VII
39041

Г. А. Разумов, М.Ф. Хасин

Тонущие города

Насколько изменчивы и несовершенны наши представления об окружающем мире, показывает карта английского путешественника Энтони Дженкинсона (1562 г.). Непривычно для нас изображено им Каспийское море; далеко на север перенесен Арал с вытекающей из него рекой Обь. Пожалуй, верно здесь представлена только Московия.

Но и в действительности лик Земли весьма изменчив. Очертания Каспийского и Аральского морей меняются не только в вековом масштабе, но и на глазах нашего поколения. Отступивший в 50- годах XX века Каспий, ныне снова наступает на сушу. Затапливаются многие прибрежные земли, оказываются подтопленными города и поселки, вода появляется в подвалах домов.

Не наступает ли снова трансгрессия Каспийского моря, приведшая, по мнению Л.Н. Гумилева, в начале нынешнего тысячелетия к гибели под водой Хазарского каганата?

	80	160	240	320	400	480	560	640	720	800
	60	120	180	240	300	360	420	480	540	600
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200

Г. А. Разумов, М.Ф. Хасин

Тонущие города

2-е ИЗДАНИЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Москва Стройиздат 1991

ББК 63.4
Р17
УДК 930.26 (204)

Печатается по решению секции литературы по инженерному оборудованию редакционного совета Стройиздата

Редактор — Г.А. Лебедева

VII
39041

1992 Узб. Респ. ДК
М 4356

Разумов Г.А., Хасин М.Ф.
Р17 Тонущие города. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Стройиздат, 1991. — 256 с.: ил.
ISBN 5-274-00973-5

Описаны древние затонувшие и ныне тонущие города. Рассмотрены различные гипотезы, объясняющие причины гибели древних городов Средиземноморья, Причерноморья и Прикаспия. Даны сведения о наводнениях, подтоплении подземными водами, об инженерной защите Венеции, Нидерландов, Ленинграда и других городов и территорий. Изд. 1-е вышло в 1978 г. в издательстве "Наука".

Для широкого круга читателей.

Р $\frac{3308010000 - 300}{047(01) - 91}$ 181—90 ББК 63.4

© Наука, 1978
© Разумов Г.А., Хасин М.Ф., 1991, с изменениями

ISBN 5-274-00973-5

ПРЕДИСЛОВИЕ

Разъясняя читателю геохронологию Земли, известный советский геолог академик А.Е.Ферсман писал: "Если мы примем условно продолжительность истории Земли от начала археозоя до наших дней за 24 часа и уменьшим соответственно продолжительность всех эр, то на наших часах докембрий будет длиться 17 часов, палеозой 4 часа, мезозой 2 часа, кайнозой 1 час. Человек появляется на арене жизни за 5 минут до полуночи".

Продолжив этот образный ряд, можно вычислить, что со времени первого издания этой книги в (1978 г.) прошло всего 0,02 секунды. Конечно, в геологическом и даже историческом масштабе времени 12 лет – всего лишь мгновенье. Но вот в размерности нашей короткой жизни ...

Чем старше становится человек, тем быстрее, ему кажется, бежит время. Чем больше взрослеет человечество, тем стремительнее идет его история, ускоряется научно-технический прогресс, быстрее развивается промышленность, сельское хозяйство, интенсивнее идет строительство городов. Да и сама природа в XX веке, как будто, тоже спешит, меняется, удивляет своим непостоянством, неожиданными резкими переменами.

За последние 10--15 лет в мире произошло много разных важных событий.

Одно из наиболее сенсационных природных изменений последнего времени -- внезапный, никем не предвиденный ранее подъем Каспийского моря. В течение многих десятилетий уровень Каспия неуклонно падал и достиг, казалось, катастрофически низкой отметки -- 28 м ниже поверхности Мирового океана. Это вызвало большое беспокойство у транспортников, ведь обмелели морские пути, затруднился подход к ряду портов. Всерьез были встревожены и рыбники, потому что ухудшилась среда обитания ценных видов рыбы, поголовье которой стало резко уменьшаться. В связи с этим началась разработка разных проектов спасения Каспийского моря, от самых фантастических до вполне реальных. Однако ни один из них не получил одобрения, и теперь, по-видимому, им вообще не судьба осуществиться. В конце 70-х годов падение воды в Каспии прекратилось, и вскоре, наоборот, начался ее подъем. Сначала на 20, потом на 50, а затем и на 80 см в год. Почему это произошло, как объяснить феномен Каспийского моря? Ученые обсуждают этот вопрос, спорят, разгадка тайны моря еще впереди.

Но, конечно, наиболее заметные изменения в окружающую среду вносит сам человек. С каждым годом его техническая деятельность охватывает все бóльшую часть поверхности Земли, расширяется строительство городов и промышленных зон, увеличивается добыча полезных ископаемых, распахиваются все новые земли, вырубаются леса, загрязняются реки, озера, моря. В последнее десятилетие проблема защиты окружающей среды стала особенно острой. Она приобрела поистине глобальное, международное значение, стала темой обсуждения парламентов и широкой общественности во многих странах мира.

В результате долгой дискуссии некоторые крупные проекты, связанные с преобразованием природных условий, в последнее время были переработаны или вообще отменены. Так, в СССР прекращены проектные работы по переброске стока северных рек на юг европейской части страны и сибирских рек в Среднюю Азию. В Нидерландах изменен проект "Дельта", предусматривавший ранее перекрытие глухими дамбами устьев рек Шелды и Мааса.

Вместе с тем человек вынужден продолжать защиту своих территорий от нападения морских волн. Жители прибрежных государств Балтики и Северного моря не прекращают бороться с разрушением берегов, ведут строительство защитных дамб и берегоукрепительных сооружений. Построены защитные затворы в устье Темзы для предохране-

ния Лондона от экстремальных нагонов воды. Продолжаются исследования и поиски решения вопроса о спасении от затопления Венеции. Укрепляются подверженные размыву берега Куршской косы и других прибрежных территорий юго-восточной Балтики. Перечисление этих примеров можно продолжать и продолжать.

Первое издание книги вышло в 1978 г. (Наука). Затем она была переиздана еще пять раз: на литовском языке (Вильнюс: Mosklas, 1980), болгарском (София: Наука и изкуство, 1982), немецком (Лейпциг: Teubner, Москва: Прогресс, 1984, 1986, 1989). Появление в последние годы новых сведений об океанологических, исторических и археологических открытиях, связанных с происшедшими в мире за это время изменениями, вызвали необходимость коренной переработки и расширения нашей книги, включения в нее новых материалов о затонувших когда-то и тонущих сегодня городах, поселках, деревнях. Поэтому содержание данного издания существенно отличается от предыдущих. Однако основная цель книги осталась прежней: дать в систематизированном виде в научно-популярной форме краткое описание древних городов и селений, оказавшихся на дне моря, изложить различные гипотезы, пытающиеся объяснить их гибель, осветить современные проблемы "тонущих" городов, причины оседания поверхности земли и рассмотреть инженерные мероприятия по борьбе с этими процессами. Другая цель авторов -- попытаться привлечь усилия смежных наук для решения поставленных в книге конкретных проблем. Так, сопоставление и совместное обсуждение различных археологических, геологических, инженерно-геологических и океанологических данных может, с одной стороны, помочь пролить свет на загадку затопления античных городов и, с другой стороны, оказаться полезным при решении сегодняшних задач защиты от разрушения современных опускающихся в море и оседающих городов.

Предисловие, введение, главы 1 -- 3 и вторые пункты глав 4 и 5 написаны канд.техн.наук Г.А.Разумовым, главы 4 и 5 (за исключением вторых пунктов) -- канд.техн.наук М.Ф.Хасиным.

ВВЕДЕНИЕ

Близится к концу XX век, полный неожиданных открытий и загадочных находок. Среди его многочисленных сенсаций не последнее место занимает обнаружение на дне морей и озер затонувших городов и селений. Многие из них были когда-то всемирно известными морскими портами, мощными военными крепостями, крупными торговыми центрами. В них перекрещивались дороги разных народов и культур, пересекались пути сменявших друг друга великих цивилизаций.

История не пощадила древние города. Они пали под натиском врагов и внутренних распрей. Но помимо этого повсеместно обнаружены свидетельства действия и каких-то грозных разрушительных сил природы. Именно они надолго скрыли в морской пучине остатки бывших городов.

Прошли века, тысячелетия. И снова в цивилизованном мире зазвучали древние названия. Ольвия, Херсонес, Пантикапей, Фанагория, Гермонасса, Нимфей -- эти и многие другие античные и средневековые города и поселки появились на исторических картах. С прошлого века началась эпоха сенсационных открытий затопленных морем древних городов. Особенно много их было обнаружено у берегов Средиземного, Черного, Эгейского, Адриатического, Азовского и Каспийского морей. Повсюду день сегодняшний встречается со вчерашним. Экскаватор роет котлован под новое здание в Керчи и его ковш упирается в остатки фундаментов древнегреческого храма. Землечерпалка углубляет фарватер в гавани Феодосийского порта и скребет по деревянным оголовкам свай затопленного морем старинного мола.

Затонувшие города. Они как вехи времени отражают ход многовековой истории человечества и отбивают этапы изменчивой жизни моря. В последнее время в подводной археологии сделаны важные открытия. В Керченском проливе, у восточной оконечности Крыма, найдена захваченная волнами боспорская Акра, которую многие десятилетия не могли отыскать ученые. Неожиданные находки стали добычей аквалангистов в Карантинной бухте под Севастополем, где была обнаружена еще одна крепостная стена древнего Херсонеса. Новые подводные исследования проведены у берегов Ямайки, на месте гибели в XVII в. пиратской столицы Порт-Ройала.

Следы затопленных водой мест обитания человека находят почти во всех морях, практически на всей шельфовой зоне Мирового океана. Даже обледенелая заснеженная Арктика хранит на своем дне остатки жизни прошедших веков.

Как очутились под водой древние города? Какие причины привели их на дно морей и озер? Читатель не найдет в книге прямых ответов на эти вопросы. И не потому, что их нет, а потому, что их, наоборот, слишком много. Чем больше ученые обнаруживают и исследуют затонувшие древние сооружения, тем больше появляется вопросов и тем больше строится предположений о причинах их гибели.

Тектоническая гипотеза отдает приоритет вековым колебаниям земной поверхности. Глубинные силы Земли двигают континенты, вызывают погружение одной и подъем другой части суши. Так, Северное Причерноморье опускается со скоростью 2--5 мм в год. Казалось бы, величина мизерная. Однако, если учесть, что возраст большинства затонувших городов измеряется столетиями и тысячелетиями, то эта величина может из нескольких миллиметров превратиться во многие метры.

Другая гипотеза считает причиной затопления приморских городов подъем уровня Мирового океана. Ведь мы живем в послеледниковый период, начавшийся около 17 тыс.лет назад. С тех пор происходит хотя и медленное, но непрерывное таяние ледников и снеговых шапок полюсов планеты, что ведет к пополнению объема морей и океанов и подъему их уровня.

И, наконец, оползневая гипотеза, которая ищет ключ к старой тайне в сегодняшних геодинамических процессах. На границе двух стихий идет вечная борьба. Накапливаясь в береговой толще грунтов, талые и дождевые воды профильтровывают вниз и увлажняют подстилающий глинистый слой, который превращается в плоскость скольжения. С другой стороны, прибой, разрушая берег, ослабляет "подпорку", благодаря которой массивы грунта на откосе держатся в равновесии. Береговой склон теряет устойчивость и ползет вниз к морю -- происходит оползень. Процессом оползнеобразования охвачены ныне почти все прибрежные территории.

В наше время с оползнями более или менее успешно борются. Одна из главных мер их предотвращения -- это берегоукрепление. Широко распространены подпорные стенки с поперечными упорами -- контрфорсами, их сооружают в нижней части склона, что и удерживает грунт от оползания. Большое значение имеет устройство дренажа, который перехватывает и отводит подземные воды, не давая им смачивать и ослаблять грунты в плоскости скольжения.

Труднее приходилось древним строителям, которые не имели ни землеройных и буровых машин, ни железобетонных и стальных сборных конструкций. Поэтому им не удавалось победить стихию и спасти свои города от затопления морем. Свидетельства борьбы с оползнями и следы разрушительного действия волнобоя в древние времена обнаружены во многих затонувших античных городах.

При рассмотрении проблемы затопления древних городов, по-видимому, нужно учитывать совокупность разных причин. Лишь в небольшом числе случаев может действовать только один фактор, чаще всего их несколько, хотя какие-то из них играют главную роль, а другие -- второстепенную.

Нас очень интересует наше прошлое. Нам очень важно знать, что будет с нами в будущем. Но ничто так не занимает наше внимание, ничто нас так не волнует, как настоящее, наш сегодняшний день. Эта мысль невольно приходит на ум, когда думаешь о тонущих городах современного мира.

Газеты, радио, телевидение очень часто сообщают о наводнениях в разных районах мира. Эти бедствия происходят и на берегах морей, рек, озер, и вдали от них. За минувшее десятилетие по сведениям ООН от наводнений пострадало более 150 млн. человек. Во многих странах по размерам материального ущерба наводнения занимают первое место среди других стихийных бедствий, а по количеству человеческих жертв уступают только землетрясениям.

Защититься от всех катастрофических наводнений, очевидно, человечество пока не в состоянии. Но в разных странах и городах принимают меры по защите от этих бедствий -- от создания систем оповещения о приближающихся цунами или паводке до строительства больших и сложных защитных сооружений.

Все цивилизованное человечество волнует судьба Венеции. Миллионы людей следят за тревожными сообщениями об угрожающих затоплениях венецианских площадей и улиц, ученые и инженеры разрабатывают проекты спасения города. Решение проблемы Венеции затянулось на десятилетия. В настоящее время принят проект, создан консорциум фирм и начаты работы по защите венецианской лагуны и города от затоплений и деградации. Нужно надеяться, что мир не допустит, чтобы Венеция повторила судьбу Эпидавра и других затонувших древних городов.

Примером тому может служить героическая борьба с суровым Северным морем маленькой страны, расположенной на противоположном от Венеции краю Европы. Нидерланды, большая часть территории которых находится ниже уровня моря, дают яркий образец самоотверженности и мужества многовековой непрерывной борьбы со стихией. Голландцы не только обороняются от натиска моря, строя защитные дамбы, но и отвоевывают у него новые территории, организуя осушительные польдерные системы на месте бывшего морского дна.

Вооруженное мощной современной техникой человечество стало активной природообразующей силой. Оно идет в наступление на море, борется с наводнениями, регулирует сток рек, изменяет рельеф поверхности Земли и вторгается в ее недра. Но нередко эта деятельность наряду с достигаемыми прямыми целями дает косвенные, часто непредвиденные заранее, нежелательные, а то и опасные результаты. Создавая искусственные моря-водохранилища, вырабатывая с их помощью электроэнергию, орошая поля и защищаясь от буйных разливов рек, человек одновременно подтопляет прибрежные территории грунтовыми водами. Обводняя основания зданий, воды разрушают фундаменты, просачиваются в подземные сооружения и подвалы. Настоящее подземное наводнение. Такой же результат -- подтопление грунтовыми водами -- дает иногда и обычное городское строительство.

Современный город -- это не только дома, улицы и площади. Это еще и большое подземное хозяйство -- транспортные и коммунальные тоннели, метрополитен, целые комплексы заглубленных этажей зданий и сооружений. Города растут не только вширь и ввысь, но и в глубину, и встречаются здесь с грунтовыми водами, бороться с которыми приходится и при строительстве сооружений, и при их эксплуатации.

Растущие города потребляют все больше воды. Проще всего взять ее здесь же, из земных глубин. Однако интенсивная откачка подземных вод влечет за собой оседание поверхности земли. Если город стоит на берегу, оседание поверхности приводит к затоплению территорий. В прибрежных зонах одновременно с понижением напоров пресных подземных вод начинается и вторжение морских вод, которые засоляют воду в водозаборных скважинах и колодцах, разрушают фундаменты и подземные сооружения.

Обо всем этом рассказывается в нашей книге.

Велено собирать в земле или воде ... старые надписи ... старое оружие, посуду и все, что зело старо и необыкновенно. Где найдутся – также всему делать чертежи, как что найдут.

Указ Петра I

Море приходит туда, где была суша; суша вернется туда, где теперь мы видим море.

Аристотель

От злой волны уже спасенья нет.

Эврипид

О, стоит лишь нарушить сей порядок,
Основу и опору бытия...
Давно бы тяжко дышащие волны
Пожрали сушу.

У.Шекспир

Легенды о затопленных городах и деревнях -- не легенды, а сущая быль.

И.М.Губкин

В последствии же времени, когда происходили страшные землетрясения и потопы, в один день и бедственную ночь ... остров Атлантида исчез, погрузившись в море. Потому и тамошнее море оказывается теперь несудоходным и неисследуемым: плаванью препятствует множество окаменелой грязи, которую оставил после себя осевший остров.

Платон

По картам здесь и город был и порт,
Остатки мола видны под волнами.
Соседний холм насыщен черепками
Амфор и пифосов...

М.А.Волошин

Хазария оказалась в осаде. С севера, по высыхающим степям, двигались кочевники, гонимые голодом и жаждой ... С юга неуклонно наступала морская вода. Она медленно заливала берег -- "Прикаспийские Нидерланды" -- губила посевы и сады, нагонами разрушала деревни. К середине X в. уже две трети хазарской территории оказались под водой.

Л.Н.Гумилев

Глава 1
ЗАТОНУВШИЕ ГОРОДА И СТРАНЫ

ФЕНОМЕН ХЕРСОНЕСА

Античные и средневековые строители морских портов, конечно, не могли предположить, что они попутно возводят верстовые столбы времени. Кто из них мог представить, что обычные гидротехнические сооружения превратятся в будущем в своеобразные метки, которые навсегда зафиксируют вековые колебания уровня моря? Но именно такой мерной временной шкалой служат ныне остатки полуразрушенных причальных стенок, волнобойных молов, маяков. С точностью до сантиметра показывают они, где было море пятьсот, тысячу, две с половиной тысячи лет назад.

Почти вдоль всего огромного многотысячекилометрового черноморского побережья на дне моря лежат развалины древних сооружений. Неумолимо наступая на сушу, море за долгие века поглотило сотни и тысячи каменных зданий самого разного назначения. Служившие ранее многим поколениям людей дома и храмы, торговые склады и амбары, покоятся ныне на илистом или каменистом морском дне. Заросшие водорослями и покрытые ракушками древнегреческие бутовые фундаменты, плоские римские квадры, блоки византийской рустованной кладки неопровержимо доказывают, что в античные и средневековые времена уровень моря был на 4--10 м ниже сегодняшнего. Это подтверждают все древние затонувшие города Причерноморья. Но вот Херсонес...

Его феномен уже десятки лет вызывает споры между учеными, историками, археологами, географами.

Загадкой было даже местонахождение этого города. Когда в июне 1771 г., громя войска турецких янычар, победоносные русские гренадеры вышли на юго-западную оконечность Крымского полуострова, они увидели у берега величественные белоснежные колонны византийских храмов (рис.1).

-- Себастополис! -- воскликнул генерал Долгоруков, командующий 2-й русской армией, овладевшей Крымом, и доложил в Санкт-Петербург Екатерине II, что его войска захватили знаменитую, описанную многими древними географами и историками, морскую римскую крепость. Русская императрица тоже не очень-то была сильна в географии, но зато очень тяготела ко всему классическому, старинному. Помимо того, она очень стремилась подвинуть границы своего государства на юг, к Босфору, Константинополю, Греции. Поэтому она повелела заложенную ею на берегу Крыма новую военно-морскую крепость наречь Севастополем. Так вот и получил новую прописку в Крыму бывший древнегреческий и древнеримский город Диоскурия -- Себастополис, который на самом-то деле находился в 600 километрах на юг от Крыма, на месте современного Сухуми. А Херсонес, которым был обнаруженный русскими войсками древний морской порт,

Рис.1. Колонны херсонесского античного храма

оказался по воле Екатерины II в устье Днепра, вблизи другого античного города, Ольвии, и стал современным Херсонесом.

Отдавая дань классицизму, просвещенная императрица, кстати сказать, напутала с присвоением классического имени и еще одному морскому порту, построенному ею в северном Причерноморье. Назвав его Одессой, она снова допустила географическую ошибку -- античный город Одессос находился совсем в другом месте, на западном, болгарском, берегу Черного моря около Варны.

Удивительно, что археологическому Херсонесу как объекту исследований постоянно невезло, в том числе и в XX в. Неоднозначным оказалось не только местонахождение на берегах Черного моря, но и его расположение на западном побережье Крыма. Изучавшие этот вопрос ученые сначала обвинили в путанице знаменитого географа древности Страбона. Рассказывая о Херсонесе VII в. н.э. он сообщал, что это вовсе не тот античный порт, который был широко известен в прошлом, а совсем новый раннесредневековый город, который сохранил от предыдущего только название. А тот "старый" древнегреческий и древнеримский Херсонес жители покинули еще в I в. до н.э., и во времена Страбона он уже был почти полностью разрушен. Описывая местоположение современного ему Херсонеса, географ отмечал, что "... перед городом на расстоянии 100 стадиев (около

17 км --Г.Р.) находится мыс, называемый Парфением, имеющий храм божества и его статую. Между городом и мысом есть три гавани; затем следует древний Херсонес, лежащий в развалинах".

Вот этот "старый" Херсонес и вызвал у наших историков и археологов недоумение. Что это за мыс Парфений и где руины погибшего города? Какая связь между старым и новым Херсонесом? Однако довольно быстро исследователи установили, что упомянутый Страбоном Парфений -- это и есть Херсонесский мыс, крайняя юго-западная оконечность Крымского полуострова. А вот почему древний географ говорит только о трех гаванях, когда на самом-то деле их четыре, было непонятно. Одни ученые сочли, что Страбон ошибся, и в его описании четвертый залив просто-напросто пропущен. Другие полагали, что древний ученый принял за одну две соседние бухты, сливавшиеся в общее устье.

На самом же деле Страбон ничего не перепутал и вовсе не ошибся. В его время существовало действительно только три бухты. Уровень моря тогда стоял на много метров ниже сегодняшнего. Это позже морские волны затопили широкую береговую ложбину и образовали новый залив, которого раньше не существовало.

Поэтому и появилась гипотеза, по которой древний страбоновский Херсонес лежит на дне моря. За его поиски взялся бывший директор херсонесского музея К.Э.Гриневич. Энергичный деятельный человек он пригласил водолазов из ЭПРОН (Экспедиция подводных работ особого назначения) и начал большие подводные исследования у западного берега Карантинной бухты. Особенно широко работы развернулись в 1930--1931 гг. В течение многих недель водолазы вели поиски и передавали результаты своих наблюдений археологам, дежурившим в лодках. Исследования охватили территорию площадью более 2,5 тыс.м^2.

На илистом дне Карантинной бухты подводники обнаружили целый затонувший город с домами, улицами, крепостными стенами. На глубине 0,5--3 м были найдены гряды камней и круглые башни, причальные сооружения, амбары и склады, развалины которых уходили в море на 40--45 м. Другие фрагменты стен тянулись более чем на 50 м с севера на юг.

Под водой был даже отснят небольшой фильм. На его кадрах темнели, как в тумане, высокие крепостные стены, объектив киноаппарата показывал древнеримскую баню с широкими каменными скамьями, на которых когда-то возлежали патриции. Но, увы, после тщательной проверки все это оказалось игрой природы и воображения, фантазией, блефом. Заросшие водорослями крепостные стены, башни, дома были просто естественными выходами коренных пород на илистое дно залива. Размытые морем пласты известняка, древние рифовые образования были ошибочно приняты водолазами за круглые башни и руины стен. Открытие подводного города в те годы не состоялось.

Вместе с тем "старый" Страбонов Херсонес на самом-то деле был не на дне моря, а на берегу, примерно в 3 км к юго-востоку от Херсонесского мыса, т.е. от того места, где потерпел фиаско незадачливый директор музея К.Э.Гриневич. В основании Маячного полуострова, пересекая узкий перешеек, стояли крепостные стены, которые защищали сельскохозяйственные участки древних греков. Оборонительные стены длиной около 900 м и тол-

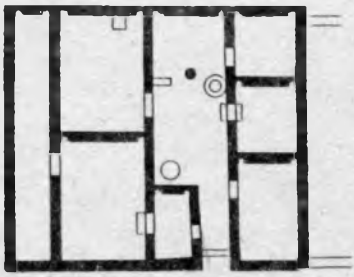
щиной 2,75 м шли двумя параллельными рядами. В двухсотметровом промежутке между ними и располагался "древний" Херсонес.

Однако очень скоро оказалось, что он вовсе не древнее "нового" Херсонеса, а, наоборот, моложе почти на целое столетие. Во всяком случае при раскопках там не было найдено ни одного предмета IV в. до н.э., т.е. времени основания античного Херсонеса.

Почему же город на Маячном полуострове Страбон считал более древним, чем Херсонес у Карантинной бухты? Никакой ошибки здесь нет. Просто ученый, употребляя слова "древний", "старый", понимал под этим -- "бывший", существовавший когда-то, а потом разрушенный. Археологические исследования подтверждают, что действительно город на Маячном полуострове уже к I в. до н.э. был покинут жителями. По-видимому, это было связано с нашествием скифов, которые в конце II в. до н.э. вторглись во владения Херсонеса. Таким образом, загадка "старого" Херсонеса была разгадана. Городом Страбона оказалось одно из нескольких основанных греками поселений, которые объединялись в небольшое античное государство на западном берегу Крыма со столицей в Херсонесе. Его образовали переселенцы из древней Гераклеи Понтийской, лежавшей на северном побережье Малой Азии (ныне турецкий город Ерегли). Предприимчивые греческие колонисты в V в. до н.э. основали сначала торговый город, который вскоре превратился в самостоятельную земледельческую республику Херсонес (в переводе -- полуостров).

Однако во II в. до н.э. она была подчинена ее могучему соседу -- понтийско-боспорскому царю Митридату Евпатору. В I в. до н.э. Херсонес Таврический, как и многие другие города Причерноморья, вынужден был подчиниться Риму. Римский император Феодосий укрепил Херсонес и превратил его в

Рис.2. Северный жилой район античного Херсонеса (Реконструкция А.Н. Щеглова)



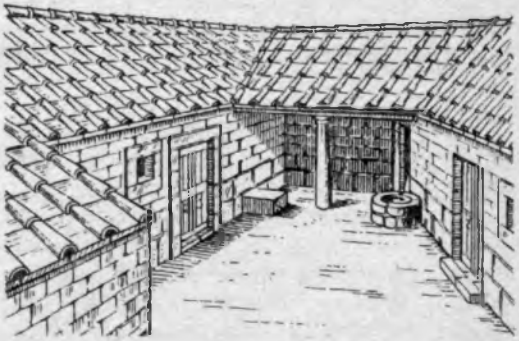


Рис.3. Дом в Херсонесе (III—II в. до н.э.) (Реконструкция А.Н.Щеглова)

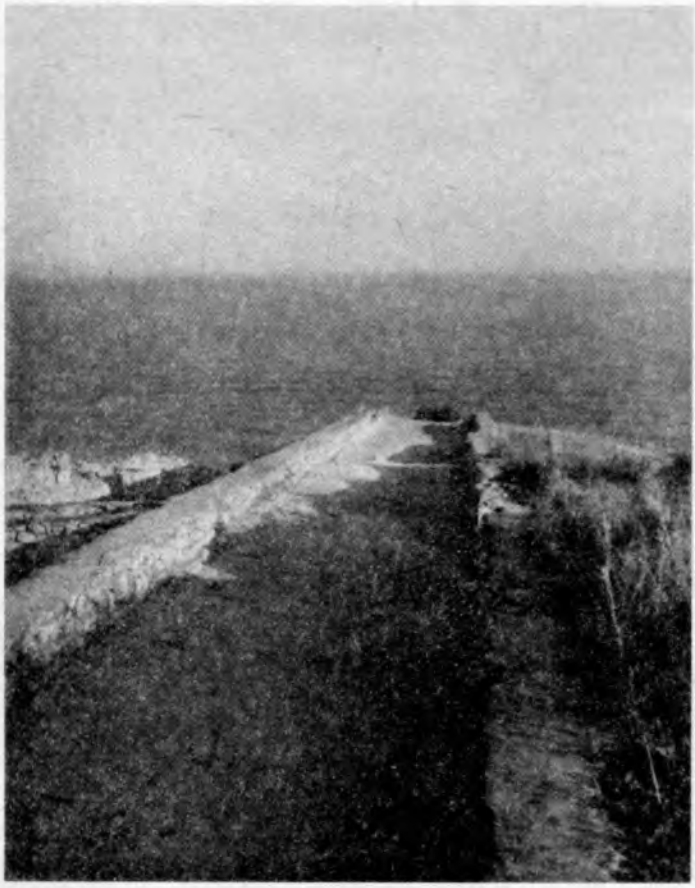


Рис.4. Улица древнего Херсонеса, обрывающаяся у самого моря и уходящая в "никуда"
(Фото Г.А.Разумова)

крупную по тем временам военно-морскую цитадель. Именно в этот период были проложены в городе откапываемые сегодня прямые ровные улицы (рис.2, 3, 4), на пересечении которых кое-где устанавливались статуи. Большие строительные работы были проведены в Херсонесском порту: построены длинные причалы для кораблей, возведен высокий стройный маяк. На берегу вблизи гавани возникает "нижний" город, с большой рыночной площадью, многочисленными торговыми рядами, зернохранилищами, складами, амбарами и жилыми домами.

Позже город попал под зависимость Византии. В это время также ведется крупное строительство, возникают многие новые поселения за стенами крепости, еще больше отстраивается морской торговый порт. В средние века Херсонес продолжает процветать и становится известным на Руси, где его называют Корсунь. Прекратил свое существование Херсонес только в XIV в., простояв почти тысячу лет и исчезнув последним из античных городов Северного Причерноморья.

Таким образом, сооружения крупнейшего города-порта древнего мира -- Херсонеса Таврического --

стоят на восточном берегу Крымского полуострова уже более 2500 лет. Руины древнегреческих, древнеримских и византийских улиц, площадей и домов рыбаков и торговцев, складов и магазинов, храмов-базилик детально изучены, описаны и датированы. Их местонахождение, ориентирование, принадлежность ни у кого никаких сомнений не вызывает.

А вот в отношении оборонительных сооружений Херсонеса споры не затихают уже десятки лет. Непонятным представляется то, что расположение трех рядов крепостных стен города, подробная датировка которых дана одним из бывших директоров Херсонесского музея-заповедника И.А.Антоновой, противоречит имеющимся представлениям о наступлении моря на сушу. Дело в том, что самые старые крепостные стены стоят далеко от современного берега, а более молодые подходят к самому морю (рис.5, 6).

Это кажется по меньшей мере странным. Ведь известно, что самым уязвимым и самым ответственным районом древнего приморского города был его порт, который и защищался от врагов, нападавших со стороны моря, толстыми каменными стенами. По устоявшимся правилам античной и средневековой портовой фортификации оборонительные стены обычно строились у самой воды, что давало возможность отгонять вражеские корабли от города. Поэтому построенные в разное время ряды крепостных сооружений Херсонеса, несомненно, должны отмечать и границу "суша -- море". А если так, то остается признать удивительный факт: 3 раза перестраивавшаяся крепость Херсонеса следовала за отступавшим урезом воды и, следовательно, море не наступало на берег, как считалось раньше, а, наоборот, отступало.

В этом и состоит парадокс Херсонеса, отмеченный рядом исследователей, которые сопоставили результаты херсонесских измерений с такими же наблюдениями в Ольвии (устье Днепра), Фанагории (Таманский залив) и других местах Причерноморья. В итоге всеобщее признание получило мнение, что херсонесский феномен вовсе не исключение из правил, а подтверждение высказанного еще раньше предположения о всеобщем понижении уровня Черного моря в XIV--XV вв. Этот процесс даже получил херсонесское название: корсунская регрессия (отступление) моря.

А что происходило дальше, как развивались события в более позднее время? Выйдем на берег Карантинной бухты -- внутреннего рейда древнего херсонесского порта. У самого берега, а то и под водой лежат глыбы серого бугристого песчаника. А рядом спускаются прямо в воду высокие ровные ступени каменной лестницы (рис.7), по которой когда-то ходили горожане Херсонеса в морской порт. Эти загадочные ступени снова путают все карты и вызывают новые вопросы. Почему они уходят под воду, почему их затопило? Ведь мы только что установили, что уровень моря понизился.

Один из возможных ответов на этот вопрос был получен совершенно неожиданно, когда летом 1982 г. по фарватеру Карантинной бухты прошла землечерпалка, снявшая со дна слой заиления и обнажившая более глубокие слои грунта. На глубине 2,5--3 м от поверхности воды на дне Карантинной бухты, в 20--25 м от берега, были обнаружены затопленные развалины каменной кладки шириной до 1,5 м и длиной около 30 м. Здесь же в 60-х годах нашего века была обнаружена затопленная ромбовидная башня, со-

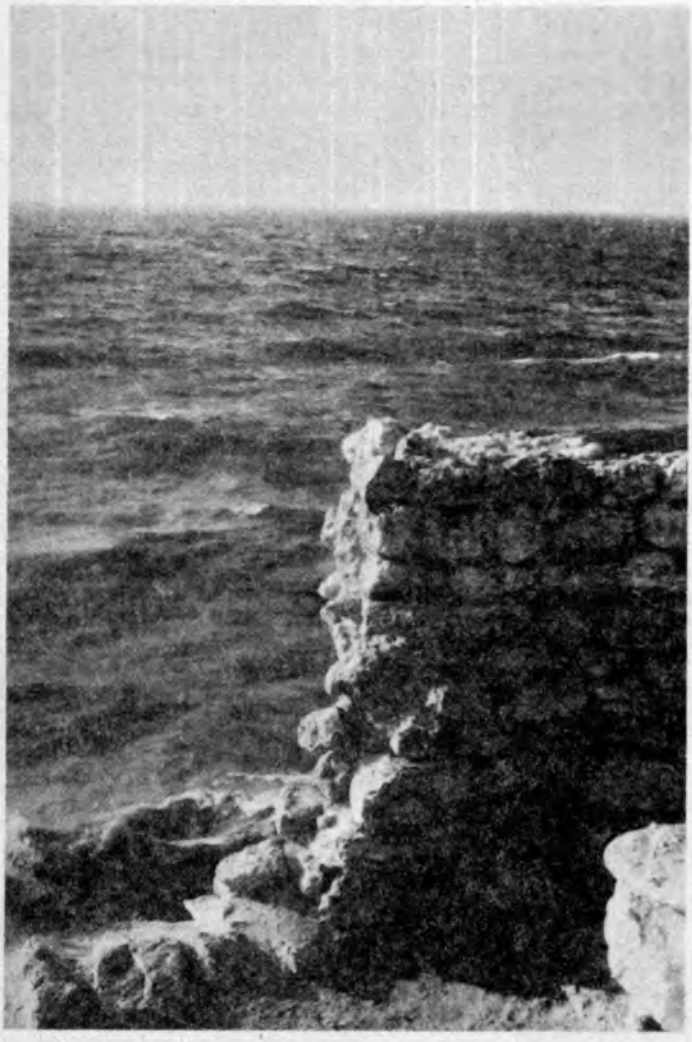


Рис.5. Крепостные стены Херсонеса, подходящие к самому морю
(Фото Г.А.Разумова)

стоящая из двух каменных поясов и направленная тупым углом к морю. Можно предположить, что найдена еще одна стена Херсонеса, причем самой поздней постройки.

Следовательно, прошедший здесь дноуглубительный снаряд вскрыл не только природные донные отложения, но и сделал раскоп в культурном слое, который накопился у городской стены Херсонеса и который ныне затоплен морем. Значит, мы имеем дело с этапом трансгрессии (наступления) моря.

Таким образом, корсунская регрессия Черного моря вовсе не противоречит более поздней общей тенденции наступления (трансгрессии) моря на берег.

При изучении многократной смены направления вертикальных движений территории Херсонеса за 2,5 тыс. лет его существования ученые большое значение придают ар-

Рис.6. Затопленная стена древнего Херсонеса (Фото Г.А.Разумова)

хитектурным и строительным особенностям тех или иных сооружений городских стен. Так, одним из важных свидетельств вековых колебаний уровня моря и поверхности земли могут служить уникальные двухъярусные городские ворота в 16-й куртине крепостных стен Херсонеса. После занесения ворот культурными отложениями и наносами моря, затоплявшего берег, оборонительные сооружения города подверглись трехкратной надстройке. В результате, на старых засыпанных воротах появился новый проход -- каменная калитка с полукруглым сводом, и общая высота строения достигла 15 м. На схеме, составленной Д.А.Козловским в 1965 г., показано, как менялось во времени это удивительное сооружение (рис.8).

О том, что в первые столетия существования Херсонеса уровень моря находился на 3--4 м ниже современного, свидетельствуют и многие древние водозаборные колодцы и водосборные цистерны, находящиеся в пониженном северном районе Херсонесского городища. Их днища находятся ныне намного ниже уровня моря, и в них стоит соленая вода -- несомненно, что в прошлом эти сооружения так построены быть не могли, ведь они, конечно, служили для сбора и хранения питьевой пресной воды, т.е. находились на значительно более

Рис.7. Каменная лестница, спускавшаяся к морскому порту (Фото Г.А.Разумова)

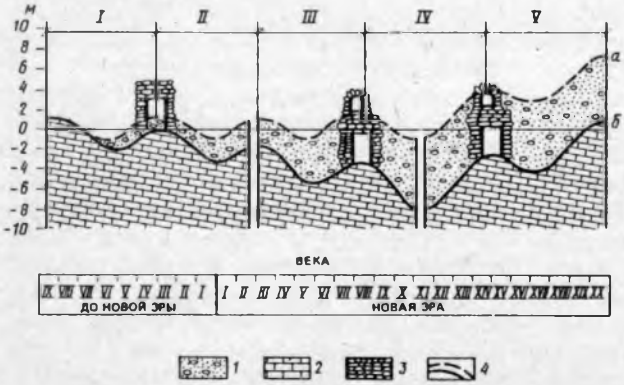


Рис.8. Опускание поверхности земли и накопление культурного слоя в районе Херсонесской крепости (По Д.А.Козловскому)
I — таврская фаза; *II* — античная; *III* — раннесредневековая; *IV* — позднесредневековая; *V* — современная; *1* — морские отложения исторического цикла; *2* — коренные породы (сарматские известняки); *3* — каменная кладка двухъярусных ворот в оборонительной стене; *4* — колебания земной коры; *а* — частично компенсированные отложения; *б* — истинные

высоких отметках по отношению к морю.

С конца V по IV в. до н.э. здесь же в прибрежном районе Херсонеса находился и некрополь (городское кладбище), который обычно располагают на возвышенных участках местности. Позже он был ликвидирован, а на его месте возникли городские кварталы. Теперь этот район располагается на уровне современного пляжа, и во время штормов заливается морской водой и забрасывается водорослями и галькой. В зоне прибоя находятся здесь и днища цистерн винодел-ен, построенных в первых веках новой эры.

Изучая хронологию изменения оборонительных и хозяйственных сооружений Херсонеса, Д.А.Козловский отмечает ряд "мертвых" периодов жизни города, которые он связывает с периодическим затоплением пониженных частей городища. Действительно, в городских напластованиях Херсонеса фиксируются маломощные культурные слои, относящиеся к II--I вв. до н.э., VII--VIII и XIV в.

Такие же пробелы отмечаются и в истории других античных и средневековых городов Северного Причерноморья. Может быть и их гибель связана с фатальными катастрофами -- наступлением моря на сушу? И возможно, прав Д.А.Козловский, который пишет: "Затоплением побережий Малой Азии и архипелага островов Эгейского моря при опускании мы склонны объяснить, в полном согласии с Аристотелем, две волны переселения древних греков в Причерноморье, носивших характер бегства от стихийного бедствия".

Можно представить, как огромные волны набегали на берег, море неудержимо наступало на прибрежную, пониженную часть города, заглатывая одно за другим инженерные сооружения морского порта. Погружались под воду грузовые причалы, волноотбойные молы, маяки, склады, торговые лавки, жилые дома, крепостные стены и башни. Здесь же, на Гераклейском полуострове, в соседних бухтах Стрелецкой и Круглой под воду ушли сельскохозяйственные участки -- клеры, ровные прямоугольные участки земли, отгороженные друг от друга каменными межевыми оградами (рис.9).

Конечно, все это в какой-то степени противоречит традиционному объяснению причин "Великой греческой колонизации", которую обычно связывают только с перенаселенностью древнегреческих полисов в метрополии, нехваткой продовольствия, плохими урожаями на каменистой малоплодородной почве Эллады. Однако совсем сбрасывать со счетов геологические причины ни в коем случае нельзя.

Об общем характере катастрофы, постигшей города Херсонесского государства, говорит и то, что вместе с его столицей почти одновременно затонули сооружения других древних поселений западного побережья Крымского полуострова. Ведь древнегреческий Херсонес был полисом, т.е. городом-государством, в подчинении которого находилась хора -- группа других небольших городов сельскохозяйственного, торгового и военно-оборонительного назначения (рис.10). Жившие в них греки снабжали Херсонес хлебом, мясом, рыбой, торговали с местным населением. Кроме того, эти небольшие города служили форпостами для защиты столицы от нападения врагов. Со своей стороны Херсонес обязывался защищать подопечные ему территории.

В античном отделе Херсонесского музея экспонируется высокая плита из белого мрамора, на которой 2,3 тыс. лет назад была высече-

1992 М | Узб. Респ. ДК 43.57

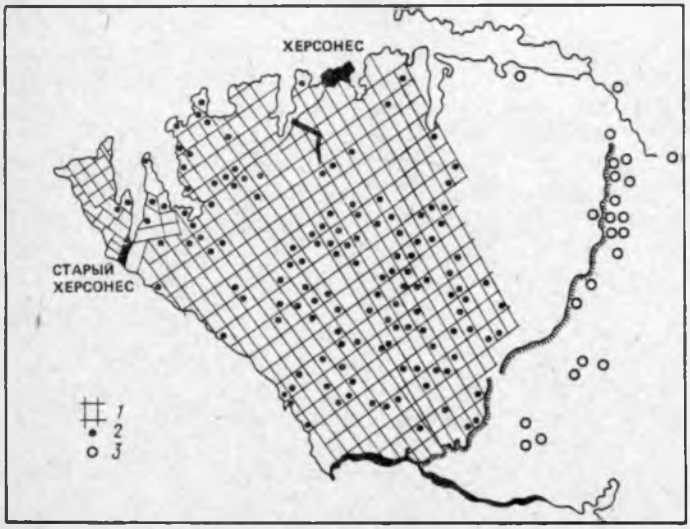


Рис.9. Сельскохозяйственная округа Херсонеса
1 — земельные участки (клеры); *2* — усадьбы; *3* — поселения

на торжественная клятва горожан. Вот выдержки из нее: "Клянусь Зевсом, Геей, Гелиосом, Девой, богами и богинями олимпийскими и героями, владеющими полисом, хором и укрепленными пунктами херсонесцев. Я буду единомышлен о спасении и свободе государства и граждан и не предам ни Херсонеса, ни Керкинитиды, ни Калос-Лимена, ни прочих укрепленных пунктов, ни остальной территории, которою херсонесцы управляют или управляли, ничего никому, ни эллину, ни варвару, но буду оберегать все это для херсонесского народа".

Как мы видим, на первом месте среди прочих херсонесских городов стоит Керкинитида -- морская крепость, стоявшая на берегу нынешнего Евпаторийского залива. Есть предположение, что это поселение было образовано даже на 50--75 лет раньше появления Херсонеса, который только позже подчинил его себе. "Керкинитида -- город скифский" -- писал древний автор Гекатей Милетский, живший около середины V в. до н.э., т.е. в то время Керкинитида была самостоятельной.

Во второй половине -- конце IV в. до н.э. этот город был окружен высокой каменной стеной длиной около 1,2 км с несколькими квадратными сторожевыми башнями. В городе и за крепостной стеной стояли жилые дома, амбары, лавки. Вокруг города располагались сельскохозяйственные усадьбы -- клеры, которые, очевидно, занимали большую площадь сегодняшней Евпатории.

Керкинитида была для херсонесцев важным опорным пунктом при колонизации плодородных приморских земель всего северо-западного Крыма. Отсюда можно было овладеть степными равнинами, где выращивался хлеб, торговлей которым славился Херсонес. Сегодня основная часть Керкинитиды -- это большой прямоугольный раскоп (360×220 м), который находится на территории евпаторийского санатория. На дне раскопа на глубине 4--5 м лежат довольно хорошо сохранившиеся фундаменты и цо-

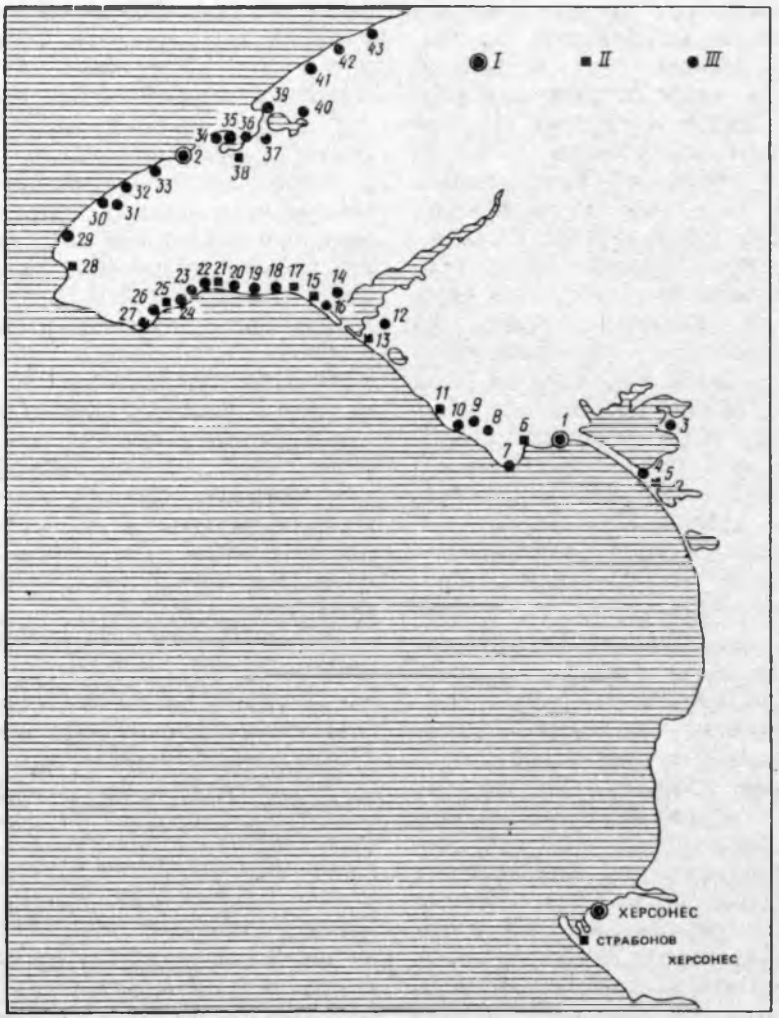


Рис.10. Владения Херсонеса (хора) (По С.Ю.Сапрыкину)
I — города; *II* — укрепления; *III* — неукрепленные поселения; *1* — Керкинитида; *2* — Калос Лимен; *3* — Гаршино; *4* — Ткара-тобе; *5* — Кара-тобе; *6* — Чайка; *7* — Маяк; *8* —Тереклы-Конрат, *9* — Мурзачок; *10* —Береговое; *11* — Аирчи; *12* — Южно-Донузлавское I; *13* — Южно-Донузлавское; *14* — Западно-Донузлавское; *15* — Беляус; *16* — Беляус-Восточное; *17* — Кульчукское; *18* — Лазурное; *19* — Окуневка; *20* — Тарпанчи-Восточное; *21* — Тарпанчи; *22* — Тарпанчи-Западное; *23* — Акчи-Сарай; *24* — Марвино; *25* — Джан-Баба; *26* — Джан Баба I; *27* —Ойрат; *28* — Караджинское; *29* — Чоротай; *30* — Джангуль I; *31* —Джангуль II; *32* — Кастель; *33* — Абузлар; *34* — Панское III; *35* —Панское IV; *36* —Панское I; *37* — Чрылгачское; *38* — Панское II; *39*-Межводное; *40* — Джарылгач; *41* — Гроты; *42* — Бурнель; *43* —Маслины

коли каменных древнегреческих домов, мощенные булыгой улицы, часть крепостных стен и башен. Здесь соседствуют сооружения разных эпох. Рядом с круглой башней и каменным водостоком IV в. до н.э. стоит стена из рустованных квадратов II в. н.э. Расположены эти строения на отметках, близких к современному уровню моря, поэтому они сильно подтоплены морской водой, высачивающейся из грунта в борта и дно раскопа -- котлована. Здесь культурный слой V в. до н.э. сильно обводнен.

На месте нынешнего районного центра Черноморского (бывшая татарская Ак-Мечеть) 2,5 тыс.лет назад возник третий по величине город Херсонесского государства -- Калос-Лимен (по-гречески "Прекрасная гавань"). Хотя он и был почти в 2 раза меньше Керкинитиды, но тоже имел мощную крепостную стену с большими прямоугольными башнями. В городе стояло 100--150 усадьб с каменными 3--5-комнатными домами, сараями для хранения продуктов и сельскохозяйственных орудий труда и небольшими двориками. Как говорит само его название, Калос-Лимен был городом-портом, жители которого занимались морской торговлей и рыболовством. Однако кроме морского промысла жители города очень интенсивно занимались земледелием. К северу от жилой зоны на берегу бухты Ветреной располагалась большая сельскохозяйственная территория. Почти 9 га было отведено под клеры, где выращивался виноград и высевалась пшеница.

"Прекрасная гавань" не избежала той же судьбы, что Херсонес и Керкинитида. Море неумолимо наступало на усадьбы хоры Калос-Лимена. Уровень воды в этом месте поднялся на несколько метров, а берег и по сегодняшний день отступает на 7--12 см в год. За 2,5 тыс. лет волны "сгрызли" почти 200-метровую полосу суши со стоявшими на ней домами, заборами, огородами. Одна из усадьб, которая раньше находилась далеко от берега, сейчас нависает над самым морем, и часть стеновых и фундаментных блоков уже обрушились в воду с 7-метрового берегового обрыва. Ныне аквалангисты-ныряльщики поднимают со дна бухты большое количество разнообразной керамики: горлышки и ручки амфор; днища пифосов и лампады со следами огня, освещавшего когда-то низенькие комнаты древних жителей этого края. В донном иле покоятся осколки глиняных горшков греческого и римского времен и византийские монеты XII в.

Помимо более или менее крупных городов Херсонесской хоры подтопленными оказалось и множество небольших укрепленных и неукрепленных античных и средневековых поселений Западного берега Крымского полуострова.

Суровый и безводный Тарханкутский полуостров отсечен от Западного Крыма узким и длинным извилистым озером Донузлав. Много веков назад, когда уровень моря стоял на несколько метров ниже современного, берега Тарханкута были еще больше изрезаны удобными бухтами и гаванями, где греческим колонистам удобно было основывать долговременные поселения. Особенно плотно было освоено южное побережье Тарханкутского полуострова. Здесь на 20-километровой береговой полосе обнаружено около 15 херсонесских поселений, это половина всех открытых на Тарханкуте и почти 40 % всех известных на северо-западе Крыма городов.

Другой тоже густозаселенный

район находится к северо-востоку от Калос-Лимена. Вблизи западной оконечности Донузлавского перешейка стоит городище Беляус -- возникшее в IV в. до н.э. укрепленное херсонесское поселение с мощной многоэтажной квадратной (10×10 м) башней. У самого берега стоят омываемые штормовой волной остатки тесаных рустованых квадров. Огромный противотаранный каменный пояс башни подтоплен снизу подземными водами.

Особый интерес представляет античное поселение, заложенное в IV в. до н.э. на берегу Ярылгачской бухты неподалеку от озера Панское (Сасык). Две с половиной тысячи лет назад этого озера вообще не существовало. Бухта была узкой, имела длинные извилистые рукава, а на месте нынешнего озера лежала низкая равнина с плодородной землей. Затопленные морем рукава залива были очень удобны для стоянок кораблей. Со временем море поглотило цветущую некогда долину с жилыми домами и хозяйственными постройками поселка Панское. По-видимому, основные здания и сооружения древнего поселка Панское лежат ныне на дне озера и покрыты толстым слоем ила. На обоих берегах озера найдены укрепленная и неукрепленная усадьбы, а на его дне на глубине 3--3,5 м обнаружены заиленные камни и глиняные черепки.

Так же как в Беляусе, около поселка Штормового, в 3 км от моря, неподалеку от села Хуторок есть озерцо, на дне которого на глубине 2,5 м и на площади 100×150 м найдено большое скопление античной керамики и хорошо обработанные известняковые строительные блоки. Можно предположить, что здесь тоже когда-то воды не было.

Подтоплению подверглось и больше половины территории раскопанного городища с культурными слоями IV в. до н.э., которое расположено вблизи озера Кизил-Яр. Здесь на площади 0,5 га на глубине от современной поверхности земли менее 1 м стоят в воде фундаменты жилых домов древних греков-херсонесцев.

Такие доказательства повышения уровня Черного моря вблизи западного и северо-западного берега Крыма за последние 2,5 тыс.лет можно множить и множить. На карте (см. рис.10) показано более 40 больших и малых укрепленных и неукрепленных городов и поселений, бывших когда-то подвластными Херсонесу Таврическому. Очень многие из них частично затоплены морскими волнами, либо подтоплены вторгающимися в берега морскими или накапливающимися в земле грунтовыми водами.

ДИОСКУРИЯ -- СЕБАСТОПОЛИС -- ЦХУМ

В один из августовских дней 1953 г. на сухумском пляже, недалеко от устья р.Беслетка, произошло событие, на долгие годы приковавшее к себе внимание ученых, историков и археологов. В этот день в 50 м от берега была обнаружена каменная плита, светлым пятном выделявшаяся на темном илистом дне. Усилиями нескольких ныряльщиков плиту подняли со дна и доставили на берег.

Это был прямоугольный немного уширенный книзу кусок серовато-пятнистого мрамора высотой более 1,5 м и шириной около 0,5 м. Большая нижняя угловая часть плиты была отломана. Когда камень очистили от водорослей и ракушек, перед присутствовавшими предстал прекрасный барельеф,

изображавший молодую женщину в кресле, преклоненного перед ней мальчика и, очевидно, служанку, подносящую тяжелый ларец.

Расшифровку "сухумского камня" осуществили абхазские ученые под руководством М.М.Трапша. Их задача осложнялась тем, что плита была явно привозная: мрамор, из которого она была сделана, на Кавказе не встречается. Кроме того, не хватало некоторых важных деталей. Так, на верхнем торце плиты виднелись круглые гнезда со следами медных стержней -- свидетельство того, что барельеф имел еще навершие, на котором должна была быть надпись, которая, к сожалению, найдена не была.

И все же с помощью сопоставления с подобными и уже изученными археологическими находками прошлых лет загадка была разгадана. В Керчи в изящной церкви Иоанна Предтечи собрана интересная коллекция старинных намогильных памятников (лапидарий), среди которых много античных. На некоторых стелах изображено прощание детей с родителями, мужа с женой, сестры с братом и т.д. Таков же сюжет и манера исполнения сухумского барельефа. Сравнительный анализ показал, что это тоже надгробная стела, сделана она в V в. до н.э. и привезена из Греции.

Однако керчинская коллекция содержит памятники, найденные в Северном Причерноморье, на Крымском и Таманском полуостровах, где, как известно, еще в VI--V вв. до н.э. существовали древнегреческие колонии, объединившиеся затем в знаменитое Боспорское царство. А каким образом античная стела могла оказаться на восточном берегу Черного моря, т.е. во многих сотнях километров от поселений древних греков? Может быть, она с какого-то древнего судна, которое перевозило ее на север и потерпело кораблекрушение у берегов Кавказа? Или корабль вез ее именно сюда, в Древнюю Колхиду? Если справедливо последнее, то может быть здесь, в Абхазии, следует искать остатки древнегреческого приморского городища с жильем, портом, кладбищем. И не здесь ли была расположена загадочная Диоскурия -- Себастополис -- город, который давно уже разыскивался учеными?

Было известно, что 2,5 тыс. лет назад у подножия Кавказских гор на восточном берегу Черного моря в сказочной стране "золотого руна" Колхиде греческие купцы из малоазийского города Милета основали колонию Диоскурию (Диоскуриаду), которая вскоре стала крупным торговым портом.

Назван ими город был в честь братьев-близнецов Диоскуров: Кастора и Полукса, покровителей и помощников мореплавателей. Они входили в легендарную дружину аргонавтов, под предводительством Язона предпринявших на корабле "Арго" поход за золотым руном к берегам Кавказа. В поэтической форме рассказывают об этом, в частности, античные писатели Аполлоний Родосский и Эврипид.

В мифах об аргонавтах обращает на себя внимание высокая оценка древними греками заморской страны у Кавказских гор. А греческий географ Страбон (I в. н.э.) писал: "Существуют рассказы... о богатствах этой страны, состоящих из золота, серебра и железа и заставляющих предполагать истинную причину похода аргонавтов... Рассказывают, что у них потоки сносят золото и что варвары собирают его при помощи просверленных корыт и косматых шкур. Отсюда и сложилась, говорят, басня о золотом руне". В мифах говорится, что

страной правил "сын бога Солнца волшебник Эет". Великолепный царский дворец возвышался над долиной реки и далеко был виден с моря. "Высокие стены дворца, -- говорит легенда, -- поднимались над скалами. Всюду белели ряды мраморных колонн, сверкала медь украшений, выкованных богом подземного огня Гевестом в знак дружбы к отцу Эета Гелиосу. Слоновая кость украшений отливала желтоватой маслянистой белизной, ярко горела бронза, тяжелые серебряные двери, такие же как во дворце самого Гелиоса, сияя, неслышно поворачивались на искусно сработанных петлях". Все это удивительно напоминает описание, которое в IV в. до н.э. дал Платон дворцу Посейдона в Атлантиде, которая якобы затонула в море за Геракловыми столпами.

Конечно, мифы есть мифы. Но после того как археологи откопали развалины мифической Трои, до этого считавшейся вымыслом Гомера, к мифологии древних стали относиться более серьезно. Так, советский атлантолог Н.Ф.Жиров в легендах о плаваниях аргонавтов и Одиссея находит следы погибшей Атлантиды. Польский ученый Л.Зайдлер анализирует то место в "Аргонавтике" Аполлония Родосского, где упоминаются некие "апийские аркадийцы", которые неведомым путем попали в греческую Аркадию. Слово "apios" означает "отдаленный", кроме того, Апи -- богиня земли у скифов, живших в причерноморских и северокавказских степях. Отсюда напрашивается мысль: а не со стороны ли Черного моря пришли в Грецию пострадавшие от потопа жители его прибрежных поселений, не у Крымских ли и Кавказских гор затонула легендарная Атлантида?

О самой катастрофе, происшедшей в эпоху аргонавтов, легенда рассказывает следующими словами: "Тотчас вокруг раскатился гром. Казалось, сонные горы поколебались. С протяжным стоном рассеялась земля. Мертвый холодный ветер, крутясь, рванулся из трещин. А вслед за его порывами вышла из расселин великая богиня Геката ночная, Геката подземная... Вой, стоны, скрежет доносились из-под земли, и далеко вокруг, в платановых лесах Колхиды, послышались испуганные вопли...".

Что это -- отголосок землетрясения, происшедшего в Колхиде, или горный обвал ("горы поколебались"), сопровождавшийся селевыми потоками?

Наиболее точный исторический документ, где упоминается Диоскурия, -- отчет, который составил правитель малоазийской провинции Каппадокии Флавий Арриан императору Адриану, поручившему ему совершить инспекторский объезд римских владений, расположенных на побережье Черного моря.

Флавий Арриан подробно описывает свое путешествие вдоль морского берега и, в частности, пишет: "Мы раньше полудня прибыли в Себастополис. Поэтому мы в тот же день успели выдать жалованье солдатам, осмотреть коней, оружие, прыганье всадников на коней, больных и хлебные запасы, обойти стену и ров. Себастополис основан милетянами и прежде назывался Диоскурией".

Немногим позже Страбон записал в своей "Географии": "Диоскурия служит началом перешейка между Каспийским морем и Понтом и общим торговым центром для народов, живущих выше ее и вблизи; сюда сходятся, говорят, 70 народностей, а по словам других писателей, нисколько не заботящихся об истине, даже 300; все они

говорят на разных языках, так как живут разбросанно...".

Древний город, по-видимому, располагался на сухом песчаном берегу, окруженном лиманами и болотами дельт рек Гумисты и Баслы (Беслетки). Такое местоположение защищало колонию от набегов враждебных местных племен.

Здесь находились главные сооружения города -- пристань, склады, крепостные укрепления. Однако неизвестные подземные силы производили скрытую разрушительную работу. Сначала Диоскурия потеряла свой порт с причалами и молами, а потом и большая часть города с жилыми домами, крепостью, храмом и кладбищем ушла под воду.

Плиний Секунд, видный древнеримский ученый, погибший в 79 г. при извержении Везувия, писал о Диоскурии: "Теперь этот город находится в запустении, но некогда был столь знаменит, что, по словам Тимосфена, туда сходились 300 племен, говоривших на разных языках. И после того наши римляне вели здесь свои дела при посредничестве 130 переводчиков". Далее Секунд сообщал, что римляне построили на этом же месте свою крепость и назвали ее Себастополисом. Возможно, что ее создание кроме прочего было связано с устремлением римлян проложить северную обходную трассу знаменитого "шелкового пути" в Индию и Китай. Эта сложная трасса проходила через Марухский перевал Главного Кавказского хребта. Известно также, что под стенами Себастополиса римский полководец Помпей в I в. до н.э. разбил грозного понтийского царя Митридата Евпатора.

Однако с римской крепостью, так же как и с греческой Диоскурией, по-видимому, произошло какое-то стихийное бедствие, которое надолго привело этот край в запустение. Вплоть до VI в. никаких сведений о Себастополисе не поступало. Лишь в середине VI в. византийский историк Прокопий Кесарийский упоминал о небольшой "крепостице", лежащей на пути от Лазики к Азовскому морю. В это время император Юстиниан I вел борьбу с персами за обладание Черноморским побережьем Кавказа. Не рассчитывая на прочность стен своих крепостей Питиуса (Пицунды) и Себастополиса, он в 550 г. разрушил их и отвел из них гарнизоны. Однако вскоре византийцам удалось вернуть потерянное, и они вновь восстановили крепость Себастополис, построив его там же, но на более высоком месте. Теперь уже тот же Прокопий Кесарийский в своей "Истории войн" написал: "Император Юстиниан сей самый Себастополис, который прежде был не более как крепость, возобновил и стенами, и другими способами, так что город этот по обширности и богатству стал одним из первых на восточном побережье Черного моря".

Но после этого сведения о древнем городе окончательно исчезают. Лишь в XVII в. итальянский миссионер Арканжело Ламберти в своих записках отмечает, что "пятое аббатство было Себастопольское, которое теперь поглощено водой". Однако местонахождение этого Севаста, или Сан-Себастьяна, как называли его еще генуэзские письменные источники, никому неизвестно. За долгое время турецкого владычества память об античных городах стирается настолько, что после присоединения Крыма к России, как уже сообщалось выше, за Себастополис были ошибочно приняты руины Херсонеса.

Путаница продолжалась и в наше время, хотя большинство уче-

ных не сомневались, что Диоскурию и Себастополис надо искать на Кавказе. Однако одни полагали, что это разные города, другие считали, что Диоскурия лежала в устье р.Риони, которая у древних греков называлась Фазисом, ведь именно сюда устремлялись аргонавты за золотым руном. Некоторые исследователи обращали внимание на устье р.Кодоры, где отдельные урочища имели созвучные названия: Искурия, Скурча.

Конечно, неоднократно историки исследовали и расположенную на самом берегу моря и подмытую волнами Сухумскую крепость. Одна часть исследователей предполагала, что это -- участок знаменитой "Великой Абхазской стены". Однако известно, что первое ее звено находится в 5 км южнее Сухуми, возле впадения в море р.Келасури. Другие, менее оптимистично настроенные историки утверждали, что у моря стоит не представляющая большой ценности крепость XVII--XVIII вв. Однако под ее "турецкими" стенами некоторые ученые предполагали найти более раннюю античную кладку. Но когда в 1926 г. произошел обвал крепостных стен, профессор А.С.Башкиров после осмотра обнажившегося каменного основания установил, что оно относится к XI--XIII вв., т.е. к эпохе объединенного Грузинского государства. Таким образом, казалось, вопрос был решен окончательно. К тому же позднее, в 1952--1953 гг., постройка сухумской набережной окончательно похоронила под асфальтом мостовой остатки древних стен, и возрастом Сухумской крепости совсем перестали заниматься.

И вдруг -- античная надгробная стела вблизи бывших развалин. Снова начались старые споры, снова вспомнили, что еще в 1878 г. сухумский краевед В.И.Чернявский настаивал на проведении подводных раскопок, а в 1891 г. был даже опубликован план неизвестной стены, уходящей в сторону моря и погружающейся в него. В 1909 г. об этом же сообщал и археолог А.А.Миллер в опубликованной в Петербурге статье "Раскопки на Черноморском побережье Кавказа". В 1947 г. археолог и геолог Л.Н.Соловьев опубликовал работу "Диоскурия -- Себастополис -- Цхум", где высказал соображения о возможности нахождения остатков древнего города на территории современного Сухуми (Цхума).

Однако серьезные исследования начались лишь в 50-х годах XX в. В 1956 г. во время проводившихся на приморской набережной Сухуми земляных работ археологи вновь вскрыли древние оборонительные стены.

Крайние участки широкой каменной стены, тянущейся параллельно берегу, поворачивали к югу и скрывались под водой.

Именно тогда и начались самые важные открытия. Погружаясь в аквалангах под воду, археологи раз за разом находили все больше и больше доказательств существования на дне сухумской бухты развалин большого города. Отдельные фрагменты и целые массивы древней кладки из булыжного камня на известковом растворе с характерными древнеримскими узкими поясами плоского кирпича шли от берега и обрисовывали прямоугольную территорию города, защищенную с четырех сторон крепостными стенами, только одна из которых, северная, располагалась на современном берегу. Перед учеными была крупная древнеримская крепость I--II вв. н.э., бо́льшая часть которой находилась на морском дне (рис.11, 12).

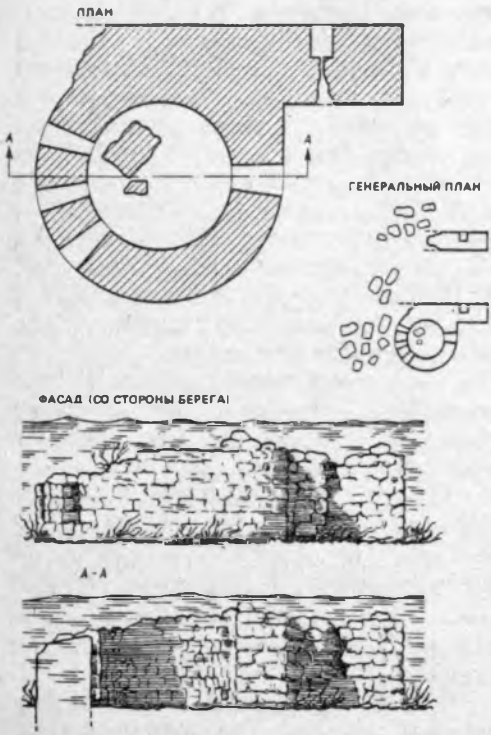


Рис.11. Круглая башня на дне Сухумской бухты (По Л.А.Шервашидзе)

В слое илистых темно-серых глин на дне моря ученые нашли черепки чернолаковой керамической посуды, многочисленные зерна винограда, большую каменную ступу, жернов ручной мельницы для обмолота зерна. В самом нижнем культурном слое были найдены обломки амфор, горшков, кувшинов, пифосов, канфар и котил.

Как же погибла Диоскурия, а затем Себастополис?

Реконструкция природной обстановки, существовавшей в I--II вв. до н.э. в районе Сухуми, была предложена в 50-х годах Л.Н.Соловьевым (рис.13). Вот как описывает его схему Л.А.Шервашидзе: "Линию древнего берега легко представить себе, если соединить оконечность Гумистинского мыса с устьем реки Маджарки. О том, что это было именно так, свидетельствует то, что и там и здесь сохранились участки берегового вала и остатки диоскурийских солеварен. Береговой вал, образованный морским прибоем, когда-то существовал и в промежутке между ними". Затем, по предположению Соловьева, в результате действия тектонических сил устье р.Гумисты переместилось на 6 км к северо-западу. "Теперь речные наносы, --

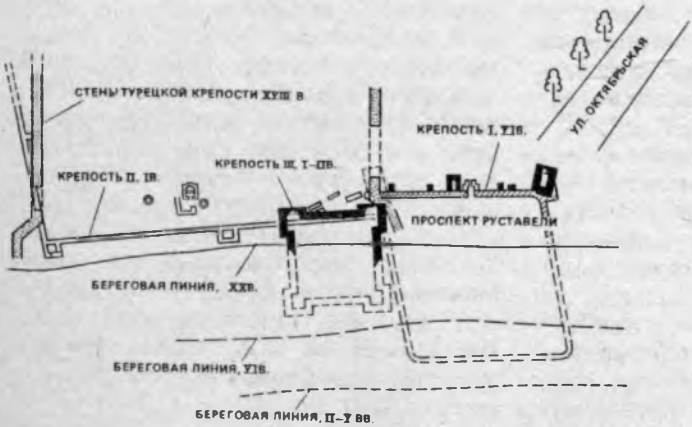
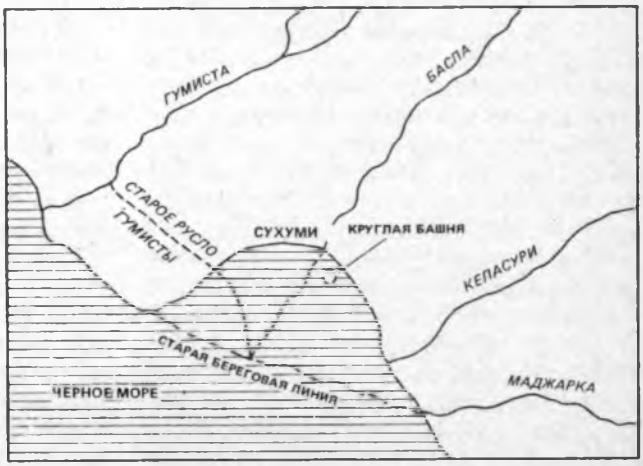


Рис.12. Древнеримский Себастополис
(По Ю.Н.Воронову)

Рис.13. Сухумская бухта в V—I в. до н.э. (По Л.Н.Соловьеву)



констатировал ученый, -- в своем движении с северо-запада на юго-восток (что объясняется господствующим направлением ветра и зависящим от него течением) откладывались на северо-западной стороне Гумистинского мыса и, достигая его конца, сгружались в открытое море, не попадая в бухту... К этому прибавилось отмеченное для I в. до н.э. повышение уровня Черного моря. Море прорвало линию древних береговых валов и двинулось на сушу, забирая постепенно постройки и виноградники города".

Как видим, в объяснении Соловьева фигурируют почти все процессы, которые могли привести к гибели древнего города. Здесь и тектонические силы, и твердый сток рек, и подъем уровня моря, и морские течения. Вряд ли такое роковое стечение тяжелейших обстоятельств могло одновременно иметь место на одном относительно небольшом участке берега Черного моря.

И еще одно соображение. Если согласиться с мнением Соловьева и признать, что нынешняя сухумская бухта образовалась в результате перемещения устья р.Гумисты к северо-западу, то должны быть геологические свидетельства -- наличие погребенного старого русла, направленного вдоль морского берега. Однако таких сведений нет. И вообще на Черноморском побережье Кавказа нет рек, которые текли бы на протяжении нескольких километров вдоль берега параллельно морю. Горные водотоки, у которых быстрое течение и мощные паводковые разливы, всегда ищут наикратчайший путь к морю, и отклоняться в сторону им ни к чему. Следует также учитывать, что, спускаясь с гор, причерноморские реки выносят большое количество гравия и песка, именно им обязаны своим существованием пляжи, образующиеся в результате отложения рыхлых горных материалов. А две реки, Басла и Гумиста, с общим устьем выполняли бы двойную работу, и берег должен был повышаться, а не опускаться. Поэтому выполненная Соловьевым реконструкция обстановки, существовавшей во II в. до н.э., не очень правдоподобна. Тем более что процесс затопления древних строений, как выяснено, был не одноразовый, а длительный, повторявшийся на протяжении многих веков несколько раз.

Следовательно, в районе древ-

ней Диоскурии и Себастополиса развивались какие-то иные, не кратковременные, а постоянно действующие факторы. Вполне может быть, что это были геодинамические процессы, например абразионно-оползневые.

Известный археолог из Сухуми Ю.Н.Воронов считает, что причина отступления суши в районе древней Диоскуриады -- размыв берегов. По его мнению ширина полосы, отнятой у суши морскими волнами за 2 тыс. лет со времени основания античного города составила около 100 м. Вместе с этим участком берега погибла и древняя крепость, которая не просто погрузилась в море, а была разрушена прибоем, истерта, превращена в песок и занесена слоем илистых отложений.

Изучая в 1974 г. зарисовки, схемы и чертежи древних крепостных сооружений, рассматривая фотографии и другие материалы археологических исследований, автор этой главы обнаружил свидетельства борьбы жителей Себастополиса с оползнеобразованием и абразией (подмывом морем) берега.

Жители Себастополиса укрепляли глинистое основание зданий сваями и боролись с подземными и дождевыми водами прокладывая дренажные канавы.

Но наиболее важное открытие было сделано в северной части древней крепости. На рисунках оборонительной стены, вскрытой в 1956 г. во время земляных работ на набережной проспекта Руставели в центре Сухуми, явно изображены фрагменты берегоукрепительных противооползневых сооружений. Сомнений не было -- древние строители защищали крепость от разрушения. Подтверждение этому нашлось и в литературных источниках. Так, в капитальном труде М.М.Трапша "Древний Сухуми" сказано: "Фрагменты оборонительных стен ... уходили в сторону моря. Ближе к морю они были перекрыты мощными наносами берега... К третьей стене с наружной ее стороны примыкают без связи с ней 5 массивных контрфорсов, сложенных из булыжного камня на известковом растворе на фундаменте в виде суживающейся вниз усеченной пирамиды. Основание контрфорсов лежит на 1 м выше основания крепостной стены, что указывает на определенный хронологический разрыв между построением стены и контрфорсов. Массивные контрфорсы были возведены для того,чтобы предотвратить падение наклонившейся к северо-западу третьей стены, деформировавшейся в связи с начавшимся наступлением моря на крепость Себастополиса. Однако контрфорсы не только не смогли приостановить падение стен, но и сами также стали наклоняться".

Находка берегоукрепительных устройств -- прямое доказательство борьбы древних строителей с подмывом и оползневым опусканием берега, с его сдвигом к морю, который происходил и три, и две, и тысячу лет назад и который продолжается в наше время.

Именно ли развитие оползней и подмыв берега морем непосредственно привели к гибели античной Диоскурии, а затем Себастополиса, мы точно не знаем. Но вполне вероятно, что эти губительные процессы были основной причиной того, что развалины Себастополиса мы находим сегодня на морском дне.

Подобные процессы происходили и в соседних районах Черноморского побережья. Исследования последних лет показали, что мыс Пицунда в античные времена имел внутренний залив, использовав-

шийся как естественная гавань древнеримского Питиуса (Питиунта), где располагались причальные сооружения и сторожевая башня. Примерно в IV--V вв. н.э., так же как и в районе нынешнего Сухуми, берег здесь отступил почти на целый километр и древний город оказался на дне моря.

ПОНТИДА -- ЗАТОНУВШАЯ СТРАНА?

Насчитывают от 14 до 448(!) точек на Земном шаре, где предположительно могла затонуть легендарная могучая цивилизация атлантов. Это -- платоновская Атлантида за "Геракловыми столпами" (Гибралтар) в Атлантическом океане, Пацифида в Тихом, Лемурия в Индийском океане и многие-многие другие. Среди них не последнее место занимает Понтида -- гипотетическая страна, которую помещают туда, где ныне плещутся воды Черного моря. В северной его части большим ромбовидным выступом выделяется Крымский полуостров. Не осколок ли он той самой Понтиды?

Удивительная земля Крым. Здесь на небольшой окруженной морем территории причудливым образом сочетаются разные климатические зоны, ландшафты, растительный и животный мир. Рядом с голыми скалистыми горами лежит ровная плоскость зеленой степи, строгие северные ели растут неподалеку от яркоцветущих орхидей, пальм и кипарисов. Многие субтропические растения вместе с некоторыми представителями оригинальной крымской фауны появились здесь очень давно и ныне являются реликтами кайнозойской эры.

Но наиболее древним свидетелем ушедших времен является сам Крым, его горные кручи, скалистые обнажения, глубокие горные ущелья и высокие плато. Каково его геологическое прошлое, как были связаны с морем эти громадные вершины?

Стоя под километровым обрывом южнобережной Яйлы или гигантским отвесным обрезом Карадага на восточном берегу Крыма, невольно задумываешься: не остаток ли это горного хребта, расколовшегося когда-то пополам и погрузившегося в море? Хорошо передал это ощущение Г.Е.Шульман в книге "Путешествие в синию страну": "Отличие Карадага от подавляющего большинства других живых и умерших вулканов планеты в том, что это вулкан в разрезе; половина его осталась стоять на суше, а половина скрылась под водой. Карадаг -- это громадный анатомический театр природы, и такого больше, наверное, нет нигде".

О том, что некоторые крымские сосны, дубы, можжевельники, так же как цикады, ящерицы, богомолы, сколопендры -- остатки флоры и фауны затонувшей страны Понтиды, писал еще в 1915 г. русский ученый С.А.Мокржецкий. Другой исследователь И.И.Пузанов отмечал в 1949 г., что похожесть растительного и животного мира горного Крыма с фауной и флорой Балкан, Малой Азии и Закавказья можно объяснить существованием в прошлом сухопутных мостов, периодически соединявших крымский полуостров с материком.

Подводя итоги многолетних исследований злаковых, бобовых, крестоцветных и других растений южнобережного Крыма, профессор Н.И.Рубцов писал, что "выявляется очень обширная группа видов с ареалами, полностью или частично окружающими Черное море и как

бы связывающими собою страны, ныне этим морем разобщенные".

Таким образом, правомерно считать, что сотни представителей сугубо средиземноморского мира растений и животных в Крыму -- доказательство сухопутной связи северных и южных берегов Черного моря.

Привлекает также внимание загадка перелета птиц с севера на юг и обратно через Черное море. Каждую осень и весну большие стаи птиц отправляются в долгий путь. Конечно, они в значительной мере способствуют переносу семян с одного берега на другой и таким образом участвуют в расселении растений. Но интересно другое. Над необъятными морскими просторами летят не только крупные пернатые -- гуси, лебеди и др., но и мелкие птицы. Например, даже такая слабая птичка, как перепелка, смело пускается не вдоль берега, а напрямик через море. Это вызывает удивление, так как при длительных перелетах птицы должны были бы иметь возможность где-то остановиться и передохнуть. Известно, что у животных надолго закрепляется инстинкт, который заставляет их мигрировать по традиционным путям вне зависимости от изменений природной обстановки. Поэтому напрашивается вопрос: может быть, когда-то на пути пернатых была суша, та самая таинственная Понтида?

Но вот какая? Та ли огромная горная страна, материк, которая занимала всю территорию нынешнего Черного моря и после погружения в воду стала морским дном? Или, может быть, это были отдельные острова, мысы, косы, перешейки?

Для того чтобы попытаться ответить на этот вопрос, следует мысленно спуститься туда, в черноморскую глубь. Однако большой глубины мы не встретим почти на четвертой части территории моря. Здесь не глубоководная пучина, а неглубокий морской шельф. У северо-западных и юго-западных берегов его ширина составляет 100--250 км (а у берегов Турции -- в среднем всего 1--2 км). Заканчиваясь на глубине 90--110 м, материковый склон морского дна круто обрывается и уходит в двухтысячеметровую пучину моря. Так вот эта относительно мелководная зона представляет собой вовсе не горы, а довольно плоскую равнину. Она прорезана лишь подводными долинами, которые являются как бы продолжениями сегодняшних рек, текущих по поверхности земли. Восемнадцать тысяч лет назад, т.е. в последний ледниковый период, эти долины, по-видимому, тоже были реками, поэтому представление о гористости южного склона Крымского полуострова в прошлом не совсем правдоподобно. Скорее всего этот склон имел такой же рельеф, какой ныне имеет северная сторона Крыма -- равнинный.

Куда же подевалась остальная, подводная, часть Крымских гор, не ушла ли она под воду в результате какого-то гигантского тектонического сдвига? По-видимому, правильнее предположить, что граница разлома не на современном берегу Крыма, а на границе шельфа и глубоководной части Черного моря. В этом случае древнюю Понтиду следует искать не на всей черноморской акватории, а только в ее прибрежной зоне, примыкающей к Северному и Западному Причерноморью.

А как объяснить обрывистую форму берегов Южного и Восточного Крыма? Откуда такая крутизна склонов тех сторон Карадага и Яйлы, которые обращены к морю?

Вспомним, как своенравны волны. В штиль они тихо и спокойно взбегают на пляжный откос, ласково урчат в гальке. В непогоду они меняют свой облик, превращаясь в свирепого зверя. Набрасываясь на берег, штормовые волны рушат все на своем пути, рвут и ломают прочные и твердые скалы, превращая их сначала в гравий, потом в гальку и песок. Выдающееся в море побережье Крымского полуострова подвержено сильному воздействию волн. Отсюда и те обрывистые берега, которые, конечно, интенсивно разрушаются морским прибоем.

Теперь о времени существования Понтиды. С.А.Ковалевский считает, что провал в земной коре, куда опустилась Понтида, произошел не когда-то в далеком геологическом прошлом, а в послеледниковый период, и его свидетелями должны уже были быть первые люди. Правда, если принять указанную этим автором скорость опускания земной поверхности в районе катастрофы 10 см в год, то элементарный расчет показывает, что 1,5-километровый горный хребет должен был бы опуститься на 2-километровую глубину за время, в 2 раза большее, т.е. за 35 тыс.лет.

В ледниковый период по мнению ряда исследователей в горах Понтиды существовала своеобразная "естественная оранжерея", в которой в ледниковый период прятались от холода субтропические растения и животные. Поэтому и выжили. Но 18 тыс.лет назад 1,5-километровые горы уже должны были уйти под воду, поэтому защищать теплолюбивую флору и фауну от идущего с севера мороза не могли.

Известный специалист по геологии Черного моря член-корреспондент АН СССР М.В.Муратов также считает, что в пределах полосы Южного берега могли сохраниться местные, хотя и более суровые, чем теперь, климатические условия, поэтому здесь уцелела часть средиземноморской фауны и флоры. Как видим, она сохранилась в горах не мифической Понтиды, а нынешнего Крыма, т.е. в не таких уж высоких (менее 700 м) горах.

Очевидно более достоверна гипотеза, согласно которой теплолюбивые средиземноморские орхидеи, иглицы, желтопузы, подковоносцы и другие экзотические растения и животные, возникшие на Земле миллионы лет назад, пришли в Крым по сухопутным мостам намного позже, уже в послеледниковую эпоху.

То же относится к временно́му соотношению заселения Крыма людьми и гибели Понтиды. Здравое соображение приводит ленинградский автор А.М.Кондратов, много написавший о затонувших материках планеты. Анализируя исследования по этому вопросу М.В.Муратова, он пишет: "Понтида геологическая, суша, существовавшая на месте Черного моря и связывавшая Горный Крым с Малой Азией, если и существовала, то гибель ее произошла задолго до наступления современной кайнозойской эры -- десятки миллионов лет назад".

А в те сотни и тысячи лет, в течение которых в Крыму живут люди, Крым всегда был полуостровом. Из Средиземноморья шли сюда парусно-весельные корабли с переселенцами из Древней Греции. Здесь на северном побережье Эвксинского моря (моря Гостеприимного) пересекались во времени и пространстве судьбы разных народов и государств. Высокоразвитая древнегреческая, древнеримская и византийская цивилизации столкнулись с простой пастушеской культурой степняков-кочевников, морской

промысел рыбаков и торговцев встретился с земледелием оседлого населения: виноделием и хлебопашеством. Обугленные остатки кострищ неолитических стоянок первобытных людей лежат здесь рядом с каменными руинами античных храмов, а кирпичные развалы турецких и генуэзских крепостей соседствуют с бетонными блиндажами и дотами Великой Отечественной войны.

Почти тысячу лет просуществовала в Восточном Крыму блестящая цивилизация могущественного Боспорского царства, пока в IV в. н.э. оно не пало под натиском гуннов. Десятки богатых торговых городов-портов, сотни крепостных башен, морских причалов, тысячи домов, складов и купеческих лавок были разрушены, стерты с лица земли. Однако, кроме того, была еще и какая-то природная (геологическая?) причина, по которой не сохранились полностью до наших дней на земле Крыма античные города.

В 1909 г. в Симферополе в губернских "Известиях Таврической ученой архивной комиссии" была опубликована статья музейного работника Л.Д.Колли с интригующим названием "Следы древней культуры на дне морском". В ней рассказывалось о многолетних, начатых еще в конце XIX в. водолазных работах, которые провел инженер А.Л.Бертье-Делегард при строительстве Феодосийского порта; тогда на дне бухты были найдены верхушки свай -- остатки древнего причального мола.

Это было началом открытия множества затонувших в Северном Причерноморье античных городов времен древнегреческой цивилизации, основанных в VI--IV в. до н.э.

Вторую, азиатскую, столицу Боспорского царства Фанагорию обнаружили рыбаки. В тихую штилевую погоду видели они в обычно мутной воде Таманского залива очертания каких-то загадочных сооружений. В один из таких солнечных безветренных дней рыбаки нашли и подняли сетями со дна моря с глубины 2 м две прекрасные каменные скульптуры лежащих львов. Они были сделаны в Греции из серого мрамора. Хотя их лапы и крупные завитки грив были потерты донным песком, но в общем-то морская эрозия их пощадила, и эти произведения искусства V в. до н.э. ныне украшают городской исторический музей в Феодосии.

По поводу фанагорийских подводных развалин среди ученых с давних времен не было единогласия. И только благодаря работам видного советского археолога В.Д.Блаватского были сделаны важнейшие и решающие открытия. В 1939--1940 гг. при береговых раскопках, проводившихся на песчаной отмели Таманского залива вблизи самого уреза воды, археологи вскрыли культурные слои, простиравшиеся в сторону моря. Среди разных античных сооружений был откопан уходящий в море фундамент какого-то крупного здания IV в. до н.э., а под ним на глубине 2 м от уровня воды -- напластования грунта конца VI в. до н.э. Тогда же было установлено, что гряда камней в море, расположенная против восточной окраины древнего города, является не морским молом, или пирсом, как полагали прежние исследователи, а остатками крепостной оборонительной стены (рис.14) и строилась эта стена вовсе не в море, а на сухом берегу.

В 1958--1959 гг. были проведены новые крупные подводные исследования затонувшей части Фанагории. Оказалось, что из общей площади города 50 га не менее

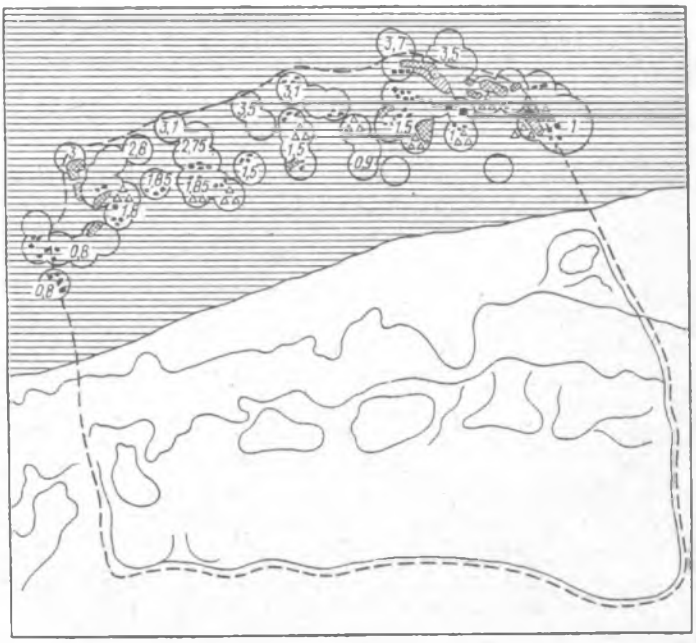


Рис.14. Боспорская Фанагория (цифры в кружках —глубина раскопа от поверхности моря)
(По В.Д.Блаватскому)

17 га (т.е. 1/3 всей площади) затоплено морем. Мощные каменные гряды шириной по 6--14 м и длиной по 50--60 м проходили в северо-западной части городища на расстоянии 220--240 м от берега и по направлению совпадали с наземными. Эти остатки забутовок крепостной стены достоверно обрисовывали границы античного города.

В тот же период времени экспедиция Блаватского на глубине 3--3,2 м от уровня моря вскрыла мостовую из больших булыжников, выше которой были обнаружены бытовые предметы IV--III вв. до н.э.: крупные осколки остродонных амфор, сероглиняных фиал, боспорского калиптера, фрагменты печи для обжига. Поверх этого слоя залегали одна за другой еще две булыжные мостовые II и I вв. до н.э. В культурном слое между ними были найдены черепки тонкостенной чернолаковой керамики. Эти находки доказывали, что уровень моря в Таманском заливе в наши дни расположен более чем на 4 м выше, чем 2250 лет назад.

Кроме Фанагории обследованию подверглись районы морского дна вблизи Пантикапея, Нимфея, Гермонассы, где были собраны многочисленные обломки керамической посуды. На черепках остродонных гераклейских, фасисских и хиосских амфор стояли древнегреческие клейма, причем одно даже с великолепным изображением маски Медузы-Горгоны.

Уточняя схематический план Гермонассы, составленный академиком Б.А.Рыбаковым на основе наземных раскопок (рис.15), В.Д.Блаватский дополнил его найденными под водой остатками каменных стен и фундаментов. В отличие от Фанагории расположенная на более высоком берегу Гермонасса подверглась значительно большему разрушению морским прибоем. Многие древние культурные слои

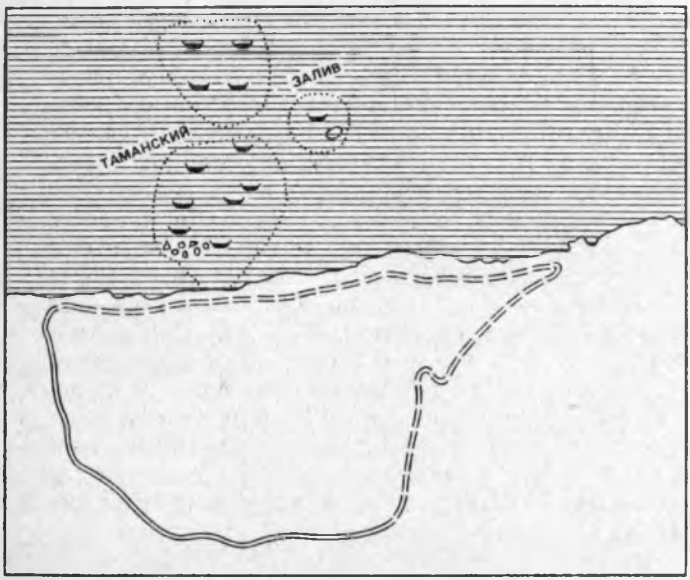


Рис.15. Схематический план Гермонассы (По В.А.Рыбакову)

оказались подмытыми и оползшими в море, часть напластований античного времени обвалилась. Несмотря на это, археологам удалось сделать интересные открытия и даже определить границу древнегреческого городища.

Не пощадила злая судьба и выросший на месте античной Гермонассы центр древнерусского средневекового княжества XI--XII вв. Тмутаракань. Многие его постройки времен Мстислава Храброго и Глеба также оказались погребенными под морскими отложениями.

Много интересных подводных открытий сделано на северо-восточной оконечности Крымского полуострова. На расстоянии 35 км к югу от города Керчь на скалистом мысу Такиль был обнаружен боспорский город рыбаков и хлеботорговцев Китей (IV в. до н.э.), о котором писали Псевдо-Скилак, Птоломей, Стефан Византийский. На высоком берегу археологи нашли остатки некрополя, склепов, храма "Бога громящего", двойной крепостной стены. В то же время установлено, что портовая нижняя часть города уходит под воду.

Согласно сообщениям античных авторов Страбона и Плиния Старшего в Пантикапейской земле, где-то между Китеем и Нимфеем, за мысом Такиль должны располагаться еще два боспорских города -- Акра и Зефирий. С середины прошлого века среди ученых шли споры о местонахождении этих городов. Так, видный исследователь Боспора Киммерийского Поль Дюбрюкс считал, что Китей это и есть Акра. Он кроме всего прочего основывался на трактовке слова "акра", одно из значений которого было "высокое место", что и позволяло помещать город на высоком берегу мыса Такиль. К этому мнению сначала присоединился и известный археолог и историк XIX в. Ю.Ю.Марти, который отождествил с Акрой древние каменные развалины на мысе Такиль. Только после находки в песке под береговым обрывом каменного храмового сто-

ла с надписью стало ясно, что мыс Такиль -- это Китей, а Акру надо искать где-то в другом месте.

Долгое время внимание археологов привлекали остатки древнего селения, найденные вблизи современного поселка Набережное, которое расположено в 2 км севернее мыса Такиль. Когда-то считалось, что эти развалины -- античный город Зефирий, упомянутый в трудах Плиния как город, расположенный восточнее Феодосии. Но если по мнению Ю.Ю.Марти и других Акра была на Такиле, то Зефирий оказывался севернее, что противоречило сообщению Плиния. Да и Страбон отмечал, что Акра лежит напротив Корокондамы, города, расположенного на противоположном берегу Керченского пролива в азиатской части Боспора.

"В этом месте, -- писал древнегреческий географ, -- море зимой покрывается льдом и служит пешеходной дорогой от Азовского в Черное море". Он даже указал расстояние между двумя городами -- 70 стадиев.

И вот пришло лето 1982 г., когда под руководством ленинградского ученого К.К.Шилика Боспорский подводно-археологический отряд начал исследования дна моря возле поселка Набережное. Первый сезон работ принес неожиданные и волнующие открытия. В 130 м от берега на глубине 3 м был обнаружен квадратный в плане колодец из обработанных известняковых плит с установленными сверху венцами деревянного сруба. Он был полностью заполнен песком, из которого в течение нескольких лет вынимали гераклейские амфоры с клеймами, глиняные кувшины, осколки битой посуды, деревянные детали. Найденные предметы датированы IV в. до н.э., периодом расцвета античных городов. Это была редкая удача. По-видимому, обмелевший ранее питьевой колодец со временем превратился в мусорную яму, куда древние горожане бросали отслужившие бытовые предметы. Теперь они стали ценной добычей археологов.

А то, что это было не какое-то небольшое поселение, а крупный древнегреческий полис и именно Акра, доказывает обнаруженная под водой крепостная башня размером 6×6,5 м, со стенами 2-метровой толщины, сложенная тоже из известняковых плит. От башни под углом около 50° на длину 100 м отходят развалы крепостной двухпанцирной стены с забутовкой посередине из рваного камня.

На расстоянии около 500 м от берега на глубине 6 м находится затопленный мол, отгораживавший когда-то гавань Акры от моря. Возле него лежат каменно-деревянные и железные якоря.

По поводу названия города, которое в свое время смутило ученых, следует отметить, что слово "акра" в древнегреческом языке означало не только "высокое место", а еще и "мыс", "косу", т.е. достаточно низкую форму рельефа. Возможно, это старое слово перешло в язык крымских татар, где "акры", "акрык" означает "тихое, безопасное место". Наверно, тюрко-язычные пришельцы переняли от прежних владельцев Крымского побережья близкое им по звучанию слово, заменив древнегреческое "мыс" на "тихое место". Именно на затопленной низкой морской террасе и найдена легендарная Акра. А впереди еще открытие таинственного Зефирия и загадочной Корокондамы...

Очень рано, еще в начале VI в. до н.э., на берегах Северного Причерноморья возникла древнегреческая колония Ольвия, что в переводе означает "Счастливая". Основан-

ная выходцами из малоазийского города Милета на западном берегу Бугского лимана, она сразу же заняла важнейшее место в торговле Греции со Скифией хлебом, скотом, рыбой, кожей и рабами. Посетивший Ольвию в середине V в. до н.э. великий античный историк и географ Геродот писал о городе как главном поставщике хлеба в Древнюю Грецию. Наибольший расцвет в качестве самостоятельного города-государства Ольвия достигает в V--III вв. до н.э. Позже, повторяя судьбу всех причерноморских городов, она попадает под власть Рима и отдает пальму первенства в торговле хлебом другим городам. В I в. н.э. ее разрушили кочевники-готы. Восстановившись в начале III в. при Септимии Севере, она вскоре после падения Рима гибнет окончательно.

Уже первый серьезный исследователь древностей Ольвии граф А.С.Уваров в 1885 г. заметил, что часть прибрежной территории города находится под водой. Другой ученый, П.И.Кеппин, назвал развалины камней, расположенные под водой в 21 м от берега, пристанью. Позже, в 1901--1915 гг. Б.В.Фармаковским и топографом В.И.Деренкиным были выполнены археологические исследования на дне Бугского лимана. В 1916 г. проведены обмеры подводных остатков, расположенных в 150 м от берега и уходящих в сторону моря примерно на 50 м.

В предвоенные годы А.Н.Карасев наметил древнюю береговую линию, которая, по его мнению, была расположена в полукилометре от нынешней. Другой исследователь, В.В.Лапин, писал, что древняя Ольвия ушла под воду вследствие "понижения материка", не менее чем на 1 м.

С 1961 г. в Ольвии под руководством В.Д.Блаватского вела исследования специализированная подводная археологическая экспедиция, которая открыла новые фрагменты древних стен. Кроме того, ученые точно определили расположение античной береговой линии на расстоянии 300 м от современной. В 1964 г. с помощью геоакустических методов экспедиция Ленинградского института археологии и ВНИИ техники и методики разведки под руководством К.К.Шилика составила геологические батиметрические карты участка морского дна, на основе которых был составлен план затопленной части Ольвии (рис.16). В течение семи сезонов подводные раскопки вел хорошо оснащенный отряд Института археологии АН УССР под руководством С.Д.Крыжицкого. В результате всех этих работ установлено, что под водой находится большой район портовой части города.

Среди других подводных находок в районах расположения древних городов нельзя не упомянуть обнаруженные в 50-х годах остатки византийских и раннесредневековых сооружений древнегреческого портового города Сугдейи (ныне Судак). В западной части Судакского залива, к юго-западу от горы Сокол и к северу от мыса Плоского, на глубине 11 м были найдены россыпи керамики и отдельные обработанные камни, в том числе римский квадр размером 400×300×200 мм.

В 1960 г. в Таганрогском заливе на глубине всего 1--1,25 м от уровня моря был обнаружен мол, представляющий собой земляную покрытую щебнем насыпь -- косу шириной 8--12 м. Она начинается в 50 м от берега в северо-восточной части залива напротив Большой каменной лестницы и уходит в море на расстояние около 330 м. Ис-

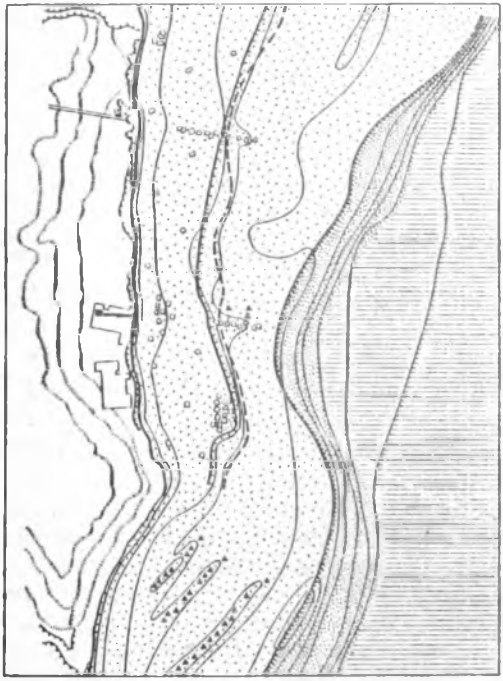


Рис.16. Ольвия, затонувший нижний город (По К.К.Шилику)

торики предполагают, что мол относится к портовым сооружениям одной из самых северных торговых древнегреческих факторий VII--VI вв. до н.э. Около мола найдено большое количество обломков античной керамики. Считают, что в Таганрогском заливе находится затопленное морем древнее поселение, удаленное от берега в сторону моря не менее чем на 125 м.

В конце 20-х и начале 30-х годов XIX в. в Керченском проливе к югу от косы Чушка было обнаружено в море шесть мраморных колонн. Их впервые нанес на карту известный исследователь российского юга Поль Дюбрюкс, опубликовавший в 1858 г. статью "Описание развалин и следов древних городов и укреплений, некогда существовавших на европейском берегу Босфора Киммерийского, от входа в пролив, вблизи Еникальского маяка, до горы Опук включительно, при Черном море".

О подобных же мраморных колоннах, торчавших над водой и мешавших подходить к берегу кораблям, рассказывал и грузинский историк XVIII в. Багратион Вахушти. Он наблюдал четыре такие колонны в море вблизи развалин древней крепости III в. н.э. Анакопии (ныне Новый Афон), расположенной на восточном побережье Черного моря.

Однако это все сообщения более поздних веков. А не осталось ли каких-нибудь свидетельств современников, не сохранились ли в памяти народной отголоски грозных событий, происшедших на берегах Понта Эвксинского в самые отдаленные времена?

Здесь, конечно, уместно вспомнить древнегреческие мифы о потопах, которые, возможно, были в какой-то степени связаны с наводнениями, происходившими и на древнегреческих территориях в Крыму и на Кавказе. Согласно представлениям древних греков, в разное время произошло не менее четырех крупных потопов. Некоторые из них имеют прямое отношение к нашей теме.

Первый и наиболее сильный потоп произошел по приказу властителей морей Посейдона, брата главного древнегреческого бога Зевса. Великий громовержец, спустившись как-то на землю, увидел, что люди живут грубой, дикой и развратной жизнью. Под видом простого странника зашел он во дворец к царю Аркадии Ликаону, а тот взял и накормил его человеческим мясом. Это считалось жестоким оскорблением. Вот тогда-то Зевс и велел Посейдону залить морскими волнами землю.

Рис.17. Остатки укреплений северо-западной части Таманского полуострова (I в. до н.э.) и археологические объекты бронзового века (II тысячелетие до н.э.)
1 — разрушенная морем крепость (предположительно); *2* — киммерийский вал; *3* — древний лиман; *4* — древнее русло Кубани; *5* — городища с крепостями; *6* — земляные валы; *7* — курганы бронзового века; *8* — склады бронзовых изделий

От потопа спасся Девкалион, сын титана Прометея, давшего людям огонь и прикованного за это к скалам Кавказа (случайна ли эта связь с местом гибели причерноморских городов?). На десятый день от начала потопа корабль Девкалиона и его жены Пирры причалил к вершине Парнаса, которая не подверглась затоплению.

Другой герой потопа, Дардан, спасся от смертельных волн в Малой Азии. Это имя опять же ведет нас к Черному морю -- от него произошло название Дарданеллы. Кроме мифов есть и более серьезные литературные источники, обсуждающие проблемы затопления морских берегов в древности.

Например, тайна гибели античных северочерноморских городов волновала еще Аристотеля, который в середине IV в. до н.э. задумывался над причинами изменения береговой линии морей. Особенный интерес он проявлял к Меотийскому озеру (Азовскому морю), площадь зеркала которого, по его мнению, уменьшалась и берег поднимался за счет речных наносов, приносимых Танаисом (Доном), Гипанисом (Кубанью) и другими реками. Аристотель сообщал, что в его время в Приазовье могли приходить корабли значительно меньшего водоизмещения, чем за 60 лет до этого, т.е. море мелело. Да и сам Таманский полуостров не был таким, как теперь (рис.17). Являясь составной частью широкой разветвленной дельты р.Кубани, он представлял собой систему островов, разделенных речными рукавами.

Если оставить в стороне спорное мнение Аристотеля о причинах подъема суши в результате накопления речных наносов, которое могло вызвать не общее, а лишь местное обмеление моря вблизи устья рек, то само его свидетельство о низком стоянии уровня моря в тот период представляет большой интерес. Ведь оно полностью совпадает со многими археологическими данными, хотя бы с теми, о которых говорилось выше.

Эти данные используются в новейших гидрографических научных исследованиях режима морского уровня в многолетнем разрезе (см.гл.3). Например, реконструируя положение береговой линии Черного моря в послеледниковый период, ученые прямо используют результаты археологических работ в Керченском проливе. Анализируя материалы подводных раскопок древних культурных слоев, полученные в Фанагории, они устанавливают, что 2,5 тыс.лет назад уровень Чер-

ного моря был на 3 м ниже современного. П.В.Федоровым в науку даже вводится такой термин -- Фанагорийская регрессия, т.е. отступление моря. А результаты исследований развалин древнегреческого Нимфея, показали, что около 2 тыс.лет назад уровень моря, наоборот, поднялся выше современного на 1 м -- названо это Нимфейской трансгрессией, т.е. наступлением моря.

Кстати, это подтверждают и другие исследования, например, советского ученого А.М.Дзенс-Литовского, проведенные в 1938 г. в Западном Крыму. Изучая, в частности, геоморфологию и результаты соленакопления в районе оз.Сасык и др., он доказал, что когда-то эти озера были морскими заливами, куда могли заходить торговые суда. В результате же отступления моря, происшедшего 2--2,5 тыс.лет назад, входы в эти естественные гавани оказались закрытыми.

Регрессия моря подтверждается не только находками на побережье Керченского полуострова, но и археологическими исследованиями в районе Батуми. Там обнаружены следы древней культуры, возраст которой близок к I в., что также свидетельствует о положении уровня моря в те времена -- на 0,5--1 м выше современного.

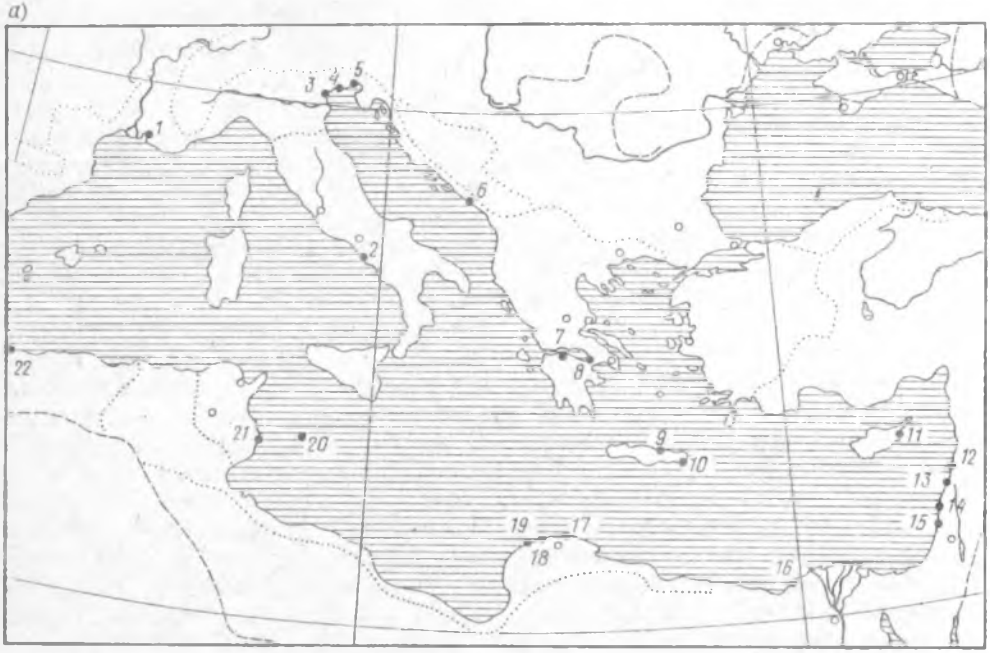
Таким образом, пока одни ученые изучают результаты подводных раскопок с позиции истории античного мира, а другие обсуждают причины гибели древних городов, третьи (океанологи) прямо используют эти результаты для маркировки и датировки положения береговых линий в далеком прошлом.

СРЕДИЗЕМНОМОРЬЕ -- КОЛЫБЕЛЬ ЦИВИЛИЗАЦИИ

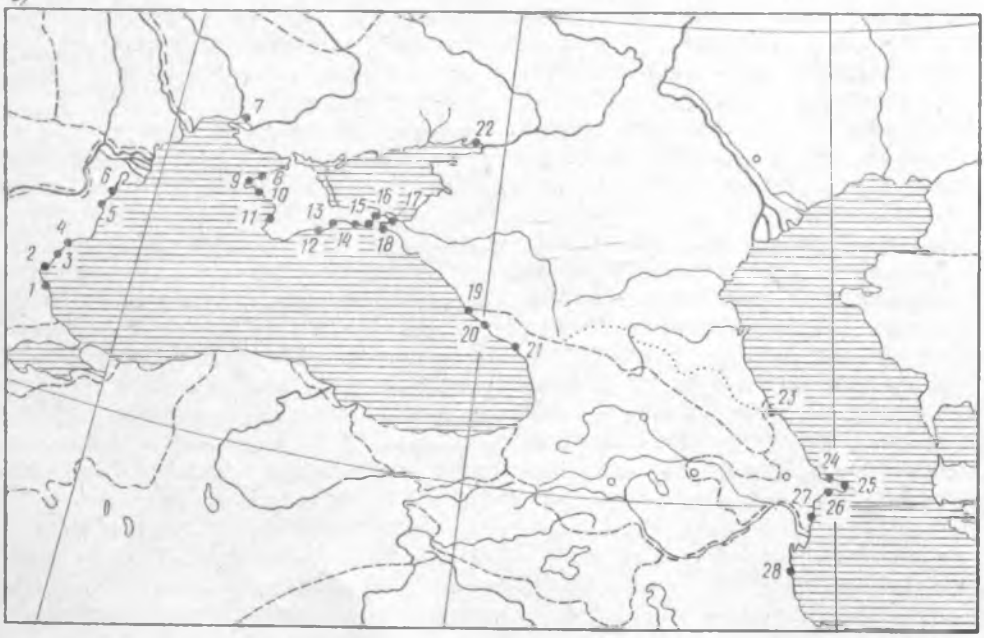
"Города греческого мира, -- говорил Цицерон, -- расположились вокруг Средиземного моря, как лягушки вокруг пруда". Согласно наиболее распространенной гипотезе истощение и без того малоплодородной каменистой почвы Греции, перенаселенность, жестокая конкуренция заставляли многих сынов Эллады уже в самые древние времена снаряжать парусно-весельные суда и переселяться в другие прибрежные районы Средиземноморья -- на острова Эгейского моря, побережье Малой Азии, Северной Африки и Апеннинского полуострова, берега Адриатики, Ионического, Тирренского морей. Многие десятки античных городов обнаружены археологами на побережье Средиземного моря, и не менее 35 из них оказались под водой.

На составленной в 1968 г. чешским ученым Л.Лойдой и уточненной нами карте (рис.18) показаны полностью или частично затопленные морем города не только античного времени, но и средневекового и более поздних исторических периодов. Среди них находится и один из самых крупных морских портов древности финикийский Тир, располагавшийся в восточном Средиземноморье. Отсюда в X в. до н.э. царь Хирам I отправлял свои военные корабли для завоевания городов Кипра и Северной Африки. Отсюда уходили финикийские мореплаватели, которые будучи на службе у египетского фараона Неко, около 620 г. до н.э. совершили первое в истории человечества путешествие вокруг Африканского континента. Здесь в IV в. до н.э. солдаты Александра Македонского произвели одно из первых "преобразований природы": после долгой и

а)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22

б)


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28

безуспешной осады острова Тира они почти превратили его в полуостров, засыпав пролив, отделявший город от берега. Насыпанная воинами Александра земляная дамба изменила направление берегового течения. После этого одновременным штурмом с моря и суши войскам Александра Македонского удалось овладеть ранее неприступной крепостью. "Тир был взят Александром после осады, -- писал Страбон, -- но преодолевал все подобные несчастья и снова возвышался благодаря мореплаванию, в котором финикийцы всегда превосходили другие народы...". Тот же Страбон сообщал, что у Тира были две гавани: "Одна замкнутая, а другая, называемая египетской, -- открытая". В результате сооружения земляной дамбы наносы реки Литани, откладывавшиеся у дамбы с севера, за 2,3 тыс. лет окончательно превратили к нашим дням остров Тир в полуостров.

Долгое время сообщение Страбона считалось фантазией античного писателя, так как никаких древних гаваней в районе Восточного Средиземноморья в то время никем найдено не было. В начале 30-х годов XX в. известный французский ученый А.Пуадебар предпринял тщательные археологические исследования на побережье Сирии и Ливана. Летом 1934 г. в море вблизи береговых раскопок древнего Тира были обнаружены с самолета темные пятна правильной геометрической формы. Это и был древний морской порт, затопленный водой.

В результате подробных подводных исследований Пуадебар установил, что Тир действительно имел северную и южную гавани. С севера вход в бухту закрывал мощный морской мол шириной (поверху) 8 м, который археологи нашли под водой на глубине 3--5 м. Основанием мола служили скальные донные породы, нижняя часть сооружения была сложена крупными каменными блоками размером 1,0×0,5×0,4 м, верхняя выполнена из бетона. Защитный мол имел длину 200 м и начинался у ныне развалившейся стоявшей на берегу квадратной сторожевой башни. На востоке узкий проход к финикийскому порту закрывался несколькими мелкими островками. В описа-

◀

Рис.18. Схема расположения частично или полностью затонувших античных и средневековых городов

а — Средиземное море: *1* — Фос; *2* — Байи, Поццуоли, Мизенум; *3* — Спина; *4* — Матамауцо; *5* — Бибион; *6* — Эпидавр (Дубровник); *7* — Гелика; *8* — Коринф; *9* —Херсонес (Крит); *10* — Мохлос; *11* — Саламин; *12* — Сидон; *13* — Тир; *14* — Кесария; *15* — Цезарея; *16* — Фарос; *17* —Аполлония; *18* — Птолемаида; *19* — Таухира; *20* — Айфуза; *21* — Тапс; *22* — Иол (Цезарея);

б — Черное море: *1* — Аполлония (Болг.); *2* —Месембрия (Несебр); *3* — Дионисополис; *4* —Одессос (Варна); *5* — Томы (Констанца); *6* — Истрия; *7* — Ольвия; *8* — Лимен; *9* — Беляус; *10* — Калос; *11* — Херсонес-Корсунь (Севастополь); *12* — Сугдея (Судак); *13* — Феодосия; *14* — Китей (мыс Такиль), Акра, Зефирий; *15* — Нимфей, Зефирий (?); *16* — Пантикапей (Керчь); *17* — Фанагория; *18* — Гермонасса-Тьмутаракань (Тамань); *19* — Анакопия (Новый Афон); *20* — Диоскурия-Себастополис (Сухуми); *21* — Геюнэсса (Очемчири); Азовское море: *22* — Таганрог; Каспийское море: *23* — Нарын-Кале (Дербент); *24* — Кегня-Бильгях (мыс Амбуранский); *25* — Пир-Амахи, скифское кладбище (Апшеронский полуостров); *26* —Храм идолопоклонников (Баку); *27* — Бандовян; *28* — Абескун (Гюмуш-тепе)

нии осады Тира рассказывается, что финикийские корабли выстраивались плотным рядом, закрывая проход в гавань и выставляя вперед свои окованные медью носы-тараны. Северная гавань Тира была военной гаванью, в то время как южная (бо́льшая по размерам) была торговой. Сюда могли заходить сотни судов со всего мира.

После двух лет экспедиционных подводных работ археологи во главе с Пуадебаром установили, что, так же как и северная, южная гавань отделялась от моря каменной дамбой шириной до 8 м (в западной части -- 10 м) и длиной 750 м. В середине мола имелся небольшой проход для кораблей. Этот вход в гавань был сделан по примеру городских ворот древних крепостей. С двух сторон он был ограничен направляющими дамбами длиной 100 м. Если бы вражеский корабль все же вошел в этот узкий коридор, он оказался бы под обстрелом защитников города с двух сторон и вряд ли мог прорваться в гавань.

Центральный проход делил южный порт на две части: бо́льшую западную и меньшую восточную. Первая имела свой проход, который защищала сторожевая башня. В восточной гавани археологи обнаружили полузатопленный сухой док для ремонта кораблей. Дно дока было покрыто плитами из известняка.

Кроме основных сооружений самого порта на некотором расстоянии от него в открытом море исследователи нашли остатки дополнительных волноломов. Эти сооружения были заложены на довольно большой глубине и тянулись по всему периметру молов тирского порта.

Другой крупный финикийский порт Восточного Средиземноморья, Сидон (ныне Сайда, Ливан), также оказался под водой. Многие части его защитных и причальных сооружений, построенных в первые века н.э., в наше время немного выступают над уровнем моря. Более раннюю постройку представляет большая, диаметром 14 м, сторожевая башня, охранявшая вход во внутренний порт. В отличие от Тира бухта Сидона защищена скалами от преобладающих юго-западных ветров. Поэтому древний военный порт был прикрыт лишь с севера таким же молом, как в Тире. Мол не доходил до островка, оставляя узкий вход в гавань. Остальная часть акватории перекрывалась песчаной отмелью, которая шла от островка к берегу. Водолазы обнаружили здесь следы прорытого в древности судоходного канала.

Археологические исследования Сидонского порта Пуадебар выполнил после Второй мировой войны. Он нашел и еще один, торговый порт Сидона, который располагался севернее городского и примыкал к небольшому острову.

Здесь же, на восточном побережье Средиземного моря, в 1957 г. работала американская экспедиция с яхты "Си Дайвер". Она детально обследовала опустившиеся на 2,5 м под уровень моря портовые сооружения библейской Цезареи (Израиль), которая была сначала столицей Иудейского царства, а потом резиденцией римского наместника. На дне моря археологи нашли каменные стены, колонны и огромную древнеримскую статую, украшавшую, по-видимому, вход в гавань.

В 1961 г. аквалангисты обнаружили на дне моря вблизи расположенных на берегу развалин античной Цезареи руины древней библиотеки. Может быть, в ней хранились свитки с записями, сделанными 2 тыс.лет назад известным исто-

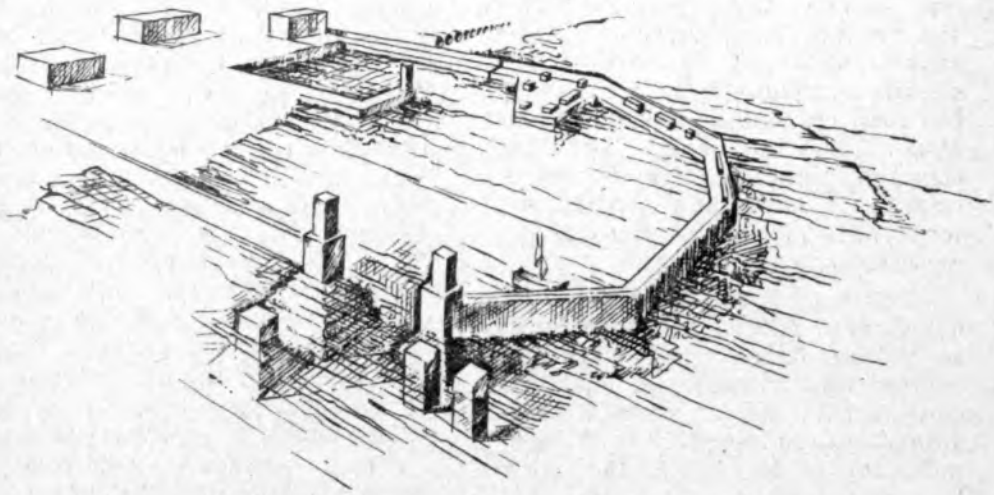


Рис.19. Древний порт Цезарем (По С.Гианети)

риком из Иудеи Иосифом Флавием. Вот что он писал о строительстве Цезареи: "Царь не жалел средств и превзошел саму природу, создав порт больше, чем Пирей, с двойной стоянкой для кораблей... Город расположен в Финикии на пути в Египет, между Яффой и Дорой -- небольшими приморскими городами, где невозможно устроить порт из-за порывистых юго-западных ветров, не позволяющих кораблям заходить сюда на стоянку, торговые суда обычно вынуждены бросать якорь в открытом море". Флавий подробно рассказывал, как на участок берега моря, где стояла когда-то так называемая "башня Стратопа" приехал иудейский царь Ирод Великий и велел там построить город с удобной закрытой гаванью. Строители из огромных камней соорудили под водой длинный мол в "двадцать морских саженей"(рис.19). Затем, когда сооружение поднялось выше уровня моря, на нем с одной стороны построили волноломы, а с другой -- массивную причальную каменную стену с башнями. В стене были устроены складские и жилые помещения в виде больших арок, а перед ними проложены торговая и прогулочная набережная. У входа в гавань, который находился в безветренной северной части, стояли высокие колонны. Со стороны моря на отмелях было поставлено еще три причальных столба, возле которых могли стоять корабли, ожидавшие своей очереди, чтобы войти в порт.

Массивные причальные стенки и волноломы представляли собой кладку тесаных каменных глыб, соединенных друг с другом металлическими закладными скобами с заливкой пазов расплавленным свинцом. Помимо естественного камня были использованы и бетонные блоки. Интересна технология строительства подводной части молов, причальных стенок и волноломов. Каменные и бетонные блоки устанавливались в два ряда с расстоянием между ними 20--30 см. Потом в течение нескольких лет это пространство было занесено морским песком и галькой. Таким

образом, искусственная кладка стала играть роль наружной и внутренней облицовки. В результате было сэкономлено много строительного материала, общий объем которого только в подводной части составлял около 200 тыс.м^3.

Отдельные участки волнорезов выполнялись методом подводного бетонирования. Для этого на место по воде отбуксировывалась деревянная опалубка, затем она заполнялась смесью извести, краснозема, вулканической пемзы и камней. Под тяжестью этого раствора деревянные ящики весом до 0,5 кН опускались на дно. Бетонная смесь постепенно схватывалась, твердела и набирала прочность.

При сооружении порта Цезареи был применен и еще один интересный технический прием, который и в наше время не потерял актуальность. Дело в том, что древние гидротехники очень искусно использовали особенности морских течений. Вход в рукотворную гавань устроен так, что угроза естественного процесса откладывания песка возле берега, а следовательно, заиления порта и уменьшения судоходных глубин, здесь совершенно устранена. Наоборот, с помощью каналов-байпазов, проложенных в главном волноломе было образовано искусственное течение, отгонявшее песок от входа в гавань и отводившее его в сторону. Расход, напор и скорость потоков воды в каналах могли регулироваться шлюзами. Подводные археологические исследования показали, что, если на дне гавани слой заиления, под которым, кстати, и была найдена керамика времен царствования Ирода Великого, составляет всего несколько сантиметров, то с наружной стороны мола у входа в порт толщина намытого песка исчислялась 1,5 м.

Наиболее интенсивные археологические работы на сооружениях затонувшей Цезареи начались в 1975--1980 гг. Центр морских исследований университета в Хайфе (Израиль) совместно с американскими учеными из Колорадо и Мэриленда и канадскими сотрудниками университета г.Виктория работают по 25-летней программе наземных и подводных изысканий. На дне бывшей гавани уже найдено много античной и средневековой керамики и других бытовых предметов. Одна из наиболее интересных находок -- осколок памятной каменной плиты, на которой вырезано имя римского прокуратора Понтия Пилата "tious Pilatus", приговорившего Иисуса Христа к смертной казни. Ученые полагают, что этот камень стоял в стене одного из приморских храмов, в котором, как известно, и находилась резиденция римского военачальника.

Не менее ценные находки затонувших городов-портов в восточном Средиземноморье были сделаны в 30 -- 40-х годах нашего столетия одной из основательниц подводной археологии Онор Фрост и другими учеными. Это -- античные города Арвад, Сидон, Атлит и многие другие.

В 1958--1959 гг. в Ливии под руководством известного английского археолога из Кембриджа Н.Флемминга были проведены интересные археологические исследования Аполлонии -- морского порта бывшей древнегреческой колонии в Северной Африке Кирены. Основанная в VII в. до н.э. Аполлония особенно возвысилась в период римского господства в I в. до н.э., когда северная Африка стала одним из главных поставщиков хлеба для Римской империи.

Археологические исследования показали, что на дне моря нахо-

дится почти половина всего города. Под водой оказались все портовые сооружения, остатки зданий, оборонительных стен, складов. Овальная бухта Аполлонии замыкалась естественными мысами и островами, между которыми оставались узкие проходы для кораблей. Берег гавани был укреплен толстыми подпорными стенами, на которых возвышались оборонительные сооружения. Была еще и внешняя более открытая гавань, имевшая причалы для чужих торговых судов.

Археологи нашли остатки доков для ремонта кораблей, набережную, каменоломни, загородную римскую виллу и другие сооружения. Западнее Аполлонии, в южном Средиземноморье, частично затонули античные Птолемаида и Таухира, и далее на запад: Тапс -- в Тунисе, Иол (другая Цезарея) -- в Алжире.

Вблизи южных берегов Франции у городка Сан-Мари (около Марселя) в 1952 г. была обнаружена обширная затонувшая территория с сооружениями и культурными слоями почвы средневекового периода. Еще в 1696 г. арлезианский монах Пьер Луи де Сан Ферро отмечал, что море захватило здесь около 2 км суши. В XVIII в. была даже предпринята попытка спасти Сан-Мари от затопления морем с помощью земляной дамбы.

Развалины крупных сооружений с керамикой I в. н.э. и отдельными архитектурными деталями были обнаружены в заливе Святой Жервезы на глубине 1--5 м. Такие же находки сделаны в районах древних Антибы и французской Ольвии. В 1950 г. Альпийский подводный клуб провел вблизи г. Тауроментум археологическую разведку подмытых морем и обрушившихся в воду участков берега. В окрестностях Порт-де-Бу в 1951--1952 гг. на глубине 13 м под трехметровым слоем донного ила аквалангисты обнаружили детали древнегреческих колонн, рельеф из знаменитого каррарского (италийского) мрамора, а также обломки коринфской капители и греческого саркофага. При работах в Сан-Тропезе осенью 1951 г. со дня моря с помощью подъемного крана были подняты 13 фрагментов мраморных колонн диаметром 2 м. Предполагают, что эти детали вез корабль из Италии в I в. н.э. и они предназначались для постройки известного храма Августа в Нарбонне (Галия).

В заливе Фо, тоже находящемся на юге Франции, под водой обнаружены древние стены, возле которых лежали черепки аретимской, кампанской и галло-римской керамики, изящная головка богини, сделанная из слоновой кости, и другие предметы искусства. Со дна моря у побережья Монако извлечена поврежденная коррозией бронзовая фигурка пантеры.

У берегов Италии также найдены остатки затонувших античных поселений. Так, около Поццуоли в Неаполитанском заливе археологи-подводники обследовали затопленный район древнеримского курорта Байев, известного места развлечений и кутежей богатых римлян. На глубине 10 м от уровня моря обнаружены фрагменты монументальных зданий. Они выполнены из типичных римских плоских кирпичей на известковом растворе. Там же, вблизи Поццуоли, находится воздвигнутый в 105 г. до н.э. полузатопленный храм Юпитера и Сераписа, основание которого ныне располагается на глубине 2,5 м от поверхности воды. Письменные источники средневековья сообщают, что в XIII в. здесь выступали из воды верхушки античных колонн. В более позднее время произошел некоторый подъем дна залива и в

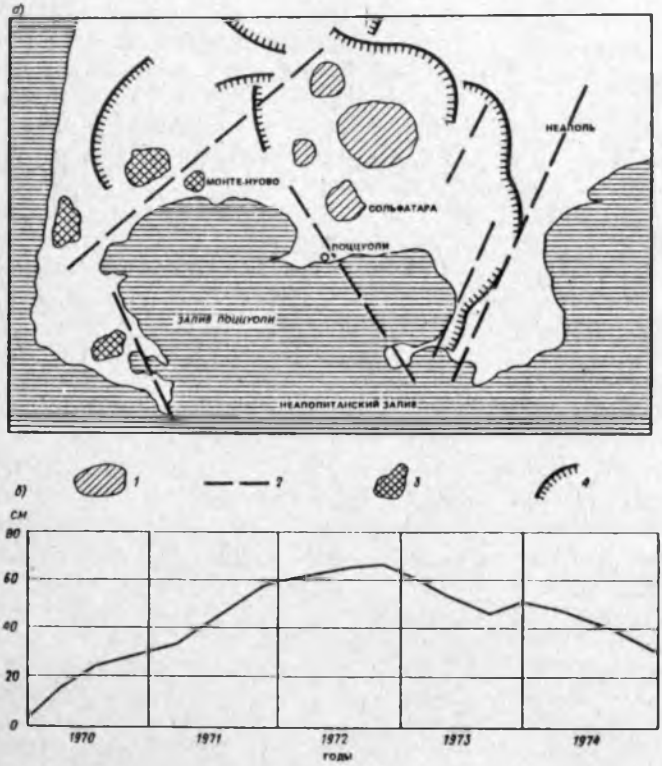


Рис.20. Тектонические движения берега Италии вблизи залива Поццуоли

а — расположение вулканических полей в Неаполитанском вулканическом районе; *б* — кривая современных колебаний поверхности земли на участке полузатопленного древнеримского храма (II в. до н.э.);
1 — вулканические кратеры; *2* — разломы; *3* — озера; *4* — вулкано-тектонические трещины

1748 г. храм был уже целиком на суше, а затем дно снова опустилось, что привело к новому погружению храма в воду. Ныне тектонические подвижки берега здесь продолжаются (рис.20).

У южного берега Сицилии и у мыса Пассеро на глубине 7 м найдены и обследованы барабаны колонн, части капители и другие мраморные блоки общим весом 3,5 кН.

В 1910 г. французский ученый Г.Жонде провел большие подводные исследования крупного древнего морского порта, затонувшего у южного берега Средиземного моря к западу от Александрии. На глубине 8--9 м от уровня моря на дне залива были обследованы фрагменты очень искусной каменной кладки.

В восточной части Александрии по приказу ее основателя Александра Македонского была сооружена искусственная гавань. Земляной насыпной мол, который назывался по его длине в семь стадиев Гепса-стадион, соединил берег с островом Фарос. Вот здесь и был правителем Египта Птолемеем II поставлен в III в. до н.э. знаменитый Фаросский маяк -- одно из семи чудес света. Вздымаясь над морем на 120 м, эта трехъярусная башня много веков служила для обозначения узкого входа в восточную гавань Александрии. Только в XIV в. Фаросский маяк, до того постепенно опускавшийся в морскую пучину, окончательно развалился после сильного землетрясения, охватившего юго-восточное побережье Средиземного моря. Житель Александрии Камель Абу-ас-Садат в 1961 г.

нашел на дне бывшей восточной гавани каменный колосс -- статую древнеегипетской богини Исиды. В 1963 г. она была доставлена на берег, а в 1968 г. при участии Онор Фрост водолазы подняли со дна моря еще 17 предметов, которые, так же как статуя Исиды, очевидно, имели прямое отношение к Фаросскому маяку.

У берегов Алжира возле города Шершель была найдена под водой еще одна античная статуя Цезаря. Когда-то здесь был один из самых крупных военно-морских портов Древнего Рима, равного которому не было во всем южном Средиземноморье, от Карфагена до Гибралтара. Первенство в обнаружении этого затонувшего города, как и многих других морских портов северной Африки, принадлежит водолазу из Франции Филиппу Диоле.

Большое число затонувших античных городов обнаружено и вблизи самой колыбели эллинской культуры -- Греции, а также островов Эгейского моря (рис.21). Так, возле мыса Тенар под водой виден древнегреческий Гифион, оборонительные стены которого имеют толщину 2 м. На берегу Коринфского залива обнаружены подтопленные морем городские стены Калидона. Может быть, их развалины имеют отношение к древнегреческим городам Буру и Гелике, которые, по преданию, где-то здесь и затонули 2500 лет назад. Да и морские молы самого древнего порта Коринфа находятся на глубине 3 м ниже уровня моря. Вблизи другого портового города Пирея на морском дне оказались древние захоронения -- склепы и могилы античного времени. Затонувшие на глубину до 2 м склепы обнаружены и на южном берегу Крита, а также на о.Милос. В береговой полосе на расстоянии 200 м от о.Эгонн также погребены морем древние оборонительные стены. На дне Эгионского залива в Кенхере покоятся развалины базилики IV--V вв. н.э. Полузатонувшими являются Мохлос и Херсонес на Крите, Саламин на восточном берегу Кипра.

Возле прибрежного греческого города Катаколона на дне моря найдены детали колонн, осколки керамики, обломки скульптур. Ученые предполагают, что это следы античного Фея, погибшего в результате провала земли.

В Западном Причерноморье, у берегов Болгарии еще в 30-х годах XX в. были обследованы остатки другой черноморской Аполлонии (ныне Созопол). Здесь найдена керамика, надгробие и другие предметы, показывающие, что это лишь часть городища. Вблизи Несебра на глубине 1--2 м видны фрагменты городской стены античной Месембрии. В Варне (древний Одессос) найден затопленный мол. У румынского берега обнаружены сооружения Истрии и Томы (Констанца), где был в ссылке Овидий.

Интересные открытия были сделаны в заливе Брено Адриатического моря. В бухте Тихой возле югославского прибрежного городка Цавтат подводники открыли древний затонувший город, почти целиком находящийся на дне моря. Им оказался Эпидавр Иллирийский, основанный выходцами из греческого Эпидавра, расположенного на северо-востоке Пелопоннесского полуострова вблизи Коринфа и Микен. Адриатический Эпидавр вначале, так же как и другие северные колонии, играл для всей Греции важную роль в торговле скотом и хлебом, которые поставляли окружавшие его иллирийские племена. Затем подошла эпоха македонского господства. Филипп Македонский, отец Александра, завоевал Илли-

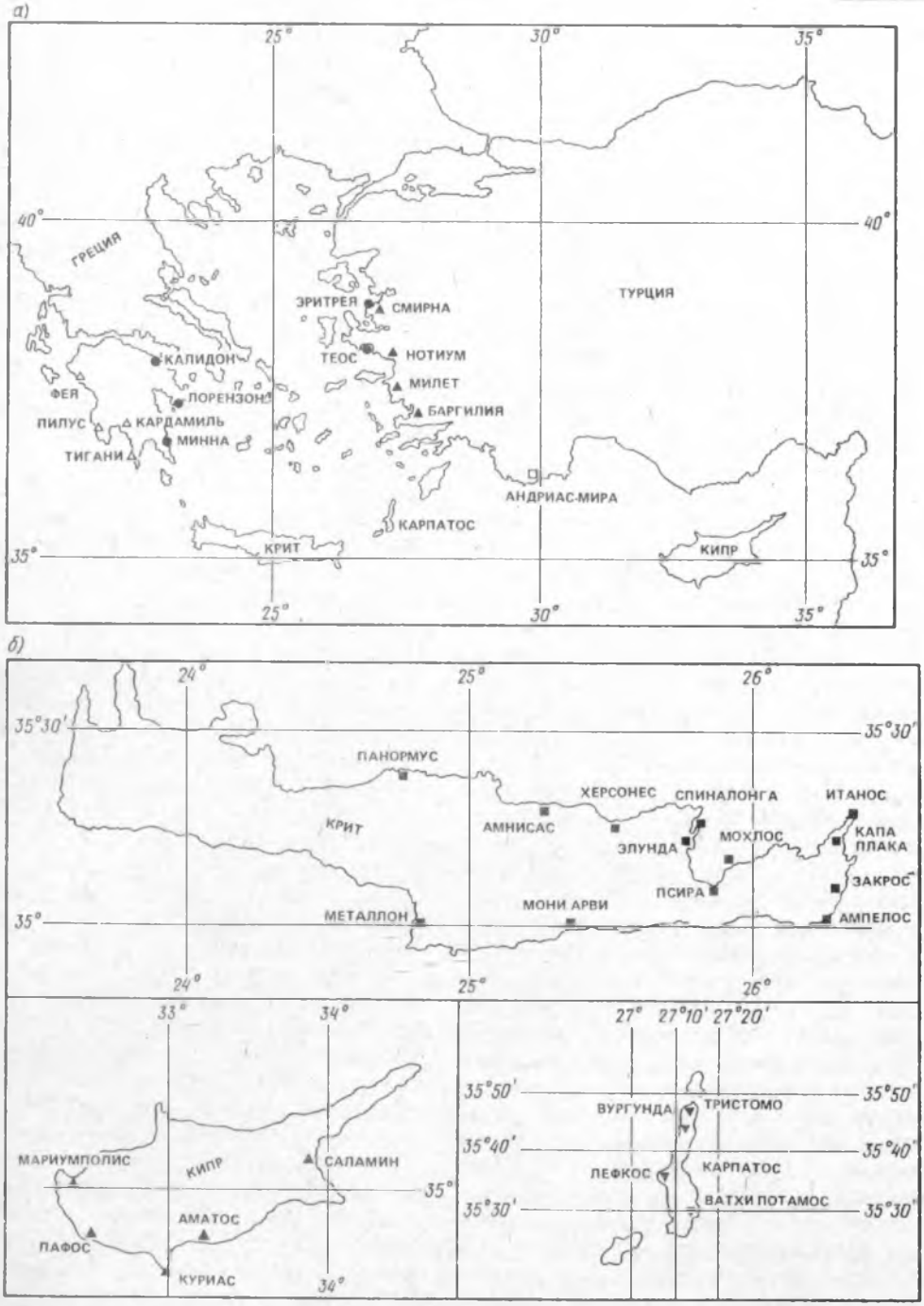


Рис.21.Затонувшие античные города побережий Эгейского моря (По Н.Флеммингу)
а — побережья Эгейского моря; *б* —острова Крит, Кипр, Карпатос

рию и во многом способствовал ее процветанию. А через столетие сюда пришли римляне и начались известные Иллирийские войны 229 и 219 гг. до н.э. Будучи местом расквартирования Седьмого и Девятого легионов, Эпидавр (по-римски Эпитаурум) стал пунктом набора рекрутов.

Известно, что даже многие императоры Рима были сыновьями иллирийских офицеров. Великий византийский император Юстиниан также был иллирийцем по происхождению. В Эпидавре он разместил свой флот и отсюда вел борьбу с вестготами.

Однако в середине VI в. н.э. Эпидавр, как и большинство других городов римского мира, пал под ударами варваров, был разграблен и сожжен. Правда, разрушению подверглась лишь его часть, оставшаяся от другой страшной катастрофы: в середине 60-х годов IV в. произошло внезапное опускание суши. Большая прибрежная часть города с торговым центром, рынком, мастерскими ремесленников и жилыми домами погрузилась на дно моря. Об этом в 1876 г. сообщал английский археолог Артур Эванс, открывший минойскую цивилизацию. Произведя археологические раскопки в Цавтате, он заметил: "Поговаривают, что в соседней бухте Святого Ивана (Тихой -- Г.Р.) ясно проступают стены римских зданий, погребенных на дне моря, вероятно, вследствие опускания суши". Позже, в 1947 г., немецкие военнопленные обнаружили развалины стены, уходившей под воду, а в ее нише --клад старинных монет.

Детальные подводные исследования древнего города произвела группа аквалангистов с корабля "Язычник" во главе с ныне живущим в Англии австралийцем Тэдом Фальконом-Баркером. Впоследствии он написал об этом интересную книгу "1600 лет под водой" (в 1967 г. издана в СССР), в которой рассказал о своих сенсационных открытиях на дне бухты Тихой. Направление поисков показывали следы древних римских дорог и ответвление акведука, которые подходили к Цавтатской гавани и обрывались у самого берега. Надежды ученых полностью оправдались. На дне моря хорошо сохранились стены, фундаменты домов, вблизи них амфоры, греческие и римские монеты, украшения и другие предметы быта.

"Всего нам удалось найти одиннадцать стен, -- писал Фальконн-Баркер. -- Кое-где они опирались на ложе из темно-серой глины, прикрытое местами лишь тонким слоем песка". Одни из этих стен длиной 1,5--7,0 м были сложены из тесаных и аккуратно подогнанных камней шириной по 2 м, другие были построены из плоского красного кирпича на известковом растворе. В некотором удалении от бывшего центра древнего города аквалангисты обнаружили вторую группу стен, между которыми лежало 10 больших мостовых плит. "Другая наша группа, -- писал Фалькон-Баркер, -- исследовала дно неподалеку от того места, где мы выкопали свою самую первую пробную траншею. Они тоже нашли три стены, которые как будто бы составляли стены одного дома. Одна из них расположилась с востока на запад, зато две другие -- с севера на юг. Чем больше ширился район исследований, тем яснее становилось, что вся эта площадь была когда-то тесно застроена зданиями, которые начинались сразу же за городскими воротами". По всей видимости, это был пригородный поселок.

Рис.22. План затонувшего Эпидавра
(По Т.Фалькон-Баркеру)
1 — следы старой римской дороги; *2* — акведук и водопровод; *3* — старый римский форт; *4* — прежняя береговая линия; *5* — древняя якорная стоянка; *6* — остатки затонувшего древнегреческого корабля; *7* — мозаика; *8* — вход в пещеру; *9* —зернохранилище; *10*—шахта

В результате подводных обмеров затопленных сооружений, которые расчищались с помощью эжектора, а также после исследования архитектурных деталей и предметов домашнего, ремесленного и культурного обихода, были сделаны важные выводы. Изученные ранее на суше развалины некрополя, храма, амфитеатра, древнеримских бань, акведука, виллы, лестницы, мастерских и других инженерных и гражданских сооружений были только небольшой частью города. Основная же территория Эпидавра находилась под водой (рис.22). "Теперь план древнего города, -- писал Фалькон-Баркер, -- начал вырисовываться в основных деталях. Мы более или менее точно знали расположение внешних стен: они простирались метров на 50 от берега, уходя на глубину до 15 м".

Кроме Эпидавра волны Адриатического моря скрывают также этрусский город Эспину -- важный торговый центр, описанный еще Плинием Старшим.

Какова же причина затопления древних городов Средиземноморья? Достоверных письменных или каких-либо других сообщений о трагических событиях того времени почти не осталось, если не считать туманных и противоречивых рассказов о потопах, наводнениях, землетрясениях и других стихийных бедствиях. Для примера можно привести сообщение о каком-то землетрясении, происшедшем в Эпидавре. Об этом говорится в анонимном итальянском историческом очерке "Annales Ragusini anonimi", который был опубликован в 1883 г. Из него мы узнаем, что Эпидавр был частично разрушен в результате землетрясения, происшедшего сразу же после смерти римского императора Юлия Апостаты, т.е. предположительно в 363 г. н.э.

"В этот год, -- пишет неизвестный автор (по-видимому, священник), -- случилось во всем мире землетрясение вскоре по окончании Юлия Апостаты. Море покинуло берега свои, словно господь наш Бог снова наслал на землю потоп, и все повернулось вспять, к хаосу, который и был началом всех начал. И море выбросило на берег корабли и разметало их по скалам. Когда жители Эпидавра увидели это, то устрашились они силы волны и убоялись, что горы воды хлынут на берег и что город будет ими весь разрушен".

Далее рассказывается, что горожане обратились к богу с мольбой о пощаде, и он, сжалившись над ними, остановил землетрясение. После этого море перестало наступать на сушу и оставшаяся часть Эпидавра была спасена. Она-то и дожила до наших дней.

Подводные находки в Средиземноморье не ограничиваются историческим периодом. На шельфе есть следы и очень отдаленных времен. Ведь Средиземное море, колыбель цивилизации, послужило когда-то своеобразным мостом, по которому появившийся полтора миллиона лет назад наш прапрапредок так называемый "восточноафриканский человек", перешел в Азию и Европу. Как известно в ледниковый период уровень Мирового океана был намного ниже современного, и шельф Средиземного моря позволил человечеству свободно расселиться на огромных просторах Северного полушария. Сухопутные дороги пролегали в широком перешейке, протягивавшемся вдоль нынешнего Суэцкого канала и южной оконечности Красного моря. В восточном Средиземноморье в 70-х годах нашего века Н.Флемминг на континентальном шельфе нашел неопровержимые доказательства существования на нем жизни. На глубине около 10 м ниже сегодняшнего уровня моря были найдены палео- и неолитические стоянки древних племен, кочевавших здесь в течение огромного промежутка времени: от 40 до 6 тысячелетий до н.э. Таким образом, весь каменный век и почти до начала бронзового века на Ближнем и Среднем Востоке древний человек пользовался нынешним континентальным шельфом Средиземного моря для передвижения из Африки на север. Менее убедительны, но также интересны доказательства миграции древних людей в среднем и западном Средиземноморье. В районе Гибралтара и у берегов острова Мальты ниже уровня моря лежат пещеры, в которых обнаружены следы человеческих стоянок. И достоверно установлено, что сухопутные "мосты" в ледниковый период протягивались по линии Тунис -- Сицилия -- Италия, а также Марокко -- Испания.

БАЛТИЙСКОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ

Из-за горизонта, затянутого слоистыми облаками, медленно поднималось оваловидное оранжевое солнце. Его косые лучи врезались в покатые горбы пологих холмов, между которыми лежали рваные хлопья тяжелого белесого тумана. Над поверхностью земли не поднималось ни одно дерево, ни один куст. Лишь кое-где поблескивали на солнце гладкие зеркала небольших озер.

Но это и не была земля. На десятки и сотни метров вглубь уходили темные плотные слои холодного мертвого льда. Только кое-где одинокими глыбами вмерзли в него отдельные груды камней и массивы песка и глины. Пройдет еще много тысяч лет, когда здесь заплещутся синие волны моря. А пока это ледяная пустыня -- отросток гигантского ледника, сковавшего север евроазиатского континента.

Таково совсем недавнее в геологическом масштабе времени прошлое Балтийского моря, которое в отличие от многих других морей -- заливов Мирового океана -- вовсе не ему обязано своим появлением. Именно здесь решающую роль сыграли подземные силы земли, они виновны в том, что Балтийское море только за последние какие-нибудь 15 тыс. лет претерпевало ряд самых крупных изменений, вплоть до того, что вообще переставало быть морем.

А появилось оно впервые в конце IV ледникового периода, когда в результате бурного таяния льда Балтийская впадина заполнилась талой водой. Так и образовалось широко разлившееся озеро-море, уровень воды в котором был выше Мирового океана. В районе нынешних датских проливов шумел водопад, это ледовое море переливалось на запад в Атлантику. Свидетель тех далеких времен оставил свое потомство, живущее здесь и поныне, -- небольшую пресноводную рыбку, четырехрогого бычка.

Результатом таяния ледника, который покрывал север Западной Европы, был и подъем в этом регионе земной поверхности -- ведь исчезла огромная тяжесть материкового льда. Особенно ярко этот процесс проявился на территории Скандинавии. В период 8--10 тыс. лет назад, например, район Осло стал подниматься со скоростью 50 мм в год, т.е. за тысячелетия берега Норвегии "выросли" на 50 м. Позже, 6--8 тыс. лет назад, эта скорость уменьшилась более чем в 2 раза и в настоящее время не превышает 1--2 мм в год.

После того как отток пресной воды из Балтики прекратился и уровень воды в ней резко понизился, через датские проливы установилась связь с Северным морем. В балтийскую котловину, смешиваясь с ледовыми, хлынули соленые морские воды. Появилась и морская фауна, в частности арктический моллюск польдиа, который быстро заселил море. По его имени и море тех времен называется Польдиевым.

Потом в результате мощных тектонических движений западный участок моря поднялся, и связь с Мировым океаном опять прервалась. Снова образовалось озеро, получившее название Анциловое по широко заселившему его моллюску анцилусу.

В то время сегодняшнее Северное море (точнее -- его большая южная часть) не существовало даже как озеро, а было сплошной сушей. Об этом говорят и залежи торфа на дне этой части моря, и продолжение русел нынешних ее европей-

ских рек. Всего 7--8 тыс. лет назад, когда в балтийской впадине плескались волны Анцилового озера, Британские острова, Скандинавия и север Западной Европы соединялись сухопутным "мостом". По нему, кстати, прошел и древний человек, заселив территорию сегодняшней Великобритании. Об этом кроме прочего свидетельствуют находки в Англии мезолитических стоянок, таких же как в Дании, Бельгии, Франции. В торфяниках и на дне моря находят остатки костей и бивни мамонтов. Этим особенно славится известный рыболовный край Северного моря -- Доггер-Банка, отмель которого тянется на 250 км, а ширина составляет 30 км. На глубине около 10--20 м ученые находят не только следы ископаемых сухопутных животных, но и орудия труда и охоты первобытного человека.

Соединению с Мировым океаном Балтика обязана опусканием земной поверхности в районе нынешнего Северного моря. Начавшееся 7 тыс.лет назад оседание этой территории идет буквально на глазах человека. Оно отмечалось в античные времена и в средневековье. Старинные предания кельтов говорят о затоплении легендарных островов Ис, Лионесс, Авалон. Хроники I тысячелетия н.э. свидетельствуют, что многие современные отмели были когда-то островами, мысами и перешейками. Понижение северных берегов Западной Европы продолжается и теперь. Например, сегодня территория островов Гельголанда составляет всего 0,6 км^2, а в XI в. его площадь равнялась почти 90 км^2. У берегов этого острова археологи находят в море остатки затонувших сооружений. Трагична судьба обширной земли, бывшей в античные времена большим мысом, а в средневековье двумя островами -- Зюдштранд и Нордштранд, соединявшимися с островом Пальворм. Сначала морем был поглощен южный остров Зюдштранд, а в XIV в. под воду ушла большая часть Нордштранда вместе с портом Рунгольт. В XVII в. в результате нового наступления моря оказалась затопленной другая часть берега Нордштранда, причем при штормовом нагоне погибло 2/3 всего населения острова. К XVIII столетию сложилась морская гидрография Балтики, которая существует и сегодня. На приведенной на рис.23 карте, составленной голландским картографом Абрахамом Мас, дана юго-восточная часть Балтийского моря, где обозначен Санкт-Петербург, основанный в 1703 г. Петром I.

Но это все события значительно более поздних времен. А тогда, 7 тыс.лет назад, тектонические силы резко понизили земную поверхность в районе Датского полуострова и пресное озеро Балтика соединилось с северной частью нынешнего Северного моря. Вместо Анцилового озера образовалось так называемое Литориновое море с более соленой, чем ныне, водой и более высоким ее уровнем. Только около 3 тыс.лет назад водообмен Балтийского моря с Северным уменьшился, оно опреснилось и достигло современного состояния. Таким образом, в то время, когда в центральной Азии и северной Африке уже существовали крупные цивилизации и началась история бурно развивающегося человечества, на севере Европы только поднялись из морской пучины земли Нидерландов, Бельгии и других стран.

Балтийское море сегодня -- полузамкнутый водоем, глубоко охваченный материком. Оно получает обильное питание за счет стока большинства крупных рек Европы,

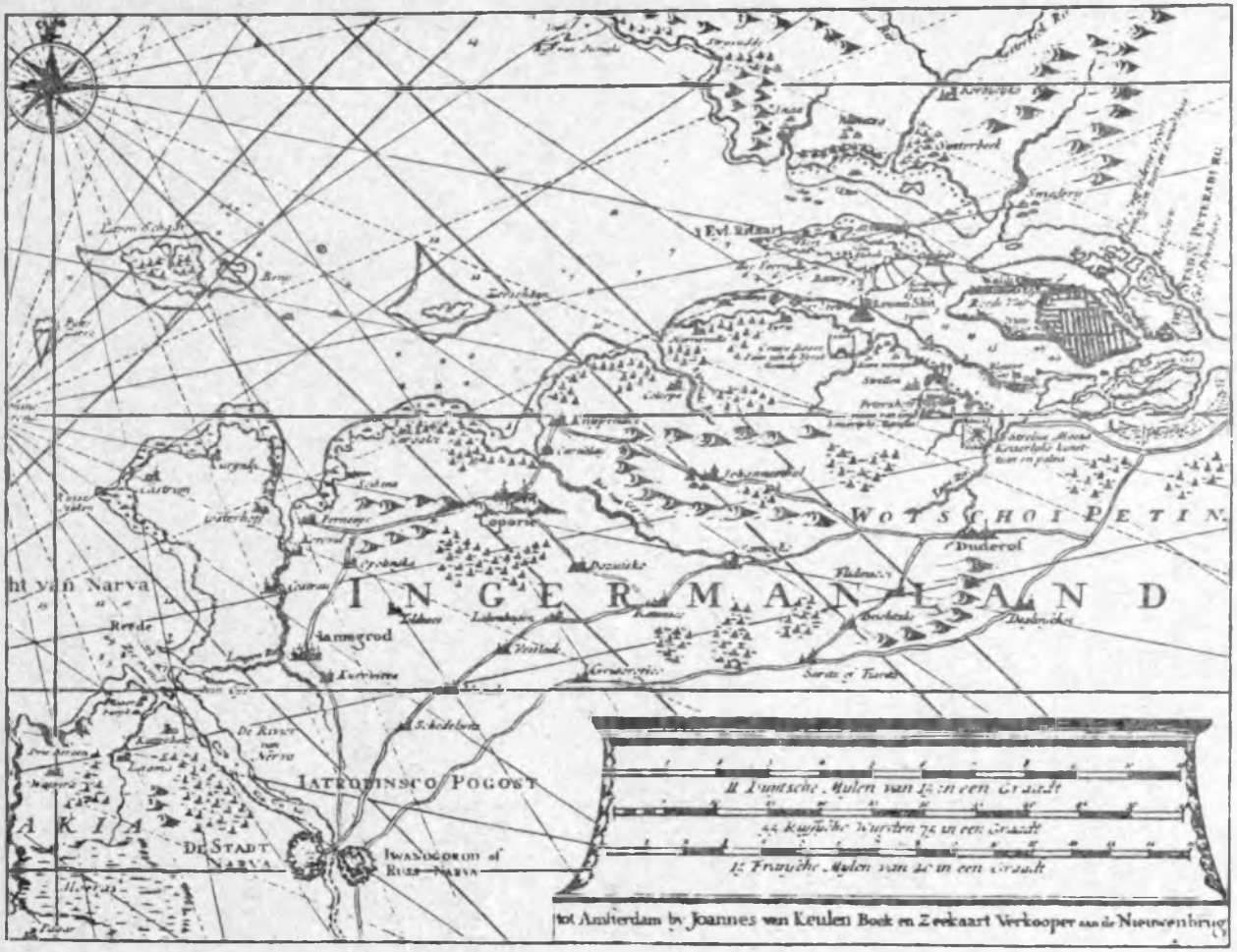


Рис.23. Карта юго-восточной части Балтики

вследствие чего является одним из самых пресноводных морей мира. Лишь в юго-западной части оно по-настоящему соленое, а в Ботническом и Финском заливах почти совсем пресное.

Современные колебания земной коры в районе Балтики вовсе не уступают по величине прошлым, хотя за короткий срок человеческой жизни, они, конечно, мало заметны. В разных частях моря подземные силы действуют по-разному. Северный берег поднимается, южный и юго-западный опускается. Так, каждое десятилетие территория Финляндии увеличивается на десятки квадратных километров, а площадь побережья Дании, ГДР, Польши, наоборот, уменьшается. Суша в районе Копенгагена опускается со скоростью 1 мм в год, а на севере Ботнического залива берег поднимается на 10 мм в год.

Что ждет Балтийское море и страны, расположенные на его берегах, завтра? Не превратится ли оно снова в море-озеро и не уподобятся ли его некоторые прибрежные территории сжимающейся и исчезающей "шагреневой коже" -- плоду фантазии Бальзака?

Ученый из Вильнюса В.Гуделис, например, считает, что при существующей скорости движения дна Балтийского моря через несколько тысячелетий Рижский залив станет озером, а острова Аландского архипелага перешейком свяжут западный берег Финляндии с восточным побережьем Швеции.

Некоторое время назад ученые, занимающиеся изучением состава воды Балтийского моря, забили тревогу: в глубинных слоях моря в пределах нескольких десятков метров исчез кислород. Не является ли это предвестником новой тектонической катастрофы в западной части Балтийского моря? Не перекрываются ли снова датские проливы, через которые в Балтику поступает свежая насыщенная кислородом вода Северного моря? Появилось даже предложение углубить датские проливы, чтобы увеличить поступление водных масс соленой морской воды в Балтийское море. Возникало и другое, противоположное мнение: надо закрыть датские проливы, чтобы поступающий с поверхности кислород насытил глубинные слои воды. Правда, тогда за 40--50 лет Балтийское море вернулось бы к своему прошлому состоянию, стало бы пресноводным замкнутым водоемом-озером. Ни то, ни другое предложение одобрения не получило.

Некоторая часть ученых связывает исчезновение кислорода из глубин Балтийского моря с его загрязнением в результате увеличивающегося с каждым годом поступления сточных вод из европейских рек. Если это так, то перекрытие датских проливов приведет к еще большему загрязнению Балтийского моря и его превращению в мусорную яму. Крупномасштабные проекты коренных вторжений в естественное положение, такие как перекрытие или углубление датских проливов, отвергнуты, так как могут вызвать непредсказуемые нарушения сложившегося природного равновесия. Возможно, что в исчезновении кислорода в глубинных слоях Балтийского моря ничего страшного нет. Ведь известно, что в близком к Балтике по площади Черном море кислород отсутствует в огромной толще воды. Причем такое состояние глубинных слоев поддерживается сотни лет, является естественным и никакого беспокойства не вызывает. Может быть и в Балтийском море это явление не представляет угрозу его флоре и фауне? Для решения этого вопроса в Академии наук Эстонской ССР создана специальная фи-

зико-химико-биологическая модель, которая поможет прогнозировать будущее Балтийского моря.

Мы говорим о вековых колебаниях уровня моря или отметок поверхности берега, которые измеряются какими-то миллиметрами или сантиметрами в год. Куда более ощутимо, прямо на наших глазах, меняются очертания суши под влиянием морских течений, ветров, волн. Эти силы с особым натиском воздействуют на западный берег Самбийского полуострова. Здесь прибрежная полоса в некоторых местах "съедается" штормовой волной на несколько метров в год. Разрушительное действие моря пагубно сказывается на состоянии берега и Куршской косы -- узкой полоски земли, ширина которой в отдельных местах не достигает и 400 м. Волны уносят здесь ежегодно в среднем около полуметра суши. Правда, на оконечности косы идет обратный процесс интенсивного наращивания суши за счет оседания здесь грунта, размытого в других местах.

Главный враг юго-восточных берегов Балтики -- это господствующие здесь ураганные ветры, которые рождают сильные штормовые волны, размывающие берег. Периодически возникают особенно грозные штормы, такие, как например, во время катастрофы в 1967 г., когда волны унесли в море у Куршской косы полосу размером около 15 м песчаного пляжа.

Возникая у западного берега Самбийского полуострова, строго направленные зарожденные ветрами морские течения следуют с юга на север вдоль Куршской косы откладывают возле Лиепаи на пляже до 600 тыс.м^3 песка.

С давних времен жители Балтийского побережья борются за спасение своих прекрасных золотисто-серебряных пляжей с высокими песчаными дюнами, величественных прибрежных лесов с пушистыми раскидистыми соснами. Но только в XX в. эта борьба приобрела поистине природообразующий размах. Осуществляются защитные мероприятия по ослаблению действия морских течений на берега Самбийского полуострова. В Паланге созданы две гряды искусственных авандюн, которые не должны пропускать сыпучие пески в глубь леса. В прибрежной морской зоне строится комплекс защитных гидротехнических сооружений, предохраняющих акватории портов, фарватеры и устья рек от обмеления при отложении заиляющих дно наносов моря.

Работы не прекращаются ни на один год.

АРКТИЧЕСКИЙ МОСТ

Антарктида, Атлантида, Понтида -- географические названия, которыми обычно именуют материки, континенты, существующие в наше время или, может быть, существовавшие в прошлом. Но именно таким образом обозначил проблему поиска гипотетической арктической земли известный полярный исследователь Я.Я.Гаккель. Этот ученый, именем которого назван подводный хребет в Северном Ледовитом океане, оставил в наследство целую папку материалов с надписью "Арктида".

Северный водный бассейн, хотя и разделяет целые материки, но считаться истинным океаном может лишь условно. Его площадь в 13 раз меньше Тихого и в 6--7 раз меньше Атлантического и Индийского океанов. И еще одна удивительная особенность Арктического

океана -- он совсем мелкий. Область больших глубин занимает здесь очень небольшую часть его акватории. Например, участок с глубинами более 1 км по площади меньше, чем, например, Филиппинское море. Зато в Арктике сильно развита шельфовая зона. Так, в районе Сибири протяженность шельфа местами превышает 700 км, а на стороне Канады достигает 1400 км. Наибольший интерес вызывает расположенный в восточной части Северного Ледовитого океана подводный хребет Ломоносова,протягивающийся на 2000 км с востока на запад (рис.24). Почти все исследователи сходятся во мнении, что эта горная гряда, так же как расположенный неподалеку хребет Менделеева, явно континентального происхождения. Об их былом подводном существовании свидетельствуют геоморфологические данные о наличии большого количества неуплотненного крупнообломочного материала (в результате выветривания), о субаэральных формах рельефа, свойственных наземным горам, расчлененность склонов и широкое развитие террас.

Итак, горная страна, возвышавшаяся над поверхностью Арктического океана существовала. Но когда? Одни ученые, большинство их геологи, относят это существование на сотни тысяч и даже миллионы лет назад. Однако другие полагают, что хребет Ломоносова был надводным совсем в недавние времена, измеряемые всего лишь тысячами лет. Так, по результатам изучения гидрологического режима восточной части океана М.М.Ермолаев считает, что суша здесь существовала еще в 1-м тысячелетии до нашей эры. Исследования растительного мира островов Элсмир, Мелвилл, Банк в Северной Америке и азиатских полуостровов Таймыр, Чукотка и других показывают их удивительную схожесть. Многие представители флоры этих противоположных берегов Северного Ледовитого океана могли перейти друг к другу только по суше. Об этом свидетельствует геоботаник А.И.Толмачев, гидробиологи К.Н.Несис и Е.Ф.Гурьянова, которые полагают, что сухопутный "мост" протягивался в приполюсных областях всего 2,5 тыс. лет назад.

И, конечно, птицы. Гонимые выработанным веками инстинктом, они и в наше время летят к летним гнездовьям через всю центральную Арктику. Это отмечает и орнитолог Л.А.Портенко и Э.В.Толль, который изучил трансарктические перелеты черной казарки. А такая редкая по красоте птица, как розовая чайка, каждый год осенью упрямо летит не на юг в теплые края, а на север. Не доказывает ли это, что на пути птиц издавна была твердая (и теплая) земля, хотя бы в виде островов, иначе как они могли преодолевать тысячекилометровые трассы? Не стали бы они зимовать на покрытых ледниками заснеженных островах, таких как остров Беннета или Врангеля.

Находят в Арктике и свидетельства пребывания на самом крайнем Севере древнего человека. На Шпицбергене советские ученые, в частности М.П.Соловьева, нашли стоянку с наскальными рисунками. Чуть позже археологи из ФРГ Хансен и Лирль обнаружили неподалеку второе стойбище, возраст которого 4 тыс.лет. Таким же временем датируется и находка аналогичного поселения человека на другом берегу Северного Ледовитого океана -- Канадских арктических островах. Невольно приходит мысль о связи этих архипелагов друг с другом су-

хопутным перешейком или цепочкой островов, относительно близко расположенных друг к другу.

Об этом же может говорить и сенсационное открытие в 1982--1983 гг. в 140 км от Якутска в районе Диринг-Юряха богатых погребений в каменных ящиках, где найдено большое количество прекрасно обработанных бытовых предметов и орудий охоты. Это поселение тоже датируется примерно 2-м тысячелетием до н.э., т.е. совпадает по времени с шпицбергеновскими и канадскими стоянками.

В какое бы историческое время

Рис.24. Карта рельефа дна Северного Ледовитого океана (По А.И.Рассохо, 1967)

ни существовала Арктида, если на ней жили люди и развивалась цивилизация, она не могла не оставить следа в памяти человечества. И действительно, в легендах многих народов присутствуют рассказы о далекой северной стране.

Наиболее древний литературный источник -- иранский памятник зороастризма -- "Авеста" повествует о "начале мира", где солнце Хвар никогда не заходит, более того: "... у них день -- это то, что является годом". Не о Северном ли полюсе идет речь? Говорится здесь и о горе Высокая Хара, которая

протягивается "по всей земле с запада на восток" (может быть, это нынешний хребет Ломоносова?). В этом царстве, где не было ни холода, ни жары, где росли высокие благоухающие растения, текли чистые реки, счастливо жили боги и герои.

В другом сборнике древних легенд индийском эпосе "Махабхарате" тоже говорится о высокой горе Меру, которая находится на северной окраине мира. "Здесь год -- это сутки, делящиеся пополам на день и ночь. Над горой, висит неподвижно Дхрува (Полярная звезда), вокруг которой ходят звезды Семеро ришм (Большая медведица), Арундхати (Кассиопея) и другие." Откуда, спрашивается, могли знать в Индии об этих созвездиях, которые видны лишь в северных широтах? Кроме того, в легенде упоминаются апсары -- "блистающие водяницы, рожденные радугой" -- северные сияния.

В "Махабхарате" рассказывается:"... в стране, где вкушается блаженство, живут боги и гандхарвы, ассуры, киниары, смелые мужи, удаленные от всякого зла". И снова говорится о мягком климате этой северной земли, отсутствии холодных и жарких ветров, о лесах и полях, богатых плодами, стадами антилоп. Особый интерес представляет сообщение о том, что этот фантастический мир находится не где-нибудь, а на большом Белом острове Шветадвипа, который виден с горы Меру и расположен в северной части Молочного моря. Удивительная ассоциация названий с белоснежными ледовыми островами молочно-белой воды Арктики, хотя временные характеристики здесь явно нарушены.

"Махабхарата", так же как древний индусский "Джарай", может быть доказательством известного мнения, что предки индийских ариев пришли на Индостан с далекого Севера. Это же служит косвенным подтверждением того, что прародиной индоевропейских народов, попавших в Индию только во II тысячелетии до н.э. (как раз перед последним резким похолоданием), могли быть и приполярные области Северного полушария. Не та ли эта самая Арктида?

Пожалуй, никакая другая легенда из мифов Древней Греции не производит такого впечатления истинности описываемых событий, как рассказ о битве богов и титанов. В отличие от почти всех прочих мифов здесь действуют вполне реальные люди в достаточно реальных условиях. Это особенно относится к изложению легенды Плутархом.

Когда-то в незапамятные времена царивший в Элладе "золотой век" был нарушен борьбой за власть в стране между Зевсом и его отцом Кроном, которого поддерживали титаны. После победы Зевса титаны, возглавляемые Кроном, ушли куда-то на север и поселились за Кронийским морем на большом цветущем острове, где "мягкость воздуха была удивительной". В той стране царили мир, культура, искусство. Жрецы занимались естествознанием, литературой и философией. Один из героев Плутарха, побывавший в этой стране, получил "столь большие познания в астрономии, до каких только может дойти человек, изучивший геометрию".

В других мифах древних греков идет речь о далекой северной стране, находившейся "за скифами", которые в свою очередь рассказывали, что на севере "лежит страна, что рождает обильные плоды, а в ее рощах обитает священный счастливый народ". Правда, Геродот пи-

сал, что не скифы, а Гомер в "Эпигонах" и Гесиод сообщили о "счастливом" северном народе гиперборейях. Жили они за Рифейскими горами, во владениях бога северного ветра Борея.

В поэме "Аримаспейя" Аристей (VII в. до н.э.) описал попытку добраться до гипербореев. Следуя этому стихотворному произведению Геродот написал, что "выше исседонов живут одноглазые мужи -- аримаспы. Над ними живут стерегущие золото грифы, а выше этих -- гиперборей, достигающие моря".

Плиний также сообщал о гипербореях, которые жили в лесах и рощах и питались древесными плодами. Он утверждал, что именно в их стране находится "точка вращения мира" и солнце заходит лишь один раз в год.

В стране гипербореев побывали древнегреческие герои Геракл и Персей, убивший медузу Горгону, которая превращала людей в скалы. Из страны гипербореев была и титанида Лето, позже на острове Делос родившая Аполлона и Артемиду. Кстати, Аполлон до своего воцарения в Дельфах, основанных тоже гиперборейцами, долго жил в гиперборейской стране и потом неоднократно туда наведывался.

О достоверности некоторых из этих легенд говорит такой факт. Геродот рассказывает о виденных им на острове Делос могилах двух гиперборейянок, Арги и Отиды, приезжавших сюда с титанидой Лето. В 20-х годах французские археологи действительно обнаружили на Делосе фрагменты гробниц "гиперборейских дев".

Загадочные гипербореи на самом деле могли быть и частью населения Эллады, ушедшего после какой-то войны на север и там обосновавшегося. Греки вообще колонизировали много северных земель. О близости греков и гипербореев говорит древний автор Диодор, который подчеркивает, что гипербореи "имеют свой собственный язык, но к эллинам очень близки, и особенно к афинянам и делосцам, с древних времен поддерживая это расположение".

Удивительное совпадение приведенных сообщений совершенно разных источников из южных стран евроазиатского континента дополняется легендами северных народов. Так, в скандинавских сагах говорится о "стране блаженных", когда-то располагавшейся в Северном Ледовитом океане, финский эпос называет ее Северный дом (Сарайас).

Неужели все это только сказки, вымысел?

Но вот еще одно чудо, которое заставляет серьезно задуматься. Это знаменитая карта Герарда Меркатора, составленная им в XVI в. Сведения, которые легли в основу карты, собирались в течение долгого времени и включали самые древние материалы, уходящие в далекие века и тысячелетия. Так вот на этой карте вокруг "Помоса Архтического" четко изображена земля: большой материк, разделенный четырьмя широкими реками-проливами на четыре части-острова. От Евразии и Америки материк отделяется "Морем Ледовым". У самого северного полюса стоит высокая одиночная гора -- "Черная скала".

Могут быть два предположения. Во-первых, что земля у Северного полюса -- плод фантазии Меркатора. Но почему же тогда так удивительно четко по тому времени изображен север Европы: Скандинавия, Кольский полуостров, даже острова Новой Земли и Шпицберген? Вполне определенно показана Гренландия, Исландия и даже исчезнувшая Фрисландия. Поэтому

сомнительно, что и полярная Гиперборея выдумана просто так, без всяких оснований. Нет, она не домысел --слишком подробно вырисованы ее берега с мысами и заливами.

Второе предположение: картограф принял за землю огромные ледяные поля, описанные мореплавателями. Но ведь тогда нельзя было бы подробно изобразить рельеф местности. А на карте детально нарисован горный хребет, опоясывающий почти весь материк (не те ли это горы, о которых говорят индийские и иранские легенды?). Затем реки -- они не только изображены с разветвленными дельтами и изгибами русел, но дана и характеристика режима их течения. Про одну из них в комментариях говорится, что она "имеет пять рукавов, и вследствие узости и быстроты течения никогда не замерзает". Про другую сообщается что "здесь река разделяется на три рукава и каждый год остается подо льдом три месяца".

Меркатор населяет Арктиду людьми, что, по-видимому, отражает какие-то давние времена, так как в XVI в. вряд ли климат Заполярья резко отличался от нынешнего. На той части материка, которая обращена к Европе, жили низкорослые пигмеи, тесно связанные с жителями Гренландии -- скрелингерами, как они их называли. На другой части обитали некие барги. Кстати, если вернуться к легендам, то ведь Одиссей побывал и в Схерии, стране, берега которой изрезаны "шхерами", где жили фракийцы. Не они ли перекочевали позже во Фракию? Тут есть над чем задуматься...

Итак, перед нами длинный ряд уходящих в века свидетельств существования легендарной Арктиды. Зороастрийская "Авеста" -- I тысячелетие до н.э. позже -- индийская "Махабхарата", древнегреческие авторы Пиндор и Геродот --V--VI вв. до н.э., Плиний -- I в. н.э., Павсаний --II в. н.э., наконец, Меркатор -- XVI в. Что же, на этом обрывается цепь сообщений о загадочной стране?

Ничего подобного. В XVII--XVIII вв. в устье Колымы была увидена Земля Андреева, позже к северу от Шпицбергена открыта Земля Джиллиса, в Чукотском море -- остров Крестьянки, найденный одноименной шхуной. В 1811 г. к северу от Новосибирского архипелага Яков Санников заметил большой остров, а в 1886 г. Э.В.Толль описал его, рассказав о четырех плоских горах с низким предгорьем, которые хорошо были видны в ясную солнечную погоду. Известный советский академик В.А.Обручев написал даже большой научно-фантастический роман под названием "Земля Санникова".

И в наше время многие полярные летчики, в частности, известный штурман В.И.Аккуратов, описали несколько хорошо ими виденных островов в Северном Ледовитом океане, которые, к сожалению, до сих пор пока не найдены. Еще два неизвестных острова, расположенных в 150 км от Северного полюса, были сфотографированы советскими летчиками несколько лет назад. Подойти к этим островам морским путем мешают ледяные торосы и постоянные туманы.

Интересно проследить за тем, как менялись во времени представления о величине таинственных северных земель.

В 1823 г. на острове Семеновском в море Лаптевых высадился исследователь сибирского Севера лейтенант Петр Анжу. Измерив размеры острова, он написал в своем донесении, что его длина состав-

ляет 15 км. Менее чем через столетие, в 1912 г., по свидетельству моряков с корабля "Войган", эта величина стала равной всего 5 км. В 1936 г. уже советские гидрографы отметили длину острова 2 км. А в 1955 г. Семеновский не был найден вообще, от него осталась под водой лишь песчаная отмель.

Точно так же к нашему времени исчез в пучине моря еще один остров -- Васильевский, береговой обрыв которого был сфотографирован в 1915 г. русским исследователем Л.С.Старокадомским. Ничего не осталось в море и от островов Меркурия, Фигурина и Диомида, нанесенных на карту в XVIII в. Постепенно уменьшаются в длине сегодняшние берега островов Новосибирского архипелага, например Большой Ляховский, где скорость наступления моря достигает 20--30 м в год. Следуя оценке океанолога Н.Н.Зубова, сделанной на основе его наблюдений в послевоенные годы, можно без большого преувеличения сказать, что еще через 10--20 лет этого острова не станет, так же как ранее не стало острова Васильевского.

Не то же ли произошло и с другими островами-"призраками", исчезнувшими в прошлые времена,такими как Земля Санникова, Земля Гиллеса, Земля Андреева?

Общность судьбы многих островов сибирского побережья Северного Ледовитого океана невольно наводит на мысль, о том, что они -- остатки существовавшего когда-то большого материка, Арктиды, который не ушел под воду, а просто-напросто растаял, т.е. сам превратился в воду. Такая гипотеза особенно большое развитие получила в 70-х годах; большой вклад в нее сделал С.В.Томирдиаро. Согласно этой гипотизе Арктика -- была огромной ледовой страной, в прошлом соединявшейся с Якутией и Чукоткой. Ее фундаментом служили многометровые толщи ископаемого льда, погребенного под слоем земли.

О существовании в прошлом этой огромной единой страны доказывают, в частности, находки председателя Президиума Дальневосточного научного центра академика Н.А.Шило, который на побережье моря Лаптевых в северной части Приленской Якутии обнаружил мощные залежи подземного льда, очень похожего на льды ближайших островов. Как же образовался этот странный ледовый материк?

В начале Ледникового периода уровень Северного Ледовитого океана сильно снизился. И если в Северной Европе образовался гигантский ледник, вобравший в себя огромное количество влаги, то на северо-востоке евроазиатского континента появились условия для сухого морозного климата. Собственно говоря, здесь влаге появиться было неоткуда, так как открытой поверхности моря тогда не существовало (всюду стоял круглогодичный паковый лед) и испаряться было нечему. В условиях жесткого дефицита водяного пара установилась область почти постоянного высокого давления, т.е. антициклон (как в наше время над Антарктидой). Арктический бассейн превратился в своего рода кондиционер-холодильник, который гнал массы сухого морозного воздуха на юг. Сильные ветры выдували обнажившийся морской шельф и несли с собой пыль и песок, образующие своеобразные почвы, северные лессы, которые метровым слоем покрыли огромную ледовую территорию Арктиды с сегодняшней Якутией и Чукоткой. (Правда, в этой гипотезе образования эоловых лессов есть одна неувязка -- в этих грунтах кое-где об-

наруживаются песчинки золота. Как оно здесь оказалось? Вряд ли золото могло переноситься ветром...)

Климат в Арктиде и южнее ее был крайне суровый, поистине марсианский -- зимой температура понижалась до минус 80--100 °С. И это при почти полном отсутствии снега и ледяном ветре, несшимся с ураганной скоростью. Какая уж тут могла быть жизнь?

Но жизнь была. И довольно бурная. В летние 3--4 месяца с почти безоблачного неба круглые сутки светило яркое солнце, которое нагревало воздух чуть ли не до 30 °С. В протаявшей на 20--50 см плодородной почве бурно и торопливо всходили и расцветали всеми красками травы -- полынь, лебеда, эфедра. В отличие от деревьев и даже кустарников, условия для их роста были идеальные: внизу влага, сверху тепло.

Отсюда и появление травоядных животных: могучих мамонтов, диких лошадей, сайгаков, двурогих шерстистых носорогов, северных оленей, бизонов. Облаченные в толстый слой густой теплой шерсти, они довольно легко переносили суровую зиму. Почти полное отсутствие снежного покрова и мощные копыта помогали им добывать пищу в мерзлой земле и зимой. Но, конечно, особенно бурно жизнь бурлила здесь в основном в теплые времена года. Все лето травоядные животные паслись в приполярных степях, а к зиме они собирались в большие стада и откочевывали на юг.

В мамонтовые степи приходили и люди. Очевидно, их жизнедеятельность здесь в значительной мере тоже была сезонной, кочевой. Они приходили сюда вслед за мамонтами летом и уходили зимой. Так или иначе, но в песчаных и гравийных отложениях крупнейших рек Восточной Сибири -- Лены, Алдана, Индигирки -- обнаружено большое скопление охотничьих орудий людей каменного века. Археологи находят сотни и тысячи ножей, наконечников пик, стрел, обточенных руками человека и песчаными ветрами. Не исключено, что были в южной части Арктиды и постоянные поселения человека. Недаром академик В.А.Обручев в своей "Земле Санникова" поселил здесь, в Северном Ледовитом океане таинственный народ -- "онкилонов". Ведь еще в его времена на морском льду неоднократно встречались следы неизвестных странников, уходивших в сторону океана. Не туда ли, куда в конце прошлого века стремился попасть Эдуард Толль, поверивший рассказу Якова Санникова?

Ледовая Арктида погибла в результате стремительно наступившей неотвратимой экологической катастрофы. О ее причине приходится лишь догадываться. Некоторые ученые предполагают, что 10--12 тыс.лет назад нынешний подводный Северо-Атлантический хребет преграждал путь теплым водам Гольфстрима. Тогда они текли не к берегам Европы, как сейчас, а к Северному полюсу, обогревая существовавшую тогда Арктиду. Потом в пограничной области, разделяющей Атлантический и Северный Ледовитый океан произошла катастрофическая подвижка земной коры, вулканические силы подняли на дне океана Фареро-Исландский или Фареро-Шотландский порог. Он и отклонил теплое течение в сторону Европы. По другим гипотезам -- дело не в глубинных процессах нашей планеты, а в космических катаклизмах. Быстрое повышение температуры, наступившее при окончании ледникового перио-

да, раньше всего сказалось на бурном таянии ледниковых панцирей Европы и Америки. Резко стал повышаться, в итоге чуть ли не на 100 м, уровень Мирового океана. Низинные участки территории Арктиды начали погружаться в воду. Вместо огромной приполярной страны остались одни архипелаги, от которых к нашему времени сохранились лишь отдельные острова, на три четверти состоящие из ископаемого льда и тающие на глазах одного-двух поколений людей.

Такая гипотеза, кстати, и хорошо объясняет, почему земля нынешних ледяных островов буквально набита костями древних животных. Ведь только за один сезон 1808 г. Я.Саннников вывез с Ляховских островов 250 пудов отборных бивней мамонтов. А другой купец, попавший на Большой Ляховский, писал, что ему кажется, будто весь этот остров состоит из мамонтовых костей вмороженных в лед. Так или иначе, но только в течение последних трех столетий с Новосибирских островов вывезены многие тонны промышленной кости. Это говорит о том, что при гибели просторной степи мамонты бежали на возвышенности, превращавшиеся в острова, где прокормиться уже не могли и стали вымирать. Вот почему здесь оказались такие огромные кладбища древних животных.

Рушатся под ударами тяжелых морских волн высокие ледяные обрывы, пронизанные сверху широкими столбами черной мерзлой земли. Осыпается нетолстый слой пробитого трещинами лессовидного суглинка. Так исчезают остатки загадочного ледового материка -- Арктиды.

Изучение Арктиды имеет не только теоретический, но и практический интерес. Вот что говорит об этом Н.А.Шило: "Арктический шельф очень велик и богат полезными ископаемыми. Однако подступиться к ним трудно, гораздо труднее, чем, скажем, на Каспии. Из-за вечно движущихся льдов здесь не применишь плавучую буровую установку, льды разрушат и любое иное сооружение для бурения и добычи из подводных кладовых. Исследования магаданских ученых подсказывают путь к освоению северного шельфа. Это -- намораживание грунтово-ледяных островов, подобных легендарным и реально существовавшим в Арктике ледяным землям. Такие острова, защищенные от лучей солнца слоем почвы, выдержат натиск дрейфующих льдов. В течение ряда лет они могут служить надежными форпостами для разведки шельфов".

Если в существовании Арктиды, как огромного единого материка еще и есть кое-какие сомнения, то былая реальность ее юго-восточной части -- Берингии (рис.25) -- доказанный факт. По результатам промеров морских глубин и данным о послеледниковом подъеме воды могут быть вполне достоверно реконструированы ее границы. Берингийский "мост", соединявший Азию с Северной Америкой по самым скромным оценкам имел ширину 1500 км.

Одно из убедительных доказательств былого соединения берегов – удивительная общность молодой ископаемой фауны: в числе 22 видов животных, живших на Колыме, 21 встречается и на Аляске. Еще одно свидетельство затопления земли -- продолжение русел Юкона и Кускоквама на морском дне. Этнографы отметили также явное сходство культур и обычаев народов, проживающих по обеим сторонам Берингова пролива. И не только нынешних, но и древних: палео-

Рис.25. Контуры древней Берингии
1 — бывшая береговая линия; *2* — направление миграции мамонтов и других животных

литические стоянки с почти одинаковыми по характеру и способу изготовления каменными орудиями труда обнаружены на том и другом берегу Берингова моря. Потомки людей каменного века, азиатские и американские индейские племена, чукчи и коряки, эскимосы и алеуты живут очень похожей жизнью, имеют сходные обряды, одежды, песни и легенды. Некоторые из них относятся к незапамятным временам. Например, у древнейшего чукотского племени кереков существует редко встречающийся загадочный обряд погребения покойников в море. Опуская умершего на морское дно, его родные говорят: "отправляйся к прадедам". В этом вполне может быть отражена передающаяся из поколения в поколение память о затонувшей когда-то земле предков.

О существовании в прошлом сухопутного "моста" через море рассказывает и старинная легенда. Согласно ей, убегая от страшного черта Плунтэканэлана ("Владеющего железным крючком"), люди прибегли к помощи Морской старухи, по длинным ногам которой они перебрались на другой берег. А черт, преследуя женщин с детьми, добежал до моря и стал его пить, чтобы осушить. Но уровень воды ничуть не опустился, а Плунтэканэлан лопнул.

Большой интерес вызывает то, что найденные на Аляске следы материальной культуры очень похожи на такие же находки в центрально-азиатской пустыне Гоби, Прибайкалье, на Дальнем Востоке, в Японии. На многие тысячи километров протягиваются древние пути контактов или миграции древних людей. Из этого следует и подтверждение гипотезы о развитии человечества из одного североафриканского очага, откуда оно расселилось по всему Земному шару. Одним из миграционных "мостов", по которому наши древнейшие предки перешли с евроазиатского континента в Америку, и была Берингия. "Северо-восточная Азия, сама по себе есть переходная область, продолжением которой служит самая северная часть Америки", -- писал этнограф Ф.Ратцель,

объясняя сходство краснокожих индейцев с народами Сибири и Монголии.

Надо отметить, что движение через Берингию народов, впрочем, так же как животных и растений, почти всегда шло в одном направлении: с запада на восток. В новом свете было пустыннее и легче можно было завоевывать экологическую нишу. Редкое исключение, правда, составляют древние предки верблюдов, которые, появившись сначала на Великой Американской равнине, затем проникли в засушливые районы центральной Азии. Кстати, они откочевали и в Южную Америку, где превратились в лам.

Переселяться именно в одном направлении животных и людей заставлял более мягкий и влажный климат Северной Америки, способствовавший лучшему произрастанию растений. Здесь были тучные пастбища и густые леса, где жили бобры, барсуки, ленивцы и дикобразы.

Ученые отмечают по меньшей мере две наиболее крупные волны переселения людей из Азии в Америку. Если последняя из них завершилась совсем недавно, каких-нибудь 10--8 тыс.лет назад, то со времени первой, прошло не менее 60 тыс.лет. Именно тогда, в палеолите и появились не только в Северной, но и в Южной Америке протоиндейцы, положившие позже начало великим цивилизациям майя и ацтеков.

Член-корреспондент АН СССР Н.Н.Диков выделяет еще два периода миграции людей по северному мосту Азия -- Америка. Это, во-первых, 20--14 тыс. лет назад, когда во время так называемого Сартакского оледенения по геоморфологическим данным Берингия имела самые большие размеры. И, во-вторых, это XIV--XIII тысячелетия до н.э. Именно к этому периоду, более доказательному, чем ранние, относятся каменные наконечники стрел Ушковской палеолитической стоянки на Камчатке, которые имеют удивительное сходство с аналогичными находками в северо-западном штате США Вашингтоне.

Появившийся 10--8 тыс. лет назад Берингов пролив еще не был таким широким и глубоким, как сейчас. Более того, он временами сужался и мелел настолько, что его можно было перейти вброд. Временами переселенцы из начавшей заболачиваться сибирской тундростепи перебирались на территорию Аляски в лодках.

Глава 2

ЦИКЛОПИЧЕСКИЕ ПОСТРОЙКИ ПРОШЛОГО

ЖЕЛЕЗНЫЕ ВОРОТА КАВКАЗА

Дорога от Махачкалы до Дербента проходит по узкой береговой полосе, огражденной справа крутыми отрогами Кавказского хребта, слева -- пенистыми волнами Каспийского моря. Пологий пляжный откос сложен таким плотным песком, что на нем даже не отпечатываются следы автомобильных шин. Невольно представляешь себе, как сотни лет назад по этому же пляжу мчались с севера конные орды диких кочевников.

Кто только тут не побывал. Бородатые длинноволосые конники -- скифы на легких быстрых лошадях. Тяжелая кавалерия сарматов, вооруженных длинными пиками и прямыми мечами. Свирепые гунны с дальнобойными луками и плетеными кожаными арканами. Широкоскулые тюркские всадники на низкорослых грудастых конях. Хазары, акациры, барсилы, савиры, булгары, авары, аланы и многие-многие другие.

Все они рвались сюда с лежащего рядом многолюдного шумного перекрестка Азии и Европы, где тысячелетиями пролегали пути кочевых степных народов, где веками рождались и гибли все новые и новые государства и нации. Отсюда на постоянное оседлое жительство ушли к Дунаю венгры, отсюда откочевали в междуречье Амударьи и Сырдарьи узбеки, здесь зародилась будущая Болгария и произошли такие народы, как башкиры, осетины, дагестанцы, калмыки, мордовцы.

И что удивительно: каждому новому народу быстро становилось тесно на этих, казалось бы, необъятных степных просторах. Сбиваясь в огромные полчища и сметая все на своем пути, степняки-конники лавиной катились в благодатные края Закавказья, чтобы опустошать сады и виноградники, грабить богатые южные города, убивать и уводить в плен мирных жителей. "Как хищные волки, -- писал армянский историк того времени, -- потерявшие стыд, бросались на них и беспощадно перерезали их на улицах и площадях города... Как огонь проникает в горящий тростник, так входили они в одни двери и выходили в другие".

Древние восточные легенды рассказывали, что за Кавказским хребтом, на севере жили дикие разбойничьи племена Яджуджи и Маджуджи (арабские имена библейских Гоги и Магоги), "число их было бесконечно, делились они на два племени: малорослые и великаны; рост последних превышал сто локтей. Уши их были длинны, как ковер; так что одним ухом они накрывались, а другое подстилали под себя. Ни слон, ни носорог не могли им противиться. Покойников своих они съедали; области же через которые проходили, опустошали дотла".

Для защиты оседлой закавказской цивилизации от варварского мира скотоводов-степняков и были построены "железные ворота" Кавказа -- Дербент (по-персидски дер --

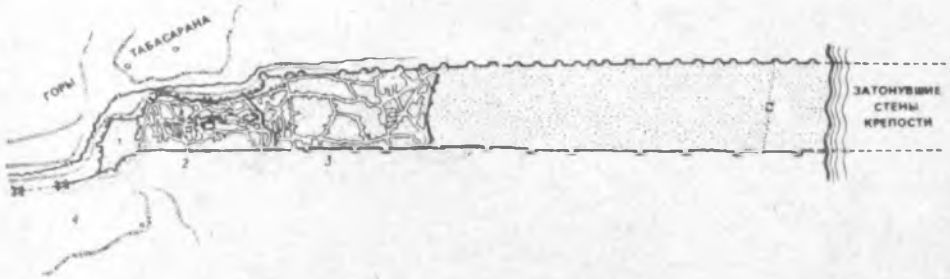


Рис.26. План древнего Дербента
(По А.А.Кудрявцеву)
1 — цитадель Нарын-кале; *2* — территория города в сасанидский период; *3* — то же, в средневековые времена; *4* — территория древнейших поселений

дверь, бенд -- преграда). Трехкилометровый дербентский проход был перекрыт двумя рядами мощных стен, усиленных круглыми и прямоугольными башнями, и стоящей на западе у гор оборонительной крепостью Нарын-кале (рис.26). А далее по горам далеко на запад тянулась еще одна, почти 40-километровая, каменная преграда, соперничавшая по своему значению со знаменитой Великой Китайской стеной, которая тоже была построена для защиты от набегов кочевников.

Когда были построены "железные ворота" Кавказа точно неизвестно. Во всяком случае это произошло еще в доскифские времена. Легенды настойчиво относят первые упоминания о дербентской стене к эпохе Александра Македонского.

В конце III в. до н.э., громя персидскую державу Ахеменидов, непобедимая армия Александра достигла, якобы, западного берега Каспия. В легенде говорится: "...настал день, когда завоеватель Востока со своей конницей подошел к Дербенту и разбил возле него белые шатры, изукрашенные серебром. Войска устали от дальних переходов и полководец решил взять город мирным путем. Он послал к коменданту крепости парламентеров. Пришли они к нему и сказали:

-- Мы послы царя всех царей. Он послал нас сказать, чтобы ты подчинился ему и платил дань. Если ты рассердишь царя, он разрушит Железные ворота и убьет тебя.

Но персидский военачальник, уверенный в неприступности толстых стен Дербента, отказался подчиниться покорителю мира. Рассерженный Александр велел взять город своим лучникам и щитоносцам. Однако атаки пехоты были отбиты. Тогда пришлось нападающим ввести в бой тяжелую конницу и боевых слонов. Войска Александра пробили в стенах проломы, в которые ринулись прославленные александровы "серебряные щиты". Преследуя неприятеля, македонцы и фракийцы ворвались в город и овладели им. Привели к Александру коменданта и сказал ему владыка мира:

-- Разве ты не знал, что все цари на всей земле, все рыбы на всех морях платят дань Александру?

-- Я знал, -- ответил пленник, -- что земля, воды подвластны царю,

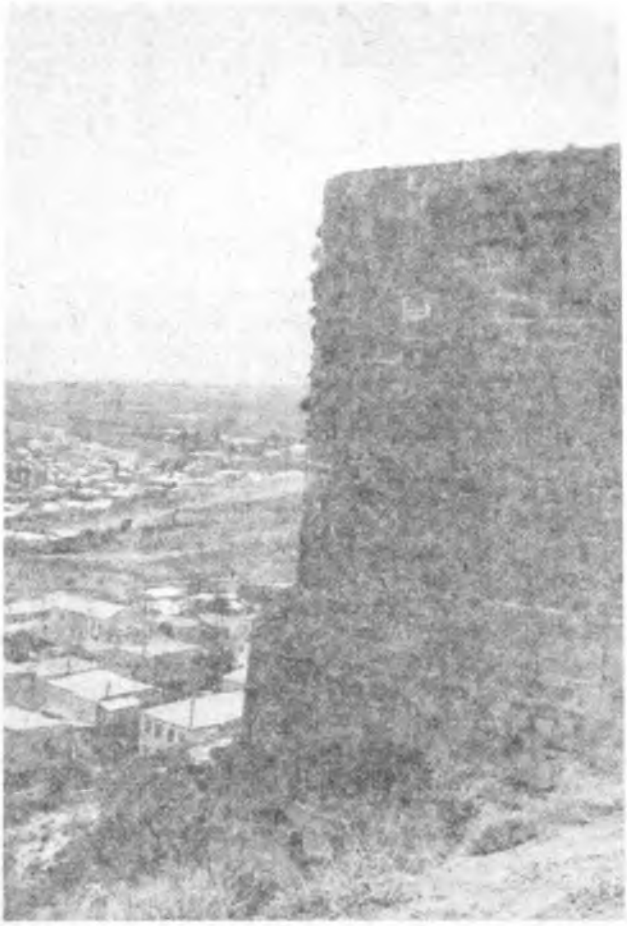


Рис.27. Седые стены древнего Дербента (Фото Г.А.Разумова)

но я не знал, что и небеса должны подчиняться тебе.

Этот ответ так понравился завоевателю, что он простил перса и оставил его своим наместником в Дербенте, а сам повел войска на новые земли".

Другие легенды утверждают, что именно Александр Македонский и построил дербентскую крепость. Согласно одному из таких мифов, созданному арабами, Зулькарнейн (Александр) "пошел на восток солнца, нашел оное восходящее над народом, который не имел против него защиты; пошел дальше и нашел народ, не разумеющий слов, они ему сказали:

-- О, Зулькарнейн! Гоги и Магоги производят в сей земле опустошения; не дать ли нам тебе дани с тем, чтобы ты воздвиг между нами и ними преграду?

-- Что дал мне Бог, того с меня довольно, -- отвечал владыка, -- вы же дайте мне рук, преграду поставлю между вами и ими. Носите ко мне столько кусков железа, чтобы ими заровнять промежуток между скатами этих гор. Раздувайте столько, чтобы это сделалось раска-

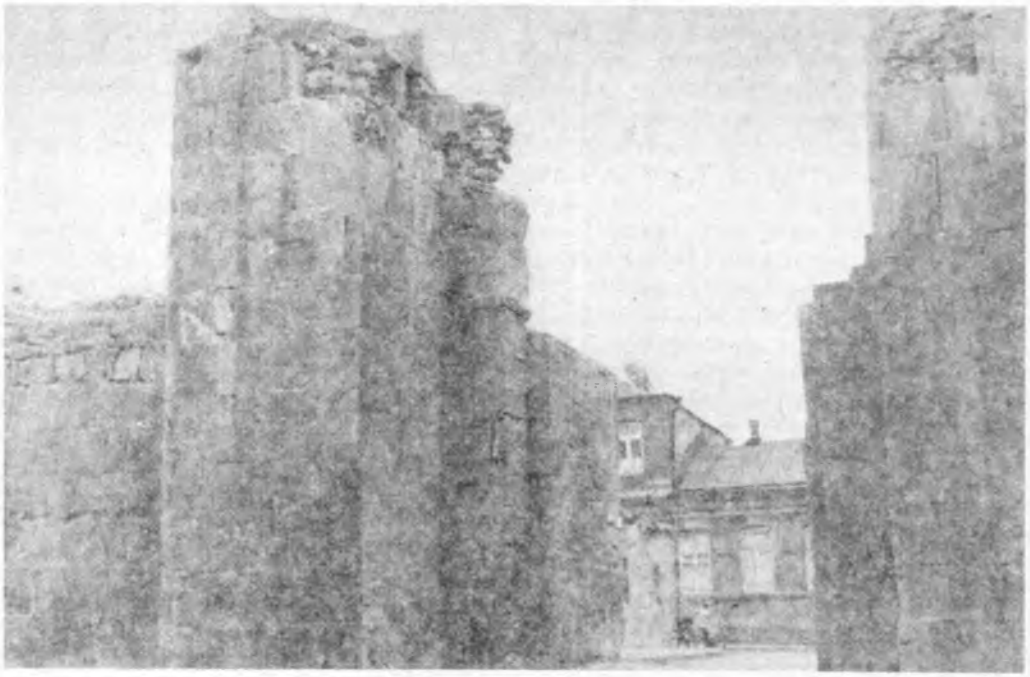


Рис.28. Ворота старого Дербента (Фото Г.А.Разумова)

ленным. Несите ко мне расплавленной меди и лейте на него.

И была воздвигнута преграда между двумя предметами противостоящими, на которую они (Гоги и Магоги) не могли взойти и не могли пробить ее".

Так или иначе, дербентская стена еще в течение многих веков подвергалась нападению (как с севера, так и с юга), добросовестно служила защитникам города, хотя и неоднократно разрушалась, возводилась вновь, перестраивалась, укреплялась. До нас дошли крепостные стены лишь самой поздней постройки, времен могущественной династии персидских царей -- Сасанидов (рис.27, 28).

Средневековая хроника свидетельствует, что "в сороковом году правления Хосрова I Аноширвана, сына Кавада, властелина Эрана, царя царей арийцев и неарийцев, в восемьсот восемдесят третьем году греков, пятьсот семьдесят первом году от рождения Спасителя были построены великие Железные ворота". Две каменные стены толщиной по 4 метра каждая, высотой более 20 метров с 30 сторожевыми башнями и 3 воротами для пропуска торговых караванов надежно огородили процветающую персидскую державу, Эраншарх, от агрессивного хазарского каганата.

Еще одна легенда рассказывает, что Хосров Великий, утомленный бесконечными нападениями хазар на его государство, предложил кагану (царю) Хазарии "дружбу, заключение мира и установление взаимного согласия", для чего "пожелал быть его зятем" и посватался к его дочери.

Каган незамедлительно послал

хазарскую принцессу Хосрову, и тот устроил ей пышный прием, поселил в богатом дворце, а сам, воспользовавшись передышкой в войне, стал незаметно возводить дербентскую стену. "И построил ее, причем та часть ее, которая примыкала к морю, была сделана из скалы и свинца; шириной она была триста локтей, и она была проведена до вершины гор. Окончив постройку стены, Аноширван повесил у входа ее железные ворота".

После этого коварный персидский царь отправил хазарскую принцессу домой, а опозоренный отец пошел войском на своего обидчика, но взять приступом мощную защитную стену не смог.

ДЕРБЕНТСКАЯ СТЕНА

Мы стоим на вершине дербентского прохода, на восточной стене нарынкалинской крепости. Солнце только что вынырнуло из-за горизонта, и умытые морем первые утренние лучи косыми пучками легли на просыпающийся город. Порозовели крыши прямоугольных домов, теснящихся в зеленой оправе садов. Ярко вспыхнул бирюзовый купол старой мечети, подсветились красноватым цветом зубчатые стены реставрированных крепостных башен.

Сколько приезжих, путешественников, поэтов, ученых вот так же не могли оторвать глаз от этой удивительной картины! Один из них, известный русский поэт-декабрист А.А.Бестужев-Марлинский, посетивший Дербент в начале прошлого века писал: "Заря ахнула от изумления, взглянувши на него впервые: это был поток камней и грязи с трещинами вместо улиц, которые сам почтенный строитель не распутал бы среди бела дня. Все дома родились слепыми, все их черепа были расплюснуты под адской пятой, все они пищали от тесноты, ущемленные между высоких, длинных-предлинных стен. Все вместе походило, одним словом, на огромного удава, который под чешуей домов растянулся с горы на солнышке и поднял свою зубчатую голову крепостью Нарын, а хвостом играет в Каспийском море".

Именно эта хвостатая восточная часть дербентской стены вот уже тысячу лет привлекает к себе внимание ученых, историков, географов, океанологов, археологов. Будучи скрытой под поверхностью моря, она будоражит воображение, ставит вопросы и вопросы.

Как оказалось это строение под водой? Сооружено ли оно было сразу на морском дне или злые волны поглотили его в более поздние времена? А если оно повторило судьбу Атлантиды, то когда и почему?

Почти все старые письменные источники свидетельствуют однозначно: часть дербентской стены была всегда подводной. Хосров Великий построил ее специально в воде, она нужна была для лучшей защиты "Ворот Кавказа" от набегов кочевников. Большинство арабских путешественников, посетивших Дербент в X в., пишут, что дербентская стена далеко уходит в море. Правда, единодушного мнения о ее размере они не высказывают. Так, одни из них сообщают, что длина подводной части достигает три мили, другие -- одну милю, а третьи ограничивают ее всего лишь полумилей. Есть даже сообщение Хилаль ас-Саби о длине морской части дербентской стены в "шестьсот локтей", а ал-Истахри -- о "шести башен".

Если арабские ученые относят сооружение подводной стены в Дер-

бенте целиком к сасанидской эпохе, то некоторые местные легенды, отодвигая его на девятьсот лет раньше, снова возвращают нас к временам Александра Македонского.

"Александр по прибытии своем в Армению, жители которой огнепоклонники, отправился в Дербен, -- пишет историк Е.И.Козубский (1906 г.), пересказывая старую легенду. -- Александр посредством вала с металлическими столбами так запрудил море Калпиас (Каспий), что ни одному кораблю нельзя было войти в море, а по сухому пути он заградил проход из Таракунты (Дербент) в Калпиас, ибо не оставалось другого прохода, как через возвышавшуюся до неба гору".

Как будто для того, чтобы ни у кого не осталось никакого сомнения в бесспорности подводного происхождения дербентской стены, авторы X--XI вв., не ограничиваясь указанием ее размеров, описывают и способы ее строительства. Хотя и здесь у них тоже нет единства. Например, ал-Масуди в своей книге Мурудж ад-Дзахаб ("Россыпи золота") рассказывает о применении специальных понтонов в виде надутых воздухом кожаных бурдюков. С помощью этих "плавсредств" тяжелые каменные плиты переправлялись с берега к месту их установки. Там ремни, которыми бурдюки были привязаны к плитам, перерезались, и плиты плавно ложились на морское дно.

По другой версии, которую привел ал-Баладзори в "Книге завоевания стран", строители вначале возили в море на лодках камни и бросали их в море, а потом, когда эта каменная наброска показывалась над поверхностью воды, на ней возводилась стена из "каменных глыб и свинца".

Но почему, кстати, опять свинец? Объяснения приводятся тоже разные. Ал-Мукаддаси сообщает, что свинец использовался в качестве раствора, скреплявшего каменные плиты. Хилаль ас-Саби поправляет его и сообщает, что свинец заливался в отверстия в стеновых блоках, через которые потом пропускали крепежные железные стержни. Не отсюда ли и название дербентских стен -- "железные ворота"? Кстати, известно, что персидские строители, правда в других местах, действительно скрепляли каменные стены железными болтами со свинцовыми вставками (свинец вообще тогда был популярным металлом). Такая конструкция надежно предохраняла здания от разрушения во время частых в тех районах землетрясений.

Вот они, казалось бы, неоспоримые доказательства подводной гипотезы устройства морской части дербентской стены. Вот они свидетельства очевидцев, живших намного ближе нас к тому времени и своими глазами видевшими эту стену гордо возвышающейся над волнами. К нашему времени от нее, увы, не осталось почти ничего. Но может быть, они ошибались?

ОШИБКА АРАБСКИХ УЧЕНЫХ

То была одна из самых счастливых эпох в истории Переднего Востока, Средней Азии, Средиземноморья и Кавказа. В результате обширных арабских завоеваний образовалась огромная мусульманская держава -- Арабский халифат, простиравшийся от границ Индии до берегов Атлантического океана. В отличие от гуннов, татаро-монголов и других покорителей мира, нашествия которых приносили народам

почти всегда только разрушения и отбрасывали цивилизацию назад, арабы явились своего рода поборниками прогресса, торговли, ремесленничества. Будучи довольно терпимыми к разным верованиям, они стали объединителями и переносчиками культуры, науки, искусства, до того развивавшихся изолированно на Востоке и Западе.

В VIII--X вв. резко возросла роль традиционных караванных трасс древнего мира. На Каспий сместились многие важные морские пути международной торговли. Дербент стал главным узловым центром нового Прикаспийского торгового пути, который в те времена был не менее знаменит, чем "Великий шелковый путь".

От года к году рос и богател морской торговый город на Каспии, ни на один день не уменьшался поток заморских товаров, прибывавших с севера, востока и юга. Только с запада, с Кавказских гор ничего не приходило.

В один из таких шумных торговых дней подошла к Дербенту небольшая двухмачтовая фелюга с серыми полотняными парусами. Она остановилась на рейде вблизи берега в ожидании своей очереди подойти к причалу. На палубу вышел высокий старец с длинной седой бородой в долгополом черном плаще с островерхим капюшоном. Он достал из кожаного чехла -- цилиндра большую подзорную трубу, раздвинул ее и направил на берег. Долго не отрывал он глаз от окуляра. В круглой черной оправе одна за другой проплывали перед ним яркие картины бойкого восточного базара.

Огражденный с двух сторон высокими каменными стенами, бурлил торговыми страстями, переливался всеми цветами радуги плотно застроенный нижний город Дербента. Амбары с ячменем и просом, склады оружия, тканей, кожи, лавки купцов с аккуратно развешанными мехами, прилавки с поливной керамической посудой, остроносой высококаблуковой обувью длинными рядами вытянулись вдоль набережной. Здесь торговали собольими и лисьими шкурами из Волжской Булгарии, кожаными седлами и ремнями из Хазарии, дербентскими полотняными тканями -- масхури, цветастыми паласами и расписными чашами из Багдада, фаянсовыми и фарфоровыми тарелками из Китая. Арабы, хазары, персы, аланы, греки, иудеи, одетые в разноцветные плащи, накидки, платья, толпами бродили по узким базарным улочкам и набережной города. А к причалу подходили все новые тяжело груженые фелюги, баркасы, лодки из прикаспийской Албании и волжской Хазарии, из персидского Эрана и среднеазиатского Табаристана.

Но вот стеклянный кружок скользнул вправо и выхватил угол щербатой крепостной стены, потом пополз по ней вниз и уперся в пенистую прибойную волну. Возле уреза воды стена не оканчивалась, а тянулась дальше в море к высокой полукруглой башне с небольшими бойницами. А слева к первой подходила другая такая же каменная морская стена, и между ними был узкий длинный проход. А это еще что?

Подзорная труба дрогнула и замерла от неожиданности: проход для судов перекрывала толстая железная цепь, висевшая на огромных крючьях, глубоко заделанных в каменные блоки крепостных стен.

Прошло несколько минут. С минарета в городе, призывая правоверных к молитве и омовению, закричал тонкоголосый муэдзин. На сторожевой башне громко ухнула медная труба. Железная цепь загрохотала и медленно заскользи-

ла к овальной нише в нижней части башни. И тут же вошла в порт большая многовесельная каторга-галера, в трюме которой сидели прикованные к скамьям и никогда не выходящие на свет черные гребцы.

Наблюдатель с фелюги сложил подзорную трубу и спустился в свою каюту, чтобы описать и оставить потомкам свои впечатления о великом городе-порте на Каспии. "Баб ал-абваб -- приморский город. -- Написал он. -- В середине его находится якорная стоянка для судов. Между этой стоянкой и морем, по обе стороны моря, построены две стены, так что вход для судов узок и труден... И в устье порта протянута цепь, так что не может судно ни войти, ни выйти иначе как с разрешения".

Вот что увидел в 930 г. и описал в своей "Книге путей и царств" известный арабский географ и историк ал-Истахри Абу Исхак ал-Фариса, который в тот базарный день специально прибыл к западному побережью Каспия, чтобы воочию убедиться, сколь велик и богат знаменитый Дербент. Рожденный в персидском Фарсе и уже объехавший к тому времени всю Персию, Среднюю, Южную и Западную Азию, ал-Истахри видел много разных "ворот" (ал-Бабов) великого арабского государства. Но это были главные, "ворота ворот" (Баб ал-абваб). Недаром именно отсюда, из этого далекого пограничного города, его правители нередко отправлялись прямо на халифский престол.

Не только ал-Истахри поразил своим величием и богатством Дербент. Не меньшее впечатление произвел он и на достопочтимого Абуля Фараджа Кадама, посетившего город в 948 г., и на автора самой крупной географической монографии X в. "Золотые луга" (или "Россыпи золота") ал-Масуди. А писатель и ученый того времени ат-Табари в своей "Истории пророков и царей" написал, что "... в Дербент прибывают купцы из Джурджана, Табаристана, Дейлема, и он служит своего рода складом для товаров из Хазарии, Серира, Зарихгена, Амика, Хайзана, Руклана и других мест".

Автор еще одной "Книги путей и царств" ибн-Хаукал, описывая дербентский порт, подтвердил сообщение ал-Истахри, что ворота в гавань были перекрыты цепью, которая запирается на специальный замок, а ключ от него находится у того, кто наблюдает за морем, и "судно входит в порт только с разрешения эмира Дербента".

Итак, почти все путешественники, прибывавшие с моря в этот большой прикаспийский город, в первую очередь обращали внимание на его богатый торговый порт. И поскольку своего природного залива здесь побережье не имело, то естественно было предположить, что выдвинутые в море каменные стены были построены специально, чтобы создать удобную внутреннюю гавань для судов, где они были бы защищены не только от штормовых волн, но и от злых врагов. Вот почему высказывания арабских географов могут быть признаны субъективными.

Что же касается их рассказов о подробностях сооружения крепостных стен прямо в воде, то тут следует учитывать, что этих арабских путешественников отделяет от нас огромное расстояние -- целое тысячелетие. Может быть, именно потому нам они кажутся чуть ли не современниками сасанидской эпохи. На самом же деле, они также далеки от времени Хосрова Ануширвана, как мы от XVI в., когда, на-

пример, в Москве строилась Китай-городская стена. Не можем же мы всерьез считать себя осведомленными о тонкостях технологии ее возведения? Возможно, для Истахри, Масуди, Белами и других рассказы дербентских жителей о строительстве в море защитных стен носили характер такой же легенды, как для русских, к примеру, сказание о "граде Китеже", затонувшем в озере Светлояр при приближении монголо-татарских орд Батыя.

Кстати, истины ради, следует заметить, что легенды о сооружении дербентской заградительной стены в море продолжали появляться и в более поздние времена. Так, занимавшийся многие годы сбором сведений о колебаниях уровня Каспия в прошлом советский ученый Б.А.Аполлов пересказывает историю, якобы происшедшую в 1587 г.

Согласно этой истории, как-то поздно вечером "к большим" воротам Дербента Баб ал-Кабир подошел караван, следовавший с севера в закавказский Азербайджан. Путники опоздали; привратники только что закрыли ворота на ночь, и пройти через город на юг уже было нельзя. Пришлось разбить палаточный лагерь прямо у крепостных стен и заночевать.

Утром ворота открылись, сборщики налогов вышли получить плату, полагающуюся за проход через город. Но каково же было их удивление, когда у ворот они никого не застали. Присмотревшись, они увидели на песке следы каравана, ведущие к морю, и все поняли: верблюды обошли стену по воде. Разгневался тогда грозный властитель Персии шах Аббас I, владевший в те времена Дербентом, и приказал срочно построить в море, "там, где глубины достаточны, чтобы их не могли пройти верблюды, большую башню и соединить ее с берегом стеной". Как видим, в более мирное, чем раньше, время молва объясняла причину перекрытия морской части Дербентского прохода не необходимостью его обороны от нападающих неприятелей, а целью защиты шахской казны от неплательщиков таможенного налога.

Легенды всегда остаются легендами, красивыми сказками, отражающими дух своего времени и выдающими желаемое за действительность.

Первый, кто высказал сомнение в достоверности сообщений о строительстве дербентских стен прямо в море, был известный ленинградский историк и археолог профессор Л.Н.Гумилев. Полемизируя со сторонниками морской гипотезы происхождения дербентских стен, он писал: "Вид стены, омываемой морем, неизбежно вызывал у пытливых арабских географов повышенный интерес к тому, каким образом построена столь мощная стена на такой большой глубине, и они, опросив местных жителей, создали гипотезы, не вполне соответствовавшие действительности, но отражавшие уровень знаний их времени".

Л.Гумилев не ограничился теоретическими умозаключениями. Летом 1961 г. он организовал полевую экспедицию, финансируемую ленинградским Эрмитажем, и со своими сотрудниками провел серию подводных археологических исследований на дербентском рейде.

РЕШАЮЩИЕ НАХОДКИ

В течение девяти ветреных августовских дней в непростых условиях постоянно волнующегося в

Рис.29. Сасанидские плиты-водостоки

этих местах моря ученые сделали поистине решающие открытия, проливающие свет на многие до того неясные вопросы.

С первых же заплывов в зеленоватой морской воде на скалистом дне аквалангисты обнаружили лежащие на боку огромные каменные сасанидские плиты (рис.29). Расстояние до берега было 200 м, глубина -- 3,5 м. В последующие дни перед исследователями открылось и дальнейшее продолжение подводной стены, ее развалы шириной до 70 м то тут, то там лежали на ровной гранитной площадке, чуть прикрытой тонким слоем донного песка. Дальше на восток глубина моря сначала плавно, а потом резко увеличивалась, и на расстоянии около 300 м от берега якорный лот показал 5 м. И вот перед глазами взволнованных исследователей неожиданно предстала та самая легендарная сторожевая башня, которая когда-то стояла у входа в порт и с которой свисала тяжелая железная цепь с замком, запиравшая ворота гавани.

Таким образом, была открыта еще одна загадочная циклопическая постройка прошлого, которая по праву может привлекать всеобщее внимание и будоражить воображение не меньше, чем грандиозные мегалиты Англии, огромные каменные изваяния островов Пасхи или гигантские пирамиды Египта и Мексики. Так же как они, дербентская башня хранит в себе тайну явного несоответствия ее размеров и веса с технологическими возможностями древнего общества.

Действительно, трудно объяснить, как это в VI в. без подъемных кранов и водолазных скафандров можно было на глубине 5 м выполнить кладку хорошо подогнан-

ных друг к другу тяжелых каменных блоков, да еще скрепить их железными стержнями.

Недаром, как мы уже знаем, увидевшие впервые морскую стену Дербента арабские путешественники не могли обойти молчанием этот вопрос. Однако представляется по меньшей мере домыслом рассказ ал-Масуди о применении при строительстве понтонов-бурдюков для укладки плит на морское дно -- ведь в таком случае их нужно было бы под водой на большой глубине выравнивать, устанавливать, скреплять. Можно с уверенностью утверждать, что и сегодня это далеко не простая задача. Скорее следовало бы поверить ал-Баладзори, описавшему традиционный, кстати применяемый и поныне, способ возведения морских волноломов и причалов путем первоначальной отсыпки каменных банкетов. На таких дамбах, возвышающихся над водой, несложно построить насухо самую высокую и толстую стену.

Другое дело, зачем? Для любого волнолома и причала достаточно небольшого превышения над уровнем моря, и вовсе не нужна многометровая стена, на которую даже с наших морских суперлайнеров взбираться неудобно. Тем более с низкорослых средневековых судов.

Так что же, остается все-таки согласиться с той версией, которая утверждает, что дербентские стены перегораживали море для того, чтобы враги не могли войти в город? По этому поводу справедливо высказывается Л.Гумилев: "Для целей обороны было достаточно, если вокруг нее (сторожевой башни -- Г.Р.) была глубина 1--1,2 м. Ведь на башне были стрелки, которые не позволили бы противнику пробраться под самыми стенами башни. Затем тюркский всадник на неподкованном коне был бы сразу же сбит с ног прибоем и имел больше шансов утонуть... Поэтому понятно, почему в 627 г. тюрко-хазарское войско предпочло штурм Дербентских стен обходу Дербента с моря".

А теперь главный аргумент. Если сасанидские строители могли возвести морскую стену путем отсыпки дамбы, то они именно это бы и сделали. Однако подводные исследования со всей определенностью показывают: никаких даже следов бывшего каменного банкета на дне моря нет, древние плиты лежат прямо на скальном основании, значит, никаких подводных работ здесь не велось.

Таким образом, не остается никаких причин верить ни Масуди, ни Балдазори.

И все же, несмотря на очевидность приведенных соображений, все они -- только размышления, слова. А как в любом споре, нужны вещественные доказательства, факты, предметы. И они тоже есть.

Четвертый день полевых работ экспедиции Л.Гумилева в Дербенте был ненастным, ветреным. С утра по морю бежали стада белых барашков, а к полудню разыгрался настоящий шторм. О том, чтобы выйти в море на лодке и вести подводные работы, не могло быть и речи. Поэтому археологи решили провести "сухопутную" часть исследований и направились осматривать наземные строения северной крепостной стены. Они несколько раз прошли мимо нее, обращая внимание на каждую деталь неровной вертикальной поверхности. И вдруг заметили зарытые в грунт большие глиняные амфоры явно древнего происхождения. Правда, многие из них были разбиты, но на их месте остались ямы и черепки. Что это?

Известно, что в грузинских и

азербайджанских деревнях жители и поныне закапывают в своих садах объемистые глиняные бочки для многолетнего хранения вина. Обычно их закладывают в день рождения ребенка или свадьбы. Неужели и здесь, под оборонительными стенами, защитники города держали вино и опохмелялись перед боем? Конечно, нет. Это были сосуды для воды. В жару, под палящим солнцем осажденные войска долго не продержались бы без надежного водоснабжения, которое и обеспечивали зарытые в землю глиняные амфоры. На протяжении многих недель в них вода могла сохраняться свежей и прохладной. Это была интересная и не совсем обычная находка, но только через несколько дней стала понятна ее особая важность.

После того, как море наконец-то успокоилось, аквалангисты из экспедиции Л.Н.Гумилева продолжили свои ныряния. И вот однажды, когда яркое дневное солнце глубоко просветило темноватую от ила воду, была сделана еще одна находка, имевшая решающее значение. В развалах камней на глубине 4 м от поверхности моря был обнаружен заросший ракушками и водорослями черепок амфоры, которого более тысячи лет не касалась рука человека. Сомнений не было: это осколок одного из таких же сосудов, которые были найдены на берегу вкопанными у оборонительных стен.

Итак, найдено еще одно доказательство того, что дно моря в момент постройки дербентской крепости было сушей, иначе, зачем бы строителям закладывать водохранилищные сосуды прямо в море. Казалось бы, все ясно, и все-таки ... А что, если этот черепок не от той амфоры, зарытой у крепостной стены, а от той, которая упала с одной из вошедших в дербентский порт фелюги или каторги? Может быть, какой-нибудь подвыпивший моряк, опорожнив посуду с вином, выбросил ее за борт, наподобие тому, как в наши дни выкидывают использованную бутылку. Такой вариант тоже возможен. Тогда все предыдущие построения теряют смысл. Сомнения, сомнения...

И вот для того, чтобы попытаться их рассеять, приехали мы сюда в Дербент из Махачкалы. Для этого стоим мы на краю цитадели Нарын-кале и, как многие до нас, всматриваемся, пораженные, в необычную панораму старинного города, любуемся своеобразной ни на что не похожей красотой.

Огражденные с двух сторон прерывистыми каменными лентами древних стен, неровными рядами ползут в гору плоскокрышие глинобитные домики-черепашки. Им навстречу сбегают вниз длинные узкие улицы, мощенные булыжником и брусчаткой. Но что это? У моря они наталкиваются на пунктир еще одной полуразрушенной преграды. Поперечная стена?

Мы спускаемся к ней, подходим поближе. Те же массивные каменные плиты, ровно стесанные с наружной стороны, та же плотная забутовка из рваного камня и гальки.

Это еще один аргумент в пользу береговой версии строительства морской части дербентской крепости. Конечно, ни к чему было городить в море сложное и дорогое фортификационное сооружение, если враг, даже и обошедший по мелководью боковую защитную стену, все равно не мог попасть на берег -- на его пути непреодолимой преградой стояла мощная поперечная стена.

Мы прошли дальше по пляжному откосу и наткнулись на окунув-

Рис.30. Средневековые хранилища для воды

шийся в море конец северной оборонительной стены. Здесь уходили в воду развалы толстых сасанидских плит. Тяжелые тугие волны гулко наотмашь били по их шершавым каменным бокам и лениво откатывались назад, оставляя на песке шипящую полоску белой пены.

Некоторые из плит были необычны: длиннее и толще, вдоль их поверхности пролегала глубокая полукруглая выемка. Совсем недавно мы где-то видели точно такие же каменные блоки. Но где?

Это было вчера, когда мы осматривали нарынкалинскую цитадель и проходили вдоль северной защитной стены. День стоял пасмурный, небо затягивали низкие серые облака, в горах сгущались и плотнели сизые грозовые тучи. Неожиданно кто-то обратил внимание на странные выдолбленные посередине удлиненные каменные блоки, которые с разных сторон подходили к круглым отверстиям в земле. Что это? Мы заглянули в одно из них -- там, как в колодце, блеснула вода. Откуда здесь, в скалистой возвышенной местности может быть грунтовая вода? Промерив веревкой с грузом "колодцы", мы вдруг обнаружили, что это те же зарытые в землю глиняные амфоры для воды. Вскоре, когда тучи сползли с гор и из них хлынул короткий, но обильный южный дождь, стало все понятно.

По продольным углублениям длинных плит побежала дождевая вода, сначала тоненькими струйками, а потом большими потоками, которые с разных сторон устремля-

лись к бочкам-амфорам. Вот оно в чем дело: длинные плиты с углублениями -- это каменные лотки для сбора дождевой воды. Стекая к зарытым в землю сосудам вода накапливается в них и долго хранится. Поэтому прав был Л.Н.Гумилев: поднятый со дна моря черепок амфоры -- не случайная находка аквалангистов, а остаток водозаборной системы (рис.30), в которую входили и обнаруженные нами в море каменные лотки и которая уже в VI в. снабжала защитников города пресной водой. Кстати, такой способ водоснабжения широко развит во многих странах мира с засушливым климатом, где мало рек и подземных вод и где поэтому ценится и бережно хранится каждый литр падающей с неба дождевой воды.

Вот так в тот дождливый летний день замкнулась длинная цепь доказательств наземного происхождения подводной части дербентской стены. Она строилась в VI в. не на морском дне, а на берегу и только через 300 лет оказалась затопленной морем.

Заканчивая обсуждение истории возведения дербентских стен, нельзя не упомянуть, что в отличие от арабских географов, другие наблюдатели того времени, по-видимому, слушали и рассказы о наступлении моря на сушу. Так, например, московский купец Федор Котов так писал об этом: "А Дербень город каменный, белый, бывал крепок, только не люден. А стоит концом в горы, а другим концом в море. А длиной в горы более трех верст. И сказывают, что того города море взяло башен с тридцать. А теперь башня в воде велика и крепка".

ДРУГИЕ ДОКАЗАТЕЛЬСТВА

Свидетелей былого низкого уровня Каспия обнаруживают по всему побережью, особенно по самому обжитому западному.

Если с известной достопримечательности Баку, Девичьей башни, смотреть на море, то в бакинской бухте недалеко от берега можно увидеть небольшой плоский, как блюдце, островок с низкими песчаными берегами. На самом деле, -- это не остров, а холм. Именно им он был до тех пор, пока подъем уровня Каспийского моря не привел к его затоплению и не превратил сначала в полуостров, а затем в остров.

На этом небольшом остатке суши, расположенном в Бакинской бухте рядом с мысом Баилов еще в начале XVIII в. были обнаружены развалины какого-то загадочного сооружения. Русский гидрограф того времени Ф.И.Соймонов писал: "В означенном заливе Бакинском, южнее города Баки, в 2 верстах, на глубине 4 сажен -- каменное строение, стена-башня, и хотя оная башня уже и развалилась, однако в некоторых местах и выше воды знаки есть, и по известиям слышно, якобы в древние времена построение было на сухом пути и был то гостиный двор".

Другие исследователи не соглашались с Соймоновым и считали, как, например, А.В.Вознесенский в 20-х годах нашего столетия, что на дне бухты находились бывшие сторожевые городские сооружения. Среди же бакинских старожилов бытовало мнение, что в бакинской бухте под водой покоится бывший караван-сарай.

Уже в советское время (в 1939--1940 гг. и в послевоенные годы) И.Джафар-заде провел археологиче-

ские исследования, которые показали, что здание на дне бакинской бухты -- это средневековый храм огнепоклонников. Кстати, аналогичные культовые сооружения найдены и на самом Апшеронском полуострове. На каменных же плитах, которыми был облицован затонувший храм, были найдены и расшифрованы надписи, гласившие, что строитель Зейн-Ад-динбен-Абу-Рашид из Ширвана возвел здание в 1224--1235 гг.

Было доказано, что древний храм стоял на холме и к нему подходила дорога, проложенная по насыпи. Теперь эта насыпь вместе с холмом затоплена и выглядит как подводный перешеек, идущий от берега к островку. Проведенные Б.А.Аполловым геодезические исследования показали, что уровень моря с 1235 г. до наших дней поднялся здесь почти на 3 м.

В Апшеронском проливе в предвоенные 1939--1940 гг. при строительстве Артемовской дамбы на глубине 1,5 м от уровня моря было найдено скифское кладбище, датируемое I в. до н.э. Из илистого песка со дна моря было извлечено девять каменных гробниц длиной по 2,4 м со скелетами скифских воинов. "Из этого следует, -- пишет известный исследователь Каспия профессор К.К.Гюль, -- что Апшеронский полуостров в I в. до н.э. был естественным путем соединения с островом Артема и в этом случае скифы своих воинов могли хоронить на холме или же вообще на суше. Подтверждением того, что в прошлом Апшеронский полуостров был соединен с островом Артема, служит и существующее среди местных жителей предание, что на острове Артема (до революции называвшегося Святым-Пир-Аллахи, что означает божий храм) был храм огнепоклонников (газовые выходы), на поклонение которому шли жители селений Гюргян, Туркян и Зыря, в прошлом огнепоклонники".

Большой интерес представляют подводные открытия, сделанные в последние годы на участке морского дна, расположенного в 20 км севернее устья реки Куры. Недалеко от поселка Норд-Ост-Култук аквалангисты спортивного клуба "Наяда" в 50 м от берега нашли большое количество остатков фундаментов, стен, керамики, украшений, монет из затонувшего средневекового поселения XI--XIII вв. Бяндован, береговая часть сооружений которого была обнаружена и исследована археологами уже давно.

В результате ежегодных экспедиций начиная с 1970 г. здесь, на расстоянии более 7 км с севера на юг, разведаны три зоны развалов сооружений древнего поселения.

Вот что писал об этом в 1973 г. один из организаторов и участников этих исследований научный сотрудник Музея истории Азербайджана в Баку В.А.Квачидзе: "Лодка подошла к участку подводных поисков. Здесь еще раньше были обнаружены остатки фундамента. Подводные стены шли перпендикулярно к берегу в море. Они были сложены еще древними мастерами... Со дна моря подняты остатки простой и глазурованной посуды, в частности днища чаш с изображением птиц, оленей, рыб, звездообразных орнаментов, квадратные обожженные кирпичи, части каменных жерновов". Кроме того, было найдено много серебряных и бронзовых монет XII--XIII вв., сердоликовые бусы, браслеты. В разрушенных гончарных мастерских встречались керамические предметы с клеймами древних мастеров. Специалистам удалось расшифровать некоторые надписи: "Изгото-

вил чашечник Юсиф", "Жизнь мира -- любовь!", "Пока с тобой труд и наука..." и др.

Аналогичные подводные находки были сделаны в 1973 г. в районе мыса Амбуранского (Кегня -- Бильгях) вблизи северного побережья Апшеронского полуострова. На глубине 10 м были обнаружены остатки, очевидно, порта, который по сообщению средневековых путешественников, существовал здесь с XI по XVI в.

Здесь между мысами под водой имеется ровно уложенная каменная гряда, бывшая, вероятно, древним молом. Возле нее были найдены три больших кованых железных якоря, а также несколько наборных каменных якорей, похожих на античные, которые обычно встречаются в Средиземном море. Со дна были также подняты черепки фаянсовой посуды, расписанной кобальтом, глазурованное блюдо, селадоновая чаша и другие древние предметы домашнего обихода.

Все эти свидетельства показывают, что, по-видимому, в конце XIII -- начале XIV в. произошло быстрое повышение уровня Каспийского моря. В течение нескольких десятилетий целые города и отдельные сооружения оказались захваченными морской трансгрессией. Море поднялось более чем на 10 м.

Об этом, кстати, имеются сообщения и в древних письменных источниках. Например, персидский писатель Наджати в 1304 г. сообщил, что древний порт Абескун, располагавшийся на восточном берегу Каспия вблизи нынешнего Серебрянного бугра (Гюмуш-тепе), погрузился под воду. Азербайджанский ученый и писатель Бакуви в 1400 г. писал, что часть башен и стен древней бакинской крепости затоплена морем. Это подтверждает также рукописная лоция для морской географии, составленная в 1804 г. русским гидрографом Лариным. На ней отмечено, что вода доходит до стен и ворот бакинской крепости.

На более древней италийской карте Марино-Сануто, выпущенной в 1320 г., возле западной границы Каспийского моря сделана надпись "Море каждый год прибывает на одну ладонь, и уже многие хорошие города затоплены".

В Азербайджане ходят устные и рукописные легенды о крепостях, дворцах и храмах, погрузившихся на дно моря. Так, столетиями ходило в народе сказание о подводном городе Юннан-шахаре (в переводе -- греческий город), который якобы "был построен Аристуном" (Аристотелем). Это был, по преданию, крупный античный город с крепостью, храмом и портом.

По инициативе известного азербайджанского деятеля культуры XVIII--XIX вв. А.Бакиханова этот город в свое время искала крупная морская экспедиция. К сожалению, поиски оказались безуспешными, впрочем, как, и все последующие.

С этой же легендой об Юннан-шахаре связано представление древних о том, что Каспийское море было соединено с Черным (Азовским) широким судоходным проливом. Рассказывают, что по этому проливу древнегреческие галеры привозили на Каспий богатые товары с Запада. И только после того, как пролив начал пересыхать, город Юннан-шахар погрузился в морскую пучину.

А произошло это, как будто бы перед самым началом царствования Александра Македонского, овладевшего южным берегом Каспия в IV в. до н.э. Это он снарядил первую в истории экспедицию для исследования Каспийского (Гирканского, как говорили древние греки) моря. Однако осуществлена была

эта экспедиция лишь после смерти Александра Македонского его бывшим военачальником, а позднее царем Селевком I Никатором. Царский флот под командованием полководца Патрокла обошел Каспийское море по кругу и установил существование Волжского залива, который был вытянут к северу почти на целых 100 км.

Во времена Патрокла, кажется, и были впервые обнаружены следы былого соединения Каспийского моря с Азовским через Кума-Манычскую впадину. По свидетельству некоторых письменных источников, существовавший ранее соединительный канал сильно обмелел и Патрокл предложил расчистить пролив и восстановить морское сообщение между Азовским и Каспийским морями.

Версия о соединении морей в античную эпоху, конечно, сомнительна. Но о том, что Каспийское море с Азовским в доисторическое время неоднократно и на длительный период было связано Манычским проливом установлено достаточно точно. Об этом, например, свидетельствует палеографические исследования, проведенные в 20-е годы нашего века С.А.Ковалевским. Найденные в осадочных породах северной части Кума-Манычской впадины остатки древней флоры и фауны отличаются от таких же находок в южной части. Это говорит о том, что на их пути вставала непреодолимая водная преграда. Этой преградой, конечно же, был широкий естественный пролив, соединявший Каспий с Мировым океаном в межледниковые периоды.

Некоторые исследователи считают, что соединение Каспия с Азовским морем происходило за историческое время несколько раз, а последнее отчленение его от Мирового океана произошло как раз незадолго до появления в бассейне Каспия войска Александра Македонского. Об этом в какой-то степени можно судить и по фаунистическим данным (А.И.Халилов со ссылкой на С.А.Ковалевского).

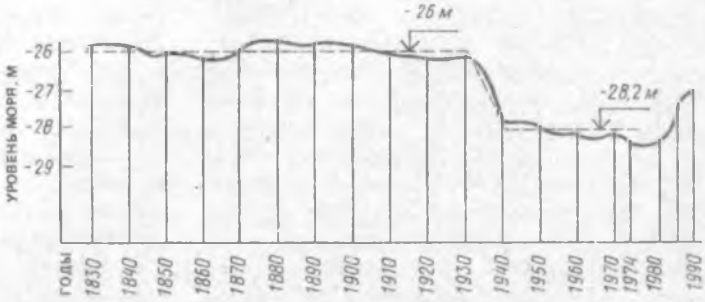
Известный географ, исследователь прикаспийской низменности К.Бэр провел детальные изыскания в Манычской котловине и установил наличие двух Манычей. Правый берег западного Маныча представляет собой крутой обрыв высотой до 20 м, он сложен пресноводными и каспийскими отложениями грунтов, по которым можно судить о периодике соединения Каспия с Мировым океаном. Кстати, ширина долины западного Маныча увеличивается к западу и достигает почти 3 км, а один из его самых длинных притоков, Большой Егорлык, ближе подходит к Кубани (возле города Кропоткина), чем к Дону.

Большая обводненность Манычской котловины всегда производила впечатление на путешественников. Вот как описывал манычские протоки и озера прекрасный наш писатель А.Серафимович, который в начале века проезжал по тем местам: "Среди голой на сотни верст выжженой пустыни, где земля трескалась от зноя, развертывается вдруг не озеро, а целое море, его синий простор сливается с синим небом".

ЧТО ПРОИСХОДИТ С КАСПИЙСКИМ МОРЕМ?

История земной цивилизации составляет всего одну миллионную часть общей истории развития Земли как планеты. Поэтому современное человечество находится в геологическом масштабе времени в положении новорожденного младенца, который не научился еще улавли-

Рис.31. Колебания уровня воды в Каспийском море



вать не только смену времен года, но даже суток. Вот почему многие природные процессы, связанные с климатом и геологией, мы попросту не замечаем вообще, а если и обнаруживаем, то часто не можем объяснить.

Это в полной мере относится и к проблеме изменения уровня воды морей и океанов, в том числе Каспийского моря. Падения и подъемы его уровня, происшедшие "на глазах" человечества -- это лишь мгновение в долгой жизни моря. Отсюда и характер нашего восприятия долговременных колебаний уровня моря. Его особенность заключается в том, что мы еще не можем уловить их закономерности, и они нам кажутся случайными, стихийными, стохастическими, как говорят математики. Еще А.Энштейн как-то в шутку сказал: "Я никак не могу поверить, что господь бог играет с нами в кости". Но именно так вынуждены мы подходить к исследованиям, связанным с климатом и гидрологией океана и суши.

Ступенчатый график хода уровней Каспийского моря представлен на рис.31. Только конечная его часть подтверждена постройками человека, описанными выше затонувшими городами, крепостями и храмами. Основные же сведения получены палеогеоморфологическими исследованиями, т.е. изучением древних морских террас, которые сохранили следы былого стояния уровня моря. Захороненные под слоями земли остатки морской фауны и флоры, размывы древних берегов, отложения морской гальки и другие свидетельства бурной и обыденной деятельности морских волн дают возможность составить более или менее подробную и достоверную картину изменения водности Каспия за сотни и тысячи лет его существования.

На протяжении 100 тыс. лет Каспийское море, повторяя судьбу всех водостоков и водоемов северного полушария, четырежды испытывало сильные "гипертонические кризы", когда в послеледниковые периоды уровень воды в нем резко повышался. Происходила трансгрессия моря, оно наступало на сушу, заливая огромные пространства. Три раза вслед за этим Каспий отступал назад в свою котловину. Кстати, было время, когда его размеры были меньше сегодняшних чуть ли не в 13 раз.

На фоне этих крупных трансгрессий и регрессий моря происходили и более мелкие колебания водности Каспия. За 25 тыс. лет отмечено около 15 фаз высокого и низкого стояния уровня моря со средней продолжительностью каждой фазы около 170 лет (от 40 до 380 лет). Начиная с VIII тысячелетия до н.э. уровень Каспийского моря был на 37,4 м ниже уровня

ирового океана, т.е. очень близок к его сегодняшнему уровню. Однако это средняя цифра. Максимум и минимум равнялись соответственно 23 и 32 м, таким образом, разница в уровнях составляла целых 10 м, что соответствует изменению объема воды в море на 3,5 км^3. Начиная с 1809 г. пошло непрерывное общее уменьшение водности Каспия. Сначала среднее снижение уровня воды в нем составляло 4,1 см в год. Но затем, примерно с 1930 г., уровень Каспия стал снижаться со скоростью 20 см в год. Это катастрофическое снижение в 1941 г. немного замедлилось, но к 1956 г. уровень Каспия был уже на 2,5 м ниже, чем в 1929 г. Например, в районе Баку море отступило более чем на 150 м. Значительно обмелели и протоки Волжской дельты, обнажилось дно моря. В целом акватория моря сократилась на 40 тыс.км^2, т.е. на площадь Аральского моря.

С положением уровня моря связаны самые разные отрасли народного хозяйства: нефтяной и газовой промышленности, рыбного промысла, судоходства, сельского хозяйства и др. Достаточно только сказать, что Каспийское море дает почти 90 % всех мировых уловов осетровых рыб, чтобы стало понятно наше волнение, когда обмеление речных проток и заводей привело к уменьшению площади нерестилищ. А ведь Каспий дает еще и четвертую часть всех уловов рыбы во внутренних водоемах СССР, и вообще в его бассейне вырабатывается почти треть всей валовой продукции страны.

Первое, на что обратили внимание ученые, пытавшиеся объяснить резкое понижение уровня Каспия, это начавшееся в 50-х годах интенсивное изъятие человеком стока пресных вод, которые питают море. Ведь именно в эти годы началось строительство крупных волжских водохранилищ (Куйбышевское, Волгоградское, Саратовское и др.), на заполнение которых пошли многие паводки Волги. Тогда же начался мощный водоотбор на нужды сельского хозяйства (орошение) и промышленности.

Надо сразу сказать, что глубокое воздействие техногенной деятельности человека на глобальные или хотя бы на региональные природные процессы во многих случаях бывает сильно преувеличено. Это относится и к представлениям о влиянии безвозвратного изъятия части стока рек, питающих Каспийское море, на понижение его уровня.

Безвозвратные потери пресного стока по разным оценкам составляют 20--40 км^3, т.е. равны почти 10 % приходной статьи водного баланса Каспийского моря. Причем величина эта не стабильна, а постоянно растет. Так, по данным института Гидропроект изъятие водного стока на хозяйственные нужды с 1950 по 1960 г. выросло более чем в 2,5 раза, а к 1970 г. уровень моря за счет деятельности человека должен был бы упасть не менее чем на 1,5 м. Кстати, именно такой прогноз давал в 1950 и 1956 гг. известный советский исследователь Каспия Б.А.Аполлов.

Однако такого понижения уровня моря не произошло. Каспийское море, правда, продолжало "худеть", но значительно более медленными темпами, чем в 1930--1940 гг., а в 1978--1980 гг. началось даже некоторое повышение уровня, достигшего затем отметки -- 28,5 м. Очевидно, что роль изъятия пресных вод в бассейне Каспийского моря не так уж и велика. Одним из объяснений этого может быть отказ от представления, что речь идет о без-

возвратных потерях водного стока. На самом деле значительная часть отобранных у Каспия пресных вод в виде подземного стока возвращается к нему обратно и, таким образом, не оказывается для него потерянной.

Например, взятая из рек и водохранилищ вода для нужд ирригации, почти на 50--80 % при ее использовании на сельскохозяйственных полях фильтрует в почву и поступает в подземные воды. Ведь не секрет, что бо́льшая часть наших оросительных и других каналов имеет коэффициент полезного действия 0,3--0,5, т.е. до 70 % всей воды просачивается в землю.

Так или иначе, но решающую роль в катастрофическом обмелении Каспия отбор воды из Волги и других рек в 1940--1950 гг. играть явно не мог. Так что же?

Наибольшее распространение имеет климато-метеорологическая гипотеза, связывающая режим морских уровней с колебаниями климата. Она исходит из общего почти никем не оспариваемого положения, что после происшедшего когда-то отрыва Каспийского моря от Мирового океана оно попало полностью во власть региональных и глобальных атмосферных процессов, действующих не только в пределах водосборной площади моря (и конечно, его акватории), но и в других прилегающих к нему крупных районах.

Водный баланс Каспийского моря складывается из следующих составляющих. Во-первых, это поверхностный речной сток, играющий основную роль в поддержании водности моря. Волга, Урал, Кура, Сулак, Терек и другие реки приносят Каспию около 300 км^3 воды в год. Атмосферные осадки дают значительно меньший прирост -- немного больше 60 км^3, так как район этот засушливый, аридный. В то же время огромный расход воды идет на испарение с поверхности моря, хотя его площадь в 10 раз меньше водосборного бассейна (около 3 млн. км^3). Каспийское море буквально "выбрасывает на ветер" около 360 км^3 воды в год. Если бы не было пополнения водных запасов Каспия пресными водами, его уровень только за счет испарения падал бы каждый год на 1 м. Наиболее мощным испарителем, настоящим "котлом", выпаривающим морскую воду, до самого последнего времени служил залив Кара-Богаз-Гол, который ежегодно снимал с поверхности моря слой воды в 3 см толщиной. После перекрытия пролива, соединявшего залив с морем, которое состоялось в 1980 г, Каспий получил водный "добавок" в размере 10 км^3 в год. Однако перекрытие Кара-Богаз-Гола было не очень-то продуманным решением. Его полное отторжение от Каспия привело к тяжелым экологическим последствиям. Вот почему в настоящее время в дамбе перекрытия сооружен шлюз-регулятор, который в какой-то степени восстановил гидравлическую связь залива с морем.

Каспийское море, "брошенное на произвол судьбы" Мировым океаном ведет себя далеко не так, как его "прародитель". В период потепления, когда начали таять ледники, уровень Мирового океана быстро поднимался, Каспий же вел себя несколько иначе. В конце распада ледниковых покровов темп подъема уровня Мирового океана замедляется, в то же время уровень Каспия начинает резко снижаться. А в период оледенения, когда уровень Мирового океана значительно падал, для Каспийского моря наступил "золотой" век. Здесь установился так называемый "плювиальный" режим, т.е. невысокая темпе-

ратура воздуха, повышенная влажность, а следовательно, и небольшое испарение с морской поверхности. К тому же в бассейн Каспийского моря постоянно поставлял около 120 км^3 воды в год огромный Скандинавский ледниковый щит. Поэтому уровень Каспия, в отличие от Мирового океана, интенсивно повышался.

Точно так же в наше время многие ученые поведение Каспийского моря связывают с идущим потеплением климата Земли. В доказательство этого приводится факт сокращения площадей Атлантического и Гренландского ледников, которое приводит к подъему уровня Мирового океана в среднем на 1,2 мм в год. А поскольку Каспийское море должно вести себя противоположным образом, то его водность и уменьшается.

В климатологической гипотезе все кажется строгим и логичным, в нее укладываются почти все факты, известные нам на сегодняшний день. И все же есть и сомнения...

Взглянем еще раз на график колебаний уровня Каспийского моря за последние десятилетия (см. рис.31). Не слишком ли круто он падает в период 1930--1940 гг.? Ведь скорость снижения уровня в эти годы совершенно не соизмерима со скоростью потепления климата в северном полушарии, которое идет медленно и плавно. Невольно напрашивается мысль: нет ли здесь какой-то быстродействующей импульсной силы? В первую очередь это может быть внутренняя сила Земли. Именно с ней связывают резкие колебания уровня Каспийского моря сторонники тектонической гипотезы.

Действительно, морские уровни очень чутко реагируют на изменение емкостных характеристик моря. Даже самые небольшие изменения объема Каспийской морской котловины должны сразу же отражаться на положении поверхности моря. Проведенные в последние годы геолого-географические исследования на территории юго-западной Туркмении и частично в пределах Азербайджана и Грузии показали, что в районе Каспия происходит постоянное опускание земной поверхности. Тектонический прогиб южной части Каспийской впадины может приводить к ее углублению и перетоку в нее воды из других частей моря.

Кстати, вполне возможно, что кажущиеся сейчас сомнительными сообщения о периодическом соединении Каспийского моря с Азовским в историческое время через Манычский пролив могли действительно иметь место. Вертикальные колебания поверхности Земли в районе Кума-Манычского перешейка могли приводить к периодическому обводнению или обмелению пролива.

Итак, три гипотезы, три мнения. Какое из них самое правильное? Очевидно, ортодоксальная приверженность к одному из них была бы ошибкой. По-видимому, в районе Каспийского бассейна действуют все три фактора, ведущие к колебаниям уровня моря. Климатические изменения имеют долговременный длительный характер. На них, как на общий фон, накладываются периодические тектонические изменения -- прогибы морского дна и, может быть, в какой-то мере искусственный отбор пресной воды из рек, питающих Каспийское море.

Если мы с трудом объясняем прошлое, то тем более не в состоянии достоверно предсказать будущее. Долгосрочные прогнозы режима уровней воды в Каспийском море также сомнительны, как пред-

сказания климата и сейсмической активности Земли на отдаленные периоды времени.

Ведь для ответа на вопрос, как изменяется уровень Каспия, нужно знать очень многое. Например, по мнению С.В.Варущенко (МГУ), для такого прогноза следует ясно представлять, в каком направлении будет развиваться климатическая обстановка не только в пределах Каспийского бассейна, но и во всей Европе, северной Африке и части Атлантического океана. Так, необходимо предсказать как поведут себя зарождающиеся над Атлантикой циклоны, насколько они активны и влагонасыщены, куда они направятся и где остановятся. Пока мы предвидеть этого не можем.

Еще с прошлого века предлагались разные проекты спасения Каспийского моря от обмеления. Все их можно разделить на две группы. Одна из них относится к расходной статье водного баланса моря и к проблеме снижения величины испарения с морской поверхности. Другая, наоборот, основывается на приходной части баланса и необходимости повышения величины водного стока в море.

Одним из наиболее известных проектов первой группы является предложение Б.А.Аполлова отрезать земляной дамбой северную часть Каспийского моря и создать в ней пресноводное водохранилище. Вода из Северо-Каспийского водохранилища таким образом не будет уходить в глубоководную южную часть, площадь которой за счет испарения и уменьшения притока постепенно будет сокращаться, обнажая нефтеносные районы морского дна. Этот план не учитывал возможного серьезного нарушения экологического равновесия района. В частности, нарушение нынешней степени солености моря может привести к изменению флоры и фауны моря, исчезновению ценных пород полупроходных рыб.

В 1879 г. русский инженер М.Данилов предложил искусственным путем восстановить связь Каспийского моря с Мировым океаном по Манычскому проливу. В нашем столетии эти планы нашли конкретное выражение в проекте строительства Манычского морского канала. При этом рассматривались два варианта трассы: от Черного моря (с началом вблизи Новороссийска) и от Азовского (от устья Дона). Вода должна самотеком поступать в Каспийское море и поддерживать его уровень на заданной отметке.

Главное сомнение в этом проекте вызывает нарушение экологического равновесия района. Подача сильно минерализованной морской воды из Черного моря (по 1-му варианту трассы канала) серьезно изменила бы гидрохимический режим северного Каспия. Подача же более пресных вод из Азовского моря (по 2-му варианту) не целесообразна в связи с опасностью его засоления.

В последние 10 лет шла борьба вокруг проекта переброски части стока северных рек в бассейн Каспийского моря. Согласно ему, должна была быть подана вода в Волгу и Каспий из рек Сухоны и Печоры. Здесь предусматривалось строительство крупных водозаборных гидроузлов, которые позволили бы отобрать и направить на юг сначала 20, а потом 40 и даже 60 км^3 воды. Такая помощь Каспию должна была стать весьма ощутимой. Но, главное, многочисленные водопотребители, снабжающиеся ныне из Волги и имеющие крайне напряженный режим водоподачи, также должны были получить дополнительное питание.

Однако в наше время к любым

планам "исправления" ошибок природы приходится относиться очень осторожно. Как и всякое другое воздействие человека на окружающую среду, переброска речного стока из одного бассейна в другой может иметь самые серьезные последствия.

Одни из них видны сразу же, и поэтому их не так уж сложно учесть и предотвратить. Другие можно предсказать заранее, но как и насколько они себя проявят в будущем, оценить довольно трудно. А вот третьи, самые неприятные, это те, которые сейчас и предвидеть-то нельзя. Они незаметны, скрытны и могут проявиться так неожиданно, что их устранение будет невозможно.

Первое, самое очевидное отрицательное последствие переброски на юг речного стока, которое сразу же приходит на ум: не то же ли это самое, что делал незадачливый портной из басни И.А.Крылова Тришка, который отрезал полы от костюма, чтобы удлинить рукава? Не пытаемся ли мы латать "Тришкин кафтан". Обводняя засушливый Юг за чужой счет, не обедняем ли мы Север? Не придет ли водный голод и в северные районы?

И следующий за этим же вопрос, связанный с опасностью обмеления малых рек Севера, с переосушением тундры, с исчезновением болотных форм растительности. При отборе воды из рек и озер произойдет понижение в них уровня, что приведет и к снижению уровня подземных вод, которые в свою очередь питают многочисленные речки, ручьи, бочажки, болота. Поэтому может начаться общее обезвоживание почв, разрушение торфяников. Исчезнут пастбища для оленей, погибнет поголовье ценных и редких видов рыб и птиц.

Обычно сторонники региональных и глобальных проектов переустройства водного хозяйства страны отвечают на эти вопросы следующим образом. Осуществление отдельных проектов переброски речного стока в итоге должно привести к созданию чего-то вроде "Единой Водной системы" сначала европейской части СССР, потом и всего Союза. Тогда по многочисленным каналам и рекам, связывающим практически все речные бассейны, можно будет в любой момент перебрасывать запасы воды из одного района страны в другой, с севера на юг, с востока на запад, и наоборот. Поэтому, если окажется, что где-то на севере обнаружилась нехватка воды, можно будет отдать ее обратно. И таким образом равновесие восстановится.

Но вода -- не электричество, и ее перегонка туда-сюда по рекам и антирекам, текущим вспять, неизбежно опять-таки скажется на тысячелетиями сложившихся природных условиях речных и озерных русел и берегов, на донной и прибрежной растительности, на рыбных запасах и на многом другом.

К трудно оцениваемым количественно последствиям переброски стока северных рек на юг относится изменение экологии Северного Ледовитого океана. Ведь уменьшение притока речных вод -- это одновременно и снижение теплового потока в океан. Не приведет ли это к нарушению существующего баланса тепла, изменению теплового режима прибрежной части океана, а в итоге -- к приходу нового, искусственно созданного пятого ледникового периода? Точного ответа на этот вопрос пока нет.

Теперь несколько слов о последствиях подобных перебросок, которые не поддаются даже прогнозу. О них, увы, даже сказать ничего нельзя. Можно только, пожалуй,

привести один пример, который у всех нас перед глазами.

В послевоенные годы в СССР нужно было срочно поднять экономику, восстановить промышленность, наладить сельское хозяйство. В основу этого подъема было поставлено (верно ли?) развитие гидроэнергетики. В небывало короткие сроки поднялись гидроэнергетические гиганты с крупными водохранилищами на Волге, Днепре, Дону и других реках. Раскинувшиеся на плоскостях Восточно-Европейской равнины рукотворные моря затопили большие территории. Это последствие строительства ГЭС было очевидным.

Но в те времена специалисты не учли, что пройдет 10, 15 и 20 лет, а площадь водохранилищ станет расти и расти. Волны будут размывать береговые откосы, обрушивать землю в воду, береговая линия поползет все дальше и дальше, пожирая десятки тысяч гектаров полезной территории. И этот процесс никак не останавливается.

То же самое происходит и с уровнем подземных вод, который поднимается одновременно с уровнем воды в водохранилище. После образования водохранилищ на берегах равнинных рек началось настоящее подземное наводнение, не прекращающееся и по сегодняшний день. Интенсивно идет заболачивание низинных земель, подтопляются многие города, поселки и промышленные предприятия. Приходится принимать серьезные меры по защите ряда крупных городов от подтопления.

Таких примеров, когда расчеты инженеров трудно предсказуемы, много. Вот по всем этим причинам и под давлением общественного мнения работы по проекту переброски северных рек в 1986 г. были прекращены.

Но самое удивительное то, что проблему обмеления Каспия стал решать он сам, без вмешательства человека. Дело в том, что во второй половине 70-х годов падение уровня моря пошло значительно более медленными темпами, чем в 30--40-х годах, потом приостановилось, и с 1978 г. вдруг началось даже повышение уровня, которое продолжается и по сей день. К 1985 г. уровень воды в Каспийском море поднялся на 80 см и затопил прибрежную полосу пляжа на 50 м. В последующие годы этот подъем не прекратился. В чем дело? Что это, новая трансгрессия моря или одно из тех небольших случайных поднятий, которые неоднократно происходили за последние десятилетия? Только время может дать точный ответ на этот вопрос.

ТАЙНЫ ДРЕВНИХ ОЗЕР

Все внутренние водоемы планеты, так же как Каспийское море, постоянно находятся во власти климата и тектоники. Это по их воле изменяется уровень воды почти во всех крупных озерах Земли. Не избежал их влияния и такой знаменитый замкнутый водоем нашей страны, как озеро Иссык-Куль. Находясь на высоте 1600 м, оно по площади своей акватории занимает всего девятнадцатое место в мире, но зато содержит воды в 2 раза больше, чем Арал, четвертый на Земле водоем по размерам водной поверхности. Прич на такого несоответствия -- огромная глубина Иссык-Куля, которая достигает 700 м, т.е. уступает лишь Байкалу и Каспию, а за рубежом -- озерам Верхнему и Виктории в Северной Америке.

Иссык-Куль -- самое "континен-

тальное" озеро. От ближайшего Индийского океана оно удалено по прямой на 3 тыс.км. Вокруг него стоят мощные горные хребты высотой по 5 тыс.м и простираются огромные пустыни: Кызылкум, Каракум, Голодная степь, Такла-Макан. Иссык-Куль целиком зависит от гигантских ледников, лежащих на горах, окружающих озеро. Но, увы, площадь этих ледников постоянно уменьшается, они тают, отступают по 5--7 м в год. Одновременно с этим мелеют и реки, питающиеся ледниками. Кроме того, "помогает" этому и человек, который все больше забирает воды из рек на орошение сельскохозяйственных полей. Вот почему "худеет" Иссык-Куль. По свидетельству местных жителей за последние 15--20 лет в некоторых местах берег отступил на 100--200 м, и уровень воды в озере менее чем за столетие упал на 8 м. Плохо дело и с водообменом в Иссык-Куле. Он ведь не имеет своей Ангары, которая вытекает из Байкала и обеспечивает хоть медленное, но почти полное обновление воды в озере. В Иссык-Куль втекает более сотни разных рек и речек, но не вытекает ни одного даже маленького ручейка. О падении уровня Иссык-Куля говорят и следы старой береговой линии, которая за 150 лет понизилась на 10--12 м.

Но если уровень воды в Иссык-куле непрерывно падает, то почему на его дне находят многочисленные остатки жилых построек, погребения человека, предметы быта и орудия труда? Как попали в озеро фрагменты каменной кладки, водосточные трубы, кости домашних животных? Еще в прошлом веке русские ученые, сначала Г.А.Колпаковский (1870 г.), а затем В.В.Бартольд (1894 г.) обратили внимание на лежащие на дне развалины средневековых стен в районе Кой-су. Их же изучал сотрудник Института истории АН Киргизской ССР П.П.Иванов, который рассказывал: "18 августа 1927 г. я приехал в село Курское, расположенное на берегу озера между речками Большой и Средний Кой-су, чтобы обследовать дно озера, а также выяснить по мере возможности вопрос о местонахождении находившегося здесь во времена Тамерлана и в последующем столетии острова, который затем считался исчезнувшим. Еще до поездки мне пришлось услышать в городе Пржевальске рассказы местных жителей об имеющихся здесь подводных развалинах...".

Здесь около села Курского было поднято со дна звено водопроводной трубы из красной обожженой глины. На расстоянии 200 м от берега под водой на глубине 3--3,5 м исследователи обнаружили каменное купольное сооружение. Рядом возвышалось и несколько более низких затопленных каменных конусов непонятного назначения.

На отмели-острове, появившейся из-под воды в течение нескольких последних лет, найдено большое скопление черепков глиняной посуды, булыги, обнаружены жернова мельницы, кости коров и овец, монеты, занесенные песком следы очагов и размытые водой остатки каменной кладки.

"Я выехал на поиски интересовавшего меня места к востоку от села, -- продолжал писать П.П.Иванов, -- Дно круто обрывалось у самого берега. Отъехав метров 200, я заметил, что глубина становилась все меньше, дно обрисовывалось отчетливее. Еще метров через 80--100 можно было свободно рассматривать поверхность дна. На глубине 4--6 м изредка попадались куски кирпича, а также целые кирпичи

преимущественно квадратной формы. По моей просьбе один из рыбаков нырнул на дно и достал квадратный кирпич размером 26×26 см при толщине 5 см".

Особый интерес представляли подводные развалины, лежавшие на глубине 4--5 м от поверхности воды в 200 м от берега. Они располагались с восточной стороны большой отмели шириной до 600 м, которая отходит от берега почти на 2 км. Северная часть этой подводной возвышенности имеет крутой обрыв, на юге -- пологий склон. Обращает на себя внимание, расположенная на отмели затопленная стена, сложенная из крупных камней размерами 30×20 и 60×30 см. Длина этой каменной кладки, которая протягивалась с юго-востока на северо-запад, составила 4 м, высота -- 1,2 м. Наиболее отчетливо была видна северо-восточная оконечность стены, основная же ее часть оказалась занесенной песком и галькой. По верху каменной стены лежало 18 бревен-жердей круглого сечения диаметром 7--15 см. Положенные с шагом 10--15 см они образовывали четырехугольный деревянный настил длиной 5,2 м, шириной 3,3 м. Сверху настил покрывал коряжник, камни и песок с галькой.

К югу от первого настила находился второй такой же однорядный настил, но немного меньшего размера: его длина 4,1 м, ширина 2,3 м и состоял он из 14 жердей. Неподалеку к востоку был обнаружен и третий такой же четырехугольный настил, покрытый тоже камнями, корягами и землей. По-видимому, камни и земля были насыпаны на настилы еще до затопления постройки, поэтому деревянные жерди и не всплыли на поверхность озера, а коряжник появился уже позже и скрепил всю кладку.

На западе от этих трех площадок под слоем ила был обнаружен другой настил из досок, лежащий прямо на дне, а с юго-западной стороны в 20 м от деревянных настилов на ровной поверхности дна озера виднелись остатки трех каменных стен длиной 10, 9 и 7 м. Они лежали на одном уровне с бревенчатыми площадками; кое-где кирпичи были выбиты и через дыры виднелось дно. У двух стен стояло по одному врытому в землю столбу. Местами кладка была затянута илом.

В 70 м от этих развалин под водой стояли остатки еще одной каменной постройки, сложенной из больших квадратных кирпичей размером 25×25×5 см. Она состояла из двух полуразрушенных стен, одна длиной 7,4, другая 3,3 м. Обе они поднимались над дном на 0,3--0,5 м и имели ширину 0,5 м. На более длинной стене сверху лежал слой ракушечника, а на восточной ее стороне было найдено четыре звена водопроводных или водосточных труб. Три из них соединены друг с другом раструбами с внутренними пазами. Длина каждого звена 36 см, диаметр 12 см (раструба 15 см). Еще на 10 м к югу были обнаружены три каменные плиты-балки длиной 3,2 м и толщиной 8--11 см. Кроме того, на довольно большой площади вокруг всех этих подводных развалин нашли много крупных и небольших скоплений камня, груды кирпичей, плит, булыжников.

О некоторых этих подводных развалинах у северного побережья Иссык-Куля в 1869 г. писал Г.А.Колпаковский: "... в одной сажени от берега, на глубине около одного аршина видны следы построек из обожженного кирпича. Трудно понять, какое назначение имели эти постройки, потому что стены, сложенные из кирпича, не

замыкают какого-нибудь пространства, а идут параллельно одна другой на одинаковом, около одного аршина, расстоянии. Теперь видны три стены, идущие почти перпендикулярно к берегу на такое расстояние, что глубина озера не позволяет проследить за ними". Так, что же это за таинственные сооружения, какому времени они принадлежат, как и когда они очутились на дне озера? Разные по этому поводу строились гипотезы. Например, известный российский востоковед академик В.В.Бартольд в 1894 г. высказал предположение, что затопленные озером руины -- это остатки крепости, которая давно уже была известна по некоторым письменным источникам. Так, арабские авторы Ибн-Арабшах в XV в. и Мухаммед-Хайдар в XVI в. писали о существовании в северной части акватории озера Иссык-Куль какого-то большого острова с многочисленными укреплениями и жилыми домами. Эти сооружения использовал в XIV в. завоеватель Востока Тимур, который по одним сведениям держал на острове в заключении своих пленников, по другим -- сам отдыхал здесь после бурных кровавых походов. А еще есть версия, что крепость на острове в том же XV в. была построена эмиром Хакк берды-Бекичек. Так или иначе, но многие десятилетия позже крепость принадлежала династии Тимуридов. Есть также сведения, что строения на Иссык-Куле просуществовали до первой половины XVIII в., т.е. до непродолжительного здесь китайского владычества, сменившего распавшуюся калмыцкую империю.

Однако многое говорит о значительно более раннем присутствии цивилизации на затопленных ныне берегах Иссык-Куля. Об этом сообщал, например, буддийский монах-паломник Сюань Узань, посетивший озеро в VII в.

Найденные в развалах звенья водопроводных труб в находившейся рядом с Иссык-Кулем Чуйской долине известны с XI--XII вв. На Кайсаре была найдена монета Арсланхана Мухаммеда, тоже относящаяся к XI в. Ко второй половине VIII в. относит советский ученый А.Н.Бернштам находку в озере хорошо тесаного камня с фрагментами какой-то надписи.

В 50-е годы нашего столетия водолазами было обследовано дно озера вдоль берега. В 1 км от места подводных находок у села Курское на расстоянии 150--200 м от берега на глубине около 5 м были найдены осколки станковой посуды X--XII вв., четыре обожженных кирпича размером 25×25×4 см и кости человека и домашних животных. Кроме простого водолазного обследования на дне озера были заложены шурфы длиной 1--2 м и шириной 0,5 м. После вскрытия почти метрового слоя ила в 200 м от берега и на глубине 3 м от поверхности воды археологи нашли глиняный кувшин с петлеобразной ручкой и каменную зернотерку. Помимо этого было поднято со дна большое количество осколков керамики, аналогичной той, что найдена при раскопках на берегу. Все эти находки относятся к почти полутысячелетнему периоду X--XV вв.

Итак, в средневековье уровень Иссык-Куля, оказывается, был намного ниже нынешнего. И только около XVIII столетия начался подъем воды в озере. При этом, возможно, что затопление берегов, островов и полуостровов произошло вовсе не постепенно, а катастрофически быстро -- может быть в результате тектонических подвижек поверхности Земли.

Землетрясением объясняют и то,

как оказались на дне старинные постройки вблизи юго-восточной части побережья другого уникального внутреннего водоема нашей страны -- Байкала. Заканчивался последний день 1861 г. В деревне, расположенной вблизи устья Селенги, крестьяне только что собирались сесть за стол, чтобы встретить Новый год, как вдруг услышали глухой подземный шум. А вскоре этот шум перерос в гул большой бури, сами собой зазвонили на церковной колокольне колокола, распахнулись окна и двери домов, раскрылись ворота и калитки в заборах. А затем начали трещать стены, падать крыши. Земля закачалась и стала опускаться вниз. К двенадцати часам первого дня нового года из трещин в земле вырвались фонтаны грязи и горячей воды. Срубы деревенских колодцев поднялись из земли и превратились в столбы -- так низко просела земля. Вода из Байкала в трех местах прорвала берег и хлынула в низину. Люди с трудом успели погрузиться в лодки. А весь скот, домашняя утварь и птица погибли под ледяными волнами озера.

Вот так прямо на глазах очевидцев почти двести квадратных километров благодатных земель Цыганской степи с обширными пастбищами и сенокосами оказалось на дне Байкала. Этот участок, отгороженный в виде залива грядой островов, так и обозначен на нынешних географических картах -- Провал. Под десятиметровой толщей студеной воды покоится здесь более тысячи деревянных построек, принадлежавших когда-то четырем большим деревням. В донном иле торчат остатки рубленых изб, столбы, бревна, жерди, доски.

Провал, по-видимому, не единственный залив на Байкале, образовавшийся в результате землетрясения. Такое же прошлое, полагают ученые, и у другого рукава дельты Селенги -- Посольского Сора. Еще академик В.А.Обручев подчеркивал относительную молодость горной страны вокруг Байкала, котловина которого продолжает формироваться и в наше время. Исследования, проведенные в 80-х годах нашего века при погружении глубоководного батискафа "Пасис" на дно великого озера, и многолетние сопоставительные геодезические измерения доказывают, что берега Байкала раздвигаются со скоростью нескольких сантиметров в год. Продолжается и тектоническая активность -- в августе 1959 г. землетрясение силой 9 баллов (почти такое же, как в 1862 г.) произошло в средней котловине озера; тогда в районе эпицентра, на расстоянии 15--20 км от берега, дно опустилось на 15--20 м.

Существует предположение, что именно по Байкалу проходит один из крупнейших разломов Земной коры -- граница между ее плитами (о теории глобальной тектоники плит см. гл.3). Во всяком случае именно здесь наблюдается рекордное число землетрясений -- до 2 тыс. в год или по 6 в каждые сутки. Правда, эти подвижки земли малоощутимы и фиксируются только сейсмографами. Однако есть точки, где глубинные колебания отмечаются почти ежесуточно. Доказана также вулканическая активность Прибайкалья, которая имела место еще 8--9 тыс. лет назад, т.е. в период палеолита.

Об изменениях уровня воды в Байкале говорят и многочисленные следы древнейших человеческих стоянок -- от палеолита до исторического времени. При этом многие из них обрываются у самого берега и уходят под воду. На отвесных скалах некоторых выдающихся в

озеро мысов обнаружены так называемые "писаницы" -- наскальные рисунки людей каменного века.

Амплитуду колебаний уровня Байкала можно восстановить и по растущим на берегах многолетним растениям. Так, известный исследователь озера Г.Галазий проследил изменения уровня воды за четыреста последних лет по кольцевым срезам деревьев. Расстояния между кольцами на этих срезах показывают, как шло питание растений грунтовыми водами, связанными с водами Байкала. Чем уже кольца, тем ниже был уровень воды под землей, а значит, и в озере, и наоборот. А совсем маленькие приращения древесной массы относятся к периоду "вымокания" корней, когда уровень воды стоял так высоко, что берега были подтоплены.

И еще одно наше большое высокогорное озеро жемчужина Армении -- Севан -- хранит на своем дне следы древних поселений человека. В 50-х годах началось катастрофическое обмеление прибрежной части этого знаменитого водного бассейна. И уже в 1956 г. на обнажившемся участке дна найдены и раскопаны археологами курганы бронзового века. Найдены также золоторудные прииски и великолепные образцы ювелирного искусства из золота. В частности, в Лчашене найдены относящиеся к II тысячелетию до н.э. повозки и колесницы, зооморфные статуэтки и украшения, орудия труда и строительные конструкции.

В Закавказье на дне озера Палеостоми, находящегося вблизи города Поти, обнаружены следы большого древнего поселения. Грузинские археологи под толщей воды нашли осколки строительной керамики и посуды.

Легенда о затонувшем "граде Китеже", впервые приведенная в "Китежском летописце" (ориентировочно 1251 г.), ведет к озеру Светлояр. В этой книге подробно рассказывается о деяниях князя Юрия Всеволодовича, который построил город Малый Китеж на Волге (ныне Городец) и Большой Китеж на озере Светлояр. При подходе к последнему татаро-монгольских полчищ Батыя и произошло "сокровение" Большого Китежа на дне озера.

Еще в начале нашего века среди местных жителей любителей-книгочеев ходил в рукописных списках древний сказ о затонувшем Китеже. А вместе с ним передавались из уст в уста слухи о таинственном колокольном звоне и молитвах, которые были слышны из-под воды лишь верующим. И перед некоторыми из них проходили "видения" подводных храмов, колоколен, горящих свечей и алтарей. Паломники шли с разных концов России, чтобы поклониться чуду. Фольклорное "Сказание о невидимом граде Китеже и деве Февронии" легло в основу либретто оперы Н.А.Римского-Корсакова.

Озеро Светлояр лежит в 1,5 км от села Владимирского неподалеку от города Семенова Горьковской области. Крутой берег высотой почти 30 м уходит под воду тремя террасами, что доказывает трехразовое повышение уровня воды. В один из таких его подъемов и могло произойти погружение на дно озера какого-то поселения, часовни, церкви или монастыря, что и послужило поводом для создания легенды.

В 1968--1969 гг. археологическая экспедиция провела исследования на дне озера Светлояр. На верхней террасе в толстом слое ила аквалангисты обнаружили торчащие вверх стволы деревьев. По их спилам было установлено, что древеси-

не более 400 лет. Никаких остатков крупных сооружений найдено не было.

Похожая легенда о затонувшем городе Райградасе, находившемся в загипсованных берегах нижнего течения Немана, ходила в свое время и по Литве. Колокольный звон из-под воды слышали крестьяне прибрежных деревень, которые рассказывали о Райском городе, который, якобы, когда-то затопил Бог, прогневавшись на его жителей. Не пересказ ли это широко известного сообщения Библии о наказании городов Содома и Гоморры, погруженных за грехи на дно Мертвого моря?

Множество красочных легенд связано с высокогорным озером Титикака, находящемся в Перуанских Андах на границе с Боливией. В одной из них рассказывается о столице древней цивилизации индейских племен, которая была расположена на огромном острове посреди озера. Связь города с берегом осуществлялась полукилометровым тоннелем, по которому могли ездить повозки. В самом городе сверкали на солнце храмы, построенные из чистого золота.

Но боги разгневались на местных жителей и сначала наслали на них голод, чуму, а потом и страшное наводнение. В результате этого главный город страны неожиданно опустился на дно озера.

По другой легенде большое число украшений из золота и драгоценных камней было брошено местными жителями в озеро при нападении испанских завоевателей. На дне озера оказались целые сундуки с драгоценностями и золотыми монетами, которые ныне служат добычей современных археологов. А находят они на дне озера не только украшения, но и развалы храмов (конечно, каменных, а не золотых).

Ныне посреди озера находятся Святые острова, по-видимому, когда-то они были соединены и образовывали целый "материк". Боливийские кинооператоры и археологи с аквалангистами, работавшие в 80-х годах вблизи островов Солнца и Луны нашли уходящие под воду стены и фрагменты каменной кладки на дне озера, а также осколки керамики, кувшины, блюда.

Есть гипотеза, что сравнительно недавно (в геологическом понимании) озеро Титикака, удаленное теперь от моря на 320 км, было морским заливом, о чем говорят найденные на его дне следы морских водорослей и раковин. В результате тектонических сдвигов озеро поднялось на высоту 3,8 км над уровнем моря.

Об островном характере жизни многих поколений местных жителей говорит еще то, что и сегодня некоторые из них живут на плавучих островах из тростника.

Многие годы затрачены подводными экспедициями из разных стран на поиски легендарного Лох-несского чудовища в Шотландии. Об этом неоднократно сообщали и продолжают сообщать газеты всего мира, рассказывает радио, пишут газеты. Но мало кто знает, что в 70-х годах нашего столетия вместо доисторической рептилии американские аквалангисты на глубине 10 м нашли на дне озера крупные (диаметром 30--80 м) курганы эпохи древних кельтов.

Зимой 1966--1967 гг. вблизи здания яхт-клуба на набережной Генерал-Квисон-Кай швейцарские спортсмены-подводники обнаружили в Цюрихском озере большое скопление осколков древней керамики. Несколько позже археолог Ульрих Руофф в южной части озера провел надводные обмеры и раскопы первобытного поселения, кото-

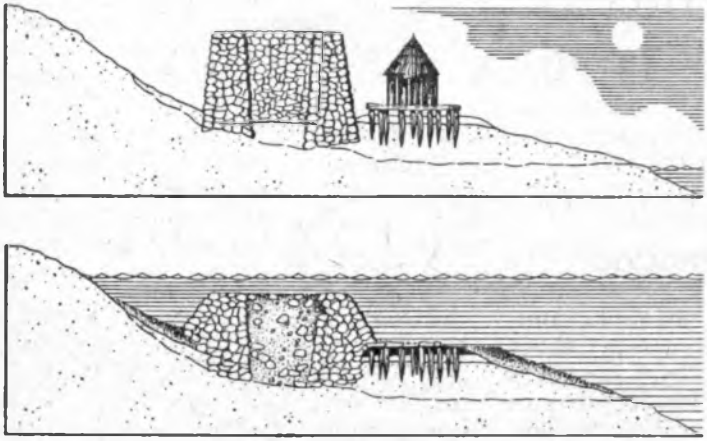


Рис.32. Остатки поселения людей IX—VIII вв. до н.э. в озере Больсен (Италия)

рое раньше искали на берегу под набережной. На отмели под названием "Малый печник" на глубине до 10 м в илистых отложениях были обнаружены культурные слои поселения, в котором жили люди в течение многих тысячелетий. Были найдены остатки забитых в дно деревянных балок и свай со шпоночными и клиновидными соединениями.

Исследования в Цюрихском озере продолжались, и в нижней части озера археологи нашли еще не менее 22 затопленных доисторических городищ.

В 100 км севернее Рима в озере Больсена итальянские ученые совместно со спортсменами-подводниками из клуба "Кирколо Касиатори Субаскей" с 1959 г. ведут исследования затонувшего доисторического поселения, относящегося к IX--VIII вв. до н.э. На глубине 8--10 м в озерных меловых отложениях найдены остатки толстой каменной стены с бутовым заполнителем и свайного ростверка, на котором, по-видимому, стояло большое деревянное здание (рис.32). Также неподалеку от итальянской столицы на дне озера Браччано найдено поселение людей бронзового века. Обнаружены остатки защитной стены высотой 2 м, состоящей из двух рядов толстых дубовых свай.

В ГДР вблизи поселка Альтенхоф на дне озера Вербеллинзее обнаружены остатки квадратного в плане сооружения, окруженного с запада полукруглым свайным рядом. Неподалеку найдено еще одно бывшее здание, стоявшее на трех рядах сдвоеннных деревянных свай. По черепкам керамики и фрагментам серебряного кубка установлено, что свайные остатки относятся к XIII--XIV столетиям.

Еще одна интересная находка в ГДР в 1963--1965 гг. была обнаружена на дне озера Обер-Юккерзее около Пренцлау. Здесь на отмели глубиной 3--5 м от поверхности воды находился мост шириной 3,6 м и длиной более 2 км. Построенное без единого гвоздя, это сооружение имело интересную и надежную конструкцию. Мост служил одним из звеньев известного средневекового торгового пути из Магдебурга в устье Одера. Еще раньше здесь, очевидно, было какое-то славянское городище, сменившееся позднее поселением, бывшим скорее всего феодальным центром Померанского государства первой половины XII в.

Глава 3
ПОЧЕМУ ЗАТОНУЛИ ГОРОДА

КОЛЕБАНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Затопление морем древних прибрежных городов -- явление вовсе не первичное и может служить лишь наглядным свидетельством подвижности самого лика Земли. Ведь наша планета непрерывно изменяется, растет и стареет, расширяется и сжимается. Какова периодичность (и есть ли она) этих колебаний, сколько миллионов (тысяч?) лет проходит между периодами наибольшего подъема и опускания отдельных участков земной коры? Мы не знаем ответа на эти вопросы, так же как точно не знаем причин, приводящих к таким колебаниям поверхности нашей планеты. Мы их лишь фиксируем, когда бурим скважины, рассматриваем обнажения горных пород, исследуем поверхность и недра земного шара.

Особенно ярко проявляется динамичность поверхности Земли на границе двух ее основных частей: суши и моря. Здесь четко прослеживаются вековые и сегодняшние колебания поверхности земли и уровня моря относительно друг друга. Например, береговые геологические напластования горных пород, волноприбойные знаки, реликтовые остатки флоры и фауны отмечают границу моря в отдаленные эпохи. По этому поводу в своих "Основах геологии" хорошо сказал известный английский ученый А.Гейки: "Что для историка документы и надписи, монеты, медали и книги, то для геолога каменные породы земной коры".

Ученые используют "вечность" физических процессов, происходящих на береговой линии. Взяв разгон на морских просторах, волны методично набегают на берег, точат и крушат прибрежные скалы, превращают крупные глыбы в мелкую гальку, округляют и сглаживают каменные обломки, принесенные реками с гор. Если же берег сложен мягкими грунтами, море сметает их на своем пути и образует широкую пляжную зону, на которой постепенно гаснет энергия волны.

Результатом борьбы двух стихий являются характерные морские террасы, образующиеся почти на всем протяжении береговой линии. Проходят сотни тысяч, миллионы и сотни миллионов лет, и бывшие морские террасы оказываются погребенными под другими геологическими слоями, которые формируются в более позднее время. Оставшиеся под землей террасы маркируют бывшую береговую полосу, показывая, где в прошлом находился уровень моря.

Однако важно не только установить, где было море, но и когда оно там было. Этому служат остатки (реликты) фауны и флоры, которые как бы консервируются в донных отложениях прошлых времен. Окаменелые ракушки-створки моллюсков, останки морских животных, рыб и другие свидетели былого легко поддаются, например, углеродному методу исследований и сообщают нам время, когда они жили,

тем самым датируя и возраст пород, в которых они лежат.

Геологи обнаруживают целые системы древних морских террас. Во многих случаях они довольно четко обрисовывают древнюю береговую линию и характеризуют процесс вековых колебаний уровня моря. По названию местностей, где были найдены и исследованы террасы, именуют и наступления или отступления моря на сушу. Так, по погребенным морским террасам, найденным во Фландрии, установлена Фландрская трансгрессия (наступление) моря. О чем же рассказывают геологические пласты, каковы по величине были в прошлом колебания уровня моря (или поверхности суши)?

Наибольшую амплитуду этих колебаний ученые фиксируют при рассмотрении длительных промежутков времени. Не говоря уже о гигантских опусканиях и подъемах (на 600--700 м) уровня Мирового океана в ранние периоды кайнозойской эры (540--70 млн. лет назад), которые обычно связывают с прогибанием океанического дна в четвертичный период, начавшийся 1,5--2 млн. лет назад, колебания морского уровня достигали десятков метров. Большинство исследователей считают, что наступление моря на сушу (Фландрская трансгрессия) началось сразу после таяния ледника 16--17 тыс. лет назад и вначале составляло около 9 мм/год. Вместе с тем подвергается сомнению представление некоторых океанологов и гидрологов о высоком стоянии уровня моря 5--6 тыс. лет назад. Ряд авторов доказывают, что никаких падений уровня за последние 15 тыс. лет не происходило, а шел непрерывный его подъем, который продолжается и поныне.

И те и другие оперируют фактическими данными, полученными при изучении реликтовых морских террас, их расположения, характера более поздних геологических напластований. Однако разная интерпретация фактов и даже различная методика обработки результатов наблюдений может привести почти к противоположным выводам.

Так же как погребенные под землей древние морские пляжи, маркируют и датируют былую береговую линию развалины старинных сооружений. Затопленные прибрежные города древности служат довольно точным измерительным "прибором", который позволяет устанавливать характер колебаний уровня моря или поверхности земли в тысячелетнем и вековом разрезе. Так, с привлечением результатов подводных археологических работ в северном Причерноморье советский ученый П.В.Федоров, во многом уточняя ранее составленную схему Р.Фейрбриджа, дает схему изменения уровня Черного моря в течение последних 5 тыс.лет. Как видим из рис.33, уровень Черного моря 3,5--5 тыс. лет назад был на 2--2,5 м выше современного. Этот период называется Новочерноморской трансгрессией. Позже, около 2,5--3 тыс.лет назад, море опустилось на 2--4 м ниже современного (о чем явствуют затопленные морем нижние слои Фанагории) --Фанагорийская регрессия моря. Затем, тысячу лет назад уровень Черного моря снова поднялся, уже на 1 м выше современного (это показывают археологические исследования в Нимфее) -- Нимфейская трансгрессия. Позже произошел новый спад уровня моря, в наше время идет его подъем.

Ленинградский ученый К.К.Шилик, продолжая указанные исследования, привлек новые данные подводной археологии и установил, что периодичность в измене-

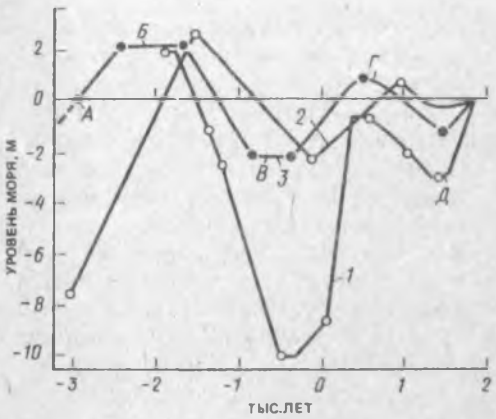
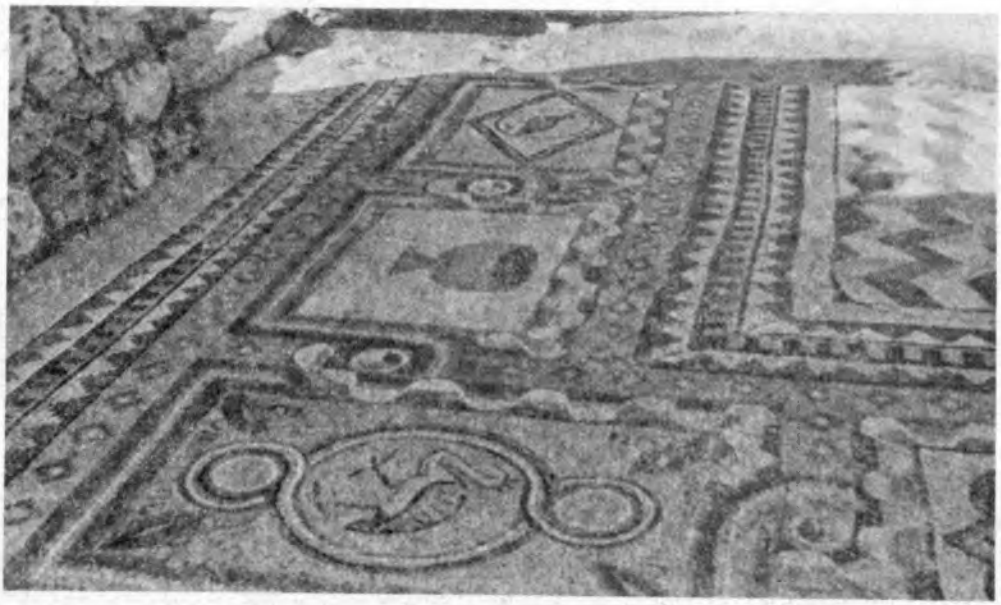


Рис.33. Колебания уровня воды в Черном море

1 — по К.К.Шилику; *2* — по С.В.Варущенко; *3* — по П.В.Федорову; *А* — Древнечерноморский бассейн; *Б* — Новая Черноморская трансгрессия; *В* — Фанагорийская регрессия; *Г* — Нимфейская трансгрессия; *Д* — Корсунская регрессия

ниях уровня моря северного Причерноморья отчетливо запечатлена в каменных развалах древних стен не только Фанагории и Нимфея, но и Ольвии, Херсонеса и других античных городов (рис.34, 35). По результатам работ ленинградского отделения Института археологии АН СССР, киевского Института археологии АН УССР и других была составлена схема этих изменений. Аналогичные данные приводит С.В.Варущенко. Построенная им кривая колебаний уровня Черного моря близка к графику П.В.Федорова. Здесь пониженный уровень моря, так же как в работах П.В.Федорова, отнесен к Фанагорийской регрессии, а ее минимум (на 2 м ниже современного) -- на период IV--II вв. до н.э. Он определен по затопленной террасе, расположенной в северо-западной части Черного моря.

Рис.34. Развалины Херсонеса



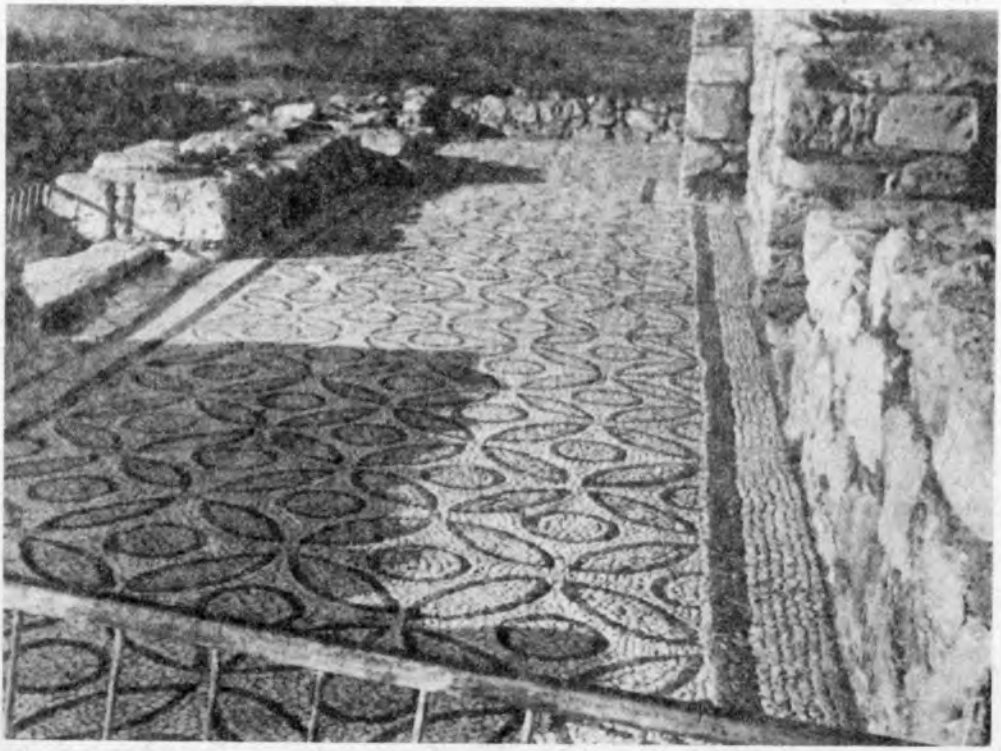


Рис.35. Херсонесские мозаики (возраст около 2000 лет)

В какой-то степени отражается имевшая место уже в историческое время трансгрессия моря и в античной мифологии. В легенде о дрейфующих скалах Симплегадах рассказывается, что они представляли собой большую опасность для мореплавателей: у ворот Понта Эвксинского о них разбивались корабли, пройти между ними было очень трудно. Так, в походе за золотым руном аргонавты с трудом проплыли в узком проливе между смыкающимися скалами, которые затем остановились и перестали сходиться. Может быть, это и есть сообщение о происшедшем в III тысячелетии до н.э. соединении Средиземного моря с Черным, которое, судя по ряду геолого-тектонических данных, произошло вследствие землетрясения, приведшего к оседанию поверхности земли в районе нынешних Босфора и Дарданелл.

Мы изучаем прошлое для того, чтобы лучше познать настоящее. Но ведь есть и обратная связь: зная закономерности современных нам природных процессов, можно установить их характер и в прошлом. Поэтому изучение былых колебаний уровня моря важно сопоставить с сегодняшними. А их мы научились фиксировать довольно точно.

Развитие геодезии и геофизики, появление точной измерительной техники позволили в последние годы провести многократные определения высот отдельных точек земной поверхности.

В рамках Международного геодезического и геофизического союза в широких масштабах выполнены единовременные и повторные геодезические и геофизические инструментальные исследования. В частности, в результате этих работ специальной международной комиссией в 1971 г. выпущена под редакцией советских специалистов карта современных вертикальных движений земной коры Восточной Европы.

Согласно этой карте, даже на территории таких наиболее устойчивых геологических структур, какими до последнего времени считались Украинский щит и Русская платформа с щитами Фенноскандия и Украинским, земная поверхность поднимается или опускается со скоростью 3--5 мм в год. При этом, если северная часть территории поднимается (например, побережье Финляндии и Швеции -- на 5 мм/год), то южная, наоборот, опускается.

Вертикальные колебания поверхности земли носят неравномерный характер даже в пределах небольших территорий. Например, побережье Северной Италии опускается с малой скоростью 10--20 мм/год, почти рядом, в дельте р.По эта величина достигает 25--30 мм/год, а вблизи Генуи снижается до 0. В небольшом удалении от этих мест, на побережье Адриатики, в Югославии, кроме понижения поверхности земли до 6 мм/год на юге от Дубровника происходит ее подъем на 2 мм/год в районе Риеки. Вековые вертикальные колебания на Пелопоннесе составляют 2 м (рис.36).

Интересные результаты получены при изучении современных колебаний земной поверхности в северном Причерноморье. На Южном берегу Крыма разнонаправленные вертикальные колебания отмечены в районах, находящихся в самой непосредственной близости друг к другу. Так, зафиксированы одновременное поднятие главной гряды Крымских гор и опускание материковой отмели и нижней части склона. Более того, в пределах самих Крымских гор наблюдаются, кроме продольных, поперечные (по отно-

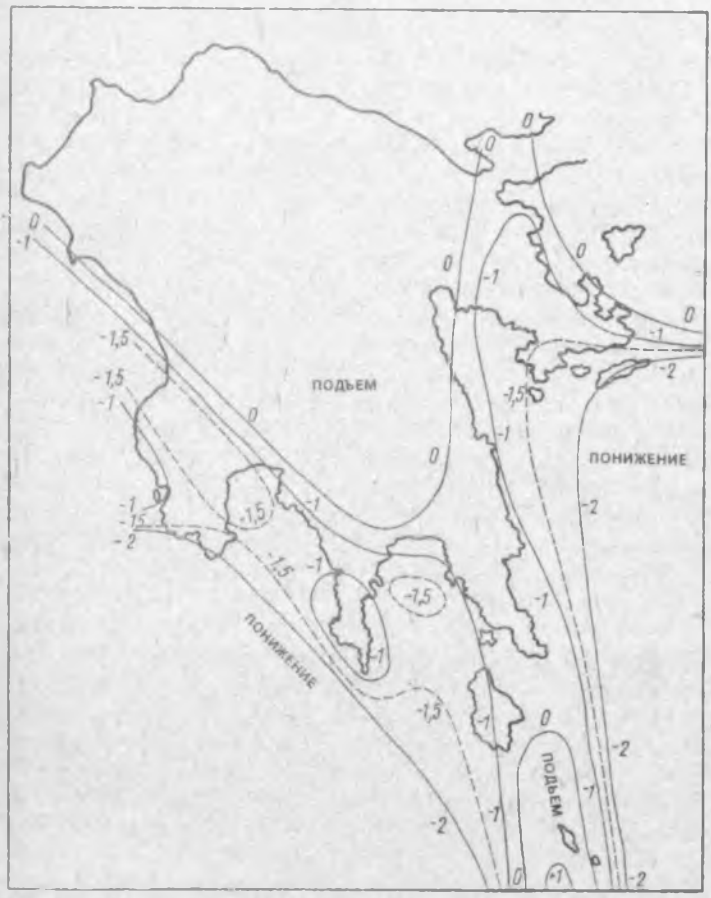


Рис.36. Изолинии интенсивности вертикальных колебаний берегов Пелопоннеса относительно современного уровня моря (в метрах за тысячелетие) (По Н.Флеммингу)

шению к главной гряде) поднятия и опускания отдельных геологических структур. Наложение этих разнообразных движений одно на другое приводит к сложным относительным перемещениям участков земной поверхности.

Разнозначность современных вертикальных колебаний земной поверхности обнаружена почти по всей береговой линии Мирового океана. В то же время средние величины, если учитывать большое количество перемещений земной поверхности, совсем невелики. Р.К.Клиге и Г.П.Калинин в Институте водных проблем АН СССР провели исследование колебаний поверхности земного шара по данным 126 морских гидрометрических постов, расположенных равномерно по берегам Мирового океана. С помощью корреляционного анализа они выяснили, что если осреднять современные вертикальные положительные и отрицательные колебания береговой линии на больших ее участках, то их величина оказывается почти незаметной. Например, на участке осреднения 6 тыс.км скорость колебаний не превышает 0,1 мм/год.

Любое измерение предполагает, что известен "нуль отсчета", т.е. в данном случае известно от какого уровня, какой высотной отметки

ведется измерение вертикальных колебаний поверхности суши или уровня моря. Так, при береговых морских гидрометрических измерениях за неподвижную точку отсчета принимают какую-либо фиксированную марку (репер), расположенную где-нибудь на возвышенности. С другой стороны, все геодезические отсчеты высоты местности ведутся относительно какого-то условного расчетного, среднего за многолетие уровня моря. Например, в СССР за исходный уровень отсчета высот принят "нуль" Кронштадского футштока, который и является расчетным среднемноголетним уровнем Балтийского моря. На географических картах так и пишется "Система отсчета высот Балтийская".

Однако как бы точно ни измеряли мы отметки земной поверхности и уровня моря, какие бы плоскости сравнения ни принимали, все эти результаты могут быть лишь относительными. Нет на Земле неподвижной точки, на которую могли бы "опереться" наши измерения, нет такого "нуля отсчета", который позволил бы определить поистине абсолютные отметки местности.

Констатация фактов -- еще не объяснение их. Каковы же причины подвижности земной поверхности, почему древние города оказались на дне моря, с чем связано их затопление?

Когда нет точных знаний, ученые строят предположения, гипотезы. Что же логично предположить в данном случае? Только одно из трех: либо опускание суши, либо подъем моря, либо и то и другое.

Так, геологи предпочитают считать основной причиной опускания территории древних городов тектонические колебания поверхности Земли, связанные с глубинными процессами, происходящими в ее недрах. Гидрологи и океанологи, не отрицая в принципе роль геологических процессов, видят главную причину в эвстатических колебаниях уровня моря, т.е. в изменениях объема воды, что чаще всего оказывается связанным с климатическими факторами.

Однако и те и другие часто не придают значения более "камерным" причинам, которые носят не глобальный и даже не региональный, а местный характер. Но они не менее важны, а актуальность их превосходит все остальное. Это -- инженерно-геологические процессы, которые особенно активно себя проявляют на границе суши и моря. Это в первую очередь оползневые явления, приводящие зачастую к сползанию в море больших участков прибрежной территории. Во многих случаях развалы каменных сооружений древности доказывают, что именно оползневые сдвиги привели к гибели тех или иных старинных городов или хотя бы их отдельных районов.

Как бы ни были противоположны друг другу, противоречивы и спорны те или иные гипотезы, пытающиеся объяснить причины затопления древних городов, они интересны и сами по себе. Их изучение, сбор, анализ и обобщение фактов, кроме всего прочего, связаны с разработкой методики научных исследований, что важно не только для данной конкретной проблемы, но и для всей науки о Земле.

ТЕКТОНИЧЕСКИЕ ГИПОТЕЗЫ

Так ли уж много затонувших городов находят ученые? Ведь справедливости ради нужно заметить: большинство античных горо-

дов Средиземноморья благополучно стоит там же, где они были построены много веков назад. Более того, некоторые из них даже поднялись вверх, и ныне их развалины расположены на более высоких отметках, чем в старину. Примером может служить древняя Иония, находившаяся на средиземноморском побережье Малой Азии.

Редкий турист, приезжающий в Турцию, не посещает знаменитый античный город Эфес -- огромный музей под открытым небом. Это был один из самых больших торговых центров эллинской эпохи.

Здесь находится один из крупнейших морских портов того времени, куда приходили корабли со всего света. В центре города располагалась торговая площадь (агора), в боковых галереях которой стояли лавки, рыбные, овощные, фруктовые ряды. Эфес имел громадный круглый амфитеатр, на 66 каменных ступенях-рядах которого умещалось 25 тыс. зрителей. Мраморные колонны возвышались вдоль улиц, соединявших портовую, торговую, жилую и культурную части города. Именно здесь находился реконструируемый ныне знаменитый храм Артемиды --седьмое чудо света, -- который сжег Герострат, чтобы прославиться. Но что удивляет современных посетителей Эфеса -- это вход в город, длинная "мраморная" дорога, направляющаяся в сторону Эгейского моря и упирающаяся вовсе не в море, а в холмы и зеленую низменность в 25 км от берегового пляжа.

За последние 600-800 лет берег в этом месте поднялся, Эфесская бухта исчезла и древний морской порт оказался на суше. Почти то же произошло и с другими прибрежными древнегреческими городами, расположенными на берегу Эгейского моря. И не только в Средиземноморье. Дорога из ворот крепости Нарын-кале тоже когда-то вела к морскому порту (рис.37).

Морские ворота Древнего Рима, порт Остия, в I в. до н.э. поражал воображение современников своими мощными сооружениями: двумя большими волноломами, длинными причалами, крупными складами, высоким 60-метровым маяком. При императоре Клавдии длина мощенных камнем пристаней достигала 2,4 км, площадь акватории, защищаемая волноломами, -- 565 га. Некоторые торговые суда поднимались вверх по устью р.Тибр почти до самого центра нынешнего Рима, до знаменитой арочной "Клоаки максима" -- главного городского канализационного коллектора, который действует и в наши дни. Ныне Остия далеко отстоит от моря, и о том, что она когда-то была портом, напоминают лишь развалины древних причальных сооружений. Жители же "вечного" города уже много столетий подряд добираются к морскому берегу с помощью сухопутного транспорта.

Другие же исторические памятники показывают, что в целом уровень моря вокруг Апеннинского полуострова со времен Римской империи поднялся не менее чем на 1 м, и интенсивность этого подъема особенно увеличилась в течение последнего столетия. Характерна в этом отношении, например, башня в Лацио: ныне она окружена морем, а в 1948 г. стояла на берегу моря, которое за это время продвинулось примерно на 115 м.

Основной причиной подъема территории в районе Остии и Эфеса многие ученые считают наносы реками грунта, который, откладываясь в устьях, постепенно отодвигал урез воды в сторону моря. Однако только ли реки сыграли здесь роль? Не может ли территориальная не-

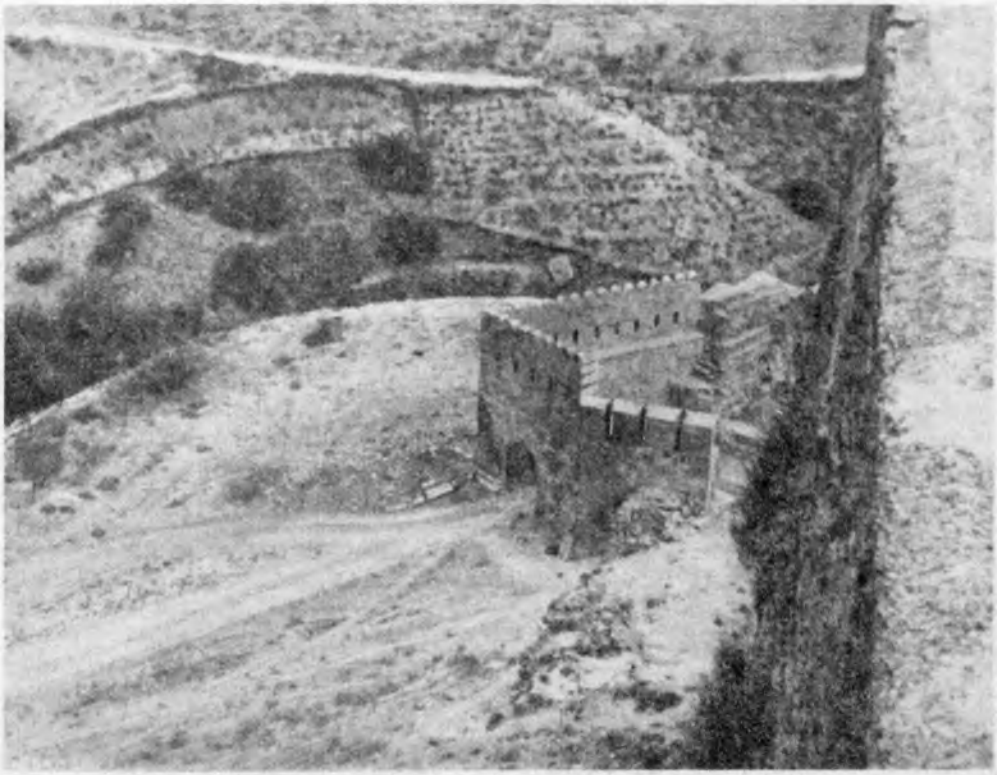


Рис.37. Ворота крепости Нарын-кале

равномерность и разнонаправленность вертикальных колебаний поверхности и в данном случае свидетельствовать об их эндогенном происхождении? Не являются ли они следствием глубинных тектонических процессов, происходящих в земных недрах?

Для того чтобы понять тектонические процессы, надо хорошо знать глубинное строение Земли. Но нам почти неизвестно, какова толщина земной коры в тех или иных районах планеты, каков состав и размеры залегающей под ней мантии и многое другое. Например, в дне Тихого океана к 1975 г. было пробурено 109 глубоких скважин, на основе которых многие геологи -- сторонники тектонических гипотез движения земной коры -- строят свои предположения. Однако такое число точек исследования крайне мало. 109 скважин -- это примерно то же, что 6--7 скважин на территории всей Европы. Именно из-за недостатка знаний действительности возникают самые разные гипотезы, часто противоречащие друг другу.

Одна из широко распространенных тектонических гипотез подвижности земной коры -- гипотеза так называемого мобилизма родилась в 10-е годы XX в. под влиянием идей австрийского геофизика А.Вегенера. Изучая внимательно конфигурацию материков, он обна-

ружил почти полное совпадение их контуров. Более того, оказалось, что, например, сходство очертаний противолежащих берегов Африки и Южной Америки сопровождается и совпадением их геологического строения.

Английские ученые из Кембриджского университета Э.Буллард, Д.Эваретт и А.Смит подсчитали на ЭВМ, что точность примыкания африканских и южноамериканских береговых линий составляет менее одного градуса. Особенно близким совпадение континентальных контуров становится, если их принять не по береговой линии, а по 900-метровой изобате.

Такие вот удивительные совпадения и вызвали к жизни гипотезу расползания современных континентов, которые, согласно ей, образовались в мезозойскую и кайнозойскую эру из единого материка Пангеи или Мегагеи, из которых поначалу возникли Северная и Южная Америка, Евразия и Африка. В последующем Антарктида и Австралия оторвались от Африки и в промежутках между плывущими друг от друга континентами образовались океаны. По другой схеме континенты расползались по планете в результате раскола северного палеоматерика Лавразии, возникшего в середине палеозоя и распавшегося на две части: Европу с северной частью Азии и Северную Америку. Из другого расколовшегося в палеозое южного материка Гондваны образовались Южная Америка, Австралия и Антарктида, Африка и Индостан.

В 1961--1962 гг. благодаря работам геологов Г.Хесса и Р.Дитца начала развиваться идея расширения (спрединга) дна океана. Были открыты крупные разломы земной коры, опоясывающие почти всю Землю — срединно-океанические хребты и рифтовые зоны. Они, как шрамы на теле нашей планеты, никогда не заживают, от них в разные стороны плывут материки со скоростью от 1 до 10 см/год. В разлом поступает из мантии магма и, застывая, превращается в новую кору. Именно здесь больше всего проявляет себя вулканизм.

Наиболее наглядными и убедительными доказательствами долговременного дрейфа материков многие ученые считают результаты исследований, полученные палеомагнитным методом -- использованием остаточного магнетизма горных пород. Этот метод основан на том, что горная порода при своем образовании навечно сохраняет в себе, как бы консервирует, свою намагниченность. Например, многие вулканические породы, кристаллизуясь в жидкой лаве, в процессе охлаждения и затвердевания прочно закрепляют в себе намагниченность. Отбирая образцы таких пород и исследуя их магнитные свойства, ученые фактически достают из земли древние компасы, которые зафиксировали былое положение силовых линий магнитного поля Земли. Эти "законсервированные" компасы позволяют определить координаты местонахождения горных пород в далеком прошлом, а точка их отбора в наше время показывает, как далеко и куда они "отплыли" за прошедший период времени. Развитие палеомагнитного метода, ориентировка реликтового магнитного поля на континентах и линейные магнитные аномалии на морском дне подтверждают образование материков из единого целого.

В наше время теория спрединга стала пользоваться большой популярностью и вышла за пределы научных публикаций. Многие газеты и журналы мира вот уже с десяток лет печатают статьи о тех или

Рис.38. Литосферные плиты Земли

иных свидетельствах дрейфа материков, о рифтовых зонах, о спорах между учеными-геологами, сторонниками гипотез мобилизма и фиксизма. А писатель-фантаст Секе Комацу даже написал роман, легший в основу известного фильма "Гибель Японии", в котором разрастание океанического дна приводит к его разлому и погружению под воду японских островов.

Гипотеза дрейфа материков, происходящего по пластичной или жидкой нижней мантии Земли, в наше время получила особенно большое развитие в новой теории глобальной тектоники плит. Под последними сторонники мобилизма понимают крупные структурные подразделения земной коры. К ним прежде всего относятся древние континентальные платформы, крупные сегменты земной коры, направление движения которых унаследовано современными литосферными плитами.

Происходит движение этих огромных жестких плит, включающих в себя не только материки, но и части океанической базальтовой коры, как бы припаянной к материкам (рис.38). При этом помимо самих плит в движении участвует и подстилающая их верхняя мантия планеты. Образование складчатых гор объясняют столкновением плит при их встречном движении многие ученые-мобилисты. Кроме глобальных литосферных плит имеются и более мелкие, которые также перемещаются (рис.39).

Сторонники новых глобальных геологических концепций строят схемы не только движения крупных литосферных плит и расширения океанов, но и расширения самой Земли.

В пользу последней гипотезы приводят, например, данные об уменьшении силы тяжести, т.е. земного притяжения, что может свидетельствовать об уменьшении плотности, а значит, и о расширении Земли. Это связывают с падением скорости вращения нашей планеты вокруг своей оси, уменьшением вследствие этого силы земного притяжения и вытекающим отсюда ослаблением гравитационного взаимодействия между Землей и Луной и одновременным увеличением расстояния до Луны. Причиной такого процесса считают так называемое приливное трение, которое создают большие массы воды в океанах, движущиеся навстречу вращению Земли под влиянием лунного притяжения.

Действительно, Луна движется вокруг Земли медленнее, чем Земля

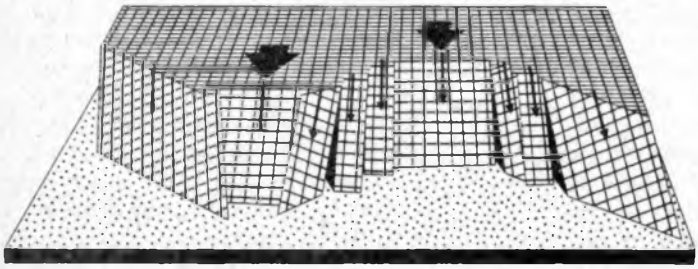


Рис.39. Схематическая блоковая модель подвижки Африканской базальтовой плиты под Эгейскую

вокруг своей оси. Поэтому приливная волна в океанах запаздывает и набегает на сушу. Таким образом, инерция водных океанических масс может приводить к торможению и замедлению вращения Земли.

Данные астрономии подтверждают, что Луна, хотя и на очень небольшую величину, удаляется от нашей планеты. Астроном из морской обсерватории США Т.Фландерн в течение 20 лет изучавший гравитационные силы в системе Земля -- Луна, обнаруживает уменьшение ускорения свободного падения.

В качестве доказательства уменьшения периода вращения Земли приводят и некоторые палеонтологические данные. Так, изучаются годовые и суточные кольца оболочек древних кораллов, которые подобно годовым кольцам на срезе дерева удивительно точно отбивают продолжительность времени года и суток. По результатам этих исследований некоторые ученые устанавливают, что много сотен миллионов лет назад земные сутки были короче и год состоял из 400 дней.

Однако другие исследователи считают эти выводы спорными. Они приводят результаты новых палеонтологических исследований роста морских кораллов от кембрийского до среднедевонского периода, показывающие, что никаких изменений в долготе суток не произошло. А это, следовательно, доказывает и отсутствие каких-либо изменений в скорости вращения Земли. Такие соображения приводит, например, голландский палеонтолог И.Диггелен из Утрехтского университета. "Земля не замедлялась сколько-нибудь, --писал он в 1976 г. в журнале "Нэйчур" (Природа), -- по крайней мере в течение последних 500 миллионов лет".

Противники мобилистской гипотезы --фиксисты -- не разделяют мнения о приоритете горизонтальных движений земной коры. Они считают, что континенты зафиксированы на местах их образования и вертикальные колебания поверхности Земли вовсе не связаны с дрейфом континентов.

Подвергается, в частности, сомнению вытекающая из мобилистской концепции неизбежность сжатия чаши Тихого океана, на которую надвигались бы дрейфующие материки при расширении Атлантики. Убедительных подтверждений этого, по мнению фиксистов, не существует.

Более или менее доказательно объясняя горизонтальные движения земной коры под дном океана, мобилисты не всегда могут уложить в свою гипотезу факты тектонической активности и крупных поднятий в пределах материковых областей Земли.

Подвергаются критике и данные палеомагнитных исследований

остаточного магнетизма горных пород, которые в ряде случаев, по мнению некоторых ученых, являются противоречивыми и недостаточно точными. Палеомагнитные данные даже в пределах одной Сибирской платформы, доказывающие якобы имевшее место в прошлом перемещение Северного полюса, дают огромный разброс в определении его местонахождения, который достигает 6 тыс.км. Таким образом, ошибки, которые могут быть при использовании этого метода, соизмеримы с размерами самих материков и океанов.

Против основного аргумента последователей гипотезы Вегенера о совпадении материковых границ фиксисты выставляют другие компоновки континентов, где их контуры также хорошо совпадают. Так, Е.Люстих привел целый набор таких схем, в которых, например, Австралия может быть "подогнана" к Африке в пяти различных комбинациях.

Фиксистская гипотеза основными считает вертикальные движения земной поверхности и от них уже производит горизонтальные. Геологические данные показывают, что тектонические процессы, происходящие в земной коре, неразрывно связаны с магматическими явлениями в мантии Земли. Это видно, например, из механизмов землетрясений или происхождения алмазов, которые проникают из магмы в земную кору, поднимаясь вверх по трещинам. Эти механизмы относятся в большинстве случаев как раз к континентальным зонам, где, по мнению мобилистов, эндогенные процессы не должны были бы себя проявлять с такой интенсивностью.

К сожалению, как фиксистская, так и мобилистская гипотезы занимаются, главным образом, кинематикой движений земной коры. В меньшей степени они касаются динамики сил, заставляющих двигаться континенты и опускаться берега морей, т.е. именно того, что могло бы осветить многие тайны затонувших городов. Это связано с тем, что если земную кору и небольшой слой верхней мантии Земли мы еще хоть как-то можем исследовать методами геофизики или буровыми скважинами, то глубинные зоны земного шара остаются для нас полной тайной.

Наиболее древняя и в то же время весьма современная эндогенная гипотеза -- плутоническая (по имени подземного бога Плутона) -- своими истоками уходит в глубокую древность. Еще Страбон в I в. н.э. предположил, что подъем отдельных участков поверхности Земли происходит под действием подземных газов, которые создают внутреннее давление. Так же М.В.Ломоносов в середине XVIII в. объяснял образование гор и материков за счет "господствующего жара в земной утробе", или "жара подземного огня". В конце XVIII в. шотландский ученый-натуралист Д.Геттон в книге "Теория земли" сформулировал основные положения образования гор в результате давления газов и вулканической лавы. В 1923 г. его соотечественник геофизик Д.Джоли предположил, что в ходе геотермальных процессов, связанных с радиоактивными циклами, выделяющаяся энергия расплавляет базальты. При этом их плотность уменьшается, и земной шар как бы "раздувается" (увеличение радиуса планеты составило почти 11 км, а ее площади -- 1,7 млн. км^2). Развивая эту гипотезу, Б. и Р.Виллисы в 1941 г. предположили, что радиоактивные элементы внутри Земли распределены неравномерно. Поэтому "вспучивание" земной поверхности происхо-

дит там, где они наиболее сосредоточены, -- в так называемых астенолитах. На этих участках, нагреваясь и расплавляясь, базальты поднимают поверхность Земли, а остывая и сжимаясь, опускают ее.

В наше время плутоническая гипотеза получила ряд косвенных подтверждений и в нее довольно хорошо укладываются некоторые новые факты. В современной интерпретации эта гипотеза представляет вертикальные движения земной коры как результат подъема из мантии составляющих ее более легкой части. Аномально легкий материал образуется на границе земного ядра и мантии, накапливается там в астенолитах, а затем периодически всплывает и снизу давит на земную кору. Затем разуплотненная мантия растекается и под срединно-океаническими хребтами создает горизонтальные движения, раздвигающие земную кору.

История геотектоники знает и другие, механистические гипотезы образования земных поднятий. Еще в начале XX в. появилась гипотеза движения материков к экватору за счет действия центробежных сил, возникающих при вращении Земли. Например, Ли Сигуан в Китае наносил на глобус пластичный материал, который при вращении скользил и скапливался у экваториальной линии. Были попытки объяснить вертикальные движения земной коры и, в частности, складообразование замедлением вращения планеты вокруг своей оси, о чем уже говорилось. При этом кривизна поверхности Земли у полюсов должна увеличиваться, а у экватора уменьшаться. Поэтому, как предположил А.Бем, в приэкваториальной зоне образуются складчатые горы.

Для проверки справедливости гипотезы движения материков, имеющей сейчас наибольшее число сторонников, и других гипотез, конечно, логичнее всего было бы привлечь результаты астрономогеодезических измерений, проведение которых с появлением космических спутников Земли и высокочувствительных приборов становится весьма реальным. Ведутся наблюдения за изменением географических широт пяти специальных станций, расположенных в Северном полушарии на 39-й параллели. Эти данные, правда оспариваемые, показывают, что Северный полюс перемещается в сторону Гренландии со скоростью чуть ли не 10 см в год.

Важную службу ведет Международное бюро времени, которое, участвуя в упомянутых геофизических наблюдениях, вместе с тем изучает и изменение скорости вращения Земли. Установлено, что существуют сезонные и долговременные изменения продолжительности суток.

Необходимо упомянуть и еще одну, космическую, причину колебаний земной поверхности. Тот, кто бывал, например, на берегах и островах Белого моря, знает, как необычен и значителен морской прилив. Каждые 12 часов уровень воды поднимается, море затапливает пляжную зону и мелкие острова, поднимает вверх огромные плоты строевого леса, плавучие доки и корабли.

Энергия морского прилива огромна. Недаром она используется в турбинах приливных гидроэлектростанций. В Белом море работает Кислогубская ГЭС, построены крупные приливные гидроэлектростанции на северном и западном побережье Франции, на берегах Англии, США и других стран. Подсчитано, что запасы приливной энергии морского побережья СССР составляют 200 млрд. кВт/ч в год, т.е. столько, сколько вырабатывают

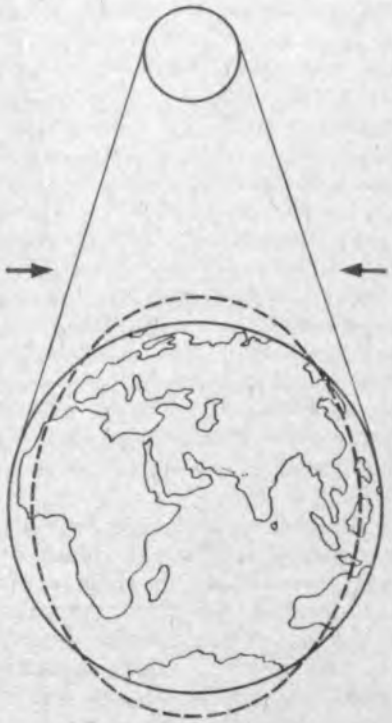


Рис.40. Действие сил лунного притяжения

14 таких крупных речных гидроэлектростанций, как Братская ГЭС.

Источником приливной энергии является энергия вращения Земли и ее взаимодействие с Луной (рис.40). Лунное притяжение образует на поверхности Мирового океана приливные волны, высота которых превышает 10 м (например, на западном побережье Франции) и достигает 20 м (в заливе Фонди). Лунные морские приливы, особенно те, которые действуют у побережья северных стран Европы, хорошо изучены. Ученым известна их география, периодичность действия, скорость и характер движения, определены области, где они могут быть с успехом использованы. Меньше знаем мы о других воздействиях Луны на нашу планету.

Поскольку земная кора, как мы уже установили, не абсолютно твердое тело, то лунное притяжение действует на ее континентальную часть почти так же, как на поверхность океана, т.е. вызывает периодические приливные волны. Конечно, они не столь уж велики, но все-таки по некоторым, хотя и не очень строгим данным могут составлять несколько десятков сантиметров. Наибольшие по высоте земные приливы бывают в области экватора. Но и в других широтах они достаточно велики.

В зависимости от длительности действия различают короткопериодические и долгопериодические приливные земные волны. Первые из них имеют период от 11 до 24 ч и быстро бегут по земной поверхности с востока на запад. Во втором случае время, протекающее от поднятия до опускания того или иного участка Земли, составляет недели и даже годы. Медленные волны постоянно меняют форму нашей планеты, изменяя ее сплюснутость у полюсов.

Наложение приливных земных волн друг на друга делает характер их воздействия на поверхность Земли очень сложным, под влиянием упругих деформаций в земной коре возникают значительные напряжения. При этом в отличие от морских приливов периодические вертикальные колебания земной поверхности сопровождаются и горизонтальными смещениями.

Земные периодические волны фиксируются геофизическими методами гравиметрии с помощью точных измерительных приборов. Дело в том, что при изменении приливами формы Земли меняется и ее сила тяжести. Сверхчувствительные гравиметры замеряют ее десятимиллионные доли. Такие же измерения выполняются и по маятнико-

вым приборам. В них подъем или опускание земной поверхности, выражающиеся в изменении силы тяжести, мгновенно отражаются на периоде колебания маятника в измерительном приборе.

Существуют и прямые способы обнаружения колебаний земной поверхности. Прежде всего это геодезические съемки, выполняемые длительное время и одновременно в разных точках. Так, при пробегании периодических приливных волн поверхности Земли замеряют высотное положение нескольких реперов, удаленных друг от друга на несколько десятков километров. Сопоставление результатов такого нивелирования позволяет подсчитать величину и периодичность колебаний.

МИРОВОЙ ОКЕАН И ЗАТОПЛЕНИЕ ГОРОДОВ

В Средиземноморье сохранилось наибольшее количество остатков древних городов --свидетелей былого могущества сменявших друг друга великих империй.

Но это вовсе не означает, что на берегах других морей и океанов отсутствуют следы прошлого, что прибрежные воды других районов Земли не хранят тайну погружения на морское дно других древних культур. В последние десятилетия в связи с появлением многих новых геофизических методов и приборов (рис.41) археологи находят все больше и больше затонувших поселений прошедших времен на самых разных участках береговой линии Мирового океана. Вот несколько примеров.

На юго-западном побережье Англии, еще во времена Вильгельма I Завоевателя (XI в.) море поглотило большой город Данвич. В XVI в. почти 3/4 территории вместе с морским портом, монастырем, церковью, ратушей, тюрьмой и многими сотнями жилых домов оказалось под водой. На южном побережье Англии в море ушел Оруэлл, теперь волны подбираются к расположенному невдалеке Гарвичу. Почти целиком затонул и средневековый Брайтон, процветавший во времена Елизаветы Английской. По письменным источникам, в 1665 г. море затопило несколько десятков зданий этого города, а к началу XVIII в. от старого Брайтона не осталось и следа (теперь на географической карте -- другой, новый, Брайтон).

В другой части света на восточном побережье Южной Америки в штате Пернамбуку затонули (и тонут в наше время) прекрасные средневековые постройки бразильского г.Олинде. Расположенный когда-то на крутом берегу Атлантического океана, этот город, считавшийся жемчужиной португальского барокко, с каждым годом опускается все ниже и ниже. Вопросами спасения ценных исторических зданий города занимается ЮНЕСКО, в рамках которой в 1976 г. была даже созвана специальная конференция.

На крайнем западе африканского побережья, там, где ныне расположена столица Сенегала г.Дакар, неутомимые воды Атлантики пожирают в год десятки сантиметров прибрежной территории. В районе Зеленого мыса и других частей этой страны многие рыбацкие поселки и городки, известные еще в старину, ныне полностью исчезли с географической карты.

В Центральной Америке на острове Ямайка вот уже три столетия археологи ищут на дне Карибского моря остатки пиратского "Вавилона", города Порт-Ройал (рис.42).

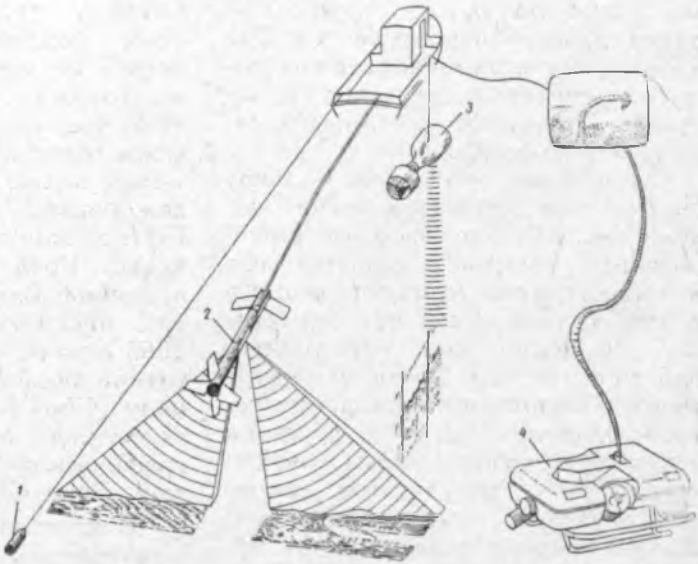


Рис.41. Средства и приборы для геофизических исследований под водой
1 — протонный магнитомер (поиск металлических предметов); *2* — гидролокатор бокового обзора (обнаружение неровностей поверхности дна); *3* — низкочастотный сейсмограф (поиск предметов в придонных отложениях); *4* — телевизионный искатель с дистанционным управлением

Основанный испанцами в 1523 г. и захваченный англичанами в 1670 г., Порт-Ройал был центром работорговли и "столицей" карибских пиратов-буканьеров. В этот город стекали многочисленные сокровища со всего света. В 70-х годах XVII в. Порт-Ройал достиг такого расцвета, что оборот капитала в расчете на каждого его жителя был там выше, чем в самом Лондоне. Бывший предводитель пиратов Г.Морган даже получил от королевы дворянство и стал губернатором Ямайки.

Процветание Порт-Ройала кончилось совершенно неожиданно. 7 июня 1692 г. после трех сильных подземных толчков почти весь город внезапно погрузился под воду. Две тысячи жилых домов, торговых лавок, таверн и ресторанов, амбаров и складов оказались на дне. Но что самое странное: город поглотило не только море, но и земля. То ли вследствие подвижек при землетрясении, то ли в результате заиления, почти все городские сооружения оказались погребенными под толстым слоем грунта. Супруга археолога Эдвина А.Линка, проводившего здесь исследования в 1956--1959 гг., писала: "К нашему удивлению, в том месте, где когда-то стояли дома, на глубине от 6 до 12 м мы обнаружили только плоское илистое дно, на котором не было ни малейшего возвышения, которое указывало бы на контуры старинного городского сооружения".

Правда, позже эта экспедиция

Рис.42. Пиратская столица Порт-Ройал (остров Ямайка) (По Рейнхардту)

Рис.43. Часы, изготовленные амстердамским мастером П.Блонделем (остановились в 11 ч 43 мин 7 июня 1692 г., в день, когда море поглотило Порт-Ройал)

вблизи Черг-Бикона на глубине 1,5 м от дна откопала некоторые следы затонувшего города. В районе бывшего форта Джеймса, магазина корабельного снаряжения и здания кухни аквалангисты нашли отдельные предметы из золота, меди, цинка, железа и стекла (рис.43). А затем была даже сделана попытка составить подводную карту-схему погибшего города.

В 1965--1967 гг. морской археолог Роберт Ф.Маркс на глубине от 1 до 20 м провел исследования на площади 140 тыс. м^2. Однако вместо 30--40 зданий, которые должны были по предположению ученых стоять на площадке размером 50×130 м, нашлось только три дома. Остальные строения -- две таверны, мясной и рыбный рынок, мастерские сапожника и цинковщика, жилые дома -- были полностью разрушены землетрясением. В целом за все время раскопок оказалось исследованным чуть больше 5 % всей территории бывшей пиратской цитадели.

В дельте р.Инда в начале XIX в. большой участок суши с древними зданиями опустился под воду на несколько метров. Особенно сенсационно исчезновение в морской пучине острова Туанаки из архипелага Кука (население -- 13 тыс. чел.), происшедшее во второй половине XIX в. Ушедшие в море с утра рыбаки, вечером не нашли своего берега.

Повсеместно обнаруженные на морском дне следы древних материальных культур наводят на мысль, что причина погружения в море разных прибрежных территорий была одна и та же. Конечно же, это должен был быть общий подъем уровня Мирового океана, который согласно принципу "сообщающихся сосудов" состоялся во всех морях и подтопил берега в самых разных районах мира.

Общий подъем уровня водоемов земного шара, по предложению австрийского ученого Э.Эюсса, называют эвстатическим (от греч. --"эвстасиасмос" -- "полное восстановление"). Под этим понятием подразумевают также колебания уровня Мирового океана, зависящие от изменения объема воды в нем. За счет чего же может меняться количество воды в морях и океанах?

Для того чтобы разобраться в водообороте тех или иных природных водоемов, ученые составляют уравнение водного баланса. В его приходную статью входит речной и подземный сток, атмосферные осадки, в расходную -- в основном испарение с водной поверхности. Значительную роль в водном балансе морей играет также водообмен через проливы, который обеспечивает добавочный приток и отток воды в то или иное море.

Первое, на что нужно обратить внимание, когда мы задаемся вопросом о причинах повышения уровня моря, это, конечно, реки. Ведь они, стекая с континентов, почти целиком отдают себя Мировому

океану. Однако гидрологические расчеты показывают, что роль рек в водном балансе океанов и морей (особенно крупных) не очень-то велика. Так, если вернуться к тому же Средиземному морю, то окажется, что величина речного стока в приходной части его водного баланса столь незначительна, что не может оказывать существенного влияния на подъем уровня.

Правда, для внутренних морей, например, таких как Азовское и Черное, речной сток может играть более заметную роль. Однако поскольку эти моря связаны между собой и со Средиземным морем проливами, которые выравнивают уровни воды, то на их подъем или падение речной сток и здесь существенного влияния все же не оказывает. Другое дело химический состав воды в этих морях; в его изменении сток пресной воды, конечно, играет большую роль.

Следующая составляющая приходной части водного баланса морей -- это подземный сток. Ведь под каждой видимой рекой течет вторая река -- невидимая, которая тоже несет свою воду к морям. Однако и здесь ответа на наш главный вопрос мы не получим: подземный сток в моря составляет обычно всего 2 % речного и поэтому опять же большого значения в водном балансе морей иметь не может.

Значительно бо́льшую роль, казалось бы, должны играть атмосферные осадки. Так, в водном балансе Азовского и Черного морей они составляют 17 %. Но и это оказывает не очень большое влияние на изменение уровня воды.

В результате испарения с водной поверхности в буквальном смысле "выбрасывается на ветер" фактически все, что приносят реки, атмосферные осадки, подземный сток и другие приходные статьи водного баланса. Например, среднегодовая величина потерь на испарение с поверхности Средиземного моря за 1900--1964 гг. составляет 3430 км^3. В то же время поверхностный и подземный сток вместе с атмосферными осадками дает Средиземноморью в 2 раза меньше -- только 1734 км^3. Таким образом, наиболее обжитой водоем земного шара давно должен был бы исчезнуть, если бы не приток воды через Гибралтар из Мирового океана.

Колебания уровня воды внутренних морей зависят главным образом от водообмена через проливы. Например, для того же Средиземного моря среднегодовой приток воды из Атлантического океана через Гибралтар составляет за тот же период времени 42 320, а отток -- 40 800 км^3. Эти величины, как видим, более чем в 13 раз превышают испарение с водной поверхности и составляют свыше 90 % как расходной, так и приходной части водного баланса. Если бы приток и отток через Гибралтар действовали отдельно один от другого, то подъем или падение уровня воды в Средиземном море достигли 17 м. Когда-то на месте нынешнего Гибралтарского пролива стоял непроницаемый для воды каменный барьер-плотина, и Мировой океан не пополнял Средиземное море, которое тогда было озером. Свидетельства тому находят геологи, закладывающие глубокие буровые скважины на африканском и европейском побережье Средиземноморья (рис.44).

Водобалансовые расчеты, выполненные для Средиземного моря, показывают, что приходная статья его баланса превышает расходную и приращение объема моря за счет притока из Атлантического океана только в течение 1923--1964 гг. составило около 250 км^3. Это соответ-

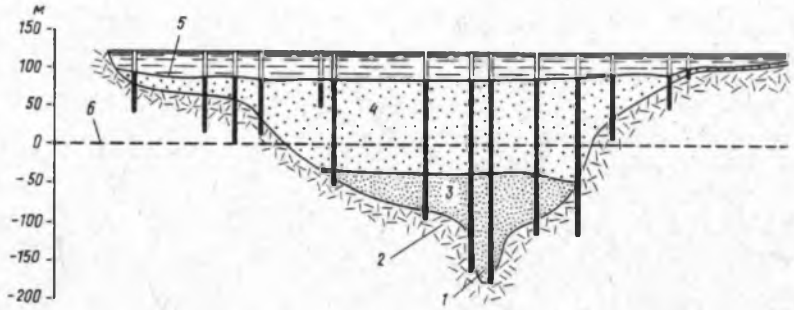


Рис.44. Продольный геологический профиль по долине Нила около Асуана

1 -- старое русло Нила; *2* -- подстилающая порода; *3* -- морские отложения, заполнившие старое русло в плиоцене; *4* -- пресноводные отложения; *5* -- современное дно Нила; *6* -- уровень моря

ствует подъему уровня воды в южных морях Европы за этот период времени более чем на 10 см.

Внутри Средиземноморского бассейна распределение притока и оттока через проливы носит еще более сложный характер. Например, изучение водообмена через Керченский пролив, проведенное в 1950--1970 гг. показало, что приток и отток из Азовского моря в Черное значительно меняется от сезона к сезону и от года к году. Однако все же годовой водный азовский приток почти всегда превышает черноморский. Отмечено также, что общий сток из Азово-Черноморской системы в Средиземноморье за последние 40--50 лет заметно сократился. Это связано в значительной мере с уменьшением стока рек в Азовское и Черное моря. А это, в свою очередь, является, как полагают, следствием резкого повышения водоотбора из Дона и Кубани. В 1978 г. из 43 км^3 пресной воды, поступавшей за год в Азовское море, забиралось только на орошение более 11 км^3, а к 1985 г. уже расходовалось на эти цели не менее 15 км^3.

Итак, как мы видим, ни речной и подземный сток пресных вод с континентов, ни атмосферные осадки, ни даже водообмен через проливы не приводят к таким колебаниям уровня Мирового океана, которые могли бы вызвать катастрофическое затопление прибрежных городов.

Так что же все-таки могло играть решающую роль в губительном природном процессе?

Сопоставляя и анализируя различные причины эвстатических колебаний уровня Мирового океана, большинство океанологов пришли к выводу, что основное значение в этих колебаниях имело изменение количества льда на нашей планете. В ледяном панцире полярных областей и высокогорных районов, занимающем 11 % всей суши, законсервировано не менее 30 млн. км^3 воды, около 2/3 всей пресной воды земного шара. Для того чтобы доставить такой объем воды, все реки Земли должны течь 830 лет. И самое главное, если бы все земные ледники вдруг растаяли, то уровень Мирового океана поднялся бы на 70 м. Можно себе представить, каким бедствием это грозило бы человечеству! К счастью, этого в бли-

жайшем обозримом будущем не предвидится даже самыми пессимистично настроенными учеными.

Мы живем в период послеледниковой трансгрессии океана, которая началась примерно 16--17 тыс. лет назад. В первый период после начала таяния ледников скорость подъема уровня Мирового океана составляла около 9 мм/год, затем, примерно 4 тыс. лет назад, эта скорость снизилась до 4 мм/год. В наше время интенсивность таяния ледников составляет около 250 км^3/год, что дает повышение уровня Мирового океана на 0,7--2 мм/год.

При этом, по-видимому, происходит запаздывание подъема уровня в разных концах Земли. Так, одновременные замеры показали, что наиболее интенсивное повышение уровня наблюдается в Северном Ледовитом океане (2,6 мм/год), в Атлантическом оно составляет 1,9 мм/год, в Тихом --0,9 мм/год, в Индийском -- 0,6 мм/год. Это может означать, что подъем уровня Ледовитого океана от таяния льдов распространяется на юг постепенно и до Индийского океана доходит в последнюю очередь.

Можно предполагать, что главной первопричиной эвстатических колебаний уровня океанов и морей, от которой зависит объем и состояние ледников, атмосферные осадки, испарение и речной сток, является изменение климата. Сопоставление изменений уровня Мирового океана за период 1801--1960 гг. с колебаниями температуры воздуха, замеренной в районе от 17 до 90 ° с.ш., показывает четкое их совпадение. Так, средняя температура Северного полушария за это время возросла на 0,6 °, что привело в конце XIX --начале XX в. к сокращению общего оледенения. Установлено происшедшее в 1902--1944 гг.

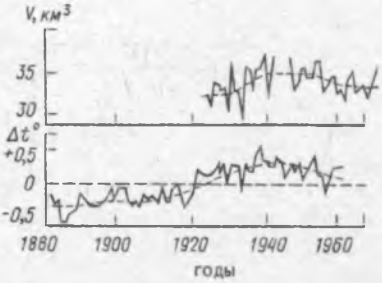


Рис.45. Зависимость колебаний испарения с поверхности Азовского моря от изменения температуры воздуха

уменьшение средней толщины морских льдов в Арктике на 50 %, а их площади на 10 %. То же самое произошло и с ледниками Земли Франца-Иосифа и альпийской зоны Швейцарии, площадь которых уменьшилась на те же 10 %.

Насколько тесна связь с климатом, например, расходной части водного баланса, показывает график, приведенный Р.К.Клиге (рис.45). Он иллюстрирует зависимость колебаний величины испарения с поверхности Азовского моря от изменения температуры воздуха. Как видим, в течение многих десятилетий характер колебаний температуры и испарения совпадал.

Анализируя приведенные выше факты, Г.П.Калинин и Р.К.Клиге отмечают: "Именно в период современного потепления с 1900 г. произошло отмеченное поднятие уровня океана со средней скоростью около 2 мм/год. Поэтому можно предполагать, что в прошлом, в периоды интенсивных регрессий и трансгрессий моря, которые могли превышать современный темп более чем в 10 раз, происходили соответственно во много раз более резкие изменения температуры воздуха, что и подтверждается палеографическими данными".

Палеоклиматологи, изучая характер слоистости осадочных горных пород, устанавливают ритмы вековых колебаний климата. Характерны в этом отношении, например, так называемые ленточные глины, которые образовывались в результате накопления осадков на дне приледниковых озер. Песчаные и глинистые частицы -- продукты эрозии -- приносились в озера талой ледниковой водой, потоки которой размывали береговую территорию (кстати, так же как происходит это и ныне).

Толщина и состав откладывающейся в течение года глинистой ленты зависели от интенсивности таяния близлежащего ледника, т.е. фактически от температуры воздуха в тот или иной год. Поэтому изучение ежегодного прироста осадочных материалов дает возможность ученым строить климатические ритмограммы, по которым можно узнать о древних засухах, периодах похолодания и даже о ветрах и ливнях прошлых времен. С помощью этих данных установлены 3- и 11-летние циклы колебаний климата. Менее четко, но все же достаточно определенно выявляется 25--35-летняя цикличность. Также не очень уверенно выявлены и 70-летние климатические периоды которые кроме определения по ленточным глинам получены в процессе исследований дюнных отложений Средней Азии и осадочных пород в бассейне Ангары.

Эти данные, относящиеся к историческому периоду, часто подтверждаются и некоторыми летописными и археологическими сведениями. Например, из письменных источников известно, что в 1550--1800 гг. в Северном полушарии наблюдался настоящий "малый ледниковый период", когда температура воздуха была на 1-2 ° ниже нынешней. В это же время, как сообщают современники, в северной части Атлантического океана бушевали сильные штормы и бураны. Из древних русских летописей известно также, что в России в каждом из последних трех столетий происходило по 8--12 засух.

Один из традиционных примеров вероятностных природных процессов -- атмосферные осадки -- также характеризует периодичность колебаний климата. Дело в том, что собирателями дождя и снега являются реки. Величина годового речного стока служит той "лакмусовой бумажкой", которая определяет относительное количество осадков, выпавших на прилегающей к реке водосборной площади в течение того или иного года. Вот почему, изучая многолетнюю гидрологию рек, мы косвенно изучаем и погоду, и климат. Вот почему вопрос "о прошлогоднем снеге" не так уж бессмыслен.

Формирование климата зависит от глобальной и местной циркуляции атмосферы, образования циклонов и антициклонов, колебаний атмосферного давления. А они, в свою очередь, как ныне считается многими учеными, связаны с процессами, происходящими в космосе, в частности с солнечной активностью. Так, с помощью инструментальных измерений установлены 11-, 22-, 33- и 70-летние циклы появления солнечных пятен. Эти циклы совпадают с ритмограммами, полученными при изучении уже известных нам ленточных глин, где периодам солнечной активности соответствуют более мощные слои.

Кроме космологической экзогенной (внешней) гипотезы, связывающей изменения объема воды в Мировом океане с солнечной активностью, существует и эндогенная

(внутренняя) гипотеза. В отличие от первой, провозгласившей неизменность объема океанической воды, образовавшейся единожды в период остывания планеты из начальной расплавленной массы, эндогенная гипотеза предполагает поступление морской воды из глубинных недр Земли и в настоящее время.

Согласно представлениям академика В.И.Вернадского, основанным на гипотезе "холодного начала" нашей планеты, сформулированной академиком О.Ю.Шмидтом, из земной мантии выделяются ювенильные (девственные) водные растворы, которые поднимаются вверх и скапливаются в земной коре и на ее поверхности. Продолжатель учения В.И.Вернадского в области геохимии академик А.П.Виноградов на основе теории "зонной плавки" создал стройную теорию образования воды на земле путем выделения легкоплавкой составляющей магмы и отделения от нее паров и газов. Образовавшись на большой глубине в результате конденсации и дегазации паров, ювенильные растворы поднимаются по разломам и трещинам земной коры к поверхности и пополняют земную гидросферу. Благодаря этому процессу в свое время заполнились водой океанические впадины Земли и образовался Мировой океан, имеющий ныне объем 1370 млн. км^3 и занимающий 361 млн. км^2, т.е. 2/3 поверхности Земли.

Именно здесь, в океане, где базальтовая толща земной коры наиболее тонка, путь ювенильной воды самый короткий. Такие горячие "ключи" (гидротермы, как говорят ученые) обнаруживаются на многих участках прогибов океанического дна. Примером могут служить рифтовые впадины в Красном море, где бьют со дна настоящие фонтаны насыщенных водных растворов с температурой, достигающей 56 °С, и минерализацией 360 г/л (в 10 раз больше обычной морской воды). Аналогичные гидротермы, пробившиеся через рыхлые слои осадочных пород, лежащих на базальтовой коре, найдены в Каспийском море у полуострова Челекен, на дне оз.Солтон-Си в Калифорнии и в других местах.

Одним из убедительных доказательств достоверности гипотезы внутриземного происхождения Мирового океана может служить то, что вулканическая влага, поступающая при извержениях из земных недр, очень близка по своему составу к морской воде и содержит те же хлориды кальция, натрия, калия и других соединений. Кстати, если бы все растворенные в морской воде химические элементы вдруг выпали в осадок, то на дне океана образовался бы слой высотой 30 м.

Другим важным подтверждением появления ювенильных растворов на морском дне могут служить долгое время считавшиеся загадочными соляные залежи, обнаруженные в осадочных донных породах, а то и прямо на поверхности дна многих районов Мирового океана. Огромные купола соли, образовавшиеся, по-видимому, при остывании и трансформации ювенильных растворов, найдены в Карибском море, Бискайском заливе, Средиземном и Северном морях, в ряде мест Атлантического океана.

Таким образом, увеличение количества воды на Земле и повышение за счет этого уровня Мирового океана может происходить и как следствие непрерывного образования новых масс водных растворов в недрах нашей планеты.

МОЖЕТ БЫТЬ, ЭТО ВСЕ-ТАКИ ОПОЛЗНИ?

Почти каждый год в конце лета после таяния снегов в горах и сильных дождей в Причерноморье разливаются реки; селам, садам, виноградникам угрожают водяные и селевые потоки. Так было десять, сто и тысячу лет назад.

Доказательством тому, кроме всего прочего, служат и многие устные народные рассказы, летописные свидетельства, сообщения историков, географов и даже произведения искусства, в том числе живописи. Например, картины И.К.Айвазовского. В 1897 г. он написал картину "Наводнение в Судаке", где изображено волнующееся море, слившееся с бурным разливом реки. На переднем плане --опрокинутая телега и возница, с трудом удерживающийся рядом на плаву. Той же теме посвящены картины "Овцы, загнанные бурей в море" (1861), "Всемирный потоп" (1864) и др. За этими картинами стоят истинные события, свидетелем которых был художник, много лет живший на берегу Черного моря и неоднократно наблюдавший большие и малые "потопы".

Одно из главных следствий наводнений поверхностных -- это наводнения подземные. Дождевые и паводковые воды фильтруются в землю, достигают залегающих в основании береговых склонов глинистых пород, увлажняют и даже разжижают их. Кроме того, морской волнобой подтачивает берег, делает его крутым и разрушает. В результате весь массив грунта ослабляется, перестает быть устойчивым, и, наконец, наступает момент, когда он теряет равновесие и начинает сползать вниз. Оползень (рис.46) приводит к смещению берега в сторону моря и опусканию иногда больших площадей прибрежной территории.

Развитие оползней в наше время охватывает почти все Крымское, Кавказское и северное побережье Черного моря. Например, только на Южном берегу Крыма насчитывается около 430 оползней общей площадью почти 20 км^2. Оползнями поражено более 45 % полезной территории. Величина огромная, особенно, если учесть, что это все курортная зона, где можно было бы вести интенсивное строительство санаториев, гостиниц, домов отдыха и пансионатов, где очень дорог каждый квадратный метр земли.

Что собой представляют оползневые блоки в отдельности?

Многие из них охватывают крупные участки прибрежной территории. Например, на Южном берегу Крыма значительное число оползней имеет площадь по 1--2 км^2, а протяженность по 2--3 км каждый. При этом в оползневый сдвиг вовлекаются толщи грунта мощностью до 60 м и более (высота 20-этажного дома).

Крупнейший оползень развивается в районе Одессы, где обнаружены подвижки земли, которые захватывают почти всю прибрежную территорию города. Инструментальные геодезические измерения показывают, что опускание поверхности земли в западной части городской застройки составляет 1--2 мм/год, а вблизи морского порта достигает 3-6 мм/год. Здесь приходится даже закреплять основание стоящего на косогоре знаменитого Одесского академического театра, который по праву причислен к числу красивейших в Европе.

В Одессе установлено также горизонтальное движение триангуляционных вышек, расположенных на расстоянии 3 км от берега моря.

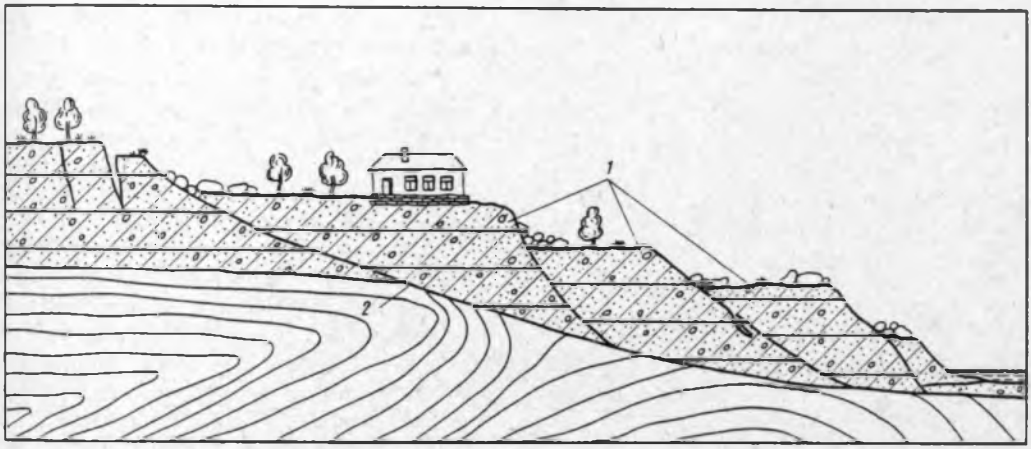


Рис.46. Схема типичного оползня на Южном берегу Крыма
1 — оползневые блоки грунта (делювий); *2* — плоскость скольжения

По предположению Н.И.Кригера и В.В.Севастьянова, здесь происходит оползневый сдвиг прибрежной территории шириной 3 км по лежащим на глубине 20--30 м мэотическим глинам.

Опасный оползень еще с конца XIX в. угрожает большому району Приморского парка в Сочи. Катастрофические подвижки здесь неоднократно наблюдались вблизи санатория им.М.Тореза (ранее -- "Красная Москва"), Гостеатра, гостиницы "Приморская", маяка и других береговых зданий и сооружений. Так, 6 декабря 1933 г. в районе санатория "Красная Москва" от берега оторвался большой участок земли, который сполз в море и на расстоянии 20 м от берега образовал остров шириной 75 м.

Выше мы довольно просто и однозначно объяснили, как развивается оползневый процесс. Однако это был лишь упрощенный вариант такого развития. В природе все намного сложнее.

Описывая механизм образования оползней, ученые десятилетиями спорят о причинах их возникновения. В каждом конкретном случае может действовать большое число факторов, выделить из которых главные, решающие, часто бывает не так-то просто.

Взять хотя бы упоминавшуюся Одессу, классический пример развития гигантского оползня, дискуссия о происхождении которого началась еще в начале XIX в. Подсчитано, что с 1831 г. когда появилась первая статья об одесских оползнях, было предложено не менее 10 самых разных гипотез, пытающихся объяснить причины происходящего здесь оползнеобразования. То же самое относится и к оползням Южного берега Крыма, при изучении которых рассматривается множество гидрологических, климатических, геолого-тектонических и других факторов.

Первая, широко признанная точка зрения, сохраняющая свои позиции чуть ли не с 30-х годов XIX в., главную роль в нарушении устойчивости береговых склонов отводит подземным водам. Именно вследствие их действия, например, в Одессе мэотические глины, на ко-

торых сверху лежит толща одесского известняка-ракушечника, смачиваются, размокают и переходят в вязко-пластическое состояние. В этих глинах геологи нашли целую систему криволинейных плоскостей (так называемых зеркал) скольжения и трещин; их направление показывает явное наличие сдвига горных пород в сторону моря.

То же самое относится к сильно перемятым или трещиноватым майкопским глинам в Эшерском районе Абхазии (северо-западнее Сухуми). При увлажнении их поверхность скольжения превращается в настоящий "каток", по которому сползают верхние слои земли. Об этом свидетельствуют результаты бурения скважин с отбором образцов грунта -- всюду в майкопских глинах обнаруживаются нарушения слоистости и зеркала скольжения, наклоненные на 10--20 ° от горизонтали.

Еще удивительнее ведут себя при увлажнении и подвижках скальные горные породы аргиллиты, широко распространенные в основаниях оползневых массивов Южного берега Крыма. Хотя они обычно бывают сильно выветренными и трещиноватыми, но на первый взгляд, и особенно наощупь, кажутся твердыми и прочными. А вот когда они насыщаются водой, да еще при подвижках перетираются и дробятся, то составляющие их аргиллитовые чешуйки превращаются в ползучую вязкопластическую глинистую пасту. По ней, как по маслу, начинают скользить лежащие выше слои горных пород. Сначала образуются отдельные криволинейные поверхности скольжения, потом они укрупняются, объединяются и, наконец, происходит катастрофическая подвижка, и весь оползневый склон берега сползает в море.

То, что катастрофические подвижки береговых склонов связаны с климатическими факторами, показывает пример Чукурларского и Желтышевского оползней в районе г.Ялты. Они произошли в богатый осадками зимне-весенний период и каждому из них предшествовали сильные и продолжительные дожди.

С инфильтрацией атмосферных осадков непосредственно связана влажность грунтов -- основной показатель их вязко-пластического состояния, приводящего к оползнеобразованию. Например, майкопские глины побережья Абхазии в зимне-весенний сезон повышают свою влажность с 25--27 % в конце лета до 35--50 % весной.

Вторая, принципиально противоположная гипотеза оползнеобразования в своем крайнем выражении отвергает значение подземной и поверхностной воды на суше и отдает приоритет ... воде морской. Здесь главным считается агрессия моря, бросающего в атаку на берег мириады разрушительных волн. В результате подмыва нижнего поддерживающего уступа оползневый склон теряет подпорку, равновесие его нарушается, он падает и скользит в сторону моря.

Сила удара волн о берег может достигать огромной величины, измеряемой десятками тонн на каждый квадратный метр берега. Эта сила бывает разной в различных местах и в разное время, но всегда она зависит от длины так называемого разгона волны, т.е. от пути, который волна проходит до встречи с берегом.

Береговая линия Крымского полуострова сильно изрезана, побережье во многих местах испещрено многочисленными бухтами, которые в какой-то степени гасят энергию штормовых волн. Вблизи Чер-

номорского побережья Кавказа море более бурное. Здесь берег почти полностью открыт для штормов. Преобладающие западные ветры создают наибольший для Черноморья разгон волны, и высота прибоя достигает 6--8 м.

Доказательства того, что катастрофическая подвижка оползневого склона часто следует за подмывом берега, приводит Одесская оползневая станция. Например, в сентябре 1962 г. на территории санатория им.Чкалова в результате потери устойчивости берегового склона в грунте образовалась оползневая трещина, после возникновения которой скорость развития оползня резко увеличилась. Более чем через год, а именно в ночь с 13 на 14 октября 1963 г., произошла катастрофическая подвижка: от берега отделился и опустился вниз большой массив грунта длиной 420 м и шириной 35 м. Одна часть его передвинулась на 6 м в горизонтальном направлении в сторону моря, другая повернулась и наклонилась, составив угол в 4--10° от горизонтальной плоскости.

Наблюдения за катастрофическими подвижками уже упоминавшихся Чукурларского и Желтышевского оползней в зимне-весенний сезон 1907, 1924, 1940 и 1961 гг. показывают, что они произошли не только из-за сильных дождей, но и в результате интенсивных штормов на море, сила которых достигала 4--6 баллов.

Пример "вечности" абразионного процесса дают не только геологические исследования, но и археологические.

В 1973 г. научный сотрудник Феодосийского музея А.Айбабин провел в Коктебельском заливе на Восточном берегу Крыма подводные археологические работы. Со дна моря с глубины 3--5 м на расстоянии до 300 м от берега было поднято большое количество остродонных амфор, в которых древние купцы привозили в Крым вино и масло. Как попали они на дно бухты?

Первое приходящее в голову объяснение -- это то, что найденная посуда находилась на затонувших кораблях или что сосуды были уронены в море при разгрузке судов в порту. Эта версия была полностью опровергнута, когда при раскопках Хазарского городища VIII--IX вв. на береговом холме Тепсень были обнаружены точно такие же амфоры, как и на дне моря. Это могло означать только одно: морской прибой в течение столетий размывал берег, среди пластов которого находился средневековый культурный слой, волна уносила и разбрасывала по дну залива нынешние находки археологов. И сегодня этот процесс упорно продолжается (рис.47). После шторма на пляже нередко можно обнаружить черепки древних амфор.

Третьей причиной оползнеобразования, против которой почти никто не возражает, а ряд ученых даже отдают ей предпочтение перед другими, является сейсмичность. Действительно, например, территория Южного берега Крыма подвержена довольно частым, хотя и небольшим землетрясениям интенсивностью 2--4 балла (изредка бывают и сильные землетрясения, сила которых достигает 8 баллов). Подземные толчки способствуют разрушению горных пород, образованию новых трещин, нарушению плотности массивов грунта. В результате землетрясений происходит вибрационное "разжижение" даже совершенно сухого грунта.

Это явление широко известно: твердые частицы при динамическом воздействии отделяются друг от друга и как бы "всплывают". Ес-

Рис.47. Оползни на берегу Коктебельской бухты

ли такая разжиженная масса наклонена, она начинает течь, а по ней скользят лежащие выше слои горных пород. Например, считают, что оползни в районе Алупки -- Симеиза происходят именно в связи с действием землетрясений. Отобранные там образцы тонкочешуйчатых аргиллитов, залегающих в основании оползневых склонов, были исследованы в лабораторных вибрационных приборах. В результате установлено, что прочность этих горных пород при вибрации снижается в 2--2,5 раза, и они мгновенно приобретают текучее состояние. При прекращении вибрации грунты восстанавливают свою прочность, но занимают уже новое положение. Серия следующих друг за другом, хотя бы и с "передышкой", сейсмических воздействий на оползневые склоны может приводить к ступенчатым периодическим смещениям грунтовых массивов относительно друг друга. В конечном счете это ведет к общей потере их устойчивости, т.е. к катастрофическим подвижкам, оползням.

Ряд ученых возражают против представления о пластическом характере деформаций подстилающих глин и считают, что оползневые смещения происходят по поверхности скольжения, образующейся при хрупком их разрушении по трещинам.

Вредное влияние на оползневые районы прибрежных городов оказывает не только природа со своими морскими прибоями и разливами рек, но и сами города. На первый взгляд это кажется парадоксальным, но факт остается фактом. Возводя здания, портовые, складские, доковые сооружения, корпуса заводских цехов, люди перегружают береговые склоны, создают дополнительное давление на грунт. Застройка береговой территории сильно задерживает сток дождевых и талых вод. Если до строительства зданий и сооружений поверхностные потоки свободно уходили в море, то теперь они остаются на суше, впитываются в почву и разрушают грунт. Кроме этого, нередко (особенно в прошлом) неразумный подрыв береговых откосов, расширение пляжей, рытье траншей, рвов, канав снижает устойчивость склонов, делает их подвижными. Все это усиливает процесс оползне-

образования и может привести к катастрофе.

Влияние "подрывной" (в буквальном смысле слова) деятельности человека можно проследить на примере трех оползней, расположенных на водоразделе рек Шицквара и Мазиквара, северо-западнее Сухуми. Эти оползни проявили себя в 1947--1948 гг., когда выемки строившейся в то время автодороги подсекли слои грунта, которые и так были наклонены в сторону моря на 18--20 °. Ослабление оползневого склона привело к крупным подвижкам грунтовых массивов, одна из которых, например, составила 31--33 мм. При этом развился оползень длиной 210 м, шириной 60 м и глубиной 7--9 м.

В пределах Чукурларского и Желтышевского оползней в Ялте катастрофические подвижки неоднократно происходили в результате хищнического вывоза с пляжей гальки для строительства. Следствием этого, так же как при подмыве берега волнами, было ослабление опорных массивов, на которые до поры до времени опирались склонные к оползанию грунты. Здесь же отмечено влияние на развитие катастрофических подвижек оползневых склонов строительства различных зданий и сооружений, нарушающих равновесие массива.

Современная наука в отличие от прошлых времен считает необходимым комплексно учитывать все факторы оползнеобразования. Действительно, накопленные материалы многолетних исследований оползней в разных прибрежных районах Причерноморья (да и не только его) показывают, что подмыв берега морскими волнами, обводнение массивов грунта подземными водами, сейсмичность, деятельность человека влияют на оползнеобразование почти в одинаковой степени. Недоучет любого из них может привести к серьезным ошибкам.

Вместе с тем в каждом конкретном случае для выбора очередности противооползневых мероприятий необходимо знать, какой фактор влияет на развитие оползней в первую очередь, а какой проявляет себя позже. От этого зависит, нужно ли, например, срочно организовать отвод поверхностных и подземных вод или же начать с укрепления берега.

Отвод дождевых и подземных вод, пожалуй, одно из самых ранних мероприятий, которое было придумано человеком. Мы встречаем описание водосточных канав еще у римского архитектора I в. до н.э. Витрувия. Археологи нашли следы дождевой канализации в развалинах затонувшего Себастополиса, Эпидавра, Херсонеса и других поселений. Древние дренажные прорези обнаружены на оползневых склонах Южного берега Крыма, на Керченском полуострове и во многих других районах древнегреческой колонизации. Эффективная конструкция деревянного ряжевого дренажа применена в XIV в. для противооползневых сооружений города Великие Булгары (рис.48, 49). Перехватывая поток грунтовых вод, дренаж защищает крутой берег р.Меленки от обрушения.

Большое число водосборных и водоотводных галерей и штолен, построенных еще в XIX в., находятся под Ялтой, в Одессе и других местах Причерноморья. Многие из них успешно выполняют свою задачу и поныне.

В наше время перехват и организованное отведение дождевых и талых вод, текущих по крутой поверхности земли на причерноморской территории, осуществляется устройством сложной разветвленной системы канав и лотков -- до-

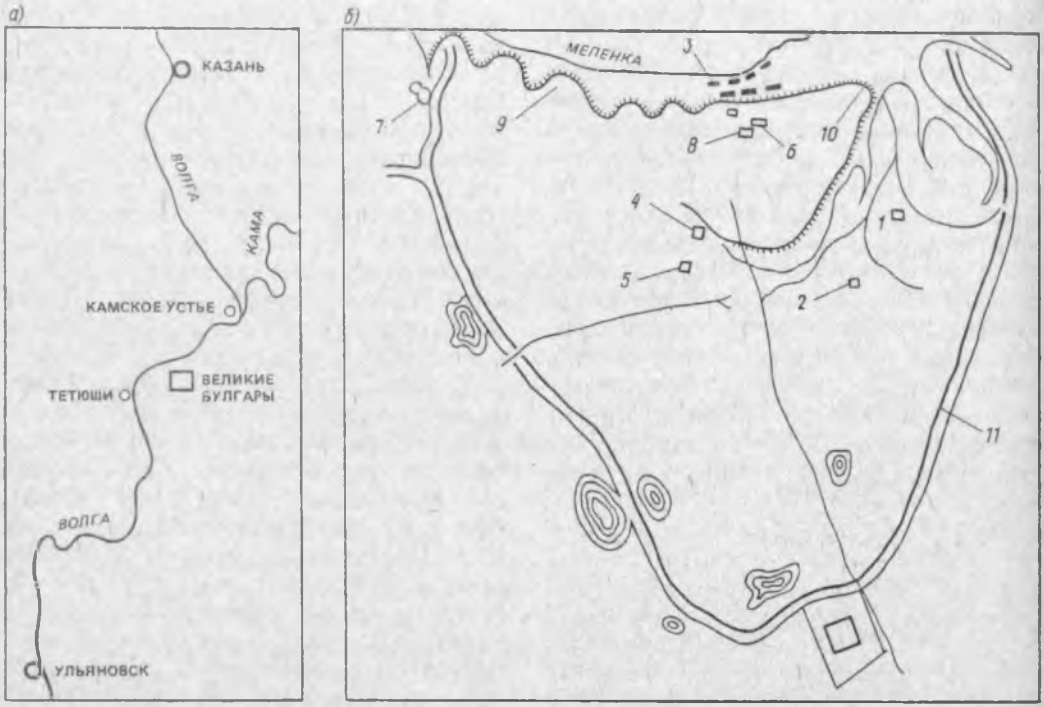


Рис.48. Главный город волжской Булгарии Великие Булгары
а — географическое местоположение города; *б* — памятники архитектуры на территории города; *1* — ханская усыпальница; *2* — башня (малый минарет); *3* — противооползневые дренажные ряжевые конструкции; *4* — Черная палата; *5* — Белая палата; *6* — монастырский погреб; *7* — мавзолей; *8* — остатки соборной мечети; *9* — Бабий бугор; *10* — Каптелев бугор; *11* — земляной вал со рвом

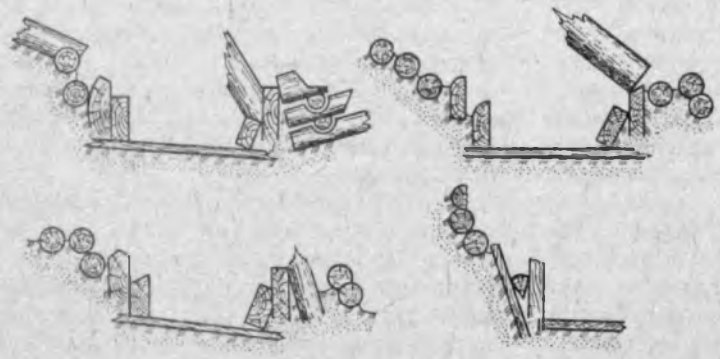


Рис.49. Ряжевые конструкции дренажа противооползневых сооружений Великих Булгар

Остатки укреплений Месембрии (ныне Несебр, Болгария), основанной древнегреческими колонистами

Наводнение в старой Москве
(см. след. разворот)

ЗУБНОЙ ВРАЧЪ

Венеция. Большой канал

Парадный вид Венеции со стороны лагуны

Прием французского посла в Венеции, 1740 г. (Каналетто. Государственный Эрмитаж, Ленинград)

(см. след. разворот)

Старинные дворцы на Большом канале Венеции

Венецианские причалы (Фото В. Позняк)

Традиционная праздничная регата на Большом канале Венеции

Невысокий прилив на венецианской площади

◀

Венеция. Площадь Сан-Марко. Слева — Дворец Дожей

Площадь Сан-Марко после обычного прилива

Мост Риальто на Большом канале Венеции (Фото С. Хасина)

Гондолы — транспорт Венеции (Фото В. Позняк)

Один из многочисленных каналов Венеции (Фото С. Хасина)

Сухопутный тупичок в старых кварталах Венеции (Фото В. Позняк)

ждевых стоков. Они перехватывают воду, не дают ей попадать на участки оползней, размывать почву и, главное, насыщать грунты оползневых склонов. По специально уложенным в земле трубам-коллекторам дождевая вода отводится в море.

Такую же роль играет и дренаж, перехватывающий подземные воды. В простейшем случае дрены устраиваются в виде канав-прорезей. Они заполняются хорошо фильтрующим местным материалом: крупным песком, гравием, щебнем, битым камнем.

Наиболее эффективное устройство -- трубчатый дренаж. В заранее вырытые траншеи укладывают гончарные, асбестоцементные (реже -- дырчатые стальные или пластмассовые) трубы, звенья которых соединяют друг с другом муфтами или раструбами. Дренажные трубы сверху обсыпают песком или гравием, образующим обратный фильтр - переход от пор мелкозернистого дренируемого грунта к водоприемным отверстиям дрен.

В ответственных случаях, при большом объеме перехватываемой подземной воды сооружаются дренажные и водоотводные (коллекторные) галереи и штольни. Они возводятся из железобетона или каменной кладки и имеют такие размеры, что в них может пройти человек.

По расположению и назначению противооползневые дренажи разделяются на перехватывающие, систематические и присклоновые. Первые устраиваются на подходе к оползню и служат для перехвата потока подземных вод, обводняющих грунты. Систематические дренажи представляют собой равномерно (систематически) расположенные по оползневой территории дренажные сооружения.

В обоих случаях удобно применять в качестве дренажей линейные заградительные или расставленные в плане по прямоугольной сетке (например, в шахматном порядке) водопонизительные буровые скважины. Такой дренаж в отличие от горизонтального называется вертикальным. Его преимуществом является то, что водопонизительные скважины могут доводиться до самой плоскости скольжения и поэтому наиболее полно захватывают водоносный слой. Горизонтальные дрены на большую глубину уложены быть не могут -- слишком глубокой бы оказалась траншея, да и отрыть ее не так-то просто. В то же время вертикальный дренаж имеет крупный недостаток: если по горизонтальным дренам отобранная из грунта вода сама стекает к водосборникам, то из скважин ее приходится откачивать насосами. Это удорожает эксплуатацию дренажа, поскольку требуется расход электроэнергии.

Одним из действенных дренажных мероприятий, значительно повышающих устойчивость оползневого массива, является устройство присклонового дренажа, ликвидирующего обводнение самой опасной -- нижней части склона. Это устройство может быть сделано в виде откосного дренажа, состоящего из пластовых песчано-гравийных засыпок, линейной горизонтальной трубчатой дрены или системы параллельных друг другу горизонтальных скважин (рис.50). Последние закладываются в нижнюю часть откоса и, как шпильки, держат его от оползания.

Очень эффективны лучевые горизонтальные дренажи (рис.51). Они сооружаются в виде кустов радиальных скважин, выходящих из одной точки, и охватывают намного бо́льшую площадь, чем парал-

лельные скважины. В других случаях лучевые дренажи могут применяться для осушения полуциркульного оползневого амфитеатра (так называют инженеры-геологи полукруглые в плане оползневые склоны). В этом случае горизонтальные скважины прокладываются из специально сооруженного центрального водосборного колодца, где устанавливается насос для откачки воды.

Положительная роль водоотводных и дренажных мероприятий в борьбе с оползнями видна из примера их многолетнего применения северо-западнее Сухуми. Здесь еще в 1940--1941 гг. была построена разветвленная сеть перехватывающих и водоотводных дождевых и дренажных канав. С помощью дренажа уровень подземных вод в "голове" оползня был понижен на 4 м. В результате оползневые подвижки в этом районе почти прекратились. Во всяком случае в 1951 г. скорость движения заложенных в грунте реперов снизилась до 0,01--0,023 м/год (вместо 4,2--6,6 м/год, как было до этого), а почти 60 % всех реперов вообще "замерли" на месте.

Большое значение в закреплении и осушении оползневых склонов имеют лесопосадки. Так, в Эшерском районе Абхазии на пло-

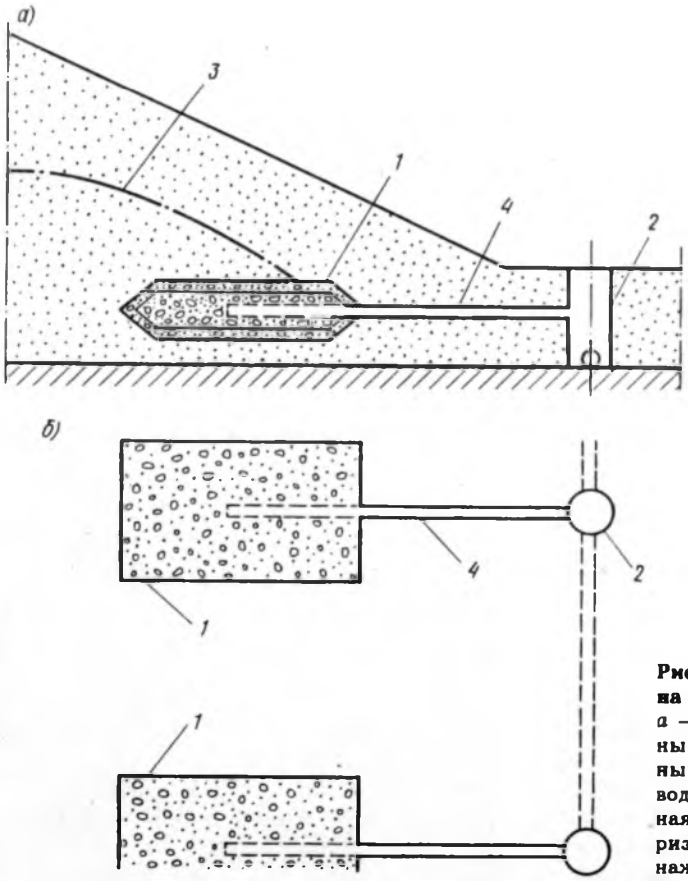


Рис.50. Дренаж оползневого склона горизонтальными скважинами
а — разрез; б — план; *1* — обратный двухслойный песчано-гравийный фильтр; *2* — колодец водоотводной системы; *3* — депрессионная поверхность пониженного горизонта подземных вод; *4* — дренажная труба-скважина

щади 6 га в 1951 г. было посажено около 8 тыс. саженцев дуба, платана, каштана, алычи, акации шелковой и мелии иранской, а на территории 15 га высажены влаголюбивые эвкалипты -- "деревья-насосы".

Говоря о борьбе с оползнеобразованием, нельзя не упомянуть и о таком мероприятии, как перераспределение грунтовых масс на оползневом склоне. Так, в районе Одессы и на Черноморском побережье Кавказа довольно часто ведут уположивание склонов со срезкой грунта в активной части оползня и пригрузкой его пассивной части. При этом равновесие и устойчивость склона намного повышается.

Большой успех в борьбе с оползнями обеспечивают берегоукрепительные сооружения. Конечно, если бы это не было слишком дорого, лучше всего было бы "одеть" все берега в камень и бетон, т.е. построить всюду волноотбойные подпорные стенки. Во многих, хотя и не во всех, приморских городах Южного берега Крыма и Черноморского побережья Кавказа мы видим такие набережные, о нижнюю часть которых разбиваются волны. Подобные берегоукрепления служат надежной границей двух стихий. Одной своей стороной, обращенной к морю, они гасят накат волны, а другой, противоположной, -- создают упор в основании берегового склона, защищают его от обрушения. Отсюда и название -- подпорная стенка. Кстати, очень часто именно ее берегоудерживающая

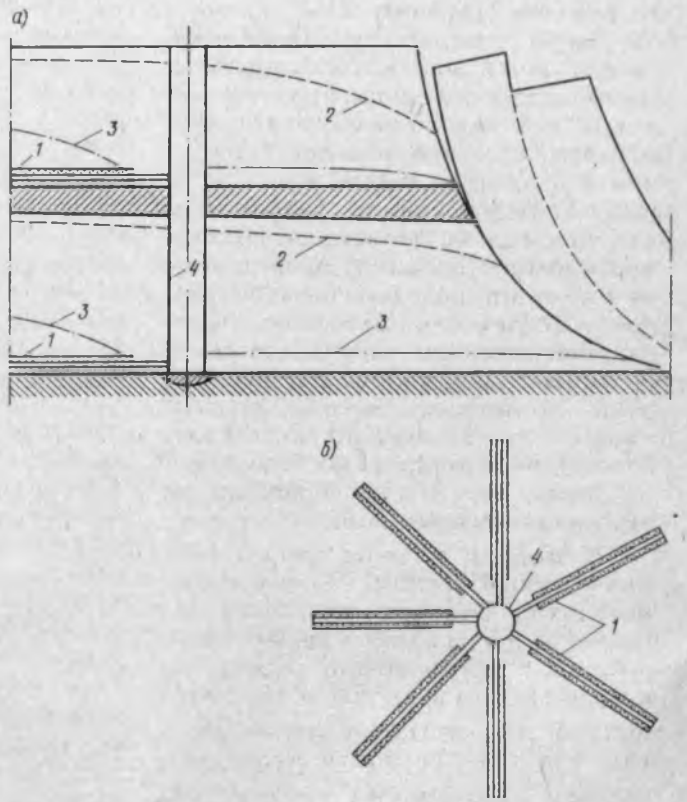


Рис.51. Дренирование оползневого склона лучевыми скважинами

а — разрез; *б* — план; *1* — горизонтальные дренажные трубы-скважины с песчано-гравийным фильтром (обсыпкой); *2* — уровень подземных вод до устройства дренажа; *3* — то же, после устройства дренажа; *4* — водосборная шахта (колодец)

роль оказывается главной, а борьбу с волнобоем берут на себя другие сооружения -- волноотбойные.

Волноломы, каменные или бетонные стенки, ставят на дно, прямо в море, параллельно урезу воды. Они не подпускают волну к берегу, разбивая ее еще на подходе. Часто их делают с перпендикулярными отростками-траверсами, которые соединяют волноломы с берегом. Другая модификация волноотбойных сооружений -- волногасящие буны. Фактически -- это те же перпендикулярные или установленные под некоторым углом к берегу стенки-траверсы, только без идущего вдоль берега волнолома. Между бунами часто насыпают искусственный пляж из гальки. Иногда направление прибрежных морских течений таково, что пляж намывается естественным путем с помощью самих же волн, которые заносят песком и галькой ячейки, образованные бунами. Такие береговые укрепления применяются в Крыму и на Черноморском побережье Кавказа, благодаря чему спасены от оползней многие курортные районы.

В арсенале средств борьбы с волнобоем есть и другие, более интересные и смелые инженерные решения. Некоторые из них значительно современнее и "изящнее" громоздких, как средневековые крепостные стены, волноломов. Например, предлагается установить на дне моря вдоль берега трубу с отверстиями-соплами, через которые подавать в воду сжатый воздух (или водяные струи с большим напором). Образующаяся таким путем заградительная стенка-невидимка эффективно гасит энергию волн.

Существуют и проекты (некоторые из них осуществлены) плавучих волноломов, которые до дна не достают и держатся на якорях. Так, американский океанолог Д.Исаак предложил устанавливать в море на определенной глубине ряды соединенных друг с другом полых стальных шаров полуметрового диаметра. Такая заградительная "стенка" часть волновой энергии поглощает, а часть отбрасывает обратно в море.

Рассказывая о разрушительном воздействии волн и поверхностных потоков воды на береговые оползневые склоны, мы подчеркнули долговременность, "вечность" этих процессов, действовавших в прошлые века и происходящих в наши дни. И время сохранило прямые доказательства оползнеобразования прошедших столетий?

В 1948 г. при инженерно-геологических изысканиях в Эшерском районе на глубине 35 м от поверхности земли были обнаружены явные остатки древних оползней. Разрывы в толще горных пород, происшедшие в глубокой древности, несомненно могли быть результатом оползнеобразования (хотя есть мнение, что это следы тектонических деформаций). Аналогичные древние оползни, "захороненные" под более поздними слоями земли, обнаружены на побережье Крыма, на юге Франции, Испании и в других прибрежных районах Средиземноморья.

Эти факты делают вполне достоверной гипотезу абразионно-оползневого затопления древних прибрежных городов. Она находит подтверждение не только в берегоукрепительных сооружениях Себастополиса, но и в развалинах античной Гермонассы и средневековой Тмутаракани на Таманском полуострове, в дренажных канавах Фанагории. О наличии следов оползания берега в древней Ольвии свидетельствуют и археологические исследования, о которых, как уже указывалось, со-

общает ленинградский ученый К.К.Шилик.

Водные и селевые потоки на берегу, действующие одновременно с морским прибоем, -- тоже одна из очень вероятных причин гибели некоторых древних приморских городов. На границе "море -- суша", на узкой береговой полосе, так же как ныне, встречались два грозных природных процесса. С одной стороны, морские волны размывали и обрушивали берег -- шло наступление моря на сушу. С другой стороны, потоки дождевой и талой воды размывали поверхность земли и вместе с реками выносили гальку, песок, глину на прибрежные пляжи -- суша наступала на море.

Восстанавливая картину событий, происшедших когда-то на побережье Черного, Средиземного и других морей, перенесемся в те времена, когда отважные древнегреческие мореплаватели на своих парусно-весельных кораблях причаливали к новым для них берегам и основывали там колонии. Все мысли их были сосредоточены на добыче драгоценных камней и металлов и других богатств, на торговле с местными сарматскими и другими царями, на борьбе с ахейцами и гениохами. И, конечно, они не задумывались о прочности берегов, на которых строили свои дома, крепости, храмы. А море беспощадно и неотвратимо делало свое дело.

Одновременно с морем разрушению берега косвенно способствовали и возведенные древними строителями сооружения. Крепостные стены задерживали дождевые и талые воды, которые, как мы уже знаем, просачиваются в землю, увлажняют подстилающий слой глины, превращая его в плоскость скольжения. В результате этого наступал момент, когда сдвигающая сила, действующая на береговой склон, становилась больше силы трения, удерживавшей их ранее в равновесии. И тогда начинался оползень: городские постройки ползли к морю, обрушивались крутые берега, трещали крепостные стены, города уходили под воду.

Но если на береговой полосе происходили лишь обрушения земляных склонов под ударами морских волн и смыв почвы поверхностными водами, то от древних городов не осталось бы в буквальном смысле "камня на камне", и на дне морском ученые находили бы лишь хаотичные груды обломков. А они обнаруживают целые дома, крепости и даже городские кварталы. Значит, дело не только и, возможно, не столько в морских волнах и водяных потоках с гор. Видимо, здесь действовали и те процессы, о которых говорилось ранее, т.е. тектонические колебания земной поверхности, эвстатический подъем уровня моря и оползневые сдвиги. Во многих случаях, возможно, именно совместное действие этих факторов и привело многие древние города на дно моря.

Глава 4

ГОРОДА ПРОДОЛЖАЮТ ТОНУТЬ

НАВОДНЕНИЯ

Наряду с необратимым затоплением многих прибрежных городов постоянно и повсеместно происходят набеги воды на сушу -- наводнения. Они бывают на берегах морей, рек и озер, случаются и вдали от берегов, в горах и на равнинах, в тропиках и в заполярье. Разнообразны их проявления, многочисленны причины, их порождающие.

Память человечества хранит предания о многих катастрофических наводнениях. Наиболее известное из них -- библейский "всемирный" потоп, когда "разверзлись все источники великой бездны, и окна небесные отворились; и лился на землю дождь сорок дней и сорок ночей. И продолжалось на земле наводнение сорок дней, и умножилась вода... И усилилась вода на земле чрезвычайно, так что покрылись все высокие горы, какие есть под всем небом. На пятнадцать локтей поднялась над ними вода, и покрылись горы... Все, что имело дыхание духа жизни в ноздрях своих на суше, умерло. Вода же усиливалась на земле сто пятьдесят дней... И закрылись источники бездны и окна небесные, и перестал дождь с неба. Вода же постепенно возвращалась с земли, и стала убывать вода по окончании ста пятидесяти дней". Этот потоп представлял, по-видимому, большое наводнение, которое произошло в долине рек Тигр и Евфрат около 5 тыс. лет назад. Геологи считают, что оно охватывало территорию, простиравшуюся полосой (ширина 160 км) на 630 км к северу от Персидского залива.

Подобные "всемирные" потопы описаны и в китайской мифологии, и в мифологии майя, и в шумерском, и в аккадском, и в древнеиранском эпосах. Это -- древность. Но и сегодня набеги воды на сушу не редкость (рис.52--55). Просмотрите газеты за последний месяц, обязательно найдете сообщение о двух-трех наводнениях.

Например, лето 1977 г. принесло большие наводнения в разных районах мира. В середине июля на центральную и северную Испанию обрушился ливень, равного которому страна не видела полстолетия. В провинциях Бискайя и Гипускуа вышедшие из берегов реки затопили целые районы. В начале июля проливные дожди прошли в юго-западных районах Франции, вызвав наводнения в районе Тулузы и департаментов Жер, Ло и Гаронна. Нанесен большой материальный ущерб, есть человеческие жертвы. В эти же дни сильное наводнение поразило столицу Южной Кореи -- Сеул. Ураган и ливни в течение более суток переполнили протекающую через город р.Хан. Потоки воды разрушили жилища, лишив

Рис.52. Наводнение в городе на севере Италии после сильных дождей в сентябре 1981 г.

Рис.53. Наводнение в одном из испанских городов в 1987 г. в результате разлива реки после сильных дождей

Рис.54. Наводнение в Индии, вызванное муссонными ливнями в августе 1983 г. (Выпало более 90 % среднегодовой нормы осадков. В результате наводнений погибло более 100 человек, эвакуировано более 30 тыс. человек)

крова 80 тыс. человек, снесли мосты, линии элетропередач, нарушили связь, дороги. Ущерб оценивается в 10 млн.долларов, есть жертвы. В Пакистане в эти же июльские дни волна проливных муссонных дождей вторично за десять дней обрушилась на г.Карачи. За сутки выпало 127 мм осадков. Наводнение разрушило мосты, прервав автодорожное сообщение. Это далеко не полный перечень наводнений только за один месяц.

По данным ООН, за 10 лет (1976--1985 гг.) от наводнений пострадало во всем мире более 150 млн. человек.

Наводнение -- понятие относительное. Уровень воды в морях и реках периодически колеблется. В морях и океанах -- это приливы и отливы, в реках -- паводки и половодья, сменяющиеся меженью. При периодических подъемах уровня воды затапливаются определенные территории суши у морских берегов, поймы в речных долинах. Наводнения ли это? Нет, никто так не считает. Под наводнениями обычно понимают непредвиденные заранее,

Рис.55. Разлив реки Риони, прорвавшей дамбу в январе 1987 г. (Фото С.Чирикова)

приносящие ущерб затопления территорий. Связаны они с непериодическими колебаниями уровня воды в морях, реках и других водоемах, с необычно большим выпадением осадков, быстрым таянием снега и льда, с рядом других естественных, а иногда и искусственно вызванных человеком явлений.

На берегах океанов и морей, а иногда и озер наводнения чаще всего обусловлены динамическими процессами в атмосфере -- циклонами, ураганами, штормовыми ветрами. По принятой в гидрологии классификации такие наводнения относят за счет анемобарических (т.е. вызванных движением воздушных масс и изменениями атмосферного давления) непериодических колебаний уровня водоема. Прибрежные районы оказываются в опасном положении, когда образующийся над морем циклон с пониженным атмосферным давлением в его центре поднимает уровень воды и этот "водяной горб" начинает затем растекаться, образуя длинную волну. По мере приближения к берегу, с уменьшением глубины, высота волны возрастает. Дрейфовые, разогнанные ветром течения подгоняют к берегу большие массы воды, короткие штормовые волны обрушиваются на берег и гонят на сушу поток, не успевающей оттекать обратно в море и поднимающий уровень воды у берега. Так происходят штормовые нагоны, на счету которых множество катастро-

фических наводнений. На берегах Бенгальского залива в 1864 и 1876 гг. от штормовых наводнений погибло около 250 тыс. человек, на Мартинике и Санта-Лючии (между Атлантикой и Карибским морем) в 1870 г. -- 15 тыс.человек. В 1900 г. ураган обрушился на г.Галвестон в Техасе, подняв уровень Мексиканского залива на 5 м выше прилива и разогнав штормовые волны 8-метровой высоты. Город был стерт, погибли 5 тыс.человек. Штормовой нагон на оз.Окичоби (Флорида) привел к гибели 2 тыс.человек. Тайфун "Вера" в 1956 г. утопил в Японии 5 тыс. человек и еще 600 тыс. лишил крова. Список таких катастрофических наводнений, к сожалению, велик.

Метеорологи ведут наблюдения за ураганами, изучают их структуру, динамику развития. Для этого используют спутники, авиацию. Наблюдения с помощью спутников дают широкомасштабную общую картину движения циклонов, а самолеты-лаборатории позволяют исследовать физические их характеристики. Советско-кубинская экспедиция в 1987 г. на самолете АН-12 впервые проникла в центр тропического урагана "Эмили", но настигла его при распаде, когда ураган превращался в шторм. В 1988 г. этот самолет-лаборатория 11 раз проникал в "глаз" суперурагана "Джильберт". Этот "ураган века" с ветрами скоростью свыше 370 километров в час прошел над странами Центральной Америки и Карибского бассейна -- Мексикой, Гватемалой, Ямайкой, Доминиканской республикой, Гаити, Венесуэлой, оставив за собой разрушения и человеческие жертвы. Сверху же, с самолета открывалось зрелище неправдоподобной красоты: огромная, радиусом в 20 км воронка белых облаков под ослепительно голубым небом. Спустившись до минимально возможной высоты, исследователи увидели внизу странные, ни на что не похожие облачные волны, которые, сталкиваясь, сходились к центру урагана. Экспедиция получила большой объем информации и показала, что и в зоне урагана можно нормально работать. Фактические сведения об ураганах составляют основу математических моделей, которые позволяют прогнозировать развитие циклонов, предсказывать направления их движения, предупреждать об опасности.

Способен ли человек противостоять штормовым наводнениям на открытых берегах морей и океанов?

Атмосферные процессы, порождающие эти катастрофические наводнения, обладают колоссальной энергией. Один ураган соизмерим или даже может превышать все современные энергетические возможности человечества. И тем не менее борьба с этой стихией возможна. Воздействия на атмосферу основаны на управлении неустойчивыми процессами, течение которых может быть изменено с малыми энергетическими или материальными затратами.

С 50-х годов, например, проводятся работы по распылению в облаках и вихрях мельчайших кристаллов йодистого серебра. Это опыление вызывает конденсацию влаги, распад облаков и другие изменения атмосферных процессов. На Кавказе этим методом пользуется противоградовая служба, предотвращающая большую часть ущерба, причинявшегося ранее градом сельскому хозяйству. В США предпринимали попытки использования этого метода для борьбы с тропическими ураганами. Эксперименты, проводившиеся в течение 8 лет, показали, что можно заметно уменьшить скорость ураганов, из-

менить их траекторию. Есть еще ряд возможностей активного воздействия на динамику атмосферных процессов.

Однако воздействия на атмосферные процессы пока дают не только ожидаемые результаты, но и нежелательные косвенные последствия. Эксперименты над ураганами оказали ощутимое влияние на климат больших территорий, вызвав засухи в одних местах и наводнения в других. Ураган "Агнес" в июне 1972 г. был засеян йодистым серебром, после чего буря утихла. Но на приморских равнинах от Флориды до Нью-Йорка прошли сильные дожди, вызвавшие наводнения со значительным ущербом.

Как во многих случаях воздействия на природу и, может быть, в наибольшей степени при воздействии на атмосферу, требуется тщательный и всесторонний учет всех возможных последствий. Управление атмосферными процессами обещает человечеству огромную выгоду, но при неосторожном использовании может грозить опасными последствиями.

Характерные условия нагонных наводнений возникают вблизи устьев рек. Штормовой нагон "запирает" сток реки и подъем уровня воды происходит за счет совместного действия этих факторов. Известный пример таких нагонов -- наводнения в Ленинграде. Затопления в нем происходят ежегодно, иногда по несколько раз в год, начиная от времени основания города и по сей день. Высота подъема воды и площадь затопления различны. Подъемы воды выше 1,5 м над ординаром (ординар -- средний, примерно за 100 лет, уровень у пристани возле Горного института) зарегистрированы около 230 раз начиная с 1703 г. Первое катастрофическое наводнение -- 3,1 м над ординаром -- произошло 10 сентября 1777 г., а самое крупное наводнение -- 3,89 м над ординаром -- 7 ноября 1824 г., когда невские воды покрыли две трети территории города. Описание этого наводнения с достаточно ясным указанием причин и следствий дает А.С.Пушкин в "Медном всаднике":

...Силой ветров от залива
Перегражденная Нева
Обратно шла, гневна, бурлива,
И затопляла острова.
Погода пуще свирепела,
Нева вздувалась и ревела,
Котлом клокоча и клубясь,
И вдруг, как зверь, остервенясь,
На город кинулась. Пред нею
Все побежало, все вокруг
Вдруг опустело - воды вдруг
Втекли в подземные подвалы,
К решеткам хлынули каналы,
И всплыл Петрополь, как Тритон,
По пояс в воду погружен...

Это наводнение смыло 324 дома, серьезно повредило 3257 домов (а в ту пору на Невском проспекте стояло всего 100 домов), погибли 208 человек (по другим источникам -- погибли 569 человек), 3600 голов скота.

Через 100 лет, 23 сентября 1924 г. подобное наводнение повторилось -- 3,69 м над ординаром. Было затоплено несколько районов -- около 70 км^2 территории города, пострадали порт, ряд заводов и фабрик, снесено несколько мостов. Наводнения приносят большой ущерб городу: в 1955 г. -- 403,5 млн. руб., в 1975 г. -- 366 млн. руб., а в среднем по 90,5 млн. руб. ежегодно.

Еще Петр I пытался противодействовать наводнениям, приказав рыть на Васильевском острове каналы-отводы, по которым во время нагона воде было бы куда деваться.

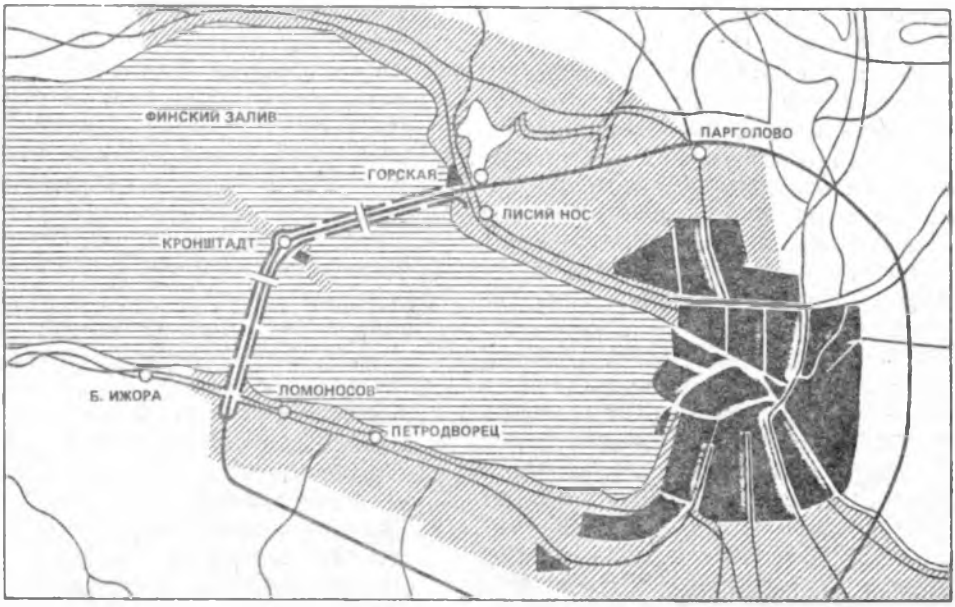


Рис.56. Схема защиты Ленинграда от наводнений

Это намерение не было доведено до завершения.

После наводнения 1777 г. Екатерина II, по заключению "знатоков", сделала выговор начальнику городской полиции за то, что "суда стояли столь неправильно, что они помешали невской воде выйти в море". Такое вот было "научное" обоснование.

Через год после наводнения, описанного в "Медном всаднике", был объявлен всероссийский конкурс на проект защиты Петербурга от наводнений. В 1835 г. профессор П.П.Базен, директор Петербургского института путей сообщения, основываясь на действительно научных представлениях о причинах нагонных наводнений, предложил проект защиты города: пересечь Финский залив дамбами длиной около 20 км от Ораниенбаума (ныне Ломоносов) через Кронштадт к Лисьему Носу на северном берегу, с устройством шлюза. Этот проект положен в основу и современного плана защиты, вошедшего в генеральный план развития Ленинграда.

В 1978 г. был утвержден проект, представленный Ленинградским отделением института Гидропроект им. С.Я.Жука, а в 1979 г. принято постановление Совета Министров о строительстве сооружений защиты, завершить которые намечено в 1990 г. Этот сложный комплекс сооружений (рис.56) длиной более 25 км включает 11 каменно-земляных дамб, 2 судопропускных сооружения шириной 110 и 200 м, 6 водопропускных отверстий с 64 затворами шириной по 24 м. Максимальный расчетный подъем уровня воды --5,4 м. По гребню сооружений через Финский залив пройдет шестиполосная автомагистраль -- часть скоростной кольцевой дороги, проектируемой вокруг Ле-

нинграда. Под судоходными каналами прокладываются туннели, над водопропускными пролетами возводятся мосты.

Проект имеет обоснование, в котором принимали участие ученые и инженеры 52 исследовательских и проектных организаций. Во ВНИИ гидротехники им. Б.Е.Веденеева в 1984 г. построена не имеющая себе равных по размерам гидравлическая модель Невской губы.

В ходе строительства защитных сооружений стала, однако, ухудшаться экологическая обстановка. В 1986--1988 гг. в печати начали публиковаться выступления чуть ли не об "экологической катастрофе", о том, что в результате уменьшения водообмена Невская губа может превратиться в гниющее болото. Первые признаки этого уже появились в виде застойных зон с обилием сине-зеленых водорослей. Специалисты объясняли это тем, что строители не выполняли всех требований проекта. В 1984 г. был открыт сухопутный проезд от северного берега залива на остров Котлин, что улучшило условия для продолжения строительства. Требование же по расчистке строившихся водопропускных отверстий не было выполнено. В результате -- образование застойной зоны. Кроме того, строительство гидротехнического комплекса ведется с опережением предусмотренного создания водоочистных сооружений во всем бассейне Невы и Ладожского озера. Ухудшение экологической обстановки рассматривалось поэтому как временное явление.

Отвечая корреспонденту Литературной газеты, главный инженер проекта С.А.Агалаков растопыренными пальцами уперся в стол: "Вот дамба. Это же гребешок. Вода свободно циркулирует в проемах". И хотя общее сечение проемов в полтора раза больше площади рукавов дельты Невы, дамба отнюдь не гребешок. Двухсотметровые отверстия сменяются километровыми глухими плотинами.

Обеспокоенная общественность не принимает на веру доводы специалистов. Вот, например, высказывание писателя Б.Можаева в Литературной газете (1988 г.): "А сколько нелепостей встречаешь при решении технических проблем! Как, скажите, мог прийти в голову проект чудовищной ленинградской дамбы? Недавно был в Голландии, одна треть территории которой отвоевана у моря и находится на 20--40 м ниже его уровня. Там строительство водозащитных сооружений является для страны роковым вопросом: "Быть или не быть?" И как же они его решили? Они тоже построили дамбу, но не такую, какую упорно, несмотря на все выступления общественности, возводят в Ленинграде, -- не сплошную стену, а подъемные шлюзы. Они отлично знают, что шлюзовой способ дороже сплошного во много раз, знают и то, что на шлюзы нельзя списать сотни "лишних" миллионов гульденов, как можно это сделать при возведении сплошной дамбы -- мол, засыпали в дамбу десять миллионов тонн грунта, а его море унесло. Надобно списать расходы... Знают и голландцы эту уловку, эту липовую дешевизну. Но возвели они шлюзы и в конечном итоге выиграли: там вода не зацветет, не завоняет... В обычном состоянии шлюзы подняты, морская вода свободно проходит в лагуны и выходит из них. В шторм шлюзы опускаются и надежно охраняют землю от наводнения. И представьте себе, именно общественность заставила специалистов построить этот более дорогой, но в конечном итоге и более экономичный шлюзовой вариант".

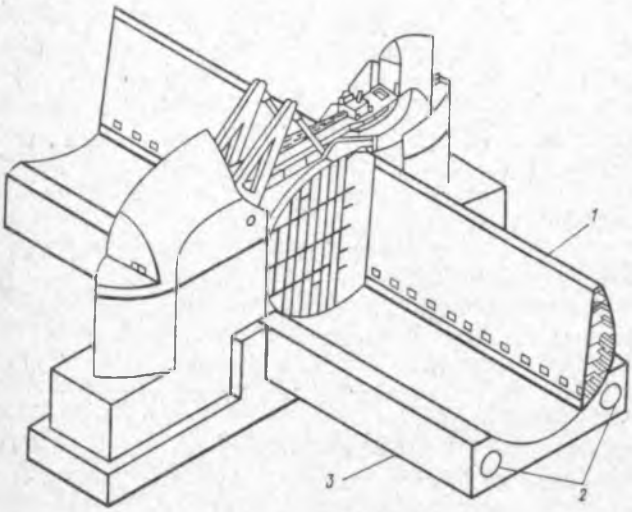


Рис.57. Конструкция затворов защитной плотины на р.Темзе (Лондон)
1 — стальной затвор; *2* — туннели; *3* — железобетонный цоколь

Подобная Ленинграду ситуация характерна для ряда крупных городов, в том числе Гамбурга и Лондона. Большое нагонное наводнение произошло в Гамбурге, стоящем в низовьях Эльбы, в ночь на 17 февраля 1962 г., при котором погибли около 500 человек. В эту ночь европейского континента достиг ураган "Венсенетта", зародившийся у островов Вест-Индии и мчавшийся со скоростью 280 км/ч. Уровень Эльбы поднялся выше защитных дамб, вода затопила около трети территории города. Потоки несли трупы людей и животных, мебель и машины по улицам города, спокойно заснувшего накануне вечером. В эту ночь в Северной Европе ураган высвободил больше энергии, чем было ее запасено во всем мировом арсенале ядерных бомб. Проект строительства защитных плотин и укрепления существующих был одобрен в Гамбурге еще до этого наводнения, недавно сооружение защитной системы завершено.

В районе эстуария р.Темзы первое большое наводнение зарегистрировано в 1236 г. Там же в 1953 г. подобное наводнение унесло 300 жизней. Проблема защиты от наводнений дебатировалась в Англии несколько столетий. В 1968 г. правительство признало риск затоплений Лондона нетерпимым, в 1972 г. парламент принял акт о сооружении защитной системы и сейчас строительство ее завершено. Это -- перегораживающая Темзу бетонная плотина длиной около 600 м с 10 стальными поворотными затворами высотой 20 м (рис.57). При спокойной гидрологической ситуации затворы лежат у дна, не препятствуя судоходству и течению реки; при подъеме уровня воды до критического затворы будут повернуты в вертикальное положение и преградят путь штормовому нагону.

Катастрофические наводнения на побережьях морей и океанов порождаются и сейсмическими причинами -- землетрясениями, подводными извержениями вулканов. Вдали от берегов, в океане, происходят землетрясения и от их эпицентра со скоростью реактивного самолета (до 800--1500 км/ч) устремляются к берегам невысокие и очень длинные волны. В океане

они совершенно незаметны -- каких-то 50--100 см высоты на протяжении 200--300 км, но несут они огромную энергию. Эти волны --цунами. Накатываясь на отмели и берега, особенно в узких заливах или бухтах, цунами резко увеличивают свою высоту и превращаются в пенистый вал -- стену воды высотой 10--20 м, а то и больше.

Историки насчитали по сохранившимся письменным источникам 355 цунами за последние 2500 лет, из них 308 -- в Тихом океане (на него приходится до 80 % землетрясений всего земного шара), 26 -- в Атлантическом, 21 -- в Средиземном море. Сейчас большие цунами регистрируются 2--3 раза в год. Более других испытывают на себе их действие Камчатка, Курильские, Гавайские острова и особенно Япония (не случайно название цунами японского происхождения и означает "большая волна в гавани").

Вот некоторые выдержки из хроники цунами:

1 ноября 1755 г. Землетрясение в Лиссабоне генерировало волны высотой 5--12 м. На г.Кадис, недалеко от Гибралтара, обрушились 18 гигантских волн.

13 августа 1868 г. Южное Перу (ныне Северное Чили). Военный корабль США "Уотери" заброшен на милю в глубь материка волной 20-метровой высоты. Отступив, волна обнажила дно залива Икике до глубины 7 м, а вернувшись, затопила город Икике.

27 августа 1883 г. Извержение вулкана Кракатау. В 13 ч жители о.Ява в 160 км от вулкана услышали громоподобные раскаты; в 14 ч над Кракатау поднялась черная туча высотой 27 км; в 17 ч обрушилась первая волна. На берегах Явы и Суматры цунами высотой до 30 м смыли поселения, погибли более 36 тыс. человек. Волны распространились в Индийский океан, обогнули мыс Доброй Надежды, прошли Атлантический океан. Причиной образования цунами в этом случае мог быть и взрыв вулкана, и падение в воду большого объема (около 20 км^3!) выброшенного вулканом материала -- магмы и горной породы.

15 июня 1896 г. Северо-восточная Япония. На побережье протяженностью более 300 км волны достигали высоты от 3 до 25 м, а в вершинах заливов -- до 30 м. Снесено 10 тыс. домов, погибли 27 тыс. человек.

1 апреля 1946 г. Землетрясение в Тихом океане. Цунами обрушилось на г.Хило (Гавайские острова). Капитан корабля, стоявшего в море вдали от порта, с изумлением увидел, как город гибнет под ударами волн, которые прошли под его кораблем, не причинив ему вреда. На Маркизских островах, отстоящих вдвое дальше от эпицентра землетрясения, на расстоянии 4 тыс.миль, цунами уничтожили поселения в узких заливах.

22 мая 1960 г. Чили. 8,5-балльное землетрясение разрушило в радиусе 250 миль более миллиона домов, погибли 4 тыс. человек. В дополнение к этому цунами опустошили десятки городов на побережье Чили, а затем произвели разрушения на берегах Австралии, Новой Зеландии, Филиппин. В США пострадали города Лос-Анджелес, Сан-Диего. В Японии, за 9 тыс.миль от Чили, высота цунами достигла 5 м, погибли 180 человек. Вновь сильный удар цунами обрушился на г.Хило.

Эффективной защиты от цунами сейчас нет. (Это не значит, что ее не может быть.) Пока есть только возможность уйти из опасной зоны (на Курильских островах на новые места перенесен ряд населен-

ных пунктов) или заранее предупредить людей о надвигающейся волне и дать им возможность для спасения. Предупреждения основаны на расчете движения волны и на непрерывном наблюдении за возмущениями в океане. Основу наблюдательной системы составляют сейсмические станции, регистрирующие землетрясения. Кроме того, проводятся наблюдения за колебаниями уровня океана с помощью мареографов, а также акустические наблюдения.

Япония оборудовала группу из девяти сейсмических станций на удаленных островах. Не позже чем через 5 мин от начала землетрясения станция передает данные центру, который определяет местонахождение эпицентра и интенсивность землетрясения. Центр принимает решение о тревоге и передает все необходимые сведения в обслуживаемый район не позднее чем через 20 мин от начала землетрясения.

В США для предупреждения о цунами используется гидроакустическая система "Софар". Ее основное назначение -- оповещение об авариях в океане. Корабли и самолеты, курсирующие между США и Гавайскими островами, оснащены бомбочками массой около 1 кг. При аварии бомбочки автоматически освобождаются и взрываются; сигнал улавливают гидрофоны, устанавливающие место и время аварии. Эта система принимала отзвуки подводного извержения вулкана в 300 км от Токио, за 8000 км от гидрофонов.

На тихоокеанском побережье Советского Союза также имеется несколько станций предупреждения о цунами. Об одной из них -- в Южно-Сахалинске -- в 1987 г. сообщал корреспондент "Известий" В.Беликов:

Пилот самолета, приближавшегося к острову Парамушир, не верил своим глазам. "Северо-Курильск погружается в океан!" -- передал он в эфир и был, к сожалению, прав. В ноябре 1952 г. цунами поглотило городок...

Ныне бессменную научную вахту несет сейсмостанция "Южно-Сахалинск".

-- Практически в любую минуту, -- объясняет заведующий станцией В.Нестеров, -- может грянуть отдаленная или близкая "гроза" в земной толще. Случается, что при таком толчке океанское ложе прогибается на несколько десятков метров, и тогда проявляется эффект водяного поршня.

Во все стороны со скоростью реактивного лайнера разбегаются круги по воде -- пологие волны цунами, которые вдали от берегов могут быть даже не замечены с судов. На небольшой глубине они тормозятся и вырастают до высоты многоэтажного здания. Ревущий вал не знает преград...

-- Но, как ни велика скорость цунами, -- подчеркивает руководитель станции, -- сейсмоволны в земной коре распространяются еще быстрее. Превысит сила землетрясения порог в 7 баллов -- на пульте дежурных, круглосуточно следящих за аппаратурой, автоматически срабатывает сигнализация.

Счет времени тотчас пойдет поиному. И главное, необходимо решить: объявлять или нет цунами -- тревогу?

Если угроза с моря реальна, то действуют незамедлительно, извещая об этом местные власти, телеграф и другие подразделения, обеспечивающие меры безопасности в зонах возможных "заплесков". Прерываются передачи местного радио и телевидения, чтобы пере-

дать в эфир тревожную весть: "Цунами, цунами!"

Все как один уходят или уезжают на специально выделенном автотранспорте в заранее подготовленные убежища на высоких холмах и сопках, в отрогах недалеких гор. Там уже созданы запасы всего необходимого -- продуктов, одежды, медикаментов, чтобы переждать подступившую беду.

-- Как часто объявляются цунами-тревоги и всегда ли они оправдываются? -- спросил я начальника отдела Сахалинского гидрометеоуправления М.Кузнецова.

-- В году 4--5 раз такая опасность может угрожать некоторым прибрежным районам нашей островной области, -- ответил он. -- Тогда и раздаются сигналы тревоги, прерывается работа, прекращаются занятия в школах, эвакуируются люди...

-- И бывает, что все эти приготовления ни к чему -- цунами, к счастью, не приходит?

-- Такое случается примерно в половине случаев после объявления тревоги, -- признается мой собеседник. -- Нас, океанологов, а заодно и сейсмологов принимаются тут же упрекать в неточности прогнозов, излишней перестраховке. Но если проглядеть цунами, не принять необходимых мер предосторожности, последствия могут оказаться катастрофическими!

Что ж, можно понять жителей приморских поселков, понапрасну испытавших беспокойство, лишние хлопоты. Достоверность предупреждений о цунами-опасности значительно повысит создаваемая ныне единая автоматизированная система наблюдения и оповещения.

Ее ЭВМ с дальних плавучих буев в море через спутники получит сигналы о прохождении волны, порожденной подземным ударом. Сработают затем донные датчики, связанные кабелем с берегом, -- на подходе разрушительный водяной вал! Тут уж сомнений и просчетов быть не может: надо срочно проводить эвакуацию.

На одной из улиц Южно-Сахалинска строится здание, в котором разместятся аппаратура и обслуживающий персонал новой системы. В 1990 г. она должна заработать".

Вдали от морских берегов, в речных долинах и у озер, наводнения бывают обусловлены разными причинами, но главным образом -- количеством и интенсивностью выпадения дождевых осадков и снеготаяния. Этим наводнениям подвержено большинство городов и селений, потому что все они возникли и выросли у воды, на берегах рек и озер, которые служат источниками водоснабжения и транспортными путями. Наводнения затопляют и большие сельскохозяйственные территории. В СССР, по данным Р.А.Нежиховского, суммарная площадь периодически затопляемых территорий оценивается в 500 тыс. км^2, наводнения угрожают 400 городам и тысячам поселков и сел. На Украине периодически подвергаются наводнениям Харьков, Чернигов, Лисичанск; на Урале --Орск, Златоуст; в Сибири -- Тюмень, Тобольск, Кемерово, Новокузнецк и многие другие. Наводнения на реках Дальнего Востока достигают размеров национального бедствия.

Нередки были наводнения в Москве, разливавшаяся весной в половодье и летом после обильных дождей р.Москва затопляла большие районы города. В конце XVIII в., после того как были повреждены наводнением опоры Большого Каменного моста, построили обводной канал, но и он не помогал при больших наводнениях. Весной 1908 г., когда исключи-

тельно большое половодье после многоснежной зимы охватило всю центральную часть России, уровень р.Москвы поднялся почти на 9 м. В городе была затоплена территория в 1400 га, главным образом в районе Замоскворечья, по улицам Пятницкой, Ордынке, Полянке плавали на лодках.

Наводнения в Москве происходили не только при разливах реки, но и после сильных дождей. Летом 1924 г. во время ливня по улице Тверской (ныне ул.Горького) вниз в сторону Кремля неслась река, по которой плыли газетные киоски. Пруды Зоопарка вышли из берегов и слились с потоками на соседних улицах. Чаще других затоплялся район Трубной площади. Об этом рассказал В.А.Гиляровский в одном из очерков "Москва и москвичи": "Трубную площадь и Неглинный проезд почти до самого Кузнецкого моста тогда заливало при каждом ливне, и заливало так, что вода водопадом хлестала в двери магазинов и в нижние этажи домов этого района. Происходило это оттого, что никогда не чищенная подземная клоака Неглинки, проведенная от Самотеки под Цветным бульваром, Неглинным проездом, Театральной площадью и под Александровским садом вплоть до Москвы-реки, не вмещала воды, переполнявшей ее в дождливую погоду. Это было положительно бедствием, но "отцы города" не обращали на это никакого внимания.

В древние времена здесь протекала речка Неглинка. Еще в екатерининские времена она была заключена в подземную трубу: набили свай в русло речки, перекрыли каменным сводом, положили деревянный пол, устроили стоки уличных вод через спускные колодцы и сделали подземную клоаку под улицами. Кроме "законных" сточных труб, проведенных с улиц для дождевых и хозяйственных нужд, большинство богатых домовладельцев провело в Неглинку тайные подземные стоки для спуска нечистот, вместо того чтобы вывозить их в бочках, как это было повсеместно в Москве до устройства канализации. И все эти нечистоты шли в Москву-реку".

В.А.Гиляровский дважды спускался в Неглинку и видел, что около Малого театра, где канал делает поворот, русло было так забито разной нечистью, что вода едва проходила сверху узкой струйкой: здесь и была главная причина наводнений. Репортерская заметка В.А.Гиляровского сделала свое дело: в 1886 г. Неглинка была перестроена.

В наше время (60-е годы) под Неглинной улицей построен новый большой коллектор. Избавлена Москва и от речных разливов: в бассейне Москвы-реки создано несколько водохранилищ -- Истринское, Можайское, Рузское, Озернинское, -- которые регулируют сток, не допуская высоких подъемов уровня.

Хорошо известна изменчивость количества осадков во времени. Многолетние наблюдения выявили периодичность их интенсивности как в пределах годовых циклов, так и из года в год. Смена многоводных и маловодных периодов подчиняется (с весьма существенными отклонениями) 11-летней цикличности солнечной активности; выявлен еще ряд закономерностей. И все равно предсказать катастрофически многоводные и маловодные годы пока невозможно. Тем более неожиданны большие выпадения осадков, приводящие к катастрофическим наводнениям. Угроза наводнений возрастает, когда ливневые дожди совпадают с быстрым таянием снегов, добавляющим к

речному стоку накопленные ранее водные запасы.

Характерный пример -- наводнение во Флоренции, вызванное выпадением осадков интенсивностью 190 мм в сутки. К началу ноября 1966 г. в Апеннинах выпал обильный ранний снег, на высотах более 500 м толщина снежного покрова достигла 2 м. Вслед за этим, в ночь на 2 ноября, из Центрального Средиземноморья на Италию двинулся циклон с массой теплого влажного воздуха, обильными дождями, ветром от 80 до 150 км/ч. Стихия обрушилась на многие районы центральной и северной Италии, но особенно пострадала Флоренция, ее исторический центр с многочисленными ценностями культуры и искусства. Ранним утром 4 ноября воды р.Арно вышли из берегов и затопили центр города. Уровень воды поднялся до 11 м над меженным уровнем реки и до 6 м над мостовыми Флоренции. Скорость водяного потока достигала 50--70 км/ч.

Наводнение причинило много бед. Материальный ущерб оценен в 2 млрд. долларов. Безвозвратно утрачены или сильно повреждены многие бесценные произведения искусства. Погибло более 100 человек. (Итальянские журналисты отмечают, что, если бы день наводнения не совпал с национальным праздником вооруженных сил и в центр города отправились на работу несколько тысяч человек, жертв могло быть гораздо больше.)

Основная вина за наводнение и его последствия во Флоренции лежит, конечно, на стихии. За 24 часа в бассейне Арно выпало 15 % годовой нормы осадков, за 48 часов -- до 25--30 %, плюс таяние снега. Общий объем воды, сброшенной на Флоренцию, составил около 400 млн. м^3. Но и человек виновен в постигшем город бедствии.

Флоренция подвержена наводнениям, хотя и достаточно редким, на протяжении всей истории. Большие паводки р.Арно проходили примерно каждые 25 лет, экстраординарные наводнения -- раз в столетие (в 1966 г. самое большое из них). Тем не менее кардинальных средств по защите от наводнений Флоренция не имела и не имеет до сих пор, хотя проекты отводного канала и других сооружений имеются. На р.Арно выше Флоренции построены плотины гидроэлектростанций, но они не только не выполнили защитных функций, а наоборот, в ноябре 1966 г. усугубили интенсивность паводковой волны увеличенным сбросом расхода (в противном случае, под угрозой разрушения были сами плотины). Увеличению стока атмосферных осадков способствовало в большой мере уничтожение лесов на склонах Апеннин (это характерно, кстати, не только для этого района). Наконец, прямым укором безответственности и беспечности была неожиданность наводнения, хотя технически была возможность предвидеть его не менее чем за сутки.

Для предупреждения о наводнениях в речных долинах, подобно рассказанному о цунами, создают автоматически действующие системы. В 1987 г. вошла в строй система раннего предупреждения о паводках в бассейне реки Пассейик вблизи Нью-Йорка. В этом районе, страдающем от частых наводнений, расположено около 100 населенных пунктов. Ежегодный ущерб от наводнений достигает 72 млн. долларов, а в случае паводка с вероятностью 1 %, т.е. один раз в сто лет, может быть затоплено 22 тыс. зданий и нанесен материальный ущерб на сумму около 1,5 млрд. долларов. Система раннего предупреждения о паводках имеет целью снизить материальный ущерб и со-

хранить человеческие жизни. Данные о количестве осадков и уровнях воды с пунктов их измерения автоматически передаются на 10 оборудованных компьютерами приемных станций. Эта информация, сопровождаемая прогнозами Национальной службы погоды, оперативно передается во все пункты опасной зоны. Для повышения надежности система имеет способность компенсации возможных нарушений отдельных ее элементов. Информация может передаваться двумя независимыми путями. Для передачи большого объема информации из крупного региона наиболее эффективным и экономичным оказался метод с использованием спутников связи. Подобные системы действуют также в районах Хьюстона, Остина и в других частях США.

Гидротехника располагает средствами укрощения буйного нрава рек. Эти средства -- регулирование речного стока, в частности возведением плотин и созданием водохранилищ. Располагая достаточной емкостью водохранилища и прогнозируя гидрологическую и метеорологическую обстановку, гидротехники вовремя подготавливаются к приему паводков, не допуская наводнений.

Плотины и гидростанции -- сооружения, как правило, многоцелевые (энергетика, орошение, судоходство и пр.). В ряду этих целей защита от наводнений -- одна из наиболее важных.

Строительство плотин, особенно крупных, ведется с учетом максимальных расходов реки, с обязательным коэффициентом запаса на дополнительное непредвиденное увеличение стока. Учитываются и условия нижнего бьефа плотин -- с какой скоростью и интенсивностью может распространяться волна вниз по руслу.

Плотины стараются строить основательно, капитально, надежно. И все же... В течение 1946--1955 гг. в мире зарегистрировано 12 случаев разрушения крупных плотин из 2000 построенных за это время; в следующее десятилетие -- 24 случая разрушения из 2500. Обрушиваясь из разрушенного водохранилища вниз по течению реки, накопленная в нем вода становится причиной искусственного наводнения в прибрежных районах речной долины.

По результатам анализа 300 аварий плотин выявлено, что примерно 30 % из них произошло вследствие превышения расчетного максимального сбросного расхода воды (мал коэффициент запаса), 25 % -- в связи с дефектами основания и тела плотин (недостаточный учет геологических условий и воздействия фильтрации воды), остальные -- по различным причинам, включая некачественный проект, ошибки при строительстве, низкое качество строительных материалов и т.п. Основная доля причин -- это недостаточный учет геологической обстановки. Природа преподносит сюрпризы, требуя от человека уважения к себе и изучения всех своих особенностей.

2 декабря 1959 г. произошло разрушение арочной плотины Мальпассе на р.Рейран близ г.Фрежюс во Франции. Вода из водохранилища с напором около 60 м хлынула в долину реки, волна уничтожила часть города. Погибло более 400 человек. Причина аварии -- разрушение скального основания (гнейсов). Повышение гидростатического давления в гнейсах привело к увеличению их трещиноватости и раскрытию одной из трещин до 10—20 мм. Подошва плотины стала смещаться, вызывая вращение всей плотины вокруг своего гребня, опи-

равшегося на берега. В основании левого борта плотины произошел выпор пород и почти вся левая половина плотины рухнула под напором воды. Это одна из версий причин аварии. Их анализом занимались многие ученые и инженеры, но к единому мнению прийти не смогли. Настолько сложна и недостаточно выявлена взаимосвязь природных и искусственно вызванных явлений.

9 октября 1963 г. в долине Вайонт у подножия горы Монте-Ток (бассейн р.Пьяве в Италии) в водохранилище обрушился массив горных пород объемом около 300 млн. м^3. Почти вся потенциальная энергия этой оползневой массы перешла в кинетическую, язык оползня быстро продвинулся почти на 500 м, вышел на противоположный склон на высоту 140 м и перекрыл ущелье шириной 100 м. В результате вода из водохранилища была выдавлена на 260 м выше своего уровня. Обрушившись с высоты более 400 м в нижний бьеф, волна уничтожила пять селений. Погибло около 1900 человек. Здания вблизи плотины, располагавшиеся на 60 м выше ее гребня, были смыты начисто, до фундаментов. А плотина устояла! Даже гребень ее остался почти ненарушенным.

Оползень в долине Вайонт начал проявлять себя за 4 года до катастрофы, при первом частичном заполнении водохранилища (в начале строительства о существовании оползня не было известно). На оползне были проведены детальные исследования, за его движением велись наблюдения. Скорости подвижек достигали 20--30 см в сутки, затухали и вновь возобновлялись. Предположений о возможности быстрой и большой подвижки ни у кого не возникало. Это случилось внезапно, без предварительных признаков. Бригада наблюдателей за оползнем не только не успела предупредить других, в том числе свои семьи, но и сама погибла. Живых свидетелей катастрофы не осталось. Уничтожены все приборы, установленные на плотине, а также последние записи измерений и другие технические документы. О развитии оползня и наводнении можно было судить только по данным, собранным после катастрофы.

Оползень "Ток" в долине Вайонт -- первый оползень такого масштаба в скальных породах на берегу водохранилища. Он произошел вопреки прогнозам -- это явление уникальное. Но то же самое, может быть, менее категорично можно сказать о любой крупной аварии гидротехнических сооружений. Не существует двух одинаковых случаев, природные условия различны на разных сооружениях.

Могут ли ученые и инженеры дать гарантию безопасности всех без исключения сооружений? Пока, по-видимому, не могут. Об этом свидетельствует практика.

Наряду с общим прогрессом в проектировании и строительстве, техника плотиностроения пока еще содержит много неизвестного и предположительного, и это делает плотины сооружениями далеко небезопасными. Возможность разрушения плотин все еще остается вероятной. Существует понятие об аварийном потенциале плотины, который возрастает с увеличением ее высоты. Идут два процесса: с одной стороны, накопление наших знаний и прогресс техники, с другой -- возрастание риска, обусловленное усложнением сооружений, увеличением их размеров и воспринимаемых ими нагрузок. Первый процесс обязан идти быстрее и успешнее, иначе не может и не должно быть. Кривая числа рукотворных наводнений должна, наконец, пойти вниз, к нулю.

ПОДТОПЛЕНИЕ ГОРОДОВ

Наступление моря на сушу идет не только поверху, но и под землей. Вторжение морской воды снизу менее заметно, чем поверхностное, так как действует медленно и скрытно, но не менее опасно. Как же оно происходит?

В обычных, естественных условиях уровень моря почти повсеместно (за исключением отдельных низинных территорий) расположен ниже уровня подземных вод, насыщающих берега, -- происходит разгрузка подземных вод в море. Но, как всюду, человек и здесь вмешивается в дела природы. На пути текущих к морю подземных вод он ставит "сети" в виде водозаборных скважин и перехватывает поток воды.

Во многих прибрежных районах мира в течение ряда десятилетий города, сельское хозяйство и промышленность используют для водоснабжения и орошения подземные воды. Поэтому общий напор этих вод понизился на значительную величину, достигающую десятков метров. Образующаяся "пустота" тут же заполняется морской водой, которая под действием перепада уровней воды и в море и на материке (по закону сообщающихся сосудов) течет в сторону суши и вторгается в берег.

Возникает своеобразный "поршневый эффект" -- морская вода выдавливает, вытесняет пресную воду суши и, отжимая из пор и трещин горных пород, занимает ее место.

При наступлении сильно минерализованной морской воды на пресные водоносные горизонты засоляются водозаборные скважины, оставляя жителей городов без питьевой воды, а сельскохозяйственные посевы без орошения. И еще одна неприятность приходит вместе с солеными морскими водами -- их воздействие на фундаменты и другие заглубленные части зданий. В результате химического воздействия начинается постепенное разрушение бетонных или кирпичных конструкций, которые построены далеко от моря и не предназначены для работы в химически агрессивной морской среде.

Интенсивное вторжение моря в подземное пространство суши вот уже много лет беспокоит население калифорнийского побережья США, северных и западных берегов Франции, прибрежных средиземноморских районов Ближнего Востока и многих других приморских территорий. В некоторых местах морская вода проникла в глубину суши на большое расстояние, достигающее десятков километров.

Борьба с подземной морской агрессией в большинстве случаев ведется тоже с помощью воды. На пути вторгающегося в сушу моря ставят гидравлическую плотину -- так называемый барраж. Он представляет собой заградительный барьер, состоящий из линейного ряда скважин, через которые под землю нагнетается (или просто наливается) пресная вода. Накапливаясь вблизи нагнетательных скважин, она образует бугры искусственных подземных вод, которые постепенно растекаются и сливаются друг с другом, образуя своеобразную водную завесу, высотой превышающей уровень моря. На пути моря-агрессора встает надежная преграда. Закачка пресных поверхностных (чаще всего речных) вод обычно осуществляется в зимнее и весеннее время года, когда расходы на водоснабжение, и особенно на ирригацию, резко снижаются. Освобождающийся в этот период объем пресной воды, можно использовать для восполне-

ния израсходованной ранее части подземных вод и поднять их уровень с помощью нагнетательных скважин.

Главная задача -- создание тока подземных вод к морю, для чего необходимо превышение уровня пресных вод над морскими, может быть решена и другим путем. Если нет резерва речной воды и гидравлический барраж делать не из чего, то с вторгающейся морской водой поступают просто: ее перехватывают тем же заградительным рядом скважин, откачивают и сбрасывают обратно в море. В результате этого на линии скважин создается понижение уровня морской воды, которая затем уступает место воде пресной.

Удачное решение проблемы дает применение метода спаренных скважин. Состоит он в том, что на некотором расстоянии друг от друга устанавливают два ряда водозаборных скважин. Один из них расположен в пределах подземных пресных, другой -- вторгшихся в сушу морских вод. При одновременной откачке из таких спаренных скважин между ними под землей образуется строго определенная граница раздела соленых и пресных вод. В каждую сторону от этой границы распространяется своя зона, соответствующая области влияния того или другого ряда водозаборных скважин. Такая граница поддерживается постоянно.

Помимо естественных морей, омывающих континенты, агрессию на сушу осуществляют и искусственно созданные человеком моря -- водохранилища. Посмотрим на географическую карту европейской части СССР, которая обладает лишь 20 % всех речных ресурсов страны. Эту несправедливость природы исправляют гидротехники. Синие нитки рек во многих местах перевязаны толстыми голубыми узлами. Это гидроузлы, водоподпорные плотины которых поднимают уровень воды в реках и образуют водохранилища, позволяющие создавать сезонные внутригодовые и многолетние запасы воды.

Кроме водохозяйственной роли водохранилища имеют и энергетическое значение. В послевоенные годы нашей стране нужно было срочно поднять экономику, восстановить разрушенную промышленность, наладить сельское хозяйство. В основе этого подъема было развитие гидроэнергетики. "Великие стройки коммунизма" -- так претенциозно были названы развернувшиеся гидротехнические строительства на Волге, Днепре, Дону, Куре. В небывало короткий срок поднялись гидроэнергетические гиганты у Жигулей, Каховки, Цимлянской, Севана, Мингечаура.

Однако, как и всякое "исправление ошибок природы", водохозяйственное строительство помимо полезности имеет и свои минусы, о которых надо помнить.

Аккумулируя паводковые воды, водохранилища фактически заменяют ежегодные естественные половодья одноразовым неповторяющимся искусственным разливом. В связи с сооружением на плоскостях Восточно-Европейской равнины новых рукотворных морей (Цимлянского, Каховского, Рыбинского, Горьковского и др.) потребовалось затопление большой территории. Водохранилища на реках влекут за собой и самые серьезные изменения естественных гидрогеологических условий на прилегающих территориях. Большинство равнинных рек получает грунтовое питание со стороны берега за счет притока подземных вод. Возникновение же подпора речной воды в верхнем бьефе плотины вызывает подъем

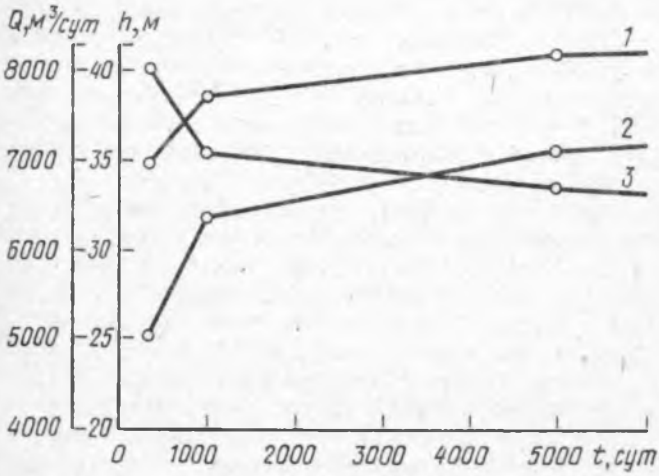


Рис.58. Подпор подземных вод и фильтрационные потери из водохранилища
1 — изменение подпора подземных вод на расстоянии 200 м от берега; *2* — то же, на расстоянии 500 м от берега; *3* — фильтрационные потери воды; *t* — период времени от начала работы водохранилища; *h* — уровень подземных вод; *Q* — фильтрационные потери

уровня подземных вод в прибрежной зоне, который может достигать нескольких, а то и десятков метров.

Вдоль водохранилища возникает своеобразная зона подпора подземных вод, ширина которой колеблется от нескольких сотен метров в хвостовой части водохранилищ до десятков километров в приплотинной части.

Результаты выполненных расчетов фильтрации воды в берега (рис.58) показывают, что если расход поступающей из водохранилища воды с течением времени снижается, то подъем уровней подземных вод на прибрежной территории, наоборот, увеличивается. Как видим, фильтрация из водохранилища (фильтрационные потери) со временем уменьшается от 8000 до 6700 м^3/сут... За этот же период уровни подземных вод повышаются и на расстоянии 200 м от плотины они составляют 35--43 м, а на большем удалении (500 м) -- 25--37 м.

Следует отметить, что с годами интенсивность подтопления растет и постепенно достигает наибольшего значения. При этом увеличивается как ширина призмы фильтрации, так и ее высота. Например, в течение 1967--1972 гг. подпор плотины Красноярского водохранилища на Енисее в глубь берега достиг расстояния 1,5--3 км. Динамика этого распространения такова, что стабилизация уровней подземных вод не наступает даже за пять лет. При этом ширина зоны подтопления в большой степени зависит от проницаемости горных пород, слагающих берега.

Не меньшую опасность подтопления прибрежных территорий создает фильтрация из каналов, теряющих до 50--70 % всей воды, которая в них поступает из водозаборов. Это, естественно, вызывает подъем уровней воды, который распространяется на многие километры, подтопляя города и поселки.

К большим магистральным каналам в их "деятельности" по подтоплению близрасположенных населенных пунктов присоединяется и огромное число более мелких оросительных каналов ирригационной сети. Мало того, и сам процесс орошения сельскохозяйственных полей, особенно с самотечной подачей воды по бороздам, ведет также к

интенсивной инфильтрации поливной воды в грунт.

В результате подземных наводнений происходит заболачивание низинных участков, образуются целые "фильтрационные" озера. Например, озера в зоне Каракумского канала, Саракамышское озеро в Средней Азии и др. Кроме того, при подъеме уровней подземных вод из нижних горизонтов земли вымываются вредные соли. Поднимаясь вверх, образовавшийся раствор достигает почвенного слоя и после испарения влаги соль покрывает землю белым налетом.

Борьба с подтоплением обжитых человеком территорий ведется разными способами. Во-первых, принимаются меры по улучшению оросительных и других каналов. Для этого применяют противофильтрационную гидроизолирующую одежду -- покрывают откосы и дно каналов бетоном, железобетоном, асфальтобетоном, полиэтиленовой пленкой и т.п. Во-вторых, там, где это возможно, вообще отказываются от открытых каналов и применяют трубы и лотки, из которых вода не фильтрует.

Но главное, всюду, где можно, необходимо отказываться от традиционного принципа полива посевов, когда затрачивается большое количество лишней воды. Другим способом уменьшения количества подаваемой на поля оросительной воды является подпочвенное орошение. Оно состоит в том, что вместо каналов и борозд для подачи воды растениям применяют зарытые в землю дырчатые трубы. Струйки воды в нужном количестве поступают под почвой непосредственно к корням растений. Лишняя вода не расходуется.

И совсем экономично так называемое "капельное орошение", которое недавно стало применяться в Израиле, Италии и некоторых других южных странах. Его идея заключается в том, что оросительная вода под напором подается к корневой системе каплями с помощью трубок-капилляров, опущенных в почву.

В Ташкентском институте Гидроингео Министерства геологии Узбекской ССР исследованы условия и характер подтопления около 30 городов, расположенных в орошаемых районах Средней Азии. К их числу относятся такие большие города, как Ташкент, Самарканд, Бухара, Фергана, Чирчик, Хива, Наманган, Андижан, Нукус и др. На окружающих эти города землях в течение многих десятилетий, а то и веков почти без перерыва ведется интенсивное орошение хлопковых плантаций. В результате насыщения водой толщи грунтов возникают новые горизонты подземных вод, размеры которых часто превышают размеры природных водоносных пластов.

Подземные воды со всех сторон окружают города и ведут наступление на городские кварталы и промышленные площадки. Например, в Бухаре и Хиве уровень подземных вод во многих местах поднялся до глубины 0,5--1 м от поверхности земли и затопил подвалы и фундаменты многих домов. Хорошо еще, что знаменитые историко-архитектурные памятники средневековья поставлены древними зодчими на высоких участках, куда вода не добралась, а то бы и они пострадали.

До сих пор речь шла о внешних источниках подтопления, о подземной воде, нападающей со стороны. Однако во многих случаях у застроенных территорий есть и внутренний враг -- вода, которая подтопляет их изнутри (рис.59).

Современный город или завод --

Рис.59. Подтопление подземными водами

это большой организм с развитой системой водообращения. Сердцем его служит водозабор -- насосная станция, которая берет воду, например, из реки и после очистки и обеззараживания подает в водопроводную сеть. Водоводы -- "артерии" города, несут воду в жилые кварталы, в паровые котлы теплоэлектростанций, в цехи заводов и фабрик.

Использованная городом и промышленностью, загрязненная механическими взвесями и химическими веществами вода сбрасывается в канализационную систему "вен"-трубопроводов. Коллекторно-сбросная сеть собирает отработанную городом воду и отводит ее на очистные сооружения, где она приобретает статус "условно чистых стоков", сбрасываемых в реку.

На всех этапах подачи, использования и отвода воды неизбежны ее потери, которые связаны с утечками через неплотные стыки водопроводных труб и канализационных коллекторов, а также с эпизодическими прорывами трубопроводов. Особенно много воды сбрасывают промышленные предприятия с так называемой мокрой технологией (например, сталелитейная или химическая промышленность). Значительная часть воды помимо испарений, просачивается в землю.

Производственные стоки и водопроводная вода, попадающие в грунт, накапливаются в нем и образуют своеобразные техногенные горизонты подземных вод. От года к году уровень этих вод поднимается все выше и выше и, наконец, начинает подтоплять подвалы и фундаменты зданий.

Еще серьезнее изменения инженерно-гидрогеологических условий, происходящие в течение длительных промежутков времени и на

больших застроенных площадях. По данным Одесского статистического комитета, опубликованным в 1865 г., в северо-западной части города, в частности в районе Дальних и Ближних мельниц и в слободке Воронцовке, подземные воды почти не наблюдались. Однако после начавшегося в 1870 г. строительства Днестровского водопровода гидрогеологические условия района резко изменились. Во многих частных колодцах уровень воды поднялся на десятки сантиметров, а то и на метры. В 1936 г. уровни подземных вод от действия многих факторов поднялись настолько, что оказались подтопленными подвалы мукомольного института, кондитерской и мебельной фабрик и других предприятий.

На прибрежных участках Одессы подземные воды в 1939 г. были встречены на глубине 10--18 м лишь в районе парка им.Шевченко и Аркадии. Через 10--15 лет, в 50-х годах, площадь распространения подземных вод на одесском побережье Черного моря значительно расширилась и охватила весь оползнеопасный участок берега от Аркадии до мыса Большой Фонтан. Искусственно образовавшийся водоносный горизонт, возникший поначалу в виде отдельных куполов, в последующем распространился со скоростью 20--30 м/год на большую территорию. Уровень подземных вод поднялся со временем до глубины 5 м, а в Ленинском поселке, на Шкодовой горе, в районе улиц Богдана Хмельницкого, Белинского и др. -- до 0,5--3 м от поверхности земли.

Таких примеров можно привести много (рис.60, 61, 62).

Подъем уровней подземных вод за счет инфильтрации в грунт воды с поверхности земли -- это явный, легко распознаваемый вид подтопления. Однако есть еще и скрытые пассивные формы подтопления, когда на подъем уровней воды под землей влияют косвенные, на первый взгляд незаметные, причины. Наиболее удивительно проявление процесса подтопления в засушливых безводных районах. Еще в начале 50-х годов было замечено, что после завершения строительства на промышленных площадках и в городах в подвалах зданий появлялась вода. Это явление имело место даже в засушливых районах, где подземные воды всегда были большой редкостью.

Причину загадочного процесса объяснили ученые -- геологи, гидрогеологи и грунтоведы. Дело в том, что после того как промышленные предприятия и городские кварталы домов закрывают поверхность земли, начинается усиленное выделение конденсационной влаги. Водяные пары устремляются к подошве фундаментов, где температура ниже, чем в атмосфере. Этот процесс четко проявляется повсеместно вокруг нас. Вспомним стог сена, долгое время простоявший в поле, большой камень или кирпич -- когда его убирают, почва под ним оказывается влажной.

Образующийся под сооружениями и асфальтовым покрытием конденсат испариться не может, поэтому он начинает скапливаться в грунте и образовывать верховодку.

К накоплению подземной влаги приводит и переформирование рельефа при строительстве и организации стройплощадки: планировка местности, засыпка оврагов, западин и т.п. При этом затрудняется поверхностный сток атмосферных осадков, который раньше происходил естественным образом.

В других случаях скрытое подтопление связано со строительством не на поверхности земли, а под

Рис.60. Болотные травы на улицах Астрахани — свидетельство близости к поверхности земли подземных вод

ней. Например, в Харькове после прокладки метрополитена в прилегающих к его трассе городских кварталах во многих домах и котельных начали подтопляться подвалы. В чем дело? Приведенные инженерно-гидрогеологические изыскания показали, что тоннели метро, построенные поперек потока подземных вод, сыграли роль своеобразной водоподпорной плотины -- барража. В "верхнем бьефе" этой плотины уровни подземных вод резко повысились и достигли поверхности земли. Аналогичные процессы наблюдаются и в других городах, где построены перегораживающие течение подземных вод сооружения, транспортные и коммунальные тоннели, шахты, коллекторы, глубокие подвалы и фундаменты.

В последние годы барражный эффект, который оказывают подземные сооружения, стал учитываться -- строительство под землей сопровождается устройством дренажа, предотвращающего подъем уровней подземных вод.

Мы рассказали о причинах подтопления, о его источниках. А каков механизм этого процесса? По-

Рис.61. Камышовые заросли в Астрахани

чему вода, попадающая извне в землю, в большинстве случаев не уходит в более глубокие пласты и не растекается в стороны? Дело в том, что самый верхний слой горных пород, на которых мы строим свои города, -- это почти повсеместно распространенные суглинки, глины, иловатые пески и супеси, слабопроницаемые грунты со слабой водоотдачей и плохой естественной дренированностью. Попадающая в такие грунты вода никуда не стекает, накапливается в виде так называемых верховодок, уровень ее растет и достигает критической глубины, при которой подтопляются города, заболачиваются и засоляются земли. Правда, процесс этот не бесконечен -- со временем испарение с поверхности подземных вод уравновешивает их поступление и подъем прекращается.

Борьба с подтоплением ведется различными средствами, многие из которых применяются в комплексе друг с другом. Первое, самое радикальное мероприятие -- это устранение причин подтопления, о чем уже говорилось. Противофильтрационная облицовка каналов, герметизация водопроводов и коллекторов, ликвидация утечек, организация водосбора и водоотведения дождевых и талых вод ливневой канализацией -- наиболее надежный путь предотвращения подтопления.

Второй способ борьбы с поднимающимися подземными водами -- это герметизация заглубленных сооружений. Идея здесь простая: пусть растет уровень воды, важно, чтобы он не затопил подвалы домов.

К сожалению, это не всегда оказывается достаточным. Часто подтопление приводит к ослаблению грунтов, на которых стоят здания, к их вымыванию, выщелачиванию и т.д. Основания сооружений теря-

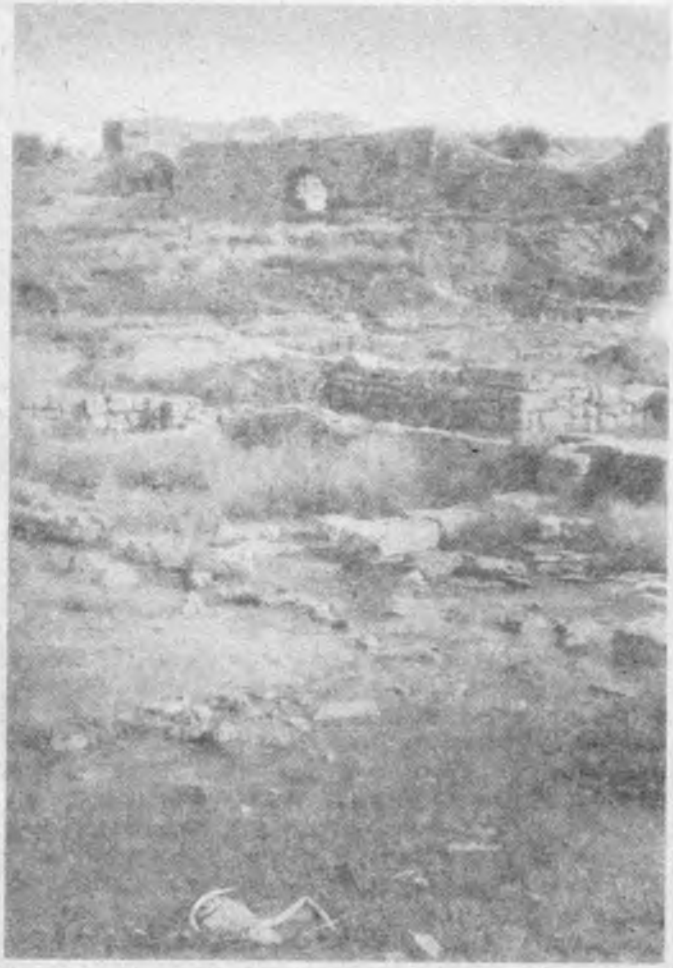


Рис.62. Древние стены, не только затопленные сверху, но и подтопляемые подземной водой снизу

ют прочность, деформируются, вместе с ними теряют устойчивость и сами сооружения. Поэтому более действенным, активным средством борьбы с подземными водами является дренаж, который понижает их уровень до безопасной глубины.

В тех случаях когда источник подтопления известен и направление потока точно определено, строят отсечный (защитный) дренаж. Он перехватывает подземные воды и не дает им достигнуть застроенной территории. Таким линейным дренажем отсекают фильтрационное течение из водохранилищ или каналов.

Если же подтопление охватывает защищаемую территорию равномерно, например при утечках воды из городской водопроводной и канализационной сети, то устраивают систематический дренаж. Он представляет собой сеть дренажных сооружений, равномерно расположенных по всей дренируемой площади. В частности, это сеть вертикальных дренажных скважин, размещенных в шахматном порядке во всех районах города. Или это система пересе-

кающихся друг с другом горизонтальных дрен, проложенных по прямоугольной сетке ("шахматная доска").

В случае необходимости защиты от подтопления отдельных зданий, цехов заводов или даже некоторых заглубленных сооружений строят локальный дренаж, понижающий уровень подземных вод лишь на заданных участках. Он выполняется в виде одиночных водопонизительных скважин или их групп либо в виде отдельных горизонтальных дрен.

Такой дренаж может устанавливаться и в виде кольцевых систем вертикальных скважин или горизонтальных дрен, окружающих защищаемое сооружение, а также пристенного гравийно-песчаного дренажа. Подтопляемые трубопроводные, транспортные и кабельные линейные коммуникации сопровождаются так называемым попутным дренажем, который прокладывается рядом (и ниже) с самими коммуникациями.

Кроме вертикального и горизонтального дренажа, применяют комбинированный, состоящий из горизонтальных дрен со скважинами-усилителями, снимающими напор лежащего ниже напорного водоносного пласта. Зачастую возникает необходимость защиты от подтопления эксплуатируемых заводских цехов или жилых зданий. В таких условиях строить локальный дренаж очень трудно -- подземное пространство здесь почти полностью занято трубами, кабелями, колодцами и т.п.

Успешным может оказаться применение закрытого лучевого дренажа. Строится он так. Рядом со зданием сооружается шахтный колодец, из которого в грунт пробуриваются горизонтальные лучевые скважины. Они располагаются непосредственно под зданием и при откачке воды обеспечивают требуемое понижение уровня подземных вод. При этом необходимо следить за тем, чтобы осушение грунтов шло постепенно, иначе могут произойти неравномерные осадки основания, а само здание может перекоситься.

ОСЕДАНИЕ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ

Изучение затонувших древних городов убеждает нас в том, что одна из наиболее вероятных причин затопления -- это опускание земной поверхности. Движения земной поверхности, как об этом рассказано в предыдущей главе, геологи относят к компетенции тектоники (современные движения земной коры -- предмет неотектоники). Считалось само собой разумеющимся, что движения земной поверхности -- это природные процессы, корни которых уходят в глубины земного шара. О техническом вмешательстве человека в эти процессы не помышляли даже фантасты.

Но сравнительно недавно (лет 70 назад) ученые обнаружили, что техническая деятельность человека во многих местах приводит к довольно значительному оседанию земной поверхности. Это не целенаправленный процесс, а вредное последствие достижения других целей.

Оседание поверхности земли, вызванное технической деятельностью человека, происходит по многим причинам. Наиболее значительное оседание, охватывающее большие территории, обусловлено извлечением из земных недр воды, нефти и газа. Собственно, термин "оседание земной поверхности" сейчас относят именно к этому виду оседания.

О масштабах явления можно судить по таким примерам: в Токио оседание территории достигло 4 м, в Мехико -- 8 м, в гавани Лонг-Бич (близ Лос-Анджелеса) -- 9 м, в долине Сан-Хоакин (Калифорния, США) -- 8,5 м. Это "рекордные" показатели; в меньшей степени оседание зарегистрировано во многих городах и районах в разных странах: Осаке и Ниигате, Венеции и дельте р.По, Таллинне и Белозерском железорудном месторождении, Лондоне и др.

В последние десятилетия оседание земной поверхности стало широко распространенным явлением, его изучением и борьбой с ним заняты многие ученые и инженеры, оно стало международной проблемой, обсуждаемой на научных симпозиумах.

Оседание поверхности причиняет много, мягко говоря, беспокойства. В городах, вследствие неравномерности осадки, деформируются и разрушаются здания, нарушаются коммуникации. Выходят из берегов реки, затопляются прибрежные территории. В Токио, например, около 20 % территории города оказалось ниже уровня моря и отгорожено от воды дамбами: уровень рек и каналов, впадающих в Токийский залив, находится сейчас выше поверхности земли. Более 2 млн. человек живут под угрозой затопления; многим районам города угрожает подтопление. В американском штате Техас, на побережье Мексиканского залива, оседание земной поверхности на 1,6--3 м приводит к увеличению площади территорий, затопляемых высокими приливами и штормовыми наводнениями. Наводнение, вызванное ураганом 1976 г., покрыло в районе Хьюстон-Галвестон территорию на 65 км^2 больше, чем при урагане в 1961 г. (всего 378 км^2).

Первоначально, когда оседание было обнаружено, его пытались объяснить тектоническими процессами, движениями земной коры в целом. Однако довольно скоро выявились факты, опровергающие это объяснение. В Мехико из земли стали "вырастать" -- на высоту до 6 м -- обсадные трубы скважин и облицовка глубоких колодцев, т.е. поверхность земли опустилась относительно низа этих колодцев и скважин. Стало ясно, что происходит сжатие близкой к поверхности -- на глубину десятков, максимум сотен метров -- толщи грунта.

Специально организованные измерения показали, что скорость оседания, по геологическим меркам, очень велика, она на порядок и более превышает скорость природных тектонических движений. Последняя, как мы уже знаем, измеряется миллиметрами, редко несколькими сантиметрами в год: район Финского залива поднимается на 3 мм в год, восточный берег Англии погружается со скоростью 9 мм, а бухта нижнего Рейна -- на 2,7 мм в год.

Скорость же оседания, о котором идет речь, достигла, например, в Мехико и Ниигате -- 50 см, в Токио -- 18 см в год. Поскольку к тому же происходило это преимущественно в городах, возникло предположение об искусственных, техногенных причинах оседания земной поверхности. И, наконец, когда сопоставили скорость оседания с режимом откачки подземных вод, предположение обратилось в уверенность, гипотеза стала теорией: причиной оседания является откачка подземных вод, понижение их уровня.

На рис.63 показан один из таких сопоставительных графиков, относящийся к крупному японскому городу Осаке (население более

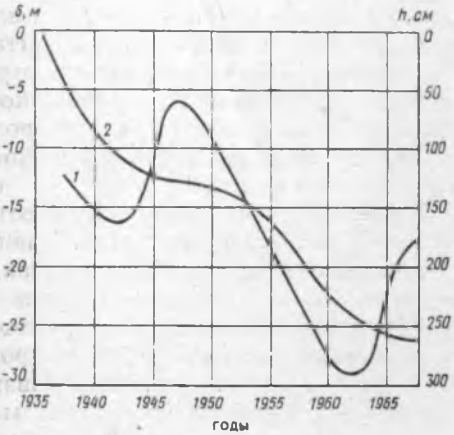


Рис.63. Сопоставительный график понижения уровней подземных вод и оседания поверхности земли

1 — кривая понижения уровня подземных вод *S*; *2* — кривая оседания поверхности земли *h*

3 млн. человек). Кривая колебания уровня подземных вод иллюстрирует историю города: 1935--1943 гг. -- индустриальное развитие, возрастающее потребление воды и прогрессирующее понижение ее уровня; 1943--1947 гг. -- военные разрушения и их последствия, в частности сокращение водопотребления и повышение уровня подземных вод; 1948--1963 гг. -- резкий подъем промышленного развития и увеличение в связи с этим потребления воды; с 1963 г. -- вступление в силу законов, ограничивающих использование подземных вод для промышленных целей. Кривая интенсивности оседания земной поверхности, как видим, закономерно следует за уровнем подземных вод, с его понижением идет оседание, с повышением уровня оседание замедляется и прекращается. Естественно, масштабы этих процессов разные, уровень подземных вод понизился на 30 м, а оседание поверхности произошло максимум на 2,8 м.

Откачка подземных вод проводится во многих районах мира и в больших количествах, главным образом, с целью водоснабжения. Понятно, что крупные очаги откачки привязаны к местам интенсивного потребления подземных вод: городам, промышленным зонам, сельскохозяйственным массивам орошения. Воду откачивают из сотен и тысяч скважин, сгруппированных на относительно небольших площадях. При откачке подземных вод происходит понижение их уровней (напоров), охватывающее в виде депрессионной воронки большие территории. Глубина депрессионных воронок достигает: в Москве и Ленинграде -- 50 м, в Киеве -- 60 м, в Лондоне -- более 100 м, в долине Сан-Хоакин (орошение подземными водами) -- до 150 м. Площади депрессионных воронок измеряются сотнями и тысячами квадратных километров, на эти же территории распространяются и мульды оседания поверхности земли: в районе Лондона -- 1800 км^2, в Токио -- 300 км^2. В долине Сан-Хоакин, чрезвычайно важной в экономическом отношении для США, с 20-х годов опустилось более чем на 0,3 м (при максимуме в 8,5 м) около 11 тыс.км^2 поверхности. Этот регион -- наиболее крупная на земном шаре территория интенсивного оседания поверхности земли.

Крупные и глубокие очаги откачки подземных вод возникают и при открытой или подземной разработке полезных ископаемых, и при строительстве различных сооружений: гидроэлектростанций, метрополитенов. Цель откачки, которая в этих случаях именуется водопонижением, -- осушение подземных выработок, защита их от притока подземных вод. Глубина де-

прессионных воронок, например, для глубоких шахт может достигать 1000 м и более.

При строительстве глубина водопонизительных депрессионных воронок обычно не очень велика -- до 10--30 м, сравнительно ограничено и их распространение. Однако и в этих случаях приходится серьезно считаться с явлением оседания земной поверхности, особенно при строительстве в городах, вблизи зданий и сооружений, не терпящих неравномерных осадок. Например, при строительстве тоннеля в Роттердаме уровень подземных вод был понижен на 15 м; в результате оседание поверхности на линии водопонизительных скважин достигло 50 см, а на расстоянии 100 м от них -- до 10 см.

Связь оседания поверхности земли проявляется не только с откачкой подземных вод, но и с добычей нефти и газа.

Оседание в гавани Лонг-Бич, где площадь шириной несколько километров вдоль побережья опустилась до 9 м со скоростью до 40 см/год, обусловлено добычей нефти; оседание территории г.Ниигата со скоростью до 50 см/год --результат добычи газа, как и оседание дельты р.По, где из 900 скважин ежегодно добывали 190 млн. $м^3$ метана.

Со значительной скоростью -- до 11 см/год -- опускается итальянский г.Равенна, воспетый в стихах Данте. Если скорость оседания не замедлить, через непродолжительное время воды Адриатики затопят город. Уже сейчас вода проникает в подвалы зданий; в церкви Сан-Франческо мозаичный пол лежит под метровым слоем воды. Скорость оседания поверхности возросла здесь в 30 раз после того, как рядом со старым городом возник новый промышленный центр. Предприятия забирают из скважин ежесекундно 500 л воды. Одновременно идет значительная добыча метана: с пляжа Равенны видна цепь вышек над скважинами, из которых газ по трубам подается промышленным предприятиям.

В чем же сущность явления оседания земной поверхности?

В газетах иногда пишут, что оседание земли связано с образованием подземных пустот. Это неверно. Причиной оседания поверхности земли является сжатие толщи грунта. Оно происходит вследствие уменьшения взвешивающей силы при понижении уровня (напора) воды, нефти или газа.

Для пояснения этого явления рассмотрим упрощенную модель (рис.64). Интересующие нас свойства грунтовой толщи -- ее вес и сжимаемость -- изобразим в виде груза, лежащего на пружине. Поместим эту систему в сосуд с водой и вспомним закон Архимеда. На затопленный груз действует выталкивающая сила, а на пружину давит вес груза за вычетом выталкивающей силы. Теперь отольем часть воды, понизим ее уровень на глубину $h_в$. Груз затоплен не полностью, выталкивающая сила уменьшилась, а следовательно, сила, действующая на пружину, увеличилась. Под воздействием этой добавочной нагрузки (она равна разности выталкивающих сил до и после понижения уровня воды) пружина сжимается и груз опускается на глубину $h_д$. Это и есть оседание поверхности.

Реальность, конечно, сложнее и многообразнее этой простой схемы. Процесс оседания поверхности зависит от очень многих факторов, в первую очередь -- от геологического строения территории и ее гидрогеологических условий.

Ближе всего к рассмотренной

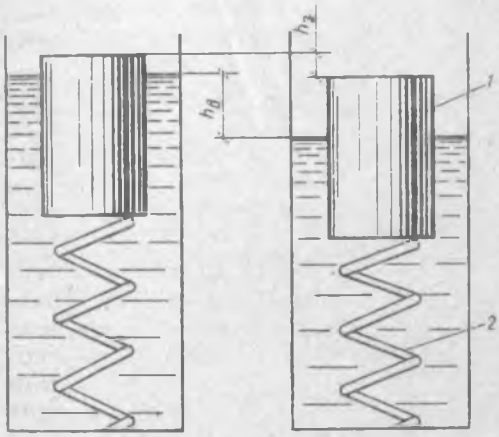


Рис.64. Модель оседания поверхности земли при понижении уровня подземных вод
1 — груз; *2* — пружина

модели случай, когда понижение уровня подземных вод происходит в сравнительно однородной толще грунта, заключающей в себе единый водоносный горизонт (рис.65, *а*). В этих условиях откачка воды приводит к образованию депрессионной воронки, внутри которой происходит осушение грунта. Вода отфильтровывается из пор и каждая грунтовая частица освобождается от взвешивающего давления воды. "Тяжелеет" весь осушенный грунт в пределах депрессионной воронки и под этой нагрузкой происходит его сжатие.

На первый взгляд, парадокс: мы выкачиваем из грунта воду, т.е. убираем вес воды, казалось бы, нагрузка должна уменьшиться, а не увеличиться. Противоречия здесь нет, весь вопрос в том, к чему приложены нагрузки. Давление воды передается только на лежащую ниже воду, это давление нейтрально по отношению к грунту (оно и называется в механике грунтов нейтральным давлением). Частицы грунта испытывают всестороннее давление окружающей их воды, но вес их от этого не увеличивается, наоборот, он уменьшается в результате воздействия выталкивающей силы. Вес же грунтовых частиц, контактирующих друг с другом, передается на лежащие ниже грунтовые частицы, это давление называется эффективным. Оно и создает нагрузку, способную уплотнять грунт.

Величина добавочной нагрузки, возникающей при осушении грунта, составляет примерно 8 Н/см^2 на каждые 10 м понижения уровня воды. Добавочная нагрузка передается и на лежащий ниже водонасыщенный грунт, происходит его уплотнение. В результате оседает земная поверхность.

Такие случаи характерны главным образом для осушения месторождений полезных ископаемых и строительного водопонижения, на небольшую глубину (до десятков метров): однородные водоносные толщи грунта редко распространяются на большие глубины.

Чаще встречается слоистое строение грунтовых толщ, при котором геологический разрез представлен чередованием водопроницаемых (например, песчаных) и водоупорных (например, глинистых) слоев (рис.65, *б*). В подобном случае откачка воды, нефти или газа из промежуточного проницаемого слоя приводит к уменьшению напора (давления) на непроницаемую кровлю этого слоя, что также ведет к перераспределению давлений грунта и увеличению нагрузки. Возвратимся к модели. Для этого случая ее надо выполнить таким образом, чтобы груз плотно -- в виде поршня -- перемещался в сосуде. В этом случае дополнительная нагрузка на пружину при снижении уровня воды возникнет не по закону Архимеда, а в результате уменьшения давления на нижний торец порш-

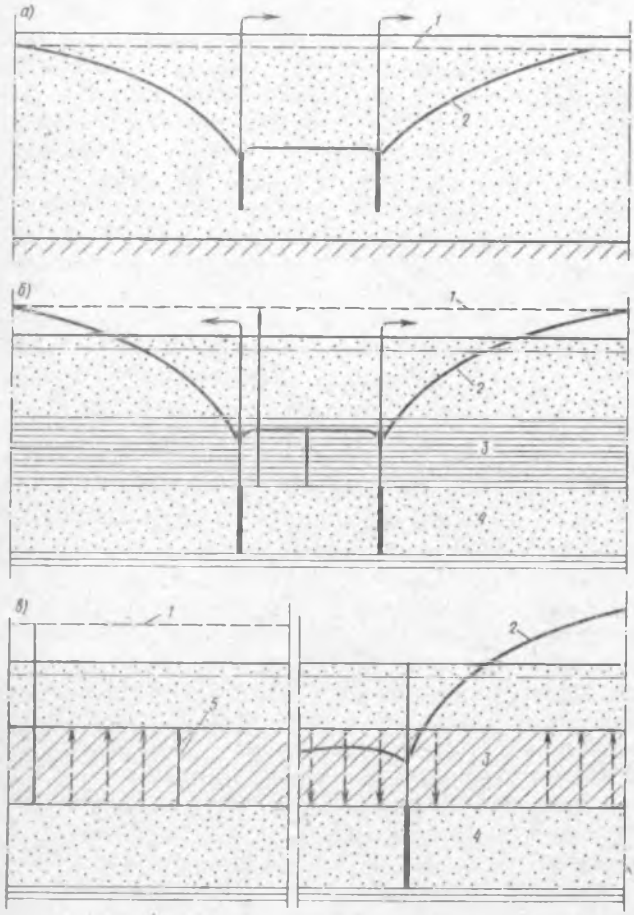


Рис.65. Оседание поверхности земли при понижении уровней (напоров) подземных вод

а — при осушении однородной толщи грунта; *б* — при понижении напора в изолированном пласте; *в* — при понижении напора в слоистой толще грунта (слева — до откачки воды, справа — при откачке); *1* — уровень подземных вод до откачки воды; *2* — депрессионная воронка; *3* — слабопроницаемый слой грунта; *4* — напорный водоносный слой; *5* — перетекание воды

ня. При уменьшении взвешивающего противодавления на 0,1 МПа (при понижении напора воды на 10 м) дополнительная нагрузка составит 10 Н/см^2.

По этой схеме, как видим, осушения грунта не происходит, изменяются только величины напоров и давлений. Сжатию подвергается не вся толща грунта, а только ее часть, расположенная ниже непроницаемой кровли пласта, из которого производится откачка. Такие условия характерны для глубоких горизонтов, изолированных от лежащих выше толщ плотными непроницаемыми породами.

Однако много случаев оседания земной поверхности -- в Мехико, Токио, Венеции и др. -- происходит по еще более сложной схеме. Территории этих городов и их окрестностей на глубину сотен метров сложены прихотливо чередующимися песчаными, глинистыми, илистыми и подобными им грунтами. Эти отложения молоды (в геологическом понимании) и слабо уплотнены. В них нет совершенно непроницаемых слоев, глинистые и илистые отложения хоть слабо, но водопроницаемы. При откачке подземных вод в таких случаях происходит перетекание воды (фильтрация) из

одних водоносных слоев в другие сквозь разделяющие их слабопроницаемые слои (рис. 65, *в*).

Фильтрующая вода оказывает на частицы грунта силовое воздействие подобно тому, как она оказывает сопротивление плывущему кораблю (здесь действует принцип обратимости: для силового воздействия безразлично, что движется -- корабль относительно воды или вода относительно корабля -- грунтовых частиц). Эта сила, гидродинамическое давление, распределена по всей толще грунта, в которой происходит фильтрация. Чем больше сопротивляется фильтрации грунт, т.е. чем менее он водопроницаем, тем большее гидродинамическое давление оказывает на грунт фильтрующая вода. Следовательно, воздействию гидродинамического давления в наибольшей степени подвержены слабопроницаемые глинистые и илистые слои, а именно они более всего сжимаемы.

В естественных условиях, когда не производится откачка подземных вод, в нижних слоях грунта вода, как правило, имеет более высокие напоры, чем в верхних. Поэтому фильтрация направлена снизу вверх, от бо́льших напоров к меньшим. Гидродинамическое давление при этом взвешивает грунт, мешая ему уплотняться под собственным весом. При откачке подземных вод их напоры снижаются, а гидродинамическое давление уменьшается или даже приобретает противоположное направление -- сверху вниз. Грунт как бы тяжелеет. Естественно, что следствием является его уплотнение и оседание поверхности. При этом может происходить осушение верхних слоев грунта, если поступление воды из внешних источников ограниченно (как в Мехико), или грунт может оставаться водонасыщенным (как в Венецианской лагуне).

Таким образом, мы убедились, что приводящая к оседанию земной поверхности дополнительная нагрузка возникает вследствие понижения уровня (напора) подземной жидкости или газа и зависит от величины этого понижения. Но само оседание поверхности, сжатие грунтовой толщи зависит не только от действующей нагрузки, но и от способности грунта к сжатию, его сжимаемости, компрессионных свойств. Не случайно оседание в Мехико произошло на 8 м, а в Лондоне -- только на 20 см, хотя понижение напора подземных вод в Лондоне больше, чем в Мехико.

Наибольшую сжимаемость имеют торфянистые грунты, богатые остатками растительности, и глинистые грунты (илы, суглинки, глины). При относительно небольших нагрузках они способны к пластическому, необратимому уплотнению. Степень их сжимаемости зависит от природной плотности: чем больше их естественная плотность, тем меньше они сжимаются под дополнительной нагрузкой. В меньшей степени сжимаемы песчаные грунты, еще меньше -- скальные горные породы, причем они подвержены главным образом упругому, т.е. обратимому сжатию.

Что предпринимается для борьбы с оседанием земной поверхности и ликвидации его последствий?

В первую очередь необходимы исследования процесса оседания и инженерно-геологических условий, в которых он происходит. Исследования включают, по меньшей мере, три аспекта: изучение режима подземных вод, измерение величин оседания грунтов и определение их физико-механических свойств. Базой исследований является изучение геологического строения района и его гидрогеологических условий. Подобные исследования ведутся во многих странах, в районах, подвер-

женных оседанию земной поверхности.

На основе результатов инженерно-геологических и гидрогеологических исследований можно дать расчетный прогноз оседания земной поверхности, для которого механика грунтов дает достаточно надежное теоретическое обоснование. Достоверность прогнозов зависит главным образом от полноты результатов инженерно-геологических исследований, от соответствия применяемых для расчета схем действительным природным условиям. Например, известно, что оседание является одним из аспектов проблемы защиты Венеции, однако лишь недавно там пройдена первая глубокая исследовательская скважина. Неудивительно, что проведенный по данным этой скважины расчет оседания не совпал с фактически измеренными величинами: геологический разрез по одной скважине не может быть представительным для большого района со сложными условиями. Последующие исследования позволили уточнить результаты расчетов.

Прогноз оседания дает прежде всего ответ на вопрос: требуются ли какие-либо защитные меры? Не исключено, что практический предел сжатия грунтов близок, оседание прекратится само собой и никаких мер по его прекращению не потребуется. Однако во многих случаях прогнозы не дают такого ответа и ставится вопрос о защитных мерах.

Для прекращения оседания поверхности требуется устранить его причину, т.е. прекратить понижение уровня (напора) подземной жидкости или газа. Этого можно достичь разными путями. Во-первых, прекращением или значительным сокращением откачки подземных вод. Это уже сделано в Мехико, Венеции и некоторых японских городах. Водоснабжение, источником которого были подземные воды, переводится на внешние источники (реки, водохранилища, подземные водозаборы в удаленных безопасных местах), от которых к местам потребления прокладываются водопроводные магистрали. Во-вторых, в подходящих геологических условиях, когда вода, нефть или газ извлекаются из напорного пласта, имеющего непроницаемую "крышу", напор в пласте может быть увеличен без прекращения откачки: в пласт через скважины закачивают воду или воздух, выжимая ими полезный продукт. Таким способом ведут добычу нефти, по причинам, часто не связанным с проблемой оседания поверхности, но есть примеры его использования и для борьбы с оседанием.

Прекращение понижения или даже повышение уровня (напора) подземной жидкости или газа способно прекратить оседание поверхности. Вновь поднять поверхность до прежнего положения при этом нельзя, так как оседание происходит главным образом за счет пластического необратимого сжатия грунта, доля упругого сжатия обычно мала. Тем не менее с восстановлением уровней подземных вод следует обращаться осторожно. Так, в Японии, в районе Кавасаки, быстрое восстановление уровня в результате прекращения откачки привело к частичному подъему поверхности, переувлажнению грунтов, возобновлению источников. Здесь пришли к выводу, что целесообразно продолжать откачку подземных вод в ограниченных размерах, гарантирующих предотвращение и тех и других вредных последствий.

Меры по ликвидации последствий оседания разнообразны и зависят от характера этих последствий. Например, территории, которым вследствие оседания грозит затоп-

ление морскими или речными водами, ограждают дамбами либо "поднимают" поверхность подсыпкой или намывом слоя грунта. Здания и сооружения, деформированные в результате осадок, укрепляют дополнительными связями, выправляют их наклоны, перекладывают поврежденные коммуникации и т.д.

Все сказанное относится к тем случаям, когда оседание поверхности уже свершилось и может продолжаться. Иной подход должен быть в случаях нового строительства. Здесь возможность оседания поверхности и его последствий должна рассматриваться заранее, на равных правах с другими аспектами строительства. И если выявляется, что оседание поверхности, например при осушении подземных строительных выработок, может привести к неблагоприятным последствиям, лучшим средством борьбы может быть профилактика.

Средства профилактики диктуются постановкой задачи: не допустить понижения уровня подземных вод. Одним из таких средств является противофильтрационная защита подземных выработок (котлованов, тоннелей и пр.) от притока воды. Вместо откачки воды выработки ограждаются противофильтрационными завесами. В этом случае режим подземных вод не нарушается, снижения их уровня за пределами осушаемой выработки не происходит. Следовательно, окружающей территории и сооружениям на ней не грозит оседание поверхности. Современная техника располагает способами создания противофильтрационных завес практически в любых грунтах -- от плывунных песков до скалы.

Когда причины оседания стали ясны, это отразилось не только на технической, но и на юридической стороне этой проблемы. Если раньше ущерб, причиняемый оседанием, не связывали с ответственностью тех, кто откачивал подземные воды, нефть или газ, то в последние десятилетия их стали привлекать к ответственности. Так, в США с конца 50-х годов прошло несколько судебных процессов на эту тему. На процессе "Соединенные Штаты против Анкор Ойл" нефтяная компания была признана ответственной за ущерб, причиненный оседанием морскому порту Лонг-Бич. На процессе "Город Лос-Анджелес против Стандард Ойл" признана ответственность компании за ущерб более 12 млн. долларов, вызванный аварией плотины Болдуин Хиллс. Разрушение этой плотины и наводнение при катастрофическом опорожнении водохранилища привело к гибели людей и ущербу более чем 3700 хозяйств. Причиной катастрофы было оседание земли, вызванное добычей нефти на прилегающей территории.

До сих пор мы рассматривали этот вид оседания как вредный процесс. Но одно из правил изобретательства -- обрати вред на пользу -- не обошло и это явление. Действительно, если понижение напора или уровня подземных вод приводит к сжатию грунтов, почему бы не использовать его там, где это необходимо, скажем при строительстве на слабых грунтах?

В 1935 г. советский инженер М.Е.Кнорре изобрел способ уплотнения оснований под сооружения, сущность которого -- в понижении уровня подземных вод путем их откачки из скважин. (Обратите внимание на дату, тогда еще литературных сведений о "вредном" оседании не было, так что, пожалуй, правильнее говорить не об обращении вреда на пользу, а о широком "вредном" распространении полезного эффекта.) Однако полезное применение этого эффекта ограни-

чивается, по-видимому, единичными случаями, тогда как вредное его воздействие удостоилось международных симпозиумов.

Один из примеров возможности полезного применения этого эффекта (пока на стадии предложения) относится к задаче сохранения падающей Пизанской башни. Профессор Э.Нонвейллер (Загребский университет, Югославия) иллюстрирует этим примером теорию дренажного уплотнения грунтов.

Колокольня в Пизе (Италия) известна своим необычайно большим наклоном. Башню начали строить в 1173 г. и, возведя 4 этажа, строительство прекратили. В это время башня уже заметно осела и наклонилась. Почти через 100 лет, в 1272 г., строительство возобновили и вскоре вновь остановили, закончив седьмой этаж. Еще через 90 лет надстроили восьмой этаж с колокольным шатром, закончив строительство в 1370 г. На каждой стадии строители стремились выправить наклон башни, возведя очередные этажи вертикально. В результате ось башни получилась в виде ломаной линии, ее секции имеют разный наклон. В 1974 г. верх башни на высоте более 58 м отклонился от вертикали на 5,34 °, причем скорость продолжающегося наклона составляла 7,5′ угловых минут за этот год. Считают, что в предстоящие 50 лет, если ничего не будет предпринято, башня потеряет стабильность и упадет.

В основании башни лежат недавно сформировавшиеся грунты (во время Римской империи здесь было море): до глубины около 10 м -- слабые пески и илы, под ними -- 15-метровый слой пластичной глины, 2--3-метровый слой песка, 13-метровый пласт глины и затем плотный песок. В результате наклона башни нагрузка на грунт распределена неравномерно, увеличиваясь в сторону наклона. Это следствие наклона является одновременно причиной продолжающегося "падения" башни: увеличивающееся с одной стороны давление дополнительно уплотняет грунт, тогда как с противоположной стороны грунт остается менее уплотненным. Тенденция к продолжающемуся наклону может быть ликвидирована, если с наименее нагруженной стороны башни уплотнить и осадить грунт дополнительной нагрузкой.

Эта дополнительная нагрузка может быть создана, например, временной насыпью грунта или железобетонной плитой, притянутой к поверхности анкерами (последний вариант предложил К.Федер из Австрии).

Дополнительную нагрузку можно создать и понижением уровня подземных вод. С этой целью профессор Э.Нонвейллер предлагает устроить систему дренажных скважин, размещенных в основании башни со стороны, обратной наклону, и с помощью вакуума уменьшать давление воды в порах глинистого пласта на глубине от 10 до 25 м (рис.66). Преимущество этого способа в том, что процессом консолидации грунта и его осадки можно легко управлять, изменяя величину вакуума в скважинах. В частности, во внешних скважинах целесообразно создавать более глубокий вакуум, чем во внутренних. Расчетом было установлено, что в течение года угол наклона башни можно уменьшить на 0,24 °, т.е. башня может быть приведена в состояние, в каком она была 160 лет назад. Последующее регулируемое действие вакуумного дренажа позволит добиться прекращения "падения" башни, т.е. стабилизировать угол ее наклона.

Помимо рассмотренной, существует еще много причин оседания

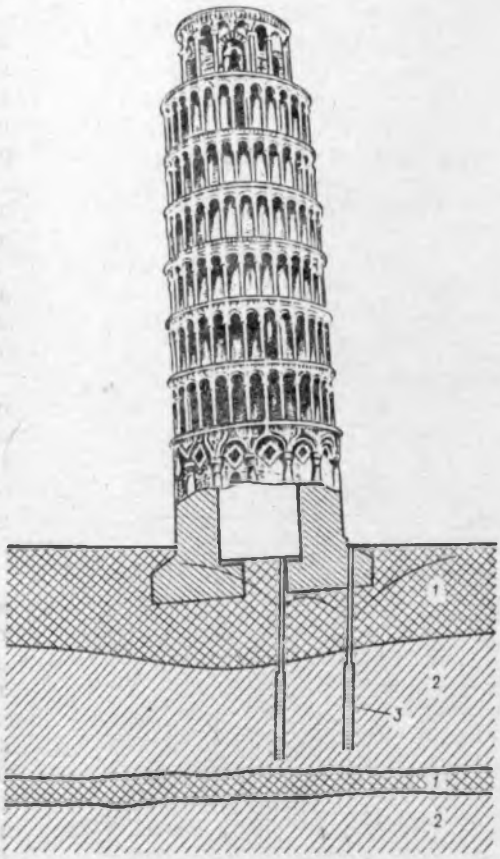


Рис.66. Стабилизация Пизанской башни с помощью вакуумных дрен
1 — песчаные слои; *2* — глинистые слои; *3* — вакуумные вертикальные дрены

поверхности земли. В ряде городов выделяют более 20 генетических типов вертикальных смещений, основную роль среди которых играют техногенные факторы. К ним относятся статические и динамические нагрузки на грунты от веса сооружений, вибрации оборудования и транспорта. Чаще всего обусловленные ими оседания поверхности имеют локальный характер, т.е. относятся к самим сооружениям и ближайшей к ним территории, и к проблемам затопления имеют отдаленное отношение. Но встречаются и иные ситуации: например, среди причин погружения венецианской лагуны рассматривалось также влияние нагрузок от промышленных предприятий на ее берегах.

Большие площади могут занимать территории, поверхность которых оседает под воздействием подземных выработок. Проходка подземных выработок оказывает влияние на расположенную над ними толщу грунтов, изменяя их напряженное состояние и часто приводя их в движение. Особенно это проявляется на территориях угольных месторождений, разрабатываемых подземным способом с обрушением горных пород в выработанное пространство. Сдвижение и деформация грунтов в массиве достигают поверхности и образуют мульды проседания, осложняющие наземное строительство на территориях угольных бассейнов.

Эффективное средство предупреждения этих опасных последствий -- выемка угля с последующей закладкой выработанного пространства. Для проведения этих работ создаются комплексы породозакладочных машин. Применяются и другие инженерные решения, но их сущность аналогична: заменить выработанный из земли материал другой опорой, препятствующей деформации лежащей выше толщи пород. Эта проблема актуальна для многих стран мира, большой опыт по ней накоплен в СССР и других промышленно развитых странах -- Англии, США и др.

Оседания поверхности земли часто связаны с широко распространенными просадочными явлениями. Просадке -- быстрому оседанию поверхности на глубину до нескольких метров -- подвержены при водонасыщении лессовые и подобные им грунты, мощные толщи кото-

рых занимают обширные территории на юге европейской части Союза, в Средней Азии, во многих странах на разных континентах.

Строительство и эксплуатация зданий и сооружений на просадочных грунтах являются предметом забот большого раздела инженерной геологии, строительной науки и практики. Решение этой проблемы идет разными путями: ликвидацией причины просадок, т.е. предотвращением поступления воды в грунт, преобразованием свойств грунтов с целью ликвидации их просадочности, проведением просадки перед строительством.

Оседание поверхности земли происходит еще по ряду причин и в разных условиях. Карстовые пещеры в известняках являются естественной причиной провалов поверхности. Разнообразные деформации поверхности земли происходят в зоне вечной мерзлоты.

Все эти и подобные им явления часто происходят не по естественным природным причинам, а в связи с деятельностью человека. В инженерной геологии существует понятие техногенез -- геологическая деятельность технически вооруженного человека. Эта деятельность включает переработку огромных масс горных пород при добыче полезных ископаемых и строительстве, преобразование рельефа земной поверхности, изменение режима поверхностных и подземных вод и многое другое. Изменяя природу, человек не только достигает тех конкретных целей, к которым он стремится, но вызывает и косвенные, часто не учтенные последствия. Оседания поверхности земли -- это чаще всего именно такие косвенные последствия, вредные и иногда опасные для людей. Научиться их предвидеть и учитывать в своей деятельности -- одна из важных задач современной науки и техники.

ГОРОДА ПОД ЗЕМЛЕЙ

Город, особенно крупный современный город, -- это не только здания, улицы и все остальное, что мы видим на поверхности. Это еще и большое подземное хозяйство -- от подвалов зданий до тоннелей и станций метро.

Рост численности населения, проблемы обеспечения его жильем, работой, многообразным обслуживанием, нарастающее насыщение городов транспортом привело к росту городов по всем координатам: и вширь, и ввысь, и вглубь. Не одновременно, а именно в этой последовательности, потому что рост вглубь, освоение подземного пространства наиболее сложно и дорого. Но необходимо. Основные причины этой необходимости -- возрастающий дефицит свободных территорий, особенно в центральных районах крупнейших городов, где одновременно с решением градостроительных проблем должны быть сохранены памятники культуры и искусства; транспортные проблемы; оздоровление городской среды; стремление сделать города красивыми и удобными для жизни.

Во многих наших городах и в городах других стран построены и функционируют многочисленные подземные сооружения. Но широкое, комплексное освоение подземного пространства по существу только начинается.

В подземном пространстве крупных городов размещают транспортные сооружения, культурно-бытовые учреждения, складские помещения, инженерные сети, про-

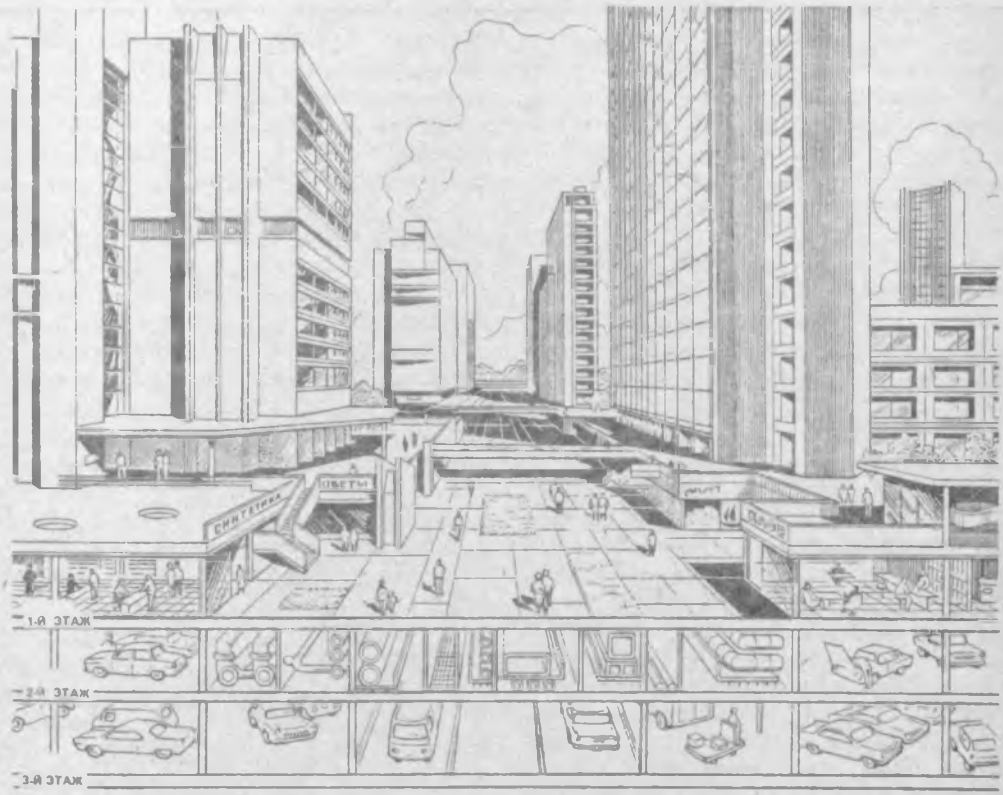


Рис.67. Подземные этажи города

мышленные и энергетические объекты и др. Эти объекты должны быть увязаны друг с другом, с наземными сооружениями, причем нельзя забывать и последующие этапы развития. Задача сложная, а с учетом особенностей подземных условий -- сложная вдвойне.

Сооружения в городах располагаются на глубинах до сотни метров. Чем ближе к поверхности земли, тем более насыщено подземное пространство различными сооружениями (рис.67). На глубинах до 20--40 м, особенно в центрах крупных городов, создаются многоярусные -- 10--12 этажей -- подземные комплексы.

Подземная среда -- это прежде всего горные породы, грунты (эти термины -- синонимы, первый из них употребляют геологи и горняки, второй -- строители). Но это также и вода, подземная вода, заполняющая поры и трещины в породах. Поэтому подземные сооружения -- это одновременно и "подводные" сооружения.

Подземные воды ставят проблемы на всех этапах освоения подземного пространства: и при строительстве, и при эксплуатации сооружений.

Для того чтобы разместить под землей сооружение, требуется прежде всего освободить для него

пространство, т.е. произвести выемку грунта. Как и в горном деле, в строительстве применяют две системы разработки грунта: открытую и закрытую. Первая из них -- это разработка котлованов, траншей и других выемок с поверхности земли. Выемки открыты по всей своей площади. При закрытой системе на поверхность выходят только входные выработки -- шахты, тоннели, основная же часть освобождаемого под сооружения пространства располагается под землей и разрабатывается подземным способом.

Заглубляясь ниже уровня подземных вод, выемка, так сказать, вызывает приток воды на себя. Вытекая из грунта в выемку, вода может производить разрушительную работу. Она способна своим гидродинамическим воздействием увлекать с собой грунт, приводя его в плывунное состояние, в результате чего происходит оплывание нижней части откосов и обрушение остальной расположенной выше части. Выходя из дна котлована, вода взвешивает грунт, разрыхляет его и может сделать непригодным в качестве основания сооружения. Она ухудшает и осложняет производство земляных, монтажных и других строительных работ в котловане. На многое еще способна вода.

Поэтому откачка воды непосредственно из котлована (открытый водоотлив) применяется либо в таких случаях, когда некоторые нарушения допустимы (например, в крупных котлованах на свободных территориях можно допустить оплывание откосов в каких-то размерах), либо в таких грунтовых условиях, которые не создают осложнений. Это грунты, устойчивые к воздействию текущей воды: галечники, скальные породы. Но и здесь возникают свои сложности. В скальных породах, например, вода движется в трещинах, которые могут быть заполнены рыхлым материалом. В результате размыва этого заполнителя сечение трещин увеличивается, приток воды может возрасти и справиться с ним будет трудно. Словом, лучше бы не допускать воду в котлованы.

При закрытой, подземной разработке строительных выработок приток в них воды вызывает еще бо́льшие осложнения. Вынос водой грунта -- при значительном его объеме -- чреват аварийными последствиями и для самой выработки, и для расположенных над ней, на поверхности земли, сооружений. Вынос грунта в небольших размерах, его подвижки могут привести к деформациям уже готовой части подземного сооружения, например обделки тоннеля. Да и поступление чистой воды в стесненную подземную выработку создает дополнительные трудности в проведении строительных работ. Следовательно, и в подземную выработку, вернее, особенно в подземную выработку лучше бы воду не допускать.

В этом направлении развивалась и продолжает развиваться техника борьбы с подземными водами. Здесь имеются три пути: первый -- перехватить, откачать воду за пределами выработки, второй -- отжать воду от выработки и третий -- поставить воде преграду.

Первый путь -- это водопонижение, искусственное понижение уровня подземных вод. Истоки этого метода идут от колодцев, а затем буровых скважин, из которых издревле добывали воду. При откачке воды уровень ее в скважине или колодце понижается, вызывая приток воды из окружающего водоносного грунта. Уровень воды в грунте также понижается с уклоном в направлении течения, и вокруг скважины образуется депрессионная воронка. Если откачку воды ведут из группы скважин, они взаимодейст-

вуют друг с другом и их депрессионные воронки объединяются, образуя общую депрессию уровня подземной воды. В этой осушенной зоне (над депрессионной воронкой) и располагается выработка в грунте. Водопонизительные скважины размещают, как правило, по контуру осушаемой выработки, устанавливают в них насосы, объединяют общим трубопроводом для сброса откачиваемой воды и линией электроснабжения. Это уже водопонизительная система. Крупные водопонизительные системы, например на котлованах гидроэлектростанций или на карьерах полезных ископаемых, состоят из десятков, а то и сотен скважин, из которых ведется откачка непрерывно в течение нескольких лет.

Помимо скважин с размещенными в них погружными насосами при водопонижении используют и другие специально созданные для этого технические средства. Прежде всего это хорошо известные строителям и горнякам легкие иглофильтровые установки. Иглофильтр -- полуторадюймовая труба длиной обычно 6 м с фильтровым звеном длиной 1 м на нижнем конце. С помощью гидроразмыва иглофильтры погружают в грунт на расстоянии 0,75--1,5 м один от другого, присоединяют их (до 100 штук в одном комплекте) к всасывающему трубопроводу, к которому подключен насос, и иглофильтровая установка готова к действию. За счет вакуума, развиваемого насосом, она понижает уровень подземных вод на 4--5 м, иногда немного больше. Если требуется большее понижение уровня, иглофильтровые установки можно размещать последовательно в нескольких ярусах.

И скважины, и иглофильтры справляются со своими задачами в хорошо водопроницаемых, преимущественно песчаных грунтах. Слабопроницаемые грунты (тонкозернистые и глинистые пески, супеси, суглинки) плохо и медленно отдают воду. А осушать их при строительстве особенно необходимо -- каждый может себе представить, что такое раскисший глинистый грунт, по которому ни проехать, ни пройти.

Одно из эффективных средств осушения слабопроницаемых грунтов -- их вакуумирование. В полости фильтров (в скважинах или иглофильтрах) создают вакуум, распространяющийся на прилегающий к ним грунт. В этом случае к силе гравитации добавляется атмосферное давление, выжимающее воду из пор грунта в фильтры. Вода может и остаться в грунте, но она переходит в капиллярное состояние, с давлением ниже атмосферного, обжимая скелет грунта и упрочняя его. Для вакуумирования грунта используют эжекторные иглофильтры и иглофильтровые установки вакуумного водопонижения.

Этот краткий обзор средств водопонижения создает впечатление, что они могут справиться со своей задачей практически в любых гидрогеологических условиях. И это действительно так. Но это не значит, что здесь все в порядке и беспокоиться не о чем. Посмотрим немного внимательнее.

Основные средства водопонижения -- вертикальные скважины -- ничем не отличаются от скважин, предназначенных для водоснабжения. Но цели этих процессов противоположны. При водоснабжении требуется получить максимум количества воды (дебит) при минимальном понижении уровня подземных вод. При водопонижении, наоборот, требуется понизить уровень при минимальном расходе воды. Лишняя вода -- это дополни-

тельные бесполезные затраты. Для целей водоснабжения скважины стремятся заглубить в наиболее водопроницаемые слои. При водопонижении такой подход ведет к лишнему расходу откачиваемой воды. Но заглублять скважины приходится, чтобы обеспечить достаточную площадь входа воды в фильтр. Очевидно, что для водопонижения более рационально развивать водоприемники не по вертикали, а по горизонтали, ограничивая их глубину, т.е. переходить от вертикальных скважин к системам горизонтальных фильтров.

Широко распространенные иглофильтровые установки с вертикальными фильтрами представляют собой, по существу, горизонтальные дрены, выполненные в виде цепочки часто расположенных коротких фильтровых звеньев. Но длина всех трубопроводов иглофильтровой установки в 10--12 раз больше длины самой установки. Это -- следствие вертикального расположения фильтров.

Горизонтальные фильтры нужны для водопонижения не только по соображениям экономики. Часто встречаются гидрогеологические условия, в которых вертикальные водоприемники не могут дать требуемого эффекта осушения грунтов. К ним относятся, в частности, случаи, когда котлован полностью перерезает водоносный пласт и достигает водоупорного слоя (такие выработки называют совершенными). Здесь требуется полный перехват потока подземных вод, а это может быть сделано только горизонтальной дреной, лежащей на водоупоре, в подошве водоносного пласта.

Системы с горизонтальными фильтрами существуют, и предпринимаются усилия для применения их с целью водопонижения. Прежде всего это лучевые водозаборы, каждый из которых представляет собой шахту с продавленными из нее в грунт по радиальным направлениям горизонтальными трубами-фильтрами. Они обладают большой водозахватной способностью, экономичны в эксплуатации. Но недостатком их являются шахты, сооружение которых плохо увязывается с мобильным характером строительного водопонижения. Для ликвидации этого недостатка создают конструкции малых лучевых колодцев, вертикальным стволом которых должна служить не шахта, а буровая скважина.

Такие конструкции разработаны в ВИОГЕМе в Белгороде (лучевой колодец с буровым автоматом для прокладки фильтров) и в институте Гидроспецпроект в Москве (лучевой колодец и горизонтальные линейные дрены с телескопическими фильтрами). В этих конструкциях применяется буровой принцип прокладки горизонтальных дрен -- в первом случае механическое бурение, во втором -- гидравлическое, поэтому фильтры могут быть расположены практически на любой необходимой глубине. По принципу прокалывания грунтов -- с использованием пневматического пробойника, который, как локомотив, тянет за собой фильтр, -- в ПНИИИСе (Москва) разработана технология прокладки горизонтальных фильтров.

Существуют и другие принципы прокладки горизонтальных фильтров. В Голландии, например, гибкие пластмассовые фильтры укладывают на дно узкой траншеи, глубиной до 8 м, проходка которой вместе с укладкой фильтра производится многоковшовым экскаватором. Конец фильтра выводится на поверхность и присоединяется к всасывающему патрубку насоса.

Эта система заменяет иглофильтровые установки.

Мы затронули только одну из задач совершенствования техники водопонижения -- задачу перехода от вертикальных водоприемников к горизонтальным. Разумеется, ею не исчерпываются потребности этой области строительной технологии. Ученым и инженерам остается еще обширное поле деятельности.

Второй путь борьбы с водой при подземном строительстве базируется на отжатии воды от выработки. Этот путь, можно считать, уже пройден и является достоянием истории строительства. Речь идет о кессонном способе строительства подземных сооружений. При этом способе устье подземной выработки, например вход в шахту, плотно герметизируется и в выработку нагнетают сжатый воздух. Когда давление его становится равным гидростатическому давлению подземной воды, она перестает течь в выработку и отжимается от нее. Все работы в выработке ведутся при повышенном давлении воздуха. Сообщение с поверхностью -- вход и выход -- осуществляется через шлюзовой аппарат, обеспечивающий постепенность изменения давления. В противном случае при резком изменении давления, особенно при его снижении (декомпрессии), человеческому организму грозит беда -- кессонная болезнь. Вредность работы при повышенном давлении --одна из главных причин отмирания этого способа работ, в последние десятилетия уже почти не применяемого и используемого только в исключительных случаях.

Однако принцип отжатия воды воздухом не отошел в историю, его применяют при работах, не требующих присутствия людей в зоне повышенного давления. С помощью сжатого воздуха интенсифицируют процесс водопонижения: в водоносный пласт, из которого водопонизительные скважины откачивают воду, по другим скважинам нагнетают сжатый воздух, принудительно отжимая воду к водопонизительным скважинам. Это ускоряет процесс осушения слабопроницаемых и плохо отдающих воду грунтов, дает возможность большего понижения уровня подземных вод. В замкнутых участках водоносного пласта (например, ограждаемых противофильтационными завесами) сжатым воздухом в комплексе с водопонижением можно удалить всю воду, полностью осушив грунты. Таким способом обеспечена проходка тоннелей на некоторых участках московского метрополитена.

Третий путь борьбы с подземными водами -- поставить воде преграду на пути к выработке. Преграды -- это противофильтрационные завесы, разнообразными видами которых располагает арсенал противофильтрационной обороны.

Большой класс составляют завесы инъекционного типа. Принцип их создания: по трассе завесы на необходимую глубину бурят скважины и через них нагнетают растворы, заполняющие пустоты в породе и затвердевающие в них. В разных геологических условиях этот принцип получает разное воплощение и по технологии работ, и по материалам заполнения, и по техническим средствам.

В скальных породах для тампонирования трещин проводят цементацию, т.е. в скважины нагнетают цементные растворы (суспензии). Этот метод имеет уже более чем вековую историю, он широко применяется в гидротехническом строительстве для создания противофильтрационных завес в скальных основаниях плотин, в шахтном строительстве.

Технология цементации имеет ряд особенностей. Цементационные

скважины бурят не сразу на полную глубину, а нисходящими зонами длиной по несколько метров. Каждую зону перед цементацией подвергают гидравлическому опробованию, по результатам которого назначают режим цементации. В понятие режима входят консистенция (густота) раствора, порядок ее изменения в процессе нагнетания, величина давления и другие параметры. Цементационные скважины подразделяются на очереди по принципу сближения скважин. Эта постепенность сооружения завесы с испытанием водопроницаемости каждой очередной зоны (а это контроль эффекта от предыдущей цементации соседних зон и скважин) обеспечивает получение плотного тела завесы. Но это не значит, что завеса получается совершенно водонепроницаемой. Ее остаточная проницаемость обусловлена главным образом мелкими трещинами в породе, в которые цементный раствор не проникает или распространяется по ним на малое расстояние от скважин. По крупным же трещинам цементные растворы могут растекаться на десятки, а то и сотни метров, что приводит к излишним затратам материалов и труда. Последнее обстоятельство является одной из основных причин довольно высокой стоимости метода. Тем не менее цементация является основным методом противофильтрационной защиты в трещиноватых скальных породах.

Помимо цементации в скальных породах применяют (реже) битуминизацию, т.е. нагнетание в породу через скважины горячего расплавленного битума или холодной битумной эмульсии.

Завесы инъекционного типа в рыхлых грунтах до недавнего времени строить не умели: скважины в них неустойчивы, цемент в мелкие поры песчаных грунтов не проникает. С 50--60-х годов начал использоваться новый способ создания глубоких противофильтрационных завес в рыхлых грунтах, разработанный во Франции. Этот способ сложнее цементации скальных пород, и суть его заключается в следующем. В скважину, пробуренную на полную глубину, устанавливают трубу с боковыми отверстиями по всей ее длине. Отверстия перекрыты манжетами -- отрезками резиновой трубки, выполняющими роль клапана, позволяющего выходить раствору из трубы. Пространство между трубой с манжетами и стенками скважины заполняют цементно-глинистым раствором, создавая обойму. После схватывания этой обоймы внутрь трубы с манжетами опускают тампон, устанавливают его на уровне отверстий, перекрытых одной манжетой, и нагнетают инъекционный раствор. Последний при определенном давлении отжимает манжету, разрывает обойму и проникает в грунт. Через каждую манжету нагнетают ограниченную (расчетную) порцию раствора.

Успех этой технологии обеспечивается также и применением разнообразной рецептуры растворов: глиноцементных, глинистых, с химическими реагентами. Каждый состав раствора предназначен для уплотнения определенного вида грунта. Технология манжетной инъекции позволяет устанавливать наиболее рациональный порядок уплотнения грунта, начиная с более проницаемых слоев и кончая слабопроницаемыми.

Совершенно иной принцип лежит в основе создания мерзлотных завес. Здесь в грунт ничего не вводят, все остается на месте: и грунтовые частицы, и вода в порах между ними. Но воду по трассе

противофильтрационной завесы замораживают и лед преграждает путь потоку подземной воды. Казалось бы, идеальный вариант, никаких материальных затрат, кроме энергии перевода воды из жидкого состояния в твердое. Но именно эти затраты столь значительны, что мерзлотные завесы -- одни из самых дорогостоящих. Вместе с тем этот метод почти независим от геологических условий, он может применяться и в скальных породах, и в песчаных и глинистых грунтах. Именно поэтому его продолжают широко применять в городском подземном строительстве, особенно при строительстве метрополитенов.

В 60--70-е годы в практику строительства интенсивно входит новый метод, получивший название "стена в грунте". Это -- метод не только противофильтрационный защиты выработок, но и строительства самих подземных сооружений.

Суть метода проста: в грунте делают глубокую узкую траншею с вертикальными гранями и заполняют ее материалом с нужными свойствами, получая стену в грунте. Главная задача при этом -- обеспечение устойчивости граней траншеи при ее выемке и заполнении. Она решается использованием глинистого раствора, заполняющего траншею в течение всего процесса возведения стены.

Бурение скважин с промывкой глинистым раствором, обеспечивающим устойчивость стенок скважин практически в любых породах, известно давно. Давно освоили и бетонирование таких скважин для устройства свай. Но лишь в 50-х годах австрийский инженер К.Федер догадался сдвинуть эти сваи вплотную и построить вместе со специалистами итальянской строительной фирмы ИКОС первую бетоносвайную стену в грунте. В дальнейшем противофильтрационные стены-завесы, состоящие из ряда секущихся (с перекрытием сечения) свай диаметром 600--800 мм, были построены в разных странах, в том числе и в СССР.

Сооружение таких завес производится с помощью ударного бурового станка. Преимущество этой технологии -- в возможности сооружать завесы в тяжелых грунтовых условиях, например в галечниках. Но производительность этого способа довольно низкая, а стоимость высокая. Кроме того, стена-завеса имеет много швов, что может отразиться на качестве завесы. Поэтому естественным был переход, во-первых, от свай к траншеям, а во-вторых, от ударного бурового станка к механизмам с большей производительностью.

Установив на опыте, что глинистый раствор обеспечивает устойчивость не только цилиндрических стенок скважин, но и плоских вертикальных граней траншей, разные организации и фирмы во многих странах стали применять для проходки траншей самое разнообразное оборудование: вращательные буровые станки на движущейся вдоль траншеи платформе, одноковшовые и многоковшовые экскаваторы, грейферы -- словом, любое имевшееся оборудование, способное извлечь грунт из траншеи. И, наконец, разработали специализированное оборудование для проходки узких глубоких траншей, работающее по принципу либо бурения, либо копания. Одновременно разрабатывались и разные методы заполнения траншей различными материалами -- бетоном, глиной, заглинизированным при проходке траншеи грунтом. Пионером этих работ в СССР был трест Гидроспецстрой.

Одновременно с разработкой технологии и средств механизации

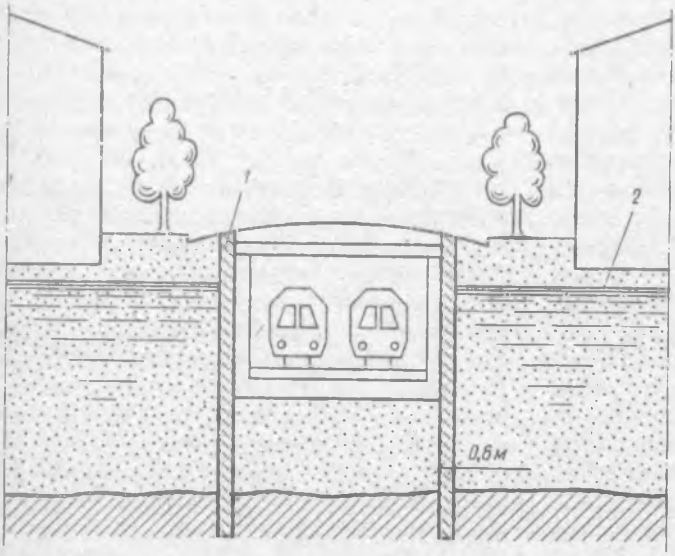


Рис.68. Применение стены в грунте при строительстве метрополитена мелкого заложения
1 — стена в грунте; *2* — уровень подземных вод

был сделан еще один решающий шаг: расширение функционального назначения стен в грунте. Они стали не только противофильтрационными завесами, но и несущими конструкциями -- стенами подземных сооружений и фундаментами (рис.68).

В 70-х годах несущие стены в грунте, одновременно выполняющие противофильтрационные функции, по широте использования в городском строительстве обогнали чисто противофильтрационные завесы этого типа.

Все рассказанное выше позволяет получить представление о достаточно больших возможностях современной техники, способной преодолеть трудности борьбы с водой при подземном строительстве. Но строительство -- это только начало взаимоотношений с подземными водами, они продолжаются при эксплуатации готовых сооружений. Сюда входят задачи гидроизоляции подземных сооружений, создания и многолетней работы дренажных систем. С этими задачами техника также успешно справляется. Ведь, находясь, например, в метро, мало кто имеет повод задуматься над тем, что он спустился не только под землю, но и под воду.

Глава 5

ВЕНЕЦИЯ, НИДЕРЛАНДЫ...

СУДЬБА ВЕНЕЦИИ

2 декабря 1966 г., менее чем через месяц после бедствия, Генеральный директор ЮНЕСКО Рене Майо обратился к миру:

"От имени ЮНЕСКО я обращаюсь с торжественным воззванием к интеллектуальной и моральной солидарности человечества в интересах спасения и восстановления пострадавших культурных сокровищ Флоренции и Венеции.

Я обращаюсь с призывом к 120 государствам -- членам ЮНЕСКО, и прежде всего к их правительствам, великодушно предоставить денежные средства, материалы и другую необходимую помощь, чтобы выполнить огромные по своему объему реставрационные работы...

Я призываю музеи, библиотеки, архивы и научные учреждения всех стран прислать своих специалистов, предоставить свои лаборатории и мастерские в распоряжение соответствующих итальянских учреждений, чьи помещения и коллекции пострадали от бедствия.

Я призываю писателей, художников, музыкантов, критиков, историков -- имя им легион, -- кто в своем творчестве вдохновлялся флорентийскими и венецианскими сокровищами, пожертвовать часть того, что они почерпнули, -- они, как никто другой, знают, что никогда не смогут сполна возместить свой долг, ибо этот долг духовный, -- и помочь нам своим талантом привлечь внимание общественности, тронуть человеческие сердца.

Я призываю миллионы и десятки миллионов людей, пусть всего лишь раз посетивших эти изумительные города и вернувшихся оттуда на всю жизнь духовно обогащенными, прислать в ЮНЕСКО хотя бы один доллар.

И, наконец, я призываю тех, кто никогда не видел Флоренции и Венеции и большинство из которых, вероятно, так и не будет иметь такого счастья, также внести свою скромную лепту: деньгами, трудом, частицей собственного сердца. Ибо невозможно сознавать себя человеком и оставаться безучастным к судьбе величайших сокровищ мировой культуры".

Небывалое наводнение, обрушившееся на Венецию 4 ноября 1966 г., приковало к судьбе этого города внимание всего мира. Это наводнение не только причинило большой ущерб городу и его культурным ценностям, оно показало, что город -- на грани гибели.

Венеция -- достояние не только Италии, она -- жемчужина мировой культуры. Более десяти тысяч сооружений и произведений искусства в Венеции представляют исключительную историческую и худо-

жественную ценность. Уникален и неповторим сам город среди лагуны. "Венеция, -- писал Гете, -- это мечта, сотканная из воздуха, воды, земли и неба".

Судьба Венеции... Не ждет ли ее участь Атлантиды, не придется ли историкам будущего решать вопрос: Венеция -- реальность или миф?

Венеция расположена на островах в середине мелководной лагуны в северо-западном торце Адриатического моря (рис.69). При первом взгляде на карту Венеции -- ее исторического центра -- можно увидеть два острова, разделенных Большим Каналом (канал Гранде), и рядом еще один остров -- Джудекка. Эти острова, общим размером примерно 5×3 км, рассечены 180 каналами (рис.70), и считается, что Венеция стоит на 118 островах. С материком Венецию соединяет железнодорожный и автодорожный мост длиной 3,6 км. На материке расположены пригороды Венеции -- Местре и Маргера, представляющие собой крупные жилые и промышленные зоны. Пригородами считаются и острова в лагуне (Мурано, Торчелло, Бурано), и застройка песчаной косы, отделяющей лагуну от моря (Лидо, Пелестрина, Сан-Эразмо).

Берега Большого канала и бассейна Сан-Марко застроены дворцами. Великолепны Дворец дожей, пятикупольный собор Сан-Марко, ансамбль центральной площади -- Пьяцца Сан-Марко и примыкающей к ней Пьяцетты. В городе 378 мостов, среди которых выделяется мост Риальто -- первоначальное ядро города . Транспорт города только водный: водные трамвайчики (вапоретто), катера, гондолы. Нет ни автомобилей, ни лошадей. Последним всадником в Венеции был Наполеон. Улицы узки, по ним едва могут пройти рядом несколько человек (рис.71). В городе около 400 площадей, но, собственно, этого названия заслуживает только Пьяцца Сан-Марко длиной 175 м и шириной 82 м, выложенная мраморными плитами.

Днем рождения Венеции считают 25 марта 451 г., когда гунны, ведомые Аттилой, вторглись на Апеннинский полуостров, разрушили город и крепость Аквилею, заставив оставшихся в живых искать убежища на островах лагуны. (Задолго до этого на островах и побережье лагуны были поселения венетов -- древнего славянского иллирийского племени, в 42 г. до н.э. подчиненного Римской империи. Недавно аквалангисты обнаружили на дне лагуны у островка Торчелло остатки дамб, относящихся к I в. до н.э. и ограждавших, по-видимому, древнеримское поселение и порт.) После варварских нашествий часть беглецов из Аквилеи, Падуи, Конкордии, Одерцо возвращалась в родные места, другие оседали на островах. На островах вырастали дома и хижины на сваях, со стенами из камня, который новоселы привезли на плоскодонных судах вместе со своими пожитками, а также традициями.

Образовалось 12 поселков, в каждом из которых был избран трибун. Они оказались под властью Византии, которая в 697 г. назначила первого дожа -- Паолуччо Анафеста. Центрами были поселения на разных островах: Градо -- религиозный центр, Гераклея и затем Маламокко -- политический (оба были позднее поглощены морем), Торчелло -- торговый. В IX в. политический центр переносится в Риальто (Ривус Альтус, глубокий поток), и город в течение нескольких веков носил это имя. В 829 г. два купца в монашеских одеяниях, Буоно ди Маламокко и Рустико ди

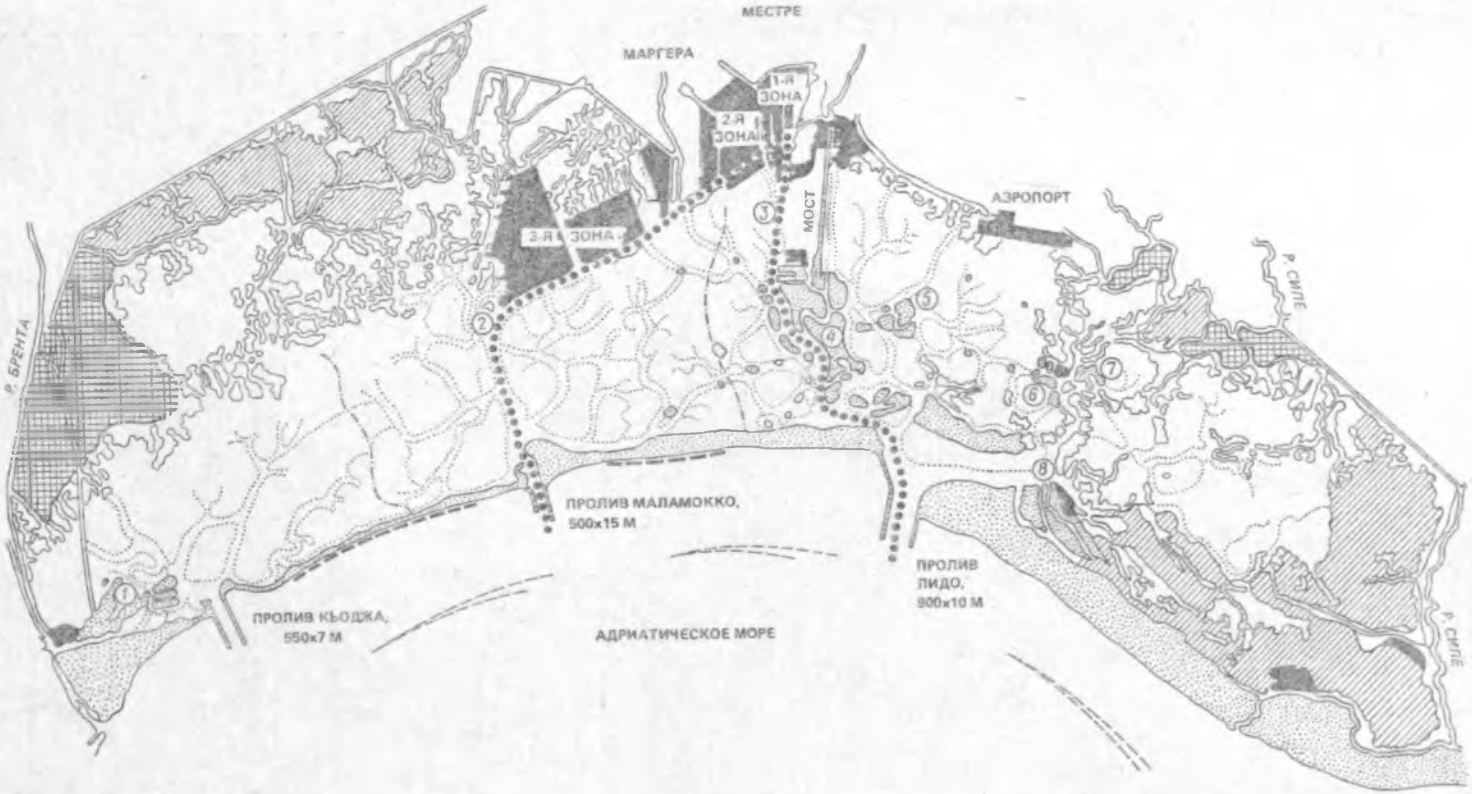


Рис.69. Венецианская лагуна
1 — Кьоджа; *2* — Сан Леонардо; *3* — канал Виктор-Эммануил III; *4* — Венеция; *5* — Мурано; *6* — Бура́но; *7* — Торчелло; *8* — Тре-Порти

Рис.70. Один из малых каналов Венеции (Фото В.Позняк)

Рис.71. Сухопутная улица в Венеции. (Какое-то здесь при наводнениях?) (Фото С.Хасина)

Торчелло, тайно перевезли мощи святого Марка из Александрии в Риальто. Святой Марк заменил греческого святого Теодора в качестве покровителя города; Риальто стал независимой Республикой Сан-Марко. Флот республики распространял ее влияние на побережья Адриатики. Дож Пьетро Орсеоло II (991--1009) принял титул дожа Риальто и Далмации. Его победы отмечены установившимся с того времени символическим обрядом обручения дожа с морем. Становясь главой государства, дож бросал кольцо в море со словами: "Мы венчаемся с тобой, о море, в знак вечного над тобой господства".

Высшей степени своего могущества и расцвета республика достигла в средние века, во время и после крестовых походов. Дож Энрико Дандоло согласился перевезти франкские армии IV крестового похода в святую землю во славу господа, плюс 85 000 марок и половина добычи. Когда стало ясно, что у франков не было достаточно марок, им пришлось уплатить свой долг, направив армии на взятие Константинополя для Риальто. К XIII в. щупальцы Риальто распространились дальше, чем любого другого города, он стал "господином и хозяином четверти и еще полчетверти Римской империи". В

город стекаются богатства, строятся великолепные дворцы, соборы, здания. Прокладываются новые каналы и засыпаются старые, строятся мосты.

Наиболее значительные сооружения города -- базилика Сан-Марко, Дворец дожей и другие, заложенные еще в IX в., одеваются мрамором и позолотой, украшаются скульптурами и живописью. На фасаде базилики Сан-Марко появляется четверка бронзовых позолоченных коней, вывезенных в 1204 г. с ипподрома Константинополя. (Это было не первое и не последнее путешествие скульптуры. Созданная в Греции либо, по некоторым данным, в Древнем Риме квадрига находилась в Риме на триумфальной арке Траяна. Константин Великий перенес ее на императорский ипподром в Константинополе, откуда дож Дандоло забрал ее в качестве военного трофея в Риальто. Наполеон отправил коней в Париж, так же как и крылатого льва с колонны Сан-Марко -- символ Венецианской республики. В 1815 г. они были возвращены в Венецию, но лев -- без двух больших карбункулов, сиявших прежде в его глазах.)

В XV--XVI вв. политическое и экономическое влияние и значение Венеции, как теперь именуется город, начинает таять. Турки взяли Константинополь и подошли к Адриатике, лишив Венецию заморских портов. Открытие путей к Индии и Новому Свету, новые рынки Испании, Португалии, Англии, Голландии лишили венецианцев торговых преимуществ. Но Венеция, накопившая большие богатства, остается культурным центром и городом искусств. В это время была основана прославленная венецианская школа живописи. Беллини, Карпаччо, Тициан, Джорджоне, Тинторетто, Веронезе -- творцы большого числа работ, и по сей день оставшихся в тех зданиях, для которых они были первоначально созданы. Венецианские карнавалы, длившиеся по несколько месяцев без перерыва, привлекают "всю Европу".

Свежа от волн, Цибелою морской
Венеция всплыла над океаном,
С тиарой гордых замков золотой,
Царицы вод блистая пышным саном.
Добыча войн служила ей приданым
Для дочерей. Востока пышный мир
Ее дарил сокровищ блеском рдяным.
Она была в сиянии порфир,
И не один монарх стремился к ней на пир.

Байрон

Синонимом Венеции стало имя Серениссима — Светлейшая. Джеймс Моррис, исследователь венецианской истории, замечает об этом периоде, что карнавалы венецианского декаданса были приманкой для туристов, и чем более декаданскими они становились, тем больше людей собиралось на них. Проститутки стали столь же знамениты, как архитектура. В исследовании XVIII в. отмечается, что целью венецианской внутренней политики было "поощрять безделье и роскошь аристократии, невежество и распущенность духовенства, поддерживать непрерывные распри в простом народе, потворствовать дебошам и разврату в монастырях". Физический эффект заключался в том, что город становился еще более великолепным. Немало было и трагедий: чума приходила в город 70 раз!

В 1797 г. венецианский дож сдал знаки своей власти генералу Наполеону Бонапарту. Его победа была такой легкой, что город ос-

тался не тронут. Правительство республики просто проголосовало против своего существования 512 голосами против 30 при 5 воздержавшихся. Венеция становится разменной монетой в европейской политике, переходя из рук Франции к Австрии, затем к Италии, вновь к Франции, Австрии. На короткое время, около года (революция 1848 г.), Венеция вновь становится Республикой Сан-Марко. И наконец, в 1866 г. плебисцит объединил Венецию с Италией.

Город и лагуна. Взаимоотношения Венеции с окружающей ее водой не ограничивались обручением дожа с морем. На протяжении всей истории города борьба с водной стихией была жизненно важной его заботой.

Когда венеты начали селиться на островах лагуны, была она большей частью пресноводной. В нее впадали реки Брента, Силе, Пьяве и другие, берега были заболочены. Место было нездоровое, но хорошо защищенное, окруженное лишь морем и небом. Однако реки стали угрожать безопасности, а затем и судоходству: их наносы заиляли лагуну, грозя навести мосты к островам. Начиная с XII в. и по XVI в. венецианцы последовательно отводят Бренту, Дезе, Силе, Зеро, Марцениго и Пьяве по каналам в Адриатику в обход лагуны. Это избавило лагуну от болот -- рассадников малярии, лагуна полнее стала "дышать" морской водой.

Песчаная коса, отделяющая лагуну от моря, не выдерживала натиска его волн. Венецианцы укрепляют берега косы. Первые защитные стены были построены в XIV в. и время от времени укреплялись. В XVIII в. вместо старых стен начали возводить сохранившиеся до наших дней "мурацци" -- стены длиной более 5 км из земляных насыпей и больших каменных блоков. Они строились 39 лет и были завершены за 15 лет до падения города перед Наполеоном.

Изложенная в двух абзацах история борьбы венецианцев с водой может создать впечатление четких продуманных действий, единого плана. Нет, конечно. Этот аспект истории Венеции также изобилует большими и малыми событиями и поражениями. Венецианская республика на долгом опыте осознавала значение лагуны, экспериментируя, изучала ее механизм.

"Лагуна имеет трех врагов: море, землю и человека" -- этот афоризм рожден в Венеции пять столетий назад. Опыт показывал, что лагуна не терпит вольного с собой обращения. Перегораживающие ее рыбачьи сети приводили к заиливанию и заболачиванию. "Жердь рождает болото" -- еще один афоризм венецианцев. Земля, сбрасываемая в лагуну при прокладке каналов в городе, меняла направление течений и создавала "мешки"– застойные зоны, не очищавшиеся течениями. Были планы -- в XVI в., а возможно и раньше, -- засыпать лагуну и выращивать на ней хлеб. Но венецианцы были мореплавателями, интересы флота были для них дороже хлеба, поэтому лагуну расчищали и углубляли, давали в ней простор воде (и сохранили Венецию такой, какой она была и есть -- городом среди лагуны).

Очевидно, Совет десяти -- законодатель республики -- имел основания для крутых мер в защиту лагуны, установив эдиктом 1501 г.: "... тот, кто посмеет повредить плотины, проложить трубу, чтобы отвести воды, углубить или расширить каналы, будет лишен правой руки, левого глаза и всего имущества". Неизвестно, применялись ли именно эти меры возмез-

дия (трое из десяти членов Совета были инквизиторами, а "мост вздохов" вел из зала Совета прямо в тюрьму), но один из старейших и высших государственных органов Венецианской республики -- Магистратура водных дел вела активные действия борьбы со всеми тремя врагами лагуны. Она была наделена для этого реальной и весомой властью. Эта деятельность была прекращена наполеоновской администрацией и с тех пор в прежних целенаправленных традициях не возобновлялась.

Лагуна длиной 56,5 км и шириной 9,6 км отделена от Адриатического моря песчаной косой с тремя проливами: Лидо, Маламокко и Кьоджа. Во время приливов морские воды входят через них в лагуну, повышая ее уровень, и при отливах вновь уходят в море. Эти ежедневные течения очищают венецианские каналы, позволяя городу обходиться без канализационной системы очистки.

Треть лагуны -- постоянный водоем с системой естественных и искусственных каналов глубиной от 1 до 15 м. К суше дно лагуны повышается, и приливы создали здесь илистые и песчаные отмели -- барены, занимающие более 40 % площади лагуны. Илистые отмели затопляются водой при каждом приливе, песчаные -- при сизигийных приливах (в новолуние и полнолуние) и при высокой воде. Часть отмелей в наше время засыпали и продолжают засыпать для расширения промышленной зоны Маргера. Около 20 % территории лагуны окружено дамбами и превращено в рыболовные водоемы. Острова занимают около 5 % площади лагуны.

Все сооружения Венеции построены на сваях, забитых в слабый грунт островов на глубину от 3 до 10 м. Сваи забиты густым частоколом, поверх них уложены платформы из соединенных между собой дубовых и лиственничных бревен, и уже на них -- каменные фундаменты сооружений. В основание церкви Санта Мария делла Салюте (рис.72) забито 1 106 657 дубовых, ольховых, лиственничных свай (эта работа заняла 2 года и 2 месяца), каменный мост Риальто стоит на 12 000 свай. Целые леса в Далмации были сведены и забиты в острова Венеции.

4 ноября 1966 г. -- самый длинный день Венеции. В этот день стихия обрушилась на всю Северную Италию. Здесь встретились два циклона -- из центрального Средиземноморья и, навстречу ему, с северо-востока. Море билось в девятибалльном шторме. Скорость ветра -- от 80 до 150 км/ч. В горах таял выпавший накануне обильный снег, вода рвалась к морю, но ветер гнал ее обратно на сушу. Реки выходили из берегов. Разрушению подверглись большие территории, много населенных пунктов. Более других пострадала Флоренция.

Венеция на этот раз пострадала меньше. Но Флоренция пережила подобное наводнение один раз за последнюю тысячу лет. Венеция же стоит перед лицом возрастающей угрозы катастрофических затоплений.

Как происходило это в Венеции, рассказывает очевидец, корреспондент газеты "Паэзе сера" Джулио Обичи:

"Прилив вторгся в Венецию в 22 часа 3 ноября; вода поднималась с небывалой быстротой. К 5 часам утра 4 ноября она должна была, подчиняясь астрономическим законам, вернуться к нормальному уровню, но она лишь обнажила немного суши. Лагуна оказалась неспособной вытолкнуть ее. К полудню вследствие новой волны при-

Рис.72. Церковь Санта Мария делла Салюте, стоящая у начала Большого канала.

лива вода поднялась еще выше, вновь накрыв потерянную было сушу и перекрыв собственную ранее достигнутую высоту.

Умолкли телефоны, погасло электричество, во многих домах отключился газ и почти по всему городу можно было передвигаться только в высоких сапогах. Гонимые холодным сирокко, под дождем, по затопленным площадям и набережным странствовали баржи (рис.73). Венеция встречала вечер погружаясь в темноту, ожидая часа, с которым должен был наступить второй и последний отлив этого дня, ждала, как ждут решающего испытания... Испытание провалилось. И на этот раз марея не была исторгнута. Наоборот, нарушая всякие правила и отвергая традиции, именно в тот момент, когда вода должна была спадать, она начала вновь подниматься. Вот тогда -- было 6 часов вечера -- несокрушимость Венеции, казалось, пошатнулась. Все почувствовали, что многовековое равновесие рухнуло, что город и лагуна потеряли свою защитную цепь, но кто знает, какое именно из ее звеньев. Никто, исключая немногих, в том числе и городские власти (которые, казалось, в эти часы были проглочены морем), не знал еще, что там, на побережье, море выполнило такую разрушительную работу, на которую была не способна даже война, что береговая защита, в том числе и "мурацци", прорвана.

Прорвана и снесена до основания. В то время как Венеция тонула в лагуне, терзаясь в ожидании своей участи, на побережье все неслось стремительно. Здесь "правило" не знало ни ритма, ни времени.

Лагуна отделена от моря точной демаркационной линией. В тот день этой демаркации уже более не

Рис.73. Площадь Сан-Марко во время катастрофического наводнения в ноябре 1966 г.

существовало. Волны моря, подгоняемые жесточайшим сирокко, перехлестнули через цепочку прибрежных островов даже в тех местах, где их ширина была значительной.

Каваллино -- полуостров садов, виноградников и пашен -- уже больше, как таковой, не существовал. Он лежал под высокими волнами соленой воды... Остров Пурано, лежащий в лагуне за спиной Каваллино, волны пересекали так, как если бы он находился в открытом море... Остров Сант-Эразмо, часовой лагуны у пролива Лидо, исчез под волнами высотой до 4 м... На набережных Лидо морская вода расшвыряла постройки, снесла песок с пляжей. В "мурацци" бреши открылись с первого же удара. Стена Венеции прорвалась в десятках мест, общей протяженностью 80 м, еще на 600 м была повреждена,

Рис.74. "Высокая вода" — acqua alta — на улице Венеции

сдвинута с места. Жителям тех мест казалось, что наступил конец света...

Если бы ветер не утих и мареджата продолжала еще хотя бы немного свою разрушительную работу, море надолго бы утвердилось в Венеции. Фундаменты древних дворцов, старых домов, для которых опасен даже ласковый плеск волн, поднимаемых пловцами, как долго смогли бы они сопротивляться? К счастью, ветер спал вовремя, поэтому "демонстрация" 4 ноября не развернулась полностью.

Когда к 9 часам вечера, уже против всякого ожидания, вода начала спадать, все должны были уверовать в чудо... Марея рванулась из города внезапно, с яростью, не уступавшей той, с которой она ворвалась в него. Достигнув невиданной высоты -- 1 м 96 см выше среднего уровня моря, опустошив магазины, ограбив обитателей первых этажей, затопив ремесленные мастерские, выплеснув нефть из сотен хранилищ, промочив и разбросав несчетное количество книг в библиотеках, переломав мебель в домах, уничтожив документы в учреждениях, вода ушла.

За 24 часа абсолютного господства вода устроила венецианцам угрожающий смотр своей мощи и теперь могла убраться, оставив жителям другую Венецию...

Бедствие имело чудовищные размеры. Что уж говорить об утопленных в воде 40 миллиардах лир, когда под вопрос была поставлена безопасность Венеции, сама возможность ее существования".

Таковы свидетельства очевидца.

Город, пятнадцать столетий живущий среди воды, прекрасно знающий, что такое "высокая вода" (рис.74), оказался застигнутым врасплох наводнением -- таков парадокс Венеции. Не имея серьезной защиты от высоких подъемов воды, жители предпринимали кустарные меры: строили дамбочки, кирпичные загородки у порогов своих домов, поднимали полки с книгами в библиотеках и с товарами в магазинах до уровня, казавшегося безопасным. За этот уровень принимали "высокую воду" 1951 г. -- 1 м 51 см, считая его максимально возможным. 45 сантиметров сверх этого уровня оказались достаточными, чтобы смести всю эту защиту и сделать ее бесполезной. Сантиметры могут решить судьбу Венеции.

Проблема Венеции. Этот термин был научно определен на международном научно-техническом совещании в 1962 г., проходившем под

этим наименованием. Проблема включает комплекс вопросов защиты, реставрации и обеспечения жизнеспособности города. Наводнение 4 ноября 1966 г., поставившее город на грань катастрофы, не только обострило эту проблему, но и придало ей смысл спасения Венеции от физического уничтожения. Проблема Венеции -- комплексная, и каждый ее аспект представляет, в свою очередь, проблему большого масштаба:

защиты города от затопления, обусловленной возросшей частотой высоких приливов и погружением города в воды лагуны;

сохранения и реставрации зданий, сооружений, произведений искусства, которым угрожают и вода, разрушающая фундаменты и стены, и отравляемый промышленностью Маргеры воздух, корродирующий камень и металл;

жизнеспособности города -- проблему жилья и работы венецианцев.

Уместен вопрос: почему именно сейчас, во второй половине XX в., так остро потребовалось спасать от гибели город, благополучно и с блеском существующий полторы тысячи лет? Ответ на этот вопрос -- в новейшей истории города.

Не только и не столько природа повинна в возникновении проблемы Венеции. Интенсивное индустриальное развитие часто является причиной серьезных изменений в природной среде, и угроза существованию Венеции -- одно из наиболее наглядных последствий неучтенных косвенных воздействий этого развития.

В 1925 г. было начато промышленное освоение Маргеры -- континентального пригорода Венеции. Алюминиевые и нефтеперерабатывающие заводы, химические предприятия, теплоэлектроцентрали, судоверфи, второй в Италии по грузообороту (после Генуи) морской порт -- вот чем стала Маргера. Концерны "Монтекатини -- Эдисон", "Падания" и др. стали оказывать влияние на весь регион, в том числе и на лагуну. Территории на материке не хватило, началось освоение лагуны; две промышленные зоны на бывших баренах уже освоены, третья засыпана и подготовлена к освоению. Проливы -- сначала Лидо, затем Маламокко -- углублены и расширены, по лагуне проложены искусственные глубоководные каналы.

Эти вмешательства грубо нарушили водный режим лагуны и города, чрезвычайно чувствительных к внешним воздействиям. Даже такая, казалось бы, мелочь, как волны от катеров и вапоретто, приводит к разрушению зданий на берегах каналов, размывая их основания и фундаменты. Углубление проливов и прокладка глубоководных каналов привели к еще более серьезным последствиям: высокие приливы в лагуне стали происходить все чаще.

Загрязнение промышленностью атмосферы всего в нескольких километрах от Венеции в сочетании с влажным морским воздухом служит причиной интенсивного разрушения материалов сооружений и произведений искусства. Коррозия поражает металл, она заставила снять четверку бронзовых коней с фасада базилики Сан-Марко и заменить их копией. Мраморные колонны поражены своеобразным "раком камня" -- мрамор миллиметр за миллиметром теряет прочность и обращается в пыль при малейшем прикосновении.

Здания в Венеции, хотя и производят впечатление каменных, в действительности на 90 % кирпичные, оштукатуренные под камень.

Кирпич -- пористый материал, способный впитывать воду и перемещать ее по капиллярам. Строители Венеции хорошо знали это, на основание из дубовых свай они укладывали кирпичный фундамент, а на уровне тротуара прокладывали один или два ряда камня, привезенного с Истрийского полуострова, расположенного напротив Венеции на другой стороне Адриатики. Плотное сложение этого камня препятствовало капиллярному подъему влаги. Во время наводнений этот барьер затопляется, соленая вода входит в кирпичную кладку и поднимается по капиллярам на значительную высоту -- до 3--4 м.

Соленая вода агрессивна сама по себе, но в лагуне она еще загрязнена производственными стоками Маргеры, содержит железо, фенолы, цианиды, хлор, детергенты. Пропитанная солью и химикалиями, высыхая, кирпичная кладка адсорбирует воду из влажной атмосферы, превращается в мякоть и разрушается, обнажая концы железных балок и деревянного настила полов. Путешествие по любому из малых венецианских каналов обнаруживает картину загнивания городских зданий: большие участки стен с обвалившейся штукатуркой, растрескавшимся кирпичом, забитые окна первых этажей, выщербленные каменные блоки. Это разрушение -- наиболее очевидный признак угрозы существованию Венеции.

Все более остры социальные проблемы. Большая часть жилья не отвечает современным требованиям. Многие жители обитают в домах, считавшихся непригодными для жилья еще во времена Венецианской республики. Почти все здания не имеют системы отопления, единственный его вид -- кухонные плиты и камины. Основные места трудовой деятельности -- на материке. Население исторического центра Венеции неуклонно сокращается: в 1951 г. здесь было 190 тыс. жителей, в 1966 г. -- 136 тыс., этот процесс продолжается. Город покидает главным образом трудоспособная часть населения. Венеция становится городом стариков. За указанные 15 лет доля населения старше 65 лет возросла от 40 до 78%. Покинутые жилые помещения (их более 20 тыс., главным образом в первых этажах зданий) практически невозможно поддерживать, дома быстро отсыревают, ускоряется их старение и разрушение.

Все эти факторы, взаимно зависимые и действующие одновременно, приближают катастрофу города. Нужны радикальные меры спасения.

Высокая вода. Ежедневно с астрономической точностью и регулярностью (поскольку обусловлен астрономическими причинами) между морем и лагуной происходит водообмен. В течение шести часов прилив вгоняет воду в лагуну через три пролива и в течение следующих шести часов вода с отливом уходит из лагуны в море. Средний подъем уровня воды в лагуне при нормальном приливе составляет 61 см, при этом в лагуну входит и затем выходит примерно 320 млн. $м^3$ воды.

Лагуна состоит как бы из трех самостоятельных бассейнов, границы между которыми не обозначены, но соблюдаются приливными течениями. Вода, входящая в лагуну через каждый из проливов, занимает свой бассейн и возвращается тем же путем. Приливные течения очищают воды лагуны и каналы Венеции, но они же могут и подтачивать фундаменты зданий. И та и другая роль течений в каналах города -- функция их скорости.

зависящей исключительно от режима лагуны.

Нормальные приливы -- результат действия лунного притяжения. На них накладывается еще ряд факторов, поднимающих уровень воды в лагуне, то, что венецианцы называют "acqua alta" -- высокой водой. Это штормовые нагоны, случающиеся 20--30 дней в году, с октября по март. Наиболее существенные причины высокой воды -- это понижение атмосферного давления, дожди, ветры и сейшевые колебания Адриатического моря, в меньшей степени -- сизигийные приливы (во время противостояния Луны и Солнца).

Местные понижения атмосферного давления -- до 736 мм рт.ст. и менее -- способны вызвать подъем уровня воды в лагуне на 10--20 см, а в исключительных случаях -- до 30 см.

С перепадом атмосферного давления связаны и сейши -- стоячие волны в Адриатическом море. Они возникают, когда атмосферное давление над одним районом моря больше, чем над другим. Грубое подобие -- колебания воды в длинном корыте, если раскачать его вдоль, у одного конца вода поднимается, у другого опускается. Сейшевые колебания могут поднять уровень лагуны до 65--90 см.

Атмосферные осадки, выпадающие зимой в районе Венеции, включая бассейны водосбора впадающих в Адриатическое море рек, вызывают сезонные подъемы уровня воды на 10--20 см.

Наиболее существенный подъем уровня вызывает юго-восточный ветер -- сирокко, который гонит штормовую волну к лагуне. При скорости ветра 60 км/ч уровень воды в лагуне может подниматься более чем на 90 см, не считая высоты волн.

Высокая вода -- результат совместного действия этих факторов, и чем больше совпадают они по фазе максимумов, тем выше подъем уровня воды в лагуне. Расчет позволил расчленить по этим факторам общий объем уровня в ноябре 1966 г. и сравнить его с возможным максимумом (табл.1) (К.Бергинц, 1971).

Таблица 1

Факторы подъема уровня воды в лагуне	Подъем воды в лагуне над средним уровнем моря, см	
	4 ноября 1966 г.	зарегистрированный максимум
Приливы	25,4	61,0
Понижение атмосферного давления	15,2	20,3
Дожди	20,3	20,3
Ветры	84,0	89,0
Сейшевые колебания	50,8	63,5
Итого	196,0	254,0

Возможный максимальный подъем уровня (2,54 м) слагается, как видим, из зарегистрированных максимальных уровней, теоретически же он еще выше -- до 3 м. Вероятность такого бедствия -- один раз в 10 тыс. лет, а наводнения, равного ноябрьскому 1966 г. -- один раз в 250 лет. Это события, близкие к катастрофическим. Но высокой водой, даже исключительно высокой, считают подъем уровня более чем на 110 см. При этом затопляется до 70 % территории Венеции, где отметки суши находятся на 107--130 см выше среднего уровня моря.

Тревогу вызывает не только сама по себе высокая вода, но особенно ее все возрастающая повторяемость. За последние 100 лет (к 1970 г.) было зарегистрировано 78

случаев высокой воды; в первые 65 лет они происходили в среднем один раз в 5 лет, в последующие 25 лет -- ежегодно, а за последние 10 лет -- по три раза в год. Есть основания считать, что одна из главных причин этой увеличивающейся частоты наводнений -- искусственные изменения в лагуне и особенно в ее проливах. В прежнем своем состоянии проливы существенно гасили энергию приливных течений: вода переваливала через них, как через пороги. После углубления проливов их гасящая роль уменьшилась. Сокращение площади лагуны также ведет к повышению уровня приливов. Таким образом, одинаковые внешние условия приводят ко все большему подъему уровня высокой воды в лагуне.

Увеличению высокой воды способствует и оседание территории города и лагуны.

Оседание города. Поверхность венецианских островов, дна и берегов лагуны опускается по отношению к уровню моря. Для Венеции это не новость. В вышедшем около 80 лет назад Энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона написано: "Поверхность Венеции понизилась: под почвою, на которой стоит теперь город лагун, бурением артезианских колодцев обнаружено существование четырех слоев торфяников, лежащих друг на друге, из которых один, толщиной в 130 м, дает понятие о громадном опускании, которое здесь произошло в течение многих столетий. Подземная церковь св.Марка сделалась подводной; мостовые, улицы, дороги, различные сооружения понемногу опускаются ниже поверхности лагун".

В старой книге рассказано, как тяжело поднимался в 1177 г. на ступени собора Сан-Марко император Фридрих Барбаросса, чтобы пасть к ногам папы Александра III, победителя в давнем их споре. Нет уже тех ступеней, пол собора -- вровень с площадью и вместе с ней заливается высокой водой.

Археологическими исследованиями установлено, что осадка сооружений (абсолютная, не сравниваемая с уровнем моря) достигает 3,5--6 м с доисторических времен и 1,8-3 м со времен Древнего Рима.

Венеция изобилует признаками постоянного погружения: у сотен колонн не видно оснований, в двери и портики можно пройти, лишь наклонив голову, окна сидят низко над мостовой. Веками город убегал от воды, повышая уровень своих улочек, набережных, площадей.

Региональное погружение поверхности земли в лагуне относительно уровня моря измеряется сейчас сравнительно скромными величинами, которые удобнее измерять не метрами, а миллиметрами. Слагается оно из двух встречных движений: повышения уровня моря и оседания поверхности земли (рис.75). Этот вывод сделан на основе двух систем измерений: наземных и морских. Наземные измерения проводятся по маркам-реперам в разных местах города и лагуны и сопоставляются с предполагаемой стабильной маркой на возвышенности в Конельяно в 50 км к северу от Венеции. Результаты морских измерений -- мариграммы -- сопоставляются по станциям в Венеции и Триесте (уровень моря у Триеста принимается стабильным).

Эвстатический подъем уровня моря оценивается величиной 1,5 мм в год.

Оседание поверхности земли, измеренное по марке на здании ра-

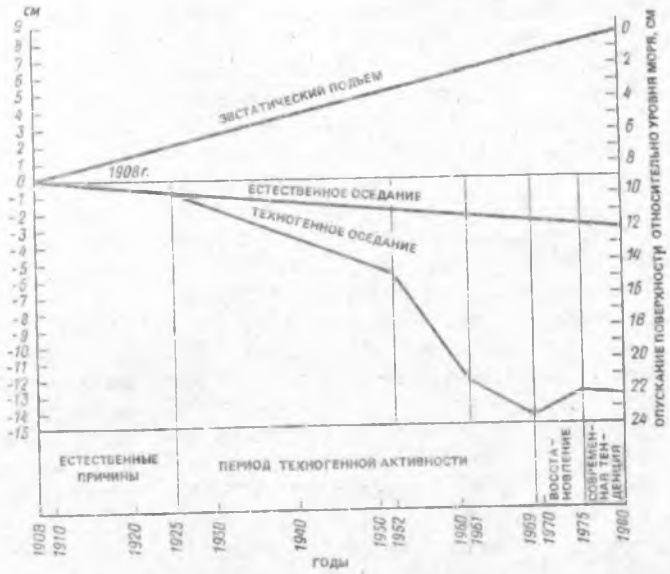


Рис.75. Оседание Венеции и подъем уровня моря за период 1908--1980 гг.

туши Венеции (палаццо Лоредано), составляло:

1908 -- 1925 гг. ..... 17,8 мм (1,0 мм/год)
1926 -- 1942 гг. ..... 38,1 мм (2,3 мм/год)
1943 -- 1952 гг. .....35,6 мм (3,55 мм/год)
1953 -- 1961 гг. ..... 45,7 мм (5,1 мм/год)
Всего за 53 года.....137,2 мм

Колокольня св.Марка (кампанила) за это же время опустилась на 183 мм.

Считают, что скорость оседания 1 мм/год была характерна для всего периода истории Венеции до 1925 г., после чего она стала возрастать, достигнув к 1969 г. около 6 мм/год.

Скорость оседания сравнительно невелика. Венеция по этому показателю отнюдь не чемпион (сравните, например, с Мехико, где скорость оседания достигала 50 см/год -- в 100 раз больше!). Но Венеция имеет слишком низкий надводный борт, она на грани, за которой любое погружение приближает гибель города. Если бы оседание продолжалось в прежнем темпе, то через 70--100 лет, а то и раньше город затоплялся бы не только изредка высокой водой, а даже нормальными приливами.

Причины оседания Венеции -- предмет дискуссий и исследований. В 1970 г. Национальный совет исследований (CNR) основал в Венеции "Лабораторию исследования динамики больших масс" для изучения проблем лагуны, в том числе проблемы оседания. В 1971 г. пройдена исследовательская скважина VE-1 глубиной 950 м, по которой проведен комплекс работ: отобраны образцы грунта без нарушения его структуры (столбик грунта диаметром 76 мм извлекали из скважины в грунтоносе -- 6-метровом резиновом рукаве, разделяли на короткие секции, консервировали их и отправляли в лабораторию для физико-механических исследований); проведены опытные откачки из водоносных слоев и геофизические исследования (электрокаротаж), составлена геологическая колонка.

По данным VE-1 и более раннего глубокого бурения на материке,

лагуна и ее окрестности покоятся на перемежающихся отложениях песка, ила, илистой глины с торфянистыми прослоями, залегающих до глубины около 800 м. (Мощных слоев торфа, о которых написано у Брокгауза и Ефрона, современные исследователи не упоминают; не исключено, что это была неточность в терминологии.) Эта толща скопилась на протяжении плиоцена-плейстоцена (около 2 млн. лет) при чередовавшихся периодах морской трансгрессии и регрессии; реки приносили этот материал с ближних альпийских ледников и склонов.

Медленное оседание поверхности земли -- со скоростью около 1 мм/год -- чаще всего рассматривается как результат естественного уплотнения этой толщи грунтов под собственным весом.

Увеличение скорости оседания в последние десятилетия пытались объяснить разными причинами, некоторые из которых были подвергнуты проверке, в частности добыча природного газа в дельте р.По, происходившая с 1935 по 1955 г. Тщательное нивелирование показало, что вызванное этим оседание поверхности не достигает венецианской лагуны, затухая на расстоянии многих километров от ее южных границ.

Наиболее существенной (и более доказательной) причиной ускорения оседания является откачка подземных вод из скважин на островах и берегах лагуны. Несмотря на принятый еще в 1901 г. закон, ограничивающий бурение новых скважин (вне связи с проблемой оседания), число их (в основном в Маргере), достигло 7 тыс. с суммарным дебитом 5,6 м^3/с. За последние десятилетия напоры подземных вод под Венецией понижены до 20 м. Понижение напоров происходило со средней скоростью до 260 мм/год. Это обусловило дополнительную консолидацию -- уплотнение толщи грунтов и оседание их поверхности. Сравнительно малая скорость оседания обусловлена относительно малой сжимаемостью грунтов -- в этом Венеции повезло. Связь оседания поверхности земли в Венеции с понижением напоров подземных вод обосновывается, как и в других районах, тесной корреляцией темпов обоих процессов, а также экспериментальными данными. Испытания образцов грунта из скважины VE-1 показали, например, уплотнение (фильтрационную консолидацию) даже в большем размере, чем это следует из прямых измерений оседания.

На процесс консолидации грунтов и оседание поверхности в какой-то степени влияют и другие факторы, такие как дополнительная нагрузка от строительства промышленных и портовых сооружений в Маргере и Местре.

Тектоническая гипотеза оседания Венеции оперирует также основательными, хотя и косвенными, доказательствами (Л. и В.Баньковские, 1976). Венеция, как и вся северная Италия, находится в сейсмически активной зоне, характеризующейся интенсивной неотектоникой. Со средних веков до наших дней здесь произошло около 33 тыс.землетрясений силой более 7 баллов. Недавняя их серия прошла в 1976 г. (правда, в этом году землетрясения встряхнули планету по всему ее периметру между экватором и 50-й параллелью). Землетрясения тесно связаны и с медленными тектоническими движениями. Институтом географии министерства обороны Италии проведены измерения, показавшие опускание территории на большой части севера и центра страны от 6 до 46 см за последние 70 лет (рис. 76).

Рис.76. Опускание поверхности земли (в см) в Италии за период 1897—1942 гг. (Сальвиони, 1957)

В пользу тектонической гипотезы говорит и история геологического развития. В плиоцене, более миллиона лет назад, то, что сейчас называется Италией, состояло только из Альп и Апеннин. Территория, где ныне расположены не только Венеция, но и материковые города, находилась в середине тогдашнего Адриатического моря (рис. 77). Позже, в плейстоцене, Адриатика отступила далеко к югу, и место, где стоит Венеция, было дальше от ее северного берега, чем от Тирренского моря.

Современная нам фаза движений земной коры в этом регионе, по-видимому, характеризуется опусканием суши. Но, говоря о геологическом развитии и тектонических движениях, следует, конечно, учитывать масштаб времени. Резонно заметил по этому поводу Э.Кларк, вице-председатель английского фонда "Венеция в опасности": "Должна ли Венеция исчезнуть? Ответ на этот вопрос, который сейчас так часто задают, зависит от масштаба времени, к которому он относится. Если оперировать категориями тысячелетий, даже наиболее страстные сторонники "спасения" Венеции будут вынуждены ответить "да". Если же думать о ближайшем будущем, то ответ таков: Венеция погружается, и затопления становятся все более частыми и тяжелыми. Город может исчезнуть на следующей неделе, если сочетание неблагоприятных факторов совпадет по фазе. Чего-то близкого к наихудшему катаклизму, на который способна эта часть мира, будет достаточно, чтобы поглотить Венецию. Поэтому, когда мы говорим о спасении Венеции, мы имеем в виду в первую очередь поиски эффективных средств защиты лагуны от исключительно высоких приливов воды и остановки или, по крайней мере, замедления оседания земли, на которой она стоит".

Спор о гипотезах погружения Венеции имеет не только чисто научный, познавательный интерес. Это, по сути, установление диагноза, от которого зависит выбор практических мер. Одна из таких мер уже предпринимается: это сокращение откачки подземных вод. Венецианский исследователь проблемы оседания геолог д-р Паоло Гатто сообщал, что к 1978 г. в результате прокладки новых водопроводных магистралей и почти полного прекращения откачки подземных вод их напоры восстановились, достигнув поверхности земли, а в глубоких водоносных горизонтах поднялись выше поверхности. Одновременно геодезическими измерениями зафиксировано практически полное прекращение оседания -- осталась только его тектоническая компонента в размере около 0,5 мм/год. Этим и разрешен спор

Рис.77. Апеннинский полуостров в плиоцене

о причинах интенсивного оседания, и подтвержден расчетный прогноз, сделанный в 1972 г., и получен важный практический результат в решении проблем защиты Венеции. Что касается тектонических движений, не подвластных пока человечеству, то и в этом случае проблема сохранения Венеции может и должна рассматриваться оптимистично, в том числе и в "категориях тысячелетий". Человечество имеет в этом отношении определенный опыт -- достаточно, например, вспомнить о переносе древнеегипетского храма Абу-Симбел из зоны затопления Асуанского водохранилища. Этот памятник культуры просуществовал тысячелетия и сохранен также на тысячелетия.

Современный уровень техники вполне достаточен и для решения проблемы сохранения Венеции во всех аспектах этой проблемы.

За 15 лет... Наводнение 1966 г. вызвало большой резонанс в Италии и за ее пределами, большую активность проявила ЮНЕСКО. Предложения о помощи специалистами по реставрации незамедлительно поступили из многих стран: Англии, СССР, США, Югославии, Польши, Канады и др. В некоторых странах были образованы комитеты и фонды спасения Венеции. По призыву ЮНЕСКО стали поступать финансовые средства в международный фонд. Итальянское правительство выделило средства на первоочередные восстановительные работы во Флоренции, Венеции и в других пострадавших от наводнений районах.

Проблема Венеции, обсуждавшаяся учеными и ранее, вышла из рамок узкого круга специалистов и стала достоянием широких общественных кругов в Италии и за ее

пределами. Большую роль в решении проблемы защиты Венеции играли и продолжают играть общественные организации, печать. Активно действует организация "Италия Ностра" -- "Наша Италия", ставящая своей целью содействие сохранению культурных ценностей. Многочисленные выступления печати выявили наболевшие вопросы и противоречия, поставившие Венецию на грань гибели. Одно из главных противоречий -- интересы капитала и судьба исторического центра Венеции.

Положение Венеции помимо угрозы природных сил отягощено прагматическим отношением к лагуне. На протяжении веков поддерживалось равновесие между водой и землей в этом уникальном комплексе "остров -- лагуна -- материк", поддерживалось в интересах Венеции. В XX в. этот комплекс приобрел сильный крен в пользу материка. С одной стороны, интенсивное наступление на лагуну и нарушение ее режима; с другой -- мизерные средства на поддержание системы защиты от моря. Лагуна, по существу, не имеет заботящегося о ней хозяина, каким была Магистратура водных дел Венецианской республики. Восстановленная (после наполеоновской ликвидации) в 1907 г., она не имеет реальной власти и сфера ее деятельности ограничена.

Проблема защиты Венеции не ограничивается только техническими решениями -- это проблема социальная и политическая.

Прошедшее после наводнения 1966 г. время дало этому новые доказательства.

Большие дискуссии и споры вызвали вопросы строительства третьей промышленной зоны Маргеры площадью 4 тыс.га и нового глубоководного канала от пролива Маламокко. В третьей зоне намечено строительство тепловой электростанции мощностью 2 млн. кВт, сталепрокатного, алюминиевого, химического и нефтеперегонного заводов, нефтяного порта с 16 причалами. Под третью зону засыпается около 10 % площади лагуны и почти 20 % затопляемых отмелей. Третий судоходный канал длиной 17,6 км, шириной 183 м и глубиной 15 м для танкеров водоизмещением до 60 тыс.т пройдет от пролива Маламокко в обход Венеции к порту Маргера. Этот канал вызовет увеличение приливных течений в бассейне Маламокко, перемещение к Венеции линии раздела между бассейнами Лидо и Маламокко. Вместе с сокращением площади лагуны это может привести к увеличению высоты приливов в Венеции, уменьшению здесь скоростей течений и как следствие возникнет опасность загрязнения воды в лагуне.

"Италия Ностра" и другие общественные силы требовали немедленного прекращения беспорядочной застройки, включая третью промышленную зону и новый канал, чтобы предотвратить дальнейшую угрозу городу и лагуне. В то же время управление порта и ассоциация промышленников Маргеры настаивали на том, что спасение Венеции как города немыслимо без дальнейшего развития промышленности и потому строительство промышленной зоны и канала откладывать нельзя. (Строительство было продолжено. Компетентные власти сочли, что оно -- на благо Венеции: канал Маламокко удалит от Венеции опасное движение танкеров с нефтью, плавающих по проливу Лидо и бассейну св.Марка.)

Несомненно, что Венецию нужно защитить, но также несомненна и необходимость ее экономического

развития. Решение дилеммы -- в сочетании этих необходимостей, таком сочетании, при котором развитие экономики не наносило бы ущерба Венеции.

За несколько лет после 1966 г. предложен ряд проектов решения проблем Венеции. Для защиты от приливов предлагались гидротехнические сооружения различного типа:

круговая дамба вокруг Венеции, внутри лагуны;

дамбы поперек лагуны, разделяющие бассейны Лидо и Маламокко;

волноломы между лагуной и морем;

плотины с затворами в проливах.

Обязательным дополнением к гидротехническим сооружениям, ограничивающим приливные течения, является искусственная система очистки венецианских каналов.

Другого типа решение -- не отгораживать Венецию от воды, а поднять ее над водой -- предложил инженер Сантьяго Маркини, один из руководителей фирмы Родио. Сущность этого метода заключается в бурении на территории города большого количества скважин и инъекции через них в грунт растворов, содержащих твердые материалы (цемент, глина, песок). Нагнетаемый в скважину под давлением раствор (точнее, суспензия, но в строительной практике принят термин "раствор") на определенной глубине разрывает грунт, растекается по образовавшейся искусственной трещине и поднимают лежащую выше толщу грунта вместе с сооружениями на его поверхности. Таким образом в толще грунта можно создать один или несколько искусственных слоев требуемой толщины; на эту же высоту будет поднята поверхность грунта.

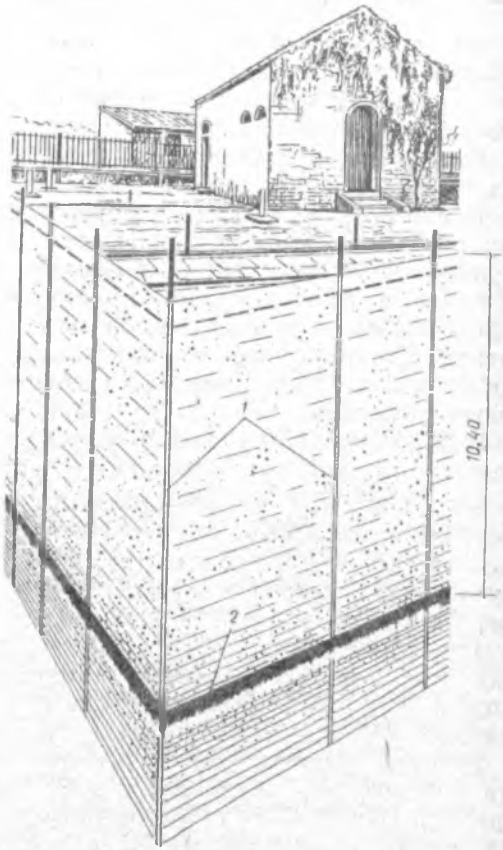


Рис.78. Подъем поверхности земли методом глубинной инъекции. Опытные работы на о.Повелья вблизи Венеции
1 — скважины; *2* — искусственный слой

Этот метод известен в строительстве: с его помощью поднимали (или выправляли) отдельные сооружения, например бетонные секции плотины. Экспериментальные работы были проведены и близ Венеции, на о.Повелья (рис. 78). В 10 скважин нагнетали раствор с цементом и отходами алюминиевого производства. Поверхность участка площадью 850 м^2 была поднята на 11 см. Маркини считает, что первоочередными работами достаточно поднять часть территории Венеции

на 25 см. Этот интересный метод, если бы он был принят, потребовал бы ювелирной точности, чтобы в процессе подъема грунта не повредить сооружения, не терпящие неравномерных перемещений.

Предложение о подъеме поверхности было встречено с недоверием. Журналист Марио Пасси, сообщая в газете "Унита" о совещании экспертов в 1981 г., писал, что применительно к Венеции это выглядит как настоящая фантастика. "Чтобы город не замочил ноги, предлагается риск увидеть, как он разваливается словно карточный домик".

По проблемам защиты Венеции проводятся различные исследовательские работы. Проблемы лагуны изучаются, главным образом, в Институте (первоначально в лаборатории) исследования динамики больших масс, разместившемся в палаццо XVI в. на Большом канале -- палаццо Пападополи.

Первым директором лаборатории был ученый-океанограф д-р Роберто Фрассетто. Когда он приступал в 1969 г. к делу, не было ни штата, ни оборудования, но был запас доброй воли не только в Венеции, но и во всем мире. Генеральный директор ЮНЕСКО Рене Майо, посетивший пустой дворец и выслушавший планы Фрассетто, сказал: "Я потрясен. Мне нравится Ваш подход. Что Вам нужно?" "Инструменты и мозги", -- сказал Фрассетто. "Сообщайте мне, когда они понадобятся", -- ответил Майо.

В течение последующих пяти лет 75 ученых из разных стран посетили Фрассетто и его молодой неопытный еще штат. "Когда у нас возникала проблема, -- рассказывал Фрассетто английским журналистам С.Фэю и Ф.Найтли, -- я узнавал, кто лучший специалист в этой области, звонил ему, скажем, в Австралию, и спрашивал, не мог бы он приехать к нам провести длинный уикэнд. Если он соглашался, ЮНЕСКО оплачивала его проезд, а мы заботились о нем здесь. Вопроса об оплате не было. Это делалось для науки и для Венеции". Примерно таким же образом решались проблемы с инструментами и оборудованием.

Ученые из многих стран были заинтересованы в сотрудничестве, не говоря о вполне понятном желании помочь решению проблем Венеции. ЮНЕСКО констатировала: "Для научной проблемы окружающей среды Венеция является великолепной моделью исследований. Этот город подвергается большинству болезненных физических эффектов окружающей среды, которые угрожают северным городам мира".

Первоочередными были исследования механизма приливов, оседания и загрязнения. Для решения первой задачи был использован компьютер исследовательского центра ИБМ в Венеции и разработана математическая модель режима лагуны и прилегающего района. В модель вводится и в ней накапливается информация об измерениях скоростей воды, ее уровня, атмосферного давления, скорости и направления ветра. Компьютер дает ответ, что случится в лагуне в любой ее точке, проводя вычисления по уравнениям, содержащим свыше тысячи величин. Появилась возможность получения прогнозов наводнений. Основной принцип прогнозирования заключается в сопоставлении новых данных со сведениями прошлых лет: если в прошлых наводнениях все факторы были в определенных сочетаниях, то подобные причины приведут к таким же последствиям.

Текущие данные поступают с мареографических станций, а также с метеостанций, дающих сведе-

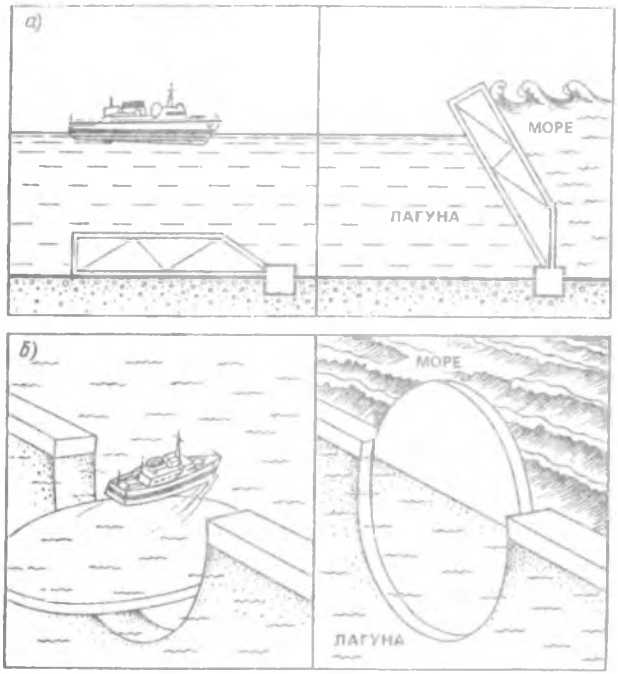


Рис.79. Варианты перекрытия проливов
а — всплывающий затвор; *б* — дисковый затвор

ния каждые 3 ч метеорологической службе военно-воздушных сил в Риме, откуда эти сведения передаются во все аэропорты. Когда предсказывали шторм, венецианский аэропорт телефонировал об этом в палаццо Пападополи, где информацию вводили в модель. Компьютер сравнивал новые данные с историческими и сообщал о вероятности наводнения. Если наводнение было вероятным, тревога передавалась в бюро прогноза приливов и оно включало сирену предупреждения об опасности в Венеции. К 1975 г., во время серьезных ноябрьских наводнений, предупреждения давались по крайней мере за 6 ч.

Исследования по всем аспектам проблемы привели к убеждению, что основной задачей является необходимость управления высокой водой. Очевидным путем к этому может быть сооружение плотин в трех проливах. Однако ясно, что полное перекрытие проливов и отделение лагуны от Адриатики исключается: будет закрыт доступ в порт, прекратятся очищающие лагуну течения и т.д. Логическим продолжением идеи является временное перекрытие проливов, когда компьютер предсказывает опасность наводнения.

В 1970 г. Лаборатория объявила конкурс на систему, позволяющую закрывать входы в лагуну по мере необходимости. Условия конкурса требовали обеспечить свободный проход судов и течений при открытых проливах, возможность быстрого перекрытия проливов при угрозе наводнения, а также техническую и финансовую доступность.

Конкурс принес разнообразный выбор решений (рис.79) : плотины с затворами в виде шарнирно закрепленного кессона, который, будучи заполнен водой, лежит на дне, а при заполнении воздухом

всплывает, поворачиваясь вокруг шарнира; плотины с затворами в виде поворотного диска, лежащего под водой в горизонтальном положении и блокирующего вход при повороте в вертикальное положение; серия затворов и шлюзовых ворот, подобных сооружениям на Панамском канале. Все эти системы были реальны, вопрос заключался в том, какая будет работать лучше и стоить меньше. Один только пролив Лидо потребует 40 затворов -- это дорого и при строительстве, и при эксплуатации. Было предложено продолжить конкурс.

В ожидании кардинальных решений в Венеции предпринимаются отдельные меры: запрещено бурение скважин на воду, нефть и газ близ Венеции, прекращена откачка подземных вод и остановлено оседание поверхности земли, принят закон об обязательном рассмотрении и утверждении специальным комитетом любых проектов, намечаемых к осуществлению в городе и в районе лагуны. Проводятся разрозненные реставрационные работы, главным образом за счет комитетов и фондов из других стран (Англия, Франция, ФРГ, Австрия и др.).

16 апреля 1973 г. итальянский парламент принял для Венеции закон (№ 171), предусматривающий:

строительство в трех проливах регулирующих сооружений;

строительство канализационной системы и очистных сооружений;

строительство акведуков -- водопроводов с материка -- и прекращение откачки подземных вод из артезианских скважин;

реставрацию общественных зданий и сооружений;

модернизацию жилого фонда, с созданием в старых домах современных удобств при сохранении внешнего архитектурного облика;

проведение мер по ликвидации и предотвращению загрязнения вод и атмосферы промышленностью.

На проведение этих мероприятий закон выделяет 300 млрд. лир (500 млн. долл.), предоставленных международным фондом ЮНЕСКО, в том числе: 93 млрд. -- на сооружение плотин, очистку каналов, реставрацию общественных зданий; 82 млрд. -- на строительство акведуков, канализации и очистных сооружений; 90 млрд. -- на модернизацию жилого фонда.

Но долог путь этих денег до Венеции...

Проект регулируемых плотин. В 1975 г. был предложен и широко рекламирован проект консорциума, включающего итальянскую резинотехническую компанию "Пирелли" и венецианскую строительную фирму "Фурланис". Их проект отличает малая начальная стоимость и краткий период строительства.

Поперек каждого из трех проливов -- Лидо, Маламокко и Кьоджа -- предусматривается укладка эластичных баллонов, каждая плотина -- один длинный баллон (рис.80). При нормальной ситуации они лежат в сложенном плоском виде на дне проливов, не препятствуя приливным течениям и судоходству. При повышении уровня воды выше нормального прилива насосные станции -- у каждого торца плотин -- накачивают в баллоны воду, баллоны раздуваются и сокращают сечение проливов, вплоть до их полного перекрытия. Со спадом уровня те же насосы выкачивают воду из баллонов, вновь складывая их на дне. Работой этой системы управляет автоматика, в том числе компьютер, учитывающий и прогнозирующий гидравлическую, метеорологическую, судоходную и прочую обстановку.

Баллоны изготовляются из ней-

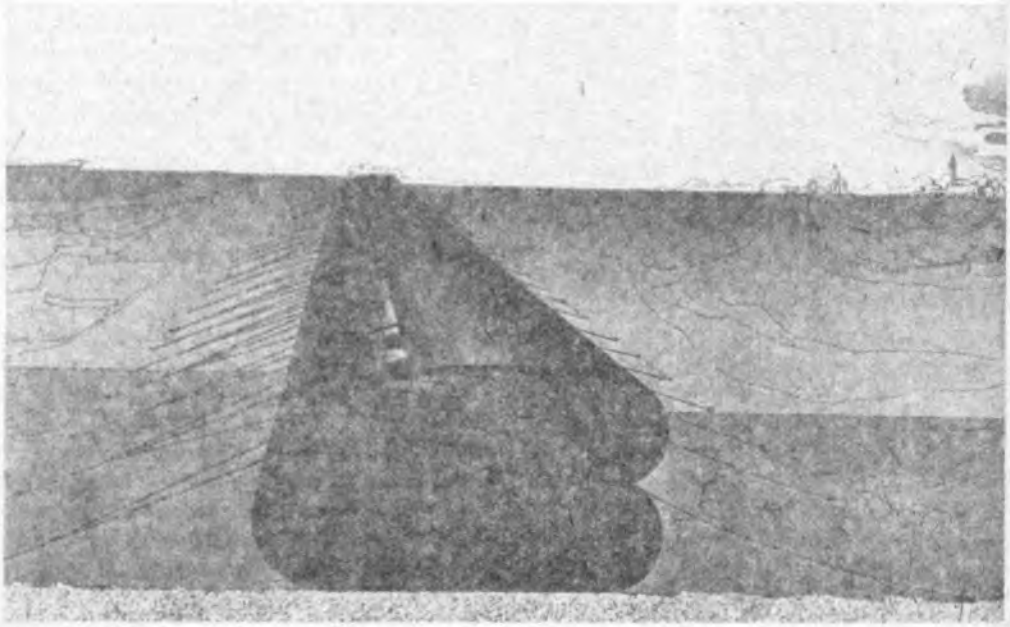


Рис.80. Проект баллонной эластичной плотины

лоновой ткани, пропитанной синтетической смолой. Этот материал уже использовался для подобных конструкций, он удовлетворяет требованиям эластичности, водонепроницаемости и долговечности. От воздействия течений и волн баллонные плотины удерживаются тросами или цепями, заякоренными за сваи по обеим сторонам плотин. Сваи располагаются на расстоянии 12--15 м одна от другой, каждая свая способна выдержать усилие до 2500 кН.

При максимальном заполнении баллонные плотины образуют барьер, выступающий над водой на 2--2,5 м выше уровня высокой воды. Это соответствует высоте волн, образуемых в проливах двумя господствующими направлениями ветров: юго-восточным (сирокко) и северо-восточным (бора).

Для обеспечения судоходства заполнение баллонных плотин предусмотрено по частям: сначала вблизи берегов, затем центральная 200-метровая часть. Это достигается утяжелением центральной секции плотин дополнительным балластом. При закачке в баллон воды в первую очередь поднимаются более легкие береговые участки плотины, а когда внутреннее давление превысит сумму внешнего давления воды и веса балласта, начнут подниматься утяжеленные центральные секции.

Программа, управляющая плотинами, основана на том, что высокий уровень в лагуне может быть достаточно достоверно предсказан, по крайней мере, за 6 ч. При появлении угрозы подается сигнал тревоги и в течение 1--2 ч происходит частичное перекрытие проливов. Полное перекрытие при необходи-

мости может быть проведено после этого за 30 мин.

Максимальный подъем уровня воды в лагуне принимается на 75--80 см выше среднего уровня моря, т.е. на 15--20 см выше нормального лунного прилива. Помимо уровня программой учитываются скорости течения в проливах и темп изменения этих скоростей, исходя главным образом из условий обеспечения судоходства.

В 1970--1972 гг. была проведена "репетиция" по такой программе. Выяснилось, что за 21 месяц тревогу следовало бы поднять 33 раза, а плотины закрыть 18 раз на общую продолжительность 81 ч 20 мин. Для судоходства это незначительные потери; за это время порт был закрыт из-за тумана, шторма или по иным причинам в течение 780 ч.

Конструкция баллонной плотины испытана в натуре на одном из протоков в дельте р.По в 1974--1975 гг. Плотина длиной около 60 м полностью перекрывала русло, с ней проводились операции наполнения и опорожнения, испытаны анкеровка и плотность прилегания плотины ко дну. Стоимость этого проекта вдвое меньше, чем бетонных сооружений того же назначения. ЮНЕСКО предложила гарантировать кредит, чтобы помочь финансировать осуществление этого проекта.

Когда же? Но долог путь этих денег до Венеции...

Специальный закон о спасении Венеции принят в апреле 1973 г., но и в 1976 г. он еще не начал действовать. 300 млрд. лир были ассигнованы на 1973--1977 гг.; в первый год должно было быть израсходовано 25 млрд., но не было истрачено ни лиры. Сумма, запланированная на 1973 г., затрачена на реализацию проектов только к 1977 г. Вот газетные заголовки этих лет: "Фонды на спасение Венеции гниют в Риме, а город погружается в лагуну", "Если Венеция погибнет, ищите ее убийцу в Риме", "Кто топит Венецию?"...

Закон, предназначенный для спасения Венеции, в эти годы не только не спасал, но и мешал Венеции попытаться помочь самой себе. Дело в том, что закон обязывает правительство дать конкретные директивы местным властям о порядке использования средств. Это касается всех проектов, за исключением реставрации произведений искусства и строительства систем очистки и водоснабжения. Директивы должны были быть готовы в августе 1973 г., но их составление затянулось более чем на год; правительство Мариано Румора подготовило их к октябрю 1974 г. Утверждение их в парламенте было назначено на 8 октября. Правительство Румора пало четырьмя днями раньше. Новое правительство вновь отложило рассмотрение директив.

Директивы еще не последнее препятствие. Окончательные планы должны быть одобрены ассамблеей области Венето и города, а окончательное слово -- за Комитетом спасения Венеции, стражем интересов города, созданным законом. Административно Венеция объединена с индустриальной Маргерой и Местре. Когда доходит до голосования, влияние континента очень сильно.

Тем временем реальная стоимость международного фонда на спасение Венеции сокращается с каждым днем, девальвации сократили ее на одну треть. Еще несколько лет бездействия могут сделать закон бесполезным.

Венеция! О, если власть времен
Над мрамором твоим сравняет
воды,--

О, как тогда заплачут все народы,
Над морем вознесется громкий стон!
Но если плачу над твоей судьбою
Я, странник северный, – твои сыны
Должны б не только плакать над тобою...
Они же – бредят, в сон погружены...

Эти строки написаны Джорджем Байроном в 1818 г., когда проблемой Венеции было освобождение от австрийского ига. Проблема изменилась, но слова поэта подходят и к сегодняшнему ее содержанию.

Путь к проекту. Путь от специального закона 1973 г. до конкретных технических и организационных решений занял более 10 лет.

Директивы Совета Министров по территориальному плану были утверждены 27 марта 1975 г. На их основании Министерство общественных работ в августе 1975 г. объявило международный конкурс на проект и его осуществление. Эмоциональное описание этого периода содержится в книге С.Фэя и Ф.Найтли "Смерть Венеции".

Эксперимент Пирелли и гарантии кредита ЮНЕСКО послужили лишь напоминанием того, сколько денег на ставке спасения Венеции. Это, казалось, только разожгло аппетит и оживило разногласия. Говорили, что схема Пирелли проталкивалась в Риме резиновым лобби и встретила яростную оппозицию цементного лобби, защищавшего, естественно, вариант бетонных плотин. Но проблема породила не только коммерческое соперничество, она безнадежно погрязла в римской бюрократии, а это было гораздо серьезнее.

Главная администрация закона о Венеции, которая занималась проливами, попала в ведение Генерального директора общественных работ. Указания по техническим вопросам ему давал Большой комитет, который подразделялся на подкомитеты по различным аспектам проблемы Венеции. 4-й подкомитет был назначен для рассмотрения вопросов защиты от наводнений. Он отдал предпочтение предложенной Фрассетто схеме со стальными затворами.

Но Большой комитет был озабочен тем, что решение 4-го подкомитета не было единогласным, что колебания в подкомитете были глубокими, поэтому он отклонил эту рекомендацию и приказал подкомитету думать снова. Но с одним из тех поразительных поворотов, которые не столь уж необычны в Риме, прежде чем подкомитет мог собраться для рассмотрения вопроса, сам Большой комитет был распущен.

Новый комитет, Главный совет Министерства общественных работ, дал указание подготовить доклад до конца марта 1975 г. Были запрошены точки зрения Фрассетто и ЮНЕСКО, и было потрачено много времени на подготовку доклада, рекомендующего мобильную (с затворами) систему перекрытия. В первую неделю марта Фрассетто отправился в Рим представить этот доклад на заседании Главного совета. Там, к большому его удивлению, он обнаружил, что решение уже принято на предыдущем заседании.

Совет решил, что для того, чтобы "сохранить гидрологический и геологический баланс лагуны, добиться уменьшения высокой воды в историческом центре и довести ее до уровня, который не будет нарушать функционирование порта и жизнь людей, должна быть разработана постоянная система, которая обеспечит лучший контроль над входами в лагуну". Выражение "постоянная система" означало постоянное сужение проливов, оно пе-

речеркивало и схему Пирелли, и все другие идеи, представленные на конкурс Фрассетто в 1970 г.

В это же время Министерство объявило международный конкурс с условием той же постоянной системы сужения проливов, отметив, что в последующем она может быть дополнена мобильными сооружениями. Принятию этого решения, по-видимому, послужило то, что в свое время 4-й подкомитет разделился почти поровну на две группы -- одна за постоянное сужение, другая за мобильную систему. Выбрав постоянное сужение и, в дополнение, если потребуется, мобильную систему, Министерство пришло к этому классически бюрократическому компромиссу, который, как полагали, должен удовлетворить всех и защитить себя от риска цензуры со стороны правительства.

Это решение встретило решительную критику специалистов. Международная группа экспертов, собранная в ЮНЕСКО, выразила резкое неодобрение "явной неспособности итальянского правительства разрешить такую фундаментальную проблему. В то время как ответственные итальянские власти вносят все больше и больше путаницы в дело первоочередного значения, многие люди в мире с отчаянием думают, неужели единственный путь, способный заставить итальянские власти действовать, -- это повторение событий 1966 г.?"

Условия конкурса отличались также тем, что они требовали одновременно с техническим решением заявки на проведение работ. Это означало, что специалист или группа специалистов не может принять участия в конкурсе, если не заинтересует крупную компанию или консорциум, способный предоставить требуемые средства, в том числе крупный залог, и в случае успеха осуществить контракт.

Если соревнующийся успешно пройдет все стадии рассмотрения и утверждения (их более чем достаточно), перед ним останется еще ряд ограничений: штрафные санкции за невыполнение сроков, требование придерживаться установленной стоимости, а если министерство решит дополнить постоянные сооружения мобильными, победитель конкурса будет обязан принять эту работу по стоимости, установленной первоначальным обязательством, которая может быть изменена только итальянским законом. Представительная группа лондонских инженеров-консультантов, намеревавшаяся принять участие в конкурсе, заявила после изучения условий: "Выигрыш этого конкурса означает быстрый путь к банкротству. Мы не можем поверить, что итальянское правительство делает это серьезно".

Для Фрассетто и его коллег в Лаборатории решение правительства остановиться на варианте постоянного сужения входов в лагуну было необъяснимым. Их собственные выводы относительно лагуны, к которым они пришли после 5 лет тяжелейших научных исследований, полностью игнорировались. Поэтому 6 ноября 1975 г. Фрассетто сел за свой стол и кратко изложил на трех страницах все то, что он считал неправильным с научной точки зрения в решении Министерства. Хорошо понимая, что то, что он делает, вряд ли способствует успеху его деятельности, он направляет свою "интервенцию", как он это назвал, в отделение ЮНЕСКО в Венеции и отдает в публикацию.

Для предотвращения вторжения Адриатики во время наводнений пролив Лидо шириной 900 м потребуется сузить до 140 м, пролив Кьоджа шириной 460 м -- до 70 м. Суженные проливы будут действовать подобно воронкам с узким гор-

лом, сокращая поток воды в лагуну. Но замедление входа воды не поможет при длительных высоких приливах, длящихся более 3 ч, так как избыток времени позволит в конце концов войти всей воде и сравнять уровни воды в лагуне и в море.

Увеличенная скорость воды, текущей через суженные проливы, вызовет эрозию дна и непредсказуемые водовороты, которые могут быть опасны для кораблей. Меньшее количество воды, входящей и выходящей при каждом нормальном приливном цикле, сократит действие течений, особенно в таких местах лагуны, как район между Порто Маргера и Венецией.

Произойдет также сокращение высоты приливов в северной части лагуны с такими серьезными последствиями, как уменьшение солености воды, если пресная вода впадающей в лагуну реки Силе начнет здесь преобладать. Это может создать условия для возврата комаров и малярии, изгнанных из Венеции в прошлом веке. В связи с повышением испарения на мелководьях и влажных баренах может увеличиться местное образование туманов с неизбежными последствиями для воздушного, морского и внутрилагунного транспорта.

Все эти проблемы могут быть исключены при использовании мобильной системы с временными, по мере необходимости, перекрытиями проливов. Эта система предотвратит наводнения и не будет влиять на другие аспекты лагуны. Короче, Фрассетто изложил то, что, как показали пятилетние исследования Лаборатории, вывод в пользу мобильной системы и против постоянного сужения проливов является несомненным.

Если итальянское правительство и обратило внимание на взгляды Фрассетто, то они не произвели на него никакого впечатления. Его доклад был встречен молчанием. Последствия же выразились в том, что в 1976 г. Фрассетто был отстранен от этой деятельности, хотя и повышен в должности.

Почему научное знание о том, как спасти Венецию, не стало политической реальностью? На этот вопрос Фрассетто ответил авторам книги "Смерть Венеции" так:

"Сегодня существует болезнь правительства, и в Италии она особенно тяжела. Когда политик получает власть, он должен принимать и ответственность. Но в Италии люди, берущие власть, снимают с себя ответственность. Это случается на всех уровнях правительства. Поэтому для этих людей существует только одна реакция, когда они сталкиваются с ответственностью за принятие решения. Они избегают его. Они либо критикуют предложение с тем, чтобы оправдать свою бездеятельность, либо, если их толкают к ответу, они говорят "нет", потому что не сделать что-то представляет меньший риск, чем предпринять что-либо.

Но есть вещи, которые требуют немедленных действий. Согласен, здесь имеется риск. Каждое действие сопряжено с риском. Можно сократить этот риск, следуя правильному совету, но в конце концов требуется принимать решение и расплачиваться за него, если оно правильное. В Италии трудно найти кого-нибудь в правительстве, кто думает таким образом. Трудно найти кого-нибудь, кто имел бы силу сказать "да" и храбрость поступить так. Ни одно решение не может быть принято без критиканства, длительных дискуссий и вмешательства огромной массы невежественных людей. Нет возможности даже ограничить дискуссию

кругом подготовленных людей. Неужели одинаковый вес в роли судьи должны иметь невежество и научное знание, на приобретение которого тратится жизнь?

Политики часто боятся научных истин. Они настолько замкнуты в своих повседневных интересах, что не могут видеть дальше сегодняшнего дня. У них нет времени заглянуть в будущее. У них нет времени для научных советов относительно будущего. Они тешат себя тем, что ремонтом старых повреждений они спасают Венецию, в то время как они должны сейчас действовать, чтобы спасти ее для завтрашнего дня. Но они боятся действовать из-за страха перед неизвестностью. Они говорят: "Если мы это сделаем, что случится через длительное время?" Имеется лишь одна уверенность относительно длительного времени -- если они будут продолжать бездействовать, Венеция погибнет".

На международный конкурс, срок окончания которого был установлен сначала 31 июля 1976 г., а затем продлен до 31 декабря 1976 г., было представлено шесть проектов. Один из них не удовлетворял условиям конкурса, поэтому к рассмотрению были приняты пять. Образованная в апреле 1977 г. комиссия после 13 своих заседаний и еще большего числа заседаний групп, через год, 31 марта 1978 г., вынесла заключение, что ни один из пяти проектов не может быть принят, хотя каждый из них заслуживает индивидуального рассмотрения. Конкурс, таким образом, оказался незавершенным, и комиссия выразила надежду на дальнейшие инициативы.

Городской совет Венеции, учитывая выводы и рекомендации комиссии, 5 февраля 1979 г. единогласно принял и направил в Министерство общественных работ документ, в котором сформулированы требования к окончательному проекту. 22 декабря 1979 г. Венецию вновь затопил исключительно высокий прилив, почти такой же, как в 1966 г.

Через несколько дней после этого "напоминания" об угрозе существованию города, 14 января 1980 г., городской совет вновь, и опять единогласно, принял резолюцию по этой проблеме и подчеркнул необходимость как можно скорее принять окончательное решение. 25 января 1980 г. территориальный совет, включающий, кроме Венеции, еще 15 малых городов вблизи лагуны, принял "территориальный план", в котором изложены требования по всем аспектам, касающимся не только Венеции и лагуны, но и прилегающего региона. 22--23 декабря 1980 г. вновь возвращается к этой проблеме городской совет Венеции, принимая на этот раз резолюцию большинством голосов коммунистов, социалистов, социал-демократов и либералов (христианские демократы -- против). Все эти резолюции отражают политическую борьбу вокруг проблемы Венеции, но реального продвижения к цели пока нет.

В июне 1980 г. Министерство общественных работ заключает соглашение с группой специалистов -- профессоров Аугусто Гетти, Энрико Марки, Пьетро Матильди, Роберто Пассино, Джанантонио Пеццоли, затем к ним присоединяются проф. Ян Агема и д-р Роберто Фрассетто. Эта группа экспертов 26 июня 1981 г. представила результат своей работы - "Исследование возможностей и предварительный проект защиты венецианской лагуны от высокой воды".

Предварительный проект. Прежде чем изложить предлагаемое про-

ектное решение, эксперты дали характеристику нескольким рассмотренным решениям. Режим лагуны зависит от многих факторов, но основным является гидравлическое сопротивление трех проливов, соединяющих лагуну с морем и смягчающих воздействие на лагуну морских приливов и волн. Исходя из этого, для дополнительного уменьшения воздействия моря на лагуну, возможны разные пути увеличения гидравлического сопротивления проливов:

сокращение площади поперечного сечения проливов за счет сужения их по всей длине;

увеличение потерь энергии течений путем искусственного повышения неровностей дна;

введение локальных элементов сопротивления в виде частичных поперечных барьеров.

Сужение на 70--80 % каждого пролива по всей его длине потребует строительства нового волнолома параллельно существующим. Со стороны лагуны новый канал должен быть перекрыт мобильными барьерами, а остающаяся часть существующего пролива может быть закрыта от моря глухой дамбой, образуя внутренний бассейн. Суженный канал уменьшит высоту прилива в лагуне более чем на 25 % при высоте прилива в море до 1,3 м, при этом скорость течения в канале не превысит 2,2--2,3 м/с, что допустимо для судоходства. Недостатки этой системы:

сокращение водообмена между морем и лагуной при средних и низких приливах;

возможность эрозии и выравнивания дна канала, что может привести к беспрепятственному проходу штормовых волн и потребует усиления мобильных барьеров дополнительными волноломами.

Первый недостаток может быть преодолен за счет сооружения мобильных барьеров в остающемся внутреннем водоеме, затворы которых могут быть открыты при низких приливах. Однако стоимость строительства и эксплуатации системы значительно возрастет.

Увеличение неровностей дна проливов может быть использовано совместно с их сужением. Однако эта мера сомнительна по долговечности, если элементы, например, в виде крупных твердых тел будут размещены на естественном дне. Из-за подвижности несвязного грунта, под воздействием течений неровности будут сглаживаться и вряд ли сохранятся надолго. Вместе с тем покрытие дна проливов по всей их площади потребует весьма больших работ.

Глухая дамба поперек пролива с промежутком, контролируемым мобильным барьером, имеет преимущества по сравнению с рассмотренными выше решениями:

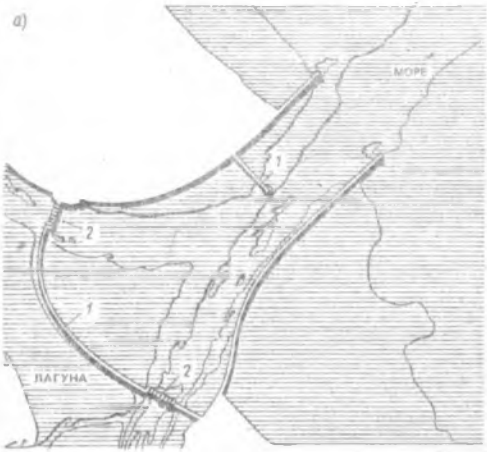
большая простота, гибкость, надежность;

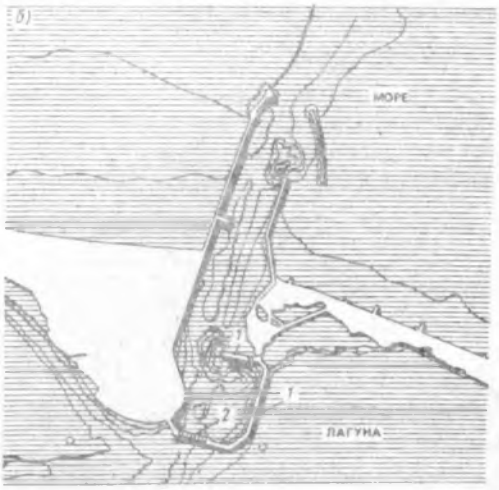
более скромный масштаб глухих и мобильных сооружений;

необходимость защитных мер против эрозии дна лишь на небольших участках, где возможна турбулентность течений.

Недостатки этого решения в том, что сужение, необходимое для сокращения средних приливов в лагуне, может существенно уменьшить водообмен и, с другой стороны, увеличить скорости течений больше допустимых. Эти недостатки можно сократить созданием серии барьеров, распределив гидравлические сопротивления по частям, но уменьшения приливов будут невелики.

Предлагаемое решение (рис. 81), которое группа экспертов считает лучшим для защиты лагуны, -- сооружение нескольких разнесенных





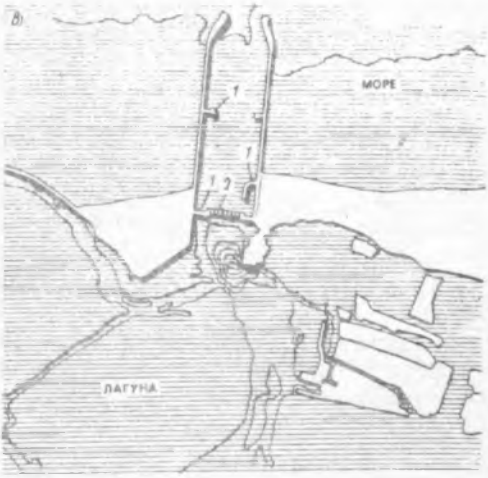


Рис.81. Проекты перекрытия проливов
а — Лидо; *б* — Маламокко; *в* — Кьоджа;
1 — глухие дамбы; *2* — мобильные барьеры

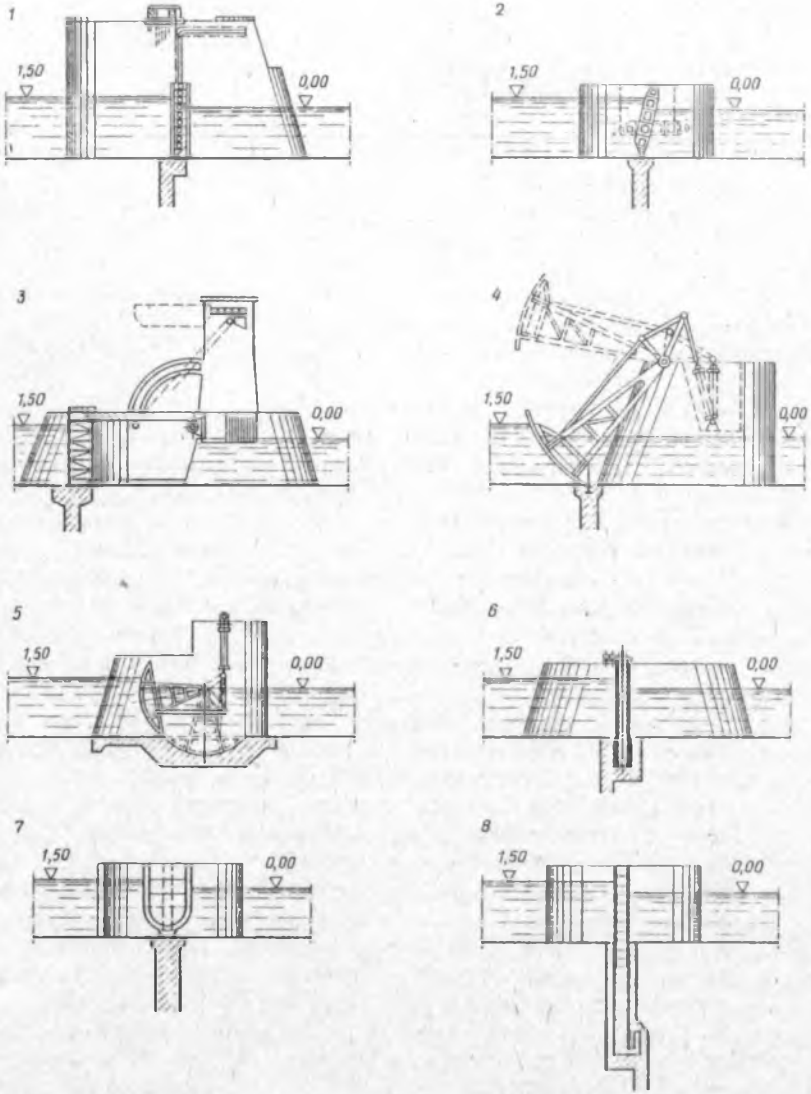
по длине каждого пролива поперечных дамб с широкими навигационными промежутками, внутренний из которых (со стороны лагуны) должен быть перекрыт мобильным подводным барьером. Дамбы размещаются между существующими или удлиняемыми продольными молами. Это решение имеет следующие основные преимущества:

воздействие глухих дамб может быть испытано перед строительством мобильных барьеров, чтобы убедиться в правильности прогнозов или изменить при необходимости ширину открытых промежутков;

дамбы могут быть размещены с учетом удобных подходов и связей с расположенными на суше станциями управления мобильными барьерами;

в местах возникновения повышенной турбулентности течений вблизи сооружений возможны меры по защите от эрозии дна;

затворы мобильных барьеров размещены в зонах уменьшенного



воздействия штормовых волн, что повышает их надежность не требуя сооружения дополнительных волноломов.

Конструкции глухих дамб традиционны, дамбы отсыпаются из камня разных размеров: мелкие в середине, самые крупные на поверхности.

Что касается конструкций мобильных барьеров, их выбор был сделан после рассмотрения большого числа вариантов (рис. 82). Типы конструкций 1--7 были отклонены, как не удовлетворяющие следующим требованиям:

барьеры не должны иметь промежуточных устоев; при открытом положении весь проход должен быть полностью свободен от каких бы то ни было препятствий, опасных для судов;

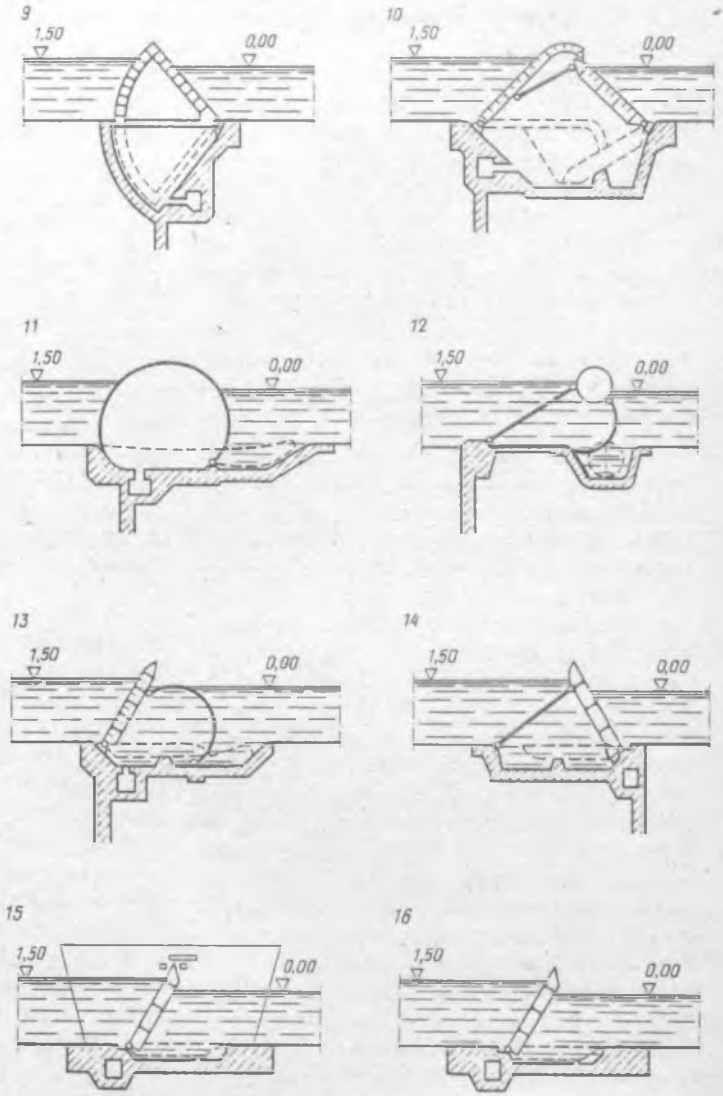


Рис.82. Варианты затворов мобильных барьеров
1 — плоский; *2* — "бабочка"; *3* — ячеистый; *4* — секторный; *5* — секторный подводный; *6* — телескопический; *7* — плавучий; *8* —кессонный; *9* — барабанный; *10* — "медвежья ловушка"; *11* — эластичный баллонный; *12* — парусно-поплавковый; *13* — парусно-кессонный; *14* — кессонный с обратным наклоном; *15* — кессонный фиксируемый; *16* — кессонный колеблющийся

барьеры не должны иметь надводных конструкций, ограничивающих высоту кораблей;

нежелательны металлические рельсовые пути в морской воде в связи с проблемой защиты от коррозии.

Типы 8--10 исключены из-за чрезмерно тяжелой конструкции заглубленной в грунт части.

Типы 11--13 не удовлетворяют, по крайней мере, одному из следующих условий: прочности, эксплуатационной надежности, легкости управления по секциям, сопротивляемости волновым воздействиям, простоте и эффективности соединений между секциями. Принцип секционности введен с целью повышения надежности: повреждение

одной секции не должно угрожать барьеру в целом.

Приемлемое решение искали среди типов 14--16. Эти типы конструкций были предложены в большинстве проектов, представленных на конкурсы 1970 и 1976 гг. Из них тип 14 был отклонен, так как затворы могут быть зафиксированы только в одном рабочем положении и при этом они не уменьшают волнового воздействия. Тип 15 отклонен по этим же причинам, а также из-за необходимости сооружения промежуточных устоев.

Таким образом, рекомендован тип 16 со свободно колеблющимися на шарнирах поплавковыми затворами. Каждая секция затворов состоит из четырех (в одном случае из пяти) соединенных стальных цилиндрических модулей диаметром 4,8 м (рис. 83). В нормальном положении затворы лежат на дне на резиновых подкладках в гнездах фундамента. При необходимости, т.е. при наступлении недопустимо высокого прилива, насосные станции откачивают из цилиндров воду и в них по трубам поступает воздух. Затворы начинают всплывать, поворачиваясь вокруг шарнира и занимая равновесное положение. При заполнении воздухом всех цилиндров секция занимает положение, близкое к вертикальному. Секции имеют запас плавучести, для их всплывания достаточно заполнить воздухом два из четырех цилиндров, при этом затворы займут наклонное положение. Укладка затворов на дно происходит при выпуске воздуха через клапаны и заполнении цилиндров водой.

В поднятом состоянии затворы сохраняют способность вращаться вокруг шарнира, что уменьшает риск аварии при столкновении с ними корабля. Секции свободны, между ними имеются небольшие зазоры. Расход воды через эти зазоры невелик и не оказывает существенного влияния на эффективность защиты от высокого прилива.

Мобильные барьеры могут поддерживать уровень в лагуне на 1,5 м ниже, чем в море, а также защищать от волн высотой до 3 м. Под воздействием волн затворы могут совершать колебания от равновесного положения. Поднятый барьер может поддерживать разность уровней в обоих направлениях, т.е. поддерживать уровень в лагуне не только ниже, но и выше уровня моря с целью создания усиленных очищающих течений.

Распределение затворов по мобильным барьерам приведено в табл.2.

Предварительный проект содержит еще ряд частных технических решений. Они касаются конструкций фундаментов мобильных барьеров (сборные элементы из предварительно напряженного железобетона, монтируемые наплавным способом с погружением под воду на свайное основание), станций управления мобильными барьерами, размещаемых у береговых примыканий барьеров, вариантов организации строительных работ, вопросов эксплуатации станций управления.

Уточнено предположительное влияние мобильных барьеров на работу портов. Длительность каждого перекрытия равна 5 ч, в том числе 2 ч на всплывание затворов и 1,5 ч на их обратную укладку на дно. Затворы предусматривается закрывать при высоких приливах, превышающих нормальный уровень более чем на 100 см. Такие приливы за период 1961–1980 гг. происходили в среднем около 7 раз в год (максимально 18 раз в 1979 г., а в 1974 г. таких приливов не было).

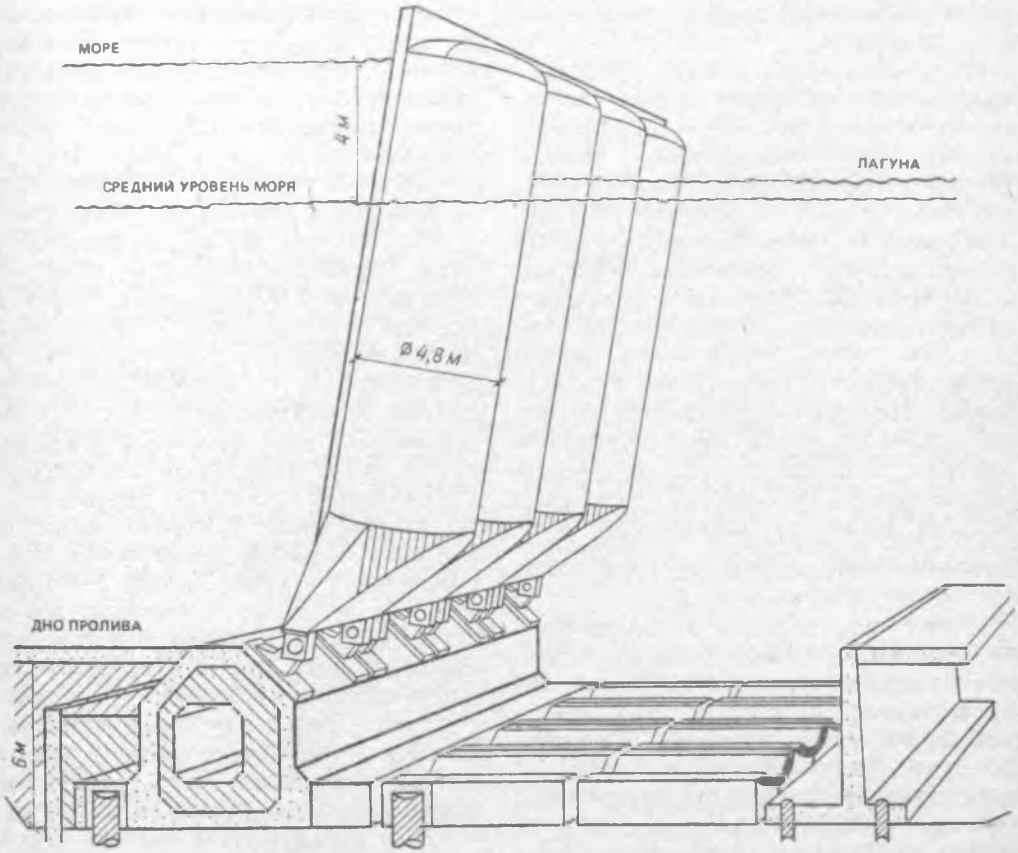


Рис.83. Принятая в предварительном проекте конструкция затворов

При этом количестве высоких приливов барьеры были бы перекрыты в среднем на 34 ч в год, или 0,3 % времени работы порта, а фактически за этот период порт не функционировал бы до 1 % времени, т.е. ущерб судоходству -- в пределах привычных величин.

Рассматривая проблему борьбы с загрязнением лагуны, авторы предварительного проекта признают, что предлагаемый комплекс гидротехнических сооружений ухудшит условия самостоятельной очистки вод лагуны приливно-отливными течениями. Это будет

Таблица 2

Барьер	Затворы (число секций×ширина)	Общая длина, м	Высота, м
Лидо, Сан-Николо	13×20 м	260	18,0
Лидо, Трепорти	9×20 м, 2×25 м	230	13,5
Маломокко	15×20 м	300	21,5
Кьоджа	14×20 м	280	15,0

следствием сокращения водообмена между лагуной и морем на 5--10 % в связи с возведением глухих дамб, сужающих проливы. Однако и существующий (на 1980 г.) уровень загрязнений недопустимо велик. При количественной оценке степени загрязнения за единицу измерения принят человек. Увы, это не очень приятно, но справедливо: все источники загрязнений -- промышленные, сельскохозяйственные, городские -- это отходы человеческой цивилизации. Поэтому не будем в претензии, что загрязняющая нагрузка на воды лагуны оценивается числом "эквивалентных" горожан и характеризуется следующими величинами по видам загрязнений:

Промышленное	1,5 млн. чел.
Сельскохозяйственное	0,7" "
Городское	1,0" "
Всего	3,2" "

Фактически же численность населения на берегах и островах лагуны, включая и Венецию, составляет около 1 млн. В связи с тройной нагрузкой на лагуну были приняты решения, независимо от защиты от приливов, предпринять крупномасштабные меры по сокращению загрязнения лагуны. В соответствии с ними проектом предполагалось к 1985 г. более чем вдвое сократить количество промышленных и городских загрязнений. По отношению к сокращенному размеру загрязнений увеличение их содержания в водах лагуны за счет сужения проливов не должно превысить допустимые величины.

Затраты на строительство гидротехнической системы оцениваются в 550 млрд. лир (около 900 млн. долларов), в том числе дамбы -- 300 млрд. лир, мобильные барьеры -- 175 млрд. лир, прочие и непредвиденные затраты -- 75 млрд. лир (15 % основной суммы).

Предусмотренная проектом система гидротехнических сооружений не гарантирует защиту Венеции навечно. Причина этому -- оседание поверхности земли. Прекращение откачки подземных вод резко уменьшило скорость оседания, но не приостановило его полностью, остались природные его составляющие -- тектоническая и эвстатическая, дающие скорость оседания Венеции до 2 мм в год. Это означает, что, скажем, за 100 лет поверхность понизится на 20 см и та часть города, которая сейчас затопляется приливом высотой 1 м, будет затопляться при высоте прилива 80 см. А такие приливы происходят гораздо чаще и, следовательно, мобильные барьеры придется закрывать также чаще и на более длительное время. Ущерб для судоходства будет со временем возрастать. В связи с этим в проекте рассмотрен ряд дополнительных мероприятий. В этом ряду -- создание в последующем двух бассейнов (по одному у проливов Лидо и Маламокко) для стоянки кораблей на время закрытия барьеров.

Для защиты Венеции от возрастающей частоты затоплений средними, а затем и малыми приливами авторы проекта рассматривают вариант подъема города методом глубинной инъекции. Об этом методе, предложенном фирмой "Родио" и испытанном в 1971--1972 гг. на островке Повелья, рассказано ранее. Проведенные тогда испытания метода показали, по мнению авторов проекта, следующие важные результаты:

фактический подъем грунта соответствовал расчетному;

показана возможность осуществления метода на ограниченной площади;

возможны контролируемые относительные перемещения поверхности;

методика проведения работ и контрольных измерений гарантирует устойчивость сооружений и абсолютное отсутствие негативных побочных эффектов.

Оценивая, таким образом, вполне положительно этот метод, авторы проекта, тем не менее, скептически относятся к возможности широкого его применения для такого города, как Венеция, не исключая локального использования при условии дополнительных экспериментальных работ применительно к историческим зданиям и сооружениям.

Другой метод подъема поверхности, который рассмотрен в проекте, -- нагнетание в глубокие слои не твердеющих растворов, а воды. Такой метод был применен в 1959 г. в США, в гавани Лонг-Бич, где, по некоторым сообщениям, осевшая поверхность была поднята до прежнего положения относительно уровня моря. По мнению многих экспертов, применение этого метода в Венеции вряд ли даст положительный результат.

Для малых островов предложено устройство по их периметру парапетов, поднятых выше уровня приливов, в сочетании с водоотводящей системой, которая сбрасывает дождевую воду при низком уровне в лагуну и не пропускает воду из лагуны во время приливов.

В ряду дополнительных мероприятий рассмотрены также работы в лагуне: обеспечение доступа приливных течений на территории рыболовных промыслов ("валли"), расширение и углубление искусственных и естественных судоходных каналов.

От проекта до начала строительства. В июне 1981 г. Министерство общественных работ получило "Исследование возможности и предварительный проект защиты венецианской лагуны от высокой воды" и направило его в Комиссию по защите Венеции, Комитет общественных работ, а также в муниципалитет Венеции. Комиссия в январе 1982 г. одобрила в целом эту работу. Муниципалитет Венеции организовал в октябре 1981 г. выставку проекта, последовательно в трех разных местах, а также опубликовал его большим тиражом. На выставке побывало около 30 тыс. человек. Муниципалитет получил большое количество отзывов, предложений, в том числе тринадцать полезных и хорошо обоснованных отзывов культурных организаций и политических партий. В феврале 1982 г. муниципалитет принял документ, в котором отметил, что представленный проект соответствует требованиям закона и рекомендациям самого муниципалитета, однако решает не весь комплекс проблем, а только защиту от высокой воды. Городской совет Кьоджи также высказал ряд замечаний, касающихся своего участка лагуны. В мае 1982 г. Комитет общественных работ определил: проект заслуживает одобрения, но имеет большое количество критических замечаний и требует дальнейших исследований перед началом работ.

Следуя заключению Комитета, Магистратура водных дел Венеции совместно с компанией ТЕХНИТАЛ разрабатывает проект предварительных работ. Проект исходит из того, что меры по защите лагуны от высокой воды могут быть подразделены на два типа: меры непосредственного воздействия на приливы (сооружения в проливах) и меры дополнительной защиты, такие как укрепление берегов, приведение в порядок каналов в лагуне и т.д. Эти два типа мер практически независимы один от другого, причем меры второго типа не вы-

зывают сколь-либо существенных сомнений. Поэтому их можно выделить в первоочередной этап предварительных работ, в состав которых входят:

возведение новых защитных стен, вместо поврежденных "мурацци", на участке между проливами Кьоджа и Маламокко, длиной около 1,5 км;

укрепление берегов внутри лагуны и прилегающих к берегам полос территории;

расчистка, углубление или расширение каналов в лагуне, защита их от заиления;

восстановление, укрепление сооружений форта Сант-Андреа, расположенного в лагуне у пролива Лидо;

расчистка, расширение каналов под эстакадой автодороги Ромеа, идущей от Кьоджи вдоль западного края лагуны;

работы по регулированию притока пресных вод в лагуну, в устьях рек Марцениго, Зеро и Брентелла;

возведение центральной части дамбы пролива Лидо.

В сентябре -- ноябре 1982 г. сначала Комиссия по защите Венеции, а затем технический комитет Магистратуры водных дел одобрили этот проект предварительных работ, стоимость которых была определена в 255 млрд. лир (около 450 млн. долларов). В декабре 1982 г. был объявлен конкурс (тендер) на проведение работ, которые предполагалось осуществлять в порядке концессии. Сразу после этого 26 итальянских компаний и фирм организовали консорциум, названный "Венеция Нуова", который заключил концессионное соглашение с Магистратурой водных дел Венеции, действовавшей от имени Министерства общественных работ Италии.

В консорциум "Венеция Нуова" входят крупные, имеющие мировую известность компании: Италимпресит (группа ФИАТ), ИРИ-- Италстат, Лодиджани и др., а также несколько венецианских фирм из консорциумов Сан-Марко и Риальто. Мировую известность ряду компаний принесло строительство автодорожного туннеля через Монблан, крупнейших морских портов - - Синес в Португалии и Бандар Аббас в Иране, крупных плотин и гидроэлектростанций -- Тарбела в Пакистане, Кариба в Зимбабве, Сальто Гранде в Уругвае, Эль Кайон в Гондурасе, уникальные работы по консервации и переносу египетских храмов Филае и Абу Симбел.

Немедленно приступить к строительным работам консорциум "Венеция Нуова" не мог -- предстояло пройти путь от предварительных проектов к исполнительным, решить проблемы финансовые и юридические. В системе законов Италии это не просто и не быстро. Такого рода проблемы должны подготавливаться правительством (его министерствами) и утверждаться парламентом, приобретая статус закона.

Юридическая проблема -- о концессии. Законами предусмотрено, что концессия разрешает проведение только строительных работ по утвержденному государственными инстанциями проекту. Венецианский проект в эту схему не укладывается, он требует проведения исследований, экспериментальных работ, корректировки проектных решений по ходу строительства. Можно представить себе, с какими трудностями и затяжками пришлось бы вести весь комплекс работ, если каждое изменение проекта пропускать через узаконенную процедуру рассмотрений и утверждений.

В ноябре 1984 г. принят закон, в какой-то мере решивший эти

проблемы. Закон предусматривает выделение на трехлетний период 600 млрд. лир (около 1 млрд. долларов) на работы по защите Венеции, охране окружающей среды, реставрации города. Министерству общественных работ дано право решать вопросы с концессией без ограничений, предусмотренных прежними законами. Образован координационный и контрольный совет под руководством премьер-министра, с участием в нем министров общественных работ, культуры, морского флота, экологии, научных исследований и технологии, мэров Венеции и Кьоджи, двух представителей других муниципалитетов в лагуне. Закон определил, какие задачи входят в компетенцию государства, региона и муниципалитетов. В компетенцию государства входят проблемы защиты лагуны, ее берегов, работы по каналам, реставрация государственных учреждений (341 млрд. лир), в ведении региона -- борьба с загрязнениями (80 млрд.), муниципалитетов -- реставрация, городские проблемы (145 млрд.). Оговорена возможность последующего дополнительного финансирования работ. Решение об ассигновании еще 600 млрд. лир было принято в 1988 г.

По графику, составленному в 1987 г. "Венеция Нуова", наибольший объем строительных работ предусмотрен на начало 90-х годов, а завершение работ по проекту "Венеция" -- в 1995 г. Обозначена, наконец, финишная черта.

Такая вот затянувшаяся история. Конечно же, тридцать лет -- от наводнения 1966 г. до предполагаемого финиша -- слишком уж большой срок для решения даже этой крупнейшей для Италии проблемы. За эти годы начато и окончено сооружение подобных защитных систем в Англии и Голландии, близится к завершению защита Ленинграда.

Нелегко ответить на вопрос о причинах столь долгого решения проблем Венеции. Здесь сложное переплетение противоречивых экономических интересов и внутриполитических столкновений, бюрократической волокиты и благородного энтузиазма, широкой гласности обсуждения проблем и малой результативности этой гласности.

Можно вспомнить накал страстей в газетах 60--70 годов, когда предрекали скорую -- через 10--15 лет -- смерть Венеции. Итальянские власти, по-видимому, не придавали серьезного значения столь мрачным прогнозам. И, как оказалось, были правы.

Вполне возможно, что Венеция обязана своим существованием благосклонности к ней природных сил. Высокие приливы за эти годы, конечно, были неоднократно, но не имели столь катастрофического характера, как в 1966 г. Были и другие беды. Летом 1988 г. лагуна была покрыта коврами переплетенных водорослей, мягко говоря, весьма дурно пахнущих. Приливы-отливы довольно долго не могли очистить лагуну от этой гадости, пока северный ветер -- бора -- не вынес ее в Адриатику, где с ней пришлось сражаться у других берегов.

Нельзя сказать, что все эти годы в Венеции ничего не делалось. Довольно активно велись и ведутся реставрационные работы, в том числе с участием иностранных общественных фондов, таких как английский фонд "Венеция в опасности". Президент этого фонда -- Эшли Кларк, бывший посол Великобритании в Италии, -- много лет живет в Венеции и ведет большую работу по реставрации памятников культуры и искусства. И он с го-

речью отмечал, что по основным проблемам защиты Венеции и лагуны -- такой же застой, как и 20 лет назад. Эшли Кларк не одинок в своей деятельности. Осенью 1988 г. в Венеции прошла 16-я встреча представителей иностранных общественных фондов, участвующих в реставрации венецианских сокровищ.

Проведены и продолжаются научные исследования по широкому кругу проблем, и проводятся они на высоком научном уровне, с использованием самых современных средств, вплоть до использования космической техники. Это, конечно, должно рано или поздно дать результаты в практическом решении проблем защиты и сохранения Венеции и лагуны.

Что касается проекта защиты от высокой воды, автор этих строк -- среди тех, кто выражает сомнения в правильности основных проектных решений. Главным образом это относится к решению о глухих дамбах. В Голландии их исключили из защитной системы, создав "гребенку" затворов. В Ленинграде сооружение дамбы усугубило проблему загрязнения залива. Не грозит ли это и венецианской лагуне, если и без дамб в проливах она с трудом очистилась от эпидемии водорослей?

Не хочется словами о дурнопахнущих водорослях завершать главу о прекрасной Венеции. Лучше еще раз напомнить, о защите какой общечеловеческой ценности идет речь. Венеция -- эталон, имя нарицательное для многих городов и селений в разных странах. У нас несколько Венеций: северная -- Ленинград, русская -- Вышний Волочек. Красота спасет мир -- но для этого сначала мир должен спасти красоту.

В заключение главы о Венеции -- два стихотворных пророчества. Так хочется, чтобы оправдалось не первое, а второе:

Прощаясь с Венецией

...

Венеция уходит в глубину,
Венеция скрывается из виду,
Перечеркнув старинную вину
И позабыв последнюю обиду.
Венеция уходит навсегда.
Уходят тротуары и подмостки.
И куполом смыкается вода
Над рыжим завихрением прически.
Венеция уходит. На канал
От железнодорожного вокзала
Оплакивать последний карнавал
Последняя гондола опоздала.
Парада нет, и пушки не палят.
Обманутая временем жестоко,
Венеция уходит в Китеж-град,
Как женщина, легко и одиноко.

Михаил Дудин

Венеция

...

Проплывала плавно гондола,
и звучало без конца
эхо мраморного голоса
овдовевшего дворца:
"Слишком поздно мир спохватится.
Все дворцы ждет смертный час.
Солнце вечности закатится,
и поглотит море нас!"
Стой, Венеция, не сетуй!
Свет искусства -- вечный свет.
Чтобы утопить бессмертное,
в целом мире моря нет!

Баграт Шинкуба

НИЖЕ УРОВНЯ МОРЯ

"В течение всего лета Солнце скрывалось за тучами, как будто больше не хотело смотреть на Землю. На Земле царила вечная тишина, и влажный туман словно мокрый парус нависал над жилищами и полями... Тогда-то и началось землетрясение, как-будто предвещавшее конец света... Реки изменили свое русло, а в их устье образовались новые острова из песка и наносов. Это продолжалось 3 года, а затем воцарилось спокойствие, и вновь появились леса. Многие страны исчезли под водой, в ряде мест появились новые материки". Так рассказывается в книге фризов "Ура Линда Бук" об одной из страшных катастроф, происшедших в раннесредневековое время на берегах Северо-Западной Европы.

Память о древнем племени фризов (кстати, 400 тыс. их потомков живут и сегодня) отразилась в названиях нидерландской провинции Фрисландия и цепочки восточных и западных Фризских островов, ровной линией тянущихся почти параллельно берегу Северного моря. Эти острова тоже память, память о том, что граница суши еще в I тысячелетии н.э. проходила намного севернее.

Вряд ли на нашей планете есть еще район, где за относительно короткий срок истории человечества произошли бы столь крутые повороты в судьбе земли и моря. До сих пор мы говорили о колебаниях земной поверхности в пределах отдельных затонувших или тонущих городов. Здесь же, в северной части Европы, изменения охватили территории сразу нескольких стран от Англии до Финляндии.

Во времена первых египетских фараонов и шумеров еще не существовало Британских островов, не было проливов Па-де-Кале и Ла-Манш, да и вся Северная Европа имела вид, отличный от современного. Только в III тысячелетии до н.э. окончательно отделились от материка острова Британии. Северное море затопило низменные районы Северо-Западной Европы.

Но суша не сдавалась. Наносы многочисленных рек и морские отложения создали Нидерланды, почти вся территория которых к I в. н.э. (т.е. ко времени, например, расцвета Боспорского царства) представляла собой огромную болотистую низину с большой морской лагуной в северо-западной части.

Конечно, в одиночку с морской стихией реки справиться не могли. Им помогло счастливое сочетание господствующих направлений ветров и чередующихся в течение суток двух приливов и двух отливов. Они-то и создали удивительное сооружение североевропейской природы -- дюны. Нанесенные ветром песчаные холмы высотой 10--30 м (до 60 м) и шириной до нескольких километров образовали защитную дамбу, отгораживающую Нидерланды от моря и предохраняющую страну от затопления.

Геоморфологи различают два типа дюн. Одни из них, так называемые старые дюны, образовались в доисторическое время на западе Нидерландов из песчаных валов, параллельно нынешней линии побережья. Новые дюны (более высокие) были созданы природой в IX--XI вв. Одни из них возвышаются на старых дюнах, другие расположены западнее.

За старыми дюнами в пределах бывшей лагуны в свое время образовались специфические типы грунта. Во-первых, это морские глины, нанесенные морской водой, проникавшей через открытое пространст-

во между дюнами. Во-вторых, это торфяные пласты, сформировавшиеся по мере обмеления лагуны.

Так, в конце I тысячелетия н.э., когда уже многие древние античные города Средиземноморья были поглощены морем, на южном берегу Северного моря возникла новая территория суши, которая стала быстро заселяться и осваиваться.

В VII--X вв. море начало брать реванш. В начале II тысячелетия его наступление приняло гигантские размеры и катастрофический характер, о чем сообщают предания тогдашних жителей Нидерландов.

В День всех святых 1170 г. морской прилив оторвал от суши нынешние Фризские острова. К 1290 г. вода достигла лежащего далеко на континенте оз.Флево и, затопив земли, где проживало около 50 тыс. человек (согласно преданию столько и погибло), образовало новый залив Северного моря -- Зейдер-зе.

Наступление моря продолжалось и в XIII--XIV вв. В результате наводнений 1218, 1287 и 1377 гг. на северном побережье возник еще один новый залив Долларт и почти одновременно залив Лауверс-зе. Средневековая хроника XV в. продолжает сообщать о новых набегах моря. В День Святой Елизаветы 1421 г. оно поглотило 65 деревень. Голландским рыбакам долго чудилось, что они слышат звон колоколов затонувших церквей.

К концу средних веков юго-западная часть страны снова превратилась в морскую лагуну, среди которой возвышались отдельные острова. Так они и были названы -- Зеландия, что значит "морская земля".

В непрерывной борьбе моря и суши сложились нынешние Нидерланды ("низменные земли"), 27 % территории которых находится, фигурально выражаясь, под водой, т.е. ниже уровня моря. Кстати, на этой части страны проживает 60 % всего ее населения. Самая низкая точка (--6,7 м) находится на севере Роттердама. Остальная территория Нидерландов тоже не очень высока: более половины ее расположено не выше 1 м над уровнем моря, так что ее может затопить даже самый небольшой нагон воды.

Море не только постоянно держит Нидерланды под угрозой наводнений, оно и само своими заливами глубоко врезается в сушу. Общая протяженность береговой линии страны достигает 1075 км, это более чем в 3 раза превышает длину нидерландской территории по прямой линии от самой юго-западной точки до самой северо-восточной и в 8 раз -- ее ширину.

Правда, кроме низменных существуют и возвышенные Нидерланды. Это юго-восточная и восточная часть страны, где есть даже свои "горы". Самая высокая точка 321 м над уровнем моря находится на крайнем юго-востоке. В средней части Нидерландов, в провинциях Утрехт, Оверэйссел и Хордерланд с севера на юг проходят небольшие холмы, называемые Стевваллен. Голландцы настолько их ценят, что не заселяют и не застраивают, а используют как зону отдыха. Всей территории с высотами более 50 м в Нидерландах всего 2 % общей площади страны.

"Deus mare, Batavus litora fecit", -- "бог создал море, а голландцы -- берега", так гласит старая нидерландская поговорка. Еще в глубокой древности жители побережья поняли: для того чтобы выжить, надо бороться с морем. Ведь природа не закончила свое начинание. Дюны не всюду тянулись вдоль берега, они лишь частично защищали сушу от затопления, в них зияли прораны, через которые

море постоянно врывалось в низменные Нидерланды.

Первое, что начали делать еще древние фризы, это строить дамбы в промежутках между дюнами. "Вокруг Фрисландии, -- написано в законодательном акте XIII в., -- повсюду, где волнуется соленое море, плотины, одна в точности подобная другой... Мы, фризы, защитим эту землю тройным оружием: лопатой, заступом и тачкой". А в "Саксоновом зерцале", составленном в 1230 г., говорилось прямо: кто не хочет строить плотину, тому нет места за плотиной. На средневековом гербе Зеландии даже появилось изображение льва, борющегося с волнами.

Дамбы строились просто. Тачками привозился глинистый грунт, укладывался между дюнами и тщательно утрамбовывался. Наружный откос плотины укреплялся каменной наброской или каменной кладкой. Для берегоукрепления применялись и просто мешки с песком. Часто берег защищался с помощью травяного покрова, кустарников и деревьев, которые сохранились и до наших времен. Ширина дамб в ряде мест доходила до 100 м, а высота до 15 м (средняя высота дамб 7 м). Наиболее интенсивное плотиностроение захватило северо-западные и северные берега, которые защищались почти сплошным поясом земляных дамб, смыкающихся с дюнами.

Голландские гидротехники уже в XIII в. не только оборонялись от моря дамбами, но и наступали на него, осушали отгороженные ими земли. Так, впервые в истории появилось понятие польдера -- участка земли, отгороженного дамбами и осушенного с помощью откачки воды и ее сброса в море (рис. 84).

Осушаемые земли польдеров обычно изрезаны параллельными друг другу горизонтальными каналами-дренами, которые в наше время все чаще заменяются закрытым трубчатым дренажем, о котором рассказано выше. Это и позволяет организовывать сельскохозяйственное освоение осушаемых земель -- прокладку транспортных путей, производство земледельческих работ, сбор урожая и т.д. Осушительный дренаж отбирает из почвы лишнюю воду и отводит ее в коллектор, который прокладывается вдоль дамбы. В определенном месте сооружается водосборный колодец, откуда ведется откачка воды. В старину для работы насосов использовались ветряные мельницы. Со временем на смену ветрякам пришли паровые машины, потом дизельные двигатели, за ними электронасосы.

Сначала размеры польдеров были весьма незначительны. Во-первых, потому что отсутствовали землеройные и строительные механизмы (все делалось руками, а их в сельских общинах было мало, да и сделать ими много было трудно), во-вторых, ветряные мельницы имели малую мощность, а значит, и насосы для откачки воды обладали небольшой производительностью.

Особенно большой размах для своего времени осушительные работы приняли в "золотом" для Нидерландов XVII в. В результате общеевропейской тридцатилетней войны, согласно Вестфальскому миру (1648 г.), страна, наконец, получила независимость, де-факто была создана республика Соединенных провинций, стало бурно развиваться мануфактурное производство. Нидерланды обзавелись многочисленными колониями в Юго-Восточной Азии, в Южной Америке и Африке. "Образцовая капиталистическая страна XVII столетия" -- так

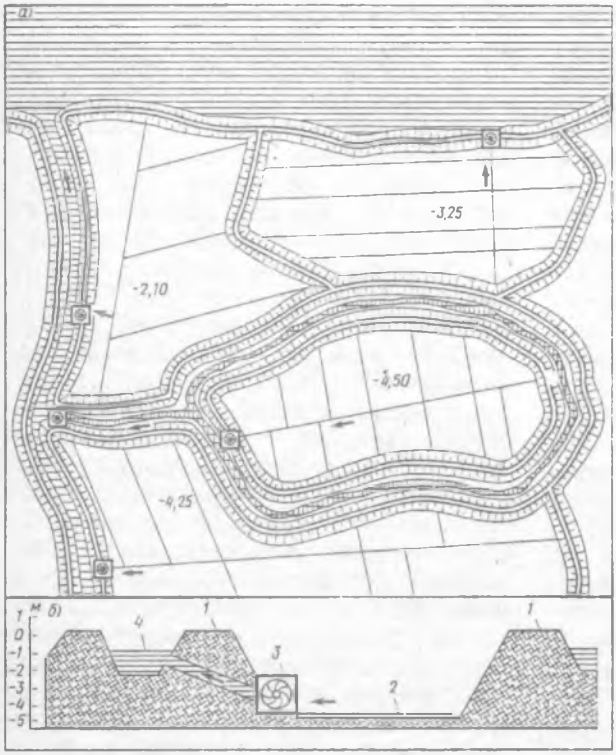


Рис.84. Схема польдерного осушения
а — план; *б* — разрез; *1* — дамба; *2* — дрены; *3* — насосная станция; *4* — водосборный и отводной канал (резервуар)

назвал Нидерланды того времени К.Маркс.

Бурное развитие торговли и промышленности привело к увеличению населения. Выросли такие крупные города-порты, как Амстердам (уже в 1650 г. в нем было 150 тыс. человек), Роттердам и др. Соответственно стало развиваться и сельское хозяйство, которое требовало все новых и новых земель. В Голландии, Фрисландии и других провинциях на месте бывших озер появились десятки новых польдеров. В XVI в. было осушено 710 км^2 низинных земель, в XVII в. эта цифра достигла 1120 км^2, а в XX в. она составляет 2500 км^2. Ныне половина всей земельной площади Нидерландов (весь запад и часть севера) -- это искусственно осушенные земли (рис. 85).

Первый крупный польдер (Гаарлемский) был построен вблизи Амстердама по проекту, предложенному инженером Легваттером в 1641 г. Гаарлемское озеро образовалось еще в XVI в. путем слияния нескольких мелких озер и угрожало затоплением самому Амстердаму.

В течение 13 лет строился Гаарлемский польдер. Были возведены десятки километров земляных дамб и отрыты сотни километров дренажных канав. Так, в середине XVII в. у стен богатого голландского города Гаарлема вместо внутреннего моря возник новый сельскохозяйственный район.

В наше время ландшафт Нидерландов немыслим без польдеров. Их сотни, больших и малых, торфяных и глиноземных, низких и высоких. Рекорд заглубления ниже

Рис.85. Осушительные работы в Нидерландах
1 — осушение земель в 1200 —1600 гг.; *2* — осушение земель в 1600—1900 гг.; *3* —осушение земель в 1900—1970 гг.; *4* — перспективные земли для осушения

уровня моря побил польдер оз.Эйссел -- 35 м. Польдеры, образованные в результате осушения озер, расположены на глубине 6--7 м ниже уровня моря. Много польдеров создано на месте бывших торфоразработок, они лежат примерно на 1 м ниже уровня моря. Однако есть польдеры, которые находятся и на несколько метров выше морского уровня -- это осушаемые территории в поймах рек. Здесь для отвода воды даже не нужны насосы -- она самотеком стекает в отводные каналы через шлюзы -- водовыпуски, которые открываются во время морского отлива. Таких польдеров много во Фрисландии и Гронингене.

Осушенные озера и другие польдеры, расположенные вдали от моря или реки, имеют обычно по две кольцевые дамбы, между которыми размещается отводной канал. Откачиваемую воду приходится сбрасывать в этот канал, а не сразу в море или реку, как в прибрежных польдерах. На озерных польдерах, кроме каналов в системе водоотведения могут быть еще и промежуточные регулирующие емкости: водоемы или резервуары, которые накапливают дренажные воды и периодически сбрасывают их в море или реку.

Поддержание определенного уровня подземных вод в польдерах осуществляется автоматически. Если он начинает подниматься выше допустимого, срабатывают датчики, установленные в дренах или непосредственно в осушаемом грунте,

сигнал передается на насосную станцию, и она включается в работу. Как только уровень воды снова достигает нужной отметки, насосы сами отключаются.

Осушение земель -- это лишь половина дела. Освоение польдеров занимает обычно много лет. Поначалу вообще что-либо строить, сажать или просто ходить по дну бывшего моря или озера совершенно невозможно. Илистый грунт не выдерживает самой небольшой нагрузки, расплывается и поглощает все, что на него попадает. Даже после его консолидации и уплотнения (осадка поверхности земли достигает 0,5--1 м), на что уходит обычно несколько лет, строить здания приходится на сваях длиной не менее 6 м. В течение всего периода освоения работы на польдерах ведутся государством, и только после этого осушенные земли сдаются в аренду фермерам.

Говоря о польдерном осушении, нельзя умолчать и об одном побочном неприятном результате многолетней откачки дренажных вод, который ранее никем не был предвиден. Это интрузия, вторжение снизу соленых морских вод, процесс, о котором было рассказано выше. Он приводит к засолению почв в польдерах и гибели сельскохозяйственных растений. Для ликвидации последствий интрузии голландцы применяют методы искусственного восполнения подземных пресных вод путем безнапорной инфильтрации поверхностных вод через песчаные грунты в районе дюн.

В Нидерландах действует и общественная служба эксплуатации польдеров, которая возникла еще в средневековье, когда каждая сельскохозяйственная или городская община выбирала своего "смотрителя плотин". Существует более 1,5 тыс. управлений надзора за польдерами, их директоров выбирают владельцы участков земли, расположенных в пределах того или иного польдера, -- ингеландены. Управления подчиняются властям провинций и следят за состоянием плотин, каналов, насосных станций и дренажных систем, иногда и за всем водным хозяйством района, а также осуществляют мероприятия по охране природы.

Наиболее впечатляющая победа голландцев над морем -- это осуществление проекта осушения целого морского залива -- Зейдер-зе. Образовавшееся всего лишь несколько столетий назад прямо на глазах потрясенного населения тогдашней Фрисландии, это мелкое, но обширное внутреннее море давно уже ждало своих покорителей. Первый проект его осушения был составлен еще в 1667 г. Х.Стевином, которого воодушевила победа над Гаарлемским озером. Однако в то время этот проект казался слишком смелым.

Принципиальное решение по осушению Зейдер-зе, в последующем принятое к осуществлению с некоторыми изменениями, предложил в конце XIX в. инженер-гидротехник К.Лели. В течение 11 лет он вел изыскания под свой проект и стал даже секретарем специальной ассоциации. Лели предложил построить широкую защитную дамбу, соединяющую берега Фрисландии и северной Голландии. Эта дамба должна была оставить морю лишь небольшой залив Ваддензее, вся же основная часть Зейдер-зе превращалась во внутреннее оз.Эйсселмер. Постепенно озеро должно опресниться благодаря тому, что морская вода поступать в него не будет, и начнет служить городам и промышленности как источник водоснабжения. Пополнять водные запасы Эйсселмера должна впадаю-

щая в озеро одноименная река, паводковые излишки стока которой сбрасываются в море двумя водосливами, встроенными в защитную дамбу у ее левого и правого плеча.

Следующий этап плана осушения Зейдер-зе -- строительство у берегов оз.Эйссел пяти крупных польдеров общей площадью 2,2 тыс.км^2, что дает увеличение территории Нидерландов более чем на 6 %. При этом наиболее плодородные земли предназначались для сельскохозяйственного освоения (овощеводство, цветоводство).

Вначале и этот проект Зейдер-зе был встречен с недоверием, слишком трудоемкими и дорогими казались работы по его осуществлению. В то время нигде еще никто не строил плотин длиной в несколько десятков километров и не пытался отсечь от моря целый залив. Почти четверть века нидерландский парламент, прислушиваясь к мнению налогоплательщиков, отклонял вопрос о финансировании проекта.

Природа сама оказала нажим на общественное мнение: в 1916 г. на Нидерланды обрушилось катастрофическое наводнение с многометровым нагоном морской воды. Это была последняя "капля", добавившаяся ко всем предыдущим натискам моря и к серьезной нехватке сельскохозяйственных земель и продовольствия, особенно сильно проявившейся в суровые и голодные годы первой мировой войны.

Проект осушения Зейдер-зе начал осуществляться. При этом последовательность работ была несколько изменена. Строительные работы развернулись не только в районе защитной дамбы, но и на участках польдеров. В 1927 г. у северо-западного побережья оз.Эйселл был построен небольшой опытный 40-гектарный польдер Андейк, который послужил моделью для другого крупного участка польдерного осушения -- Виринтермера площадью 20 тыс.га, пущенного в эксплуатацию в 1930 г.

Возведение защитной дамбы, отгораживающей залив от моря и имевшей длину 30 км и ширину 90 м, было начато сразу в шести местах. Нижнюю часть дамбы сначала строили в периоды отливов, затем стали вести отсыпку грунта прямо в воду. 28 мая 1932 г. после шестилетнего интенсивного строительства в торжественной обстановке был перекрыт последний проран и морской залив Зейдер-зе перестал существовать. На географической карте Европы появилось новое озеро -- Эйссельмер, предназначенное для последующего осушения (рис.86). Несколько позже, в 1937--1942 гг. был построен северо-восточный польдер площадью 48 тыс.га с центром в Эммелорде. Его территория расположена на 4,5 м ниже уровня моря. Откачка воды осуществляется тремя насосными станциями, на каждой из которых установлено по 8 центробежных насосов с электродвигателями производительностью по 4 тыс.м^3/ч.

7 апреля 1945 г. за несколько недель до конца войны отступающие немецкие войска взорвали защитную дамбу польдера Виринтермер и бессмысленно затопили его. После войны в 1950--1957 гг. был построен самый большой польдер -- восточный Флеволанд площадью 54 тыс.га, территория которого заглублена на 5 м ниже уровня моря. Здесь также установлены три насосные станции для откачки воды. Непосредственно к этому участку примыкает законченный строительством в 1968 г. четвертый польдер -- южный Флеволанд (43 тыс.га) с одной мощной осушительной насосной станцией, расположенной возле северо-западной дамбы.

Уже первые годы эксплуатации

Рис.86. Осушение залива Зейдер-зе
1 — линия побережья в 1920 г.; *2* — дамба; *3* — строящаяся дамба; *4* — насосная станция; *5* — отметка ниже уровня моря; *6* — шлюз-водоспуск; *7* — постоянное соединение со шлюзом; *8* — мост; *9* — пресная вода; *10* — соленая вода

северо-восточного польдера показали актуальность охраны окружающей прибрежной территории. Дело в том, что интенсивная откачка дренажных вод довольно быстро привела к переосушению почв на прилегающих землях. Понижение уровня подземных вод распространилось на большую прибрежную территорию Фрисландии, и радиус депрессионной воронки достиг нескольких десятков километров. Было принято решение, несмотря на значительное удорожание работ, строить польдеры в окружении обводных кольцевых каналов. Поэтому польдеры южный и восточный Флеволанд к берегу не примыкают и отделены от него каналом, разделенным системой шлюзов. Это позволяет не только оперативно регулировать уровень подземных вод на прилегающих берегах, но и обеспечить водный транспорт новыми путями.

Другим отрицательным последствием осушения Зейдер-зе оказалось ухудшение рыбного промысла. После постройки защитной дамбы, ликвидировавшей залив, до этого в буквальном смысле кишевший рыбой, многие рыболовецкие поселки

опустели -- ловить стало нечего. Особенно серьезная угроза нависла над знаменитым угрем, уникальной рыбой, которая, подчиняясь какому-то таинственному закону, ходит нереститься отсюда в Северное море.

Эти и другие вопросы охраны окружающей среды поставили в наше время под сомнение целесообразность осушения пятого польдера -- Маркерварда, который начали уже было строить.

Кроме того, в новых условиях появились и новые соображения. Раньше экстенсивный характер земледелия требовал все новых и новых площадей. В современных условиях интенсификации сельскохозяйственного производства, широкое применение химических удобрений, успехи селекции растений, создание мощной земледельческой техники дают возможность получить высокие урожаи даже с небольшой площади сельскохозяйственных угодий. Поэтому осушенные земли в Нидерландах все больше начинают использоваться для промышленной и жилой застройки, организации зон отдыха, транспортного, энергетического строительства и т.д.

Примером может служить частично уже осуществленный проект строительства в восточном Флеволанде большого нового города Лелистада (в память К.Лели) с численностью населения 50 тыс. жителей. Аналогичное строительство намечено и южном Флеволанде, где г.Альмере также послужит делу разуплотнения перенаселенной северной части западной Голландии. К новому городу будет примыкать промышленная зона, места отдыха и заповедники. Возникает новая, 12-я провинция Нидерландов.

Воодушевленные успехами в борьбе с морем, нидерландские гидротехники приступили к защите территории от половодий. Ведь в Нидерландах находятся устья трех крупнейших рек Европы -- Рейна, Мааса, Шельды, и ведут они себя далеко не спокойно. Кроме основных русел, каждая из них имеет множество протоков, рукавов. Из-за этого общая длина всех водотоков Нидерландов составляет огромную величину -- 7 тыс. км, т.е. в 7 раз больше длины сильно изрезанных морских берегов страны.

1 февраля 1953 г. юго-восточные Нидерланды постигло страшное стихийное бедствие: катастрофическое наводнение обрушилось на весь район дельты Рейна, Мааса, Шельды. На участке более чем в 100 м вода прорвала дамбы, только за одну ночь погибло 1800 человек, свыше 40 тыс. жилых домов и хозяйственных зданий было разрушено, территория площадью около 160 тыс.га оказалась затопленной, убытки составили 250 млн. долларов. Это событие ускорило осуществление проекта"Дельты", который имел своей целью не только предотвращение наводнений, но и решение многих других водохозяйственных (в том числе ирригационных) и транспортных задач.

Сразу же после катастрофы 1953 г. на Голландском Эйсселе восточнее Роттердама была построена сборно-разборная плотина, которая в случае наводнения могла быть быстро установлена. Этот барраж ныне защищает большую часть польдеров западных Нидерландов. После этого были построены плотины в глубине дельтовых рукавов, а затем и на их границе с морем. Результатом отгораживания дельты от моря кроме защиты от наводнений, так же как в случае с Зейдерзе, будет образование водохранилищ с пресной водой. К этому добавляется значительное сокраще-

Рис.87. Освоение дельты
1 — дамба; *2* — барраж для защиты от наводнений; *3* — канал; *4* — шлюз-водовыпуск; *5* — главная транспортная магистраль; *6* — дорога; *7* —мост; *8* — судоходный шлюз; *9* — соленая вода; *10* — пресная вода; *11* — дюны; *12* —затопленные участки при наводнении 1953 г.

ние береговой линии: расстояние между крайними точками А и Б (рис. 87) уменьшается в 10 раз -- с 800 до 80 км, а путь от Роттердама до Флиссингена сокращается на 40 км.

Большие работы проводятся и в целях улучшения условий судоходства по Рейну. В нижнем его течении построены три водопроводные плотины со шлюзами. Самая восточная из них позволяет часть стока реки перебрасывать по каналу в бассейн Эйссела. Для сосредоточения всего речного стока в одном русле воды Мааса и Ваала отрезаны от Харингвлита -- северного рукава дельты, и направлены в море мимо Роттердама, что делает нижний Рейн более полноводным.

Проект "Дельта" предусматривает значительный рост промышленности и торговли вдоль новых путей от Роттердама до Антверпена и к югу от Восточной Шельды. Широкое развитие ожидает и территории, окружающие дельту, например район Роттердама -- Европорта. Выигрывают и прибрежные сельскохозяйственные земли -- благодаря появлению больших объемов пресной воды предотвращается засоление почв, которое до сих пор было одним из предметов постоянной заботы голландских цветоводов и овощеводов. Помимо рассоляющего эффекта пресноводные водохранилища дадут фермерам и прямую выгоду -- станут новым источником орошения.

К 1972 г. по проекту "Дельта", предусматривающему соединение

дамбами пяти морских рукавов нижнего течения Рейна, Мааса и Шельды, была выполнена большая часть работ. Северный рукав превращен в полноводный судоходный канал, одновременно улучшен подход к гавани Роттердама. На берегах южного рукава Западной Шельды, по всей длине подходного канала Ньюве Ватервег построены или реконструированы старые защитные дамбы, предотвращающие в случае наводнений затопление прибрежных районов Антверпена. Три средних пролива должны были быть полностью перекрыты одиннадцатью глухими земляными плотинами, отгораживающими их акватории от моря. Вследствие прекращения поступления сюда морской соленой воды и пропусков речного стока, они постепенно должны были превратиться во внутренние озера -- водохранилища с пресной водой, которая могла бы использоваться для орошения сельскохозяйственных земель и водоснабжения городов и промышленности. Кроме того, имелось в виду, что исчезнет, наконец, существующая угроза засоления прибрежных земель -- постоянный бич урожаев голландских фермеров.

До 1972 г. на средних рукавах дельты было построено семь из запроектированных одиннадцати земляных плотин. В первой половине 70-х годов в Нидерландах началась шумная кампания в защиту окружающей среды, и многие видные специалисты и общественные деятели выступили против осуществления проекта "Дельта" в полном объеме. Дело еще было и в том, что как раз в это время начал резко сокращаться традиционный промысел жителей дельты -- разведение и лов устриц, креветок, мидий. Их развитие в этом районе связано с особыми гидрологическими условиями, когда благодаря постоянному вторжению свежих соленых вод в пресные образуются в воде воронки, способствующие росту рыбной молоди и моллюсков. Прекращение морских приливов и отливов изменяет условия обитания для многих видов водных форм растительного и животного мира этого района.

Длительные и бурные дискуссии привели к тому, что в 1976 г. голландский парламент вынес постановление пересмотреть проект "Дельта".

В результате переработки проектных решений сплошные земляные водоподпорные плотины средних рукавов дельты решено было прорезать широкими водопропускными отверстиями. Через дамбу Харингвлит (рукав Мааса) было проложено 17 шлюзов-водовыпусков со стальными затворами, которые будут закрываться только во время наводнений. На соседней плотине Брауэрс построено три донных водовыпуска в виде тоннелей длиной по 200 м. Теперь между эстуариями Мааса, Шельды и морем во время приливов осуществляется свободный водообмен. Западную Шельду было решено не перекрывать вообще и ограничиться упомянутыми выше береговыми защитными дамбами.

Особенно много возражений вызвала та часть проекта, которая предусматривала строительство глухой плотины через рукав Восточная Шельда (Остершельде) -- самый широкий рукав дельты. Победу одержали специалисты, которые считали необходимым построить здесь хотя и более дорогую, но экологически целесообразную систему водопропускных и заградительных сооружений, перекрывающих поток морской воды только в экстремальных случаях. Такое предложение было принято и начато строительство, которое продолжалось почти 10 лет.

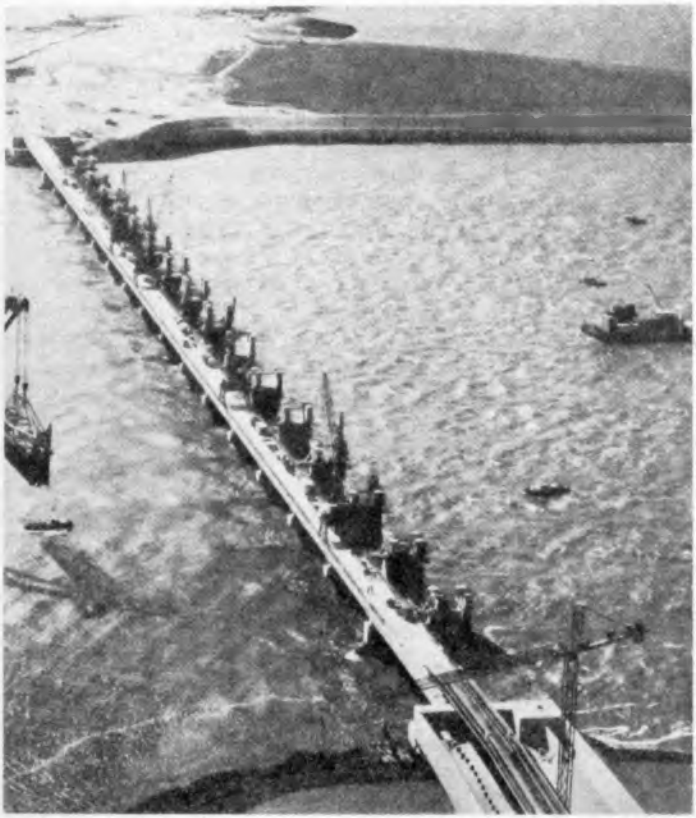


Рис.88. Противоштормовой барьер в устье Западной Шельды — "гребенка" с 65 стальными затворами, каждый массой 500 т (Это морское инженерное сооружение — одно из крупнейших в мире)

4 октября 1986 г. в торжественной обстановке в присутствии королевы Голландии и представителей многих иностранных правительств состоялось открытие защитных сооружений Остершельде (рис. 88). Этим завершилось возведение последнего объекта "Дельта", чем и закончилась тридцатилетняя история осуществления одного из самых грандиозных проектов XX в.

Для перекрытия пролива, имевшего в створе строительства ширину 9 км, использованы естественные песчаные отмели, которые путем отсыпки песчаного грунта были превращены в острова. В результате этого пролив оказался разделенным на три протоки шириной 2,5, 1,8 и 1,2 км.

Наиболее крупный из них остров Неелтье-Янс размером 4×0,8 км был использован в качестве основной строительной площадки для изготовления 15 полых железобетонных мостовых опор сборной конструкции. Для изготовления каждой из таких опор -- столба высотой 40 м и массой 18,5 тыс. т было израсходовано 7 тыс. м^3 бетона. Всего было сделано 65 железобетонных блоков-звеньев, из которых собирались опоры плотины.

Изготовлялись эти блоки в трех специальных строительных траншеях на глубине 15 м от уровня моря под защитой земляных дамб. Изготовление каждой детали длилось около 1,5 месяца, одновременно делалось по несколько штук.

После того как опоры были готовы, дамбы были прорваны и траншеи затоплены морем. Затем в проход в дамбе на стройплощадку вплывал понтонный У-образный корабль Остреа ("Устрица"), который с помощью двух 10-тысячетонных подъемников отрывал опору от дна, закреплял ее гидравлическими амортизаторами и отправлялся в путь, доставляя каждую опору на свое место.

Установка опор, которые опускали на глубину 25--30 м под уровень воды, осуществлялась в основном в условиях спокойного моря, хотя судно Остреа и допускает возможность работы при высоте волны до 1 м. Монтаж железобетонных конструкций осуществлялся с помощью 6 якорных лебедок с компьютерным управлением и ориентированием по береговым вехам. Точность установки опор на дно моря составляла 5 см, допуски при подгонке отдельных железобетонных конструкций не превышали 1 см. Контроль за точностью монтажа велся с применением лазерного прибора.

После установки на дно внутренняя полость опор заполнялась в нижней части глинистым, в верхней части песчаным грунтом, играющим роль балласта и предотвращающим всплывание опор под действием архимедовой силы. Грунт в опорах уплотнялся вибраторами. Внизу опоры засыпались еще и камнем -- валунами весом до 0,1 кН, привезенными из Финляндии, ФРГ, Бельгии и Швеции, так как в Голландии крупного камня практически нет.

Железобетонные опоры поверху соединялись полыми железобетонными балками. По дну моря между опорами были уложены металлические швеллеры, на которые установлены стальные щиты-затворы шириной по 42 м, весом от 2,6 до 4,8 кН. Высота затворов определяется глубиной воды в тот или иной период штормового нагона волны со стороны моря. Общее число щитов -- 62.

Подъем и спуск затворов, отведение их в сторону осуществляется с помощью гидравлических приводов. Операция по перекрытию всех трех проливов занимает 60 мин.

Большая и важная работа была проведена по укреплению основания сооружений. В естественном состоянии покрытое илом мелкопесчаное дно моря не могло бы выдержать большие нагрузки от тяжелых опор. Уплотнение придонного слоя песка толщиной до 15 м осуществлялось четырьмя игольчатыми вибраторами, опускавшимися с плавучей понтонной установки Митилус ("Мидия"). Уплотнению была подвергнута полоса морского дна длиной 3 км и шириной 80 м.

Планировка дна производилась землесосным снарядом, смонтированным на еще одном строительном судне Кардиум ("Моллюск-сердцевидка"), передвигавшемся по створу плотины с отклонением от курса не более 0,5 м. Оно было оснащено 12 рабочими органами, которые выравнивали дно с точностью до 10 см. В углубление дна укладывали разматывающийся с барабана мат шириной 42 м и толщиной 35 см, который представлял собой как бы матрац в виде сетки из искусственных волокон, заполненной щебнем. Сверху был уложен еще один более тонкий защитный мат шириной 32 м. Всего по фронту водоудерживающих сооружений было уложено 130 матов. Такое укрепление дна не только создает прочную опорную поверхность для сооружений плотины, но и надежно защищает их основание от размыва донными течениями.

Для контроля подводных строительных работ, а также последую-

щего мелкого ремонта подводных механизмов в процессе эксплуатации плотины сконструировано автоматическое водолазное устройство -- робот под названием Портунус ("Краб"), оснащенный телевизионной камерой и механическими манипуляторами.

Итак, защитный щит Остершельде вступил в работу. Предполагается, что необходимость полного перекрытия водопропускных отверстий плотины может возникать 1--2 раза в год во время совпадения морского прилива с экстремальным ветровым нагоном волны. Помимо этого, с частотой 1 раз в месяц будут проводиться контрольные и ремонтные опускания затворов.

Весь обслуживающий персонал этой не имеющей пока в мире прецедента гидротехнической системы состоит из 50 работников, которые располагаются в управленческом здании на острове Неелтье-Янс. Здесь же размещается музей, рассказывающий о проекте "Дельта" и истории его осуществления.

История взаимоотношений жителей Нидерландов с Северным морем -- характерный путь взаимодействия цивилизации с окружающей средой. Начав со слепого преклонения перед стихийными силами природы, страха перед их разрушительными набегами, человек постепенно перешел сначала к пассивной обороне и защите своих позиций, а затем к решительному наступлению.

Он победил природу, отвоевал новые плацдармы, но вдруг остановился и задумался... Не уподобляется ли он эпирскому царю Пирру, который в кровопролитных боях победил, но остался почти без войска.

С этого времени (в которое мы и живем) начался период сомнений и раздумий. Продолжит ли человек осуществление своих широких планов преобразования природы или откажется от них и займется больше ее охраной и защитой?

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На протяжении всей своей истории, и сегодня, и в будущем человечество вынуждено вести борьбу с водной стихией. В этой борьбе есть поражения -- затонувшие города, жертвы наводнений, и победы -- защищенные от затопления города и даже страны, отвоеванная у морей суша. Эта борьба -- не только оборона, но и наступление на водную стихию.

Рост численности населения Земли, широкий размах строительства требуют освоения все новых территорий почти на всех континентах земного шара. А ведь 2/3 его поверхности заняты океанами и морями.

О том, что нужно и можно потеснить водную часть нашей планеты, свидетельствует опыт не только Нидерландов, но и многих других приморских стран. Классическим примером наступления на море для расширения промышленной деятельности могут служить всемирно известные промыслы Нефтяные камни на Каспии, вблизи Баку, эстакады которых протянулись в море на 200 км. Подобные работы ведутся и в других районах акватории Мирового океана, например на нефтяных месторождениях Северного моря.

Наступление на море идет и с целью расширения жилой, транспортной и другой застройки городских территорий. Многим прибрежным городам расти на суше уже некуда, остается осваивать море. Так, в Рио-де-Жанейро не нашлось на берегу места для аэропорта, он построен на насыпи в море. Гонконг непрерывно расширяет территорию своего полуострова, разрушая окрестные горы и превращая их в насыпи на прибрежных мелководьях.

Плавучие города -- уже не фантастика, а рабочие чертежи вполне реальных сооружений. В Японии они мыслятся как спутники крупных городов, страдающих от непомерной скученности населения. Корпуса плавучих островов уйдут в глубь моря на десятки метров, внутри них расположится жилье и необходимые инженерные службы, на поверхности -- городские улицы со всеми атрибутами общественной жизни.

Не вымысел фантастов и подводные города. Освоение богатств, лежащих на дне океанов и морей,-- задача не завтрашнего, а сегодняшнего дня. Техника для подводных работ уже воплощается в металле. И подводные предприятия, и подводные поселения также обретают реальные конструктивные черты. Исследователи уже подолгу живут в подводных жилищах-лабораториях на глубинах в десятки и сотни метров. Пионер и энтузиаст подводных исследований Жак Ив Кусто считает возможной деятельность человека на глубинах до 600 м. Это, так сказать, без помощи человеческому организму. Если же вводить кислород непосредственно в кровеносную систему, отключив легкие, то и 2 км глубины не предел для человека. "Наступит время, -- пишет Кусто, -- когда человек простится с той средой, в которой он стал человеком, -- с сушею, -- и с залитых солнцем равнин и холмов навеки переселится в глубины моря, чтобы жить в домах, построенных на морском дне, подобно водному существу". Вряд

ли все согласятся с такой перспективой. Но никто уже не может отрицать необходимости освоения морских и океанских глубин, промышленного использования их колоссальных минеральных богатств, биологических и энергетических ресурсов, без которых человечество скоро уже не сможет обойтись.

Широко обсуждаются и проекты региональных завоеваний крупных морских территорий. Одно из таких смелых предложений -- идея немецкого архитектора Германа Зергеля о частичном осушении Средиземного моря -- вызвало в свое время бурные споры, продолжавшиеся до 1957 г., когда комиссия, занимавшаяся его проектом, добровольно прекратила свою деятельность. Для осуществления проекта Зергеля достаточно перекрыть плотинами Гибралтарский пролив и Босфор -- остальное довершит Солнце, испаряющее средиземноморские воды. Уровень моря начнет понижаться, освобождая от воды территории, по площади превышающие Францию. Кстати, палеогеографические исследования показали, что естественное пересыхание Средиземного моря неоднократно происходило и в далеком прошлом, когда море превращалось в цепочку соленых озер.

Помимо освобождения больших территорий, этот проект сулил и энергетические перспективы: гидроэлектростанции встанут у Гибралтара и Босфора, в устьях впадающих в Средиземное море рек, на дополнительной поперечной плотине, которая, протянувшись от Сицилии до Туниса, разделит сократившееся море на два бассейна.

Почему же такому, казалось бы, прекрасному проекту "дали отставку"? Прежде всего обеспокоились муниципалитеты целого ряда портовых городов. Венеция, Генуя, Марсель, Пирей, Алжир и многие другие оказались бы вдали от морских берегов. А их, конечно, не устраивает перспектива повторить судьбу Эфеса и Остии. Но даже не это главное. Основное возражение заключается в том, что наука еще не в состоянии оценить последствия столь радикального вмешательства в природную обстановку. Ученым ясно, что значительное сокращение площади испарения должно отразиться на климате Европы и Африки. Но в каком направлении пойдут эти изменения -- неизвестно. Не исключено, что освобожденная от воды суша станет пустыней. Неясно также, какие геологические последствия ожидают этот сейсмически неустойчивый район, если он освободится от значительного давления морских вод (ведь их вес равен весу Финско-Скандинавского ледника в эпоху великого оледенения). И все же придет время, когда проект Зёргеля снова станет на повестку дня и примет более реальные черты.

Возможно, с реализацией этого или подобного ему проекта придется даже поспешить, но с иной целью: не осушение Средиземного моря, а сохранение нынешнего его уровня. Потому что прогнозы на не столь отдаленное будущее малоутешительны. После нескольких тысячелетий относительной стабильности уровень моря может начать быстрый подъем уже в следующем веке, к такому выводу пришли ученые на международной конференции в г.Сплит (1988 г.). Причина -- таяние ледников и повышение уровня мирового океана в результате глобального потепления климата. Близкое будущее прогнозируется в два этапа. На первом этапе (до 2025 г.) повышение уровня моря предполагается на 13--55 см, а на втором (до конца следующего столе-

тия) -- до 2 м! Это будет сопровождаться увеличением количества сильных штормов, может повлечь серьезные последствия для побережий и стоящих на них городов. После 2025 г. прогнозируются существенные изменения в дельте р.По на севере Италии с угрозой разрушения прибрежных городов; придется вновь заниматься защитой Венеции. Может оказаться затопленной Александрия в дельте Нила. Территория этого города с населением 3,5 млн. человек большей частью расположена не выше 1 м над современным уровнем моря.

Глобальное повышение уровня мирового океана, если этот прогноз начнет сбываться, потребует от человечества соединенных действий во многих регионах планеты.

Таким образом, человечество от местных и частных задач освоения окружающей его среды сегодня переходит к региональным и даже глобальным многоцелевым проблемам преобразования своей планеты. Без этого дальнейшее развитие индустриальной цивилизации в скором времени станет невозможным. С каждым десятилетием эти неизбежные преобразования будут вестись все осмотрительнее и осторожнее, потому что цель их не только освоение планеты Земля, но и ее сохранение.

SUMMARY

The whole history of a mankind, its present and future events are connected with the struggle against the water disasters. There where and still are some defeats in this struggle together with the victories. The former includes the submerged towns and victims of floods. The latter are towns and even countries protected from the floods as well as the land conquered from the sea.

Among the numerous sensations of the XX-th century, one of the most important discoveries relates to the submerged remains of the ancient towns and settlements on the bottom of lakes and seas. The geographical range of those discoveries is very wide. These are coasts of the Adriatic, Black, Caspian, Caribian and other seas; mouths of the Danube, Dnieper, Volga rivers; lakes of Issik-Cul, Sevan, Loch-Ness, Titikaka etc.

Numerous legends, myths and fairy tales tell us about submerged fortresses, castles, towns and even the whole countries. The short novels of Plathony about Atlantid, Biblical myth about the world deluge, old Russian tales about the Town of Kitezh and the travel of russian merchant from Novgorod – Sadko are probably the sort of reflection showing the actual events which took place at the ancient times. I.M. Gubkin, academician wrote in his book on the Caspian and South-East Caucasus areas: "The legends on submerged towns and villages are not the legends but a true past".

For hundred of years some of the antique towns located on the Black sea coast were regarded as the mythical ones. At different times people used to tell stories about them. For example, it was known nothing about disappearance of the big ancient greek town-port of Dioskurius, which according to the myth was founded by argonavts who had went to Kolchida with Jazon to find the gold fleece. Nobody knew what kind of the ruins were seen by the soldies of Catherine the second at the beginning of 80th in XVIII c., when the russian troops defeated the Turks and entered the west coast of the Crimea. They thought it was the famous ancient Roman fortress of Sebastopol, but not the ancient greek town of Khersones as it really was. The empress who liked to name her new military ports with the classic fashionable titles, settled Sevastopol at a distance of 600 km from the real place (Sukhumi), and transfered Kherson to the mouth of Dnieper.

The legends were not the only ones telling our descendants about the towns which disappeared in the North and East Coasts of the Black Sea. Many famous scientists and writers including Gerodoty, Strabony, Prokopy Kesariisky wrote about it. They did not meen that those towns were fabulous, but the big sea ports, military fortresses, trade centers which had been well known in the whole antique world. Here the ways were crossed connecting the wild North and East of that world with the secular West. Two great cultures of ancient Creece and Byzantine were interacted there.

The time was merciless to the ancient towns. They were defeated by Barbarians and destructed by the internal conflicts. The severe forces on nature also left their vivid traces. In particular they are blamed for disappearance of ancient towns deep in the sea.

The centuries and milleniums have passed, and the civilized world has again heard the ancient names such as Olvia, Khersones, Pantikapious, Fanagorium, Germonassia, Nimpheum. These and the other numerous antique towns and settlements begin to appear on the maps of the historians dealing with the ancient world. The end of the last century meant

the whole period of the sensational discoveries regarded the submerged towns. In particular, many of them were found at the coast of the Black, Mediterranian, Adriatic. Asov and Caspian seas.

The fates of submerged towns and history of their destruction are similar to a certain extent, but the ways of their revelation and investigation are various. Some of them were carefully studied in course of archeological exavations, discussed in the serious research publications, in public press and in documentary films. The others were studied by the short-time accidental submarine expeditions or archeological exavations, and briefly discussed in the periodics. Possibly, the most unexpected finds are still in the future.

Submerged towns. They, like the traces of time reflect the multicentury history of a mankind and mark the stages of the changeable life of the seas. Recently, the important discoveries have been made in the submarine archeology. Scientists could not find out the submerged bosporous Akra for many decades. Now they discovered it in the Kerch strait, nearby the east coast of the Crimea. Some unexpected finds were revealed in the Karantinnaja bay, nearby Sevastopol. Another fortress wall of the ancient Khersones was discovered there. Pontida, considered to be a mythical country once existed on the part of the Black Sea's bottom, now begins to take visible shape.

Why the ancient towns came down to the water? What were the reasons for it? A reader will not find out the direct answers in this book. And that is not because they are not existing, but there are too many of them. In general, the science does not accept the synonymous decisions. Doubts are its major moving force. At first it seemed to be sufficient to examine the found submerged towns, to touch them, to study the remains at the laboratories for making everything clear. However, a detailed study causes more questions and proposals regarded the reasons of their destructions.

According to the tectonic hypothesis in science, the priority is given to the concept of the earth surface vibrations. The depth power of earth moves continents, causes falls down and lifts up of the different parts of land. For example, the North coast of the Black sea moves down with a speed of 2–5 mm per year. It seems not to be large. However, one should have in mind, that the age of the most submerged towns comes to hundreds of years. Therefore, this value can be turned into many meters.

According to another hypothesis, the floods of the sea coast's towns took place due to the lift up of the World Ocean's level. Now we live at the after-glacial period which started about 17 000 years ago. Since then, glacials and snow hats of our planet's poles continue to melt slowly but permanently. That leads to the increase of waters' level in the oceans and seas.

Finally, according to the landslide theory, the key to the old mystery should be seeking in the geodynamic processes of today phenomenons. There is an everlasting struggle between two of them. On one hand, the rain and melted waters being accumulated in the soil of coasts are filtering down and wetting the underlaying clay converting it into the slide plane. On the other hand, the waves destruct the coast and weaken the "retaining wall" which keeps the massifs of soils at equilibrium. As a result, a coast bent loses its stability and slides down towards the sea changing into a landslide.

Practically all territories of the North and East Coasts of the Black sea are affected by the landslide processes. For instance, the landslides at the South Coast of the Crimea occupy about 45% of the whole territory which could be used as a recreational zone.

At present, this phenomenon is successfully overcome. One of the methods used now is a provision of a bank protection and construction of retaining walls with the lateral bracings (buttresses). They are built at o lower part of a bent to keep it from the landslides. Another method includes the work on the slope drainage which takes the ground waters and gets them away thus preventing wetting and weakening the soils at the slide plane. Those methods help to stop the landslides in the region of Big Jalta. The landslides of Chukurlatski, Zheltishevski and Massandrovski have been completely stabilized. This kind of work was rather complicated for the ancient builders since they did not have either earth-moving and drilling machinery or reinforced concrete precast structures. Therefore, they could not win those disasters and rescue their towns from the sea's floods.

When considering the ancient floods, the variable reasons should be taken into account. One factor can be decisive only in a few cases; in general, several ones should be discussed. Some factors can play the important role, the others are less significant.

We are very interested in our past and in our future. We want to know what is going to be. But our present time is the most important. This idea belongs to our prominent cinema producer M. Romm. One can't help thinking about it when the problem of the submerged towns of our time is considered.

The whole humanity has a great concern about Venice which is situated on the islands of the sea's lagoon in the North Adriatic. Millions of people follow the alarming reports on the dangerous lifts up of the water on the Venetian squares and streets. Scientists and engineers develop the numerous plans for the rescue of the city. The reasons for the floods in the Venetian lagoon are different and not completely clear. Finally the works directed to protect Venice from the floods have been started. Recently the plan to provide a closure for the entrances to the Venetian lagoon has been adopted and put into realization. One can be sure in saying that the people of the world will not permit Venice to repeat the fate of Epidavrous and other ancient towns which came down to the waters of Adriatic and Mediterranean seas.

In this respect, a struggle of the Netherlands, a small country situated at the opposite part of Europe against the North Sea can be a good example. One third of the Netherlands' territory is below the sea level. The self-sacrificing, courageous Dutch people struggle against those disasters for many centuries. They not only defend the sea attacks by building the protecting dams but take the new territories from it and provide the innings on the place of the previous bottom of the sea.

One of the most unexpected latest phenomenon is a sudden lift up of the Caspian Sea. Its level for many decades rapidly reduced and came to the stage of 28 m which is lower than the surface of the World Ocean. It made a big concern for the transportation activity since the sea ways became shallow and the entrances to some sea-terminals were complicated. The fishery enterprises also got some difficulties since the environments for the valuable fish became worse and its amount was sufficiently reduced.

In course of this problem quite a number of different projects to save the Caspian Sea (sometimes fantastic) have been developed. However, up to now none of them was adopted and probably will not. The matter is, beginning from the end of the 70th, a reduction of water level in the Caspian Sea was stopped and now it begins to lift up. First, the lift was up to 20 cm, then to 50 cm and finally it amounts to 80 cm. Why it happened? How it can be explained? The scientists discuss this phenomenon and try to find out the solution.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Блаватский В.Д., Кошеленко Г.А. Открытие затонувшего мира. --М.: Изд-во АН СССР, 1963.

Васильев С.В., Веригин Н.Н., Разумов Г.А., Шержуков Б.С. Фильтрация из водохранилищ и прудов. -- М.: Колос, 1975.

Воронов Ю.Н. Диоскуриада --Себастополис -- Цхум. -- М.: Наука, 1980.

Гетти А., Батисс М. Защита Венеции и венецианской лагуны. Природа и ресурсы, -- ЮНЕСКО: т. XIX, №4, окт.--дек.1983.

Гинко С.С. Катастрофы на берегах рек.– Л.: Гидрометеоиздат, 1977.

Инженерно-геологический анализ применения противооползневых мероприятий на Черноморском побережье Крыма и Кавказа: Под ред. Н.И.Кригера. -- М.: Стройиздат, 1976.

Картер С. Королевство приливов. -- Л.: Гидрометеоиздат, 1977.

Колебания уровня Мирового океана и вопросы морской геоморфологии. -- М.: Наука, 1975.

Кондратьев А.М. Атлантиды пяти океанов. -- Л.: Гидрометеоиздат, 1987.

Краткая география Нидерландов. -- Гаага -- Утрехт: Центр географической информации и документации, 1976.

Кудрявцев А.А. Древний Дербент. -- М.: Наука, 1982.

Лабзовский Н.А. Непериодические колебания уровня моря. --Л.: Гидрометеоиздат, 1971.

Ланитцки Г. Амфоры, затонувшие корабли, затопленные города. -- М.: Прогресс, 1982.

Леггет Р. Города и геология. --М.: Мир, 1976.

Наливкин Д.В. Ураганы, бури и смерчи. -- Л.: Наука, 1969.

Невесский Е.Н. Процессы осадкообразования в прибрежной зоне моря. -- М.: Наука, 1967.

Нежиховский Р.А. Наводнения на реках и озерах. -- Л.: Гидрометеоиздат, 1988.

Орешкин Д.Б. Время льдов. --М.: Недра, 1987.

Подводная археология // Курьер ЮНЕСКО. -- М.: дек. 1987.

Разумов Г.А. Подземная вода. Водозаборные сооружения, дренаж, ирригация. -- М.: Наука, 1975.

Разумов Г.А. Проектирование и строительство горизонтальных водозаборов и дренажей. -- М.: Стройиздат, 1988.

Разумов Г.А. Плотины. -- М.: Детская литература, 1988.

Сальваладжо Н. Затопленная площадь.– М.: Прогресс, 1981.

Сапрыкин С.Ю. Гераклея Понтийская и Херсонес Таврический. --М.: Наука, 1986.

Фалькон-Баркер Т. 1600 лет под водой. -- М.: Мысль, 1967.

Шебек Ф. Вариации на тему одной планеты. -- Будапешт: Корвина, 1972.

Шервашидзе Л.А. Повесть о городе, взятом волнами. -- Сухуми: Алашара, 1967.

Щеглов А.Н. Полис и хора.-- Симферополь.: Таврия, 1976.

Fairbridge R.W. World sea-level and climatic changes // Quaternaria, vol.4. -- Roma, 1962.

Fay S., Knightly P. The death of Venice.-- London: A.Deutsch, 1978.

Flemming N. Underwater adventure in Apollonia // The geografical magazine, vol.31, №10.-- London, 1959.

Flemming N. Holocene eustatic changes and coastal tectonics in Mediterranian // Philosophical transactions of Royal Society of London, vol.289, №1362.-- London, 1978.

Loyda L. Pohyby pobreži a lidska sidla // Sbornik Československe společnosti zemerisne, roč.73, №1. --Praha, 1968.

Loyda L. Rokles zatoc a usti rek na Apeninskem poloostrove // Sbornik Československe geografické společnosti, svazek 87. -- Praha, 1982.

Obici G. Venezia fino a quando? -- Padova: Marsilio ed., 1967.

The physical safeguarding of the lagoon. Comune di Venezia.-- Venezia: Marsilio ed., 1984.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие ... 3
Введение ... 5
Глава 1. Затонувшие города и страны ... 8
Феномен Херсонеса ... 8
Диоскурия -- Себастополис -- Цхум ... 21
Понтида -- затонувшая страна? ... 29
Средиземноморье -- колыбель цивилизации ... 39
Балтийское побережье ... 52
Арктический мост ... 56
Глава 2. Циклопические постройки прошлого ... 68
Железные ворота Кавказа ... 68
Дербентская стена ... 72
Ошибка арабских ученых ... 73
Решающие находки ... 76
Другие доказательства ... 81
Что происходит с Каспийским морем? ... 84
Тайна древних озер ... 91
Глава 3. Почему затонули города? ... 99
Колебания земной поверхности ... 99
Тектонические гипотезы ... 105
Мировой океан и затопление городов ... 114
Может быть, это все-таки оползни? ... 122
Глава 4. Города продолжают тонуть ... 148
Наводнения ... 148
Подтопление городов ... 164
Оседание поверхности земли ... 173
Города под землей ... 184
Глава 5. Венеция, Нидерланды ... 193
Судьба Венеции ... 193
Ниже уровня моря ... 233
Заключение ... 247
Список литературы ... 253

CONTENTS

Preface 3
Introduction 5
Chapter 1. Submerged towns and countries 8
Khersones phenomenon 8
Dioscuria -- Sebastopolis -- Tskhum 21
Pontida -- a submerged countru? 29
Mediterranean -- cradle of civilization 39
The Baltic coast 52
The Arctic bridge 56
Chapter 2. Cyclopean constructions of the past 68
Iron gates of the Caucasus 68
Derbent wall 72
Arab scientists' error 73
Decisive discoveries 76
Other proofs 81
What is happening with the Caspian Sea? 84
Ancient lakes mystery 91
Chapter 3. Why did the towns submerge? 99
The earth crust's oscillations 99
Tectonic hypotheses 105
The world ocean and submerging of the towns 114
Could it be landslide processes? 122
Chapter 4. The towns are still submerging 148
Floods 148
Waterlogged towns 164
Land subsidence 173
Underground towns 184
Chapter 5. Venice, Netherlands 193
The fate of Venice 193
Below the sea level 233
Conclusion 247
Reference 253

Научно-популярное издание

Разумов Геннадий Александрович,
Хасин Михаил Федорович

ТОНУЩИЕ ГОРОДА

Технические редакторы Н.Е. Цветкова, М.С Ашиткова
Корректор В.И. Галюзова
Оператор Л.Г. Николаева
ИБ № 5359

Издание подготовлено на персональном компьютере

Подписано в печать 11.10.90. Формат 70x100/16 Бумага офсетная № 1 Печать офсетная Усл. печ. л. 20,64 Усл. кр.-отт. 28,35 Уч.-изд. л. 19,65 Тираж 50 000 экз. Изд. № А-XV-3416 Зак. № 731 Цена 5 р. 90 к.

Стройиздат. 101442 Москва, Каляевская, 23а

Отпечатано в Московской типографии № 5 Государственного комитета СССР по печати.
129243, Москва, Мало-Московская, 21.

Тайны исчезнувших цивилизаций, загадки гибели на дне морей и океанов древних городов и целых стран давно волнуют умы историков, географов и археологов. Легенды о живших когда-то народах настойчиво ведут к северополярным областям Земли.

Эта карта (1638 г.) взята нидерландским картографом Яном Янсзоном из атласа Меркатора, который населял Арктику людьми, что отражало, по-видимому, сведения, пришедшие из каких-то давних времен.

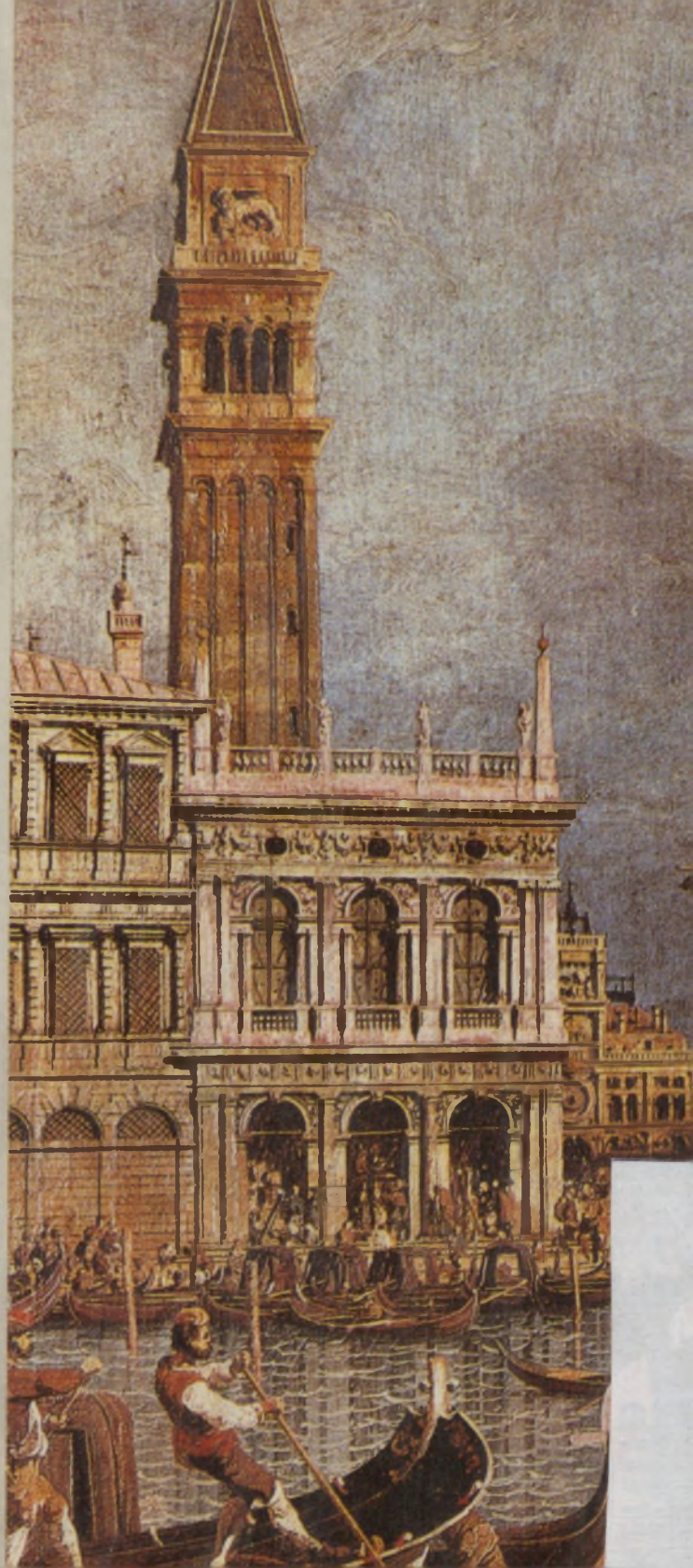
И сегодня на далеких островах Северного Ледовитого океана археологи находят следы древних поселений людей. Подъем уровня воды привел к изменению очертаний морского побережья, затоплению отдельных островов и целых архипелагов. Земля Санникова, острова Семеновский и Васильевский вполне могут быть остатками ушедшего под воду древного материка Арктиды. А существование Берингии — сухопутного моста, который соединял когда-то Азию с Америкой, — многократно доказанный факт.

ET ACCVRATA
ARCTICI
arum Circum
centium
CRIPTIO
Circulus sub Circulo Arctico
FRETVM ANIAN.
CATHAIA
A:
SIÆ
P A:
R S
LO
CA
INCOGNITA.
MARE
TARTA:
RICVM
NIAREN
MORE
MOURMANDROY
MORE
OCEANVS
SEPTEN
TRIONALIS.
EURO
PÆ. PARS.
RUSSIÆ
PARS
SIBIRIA
ANTELOPANI
apud Ioannem
Ianssonium.

Тонущие города

Проблема Венеции, разместившейся на островах морской лагуны в Северной Адриатике, волнует все цивилизованное человечество. Миллионы людей следят за тревожными сообщениями об угрожающем подъеме воды на венецианских площадях и улицах, ученые и инженеры разрабатывают планы спасения города.

Причины затопления венецианской лагуны тоже многообразны и не совсем еще ясны. Но несмотря на это, хотя и медленно, но начаты, наконец, работы по защите Венеции от наводнений. Совсем недавно принят и начал осуществляться проект перекрытия входов в Венецианскую лагуну. И можно с уверенностью сказать: мир не допустит, чтобы Венеция повторила судьбу Эпидавра и других древних городов, затонувших в Адриатике и в Средиземном море вообще.



5 р. 90 к.