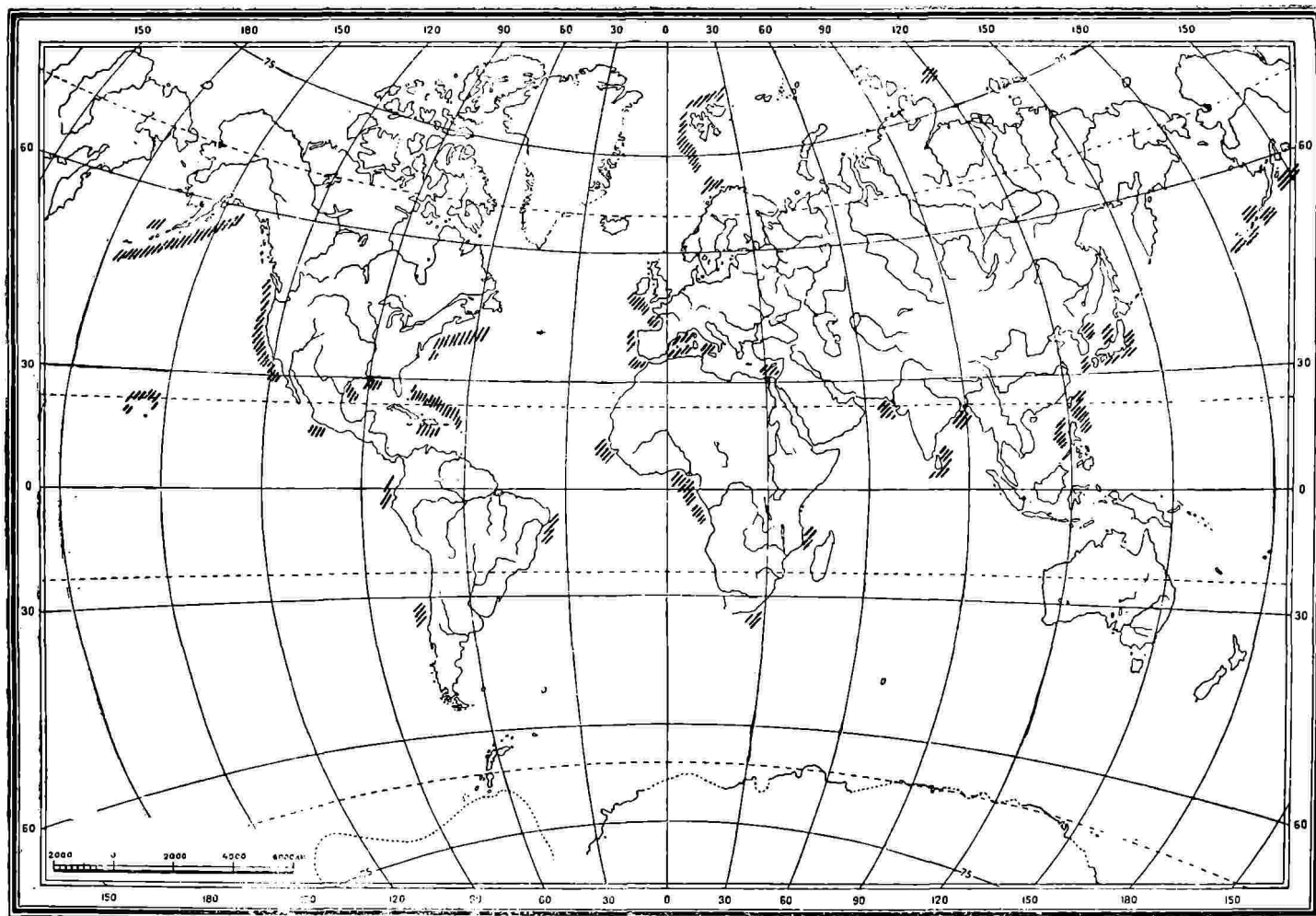
местами, склоны материковой отмели изрезаны, кроме глубоких каньонообразных долин, множеством более мелких ложбин и имеют таким образом сильно расчленённый облик, вполне похожий на рельеф крутых склонов высоких плато на суше. Не найдены такие долины пока только у берегов Австралии, что может объясняться слабой изученностью здесь рельефа морского дна.

Некоторые подводные долины, хотя и далеко не все, лежат на продолжении современных рек. В подавляющем большинстве узкие и глубокие подводные каньоны¹ приурочены только к материковому склону и не заходят в область материковой отмели, с глубинами менее 200 м. Однако часть каньонов прослеживается и в пределах материковой отмели и даже достигает края материка (например подводный каньон Конго). Многие подводные каньоны, в частности у побережья Калифорнии, разветвляются, образуя сеть, совершенно аналогичную гидрографической сети на суше.

Изучение крутизны уклона подводных каньонов показало, что подобно речным долинам подводные каньоны книзу становятся более пологими, благодаря чему их продольный профиль приобретает вогнутый характер; общие же величины уклона примерно соответствуют падению горных рек на суше (градиент падения группы каньонов на суше составляет 6.07%, а средний градиент падения подводных каньонов — 6.54%). При этом подводные каньоны оказываются наиболее полого падающими в тех случаях, когда они являются продолжением крупных современных рек. Наоборот, наибольшей крутизны (в среднем 13.8%) достигают подводные каньоны у берегов океанических островов. Поперечный профиль подводных каньонов прибли

¹ Вопрос о происхождении подводных долин до сих пор не разрешён геологами и географами, несмотря на многочисленные исследования. Обе предложенные теории — о подводном и надводном происхождении этих долин — заключают много противоречий и не могут считаться достаточно убедительными. В печатаемой статье В. Сакса даётся сводка основных данных по этому вопросу; автор склоняется к теории подводного происхождения. В одном из следующих номеров «Природы» мы поместим статью Г. Линдберга, в которой он, на основании расселения пресноводных рыб, приходит к выводу о надводном происхождении части долин. *Ред.*

¹ Мы будем в дальнейшем изложении называть эти образования именно каньонами в отличие от собственно подводных долин бесспорно речного происхождения.



Районы распространения подводных каньонов (показаны штриховкой).

жается к V-образному профилю наземных каньонов и лишь в редких случаях бывает корытообразным. В плане подводные каньоны, подобно речным долинам, имеют извилистые очертания. Размеры многих каньонов очень велики. Каньон Конго достигает в длину 150 км, а каньон Гудсон у восточного берега Северной Америки имеет в верхней части склонов ширину около 11 км при максимальной высоте склонов более 1100 м.

Надо сказать, что подводные ложбины на дне морей и океанов не принадлежат все к одному типу. Во многих случаях мы, бесспорно, имеем на морском дне затопленные речные, а в высоких широтах иногда и ледниковые долины. Такого рода долины, большей частью широкие и в той или иной мере погребённые под новейшими морскими осадками, — всё же хорошо выделяются, в первую очередь в пределах мелководных морей. Существование подобных подводных долин, прекрасно фиксирующихся, в частности, на материковой отмели северной Сибири, указывает лишь на изменение в прошлом положения береговой линии. Обычно долины этого типа хорошо увязываются с современной гидрографической сетью и с четвертичной историей прилегающих участков материка.

Именно о таких долинах говорит Г. У. Линдберг для морей нашего Дальнего Востока, находя подтверждение их существованию не только в рельефе морского дна, но и в распространении пресноводных рыб. Присутствие одних и тех же фаунистических комплексов в изолированных сейчас друг от друга речных бассейнах находит своё естественное объяснение в погружении и затоплении морем низовьев рек, ранее связывавших водоемы разобщённые в настоящее время речные системы. Надо считать, что разветвляющиеся подводные каньоны у берегов Калифорнии тоже обязаны своим происхождением локальным опусканиям отдельных участков материка. Подводные долины здесь прорезают даже гранитный массив. Ф. Шепард и К. Эмери приводят ряд фактов, не оставляющих сомнения в надводном происхождении рельефа океанического дна у калифорнийского побе-

режья. Сюда относятся: находки мелководных морских осадков под глубоководными на дне каньонов; находки абразионных поверхностей на глубине около 900 м под уровнем океана; присутствие фауны, близкой (но не тождественной) континентальной, на островах вблизи Калифорнии; наличие на некоторых сейчас разобщённых реках Калифорнии одних и тех же ассоциаций пресноводных рыб. Последующее опускание очень большой амплитуды кажется возможным допустить и для района Алеутской впадины. На северном склоне последней подводные каньоны уходят на глубины до 2700—3700 м, тогда как на южном склоне даже на меньших глубинах по данным Г. В. Муррея следов подводных долин нет. Этот факт заставляет думать, что при образовании Алеутской впадины, являющейся предгорным прогибом у подножья молодого горного сооружения — Аляскинского хребта и Алеутской гряды, глубоко опустились и участки, ранее находившиеся над уровнем моря. Совершенно ясно, что амплитуда местных погружений может быть самой различной и в отдельных случаях может доходить до нескольких сот или даже тысяч метров.

Подводные каньоны, прорезающие склоны материковой отмели, никак нельзя целиком свести к локальным погружениям ранее существовавшей суши. Против этого, как нельзя более убедительно, говорит их распространение во всех океанах и морях. Следовательно, если считать обязательным надводное происхождение подводных каньонов, остаётся допустить лишь повсеместное понижение уровня мирового океана на 2000—3000 м. Такое понижение уровня океана должно было быть очень кратковременным, так как иначе не сохранилось бы крутое падение в подводных каньонах, представляющих низовья речных долин, опускавшихся с сильно приподнятой суши к морю. Тот факт, что многие подводные каньоны прорезают лишь склоны материковой отмели и не заходят в пределы последней, будучи даже как будто срезаны её поверхностью, не противоречит гипотезе о надводном происхождении каньонов. В мелководных морях (с глубинами до

200 м) при длине штормовых волн до 150—200 м воздействие последних вглубь распространяется хотя и в очень ослабленной степени вплоть до дна. Таким образом, на материковой отмели непрерывно идут процессы размыва выступов морского дна и погребения, засыпания осадками впадин и рытин на дне. Следовательно, погребение долин на материковой отмели является вопросом лишь времени, и если мы сейчас видим на дне мелководных морей следы затопленных речных долин, то только потому, что погребение данного участка под уровень моря произошло сравнительно недавно.

Резюмируя сказанное, можно подчеркнуть, что допущение общего понижения уровня мирового океана на 2000—3000 м наилучшим образом объясняет происхождение подводных каньонов. При этом становится понятным и факт наличия более пологого продольного профиля у каньонов, являющихся продолжением крупных современных рек, которые обладают большей силой размыва. Вместе с тем совершенно непонятной остаётся возможность такого повсеместного понижения уровня мирового океана, требующая сокращения массы воды в океанах почти вдвое. Ф. Шепард на Международном геологическом конгрессе в Москве выступил с гипотезой, связывающей это уменьшение количества воды в океанах с чрезвычайно мощным развитием четвертичных ледников. Он предположил, что Северный Ледовитый океан был целиком забит льдом, который из Арктики распространялся на север Европы, Азии и Америки. Однако такая гипотеза могла быть выдвинута лишь при полном незнании с результатами работ советских исследователей по восстановлению четвертичной истории на севере СССР. Наличие огромного ледникового щита внутри Полярного бассейна и надвигание его на северную часть Евразии совершенно не подтверждается фактическим материалом и должно быть исключено. К тому же гипотеза заполнения льдом Полярного бассейна никак не объясняет существования подводных каньонов на склонах материковой отмели самого

Полярного бассейна — у Шпицбергена и в море Лаптевых.

Четвертичные ледники, действительно существовавшие в Европе, Северной Америке, Сибири и в других областях земного шара, бесспорно по мере своего развития вызывали известное понижение уровня мирового океана, но амплитуда такого понижения по всем данным не могла быть очень большой и составляла от 67 до 275 м (наиболее вероятны величины порядка 100—150 м). Таким образом, для объяснения происхождения подводных каньонов на склонах материковой отмели четвертичное оледенение, как будто, не может быть привлечено. В последнее время Ф. Шепард считает возможным ограничить амплитуду изменения уровня океана во время образования каньонов изоботой 900 м, но такое понижение уровня, само по себе необъяснимое, всё-таки ничего не разъяснит в образовании каньонов, уходящих на глубины до 3700 и даже 4600 м. Кроме того, резкое уменьшение количества воды в океанах повело бы к чрезмерному увеличению её солёности, что не могло бы не отразиться самым катастрофическим образом на морских организмах.

Трудности понимания огромного сокращения массы воды в океанах в эпоху формирования каньонов на склонах материковой отмели вызвали к жизни ряд гипотез об образовании каньонов в подводных условиях. Прежде всего следует упомянуть о тектонической гипотезе, которая видит в каньонах тектонические трещины по краям материковых глыб. Как и в надводных речных долинах, роль тектоники в распределении подводных каньонов действительно может быть очень значительной. Однако одна тектоника не может создать каньоны с извилистостью их очертаний, уклоном дна в сторону океанических впадин, V-образным поперечным профилем, т. е. со всеми теми элементами, которые свойственны именно речным долинам на суше. Не выдерживают критики и предположения о появлении подводных каньонов под действием волн, возникающих при землетрясениях (цунами), благодаря течениям.

грязевым потокам, при оползнях, за счёт растворения пород грунтовыми водами. Каньоны, развитые решительно во всех океанах и врезанные к тому же иногда в плотные породы, не могли образоваться указанными путями. Р. А. Дэли выдвинул гипотезу выработки каньонов на материковых склонах придонными потоками морской воды, обогащённой илистым материалом и потому более тяжёлой. По мнению этого автора, понижение в ледниковую эпоху уровня мирового океана, приблизившегося к краю материковой отмели, особенно способствовало подобному процессу. Ф. Г. Кюнел пытался подтвердить взгляды Дэли опытами, но надо сказать, что в лабораторных условиях нельзя воссоздать природную обстановку образования каньонов. Л. С. Берг раскритиковал гипотезу Дэли, указав на невероятность длительного нахождения в морской воде взвешенных глинистых частиц, а также на невозможность прорезания подводными иловыми потоками твёрдых пород, например гранитов. Весьма вероятно, правда, что подводные каньоны, врезанные в граниты, а такие нам известны только у побережья Калифорнии, являются, как указывалось выше, действительно речными долинами, погружёнными в результате местных опусканий на дно моря. Основная же масса подводных каньонов может быть заложена в рыхлых породах, которые, как показала сейсморазведка, зачастую слагают внешний край материковых отмелей, достигая здесь мощности нескольких тысяч метров. Всё же каньоны прорезают не только современные осадки: с бортов их удавалось поднимать обломки меловых и третичных, в том числе миоценовых и плиоценовых, пород, очевидно обнажающихся на крутых, порою почти отвесных склонах каньонов.

В СССР Л. С. Берг, Б. Ф. Добрынин и Г. У. Линдберг определённо высказываются за надводное происхождение подводных каньонов, видя в них затопленные наземные речные долины. Л. С. Берг считает, что причиной затопления было общее изменение уровня мирового океана, дополнявшееся местными опусканиями отдель-

ных участков суши. Г. У. Линдберг ставит в связь с каньонами вообще весь расчленённый рельеф на дне океанов, как доказательство надводного положения в прошлом больших участков океанического дна. При этом Г. У. Линдберг не учитывает, что выработка сильно расчленённого рельефа требовала миллионов лет, тогда как каньоны могли образоваться лишь при относительно кратковременном поднятии материковых склонов, по его же собственным словам порядка 10 000 и, несомненно, менее 100 000 лет. Необходимо помнить, что погружение окраин современной суши под уровень океана, как бы быстро оно ни произошло, не даёт каньонов, подобных наблюдающимся на материковых склонах.

Особенно большой интерес среди подводных каньонов уже давно возбуждает каньон Конго, начинающийся в дельте современной реки, прорезающий всю материковую отмель и уходящий на глубины 3000—3500 м. Этот каньон интересен тем, что нижнее течение р. Конго образовалось, как указывают А. Вич и П. Смит, после мустьерского времени, т. е. если следовать хронологии, принятой в СССР В. И. Громовым, после максимального оледенения. Подобный вывод основывается на том, что раньше в низовьях р. Конго было озеро, в осадках которого найдены орудия палеолита (мустье). Таким образом, на выработку после осушения озера каньона до 1480 м глубиной остаётся не более 150 000—170 000 лет (согласно кривой М. Миланковича). Если даже учесть, что каньон Конго врезан в сравнительно рыхлые меловые и третичные породы, то всё же скорость углубления его дна такова, что её трудно приписать какому-либо иному фактору, кроме действия речного потока в надводных условиях. Об этом же как будто говорит и продолжение подводного каньона в устье современной реки.

Данные А. Вича и П. Смита не позволяют решить, не существовал ли каньон, независимо от р. Конго, до её прорыва к океану у современного устья. В то же время каньон Конго, вероятно, именно в силу своей молодости

сти и сохранился в пределах материковой отмели, не будучи погребён под позднейшими осадками. Другие подводные каньоны, возможно, потому только и наблюдаются на материковом склоне, что на материковой отмели их продолжение уже занесено наносами. Правда, в некоторых каньонах, в том числе и в Полярном бассейне, известны случаи нахождения на дне грубых осадков, даже галечников. Так как при современных условиях в каньон с мелководья могут быть доставлены лишь тонкозернистые илистые осадки, наличие гальки может быть свидетелем либо продолжающегося размыва на дне каньона, либо же, по крайней мере, отсутствия заноса каньона илистыми осадками. С другой стороны на дне каньонов наблюдались и тонкозернистые илистые осадки, указывающие на постепенное выполнение ложбин в настоящее время.

Для Атлантического океана имеются некоторые данные о скорости накопления осадков на больших глубинах, но вблизи материкового склона. Эти скорости измеряются 3—30 см в тысячелетие и, возрастая по мере приближения к материку, могли бы оказаться достаточными для полного засыпания каньонов на протяжении четвертичного периода. Однако нет полной уверенности в правильности приведённых цифр, особенно максимальной из них, полученной по одному только разрезу синего ила, в котором при мощности колонки 2,8 м не был достигнут слой с отвечающими ледниковой эпохе холодолюбивыми фораминиферами. Во впадинах окраинных морей севера Сибири М. М. Ермолаев установил скорость накопления илов более 6 см в тысячелетие. В Чёрном море А. Д. Архангельский и Н. М. Страхов указывают на скорости накопления осадков на материковом склоне в северной части моря от 2 до 10 см (известковый ил) и вблизи гористых берегов Кавказа и Малой Азии — 10—40 см (серая глина) в тысячу лет.

Суммируя эти данные, можно, казалось бы, допустить сохранение подводных каньонов вдали от высоких берегов на протяжении миллиона лет (такова максимальная предполагаемая

продолжительность четвертичного периода). Не следует всё же забывать, что в эпохи оледенений, когда уровень мирового океана бесспорно понижался, береговая линия приближалась, а местами и вплотную подходила к краю материкового склона. При таких условиях интенсивность накопления осадков на материковом склоне должна была сильно возрастать, и каньоны довольно быстро могли бы быть засыпаны или, по крайней мере, сильно сглажены. В частности, затопленная четвертичная долина р. Гудсон на материковой отмели восточного побережья Северной Америки прослеживается вплоть до вершины каньона Гудсон на материковом склоне. Если допустить дочетвертичный возраст последнего, непонятно его сохранение до наших дней, как непонятна и в целом резкая расчленённость материкового склона на данном участке. Таким образом, третичный возраст основной массы подводных каньонов все-таки маловероятен, хотя и не может полностью быть исключён.

Проблема подводных каньонов нередко, особенно в иностранных работах, рассматривается вне связи с другими явлениями, происходящими на дне океанов. Нет нужды говорить, насколько подобный подход мешает правильному пониманию процессов, вызвавших формирование каньонов, независимо от того, было ли это в надводных или подводных условиях.

Среди явлений, тесно связанных с подводными каньонами, в первую очередь надо назвать образование коралловых островов. Уже давно известно, что кораллы, не развивающиеся на глубинах более 30—60 м, слагают склоны атоллов на многие сотни метров ниже уровня моря, а в атолле Фунафути в южной части Тихого океана коралловые осадки прослежены скважиной на глубину свыше 334 м. В Большом Барьерном рифе Австралии мощность коралловых образований 120—135 м. На о. Маратоеа (вблизи Борнео) коралловые осадки имеют мощность не менее 500 м. Причина последнего, возможно, кроется в местных тектонических движениях, так как упомянутый остров находится в зоне молодой третичной складча-

тости, где известны и противоположные примеры поднятия коралловых рифов до 1700 м над современным уровнем моря (Новая Гвинея). В общем же коралловые острова хотя и дают неоспоримые указания на изменения уровня мирового океана в прошлом, но не доказывают этих изменений с такой амплитудой, какая необходима для образования подводных каньонов.

Другой любопытный факт, который нельзя не поставить в связь с подводными каньонами, заключается в нахождении на дне Атлантического океана в ряде пунктов так называемых глубоководных песков. Эти осадки, содержащие песчаные частицы размером до 0.6 и даже 3 мм, обнаружены на глубинах 2900—7200 м в центральной и южной частях Атлантического океана, а также в юго-западной части Индийского океана. Содержание песчаных частиц доходит до 40%, причём в ряде колонок песчаный слой подстилается обычным глубоководным (глобигериновым) илом. Состав минеральных частиц не оставляет сомнения в их невулканическом происхождении, т. е. в приносе их с суши. Поскольку в настоящее время подобные осадки отлагаются, как правило, лишь в пределах материковой отмели, приходится допустить кратковременное поднятие тех участков дна, где развиты глубоководные пески. Амплитуда поднятия должна быть порядка 2—3 км, чтобы обеспечить выход из-под уровня моря наиболее возвышенных участков дна, размыв которых и дал материал для глубоководных песков. Ввиду ограниченности распространения последних, предпосылки для их образования легко могут быть сведены к местным тектоническим движениям, но в то же время аналогия с подводными каньонами, также требующими кратковременного понижения уровня океана, напрашивается сама собою.

То же можно сказать о затопленных островах, известных в количестве более ста шестидесяти в северо-западной части Тихого океана между островами Марианскими, Маршалскими, Гавайскими и Алеутскими. Затопленные острова, предположительно вулканического происхождения, имеют пло-

ские вершины, в настоящее время опущенные под уровень моря на 900—1800 м. Над дном океана они круто поднимаются на 2700—3600 м. Наиболее вероятно думать, что поверхность островов была некогда в надводном положении и была сглажена действием морского прилива. Однако это было, очевидно, очень давно, не позднее третичного периода. Описавший эти образования Г. Г. Гесс склонен даже относить их к докембрийскому времени, исходя из того, что в последующие периоды истории Земли при постепенном погружении островов на них развивались бы коралловые атоллы. Такое заключение, впрочем, представляется крайне сомнительным. Всё же о значительной древности затопленных островов свидетельствуют факты появления над некоторыми из них позднейших вулканов и на последних — коралловых атоллов, поднимающихся до современного уровня моря. Допуская очень древнее происхождение островов, мы тем самым получаем возможность увязать их с эпохами трансгрессий мирового океана. В эти же эпохи кажется вероятным поднятие больших участков океанического дна наряду с погружением под уровень моря окраины материков. Таким образом, затопленные острова могут и не быть связаны с подводными каньонами.

Следует указать, что изменение уровня мирового океана на тысячи метров дало бы на дне океанов смену отложений, которая при малой скорости накопления там осадков должна была бы фиксироваться в поднимаемых нами колонках. Глубоководная красная глина должна при уменьшении глубины смениться известковым глобигериновым илом или даже полупелагическим синим илом. Широкое распространение подобных явлений пока не отмечено, хотя, как известно, в глубоководных глинах найдены даже третичные окаменелости.

Большое значение для понимания истории подводных пространств имеет срединный Атлантический хребет, протягивающийся по дну Атлантического океана от Исландии почти до Антарктики. Этот хребет, наивысшие точки которого подняты менее 1000 м ниже

уровня моря, а местами выходят и на поверхность в виде островов, обладает сильно расчленённым рельефом, приближающимся к Восточным Альпам на суше. На склонах Атлантического хребта наблюдаются даже подводные долины, что позволяет высказать предположение о его надводном положении в прошлом. Однако изучение колонок грунтов показало, что по крайней мере с эпохи последнего оледенения глубины в Атлантическом океане, и в том числе над Атлантическим хребтом, оставались относительно постоянными. Об этом же говорит и направление Гольфстрима, по всем вероятностям в четвертичном периоде бывшее таким же, как и сейчас. Имеющиеся данные о скорости накопления осадков в центральных частях Атлантического океана (от 0.86 см в тысячелетие в глубоководной красной глине, до 1.2—3.5 см в глобигериновых илах), устанавливаемые по смене теплолюбивых и холодолюбивых ледниковых комплексов фораминифер, позволяют допустить сохранение древнего рельефа с дочетвертичного времени. Таким образом, Атлантический хребет тоже может быть образованием более древним, чем подводные каньоны на материковых склонах.

Небезинтересно то, что подводные каньоны, встречающиеся во всех океанах, а также в Средиземном море, отсутствуют на материковых склонах Чёрного моря. Если принять подводное происхождение каньонов, такое исключение кажется непонятным. Если же допустить общее понижение уровня океана, то Чёрное море окажется изолированным, уровень его останется близким к современному, и подводные долины, естественно, не смогут возникнуть. Правда, в таком же положении оказались бы моря Средиземное, Гренландское и Ледовитый океан, где подводные каньоны существуют. В Гренландском море и в Полярном бассейне (М. В. Кленовой) отмечают, и помимо каньонов, следы крупных погружений. Здесь зарегистрированы подводные террасы и окатанные галечники на глубинах 400, 600 и 900 м. Однако в этом нельзя видеть серьезного доказательства надводного происхождения всех каньонов вообще.

При понижении уровня мирового океана уже на 500—600 м Гренландское море и Ледовитый океан были бы изолированы от мирового океана, дальнейшее изменение уровня которого не могло отразиться здесь. То же можно сказать о Средиземном море, где каньоны уходят на несравненно большие глубины, чем глубины Гибралтарского пролива (400 м). Возможно, конечно, что подводные каньоны Средиземного, Гренландского морей и Ледовитого океана есть результат местных погружений, допустимых в этих тектонически активных районах.

Таким образом, перечисленные выше данные, которые, казалось бы, должны иметь связь с подводными каньонами, не дают определённых указаний на происхождение последних. Неоспоримым доказательством надводного происхождения каньонов они служить отнюдь не могут. В общем же, подводя итоги всему изложенному, мы можем сказать, что поразительное явление образования каньонов на склонах материковой отмели по существу до сих пор остаётся необъяснимым.

Кажущееся самым простым объяснение, заключающееся в кратковременном поднятии материкового склона над уровнем моря и разработке каньонов реками в надводных условиях, наталкивается на непреодолимые трудности. Невозможно понять, куда же девалась вода из океанов. Нельзя предполагать, что масса воды на поверхности нашей планеты существенно сокращалась в недалёком прошлом и притом сокращалась на короткий срок. Остаётся допустить, что эпоха формирования каньонов была эпохой, и притом очень непродолжительной, глубокого погружения океанического ложа и соответственного поднятия материковых глыб. Однако физическая сущность подобного явления тоже непонятна. При этом не могли бы образоваться подводные каньоны у берегов океанических островов, на склонах Атлантического хребта, а также затопленные острова. Здесь уместно ещё добавить, что перемещение береговой линии на два или более километра по вертикали должно было происходить очень быстро, почти катастрофически.

В противном случае морские волны неизбежно сгладили бы материковый склон, а продукты сноса с материка засыпали бы каньоны.

Столь же трудно при современном состоянии знаний подыскать силы, способные к разработке каньонов в подводных условиях. Надо сказать, что образование каньонов на дне океана, физически пока необъяснимое, зато лучше всего согласуется с нашими общими представлениями об истории развития земной поверхности в последние геологические эпохи. Если допустить образование каньонов в надводных условиях, то, будучи последовательным, необходимо под совершенно новым углом зрения пересмотреть наши взгляды на палеогеографию четвертичного периода, развитие ледников, континентальные связи, историю органического мира и даже физику земной коры. Автору этих строк представляется, что для такой перестройки сложившихся в настоящее время в науке мнений оснований пока недостаточно. Силы, способные к разработке каньонов на материковых склонах, могут быть обнаружены и на дне океанов. Быть может, здесь все-таки играют роль направленные от берега противотечения холодной морской воды, обогащённой илстыми материалами, а потому более тяжёлой и способной устремляться на большие, до 4000 м, глубины (1.65 г твёрдого вещества на литр повысят удельный вес воды на 0.001). Спускаясь по крутому материковому склону, эти течения в состоянии приобрести скорость, достаточную для размыва рыхлых пород, слагающих край материковой отмели. При скорости движения воды даже 0.1—0.2 м/сек. будет происходить перенос песчаных частиц; все более мелкие частицы будут находиться во взвешенном состоянии, и очищение (а следовательно, и уменьшение удельного веса) воды не будет иметь места вплоть до выхода потока на горизонтальное океаническое ложе. Действуя же на протяжении миллионов лет, такие течения могут прорыть чрезвычайно глубокие рывтины, используя для заложения последних самые незначительные неровности на материковом склоне (подобно рекам на суше).

Кроме того, те факторы, которые обычно привлекаются для объяснения подводного происхождения каньонов, могут если не образовать нацело глубокие каньоны, то, по крайней мере, воспрепятствовать заносу их осадками. А это хотя и не снимает проблемы образования каньонов, но отодвигает её в более отдалённое прошлое, для которого легче принять и гипотезу надводного положения материкового склона.

Очевидно, только будущее покажет, как именно формировались подводные каньоны. Пути к разрешению этого вопроса, лежат, несомненно, в сборе нового фактического материала. Необходимо не только изучать рельеф океанического дна, но и, что быть может более важно, стремиться найти взаимосвязи между особенностями подводного рельефа и гидрологическим режимом водных масс. В этом отношении для советских исследователей открывается широкое поле деятельности. Материковые склоны вдоль северного и восточного побережий нашей страны, обращённые к Полярному бассейну и Тихому океану, при их дальнейшем систематическом изучении должны принести много новых данных, которые помогут разрешить в настоящее время ещё загадочную проблему подводных долин.

Л и т е р а т у р а

1. А. Д. Архангельский и Н. М. Страхов. Геологическое строение и история развития Чёрного моря. Изд. Акад. Наук, 1938. — 2. Л. С. Берг. Изв. Всесоюз. геогр. общ., т. 78, в. 3, 1946. — 3. В. И. Громов. Сб., посв. акад. В. А. Обручеву, т. 2, 1939. — 4. Б. Ф. Добрынин. Уч. зап. Моск. Гос. ун-в., в. 48, 1941. — 5. М. М. Ермолаев. Изв. Акад. Наук СССР, сер. геол., в. 1, 1948. — 6. М. В. Кленова. Тр. Сов. секц. Междунар. ассоц. по изуч. четв. пер., в. 4, 1939. — 7. Г. У. Линдберг. Изв. Всесоюз. геогр. общ., т. 78, в. 3, 1946. — 8. Г. У. Линдберг. Вопр. геогр., сб. 3, 1947. — 9. Ф. Шепард. Тр. XVII сессии Междунар. геол. конгр., т. 5, 1940. — 10. Ф. Шепард и Ч. Бэрд. Уч. зап. Моск. Гос. ун-в., в. 48, 1941. — 11. R. A. Daly. The floor of the ocean, 1942. — 12. H. H. Hess. Amer. Journ. of Science, v. 244, 1946. — 13. P. H. Kuenen. Verhand. Kon. Nederl. Akad. Wetensch., afd. Naturk., ser. 2, 43, № 3, 1947. — 14. H. W. Murray. Bull. Geol. Soc. Amer., v. 56, № 7, 1945. — 15. F. P. Shepard and K. O. Emery. Geol. Soc. Amer., Spec. pap., № 31, 1941. — 16. A. C. Veatch and P. A. Smith. Geol. Soc. Amer. Spec. pap., № 7, 1939.