



# океаны

энциклопедический  
путеводитель

# океаны

энциклопедический  
путеводитель





# океаны

энциклопедический  
путеводитель

Москва  
«Махаон»  
2007

УДК 551.46  
ББК 26.221  
О-50

**Авторы текста**

Стивен Хатчинсон и Лоренс Е. Хоукинс

**Перевод с английского**

Ирина Чаромская

**Картографы**

Валентина Данющенко, Наталия Рюмина

**Редактор**

Елена Тумель

**Технический редактор**

Татьяна Андреева

**Корректоры**

Ольга Левина, Татьяна Филиппова

**Верстка**

Никита Козель

**Дизайн обложки**

Ольга Кондратьева

**Автор фотографии А. Макаревича**

Андрей Белле

**Печатается по изданию:**

Oceans. A Visual Guide. Weldon Owen Pty Ltd.  
61 Victoria Street, McMahon's, Point Sydney, NSW 2060, Australia.

Все права защищены.

О-50 **Океаны.** — М.: Махаон, 2007. — 304 с., ил. — (Энциклопедический путеводитель).

ISBN 5-18-001089-6 (рус.)

(978-5-18-001089-6)

ISBN 0-276-42931-1 (авс.)

Океаны, занимающие более 70 процентов территории Земли, — загадочная и завораживающая водная стихия. Что скрывают они в своих глубинах, какие хранят тайны?

Этот новый прекрасно иллюстрированный энциклопедический путеводитель расскажет о многообразных океанских просторах, о царстве рыб, моллюсков и ракообразных, о жизни водных растений, поведает о путешественниках и первооткрывателях экзотических морей, о том, как океаны влияют на нашу жизнь, и о тех угрозах, которые встанут перед ними.

Книга, как и вся новая серия «Энциклопедический путеводитель», адресована самому широкому кругу читателей, которые найдут здесь множество увлекательной информации.

УДК 551.46

ББК 26.221

ISBN 5-18-001089-6 (рус.)

(978-5-18-001089-6)

ISBN 0-276-42931-1 (авс.)

© Weldon Owen Inc., 2004

© Перевод на русский язык.

ЗАО Компания «Махаон», 2007









# Содержание

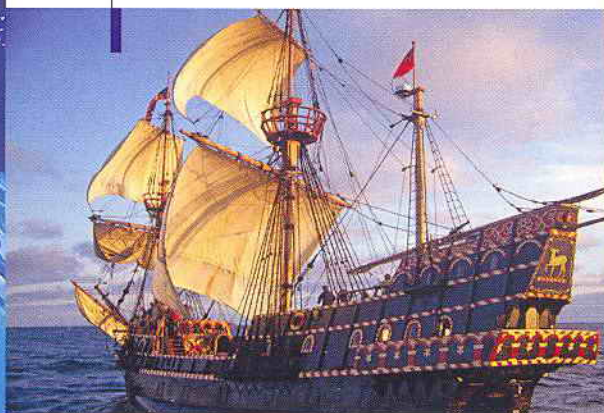
*Андрей Макаревич*

Мы очень мало знаем об океане... 13

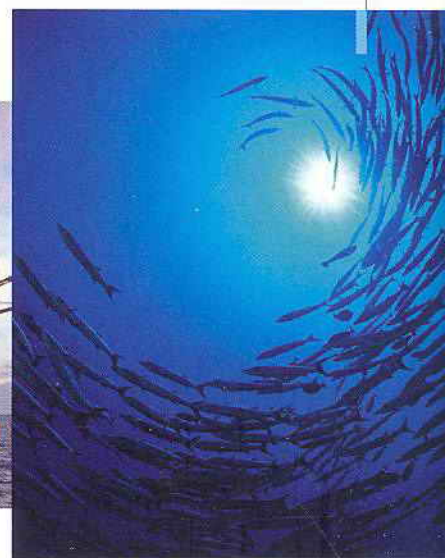
Голубая планета 14



Исследование океана 64

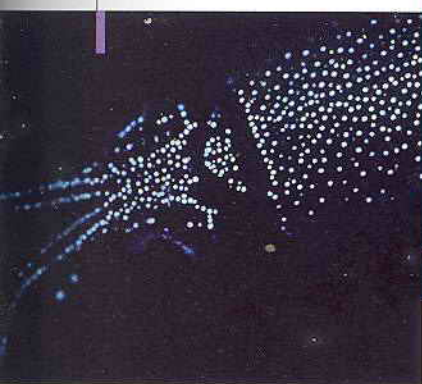


Жизнь в океане 104

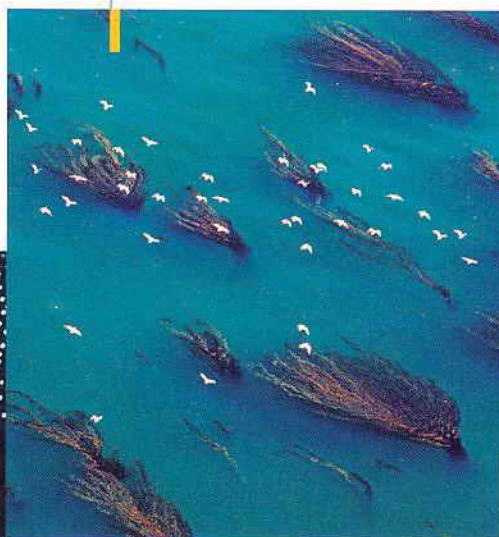




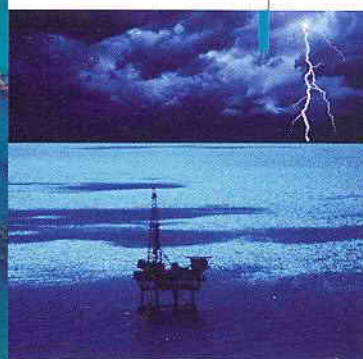
В глубинах океана 154



Пограничные зоны 194



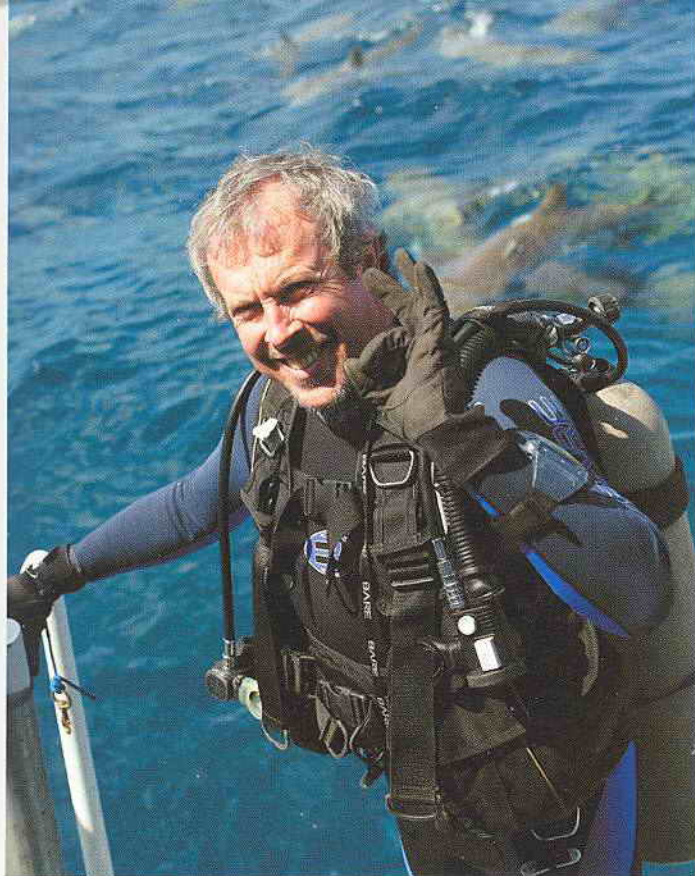
Влияние человека на океаны 234



Справочный раздел 280

Словарь терминов 294

Указатель 296



## Мы очень мало знаем об океане...

Когда мне было лет семь, отец принес в дом книгу. Она называлась «Море» и очень напоминала ту, что вы держите сейчас в руках, — со скидкой на время, конечно, — фотографии в ней были черно-белыми. К тому моменту на экранах кинотеатров уже прошел первый фильм Жака Ива Кусто «В мире безмолвия», который почти свел меня с ума. Книга завершила этот процесс. Она была зачитана мною до дыр, а все фотографии многократно перерисованы. Спустя месяц по моему настоянию в «Детском мире» были приобретены маска и ласты, и я вошел в непосредственный контакт с подводным миром и не выхожу из него до сих пор. Я погружался под воду сотни раз и всякий раз испытывал то же, что испытал впервые, — восхищение перед невероятной красотой и совершенством природы. Всякий раз это — путешествие в совершенно иной мир, так непохожий на наш, сухопутный.

Мы очень мало знаем об океане. И если прибрежные воды и воды до ста метров изучены сравнительно неплохо, то с жизнью глубин мы только начинаем знакомиться. Ведь практически каждое новое живое существо, поднятое с глубины более 500 метров, оказывается неизвестным науке. И настоящие открытия еще впереди.

Мы очень мало знаем об океане. Но уже почти убили его. Загрязнение атмосферы, отравление воды, варварский лов рыбы — все это приносит быстрые и печальные результаты. Все мы знаем об этом, но лишь сокрушенно качаем головами и продолжаем участвовать в убийстве. Сегодня китайские браконьеры уничтожают сто тысяч акул в день — и мир ничего не может с ними сделать. Вдумайтесь в эту цифру — сто тысяч в день! Дважды я бывал на Галапагосах, с интервалом в пять лет. И то, как опустели прибрежные воды, было заметно невооруженным глазом. А это один из самых охраняемых в мире заповедников. А если соотнести эту скорость со скоростью развития жизни на Земле — это будет похоже на выключение света в комнате. Чик — и всё. Я очень не хочу, чтобы мы оказались последним поколением на Земле, заставшим живой океан. Верю, что сегодня еще есть шанс его спасти. А сделать это можно только усилиями всех людей на планете. Эта книга — вклад в общее дело — может быть, в одно из самых важных дел на Земле.

Андрей Макарович

A handwritten signature in blue ink, which appears to be 'Андрей' (Andrei).



# Голубая планета





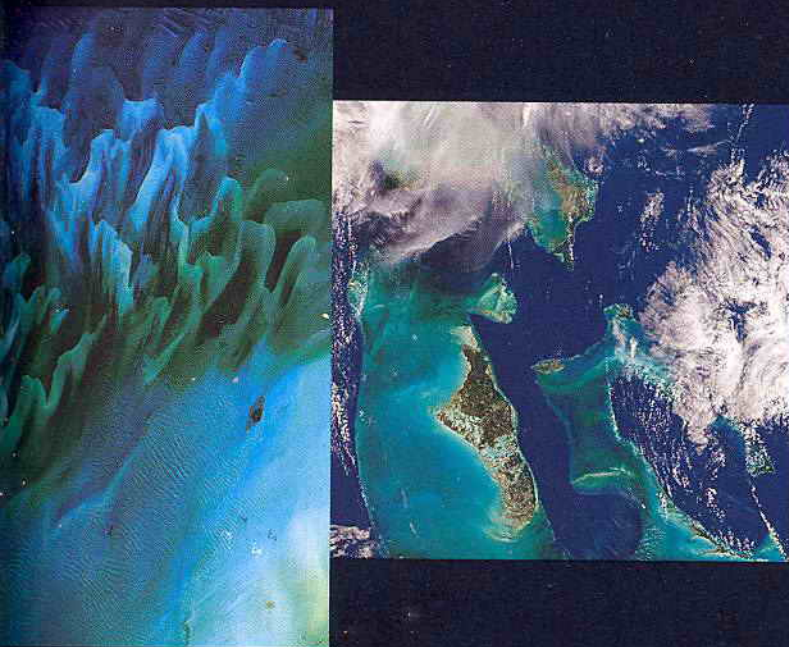
Мелководная Багамская банка и намного более глубокий Большой Багамский каньон. Фотография из космоса





# Голубая планета

Океаны превратили наш мир из огненной пустыни в единственную в Солнечной системе планету, приемлемую для жизни. Мировой океан и сегодня оказывает самое активное влияние на жизнь нашей планеты, воздействуя на погодные явления и формируя глобальные циклы в окружающей среде.



Голубая планета	18
Рождение океанов	20
Расширение дна океанов	22
Океанские зоны	24
Мировой океан	26
Атлантический океан	28
Индийский океан	30
Тихий океан	32
Южный океан	34
Северный Ледовитый океан	36
Морская вода. Соленость	38
Солнечные и лунные приливы	40
Поверхностные течения	42
Глубинные течения	44
Гольфстрим и Северо-Атлантическое течение	46
Эль-Ниньо и Ла-Нинья	48
Образование волн	50
Цунами	52
Ураганы	54
Океан как среда обитания	56
Полярные регионы	58
Умеренные пояса	60
Тропические регионы	62

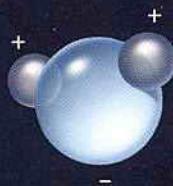


# Голубая планета

Земля — уникальный объект Солнечной системы, ведь более двух третей ее поверхности покрыты водой. Если взглянуть на наш космический дом извне, то он выглядит прекрасной Голубой планетой. Но так было не всегда. Наличие воды и образование океанов, давших начало жизни, являются результатом сочетания нескольких факторов вселенского масштаба. Самый значимый из них — расположение Земли в Солнечной системе. Земля — третья по счету планета от Солнца, то есть находится на некотором удалении от него, что позволяет воде сохранять жидкое состояние, а не превращаться в пар. В то же время Земля довольно близка к нашему светилу для того, чтобы оно согревало ее, и вода не превращалась в лед. Размеры и строение Земли, как и орбита ее движения вокруг Солнца — следующие не менее важные факторы, обеспечившие образование водных пространств, давших приют живым организмам. Кроме того, Земля обладает значительной массой, достаточной для того, чтобы сформировать гравитационное поле, способное удерживать атмосферные газы, образующиеся на ее поверхности. Вращение нашей планеты вокруг своей оси обеспечивает более или менее равномерное нагревание почти всей ее поверхности.

## МОЛЕКУЛА ВОДЫ

Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Водородная часть молекулы несет положительный электрический заряд, в то время как другая часть заряжена отрицательно. Эта разница обеспечивает электрическое притяжение между молекулами, известное как водородная связь.



## СВОЙСТВА ВОДЫ

Несмотря на довольно простое строение молекулы воды, уникальная комбинация атомов водорода и кислорода придает ей такие физические и химические свойства, которые до сих пор не раскрыты до конца. Например, температура таяния воды, как известно, 0 °C, а точка ее кипения — 100 °C. Но ведь эти показатели у воды значительно выше, если сравнивать ее с другими простейшими химическими соединениями, такими как сероводород или аммиак. Вода необычна и в твердом состоянии, потому что лед имеет меньшую плотность, чем жидкая вода.



### Твердое состояние.

При температуре ниже 0 °C движение молекул замедляется. Связи между ними образуют прочную решетку. В твердом состоянии вода обладает плотностью, которая составляет 91 % от плотности жидкой воды.

### Жидкое состояние.

Воду совершенно справедливо называют универсальным растворителем, ее способность растворять широкий спектр веществ имеет большое значение. Вода служит средой для биохимических реакций.

### Газообразное состояние.

Чтобы перевести воду в газообразное состояние, нужно затратить много энергии. В результате молекулы воды начнут двигаться быстрее и преодолеют сопротивление межмолекулярных связей, удерживающих их.



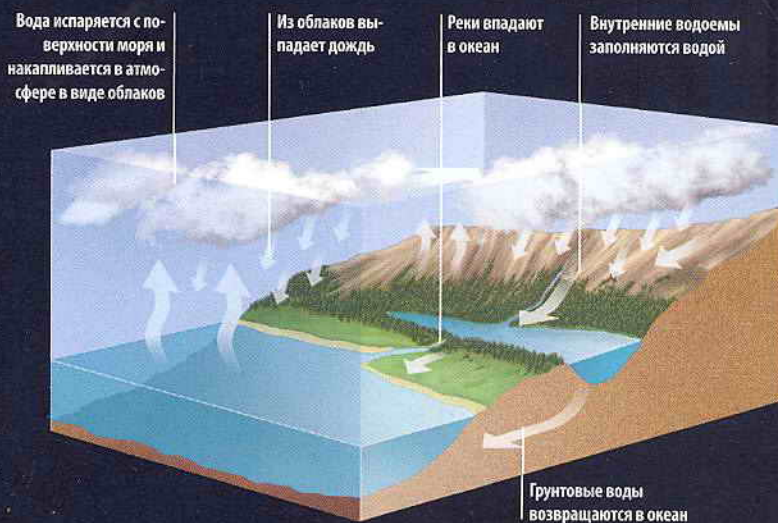


## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ВОДЫ НА ЗЕМЛЕ

97,5 % всей воды, имеющейся на планете, сосредоточено в океанах. Остальные 2,5 % распределены между грунтовыми водами, ледяными шапками полюсов, пресноводными озерами и реками, водой, содержащейся в почве и атмосфере. Самый большой объем неокееанической воды заключен в ледяных шапках полюсов и глетчерах (79 %), а большая часть оставшейся — это грунтовые воды (20 %). Всего 1 % от пресной воды доступен для живых организмов, и лишь 1 % от этого объема содержится внутри самих живых организмов.



▼ **Энергия и вещество** постоянно переходят на Земле из одного состояния в другое в непрерывно повторяющихся циклах. Их характер и протяженность определили и в дальнейшем будут определять направление эволюции жизни на нашей планете. Ключевой компонент этих глобальных циклов — океаны. Круговорот воды в природе — это бесконечный обмен влагой между океанами, атмосферой и сушей. Водяные пары из атмосферы выпадают на земную поверхность в виде осадков — дождя или снега. Постепенно вода возвращается в моря по руслу рек, ледникам или в виде грунтовых вод. Под воздействием солнечного излучения вода вновь испаряется с поверхности морей и возвращается в атмосферу. Циклы повторяются снова и снова.





# Рождение океанов

За 4 млрд 600 млн лет Земля преобразовалась из шаровидного скопления расплавленного вещества в планету с твердой корой. Поверхность суши и океанское дно в настоящее время выстилает внешняя оболочка, называемая земной корой. Крупные устойчивые участки земной коры получили название тектонических плит. Они находятся в постоянном движении, изменяя очертания континентов и океанов. Когда земная кора затвердела, и стало возможным образование океанов, то вода в них поступала из двух источников. Первый — пар и другие газы, в течение миллионов лет выделявшиеся из глубин мантии Земли в результате вулканической деятельности. Второй, как ни фантастически это прозвучит, — внеземное пространство. По приблизительным оценкам, ежедневно в земную атмосферу попадает от пяти до тридцати так называемых ледяных комет до 12 м в поперечнике. Ученые располагают данными о еще более крупных ледяных кометах, испарившихся над океанами и пополнивших их воды. Некоторые исследователи полагают, что на определенном этапе своей истории Земля была полностью покрыта водой.

► **Земля уникальна и строением недр.** Они подразделяются на четыре сферы — земная кора, мантия, внешнее ядро и внутреннее ядро (субъядро). Толщина земной коры колеблется от 8 км под океанами до 70 км под континентами. Земная мантия простирается на глубину до 2900 км. Внешнее, жидкое, ядро состоит из железа и никеля и имеет радиус 3500 км. Субъядро, по-видимому твердое, составляет в радиусе 1200 км.

## СТРОЕНИЕ ЗЕМЛИ В РАЗРЕЗЕ



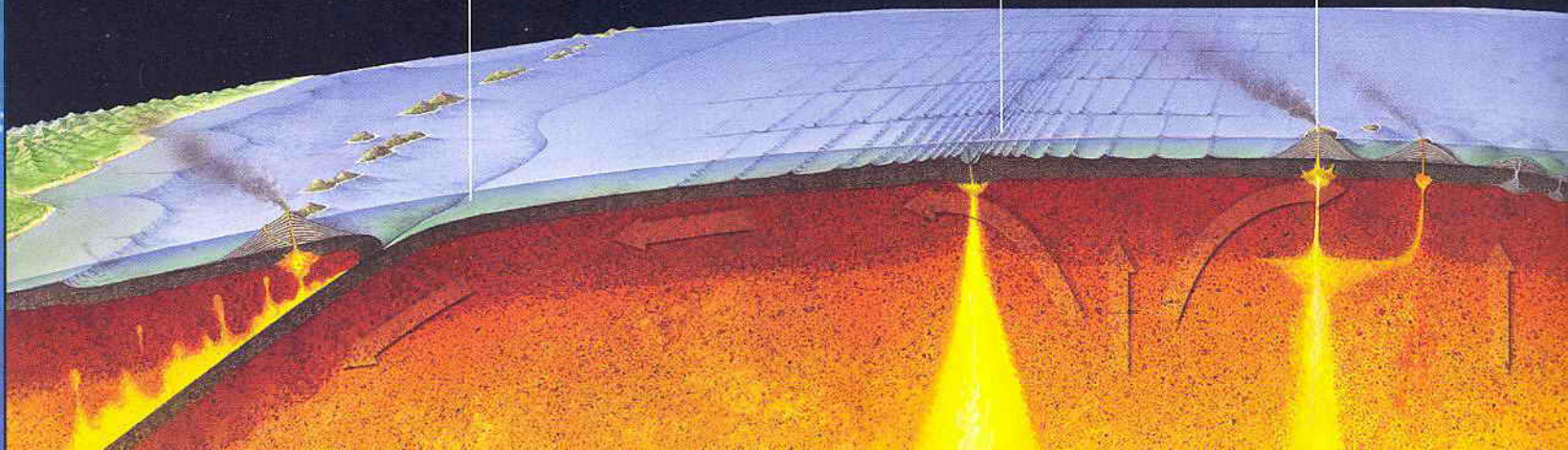
## ДВИЖУЩАЯСЯ ПОВЕРХНОСТЬ

**Столкновение океанических плит.** Когда сталкиваются края двух океанических плит, то одна из них подгибается под другую (этот процесс получил название субдукции), создавая каньон, например такой как Марианская впадина. Параллельно впадине может сформироваться цепь вулканических островов, образующих островную дугу.

**Срединно-океанические хребты.** В месте расхождения двух океанических плит из глубин поднимается магма. При этом образуется новый участок океанического дна, формирующий цепь возвышенностей, таких как Срединно-Атлантический хребет.

**Горячие точки, вулканы.** Вулканы образуются в результате мощного выброса магмы из мантии, разрывающей земную кору. Гавайские острова образовались на участке активной вулканической деятельности.

**Прибрежные столкновения.** Когда сталкиваются океаническая и континентальная плиты, более толстая океаническая подгибается (субдукция) под континентальную, образуя в океане глубокую впадину. В результате этого на побережье могут возникнуть горные цепи, такие как Аппалачи.







4,6 — 4,2 млрд лет назад



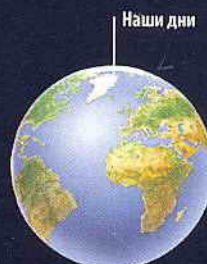
4,2 — 3,8 млрд лет назад



200 млн лет назад



90 млн лет назад



Наши дни



Через 50 млн лет

## ДВИЖУЩИЕСЯ КОНТИНЕНТЫ

Бассейны океанов сформировались около 4,5 млрд лет назад. А приблизительно 200 млн лет назад поверхность Земли покрывал океан Панталасса, окружавший единственный суперконтинент Пангея, с внутренним морем Тетис, которое позднее стало Средиземным морем. Около 150 млн лет назад Пангея раскололась на Гондвану и Лавразию, что привело к образованию Северной Атлантики. 130 млн лет назад мощный рифт расколол Гондвану, дав начало формированию Индийского океана. Примерно в то же время полузамкнутое море Синус Бореалис, располагавшееся на окраине северной части Пангеи, начало расширяться, образуя Северный Ледовитый океан. Бассейн Южной Атлантики сформировался и соединился с Северной Атлантикой примерно 95 млн лет назад в процессе сужения Панталассы и превращения ее в часть Тихого океана. Около 15 млн лет назад океаны приняли вид, близкий к современному. В будущем, примерно через 50 млн лет, Средиземное море исчезнет, так как Африка и Европа сольются, а Атлантический океан станет шире.

## Скользят плиты.

Там, где две плиты движутся горизонтально относительно друг друга, происходит их трансформация. Примером служит разлом в районе Калифорнийского сдвига Сан-Андреас на суше, хотя большая часть подобных разломов находится в океане.

## Континентальные разломы.

Когда две континентальных плиты раздвигаются, на их границе образуется обширная равнина, такая как Большая рифтовая долина в Африке. Со временем такие разломы могут быть затоплены ближайшим океаном и станут новыми морями.

## Складки материковой коры.

Если при столкновении двух континентальных плит ни одна из них не уходит под другую, а вместо этого они выгибаются, то образуются высокие складчатые горы, такие как Гималаи.



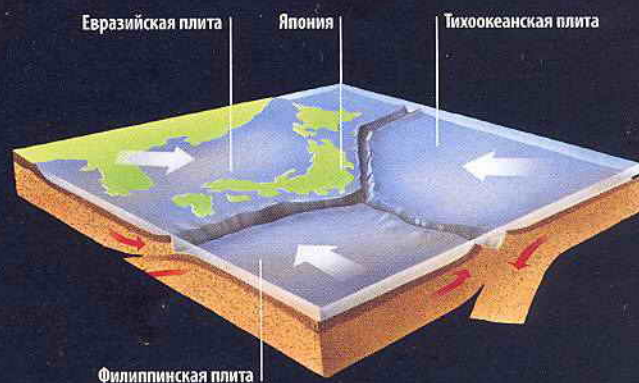


# Расширение дна океанов

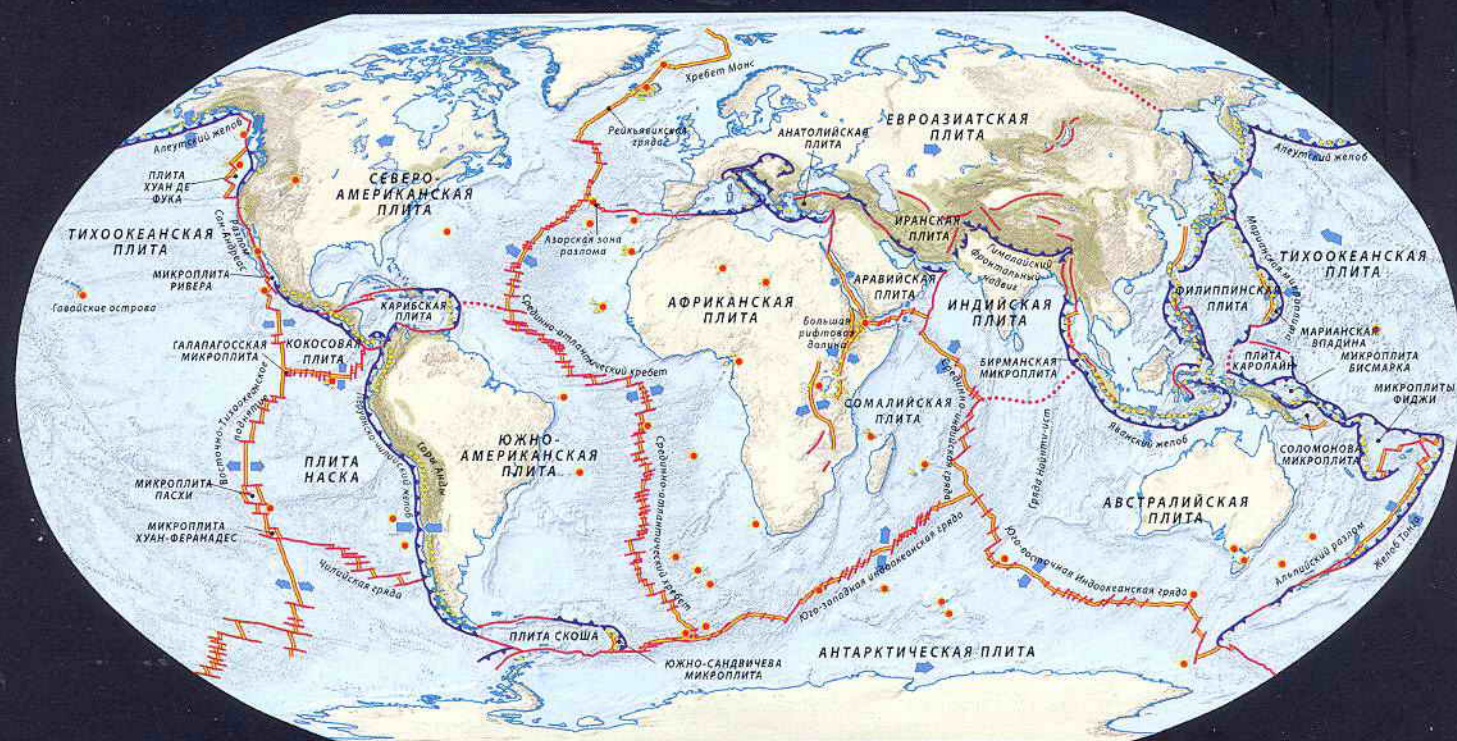
Поверхность Земли состоит из плит, которыми движут внутренние силы планеты. Плиты постоянно изменяют очертания, сталкиваясь друг с другом. В 1912 г. германский метеоролог Альфред Вегенер предположил, что нынешние очертания океанов и континентов — результат их длительного движения. До 1960 г. ученым не удавалось объяснить, каким образом происходило такое движение. Затем американский геофизик Гарри Гесс предположил, что расплавленная магма из недр Земли выходит на поверхность через трещины в срединно-океанических разломах, затем застывает и раздвигает края разлома. Остывший магматический материал образует океаническое дно, раздвигает граничные участки коры, двигает континенты и расширяет площадь океана. Субдукция обычно происходит, когда тонкая океаническая плита встречается с более мощной континентальной. Океаническая плита продавливается вниз, а континентальная выпячивается вдоль зоны воздействия. В результате этого процесса образуются океанические разломы, происходят землетрясения, возрастает вулканическая активность.

► Япония расположена в зоне столкновения трех тектонических плит, это место интенсивной сейсмической и вулканической активности. Здесь Тихоокеанская плита подгибается под Евразийскую и Филиппинскую, а Филиппинская одновременно «ныряет» под Евразийскую.

## СТОЛКНОВЕНИЕ ТРЕХ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПЛИТ



- |                        |  |
|------------------------|--|
| — зона землетрясений   | — разлом                                   |
| — особо активные зоны  | — диффузный, или неопределенный, участок   |
| — граница конвергенции | — направление движения                     |
| — граница дивергенции  | — зона активной вулканической деятельности |







▲ Поток расплавленной лавы изливается в море на побережье Гавайских островов. Лава охлаждается морской водой и накапливается на дне.



◀ Вдоль всех срединно-океанических хребтов обнаружены подводные вулканы, из которых поднимаются потоки горячей магмы. Порой вулканическая деятельность в этих местах настолько активна, что способна образовать вулканические острова, такие как, например, Гавайский архипелаг на подводной горной гряде.

## СВИДЕТЕЛЬСТВА РАСШИРЕНИЯ ОКЕАНСКОГО ДНА

Понять, как формировалась новая кора океанского дна, помогли различные исследования. Следы магнитного поля Земли, зафиксированные в застывшей магме, были использованы для составления карт магнитных свойств морского дна. Такие карты фиксируют разнонаправленность магнитных линий на каждой из сторон хребта. Это доказывает, что образование океанского дна продолжалось миллионы лет. За столь длительное время магнитное поле Земли несколько раз изменяло свою полярность. Поэтому, имея такие карты, мы получаем временную шкалу для определения периода расширения океанского дна. Осадочные породы, отложившиеся на океанической коре, также показывают, что более молодые горные породы залегают ближе к разломам, тогда как более древние части океанского дна располагаются дальше от активной зоны. Присутствие раскаленных пород и расплавленной магмы, залегающей под океанами и поднимающейся вверх через разломы, было подтверждено путем использования чувствительных приборов, установленных на морском дне. Эти приборы показывают, что вокруг срединно-океанических разломов выделение тепла гораздо выше, чем в остальных участках океанской коры и в земной коре континентальных плит.

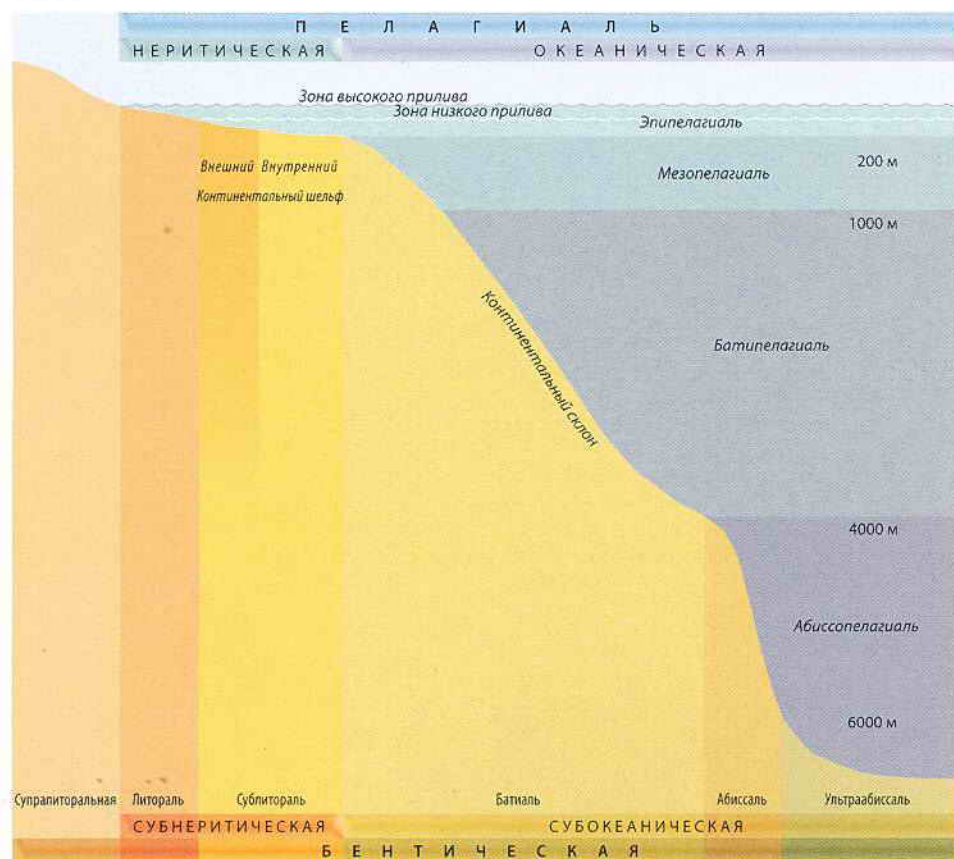


# Океанские зоны

Океан представляет собой бескрайнюю, крайне сложную систему, состоящую из разнообразных структур и процессов. Океанские воды занимают углубления и котловины на поверхности Земли, окруженные континентальными массивами. Края этих углублений, названные континентальным шельфом, являются продолжениями сопредельной суши и покрыты мелководными морями. Большая часть океанской жизни, а также человеческая деятельность сконцентрированы именно в зоне континентального шельфа. Внешний край континентального шельфа круто опускается к более глубокому океанскому дну и коре океанической плиты. В самых глубоких областях котловин тектонические процессы формируют топографию морского дна, покрытого осадочными породами. Морское дно имеет разнообразную структуру — от длинных складчатых хребтов до плоских глубоководных равнин. Вблизи геологически активных границ океанических плит обнаружены еще более глубокие впадины и дуги вулканических возвышений. В водной среде гигантские системы течений под действием солнечной энергии переносят тепло и химические вещества на огромные расстояния, оказывая влияние на формирование погоды как в самом океане, так и на суше.

По физико-географическим особенностям, находящим свое выражение в гидрологическом режиме, в Мировом океане выделяются отдельные океаны, моря, заливы, бухты и проливы. В основе наиболее распространенного современного подразделения океана лежит представление о морфологических, гидрологических и гидрохимических особенностях его акваторий, в большей или меньшей степени изолированных материками и островами. Границы океана отчетливо выражены лишь береговыми линиями суши, омываемой им, а внутренние границы между отдельными океанами, морями и их частями носят до некоторой степени условный характер.

## ЗОНЫ



## ХАРАКТЕРИСТИКИ ОКЕАНА

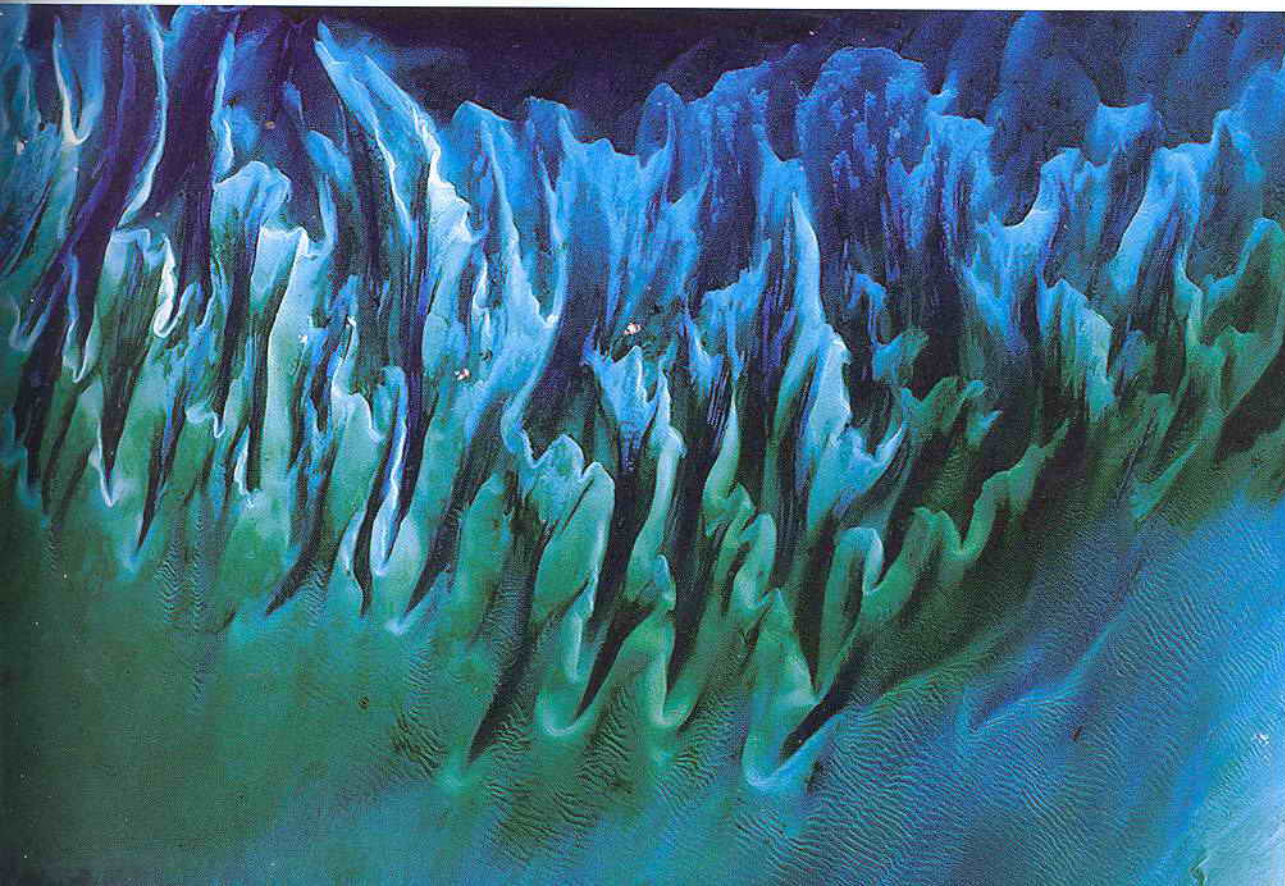
Наиболее явно характерные черты и процессы, происходящие в водной толще океана (пелагиаль), отличаются от характерных черт и процессов, происходящих на океанском дне (бентическая зона). От берега до края континентального шельфа протянулась область мелководных морей — неритическая зона. Океаническая область простирается за краем континентального шельфа. В пределах неритической зоны, между высшей и низшей точками прилива, выделяют литоральную зону, ограниченную супралиторалью (выше точки прилива) и sublиторалью (ниже точки отлива). Зона от высшей точки прилива до границы континентального шельфа называется субнеритической. В толще воды пелагическая зона, или пелагиаль, разделяется на несколько слоев: эпипелагиаль — поверхностная зона; мезопелагиаль — средняя зона, где солнечный свет, проникающий с поверхности, постепенно исчезает; темные зоны — батипелагиаль и абиссопелагиаль и, наконец, ультраабиссаль — зона глубочайших океанских впадин.





◀ **Суша вторгается в море там, где крупные реки приносят к своей дельте большие массы осадочного материала.** Река Ганг выносит с материка огромные количества твердых осадков, вследствие чего конус выноса тянется далеко над дном северной части Индийского океана.

▼ **Гидротермальные выходы** обнаружены в областях вдоль глубоководных хребтов. Здесь подъем магмы из глубины Земли создает новое океанское дно и способствует движению плит, которые образуют континенты и океанские впадины.

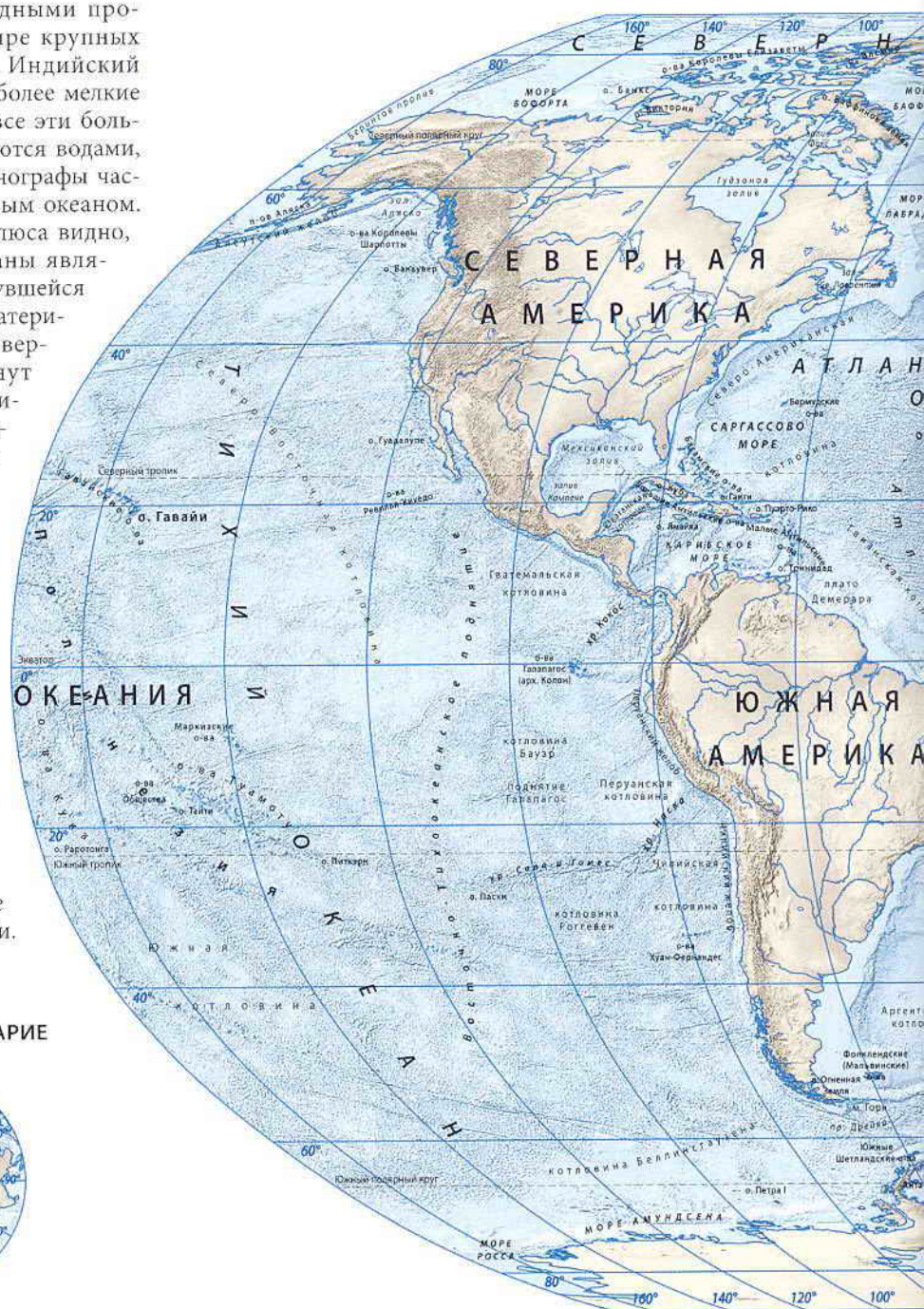


◀ **Эти необычные структуры** — песчаные наносы в области сильных приливов и течений. Они, как правило, образуются в местах, где характер водной толщи и топография морского дна замедляют течения, не сущие осадочный материал. Это торможение заставляет воду оставлять свою ношу. Со временем слои осадков образуют твердую поверхность, но изменения водных потоков могут вновь смыть значительную часть осадочного материала.



# Мировой океан

Почти 71 % земной поверхности покрыт водными пространствами, которые обычно разделяют на четыре крупных бассейна — Тихоокеанский, Атлантический, Индийский и Арктический, те, в свою очередь, делятся на более мелкие структуры. Однако на карте мира видно, что все эти большие океаны связаны между собой и обмениваются водами, теплом и живыми организмами. Поэтому океанологи часто называют морские просторы Земли Мировым океаном. При взгляде на Землю со стороны Южного полюса видно, что Атлантический, Индийский и Тихий океаны являются ответвлениями единой системы, протянувшейся на север от Южного океана между крупными материковыми образованиями. Арктический, или Северный Ледовитый, океан, однако, почти замкнут между Евразией и Североамериканским континентом, и большая часть его поверхности постоянно покрыта льдами. Существование Южного океана было официально признано в 2000 г., его северная граница пролегает по 60° ю. ш. В океанах выделяются более мелкие моря, заливы и бухты, которые обычно ограничены четкими географическими пределами, как, например, Средиземное или Черное моря. Некоторые области ограничены менее явно, например Саргассово море в Атлантическом океане (характеризуется скоплениями масс морских водорослей). Границы между океанами обычно отмечают береговыми линиями континентов или по крупным подводным структурам, например таким как океанические хребты. Не все моря являются частью океанов, есть крупные изолированные пространства соленой воды, такие как Каспийское море и соленое озеро Солтон-Си.



СЕВЕРНОЕ ПОЛУШАРИЕ



ЮЖНОЕ ПОЛУШАРИЕ



## СЕВЕРНОЕ И ЮЖНОЕ ПОЛУШАРИЯ

Более двух третей земной суши расположены в Северном полушарии, в то время как 80 % Южного полушария покрывает океан. Распределение континентов и океанских бассейнов показывает, что многие из них диаметрально противоположны друг другу, то есть континенты одного полушария расположены зеркально по отношению к океанским участкам другого. Например, Антарктика прямо противоположна Северному Ледовитому океану, а Европа — южной части Тихого океана.







# Атлантический океан

Атлантика — второй по величине океан, занимающий примерно пятую часть поверхности Земли. По сравнению с Тихим океаном Атлантический сравнительно молод, поскольку образовался около 150 млн лет назад. Он до сей поры продолжает расширяться со скоростью примерно 2,5 см в год благодаря образованию молодого морского дна в области Срединно-Атлантического хребта. Срединно-Атлантический хребет тянется на 11 000 км вдоль центральной части Атлантики, от точки, расположенной севернее Исландии, через экватор и до острова Буве на границе с Южным океаном. Хотя Атлантический океан не так велик, как Тихий, в него впадает большинство крупнейших рек мира, поскольку окружающие этот океан континентальные массивы имеют уклон в его сторону. С Североамериканского и Южноамериканского субконтинентов в Атлантику поступают воды реки Святого Лаврентия, Миссисипи, Ориноко, Амазонки и Параны. С западных побережий Африки в Центральную Атлантику впадают реки Конго и Нигер. Северо-восточная часть Атлантики принимает воды Луары, Рейна, Эльбы и крупных рек, впадающих в Средиземное, Черное и Балтийское моря.



Прибрежные зоны Атлантического океана более стабильны, чем аналогичные зоны Тихого. Для них характерен широкий континентальный шельф — расположение многих важных рыбопромысловых районов. Атлантический шельф также богат значительными запасами нефти, газа и других минеральных ресурсов.

## АТЛАНТИЧЕСКИЙ ОКЕАН

Площадь	86,9 млн км <sup>2</sup>
Средняя глубина	3605 м
Максимальная глубина	8605 м
Максимальная ширина	7900 км
Максимальная длина	14 120 км
Протяженность береговой линии	111 866 км
Осадки (в год)	78 см
Поверхностный сток с суши	20 см
Испарение (в год)	104 см
Обмен океанской водой (в год)	6 см

## СОСТАВ РЕЛЬЕФА



## БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

В морях Атлантического шельфа расположен ряд древнейших и хорошо изученных областей промышленного рыболовства. Многие годы эти районы промысла дают огромные уловы и являются ключевой составляющей экономики различных государств. Промысел трески и сельдевых рыб в Северном море и трески у Ньюфаундленда впервые позволил разработать методы и технические средства лова, которые дали возможность траулерам проводить в море длительный период времени, вылавливая рыбу вдалеке от своих портов. С падением в 1990-х гг. уловов в Северной Атлантике возросло значение Южной

Атлантики как центра рыболовства, в особенности добычи кальмаров рыболовными флотами Японии и Кореи.

Наиболее важными сырьевыми богатствами Атлантики всегда считались запасы нефти и газа на шельфе ее морей. Однако после более чем 30 лет интенсивной промышленной разработки резервы углеводородного сырья заметно истощились. В настоящее время разведка нефти ведется в глубоководных районах на западе вблизи Шетландских островов. Полагают, что в Южной Атлантике, у Фолклендского (Мальвинского) архипелага, также есть значительные резервы нефти.









# Индийский океан

Индийский океан, третий из океанов Земли по величине, занимает почти 20 % всей водной площади. Его самая глубокая точка находится в Яванской впадине (7455 м). Индийский океан образовался около 140 млн лет назад, когда континент Гондвана раскололся, образовав Индийский, Африканский и Антарктический массивы суши. Красное море, которое является узким ответвлением Индийского океана, до сих пор продолжает расширяться, потому что расположено над донным хребтом, который медленно отделяет Африку от Аравийского полуострова. Индийский океан принимает наибольший объем речного осадочного материала, так как две крупнейшие реки мира, Инд и Ганг, впадают в него по обе стороны полуострова Индостан. Конус выноса Ганга протянулся на 2000 км к югу от его дельты по дну Бенгальского залива.

Система течений в Индийском океане уникальна, поскольку они дважды в год изменяют свое направление. Течения во всех других океанах круглый год имеют одно и то же направление. Здесь же зимой муссонные ветры направляют их к Африке, а летом преобладающие ветры направляют их к Индии. Глубокие воды Индийского океана берут начало в Персидском заливе и Красном море. Вследствие этого большая часть водной толщи имеет высокую соленость и низкое содержание кислорода. Самым знаменитым обитателем Индийского океана является латимерия, кистеперая рыба, которую долго считали вымершей, пока в 1938 г. не обнаружили в рыбацких сетях.



## ИНДИЙСКИЙ ОКЕАН

Площадь	70 млн км <sup>2</sup>
Средняя глубина	3854 м
Максимальная глубина	7455 м
Максимальная ширина	10 200 км
Максимальная длина	9400 км
Протяженность береговой линии	66 526 км
Осадки (в год)	101 см
Поверхностный сток с суши	7,5 см
Испарение (в год)	138 см
Обмен океанской водой (в год)	30 см

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

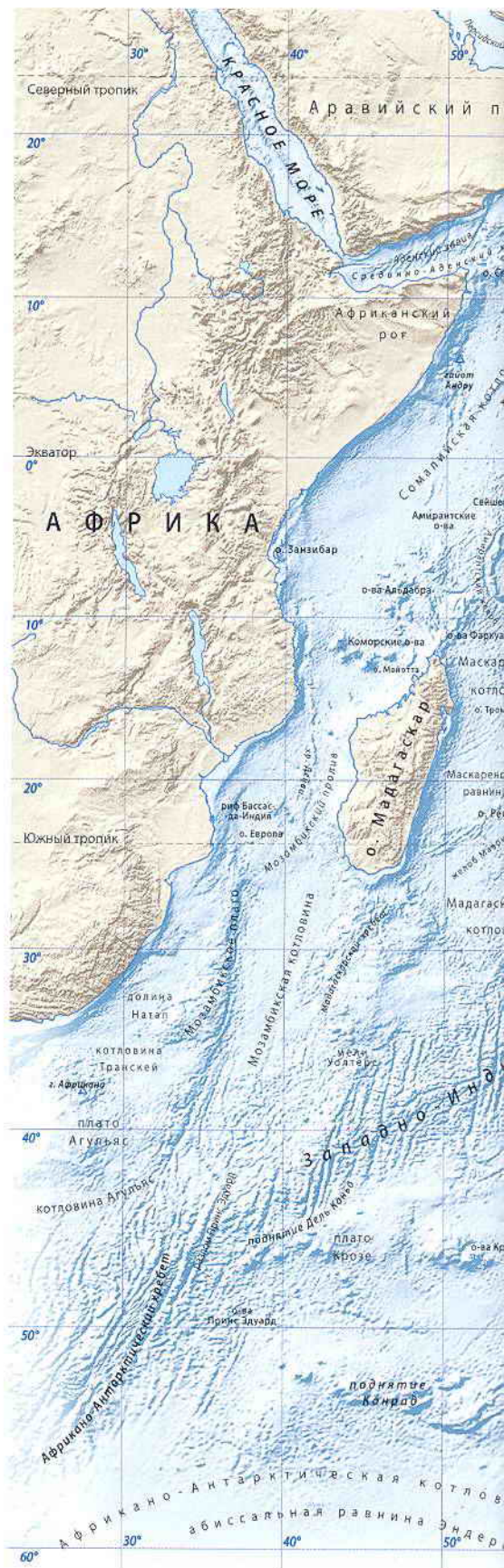
Несмотря на то что размеры Индийского океана сравнимы с размерами Атлантического, в нем добывают всего пятую часть от уловов Атлантики или Тихого океана. Эта разница, скорее всего, является результатом взаимодействия нескольких факторов. Рыболовство ведется по большей части мелкими береговыми предприятиями, обеспечивающими нужды местных прибрежных сообществ, и не является крупномасштабной деятельностью, оказывающей влияние на мировой рынок. Ученые, занимающиеся вопросами рыболовства, считают, что нехватка высокопродуктивных морских зон континентального шельфа и резкие сезонные изменения направления ветров ограничива-

## СОСТАВ РЕЛЬЕФА



ют приповерхностную продуктивность мелких организмов, что, в свою очередь, сдерживает размеры популяций рыб.

Деятельность по разработке минеральных богатств Индийского океана традиционно сконцентрирована в нефтегазоносном бассейне Персидского залива и, несколько позже, у западного побережья Австралии. Однако имеются также значительные запасы других минералов, таких как марганцевые руды, а также залежи фосфатов, которые могут использоваться в качестве удобрений. Запасы калийного сырья, пригодного для удобрения сельскохозяйственных посевов, долгое время разрабатываются у восточного побережья Южной Африки.









# Тихий океан

Тихий океан — самый крупный в мире, он покрывает около трети поверхности нашей планеты. В доисторические времена он был еще обширнее, когда являлся частью праокеана Панталасса, окружавшего древний суперконтинент Пангея. Вследствие тектоники литосферных плит за счет Тихого океана образовались другие океанские бассейны, но он и теперь наиболее глубокий. Тихий океан имеет самую большую среднюю глубину (4001 м), и в нем находится самая глубокая океанская впадина — Марианская (11 034 м). Его максимальная ширина (18 000 км) равняется почти половине окружности Земли. Самая высокая гора на Земле, Мауна-Кеа, находится на Гавайских островах. Этот вулкан поднимается с океанского дна на высоту (от основания до вершины) 9200 м. Границы тихоокеанских плит обладают высокой активностью. Субдукция огромных участков океанической коры в мантию порождает жестокие землетрясения и интенсивную вулканическую деятельность в зоне, которая тянется от Новой Зеландии до юга Чили. Эта зона известна как Тихоокеанское огненное кольцо. Огромные расстояния до отдаленных островов Тихого океана стали причиной того, что они были изолированы

от влияния человека до сравнительно недавнего времени. Эта изоляция позволила сохраниться многим уникальным биологическим сообществам. Изучение обособленных флоры и фауны Галапагосских островов позволило Чарлзу Дарвину сформулировать свои идеи об эволюции видов.



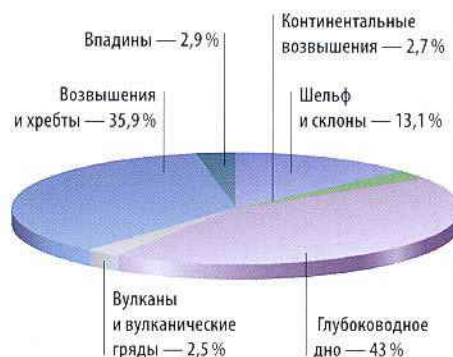
## ТИХИЙ ОКЕАН

Площадь	169,8 млн км <sup>2</sup>
Средняя глубина	4001 м
Максимальная глубина	7455 м
Максимальная ширина	18 000 км
Максимальная длина	13 900 км
Протяженность береговой линии	135 633 км
Осадки (в год)	121 см
Поверхностный сток с суши	6 см
Испарение (в год)	114 см
Обмен океанской водой (в год)	13 см

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ И МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ

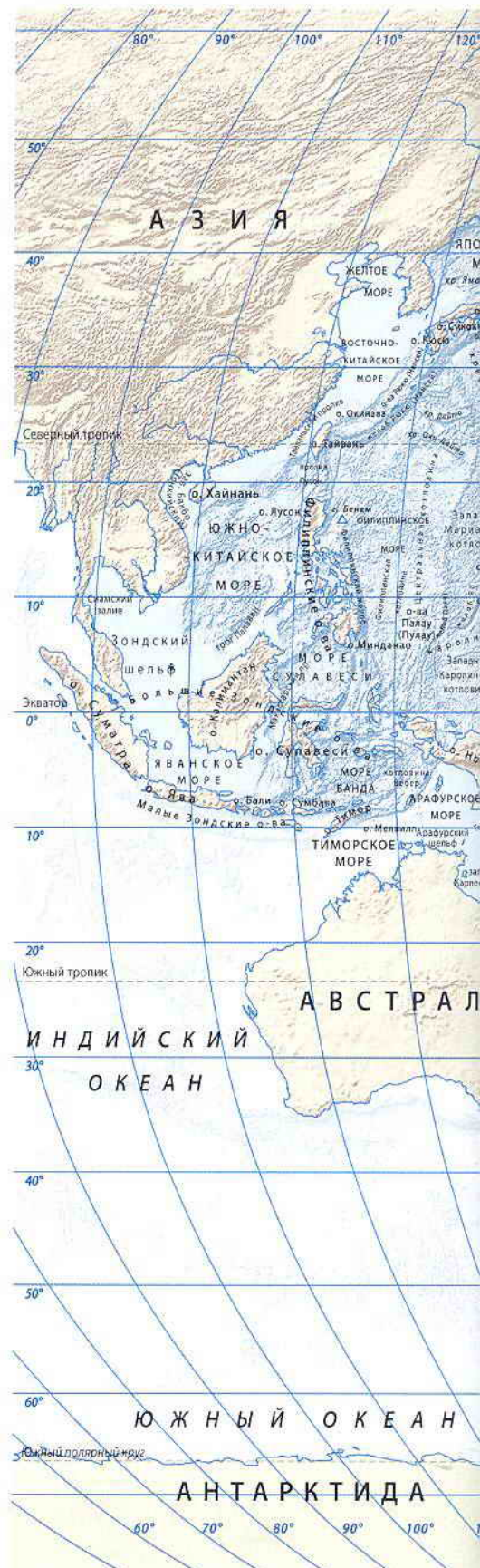
Две главные промышленные зоны рыболовства Тихого океана расположены в мелководных морях его северной части и в зонах апвеллинга (т.е. в зонах подъема воды из глубин в верхние слои океана) вдоль побережья Южной Америки. В более прохладных северных водах добывают треску, морского окуня и различных камбалообразных рыб. В зоне апвеллинга рыбаки заняты в основном промыслом анчоуса, огромные количества которого перерабатываются ежегодно на корма для животноводства. В Тихом океане также в промышленных масштабах добывают разнообразных ракообразных и моллюсков — крабов, омаров и креветок в Желтом

## СОСТАВ РЕЛЬЕФА



и Южно-Китайском, Охотском морях и вокруг Австралии. Прославленный королевский, или камчатский, краб вылавливается у берегов Аляски, Алеутских и Курильских островов.

Что касается минеральных ресурсов, то Тихий океан обладает огромными залежами богатых металлами марганцевых конкреций, которые предполагается разрабатывать в промышленных масштабах. Добываются и другие минералы, такие как железные руды у берегов Японии. Открытие нефтяных и газовых месторождений у Малайского архипелага стимулировало планы добычи углеводородного сырья в периферийных районах Тихого океана.









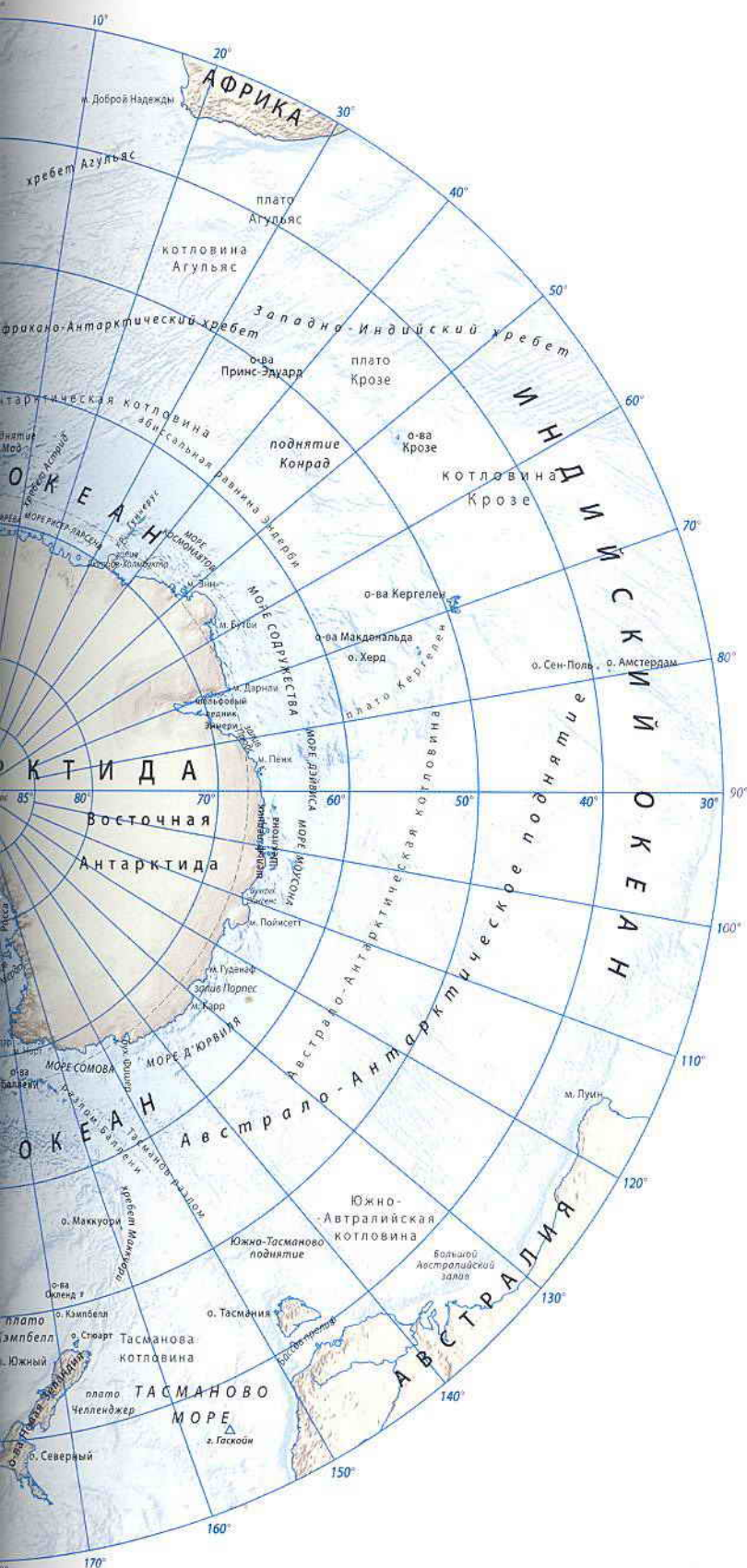
# Южный океан

Официально вплоть до 2000 г. Южного океана не существовало. Именно в этом году Международная гидрографическая организация в целях безопасной навигации формально обозначила его границы. В настоящее время Южным океаном признано пространство между  $60^\circ$  ю. ш. и континентом Антарктида. Выбор  $60^\circ$  ю. ш. как границы Южного океана не случаен, поскольку к нему очень близко подходит южный край Антарктического циркумполярного течения. Это течение огибает по часовой стрелке Антарктиду и изолирует поверхностные воды Южного океана от океанов, лежащих севернее. Континентальный шельф Южного океана преимущественно глубок и узок, с глубинами от 365 до 490 м, что резко отличается от средней глубины шельфа Атлантического океана (180 м). Самая глубокая точка Южного океана — 7235 м — находится у Южно-Сандвичева желоба. Погода здесь, как правило, очень сурова, а волны высоки. На отдельных широтах теоретически воз-

можны волны, способные бесконечно долго двигаться без преград, вследствие чего они могут огибать земной шар, не соприкасаясь с сушей.







### ЮЖНЫЙ ОКЕАН

Площадь	20,3 млн км <sup>2</sup>
Средняя глубина	4500 м
Максимальная глубина	7235 м
Максимальная ширина	2700 км
Максимальная длина	21 500 км
Протяженность береговой линии	17 968 км

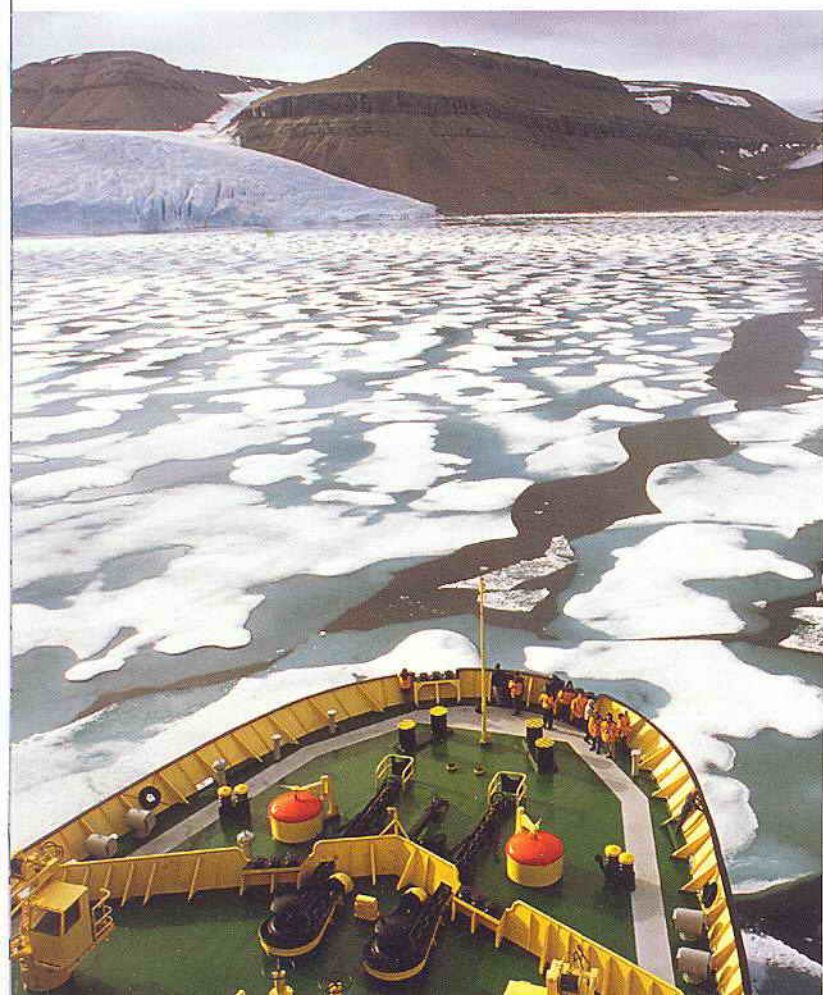
▲ Западный берег моря Росса (на фото) является наиболее спокойной открытой акваторией в период антарктического лета.

◀◀ Паковый лед в проливе Мак-Мердо с наступлением весны начинает ломаться. Доступ в Антарктиду закрывается на большую часть года паковыми льдами, которые формируются вокруг береговой линии в начале марта. До самой весны лед постепенно утолщается и распространяется от берега. В январе небольшое поднятие температуры вызывает обвалы пакового льда, огромные куски которого разбиваются волнами.

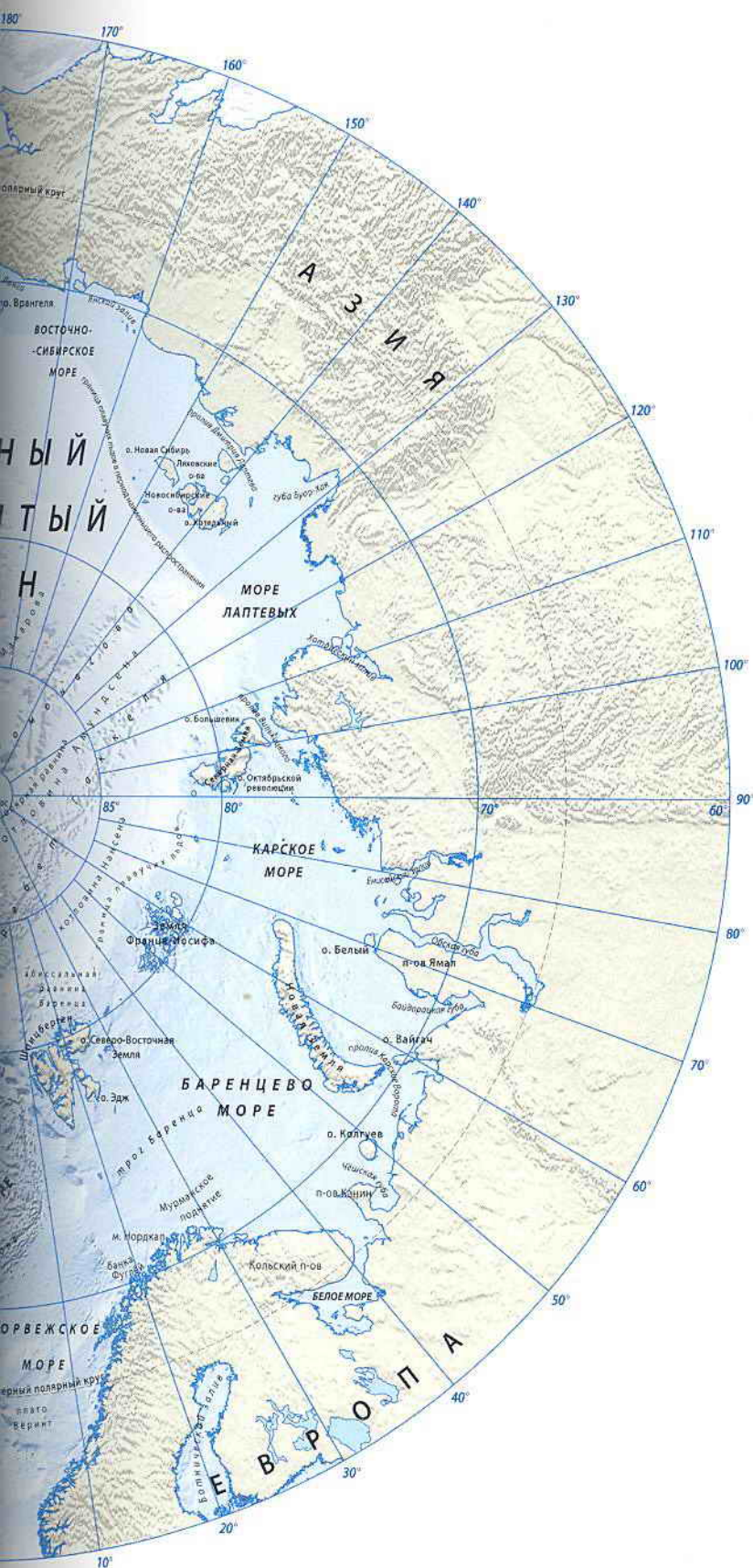


# Северный Ледовитый океан

Северный Ледовитый — самый небольшой и мелководный среди океанов Земли. Его средняя глубина составляет всего 1430 м. Он почти полностью окружен берегами континентов Евразия и Северная Америка. Континентальный шельф Северного Ледовитого океана исключительно широк и занимает примерно 50 % всего его дна. Со времен открытия нефти на Аляске в 1960-х гг. арктический континентальный шельф стал центром крупных проектов разведки имеющихся здесь значительных запасов нефти и газа. В Северном Ледовитом океане расположен Северный полюс. В отличие от Южного полюса Северный находится не на суше, а в области морского льда, который достигает толщины 50 м зимой и всего 2 м летом. В 1958 г. американская атомная подводная лодка «Наутилус» прошла подо льдами Северного полюса, доказав, что подо льдом не скрывается Арктический континент. А в 1962 г. советская АПЛ «Ленинский комсомол» в ходе арктического похода также пересекла Северный полюс. Постоянный ледяной щит Северного Ледовитого океана называется полярным льдом. Лед, образующийся зимой по краям полярной шапки, — паковым. Неподвижный лед, или припай, формируется по краю берега континента и затем соединяется с паковым льдом.







#### СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН

Площадь	14 млн км <sup>2</sup>
Средняя глубина	1430 м
Максимальная глубина	5625 м
Максимальная ширина	3200 км
Максимальная длина	5000 км
Протяженность береговой линии	45 389 км

▲ **Извилистые следы** отмечают движение глетчеров (материковых ледников) в море Баффина (Канада). Белые пятна в море — отделившиеся айсберги.

◀◀ **Уледоколов** укрепленный корпус, который позволяет им пробивать путь во льдах и проходить узкие участки открытой воды в арктическом паковом льду. С начала 1990-х гг. несколько ледоколов были переоборудованы для перевозок пассажиров. Сегодня туристы имеют возможность любоваться величественными ледниками и представителями дикой природы, путешествуя с комфортом и не подвергая опасности хрупкую арктическую природу.



# Морская вода. Соленость

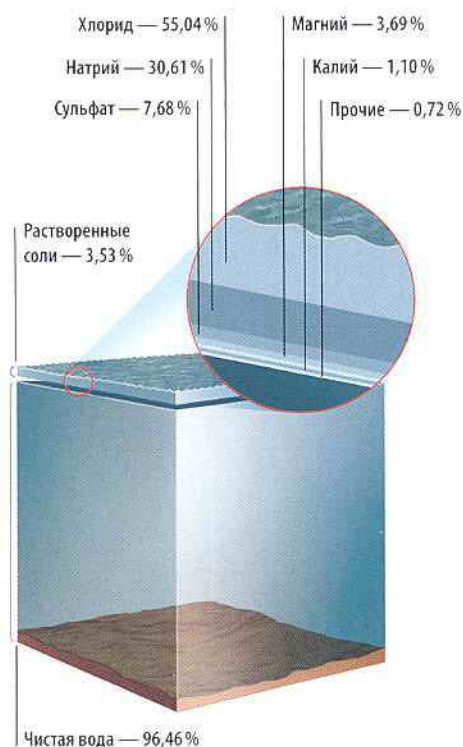
Соленость — отличительная черта морской воды. Измерения солености очень важны, поскольку они оказывают влияние на многочисленные физические, химические и биологические процессы. Присутствие в морской воде большого количества растворенных солей влияет и на ее плотность. Морская вода в среднем в 1,03 раза тяжелее, чем равный ей объем пресной воды при той же температуре. Средняя соленость океанских вод составляет 35 промилле (соленость в промилле — количество твердых веществ в граммах, растворенное в 1 кг морской воды) и колеблется в пределах от 33 до 37 промилле. Эти различия зависят от баланса между испарением, повышающим соленость, и поступлением пресных дождевых осадков. По уровню солености особенно сильно различаются закрытые моря.

► **Соленость Мертвого моря** примерно в десять раз превышает среднюю соленость морской воды. Вода здесь настолько плотная, что человек не может погрузиться в нее.

▼ **Локальные процессы испарения** под действием солнечного тепла повышают соленость поверхностных вод. Однако ветер и волны постоянно перемешивают воду в морях, восстанавливая среднюю соленость.



▼ **Состав морской воды.** Растворенные в морской воде соли составляют 3,53% ее веса. Ионы хлора и натрия — главные компоненты морской воды, они составляют 85% всей массы растворенных солей.



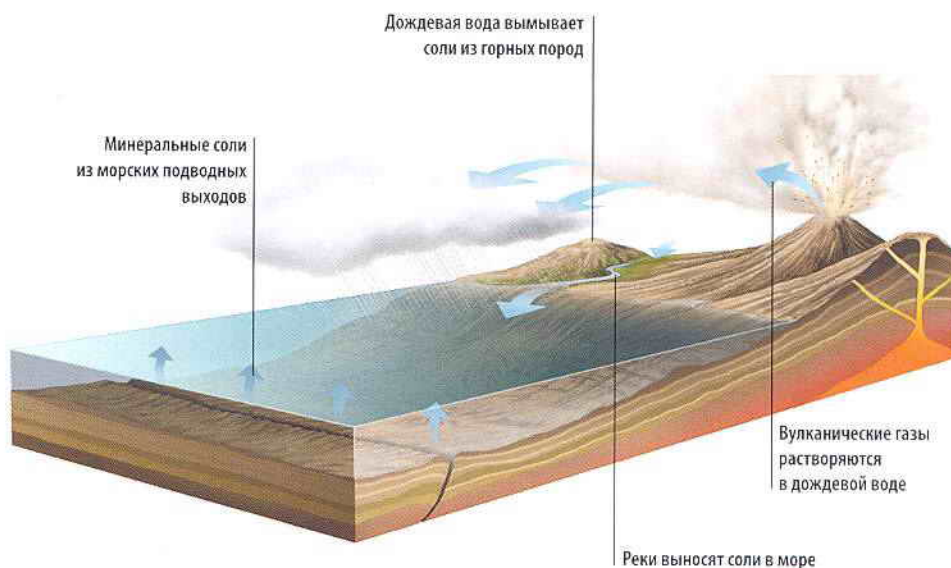




## ИСТОЧНИКИ СОЛЕННОСТИ МОРСКОЙ ВОДЫ

Примерно 4,3 млрд лет назад на Земле начался период непрекращающихся ураганных дождей, который длился приблизительно 10 млн лет. Ливни не только охлаждали поверхность планеты, но и вымывали минеральные соли из раскаленных горных пород, поглощали газы из атмосферы (см. иллюстрацию *справа*). В результате воды формировавшегося в этот период океана содержали сложный комплекс солей. В современных океанах существует баланс между поступлением и потерей солей, благодаря чему их соленость почти всегда остается постоянной.

▲ На снимке сверху видно, что **насыщенная осадочным материалом** пресная вода (*вверху справа*) держится у берега (*внизу справа*) и не смешивается с гораздо более плотной морской водой (*слева*). Такое явление иногда называют «солевой пробкой». Из-за недостаточного перемешивания четко видна граница между двумя водными массами.

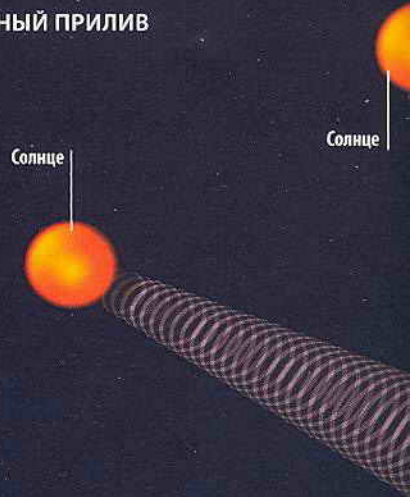




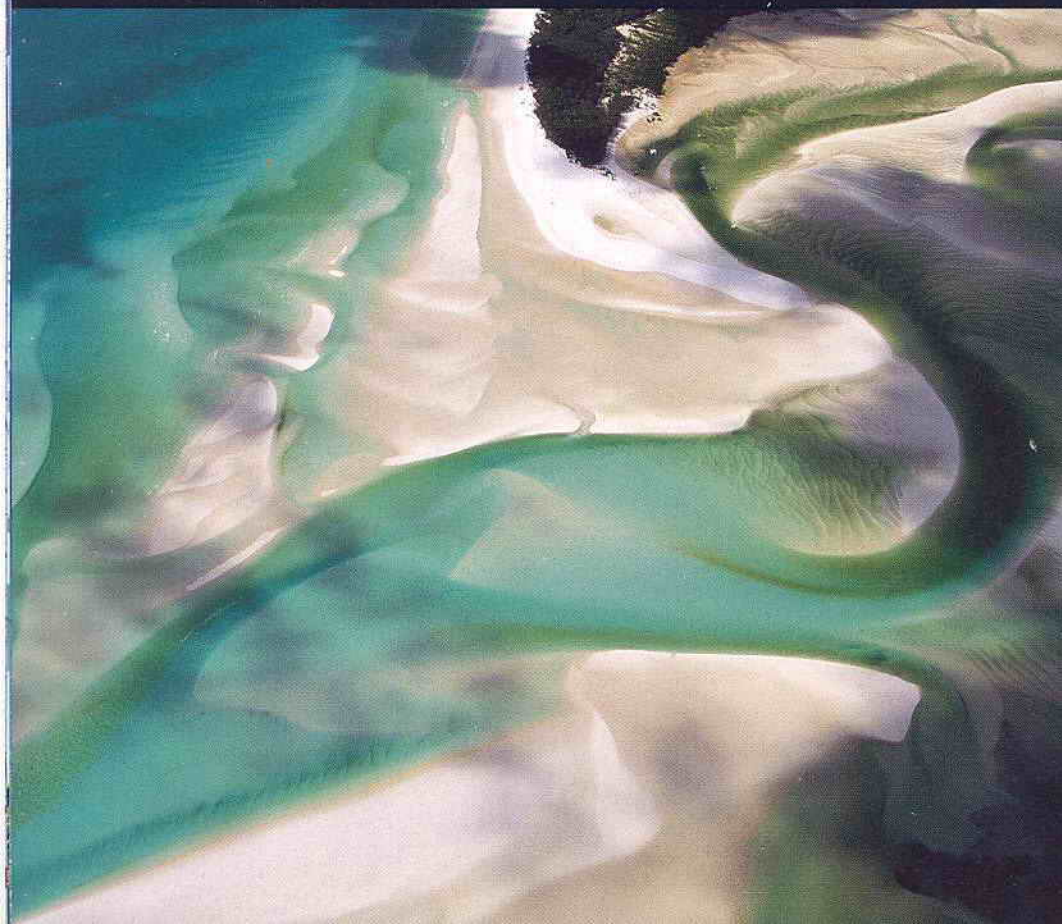
# Солнечные и лунные приливы

Ежедневные ритмичные подъемы и спады уровня морской воды известны с древних времен, но только в последние 350 лет ученые пришли к пониманию того, какие механизмы управляют этим природным явлением. Приливы порождаются влиянием на Землю взаимодействующих гравитационных полей Солнца и Луны, заставляя море подступать к суше или отступать. Основной ритм приливов изменяется и становится более сложным, когда на него оказывают влияние разность глубин, форма прилежащих массивов суши и вращение Земли. Например, форма залива Фанди на восточном побережье Канады так усиливает приливы, что здесь отмечен самый высокий в мире уровень приливов — до 17 м. Доминирующими приливными циклами являются лунные. Они равны 24 ч и 50 мин и изменяются от самых высоких уровней приливов (сизигийные приливы) до минимальных (квадратурные приливы), дважды за каждый лунный месяц (28 дней). Существуют также накладывающиеся на них скрытые длиннопериодные циклы, которые вычисляются путем математического анализа и используются для долгосрочных прогнозов. Начиная с 1960-х гг. прогнозы приливных явлений получают с применением сложных компьютерных вычислений.

## СИЗИГИЙНЫЙ ПРИЛИВ

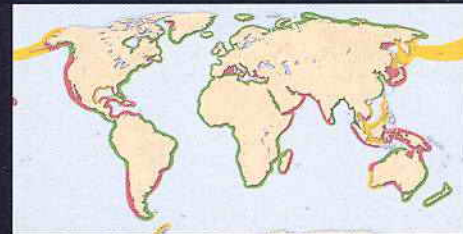


▼ **Песчаные горизонтальные пласты на островах Уитсанди** (восточное побережье Австралии) хорошо видны на мелководье. В этой части Большого Барьерного рифа наблюдаются самые высокие приливы, порой достигающие 9 м. Узкие проходы в рифе задерживают нормальный полусуточный прилив, который усиливается в проливах, ведущих к побережью, образуя высокую приливную волну.



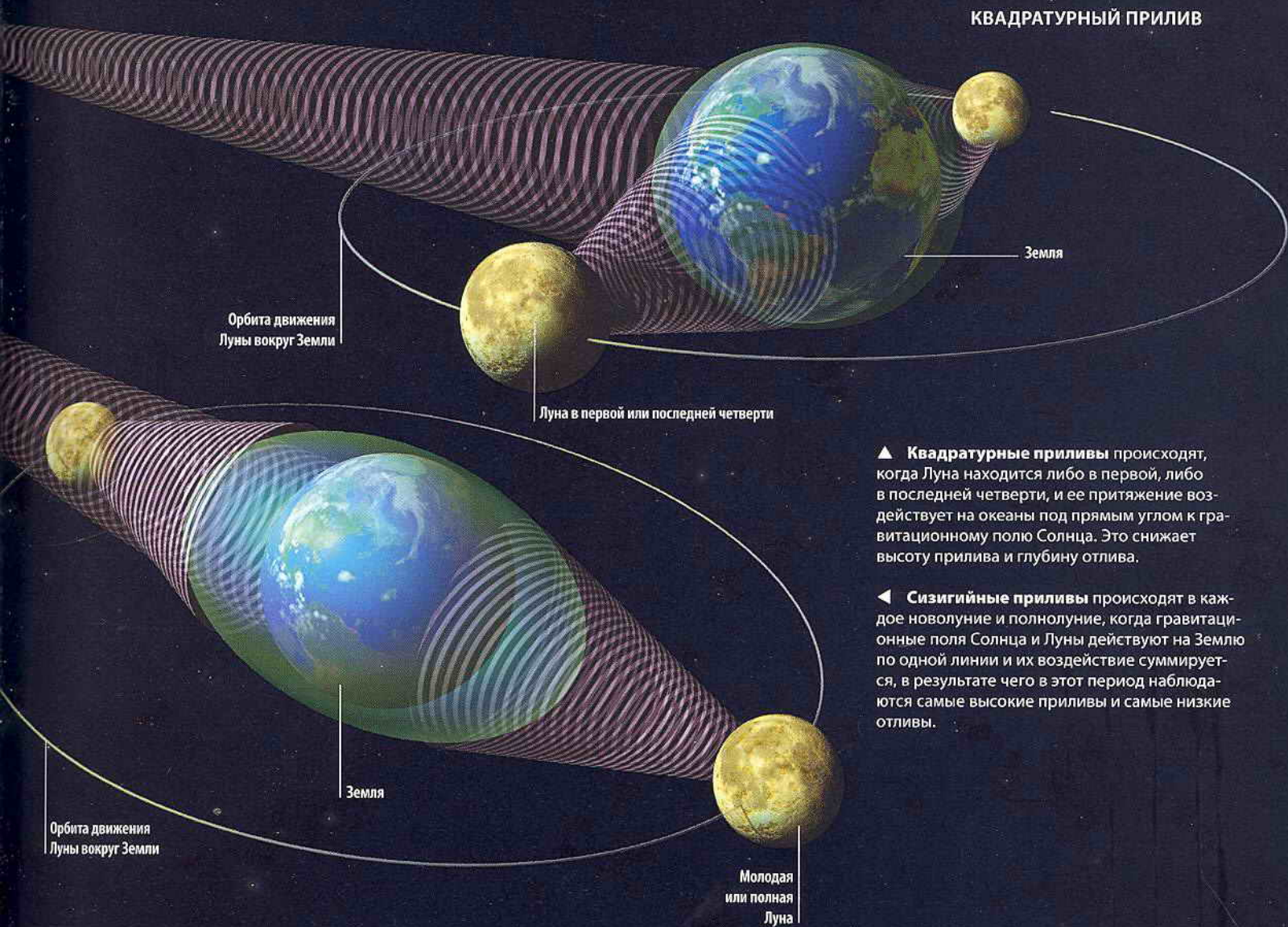
## ПРИЛИВЫ НА ЗЕМНОМ ШАРЕ

Простейший пример прилива — полусуточный (дважды в день) прилив, когда высокую воду каждые 6 ч 12 мин сменяет низкий уровень воды. В некоторых местах наблюдается всего один простой прилив (суточный), когда высокую воду сменяет низкая каждые 12 ч 25 мин. Наконец, у некоторых побережий наблюдается смешанный приливный режим. Здесь ежедневно происходят два прилива, но со значительной разницей высоты между последовательными фазами высокой воды. Для Атлантического и Индийского океанов в основном характерны полусуточные приливные циклы с двумя равными ежедневными приливами. В Тихом океане происходят два прилива в день, но обычно один из них значительно больше другого.



- Полусуточные приливы
- Суточные приливы
- Смешанные приливы





▲ **Квадратурные приливы** происходят, когда Луна находится либо в первой, либо в последней четверти, и ее притяжение воздействует на океаны под прямым углом к гравитационному полю Солнца. Это снижает высоту прилива и глубину отлива.

◀ **Сизигийные приливы** происходят в каждое новолуние и полнолуние, когда гравитационные поля Солнца и Луны действуют на Землю по одной линии и их воздействие суммируется, в результате чего в этот период наблюдаются самые высокие приливы и самые низкие отливы.

### КРИВЫЕ ТРЕХ ТИПОВ ПРИЛИВОВ







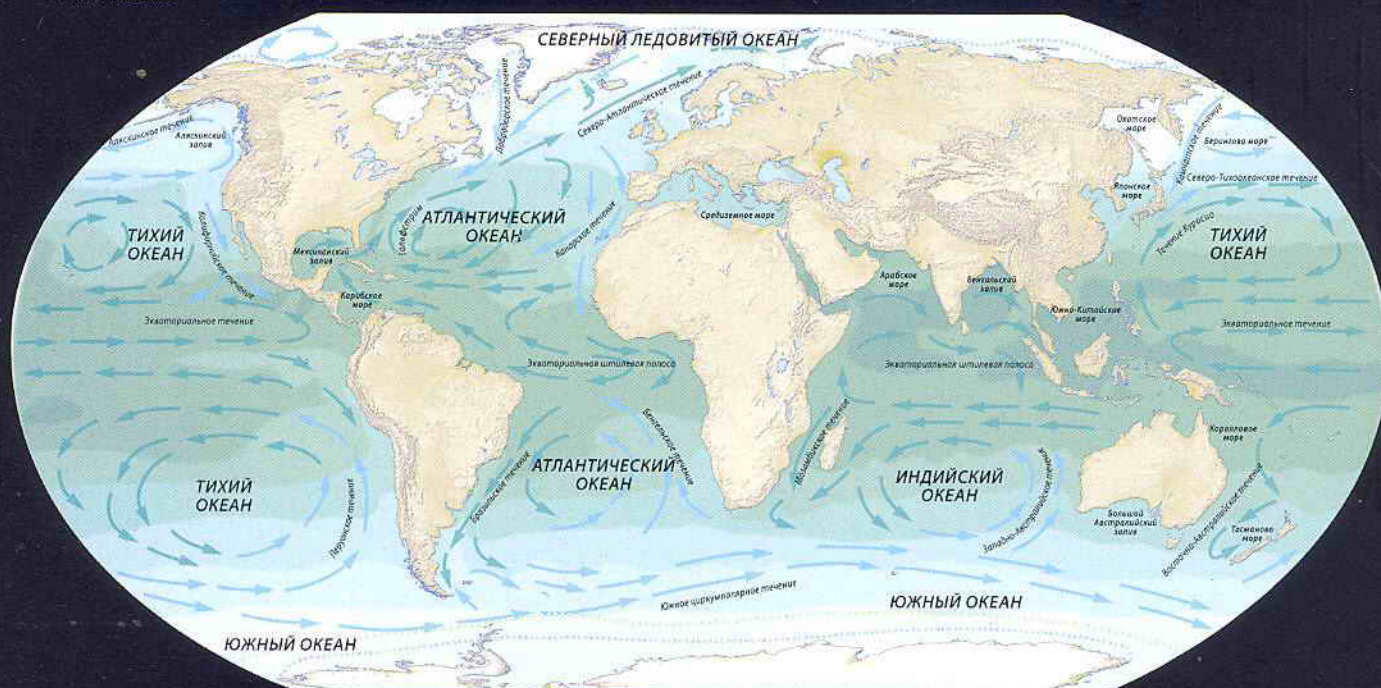
# Поверхностные течения

Поверхностные течения разделяются на течения открытого моря и пограничные. Три главных океанских бассейна имеют сходную картину течений. В экваториальных областях течения следуют приповерхностным ветрам и обычно направлены на запад — северное и южное экваториальные течения, движимые пассатами. Эти течения разделяются в восточном экваториальном противотечением, которое совпадает с экваториальной штилевой полосой. В высоких широтах Северного полушария в северной части Тихого океана и Северной Атлантике существуют восточные поверхностные течения, соответствующие Антарктическому циркумполярному течению в Южном полушарии. В обоих полушариях взаимодействия между восточными и западными течениями вызывают крупные вихри в субтропических широтах. Пограничные течения движутся вдоль границ континентов.

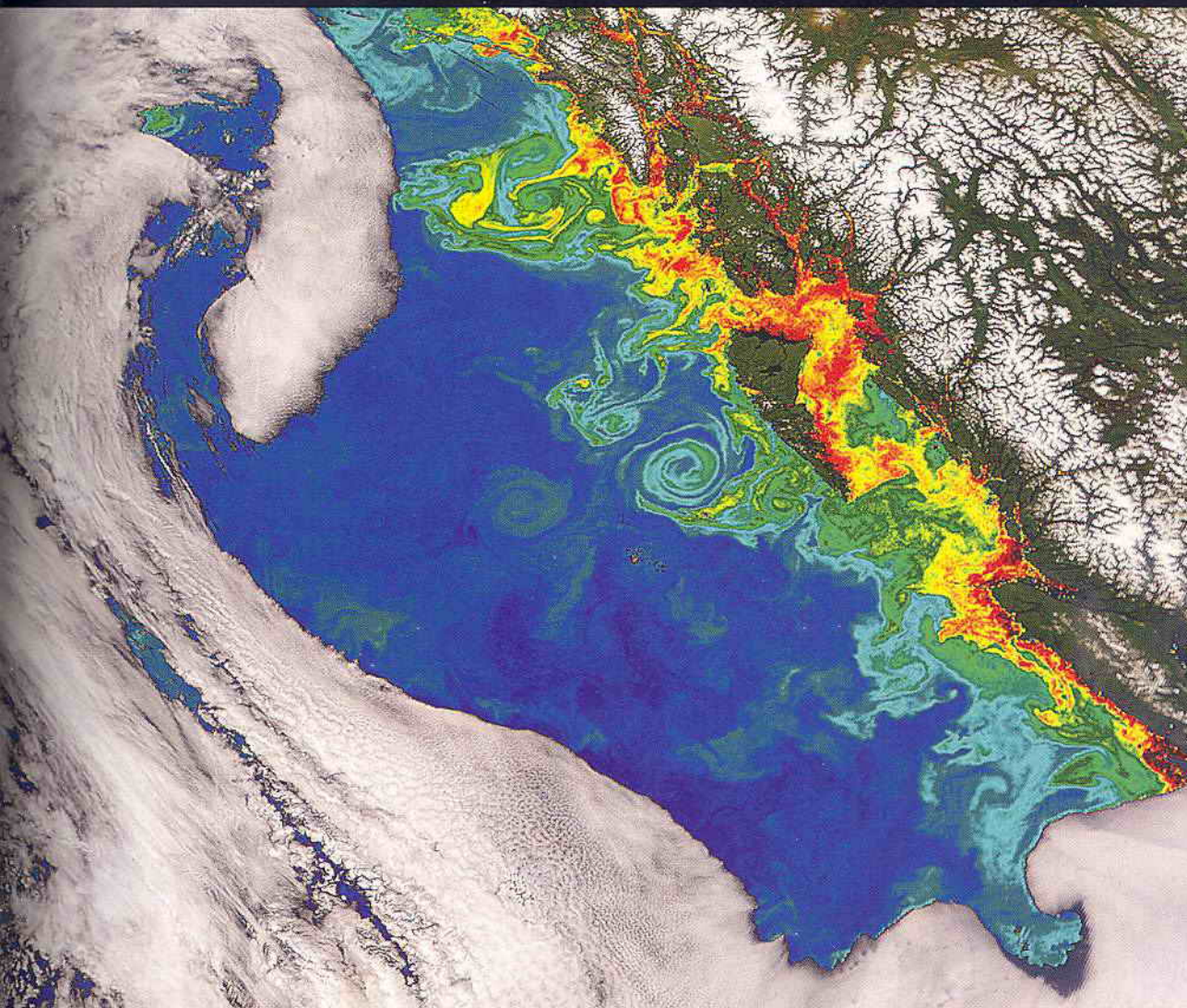


## СИСТЕМА ПОВЕРХНОСТНЫХ ТЕЧЕНИЙ

-  Холодное течение  
 Теплое течение







◀◀ **Бенгельское течение** у юго-западного побережья Африки — яркий пример влияния поверхностных течений на климат. Эта часть Намибии — засушливый **Берег Скелетов**, потому что холодное течение создает над собой холодный, сухой воздух, вследствие чего морской бриз приносит на сушу очень мало влаги.

◀ **В прибрежных морских водах** река может образовывать сильные поверхностные течения, и дельта Амазонки — самый известный пример такого явления. Водовороты, показанные на этом снимке, находятся у побережья Аляски и Британской Колумбии. Их создают богатые питательными веществами речные воды, проникающие в воды Тихого океана и стимулирующие всплески развития фитопланктона.



◀ **Это изображение моря Уэдделла** (вблизи Антарктики), полученное с помощью космического спутника «Эндевор», демонстрирует два крупных водоворота у северной оконечности пакового льда, образовавшиеся в результате взаимодействия поверхностных течений. Такие океанические водовороты закручены по часовой стрелке (циклонически) и имеют размеры в поперечнике от 40 до 60 км.



# Глубинные течения

Поверхностные течения воздействуют только на самые верхние 10 % вод океана. Большая часть движений воды намного мощнее, глубже и медленнее. На глубоководные океанские течения, которые относят к термохалинной циркуляции (обусловленной пространственными изменениями температуры и солености, которые влияют на распределение плотности морской воды), поверхностные ветры не влияют. Их движение формируется за счет изменений плотности воды, что, в свою очередь, является результатом повышения или понижения температуры и солености водных масс. Термохалинная циркуляция описывает движение огромных водных масс. Они не смешиваются при контакте и способны перемещаться по Мировому океану в течение столетий. Водные массы можно разделить на пять основных типов. Это поверхностные воды, достигающие глубины 200 м; центральные воды, простирающиеся от нижней границы поверхностных вод до точки, где больше не происходит падение температуры воды (нижняя граница термоклина); интермедиальные воды, достигающие глубины 1500 м; глубокие воды, располагающиеся за нижней границей интермедиальных вод и не входящие в контакт с дном, — до 4000 м; придонные воды, контактирующие с морским дном. Систематическое картирование океанских течений за последние 150 лет показало, как они зарождаются, и выявило их роль в переносе тепла на планете и влияние на мировой климат.

► **Приливные течения**, образующие водовороты у побережья Северной Норвегии, настолько мощны, что вертикальный перенос морских вод, происходящий под их воздействием, достигает придонных вод. Это вертикальное движение поднимает на поверхность донных рыб так быстро, что те мгновенно погибают из-за разрыва внутренних органов.

►► **Антарктическая придонная вода** образуется только в море Уэдделла. Ее соленость и низкая температура делают ее самой плотной океанской водой во всем Мировом океане. Ежегодно образуется от 20 до 50 млн м<sup>3</sup> такой воды.

## ПУТИ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ОКЕАНСКИХ ВОД

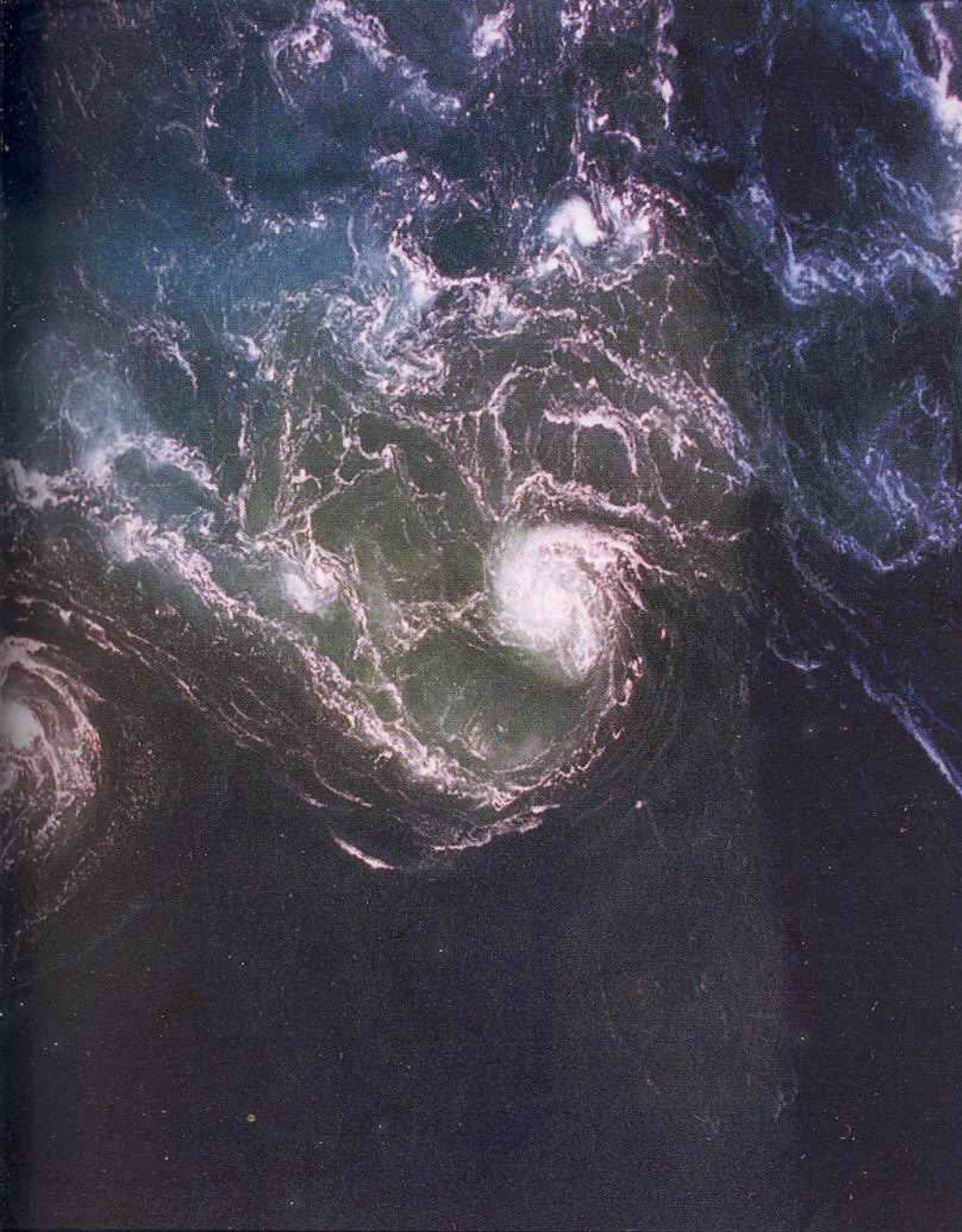


◀ **Большим океанским конвейером** иногда называют глубинную циркуляцию, связывающую Тихий, Атлантический и Индийский океаны. В нем медленно перемещаются воды, вовлеченные в этот длительный, тысячелетний процесс, а чтобы представить его объемы, надо лишь отметить, что каждую секунду в этот конвейер поступает до 30 млн м<sup>3</sup> воды. Эта глубоководная термохалинная система движения вод играет ключевую роль в жизни глубоководных обитателей океана, поскольку она переносит сюда кислород из поверхностных слоев.

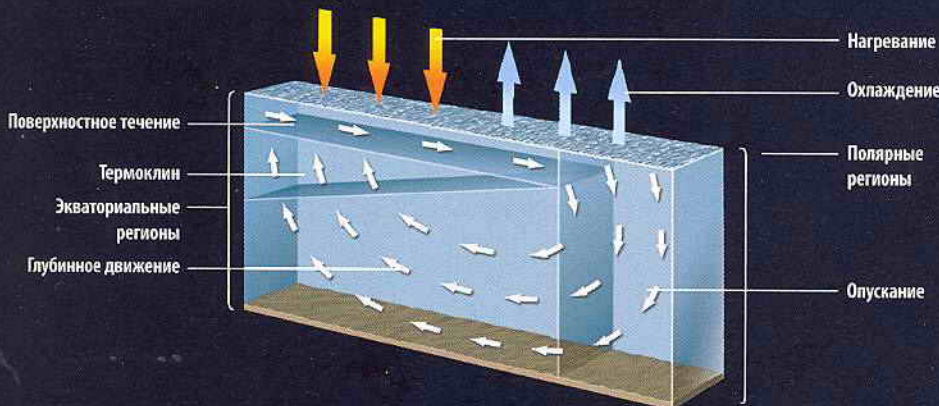
## ДВИЖЕНИЕ ВОДЫ

При охлаждении и повышении солености морская вода становится более плотной. В океанских масштабах это приводит к возникновению мощных сил, способных передвигать огромные объемы воды. Охлаждение в высоких широтах вызывает опускание плотных вод и медленное их передвижение от полюсов в сторону экватора, в то время как глубинные и придонные водные массы, двигаясь в противоположном направлении, постепенно поднимаются и возвращаются в поверхностные слои.





# ТЕРМОХАЛИННАЯ ЦИРКУЛЯЦИЯ



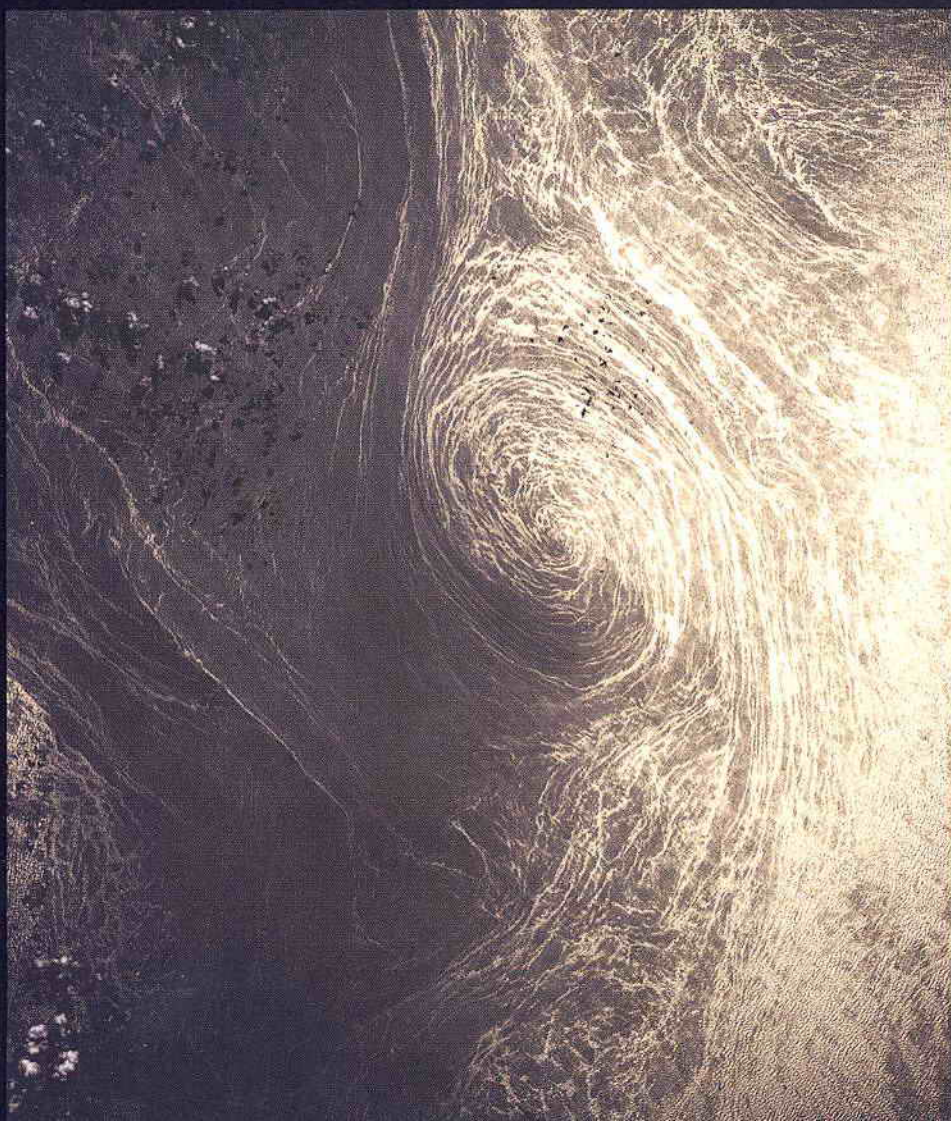
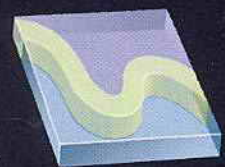


# Гольфстрим и Северо-Атлантическое течение

Гольфстрим — самое крупное и хорошо изученное теплое течение, берет свое начало в Мексиканском заливе и движется вдоль восточного побережья Северной Америки со средней скоростью 6,5 км/ч, проникая от поверхности до глубин 450 м. Объем вод, переносимых им на выходе из Флоридского пролива в океан, оценивается в 30 млн м<sup>3</sup> в секунду, что примерно в 300 раз превышает средний расход реки Амазонки. У мыса Гаттерас Гольфстрим поворачивает на восток и у Ньюфаундлендской банки встречается с холодным Лабрадорским течением, в результате чего здесь образуются хорошо известные туманы. Продвигаясь далее по Атлантике, Гольфстрим переходит в менее выраженное Северо-Атлантическое течение. В середине океана Северо-Атлантическое течение разделяется, одна его ветвь направляется на юг, а другая несет теплые воды к берегам Северо-Западной Европы.



◀ Гольфстрим образует меандры (извилины), которые «отпочковываются» от него в виде холодных или теплых вихрей, в зависимости от температуры заключенной в них воды. Если меандр отделяется к северу от главного потока течения, то водоворот захватывает теплые воды Саргассова моря и закручивается по часовой стрелке. Если он оторвется к югу от главного потока, то заключает в себя холодные воды и водоворот закручивается против часовой стрелки. Вихри достигают 320 км в поперечнике и «живут» до трех лет, прежде чем снова слиться с главным потоком.







◀◀ Известно, что черепах, родившихся в Карибском море и Мексиканском заливе и мигрирующих в Атлантику, несет в своих водах Гольфстрим. Огромные количества животных уносятся на юг от места, где Северо-Атлантическое течение разделяется на ветви, но некоторых северная ветвь увлекает на север, где их выбрасывает морем на Атлантическое побережье Европы.

◀ Наиболее заметна граница между Гольфстримом и окружающими водами у побережья Флориды. Вода внутри течения обычно теплая, прозрачная и голубая, так как бедна питательными веществами. Окружающие воды часто мутные и зеленоватые из-за наличия в них фитопланктона.

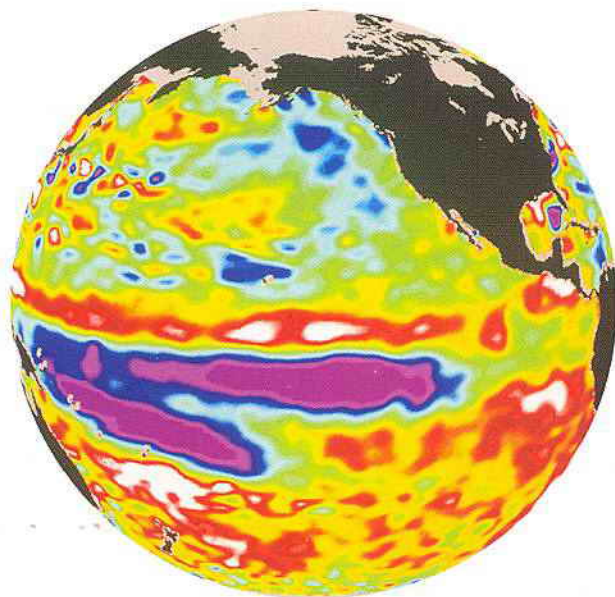
◀◀ Финальные стадии формирования вихря Гольфстрима, перед самым его отделением от главного потока, были сфотографированы космическим спутником «Эндевор» над Северо-Восточной Атлантикой. Яркий солнечный свет освещает гребни, образованные на поверхности воды мощными потоками.



## Эль-Ниньо и Ла-Нинья

Океанографический и погодный феномен, названный Эль-Ниньо, наблюдается у западного побережья Центральной и Южной Америки. Это теплое сезонное течение поверхностных вод пониженной солености. Обычно это явление отмечается в конце декабря — начале января с периодичностью от трех до восьми лет, поэтому оно и получило свое название от испанского слова, означающего «младенец Христос», поскольку совпадает с периодом Рождества. В годы, когда течение не появляется, пассаты переносят огромные массы поверхностных вод с востока на запад Тихого океана, к Индонезии и прилегающим регионам, что позволяет холодным и богатым питательными веществами водам Перуанского течения подняться к поверхности вблизи берега. Эти воды изобилуют планктоном, необходимым для питания рыб, служащих объектом местного рыболовства и пищей для огромного количества морских птиц. В годы появления Эль-Ниньо, причины чего до сих пор не вполне ясны, пассаты ослабевают (а порой и изменяют направление), и теплые воды остаются у берегов. Эти воды блокируют апвеллинг (поднятие глубинных вод к поверхности) Перуанского течения, что приводит к резкому снижению количества фитопланктона. Рыбы и птицы либо гибнут от голода, либо уходят. В последние годы установлено, что эти события также вызывают изменения глобальных погодных процессов. В период возникновения феномена Эль-Ниньо 1997—1998 гг. на юго-западе Америки наблюдались сильнейшие торнадо из-за избыточного нагревания воздушных масс прибрежными теплыми водами. Засуха в Папуа—Новой Гвинее, на Гавайях и в Юго-Западной Африке произошла вследствие того, что были блокированы влажные, ежегодно несущие дожди воздушные массы пассатов.

### ЛА-НИНЬЯ



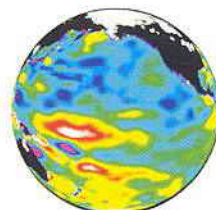
▲ Наводнение из-за шторма, вызванного Эль-Ниньо в 1983 г., затопило автомобили, припаркованные на торговой улице в Лагуна-Бич, Калифорния, США. Эль-Ниньо влияет на изменения погоды во всем мире, способствуя сильным наводнениям в одних регионах и катастрофическим засухам в других.

◀ Ла-Нинья — это возвращение usual апвеллинга вдоль побережья Перу и Чили. После явления Эль-Ниньо в 1997—1998 гг. большой объем холодных вод (отмечено пурпурным цветом) поднялся к поверхности с возвращением пассатных ветров.

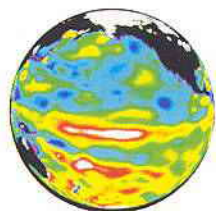
► Резкое сокращение запасов рыб — анчоуса, лососевых и тунца, последовавшее вслед за возникновением Эль-Ниньо в 2003 г., оказало влияние на морские гидробионты далеко за пределами зоны апвеллинга. Во время этого редкого явления голодающие морские львы в поисках пищи вышли на берег в заливе Монтеррей и вдоль других частей Калифорнийского побережья.



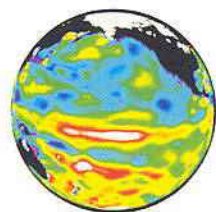




17 марта



23 марта



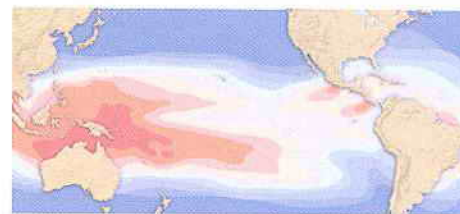
6 апреля

◀ В 1997 г. развитие явления Эль-Ниньо отслеживалось с метеорологических спутников. На этих трех иллюстрациях показаны основные стадии явления. Оно начинается с подавления холодного апвеллинга вдоль побережья Перу благодаря приносу теплых поверхностных вод из центральной части Тихого океана к побережью Южной Америки. Разница между средним уровнем подъема воды и теплой водой Эль-Ниньо показана от пурпурного (ниже нормального уровня) через голубой, зеленый, желтый, красный цвета к белому (выше нормального уровня). Эль-Ниньо выглядит как белые участки, продвигающиеся в Тихом океане вдоль экватора на восток.

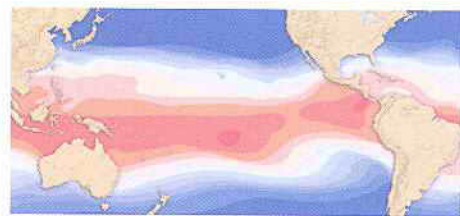
## ТЕМПЕРАТУРА ОКЕАНА

При возникновении феномена Ла-Нинья на карте средних температур поверхности океана видны холодные поверхностные воды у побережья Южной Америки. Во время Эль-Ниньо теплые воды не уходят от берегов, повышая температуру океана. Прибрежные воды холоднее нормальных значений во время Ла-Нинья и теплее — во время Эль-Ниньо.

## СРЕДНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКЕАНА



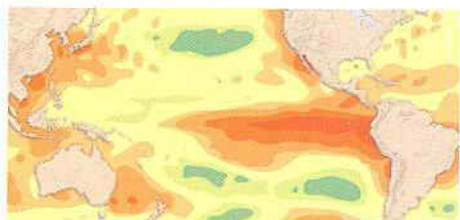
Ла-Нинья, январь—март 1989 г.



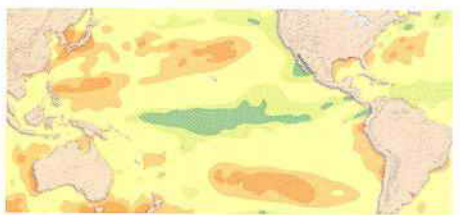
Эль-Ниньо, январь—март 1998 г.



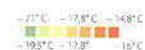
## ТЕМПЕРАТУРНЫЕ АНОМАЛИИ В ОКЕАНЕ



Ла-Нинья, январь—март 1989 г.



Эль-Ниньо, январь—март 1998 г.

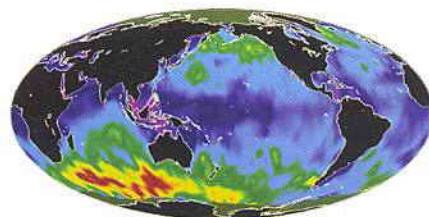




# Образование волн

Волны образуются под действием ветров, дующих над поверхностью моря. Нам кажется, что волна представляет собой водный гребень, перемещающийся по поверхности. Но на самом деле ветровые волны — это колебательные движения воды, вызываемые энергией ветра при его непосредственном воздействии на ее поверхность. Это всего лишь внешнее проявление того, как энергия ветра преобразуется в круговое движение частиц воды. Самый простой способ понять это — вспомнить болельщиков на стадионе, изображающих волну. «Волна» движется вдоль трибун стадиона, но на самом деле каждый человек просто двигается вверх-вниз. Расстояние между гребнями соседних волн называется длиной волны. Высота волны — это вертикальное расстояние от вершины гребня до нижней точки подошвы волны. Если ветер стихает, то гребень и подошва спокойны и имеют округлую форму. Такое волнение называется зыбью. При усилении ветра гребни волн вырастают и приобретают заостренную форму, а подошвы растягиваются. Чаще всего встречается смешанное волнение. Величина волны зависит от скорости ветра над областью разгона волны — расстояния на поверхности, на котором ветер дует в одном направлении. Одно из мест, где зафиксированы наиболее высокие волны, — Южный океан, где на некоторых широтах область разгона волны огибает всю Землю.

## ВЫСОТА ВОЛН В МИРОВОМ ОКЕАНЕ



▲ Эта карта показывает высоту волн на Земле. Высота волн обозначена цветом, от фиолетового (волны не выше 1 м) через синий, зеленый и желтый к красному, отмечающему волны высотой 7—8 м. Самые большие волны зафиксированы в Южном океане вблизи Антарктиды и в южной части Индийского океана.

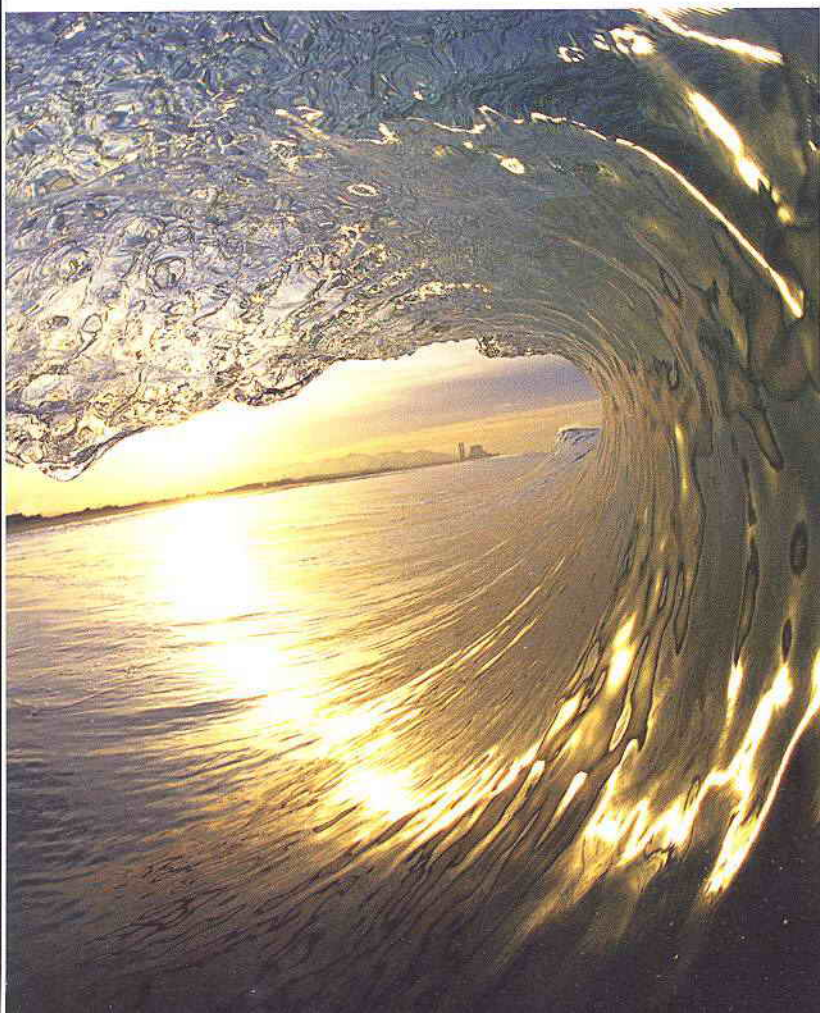
► При возникновении волн на мелководных участках круговые движения частиц воды начинают взаимодействовать с дном, что замедляет волны и приводит к их затуханию. По мере приближения к берегу длина волны уменьшается, волна становится все выше и превращается в прибой.

◀ Волны, движущиеся к крутому берегу, возрастают быстрее, чем те, что движутся по пологому пляжу. Быстрое нарастание высоты волны означает, что ее верх тонок. Крутая волна закручивается и внезапно обрушивается, образуя между гребнем и подошвой воздушный туннель.

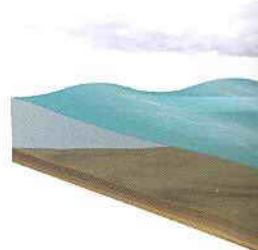
## ВОЛНЫ-ГИГАНТЫ

Ветры на Земле дуют неравномерно, поэтому вызванные ими волны могут взаимодействовать различным образом. Вследствие наложения нескольких волн порой образуются так называемые гигантские волны. Прежде считалось, что предел высоты волны составляет 18 м, и сообщения о более высоких волнах расценивались как преувеличение. Однако в 1933 г. была достоверно зафиксирована волна высотой 34 м. В 1996 г. океанский лайнер «Куин Элизабет» столкнулся с волной высотой 29 м.

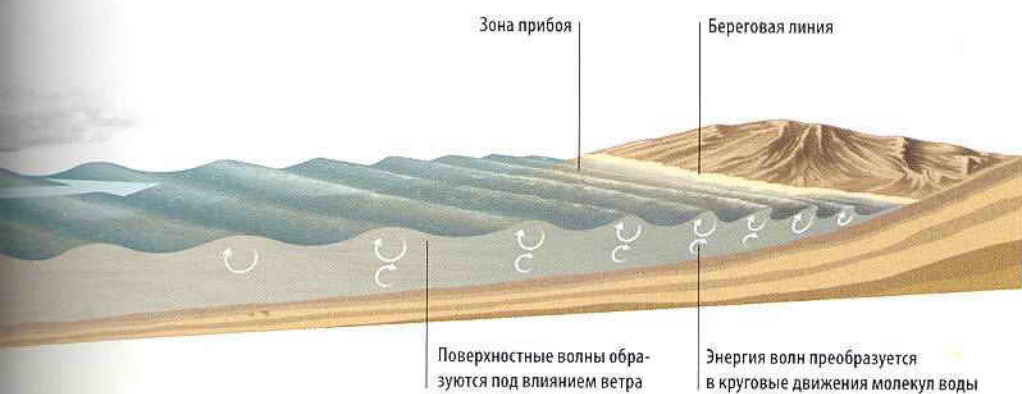
За последние два десятка лет в океане затонуло около 200 огромных судов, находившихся в отличном техническом состоянии, которые никак не могли пострадать от непогоды. Поэтому ученые решили с помощью радарных спутников убедиться в наличии или отсутствии в океане волн-гигантов. Речь идет не о цунами, возникающих в результате землетрясений и набирающих большую высоту на мелководье, а о загадочных одиночных волнах-монстрах. Всего за три недели наблюдений в разных районах Мирового океана спутники сфотографировали десять чудовищных водяных гор высотой 25—30 м среди соседних 10-метровых.



Движение ветровой поверхности океана вызывает движение







### ОБРАЗОВАНИЕ ВОЛН

Движение ветров над поверхностью океана вызывает соответствующее движение воды. Устойчивый ветер на большом протяжении образует на поверхности волнистую зыбь. В зоне прибой вблизи берегов частицы воды совершают движения по своеобразным сферическим орбитам, уменьшающимся при нарастании глубины. Когда морское дно становится мелководным, оно ограничивает рост волн. Продвигаясь к берегу, гребни волн могут разбиваться, образуя буруны.



# Цунами

Цунами иногда ошибочно считают приливными волнами, но это разрушительное явление вызывается иными причинами. Термин «цунами» произошел от японского названия «волна в заливе», потому что, только достигнув берега, эти волны становятся заметными и наносят большой ущерб. Причинами цунами могут быть землетрясения, подводные оползни, извержения вулканов и крупные айсберги, отколовшиеся от материкового льда. Самое опустошительное цунами последних лет было вызвано взрывом вулкана Кракатау, полностью разрушившим этот остров в 1883 г. Последовавшее за взрывом цунами распространилось по миру и стало причиной гибели более 35 000 человек. С 1948 г. Международная служба по предупреждению о цунами в Тихом океане рассылает уведомления обо всех произошедших землетрясениях выше 6,75 балла по шкале Рихтера. Предупреждения и планы эвакуации значительно снижают людские потери, но разрушения, причиняемые цунами, остаются.



▲ В 1960 г. землетрясение в Чили породило цунами, распространившееся по океану и достигшее г. Хило на Гавайях. Здесь погибли 61 человек. Гавайские острова расположены в центре Тихого океана и со всех сторон уязвимы для цунами, образующихся вследствие сейсмической активности Тихоокеанского огненного кольца — зоны частых землетрясений и извержений вулканов. Острова сталкиваются с этим явлением практически ежегодно, а примерно каждые семь лет сюда приходит цунами, способное причинить весьма серьезный ущерб и влекущее за собой потери человеческих жизней. Крупнейшие разрушения, причиненные цунами на Гавайях, произошли в 1945 г., когда погибли 159 человек.





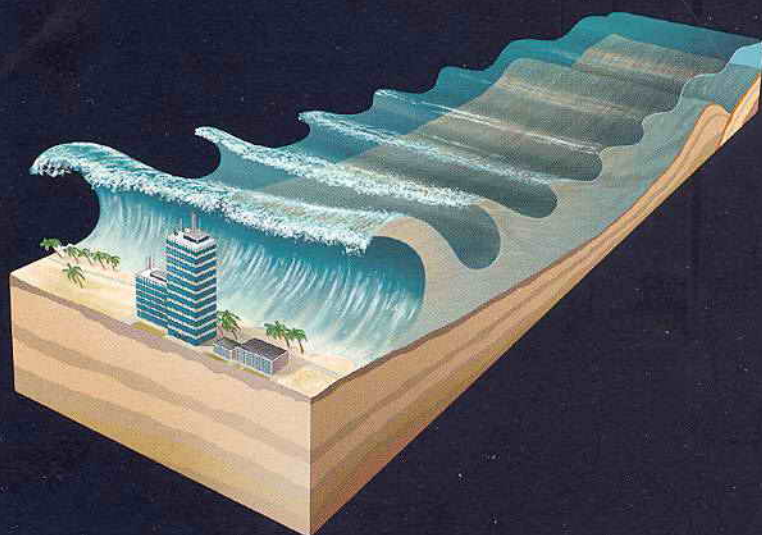


## ЗАРОЖДЕНИЕ ЦУНАМИ

Внезапное смещение больших объемов воды вызывает волны, которые, подобно кругам на воде от брошенного камня, распространяются во все стороны. В глубоководных участках открытого океана такие волны не опасны. Обычно они имеют высоту не более 1 м и почти незаметны. Однако, достигнув мелководных участков, волны начинают расти в высоту, приобретая характерные черты цунами. Сначала необычно большой объем воды отступает от берега, ниже линии отлива, чтобы присоединиться к формирующемуся цунами. После этого одна или несколько огромных волн высотой до 30 м обрушиваются на берег и с непреодолимой силой смывают все на своем пути.

▲ **Ущерб от цунами** не ограничивается береговой линией, принимающей на себя всю силу начального удара. Огромные объемы воды и неимоверная скорость волны придают цунами достаточную силу, чтобы пронести морскую воду и обломки далеко в глубь суши.

◀ **Величие и мощь цунами** вдохновили японского художника Кацушику Хокусая, написавшего картину «Огромная волна». Япония в среднем переживает удар цунами каждые 6,7 года, то есть чаще, чем любые другие страны в мире.





# Ураганы

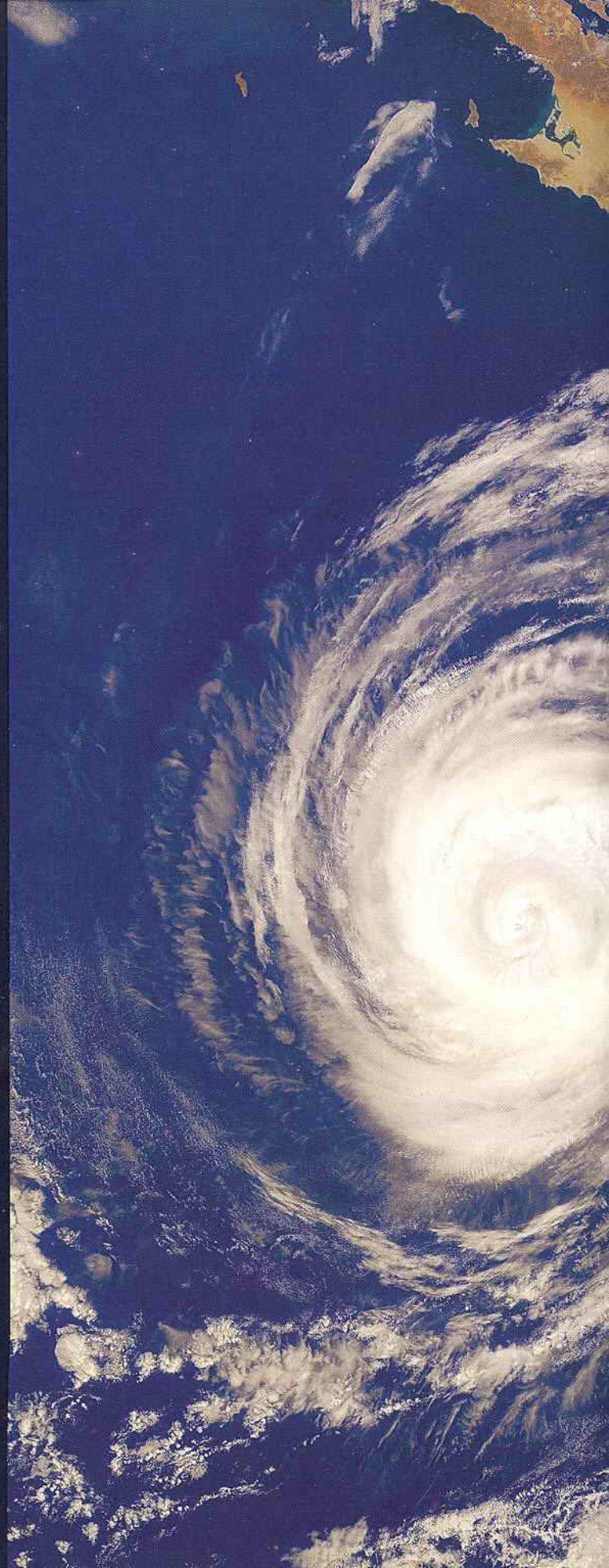
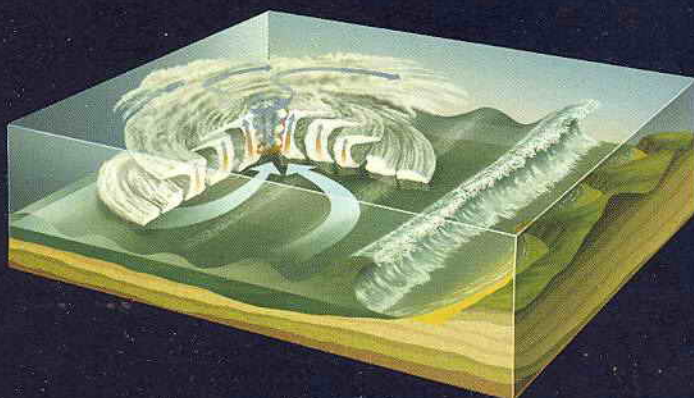
Ураганы — величественный и безжалостный метеорологический феномен, обусловленный взаимодействием океана и атмосферы. В регионах Индийского и Тихого океанов они известны как циклоны, а в Японии — как тайфуны. Ураганы наиболее часто формируются между 5 и 15° с. ш., в небольшом удалении от экватора. Теплые воды нагревают расположенный над ними воздух, порождая облака, которые становятся ядром образования грозовых ливней. Удаляясь от экватора, штормовая система вращается с нарастающей скоростью. Возникают штормовые ветры со скоростью около 120 км/ч, что классифицируется как ураган. Образовавшийся ураган может продолжаться от нескольких дней до нескольких недель, пока не сместится к полюсу или не пройдет над сушей, нередко с катастрофическими последствиями. Его мощность и способность причинять ущерб на суше измеряется по пятибалльной шкале (см. ниже). Ураганы зачастую достигают большой протяженности в высоту и могут измеряться величиной более 970 км в поперечнике. За их образованием и движением ведутся наблюдения со спутников.

ШКАЛА УРАГАНОВ САФФИРА—СИМПСОНА

Давление (гектопа-скалы)	Скорость ветра (км/ч)	Штормовой нагон (м)	Тип наносимого ущерба
1. Более 980	118—152	1,2—1,6	Минимальный
2. 965—979	153—176	1,7—2,5	Умеренный
3. 945—964	177—208	2,6—3,7	Значительный
4. 920—944	209—248	3,8—5,4	Опустошительный
5. Менее 920	Более 248	Более 5,4	Катастрофический

## ВНУТРИ УРАГАНА

Участок низкого давления в центре циклона, или око тайфуна, окружен спиральными стенами интенсивных грозовых ливней. Низкое давление в центре вздымает вверх водные горы, которые становятся штормовым нагоном в местах, где ураган обрушивается на сушу. Сильнейшие ветры во внешней спирали урагана закручиваются против часовой стрелки в Северном полушарии и по часовой — в Южном полушарии.

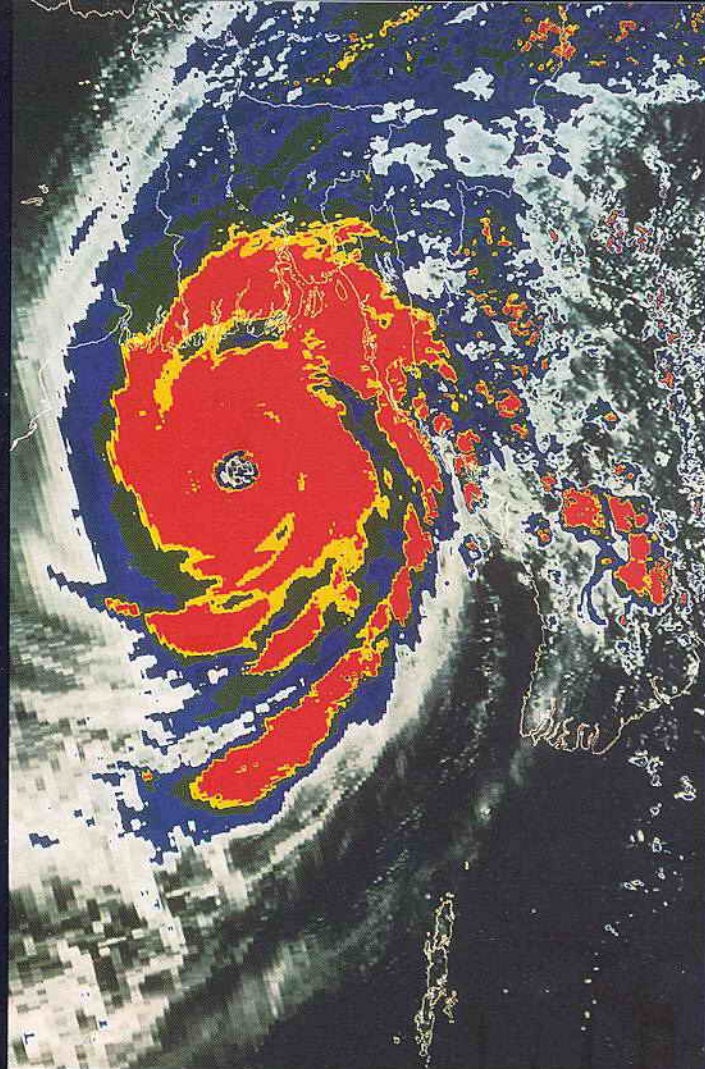






◀ **Ураган «Эрнан» у побережья Мексики** в сентябре 2002 г. достиг редкой, пятой категории. Скорость ветра в нем приближалась к 250 км/ч. «Эрнан» постепенно отделился от берега и ослабел до третьей категории, со скоростью ветра 193 км/ч.

▶ **Этот снимок из космоса** показывает приближение урагана к побережью Бангладеш в 1991 г. Изображение дополнительно окрашено в соответствии с плотностью облаков, от красного (наибольшая интенсивность) через желтый и зеленый к синему (наименьшая). Наиболее плотные облака расположены в центре, где ветры закручиваются вовне от центра урагана.



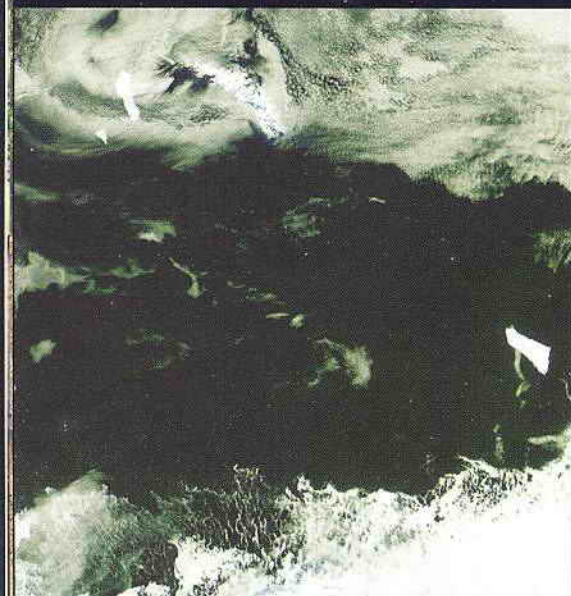
◀ **Удар урагана «Изобел»** по штату Северная Каролина, США, в сентябре 2003 г. и его разрушительные последствия. Ураганы и циклоны получают мужские или женские имена в алфавитном порядке. Каждый бассейн или регион имеет согласованный список имен, формирующийся по своим правилам. Например, имена первых ураганов в бассейне Атлантического и восточной части Тихого океана каждый год начинаются с буквы «А». Первый циклон центральной части Тихого океана получает следующее имя в списке — вне зависимости от его начальной буквы.



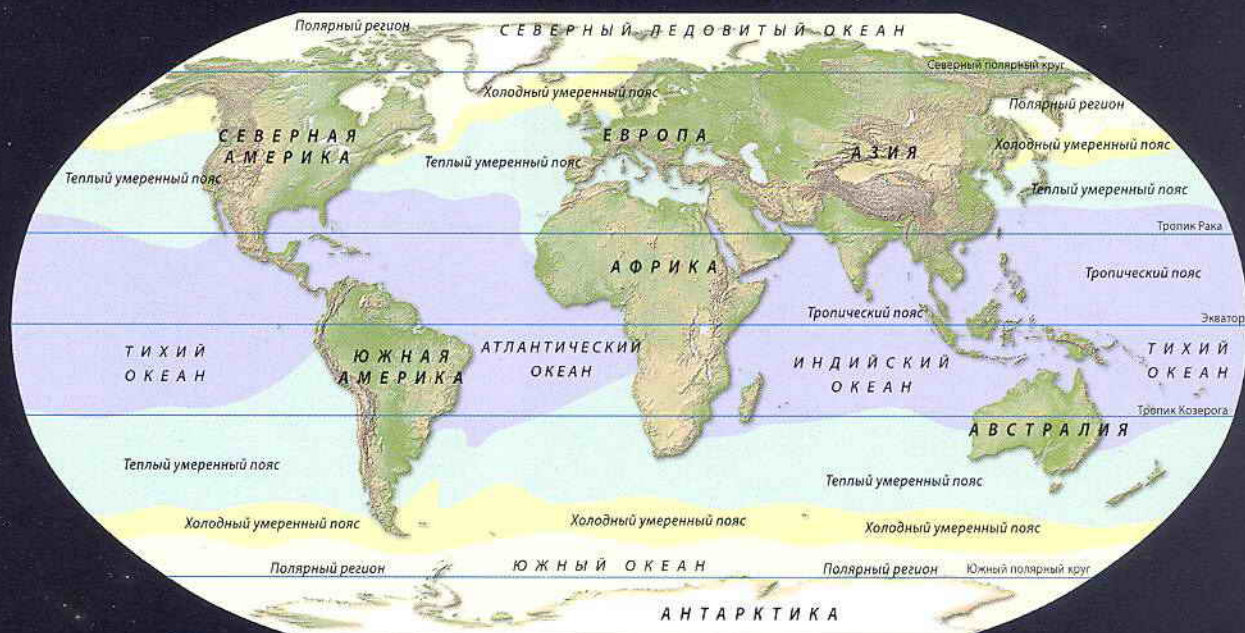
# Океан как среда обитания

Годовое движение Земли вокруг Солнца приводит к образованию в океанах ареалов разнообразных биологических сообществ. Части Земли, получающие в течение года наибольшее количество солнечного света и тепла, называются тропиками, и эти пояса расположены между тропиком Рака ( $23,5^\circ$  с. ш.) и тропиком Козерога ( $23,5^\circ$  ю. ш.), 2570 км к северу и к югу от экватора. В течение года Солнце находится прямо над широтами между этими двумя тропиками. Поскольку температура воды — ключевой фактор в образовании условий окружающей среды в океанах, тропики можно также определить как зону, в которой температура поверхностной воды зачастую достигает  $30^\circ\text{C}$  и редко опускается ниже  $20^\circ\text{C}$ .

Умеренные пояса — это зоны, занимающие промежуточное положение между тропическими и полярными регионами. В Северном полушарии умеренные широты лежат от тропика Рака до Северного полярного круга ( $66,5^\circ$  с. ш.), а в Южном полушарии — от тропика Козерога до Южного полярного круга ( $66,5^\circ$  ю. ш.). Полярные регионы расположены к северу и к югу от Северного и Южного полярного кругов.







■ Тропические (свыше 20 °C)

■ Теплые умеренные (10—20 °C)

■ Полярные (ниже 5 °C)

■ Холодные умеренные (5—10 °C)

▲ **Климатические зоны, или пояса,** зависят от температур и не вполне совпадают с географическими зонами. Это обусловлено океанскими течениями. Например, холодные течения продлевают теплые умеренные зоны до западного побережья Африки и Южной Америки.

◀ **Прибрежные тропические воды,** расположенные, например, вокруг Багамских островов, прозрачны и имеют синий цвет из-за низкого содержания фитопланктона. В тропиках нет ярко выраженных времен года и не существует большой разницы в интенсивности солнечного освещения в течение года, что постоянно удерживает воспроизводство фитопланктона на относительно низком уровне.

◀◀ **Остров Южная Георгия** лежит на границе между полярными и холодными умеренными широтами, где холодные воды Антарктики встречаются с теплыми и более солеными субантарктическими поверхностными водами.

▶ **Теплые умеренные зоны,** например воды вокруг Новой Зеландии, отличаются выраженной сезонностью. Несмотря на то что средняя температура воды составляет 10 °C и значительные изменения температуры вод редки, фитопланктон в океане имеет период интенсивного весеннего роста, известный как весеннее цветение.

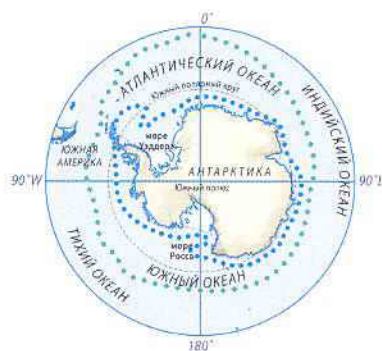




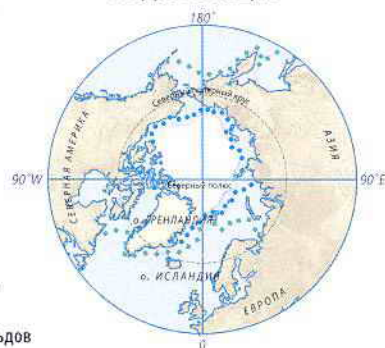
# Полярные регионы

Северный и южный полярные регионы покрыты ледяными щитами, закрывающими 12 % поверхности океанов. Оба региона отличаются низкими температурами, потому что наклон земной оси снижает объем получаемой ими солнечной энергии. Однако есть существенная разница в погодных условиях двух полярных регионов. В Антарктике в самые холодные месяцы температура колеблется от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $-3^{\circ}\text{C}$  на побережье и от  $-40^{\circ}\text{C}$  до  $-70^{\circ}\text{C}$  во внутренних областях. Летние температуры на Антарктическом полуострове могут достигать  $15^{\circ}\text{C}$ , а во внутренних областях — от  $-20^{\circ}\text{C}$  до  $-30^{\circ}\text{C}$ . Арктика — более теплый регион, где средние температуры колеблются от  $-35^{\circ}\text{C}$  зимой до  $0^{\circ}\text{C}$  летом. Существует мнение, что глобальное потепление вызывает таяние полярных льдов. В настоящее время установлено, что арктическая полярная шапка действительно уменьшается и истончается, что же касается влияния глобального потепления на Антарктический регион, то ученые пока не пришли к единому мнению.

## АНТАРКТИЧЕСКИЙ ЛЕДЯНОЙ ЩИТ



## АРКТИЧЕСКИЙ ЛЕДЯНОЙ ЩИТ

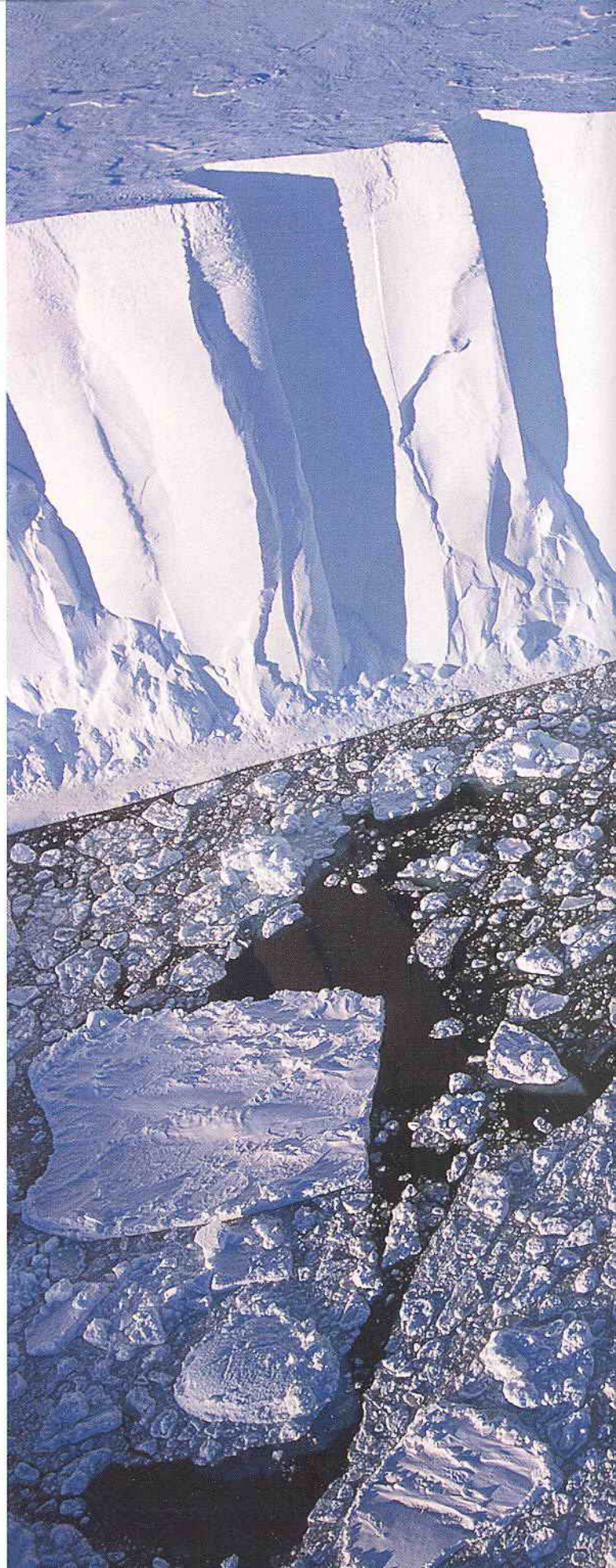


- Моря, постоянно покрытые льдом
- Минимальная граница льдов
- Средняя максимальная граница льдов

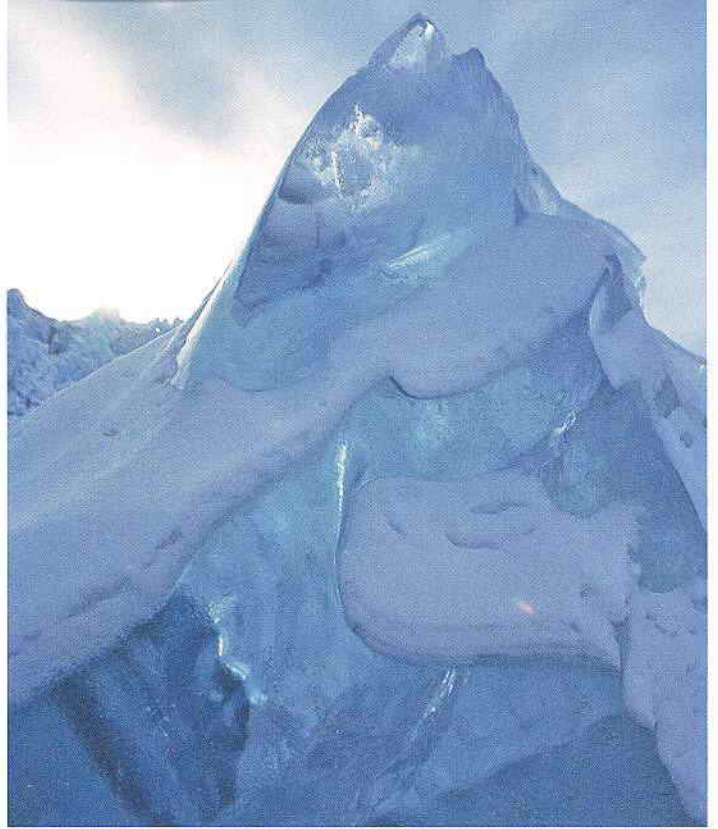
## ГРАНИЦЫ ПОЛЯРНЫХ ЛЬДОВ

Арктический ледяной щит имеет постоянную центральную часть. Она покрывает примерно 7 млн  $\text{km}^2$ . В зимние месяцы ледяной щит увеличивается вдвое и достигает площади примерно 14 млн  $\text{km}^2$ . В Антарктике вокруг континента имеется постоянное открытое морское пространство, и его северная граница в Южной Антарктике протянулась до  $52^{\circ}$  ю. ш.

► **Ледниковый язык от ледника Давида** вдаётся в море Росса (Антарктика) на длину 80 км. Он образуется, если ледник не обламывается в виде айсберга в морскую воду, но массивной частью выдается в поверхностные воды. Время от времени приливные движения помогают айсбергам откалываться от ледникового языка.







▲ **Большая часть айсбергов образуется**, откалываясь от краевых участков полярных ледяных щитов. В Арктике — до 15 000 в год. Менее 1000 из них ежегодно достигают вод южнее 48° с. ш. Для сравнения: антарктические айсберги были замечены вблизи Бермудских островов (в 1907 и 1926 гг.).

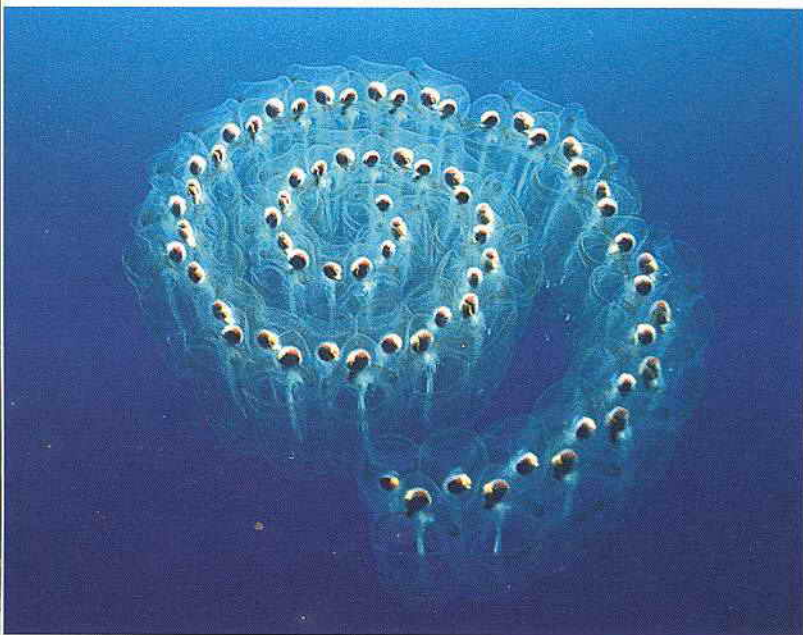
▼ **Изоляция и суровые условия** Антарктиды резко ограничивают количество животных, обитающих на ее берегах и в прилегающих морях. Парадоксально, но одним из основных факторов, лимитирующих жизнь в полярных областях, является не низкая температура, а недостаток жидкой питьевой воды. Однако именно в этом регионе сосредоточено 75 % мировых запасов пресной воды.





## Умеренные пояса

Умеренные пояса расположены в Северном и Южном полушариях между полярными кругами и тропическими поясами. Для них характерна смена резко разграниченных времен года. Такая сезонность — главный фактор, способствующий богатству вод умеренных поясов, отличающихся высокой продуктивностью фитопланктона. Резкое увеличение количества фитопланктона называется весенним цветением. Весеннее цветение, в свою очередь, снабжает питанием зоопланктон, который передает пищу по пищевой цепи, обеспечивая существование более крупных животных, питающихся планктоном, и хищников, например рыб. Воспроизводство фитопланктона в умеренных поясах происходит намного интенсивнее, чем в тропических водах. Полярные воды богаты питательными веществами, но ледяной панцирь и темнота резко сокращают здесь рост планктона.



▲ Эти медузообразные сальпы и другие животные, питающиеся фитопланктоном, процветают благодаря обилию пищи в водах умеренных зон. Присутствие больших количеств микроскопического фитопланктона влияет на прозрачность и цвет воды.

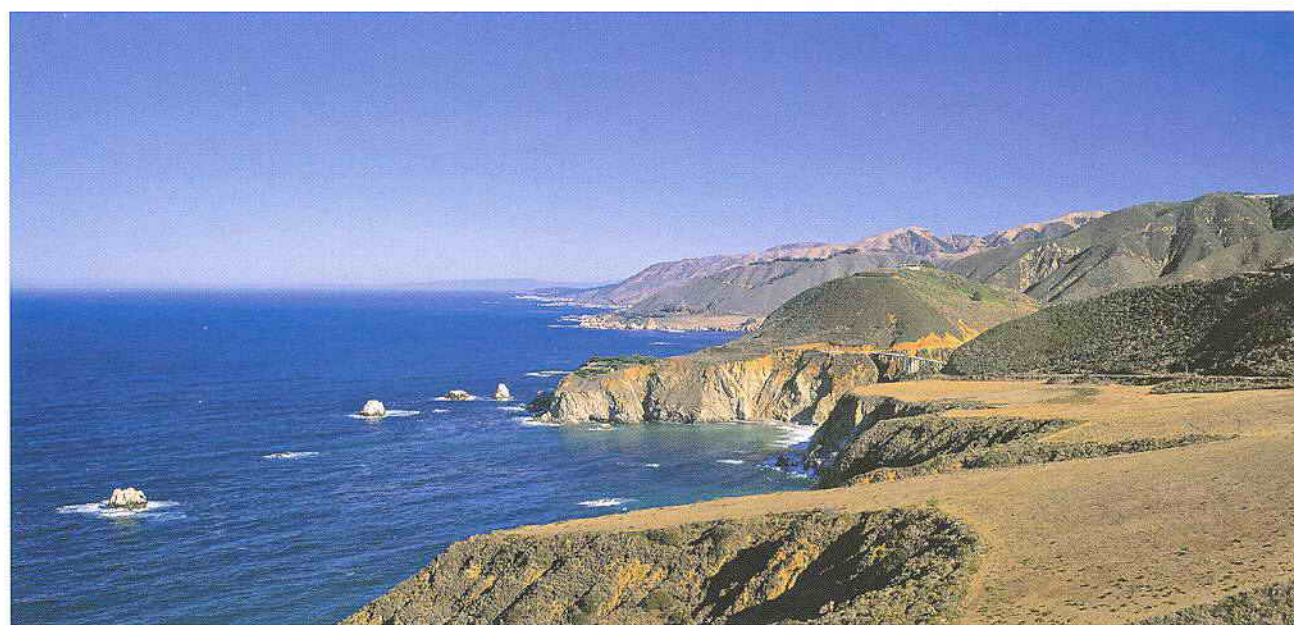
► Большая часть промысловых рыб и беспозвоночных добывается в водах умеренных поясов. Их обилие зависит от ежегодного всплеска воспроизводства фитопланктона, который способствует развитию пищевых цепей.

►► В водах умеренных поясов отмечаются значительные региональные различия. Воды Средиземного моря относительно более прозрачные, синие и менее продуктивные по сравнению с другими морями умеренных широт.

►► Воды у Калифорнийского побережья высокопродуктивны, поскольку питательные вещества поступают к поверхности при перемещении прибрежных вод с водами Калифорнийского течения. Это течение также обуславливает мягкий климат Сан-Франциско.







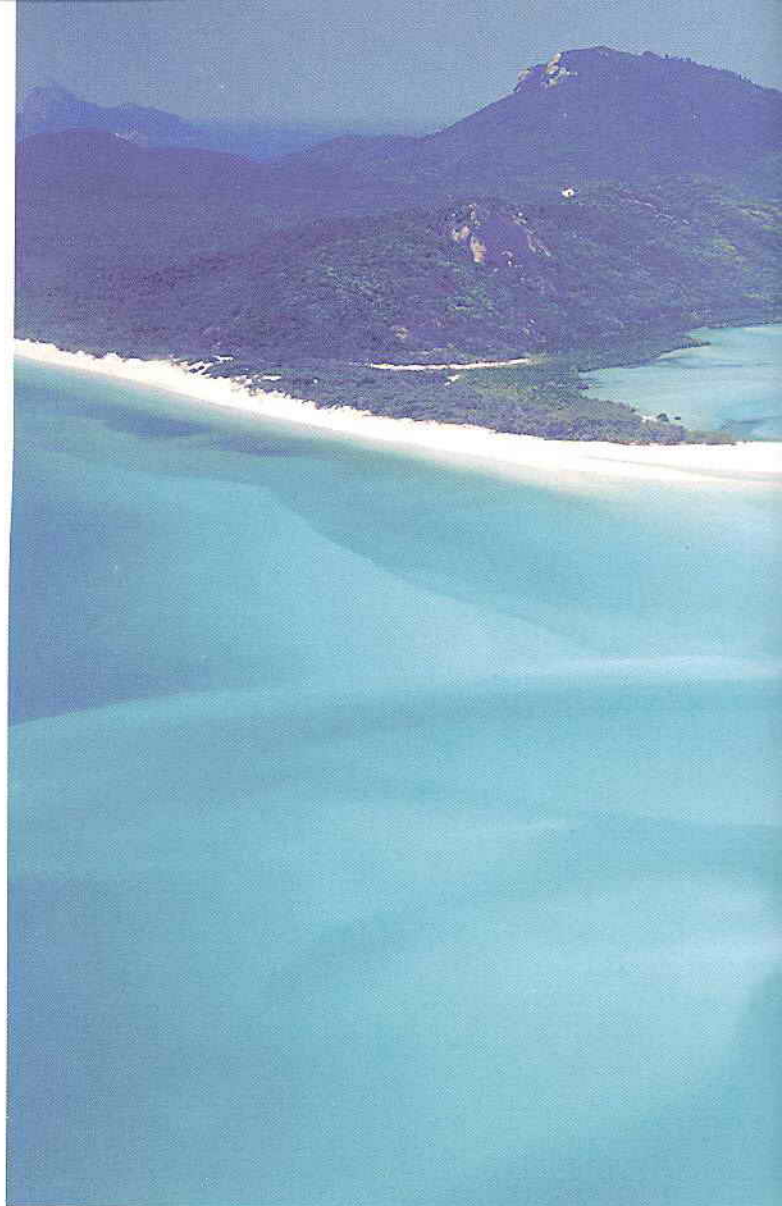


## Тропические регионы

Несмотря на то что свет может глубоко проникать в прозрачные воды тропических морей, отсутствие смены сезонов приводит к тому, что здесь наблюдается недостаточное перемешивание между поверхностными и глубокowodными слоями. Большая часть богатых питательными веществами вод в тропиках лежит ниже 150 м, а самая высокая концентрация питательных элементов обнаружена на глубине 500—1000 м. Как следствие, рост фитопланктона, который возможен только в поверхностных слоях океанских вод, резко ограничен. Нехватка питательных элементов в тропических поверхностных морских водах сказывается на низкой концентрации фитопланктона, которая составляет всего 1 % от этого же показателя в поверхностных водах умеренных зон. Однако существуют и исключения. Экваториальные апвеллинги приносят питательные вещества поверхностных вод в восточную часть Тихого океана, которые, в свою очередь, снабжают пищей анчоусов у побережья Перу. Прибрежные апвеллинги также приносят значительные объемы питательных веществ в тропические прибрежные регионы, например к северо-западным берегам Марокко и Юго-Западной Африки. Коралловые полипы предоставляют питательные вещества, которых не хватает в морской воде, что повышает первичную продукцию симбиотических коралловых водорослей — зооксантелл. Коралловые рифы создают условия для роста морских водорослей.

### ГОЛУБАЯ ПУСТЫНЯ

Спутниковые фотографии поверхности моря показывают, что в центральных тропических регионах океанов в течение года наблюдается минимальное первичное воспроизводство фитопланктона. Эти регионы иногда называют голубыми пустынями, потому что здешние воды глубоки, прозрачны, но бедны морской жизнью. Не имея основы пищевых цепочек — фитопланктона, — мелкие животные здесь почти не обитают, и только крупные животные, такие как голубые марлины и альбатросы, чувствуют себя вольготно в этих водах и над ними.







▲ **Прозрачные, синие мелкие прибрежные воды** и белые коралловые пески островов Уитсанди на Большом Барьерном рифе (Австралия) привлекают большое количество туристов. Прозрачность воды делает эти места особенно привлекательными для ныряльщиков и аквалангистов, изучающих подводную жизнь рифа.

◀ **Обильный фитопланктон**, служащий пищей более крупным животным в пищевых цепочках умеренных и полярных регионов, на коралловых рифах отсутствует. Вместо этого животные питаются частицами органического материала, образующегося при распаде водорослей и кораллов. Многие мелкие рыбы и беспозвоночные питаются мукусом, который вырабатывают кораллы.

◀◀ **Коралловая экосистема планеты**  
Земля является гигантским трансформатором вещества и энергии, доля которого в глобальном круговороте очень велика.

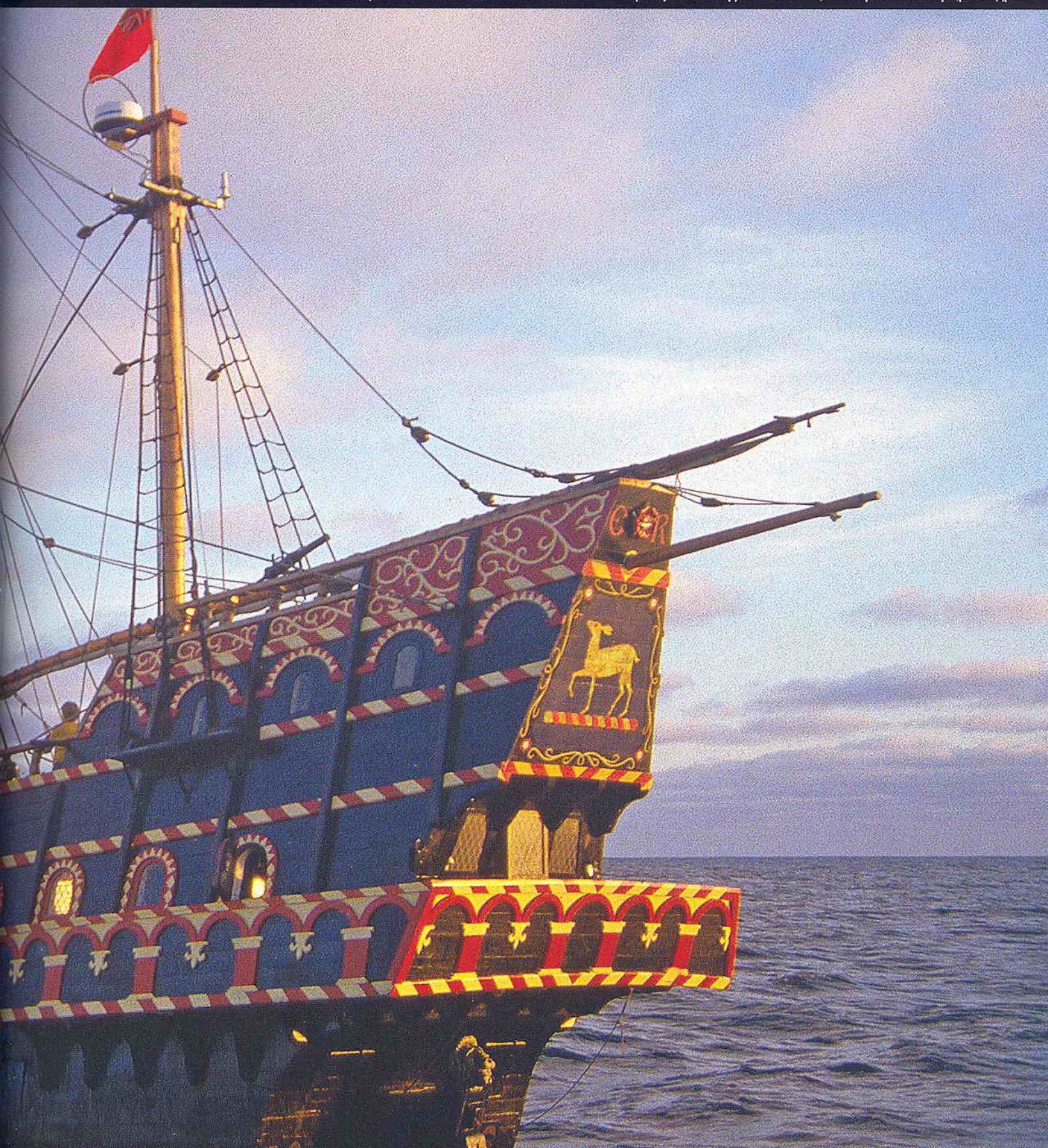


# Исследование океана





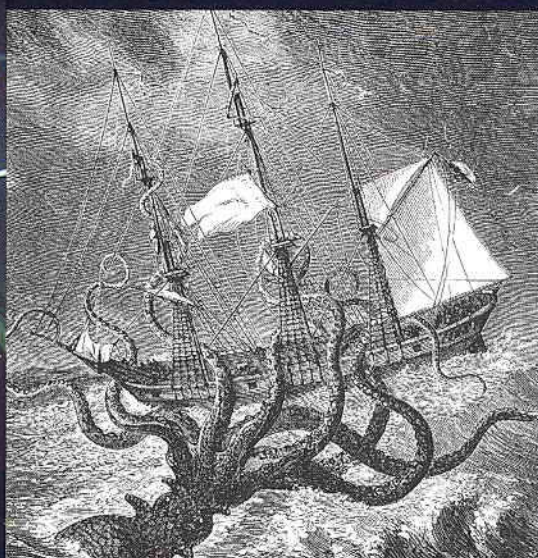
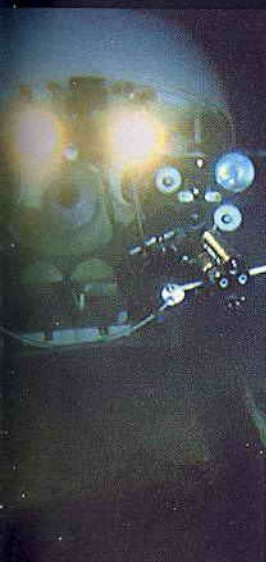
Современная копия галеона XVI в. «Золотая лань» с прямоугольной парусной оснасткой, на котором плавал сэр Фрэнсис Дрейк





# Исследование океана

Океан с его богатствами и красотами издавна завораживал людей, но потребовались целые столетия, чтобы изучить и занести на карты его беспредельные водные просторы. Сегодня исследователи океанов опустились в его глубины, столкнувшись со сложными проблемами, не меньшими, чем при полетах в космос.



История освоения океана	68
Мифы об океане	70
Путешествия древности	72
Океанские просторы	74
Открытие Антарктиды	76
Современные суда	78
Морская археология	80
5000 лет океанографии	82
Океанографические центры	84
Картография океанов	86
Исследования водной толщи	88
Исследования морского дна	90
История подводных аппаратов	92
Обитаемые подводные аппараты	94
«Алвин»	96
Необитаемые подводные аппараты	98
Эволюция водолазного костюма	100
Современные погружения	102



# История освоения океана

**8000—7000 лет до н.э.** — первые долбленные лодки на северо-западе Европы и тростниковые лодки в Месопотамии и Египте используются для плавания по рекам и в прибрежных водах морей.

**4000 лет до н.э.** — установлены регулярные торговые маршруты по Нилу и водам вокруг его дельты.

**4000—3000 лет до н.э.** — на Ниле появляются первые одномачтовые лодки с прямоугольным парусом.

**2750 г. до н.э.** — первая зарегистрированная исследовательская экспедиция из Египта.

**1200 лет до н.э.** — финикийцы совершают торговые рейсы между Средиземным морем, Британскими островами и Западной Африкой на обшитых досками судах с килем. Перевозятся олово, золото, специи и драгоценные камни.

**1000 лет до н.э.** — полинезийцы достигают берегов островов Тонга и Самоа.

**325 г. до н.э.** — греческий мореход Питеас достигает Британии и связывает фазы Луны с приливными явлениями.

**300-е гг. до н.э.** — в Китае изобретают компас, необходимый для путешествий вдали от берегов и в ночное время.

**Около 100 г.** — в Китае изобретен руль, что делает возможным строительство относительно крупных океанских судов.

**200 г.** — в Китае строят первые многомачтовые суда.

**200—300 гг.** — арабы и римляне совершенствуют парусную оснастку и такелаж, что позволяет судам двигаться против ветра.

**500 г.** — полинезийцы пересекают Тихий океан и осваивают Гавайи.

**780 г.** — викинги пересекают Северное море и совершают набеги на северо-западное побережье Европы.

**850 г.** — полинезийцы достигают Новой Зеландии.

**1000 г.** — Эрик Рыжий прибывает из Исландии в Гренландию.

**1000 лет назад** — Лейф Эрикссон достигает берегов Северной Америки через Гренландию.

**1400—1500 гг.** — в Северо-Западной Европе строятся трехмачтовые суда с массивным корпусом для перевозки груза и припасов.

**1405—1433 гг.** — китайцы исследуют Индийский океан и огибают мыс Доброй Надежды.

**1488 г.** — португальский мореплаватель Бартоломео Диас (1457—1500) огибает мыс Горн.

**1492 г.** — генуэзец Христофор Колумб (1451—1506) совершает первое путешествие в Америку. Экспедиция снаряжается под патронажем короля Фердинанда Арагонского и королевы Изабеллы Кастильской.

**1497 г.** — португальский мореплаватель Васко да Гама (1469—1542) морем проходит от Португалии до Индии.

**1522 г.** — португальский мореплаватель Фернан Магеллан (1480—1521) совершает первое кругосветное путешествие и дает название Тихому океану, практически были доказаны шарообразность Земли и наличие единого Мирового океана.

**1526 г.** — венецианец Себастьян Кабот (1479—1557) начинает исследование побережья Бразилии.

**1606 г.** — голландец Виллем Янсзон (1571—1638) становится первым европейцем, доплывшим до Австралии.

**1610 г.** — англичанин Генри Гудзон (ок. 1550—1611) исследует часть Северного Ледовитого океана и Гудзонов залив.

**1642 г.** — Абел Тасман (1603—1659) первым из европейцев достигает берегов Тасмании, Новой Зеландии, островов Тонга и Фиджи.

**1725 г.** — российский исследователь, выходец из Дании, Витус Беринг (1681—1741) начинает исследования морей, омывающих северо-восток Сибири и Аляску, открывает морской путь вокруг Сибири в Китай.

**1768 г.** — англичанин Джеймс Кук (1728—1779) совершает исследовательское путешествие на Таити, наносит на карту северное побережье Австралии.

**1772 г.** — вторая экспедиция англичанина Джеймса Кука.

**1774 г.** — испанский мореход Хуан Перес (1725—1775) исследует западное побережье Северной Америки от Мексики до острова Ванкувер.

**1777 г.** — в Йоркшире, Англия, построено первое судно с железным корпусом.

**1783 г.** — Жоффруа д'Абанс (1751—1832) строит первое колесно-паровое судно во Франции.

**1786 г.** — французский морской офицер Жан Франсуа Лаперуз (1741—1788) начинает свое кругосветное путешествие и картирование Австралии.

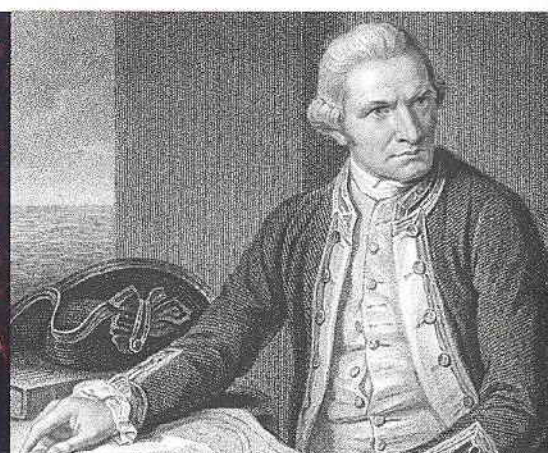
**1795 г.** — Метью Флиндерс (1774—1814) наносит на карту побережье Австралии.



Около 8000 лет до н.э. — лодки с прямоугольными парусами перевозят товары и пассажиров по Нилу.



1526 г. — известный мореплаватель Себастьян Кабот по поручению короля Испании исследует побережье Бразилии.



1768 г. — англичанин Джеймс Кук начинает свое первое путешествие, достигнув в 1770 г. Новой Зеландии и Австралии.



1807 г. — спущено на воду первое торговое паровое судно «Клермонт» для перевозки грузов и пассажиров между Нью-Йорком и Олбани.

1819 г. — паровое судно «Саванна» совершает первое путешествие через Атлантику.

1820 г. — русские мореплаватели Фаддей Фаддеевич Беллинсгаузен (1778—1852) и Михаил Петрович Лазарев (1788—1851) проходят Южный полярный круг, практически доказав существование Антарктиды.

1823 г. — британский морской офицер Джейм Уэдделл (1787—1834) открывает море, названное его именем.

1831 г. — Чарлз Дарвин (1809—1882) отправляется в пятилетнее путешествие на борту корабля «Бигль». Офицер британского флота Джеймс Кларк Росс 1 июня открывает Северный магнитный полюс.

1836 г. — Ф. Петтит-Смит (1808—1874) получает британский патент на гребной винт.

1838 г. — паровое судно «Грейт Вестерн», сконструированное британским инженером И. К. Бруннелом (1806—1859), начинает первые регулярные рейсы через Атлантику.

1841 г. — Джеймс Кларк Росс (1800—1862) заносит на карту значительную часть антарктического побережья и открывает море Росса.

1845 г. — «Грейт Британ» И. К. Бруннела — первое судно, снабженное гребным винтом и стальным корпусом, пересекло Атлантический океан.

В США спущен на воду «Рейнбоу», первый клипер.

1859 г. — спущен на воду «Грейт Истерн», сконструированный И. К. Бруннелом, он сочетает гребные колеса с гребным винтом. Это судно остается самым крупным морским кораблем почти пятьдесят лет.

1872 г. — официальное начало первой кругосветной океанографической экспедиции на британском военном судне «Челенджер».

1877 г. — начало научных рейсов для исследования побережья на судне США «Блейк» под руководством А. Агассиса (1835—1910).

1886 г. — Готтлиб Даймлер строит первое судно с двигателем внутреннего сгорания.

1893 г. — норвежец Фритьоф Нансен (1861—1930) достиг 86° с. ш., дрейфуя на судне «Фрам» с арктическими льдами.

1895—1898 гг. — Джошуа Слокам (1844—1910) совершает первое кругосветное путешествие на небольшом шлюпе «Спрей».

1897 г. — канадец Чарлз Парсонс (1854—1931) строит судно «Турбиниа», чтобы доказать большие возможности морских паровых турбин. Достиг скорости 34 узла (34 мили в час).

1900 г. — итальянский инженер Энрико Форланини (1848—1930) построил первое судно на подводных крыльях.

1902 г. — во Франции спущено на воду первое дизельное судно «Пети Пьер».

1910 г. — датский торговый корабль «Зеландия» стал первым океанским дизельным судном.

1912 г. — российский гидрограф, полярный исследователь Георгий Яковлевич Седов (1877—1914) организовал экспедицию к Северному полюсу на судне «Св. Фока».

1925 г. — начало экспедиции судна США «Метеор» с первым эхолотом для картирования морского дна.

1947 г. — датский антрополог Тур Хейердал (1914—2002) отправляется в экспедицию на бальсовом плоту «Кон-Тики».

1949 г. — с этого времени советское научно-исследовательское судно «Витязь» совершило 65 экспедиций в Дальневосточные моря, Тихий и Индийский океаны.

1957 г. — советским исследовательским судном «Витязь» была измерена максимальная глубина Марианского жёлоба (11 022 м). Она является также наибольшей глубиной Мирового океана.

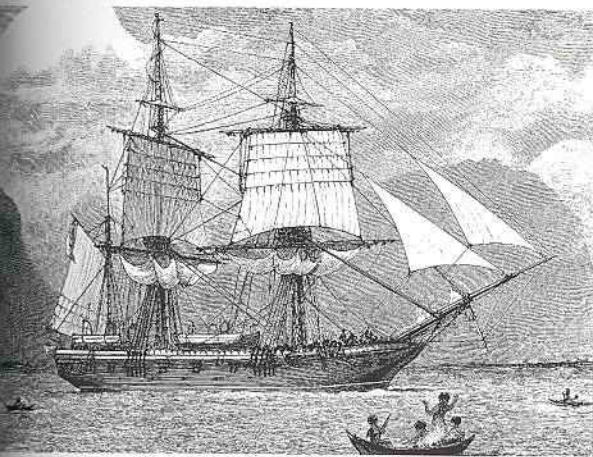
1958 г. — атомная подводная лодка США «Наутилус» совершает поход под арктическим паковым льдом, пройдя под Северным полюсом.

1959 г. — первые суда-атомоходы вошли в состав флотов — советский ледокол «Ленин» и торговое судно США «Саванна».

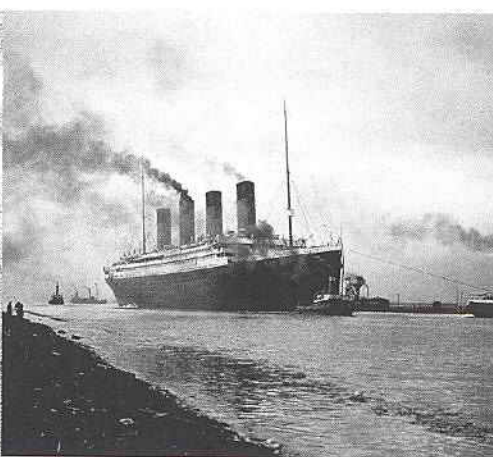
1962 г. — поход советской атомной подводной лодки «Ленинский комсомол» под льдами Северного Ледовитого океана. Дважды пересечен Северный полюс.

1969—1970 гг. — экспедиция Тура Хейердала на папирусной лодке «Ра», которая была построена согласно древнеегипетским описаниям.

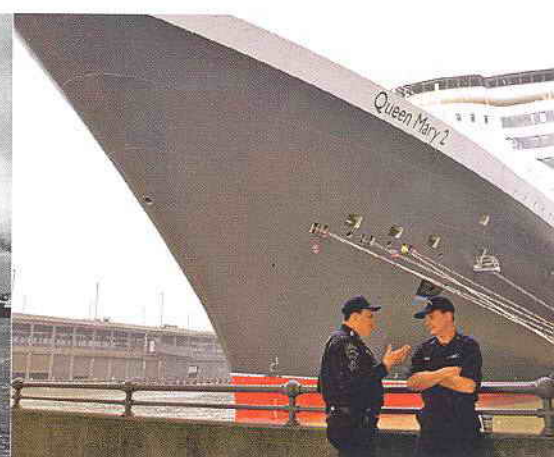
1988—1997 гг. — в этот период российское научно-исследовательское судно «Академик Мстислав Келдыш» совершило с аппаратами «Мир» более 20 экспедиций в различные районы Мирового океана. Аппарат «Мир-1» произвел 191 погружение, аппарат «Мир-2» — 198 погружений.



1831 г. — Чарлз Дарвин начинает пятилетнюю экспедицию по сбору информации для подтверждения своей теории эволюции.



1912 г. — «Титаник» начинает свой первый рейс из Англии, закончившийся столкновением с айсбергом в районе Ньюфаундленда.



2004 г. — спущено на воду судно «Куин Мэри-2». Это крупнейший пассажирский лайнер — его длина 345 м.



## Мифы об океане

Развитие многих цивилизаций было тесно связано с морем, что отразилось в их культуре — морю посвящены многочисленные мифы, легенды, предания, у моря были свои божества, которым люди поклоняются до сей поры. Наиболее обширные культурные ассоциации с морем нашли выражение в названиях групп островов Океании. Людям издавна было свойственно наделять море и его многочисленных обитателей мистическим и религиозным значением. Например, представители туземного населения северо-западной части Тихого океана до сих пор вырезают столбы-тотемы, олицетворяющие сущность и щедрость океана. Обширнейший пантеон древнегреческих и древнеримских богов, как и многочисленные легенды, ставшие неотъемлемой частью культуры этих цивилизаций, указывают на огромное значение морей для их развития.

► Картина *«Роже и Анжелика»* Жана Огюста Доминика Энгра (1780—1867) изображает героя верхом на гиппогрифе (мифологическое животное, наполовину лошадь, наполовину гриф), спасающего Анжелику от морского чудовища.

▼ Согласно представлениям древнегреческой мифологии, Земля — плоский диск, окруженный бескрайним водным потоком. Это изображение бога водной стихии Океана, олицетворяющего этот поток.



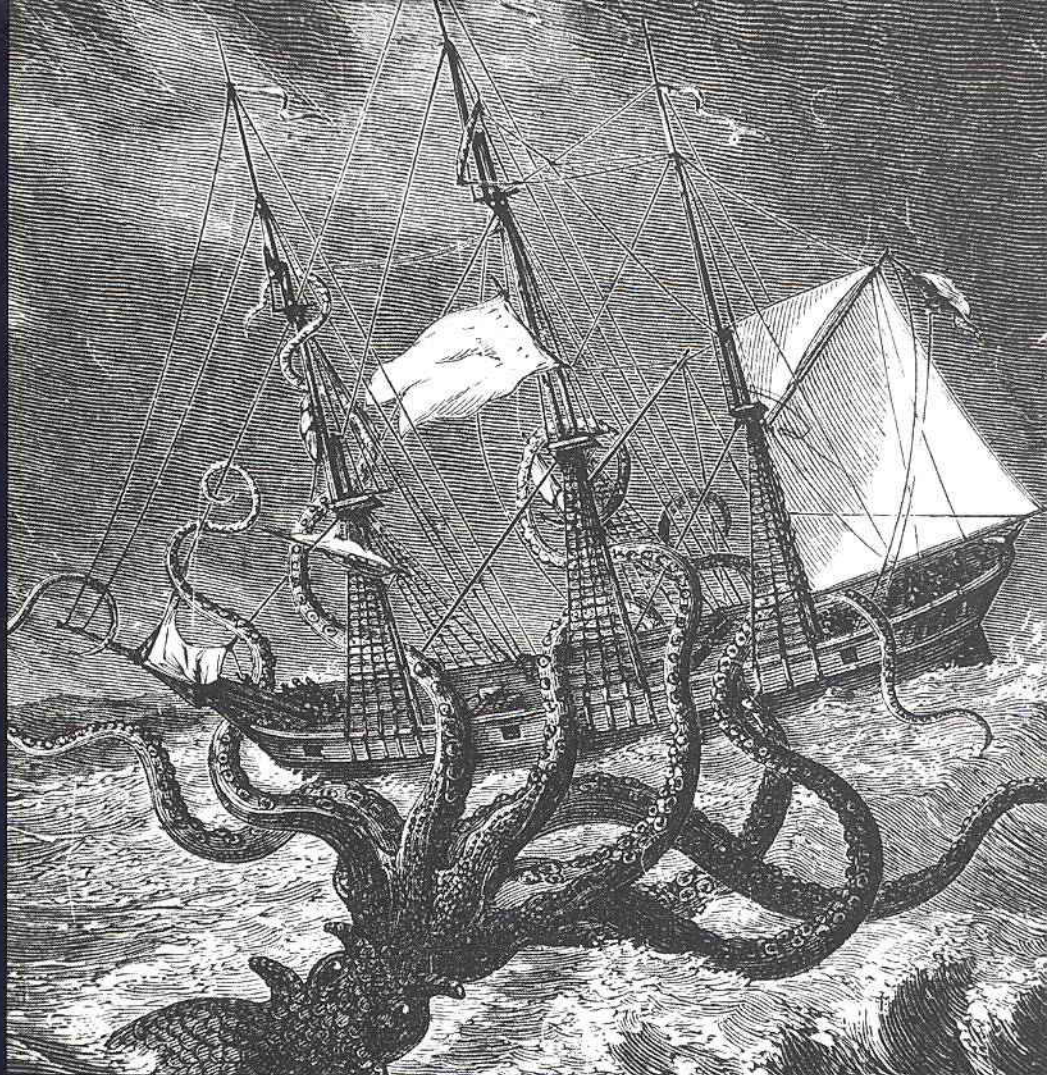


## СОВРЕМЕННЫЙ МИФ

Бермудский треугольник — регион в тропической зоне Атлантики между Бермудскими островами, Флоридой и Пуэрто-Рико — стал современным мифом, связанным с морем. Предполагают, что там произошли многие таинственные исчезновения кораблей и самолетов. Множество гипотез выдвигалось в попытках объяснить эти катастрофы. Однако оказалось, что и другие участки Мирового океана при сходных погодных условиях и напряженности морского движения ненамного отстают от Бермудского треугольника по количеству исчезновений воздушных и морских судов.

► **Кракен**, легендарное морское чудовище из скандинавской мифологии, поднимается из морской пучины и нападает на корабли. Возможно, эта легенда основана на описаниях встреч мореплавателей с гигантским кальмаром.

▼ **Сирены, дочери речного бога Ахелоя и музы Мельпомены**, завлекали моряков своим чарующим пением в гибельные места. Одиссей перехитрил их, заставив членов своей команды заткнуть уши воском, сам же привязал себя к мачте, чтобы слышать волшебные голоса сирен. «Сирены». Эдуард Вейт, 1895 г.





# Путешествия древности

В Египте найдены древнейшие свидетельства того, что морские путешествия совершались еще 5000 лет назад. Примерно в тот же период на берегах Средиземного моря и на Ближнем Востоке развивались несколько других цивилизаций, связанных с морем. Имеются свидетельства о длительных морских путешествиях и информация о навигации из финикийских, греческих, персидских, римских и арабских источников. К 1250 г. до н.э. финикийцы совершали торговые рейсы из Средиземного моря к Британским островам и Западной Африке. В Тихом океане примерно за 500 лет до н.э. аборигены Полинезии начали распространение по цепи островов. В Северной Европе викинги первыми вышли за пределы прибрежных вод Скандинавии и примерно за 1000 лет до н.э. достигли Северной Америки.

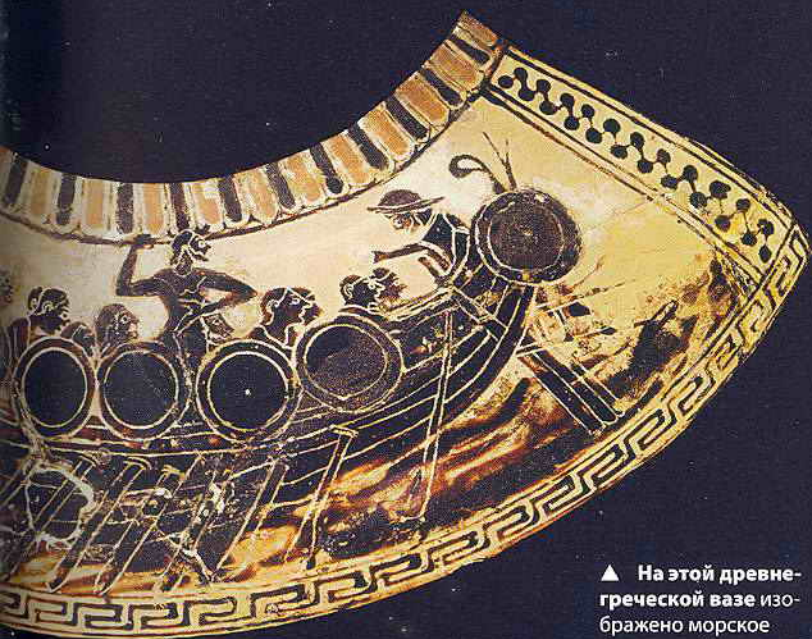


◀ Одна из древнейших в мире сохранившихся карт, вавилонская глиняная табличка, датируется примерно 600 г. до н.э. Вавилон изображен в центре, а весь мир окружен океаном.

▼ На этом древнеегипетском барельефе изображена лодка с пассажирами. Примерно за 3000 лет до н.э. развитие одномачтовых судов с прямоугольными парусами позволило увеличить скорость и размеры кораблей.







▲ На этой древне-греческой вазе изображено морское сражение. Искусство навигации и морская практика были жизненно важны для жителей Древней Греции. Города-государства зависели от морских торговых маршрутов и использовали флоты быстроходных галер для защиты грузовых судов и отражения нападений захватчиков.



▲ На этой мозаике VI в. до н.э. изображены Мертвое море, река Иордан и прилегающие к ним города. Древним исследователям приходилось полагаться на карты, которые оставляли большой простор воображению и не отличались географической точностью.

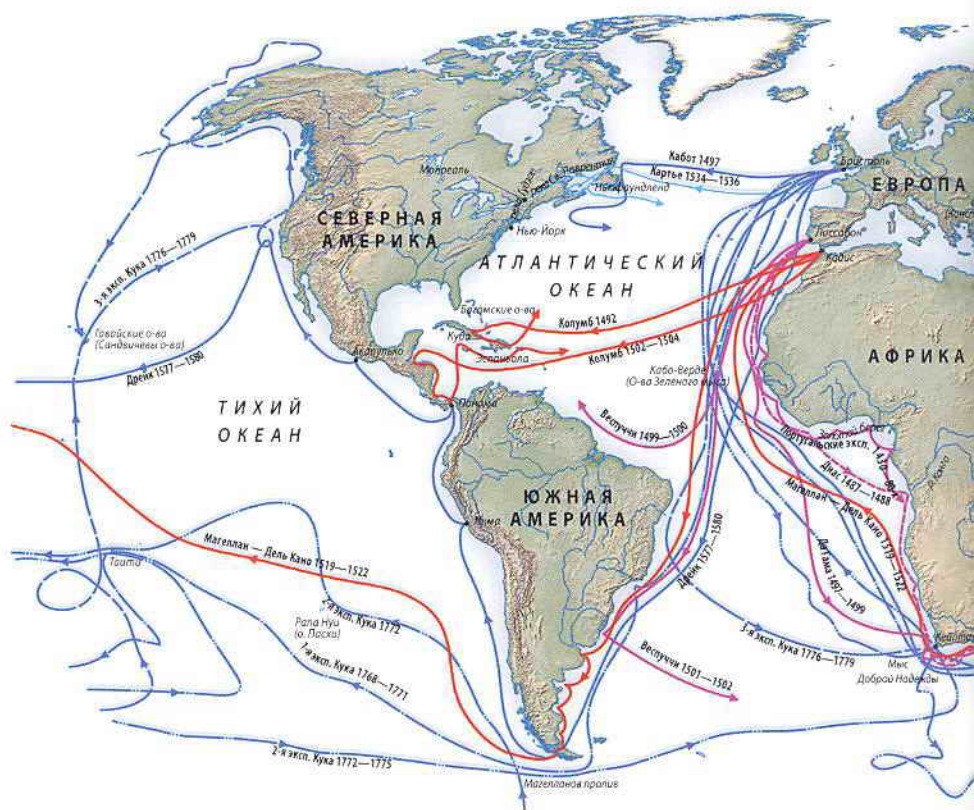
► Это судно, покрытое искусной резьбой, — копия корабля викингов, обнаруженного в Норвегии в 1904 г. Примерно за 1000 лет до н.э. викинги совершали длительные морские походы. Путешествия на копиях древних кораблей викингов с использованием древних методов навигации доказали, что этот тип судов может выдержать условия открытого моря и способен пересечь Атлантический океан.





# Океанские просторы

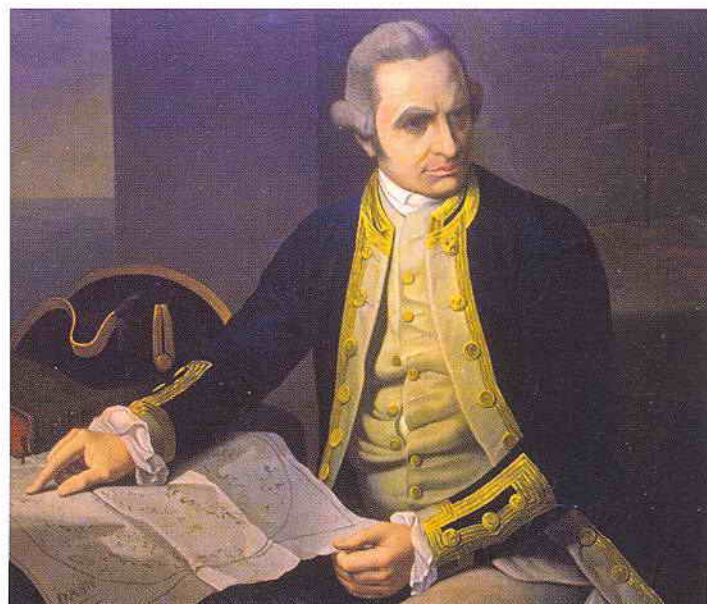
Человеком во все времена двигало стремление к новым открытиям, ему всегда хотелось заглянуть за горизонт. Сегодня на карте мира не осталось белых пятен. Однако на то, чтобы сложить в единое целое мозаику карт различных уголков мира, ушли тысячелетия. Первые материальные свидетельства об исследовательских экспедициях — это описания путешествий египетского мореплавателя, проделавшего путь в Аравию в 2750 г. до н.э. В Тихом океане полинезийцы отправлялись в длительные плавания, используя лодки с выносными уключинами-противовесами и знания в астрономической навигации, достаточные, чтобы достичь островов Тонга и Самоа еще за 1000 лет до н.э. Европейцы, коренное население Америки, китайские и мусульманские исследователи и мореходы смело устремлялись прочь от своих родных земель, благодаря чему океаны и материки постепенно обретали очертания. С развитием познаний и появлением более сложных навигационных инструментов морские экспедиции становились все продолжительнее. К XVIII столетию только негостеприимные моря Антарктики остались не описанными на картах мореплавателей.



▼ **Между 1578 и 1580 гг.** сэр Фрэнсис Дрейк совершил кругосветное плавание на галеоне «Золотая лань», копия которого изображена на этом снимке. Корабль имел всего 37 м в длину, но его команда могла достигать 80 человек.



▼ **Капитан Джеймс Кук** обладал исключительными познаниями в судоводждении и навигации. Он предпринял три крупные экспедиции по изучению океана в период между 1769 и 1779 гг. и собрал богатейший научный материал.







- китайские экспедиции
- испанские экспедиции
- португальские экспедиции
- английские экспедиции
- французские экспедиции
- голландские экспедиции

▼ Секстан был изобретен в 1731 г. на основании более древних инструментов, таких как октан. Секстан способствовал развитию точной навигации.



## АМЕРИКАНСКИЙ МИР

Имеется крайне мало материальных свидетельств о занятиях мореплаванием древних обитателей Америки в доколумбову эпоху. Возможно, причиной тому их географическая изоляция: ацтеков с севера отрезала от моря пустыня, а с юга — джунгли. Инки же оказались заключены в пространстве между Андами и Тихим океаном.

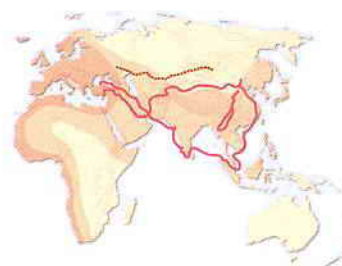


### АМЕРИКАНСКИЙ МИР

- Империя ацтеков
- Мир, известный ацтекам к 1500 г.
- Империя инков
- Мир, известный инкам к 1500 г.

## ЕВРОПЕЙСКИЙ МИР

Во второй половине XV в. путешественники и торговцы из Европы накопили обширные и подробные сведения о землях, считавшихся Старым Светом, от западного побережья Африки до востока Индии. Путешествие Колумба в 1492 г. добавило к имевшимся картам Северную и Южную Америку.

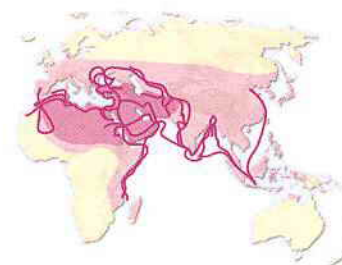


### ЕВРОПЕЙСКИЙ МИР

- Земли, принадлежавшие европейцам
- Мир, известный европейцам до 1492 г.
- Маршруты Карпини, 1245—1247 гг. и Рубрика, 1253—1255 гг.
- Маршрут Марко Поло, 1271—1295 гг.

## ИСЛАМСКИЙ МИР

В XVI в. исламская культура была гораздо более развита, чем культура христианской Европы. Знания мусульман о мире были расширены неумолимым путешественником Ибн-Батуттой, посетившим Индию, Китай, Шри-Ланку, Суматру и Африку.



### ИСЛАМСКИЙ МИР

- Центральная часть исламского мира
- Мир, известный мусульманам к XVI в.
- Маршруты путешествий Ибн-Батутты, 1325—1353 гг.

## АЗИАТСКИЙ МИР

К XV столетию Китай уже был наиболее густонаселенным государством на планете и обладал самыми совершенными на тот момент технологиями. Несмотря на политику изоляционизма, эта страна накопила значительные знания о мире. Адмирал Ченг Хо во времена династии Мин продолжал расширять эти знания, предпринимая дальние морские путешествия.



### АЗИАТСКИЙ МИР

- Территории Китая, Японии и Кореи
- Мир, известный китайцам к 1500 г.
- Маршруты Ченг Хо, 1405—1433 гг.
- Великий шелковый путь



# Открытие Антарктиды

Первое упоминание об исследовании Антарктики датируется XVII столетием. В устных преданиях маори, коренных жителей Новой Зеландии, описываются путешествия полинезийских военных каноэ, поплавших на юг и достигших льдов. Средневековые ученые и мореплаватели предполагали, что существует неизвестный Южный континент, соответствующий ледяным просторам Арктики. Его поиски привели к тому, что в 1501—1502 гг. Америго Веспуччи обнаружил в южной части Атлантического океана о. Южная Георгия, в 1739—1772 гг. французская экспедиция открыла острова Буве и Кергелен, в 1772—1775 гг. английская экспедиция Джеймса Кука совершила плавание вокруг материка, открыла Сандвичеву Землю, достигла  $71^{\circ}10'$  ю. ш., но нигде не встретила другой земли. По окончании плавания Кук высказал предположение о существовании Южного континента только в районе полюса, в местах, недоступных для плавания. Непосредственно открытие и первые исследования Антарктиды как ледяного континента принадлежат русской кругосветной военно-морской экспедиции под руководством Ф. Ф. Беллинсгаузена и М. П. Лазарева на шлюпах «Восток» и «Мирный». В январе—феврале 1820 г. русские корабли четыре раза на близкое расстояние подходили к шельфовому леднику Земли Королевы Мод. Русская экспедиция открыла остров Петра I, Землю Александра I и несколько островов в Южно-Шетлендском архипелаге.

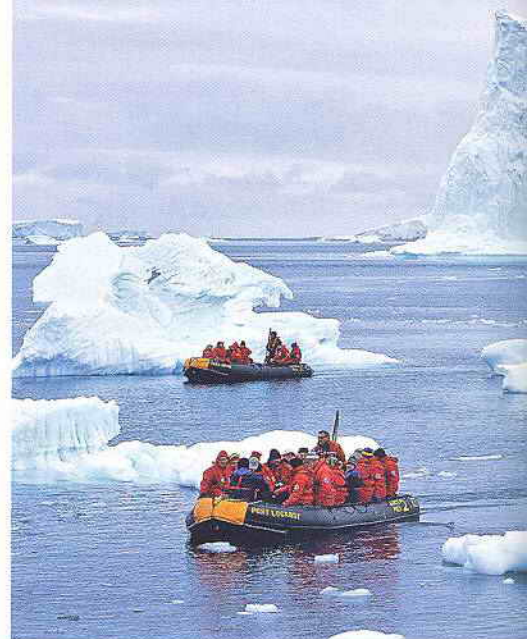
В течение XIX и в начале XX в. крупные европейские державы соперничали друг с другом в исследованиях Антарктики и достижении Южного полюса. Сегодня Антарктида защищена международным договором.

## ► Единственное использование

Антарктиды, разрешенное договором 1961 г., — экологический туризм. Пассажирские суда регулярно посещают этот далекий южный континент.

## ▼ Антарктическая экспедиция США 1928 г.

В следующем году команда из четырех человек совершила первый перелет над Южным полюсом.



## ХРОНИКА ИССЛЕДОВАНИЙ АНТАРКТИДЫ

Год	Событие
1773	Англичанин Джеймс Кук пересек Южный полярный круг и обогнул Антарктиду, но нигде не встретил земли
1819—1821	Русские исследователи Ф. Ф. Беллинсгаузен и М. П. Лазарев на шлюпах «Восток» и «Мирный» открыли континент Антарктида и ряд островов
1819	Уильям Смит открыл Шетлендские острова
1820	Э. Брансфилд и Н. Палмер подошли к Антарктическому полуострову
1823	Британский китобой Джеймс Уэдделл открыл море, названное в его честь, и добрался до самой южной точки континента, ставшей известной к тому времени
1831—1833	Англичанин Дж. Биско совершил плавание вокруг Антарктиды и открыл ряд островов
1838—1840-е	Независимые британская, французская и американская экспедиции, после плавания вдоль береговой линии Антарктиды, подтвердили, что она — континент
1899	Британская экспедиция высадилась на мысе Адэр и организовала первую зимовку
1909	Австралиец Дуглас Моусон достиг Южного магнитного полюса Земли
1911	Норвежец Руаль Амундсен достиг Южного полюса



► Во время второго кругосветного плавания 1772—1775 гг., организованного с целью поисков антарктических земель и детального обследования Новой Зеландии и других островов в Южном полушарии, Джеймс Кук впервые в истории пересек Южный полярный круг, достиг  $66^{\circ}36'$  ю. ш. и летом 1773 г. еще дважды предпринимал безуспешные поиски южного материка. Хотя Кук и полагал, что близ полюса в местах, недоступных для плавания, может находиться материк или земля значительных размеров, он отказался от дальнейших поисков.





#### ОСВОЕНИЕ АНТАРКТИКИ

- Руаль Амундсен  
(Норвегия), 1910—1912
- Фаддей фон Беллинсгаузен  
и Михаил Лазарев (Россия), 1819—1821
- Джон Биско  
(Великобритания), 1830—1832
- Джон Баллени  
(Великобритания), 1839
- Дюмон-Дюрвиль (Франция), 1838—1840
- Адриен де Жерлаш  
(Бельгия), 1898—1899
- Джеймс Кук  
(Великобритания), 1772—1773
- Джеймс Кук  
(Великобритания), 1774—1775
- Отто Норденсьолд (Швеция), 1902—1903
- Натаниэль Палмер (США), 1820
- Джеймс Кларк Росс  
(Великобритания), 1840—1843
- Роберт Фэлкон Скотт  
(Великобритания), 1902—1904
- Роберт Фэлкон Скотт  
(Великобритания), 1911—1912
- Трансантарктическая экспедиция  
Британского Содружества  
(Великобритания), 1957—1958
- Чарлз Уилкс (США), 1839—1840
- Джеймс Уэдделл  
(Великобритания), 1823





# Современные суда

Замена парусов паровой тягой, а дерева — сталью открыла новую эру доступных и надежных транспортных средств. Технологические инновации и строительство все более крупных судов были вызваны соперничеством между судостроительными компаниями за наиболее доходные маршруты. Особенно жестокая конкуренция разгорелась за Северную Атлантику, где большое количество пароходов и оживленное движение парусников породило выражение «Атлантическая переправа». Золотой век огромных трансатлантических лайнеров достиг своей высшей точки в 1930-х гг., когда французское судно «Нормандия» и британское «Куин Мэри» состязались между собой в скорости и комфорте. Однако авиаперевозки, начавшиеся с 1950-х гг., сделали морские путешествия неэкономичными, в результате чего большая часть маршрутов была закрыта. Некоторые суда перешли на обслуживание пассажирских круизов по экзотическим морям, а к середине 1980-х гг. популярность таких путешествий значительно возросла. Кульминацией возрождения океанских лайнеров стал спуск на воду в 2004 г. лайнера «Куин Мэри-2», на сегодня — крупнейшего пассажирского судна в мире.

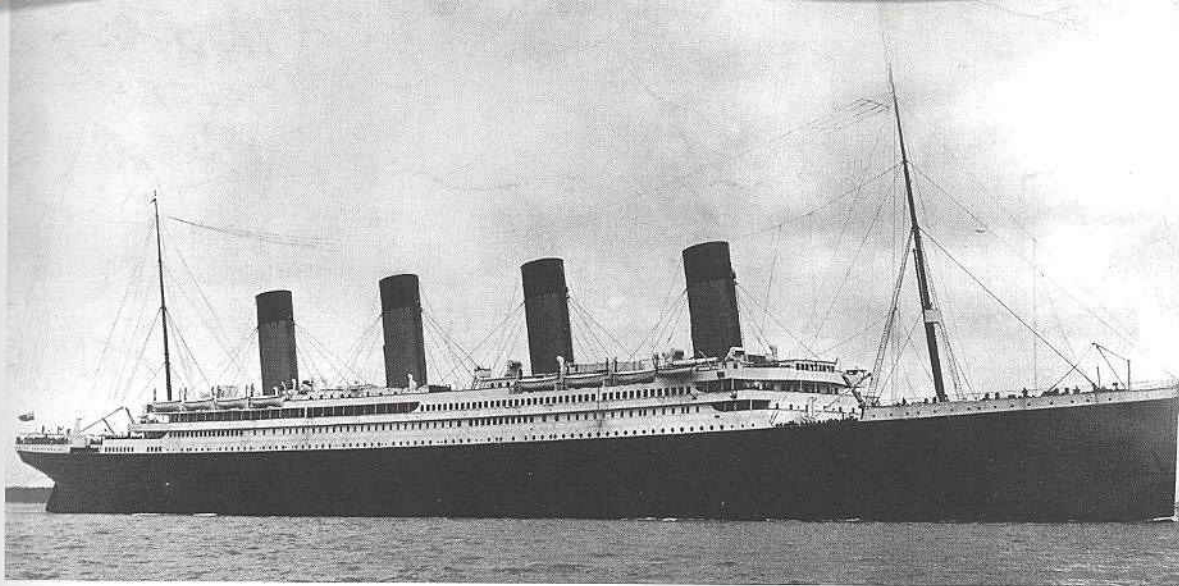
## СИНЯЯ ЛЕНТА

Синяя лента — это виртуальная награда, которая присуждается судну, совершившему самый скоростной трансатлантический рейс между островами Силли и входом в Нью-Йоркскую гавань. Последним завоевал эту награду лайнер «Юнайтед Стейтс». Он проделал весь путь за 3 дня, 10 ч и 31 мин.

▼ Лайнер «Куин Мэри-2» совершил свой первый рейс из Саутгемптона (Англия) в январе 2004 г., имея на борту 2600 пассажиров. «Куин Мэри-2» — крупнейшее пассажирское судно в мире: 347 м в длину и 72,5 м в ширину.







◀ Печально знаменитый «Титаник» был вторым из трех кораблей, построенных для компании «Уайт Стар», вознамерившейся победить конкурентов на трансатлантических маршрутах. Главными конкурентными преимуществами были скорость и комфорт.



◀ До момента спуска на воду «Куин Мэри-2» «Стар Принсес» считался самым крупным транспортным средством в мире, перевозя то же количество пассажиров, что и «Куин Мэри-2». Спрос на круизный отдых продолжает расти, стимулируя постройку все более крупных кораблей с такими услугами, как площадки для гольфа, торговые галереи и даже планетарии.



◀ «Уорлд» — новый вариант традиционного круизного корабля, отправился в свое первое кругосветное плавание в 2002 г. На судне имеются частные апартаменты, арендуемые на условиях таймшера для краткосрочных путешествий. Пассажиры, желающие приобрести каюты в постоянное владение, могут превратить их в личные резиденции.



# Морская археология

Море веками выбрасывало на берег фрагменты затонувших судов и предметы обихода, но еще больше бесценных артефактов оно хранило в своих глубинах. Однако регулярные подводные археологические исследования начались сравнительно недавно. Морская археология обязана своим рождением усовершенствованному аквалангистскому снаряжению. Первые значительные подводные раскопки состоялись в 1960 г. Тогда у Средиземноморского побережья Турции был обнаружен затонувший более 3000 лет назад корабль, перевозивший амфоры с вином. С тех пор были сделаны интереснейшие находки, открыты и извлечены древние корабли, такие как ладьи викингов в Дании, английский корабль XVII в. «Мэри Роуз» и шведский военный фрегат «Васа», поднятый со дна залива недалеко от Стокгольма. Не все объекты морской археологии представляют собой останки затонувших кораблей. Во время недавних раскопок в затопленном порту древней Александрии в Египте были обнаружены фрагменты Фаросского маяка, одного из семи чудес Античного мира.

▼ **Остатки лодки**, затонувшей у восточного побережья Турции в 1025 г., были обнаружены и нанесены на карту при помощи сетки. Груз и другие предметы затем были подняты на поверхность. Средиземное море таит в себе множество бесценных артефактов, накопившихся здесь в течение многовековой истории торговли и навигации по этим водам, известным своими сильными зимними штормами.

► **Шведское военное судно «Васа»** затонуло во время своего первого плавания в 1628 г. и было поднято со дна в 1961 г. Холодные и не столь соленые воды Балтики, а также толстый слой ила защитили корпус от дровоточцев и микроорганизмов, вызывающих гниение. Судно прекрасно сохранилось и стоит в музее, который создали специально для него.









# 5000 лет океанографии

**3800 лет до н.э.** — составлены первые карты с изображением водных путей Египта.

**2300 лет до н.э.** — первое документальное свидетельство о том, что знатный египтянин Харкут возглавляет экспедицию вверх по Нилу к земле Ям (Южная Нубия).

**900 лет до н.э.** — греки впервые используют слово «океан» для обозначения водных просторов.

**800 лет до н.э.** — создана первая морская карта.

**230 г. до н.э.** — Эратосфен заложил основы математической географии. Ему принадлежит первое определение радиуса земного шара.

**200-е гг. до н.э.** — создана астролябия — инструмент для измерения углов между Солнцем, горизонтом и основными звездами. Самая ранняя форма использовалась греческими мореплавателями. Усовершенствованная модель астролябии и спустя века оставалась основным навигационным прибором до XVIII столетия.

**127 г. до н.э.** — Гиппарх (ок. 180 или 190—125 до н.э.) определил наклон экватора к эклиптике (с ошибкой 5'), ввел географические координаты — широту и долготу, что позволило развивать мореплавание.

**1000-е гг.** — викинги используют в мореплавании результаты наблюдений за небесной сферой, в основном за полуденным Солнцем, солнечный компас и Полярную звезду (ночью), чтобы управлять судами в открытом море.

**1419 г.** — португальский принц Энрике, вошедший в историю как Генрих Мореплаватель (1394—1460), создает первую школу навигации.

**1537 г.** — фламандский картограф Герард Меркатор (1512—1594) предложил новые, математически обоснованные принципы построения карт, в которых учитывалась сферическая форма Земли. Метод, называемый проекцией Меркатора, искажает очертания объектов и расстояния при удалении от экватора. Многие другие картографы пытались создавать свои проекции для решения этой сложной задачи, но проекция Меркатора до сих пор остается наиболее применимой.

**1610 г.** — Галилео Галилей (1564—1642) создает телескоп.

**1675 г.** — король Чарльз II (1630—1685) основал Королевскую обсерваторию в Гринвиче с целью составления астрономических таблиц для навигации и в особенности для решения проблемы определения долготы в океане. Широта может быть определена с помощью простого наблюдения Полярной звезды.

**1707 г.** — эскадра адмирала сэра Клаудис-лея Шоуэлла из-за неточности в определении долготы терпит у островов Силли четыре военных корабля, гибнут две тысячи человек, в том числе сам адмирал.

**1714 г.** — в Англии создан Департамент долготы. Он предложил награду в 20 000 фунтов стерлингов за создание практического метода определения долготы в океане. Джон Харрисон (1693—1776) потратил пятьдесят лет на создание хронометра на основе часов с балансовым регулятором.

**1717 г.** — учреждение по указу Петра I Адмиралтейств-коллегии — высшего органа для управления военно-морским ведомством России.

**1730 г.** — Джон Хэдли (1682—1744) создал современный секстан. Секстан Хэдли заменил разнообразные астролябии и другие навигационные приборы, использовавшиеся в те годы. Этот инструмент и по сей день остается надежным помощником мореплавателей, несмотря на внедрение спутниковых систем.

**1760 г.** — Джон Харрисон представляет свой хронометр Департаменту долготы. Появляется простой способ определения долготы в открытом море.

**1769 г.** — Бенджамин Франклин (1706—1790) публикует первую карту с обозначением океанского течения Гольфстрим.

**Нач. XIX в.** — Иваном Федоровичем Круженштерном (1770—1846) и Юрием Федоровичем Лисянским (1773—1837) были выполнены первые научные океанографические работы в открытом океане.

**1835 г.** — Гаспар Кориолис (1792—1843) публикует свое исследование о влиянии вращения Земли на движущиеся объекты, дающее понимание формирования ветров и течений.

**1836 г.** — Уильям Харвей создает первую классификацию морских водорослей.

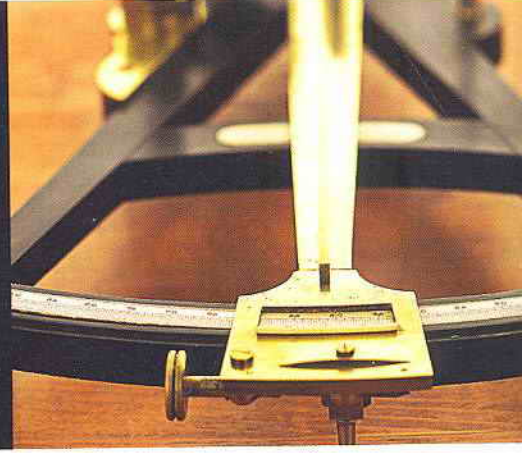
**1843 г.** — Эдвард Форбс представляет свою гипотезу, основанную на результатах экспедиций по изучению донных отложений. Согласно ей богатство морской жизни с глубиной уменьшается, и дно океана полностью лишено жизни. Позднее она была опровергнута. Создана Ливерпульская приливная обсерватория, ныне Океанографическая лаборатория Праудмана. Ее задачей была подготовка прогнозов приливных явлений.



**127 г. до н.э.** — Гиппарх наблюдает и регистрирует звезды с помощью несложных приспособлений.



**1610 г.** — Галилео Галилей создает телескоп, который мог использоваться и для астрономических, и для навигационных измерений.



**1730 г.** — усовершенствование секстана сделало возможным появление сверхточных инструментов.



1855 г. — Мэтью Фонтен Мори (1806—1873) опубликовал «Физическую географию морей» — первый всеобъемлющий труд по океанографии.

1865 г. — Пьетро Секки (1818—1878) применил диск, погружаемый в воду, для измерения степени ее прозрачности. Диск и в настоящее время служит для быстрого описания свойств воды.

1868 г. — Томас Хаксли (1825—1895) выдвинул предположение, что материал, обнаруженный в образцах глубоководных осадочных пород, — живая протоплазма, которая, возможно, дала начало жизни на Земле. Он назвал материал *Bathylus huxleyi*. Позднее было доказано, что субстанция образуется при смешивании солей морской воды со спиртовым консервантом.

1880 г. — Уильям Диттмар определяет и измеряет состав основных солей морской воды.

1884 г. — основана Морская биологическая ассоциация Великобритании.

1891 г. — Джон Мюррей и Альфонс Ранар создают первую классификацию морских осадочных пород.

1902 г. — в Копенгагене создан Международный совет по исследованию моря (ICES).

1905 г. — начало трансляции радиосигнала времени из Вашингтона.

1905 г. — родился Петр Петрович Ширшов (1905—1953), советский океанолог, гидробиолог, исследователь Арктики. Опроверг ошибочное представление о безжизненности Северного Ледовитого океана в высоких широтах.

1910 г. — принц Монако Альберт I создает Океанографический музей и лабораторию для изучения моря.

1912 г. — Альфред Вегенер (1880—1930) представляет во Франкфурте свою гипотезу дрейфа материков.

В связи с гибелью «Титаника» создан Международный ледовый патруль.

Институт биологических исследований Скриппса сливается с Калифорнийским университетом и образует Институт океанографии Скриппса.

1921 г. — основано Международное гидрографическое бюро.

В Москве создан Институт морских исследований, позднее Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, филиал — в Санкт-Петербурге.

1925 г. — экспедиция Германа Метеора начинает первое всеобъемлющее картирование планктона. Испытана также первая система эхолокации.

1930 г. — в Вудсхолле создан Океанографический институт.

1949 г. — в Великобритании создан Национальный институт океанографии. Позднее он становится частью Саутгемптонского океанографического центра.

Создана Геологическая лаборатория Ламон-Догерти, специализирующаяся на подводных геофизических наблюдениях.

1960 г. — Гарри Гесс и Роберт Дизз выдвигают гипотезу о том, что океанские котловины образовались путем выделения раскаленного вещества (спрединга) из срединно-океанических хребтов.

1962 г. — Институт исследований океана входит в состав Токийского университета.

1965 г. — труд Джона Уилсона в соавторстве с другими учеными обосновывает концепцию тектонических плит и подтверждает гипотезу Вегенера о дрейфе континентов.

1968 г. — судно «Гломар Челенджер» с буровой установкой обнаруживает свидетельства, подтверждающие концепцию дрейфа континентов.

В Канаде открывается Бедфордский институт океанографии.

1970 г. — в США создана Национальная администрация по океану и атмосфере (NOAA).

1974 г. — в Таунсвилле, Квинсленд, открыт Австралийский институт морских наук (AIMS).

1977 г. — глубоководный погружаемый аппарат «Алвин» (США) обнаруживает гидротермальные источники и прежде неизвестные сообщества морских организмов в Галапагосской рифтовой зоне.

1978 г. — выведен на орбиту «Сисат» — первый спутник, предназначенный для океанографических исследований.

1980 г. — в Циньдао, Китай, создан первый Институт океанографии (FIO).

1984 г. — во Франции создан Институт исследований моря (IFREMER).

1992 г. — запущен спутник «TOPEX-Посейдон», предназначенный для точных океанографических наблюдений.

1998 г. — британский необитаемый подводный аппарат «Аутосаб» начинает свою первую экспедицию в открытом океане.

Космический аппарат «Галилей» находит подтверждение тому, что на Европе, одном из спутников Юпитера, существует океан.



1855 г. — статьи Мэтью Фонтен Мори стимулируют развитие научных исследований физики океана.

1910 г. — в Монако созданы Океанографический музей и лаборатория.

1987 г. — «Наутил», спущенный на воду IFREMER, способен опускаться на глубину 6000 м.



# Океанографические центры

О значении океанов в деятельности человека можно судить по большому числу крупных океанографических центров во всем мире. Другим индикатором интереса к изучению океанов является то, что правительства многих стран вкладывают значительные средства в создание новых центров, оснащая их самым современным оборудованием и судами. Океаны по-прежнему хранят немало тайн, которые предстоит раскрыть.

## ЦЕНТРЫ ЮЖНОЙ И СЕВЕРНОЙ АМЕРИКИ И АФРИКИ

Бермудская исследовательская биостанция  
 Университет Далхаузи, Департамент океанографии (Канада)  
 Бедфордский институт океанографии, Департамент наук об океане (Канада)  
 Океанографический институт в Харбор-Бранч (Флорида)  
 Научно-исследовательский институт «Аквариум» (Монтеррей-Бей, Калифорния)  
 Институт океанографии (Джорджия)  
 Университет Сент-Джон (Ньюфаундленд)  
 Центр наук об океане (Канада)  
 Католический университет Вальпараисо (Чили)  
 Университет Британской Колумбии (Канада)  
 Институт наук об океане (Канада)  
 Калифорнийский университет, Институт океанографии Скриппса (США)  
 Университет Кейптауна, Центр морских исследований (ЮАР)  
 Университет, Школа наук об океане и Земле (Гавайи)  
 Университет Сан-Паулу, Океанографический институт (Бразилия)  
 Океанографический институт в Вудсхолле (Массачусетс, США)

## ЦЕНТРЫ АЗИИ И АВСТРАЛИИ

Австралийский институт морских наук  
 Морские лаборатории CSIRO (Австралия)  
 Японский центр морских наук и технологий  
 Национальный институт океанографии (Индия)  
 Университет океана в Циньдао (Китай)  
 Университет Гонконга, Институт морских наук  
 Университет Отаго, Департамент морских наук (Новая Зеландия)  
 Токийский университет, Институт исследований океана (Япония)

## ЦЕНТРЫ ЕВРОПЫ

Институт полярных и морских исследований Альфреда Вегенера (Германия)  
 Французский институт исследований моря (IFREMER, Франция)  
 Международное гидрографическое бюро (Монако)  
 Нидерландский институт исследований моря  
 Саутгемптонский океанографический центр (Великобритания)  
 Бретонский университет, Европейский институт моря (Франция)  
 Университет Киль, Институт морских исследований (Германия)



## ЦЕНТРЫ РОССИИ

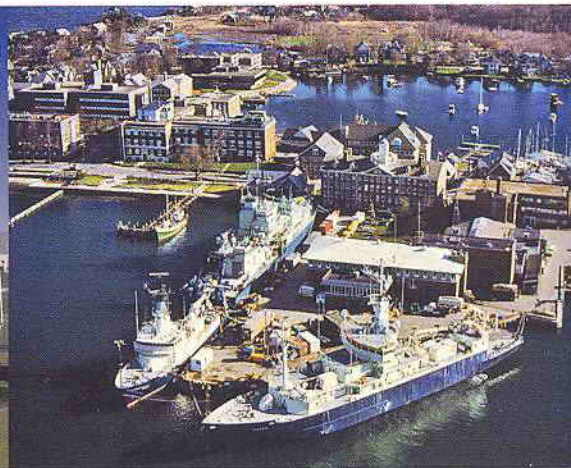
Тихоокеанский океанологический институт ДВО РАН (Владивосток)  
 Институт биологии моря ДВО РАН (Владивосток)  
 Тихоокеанский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Владивосток)  
 Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН (Москва)  
 Государственный океанографический институт Росгидромета (Москва)  
 Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт Росгидромета (Санкт-Петербург)  
 Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (Москва)



**Австралийский институт морских наук (AIMS)** создан в 1972 г. для изучения среды океанов.

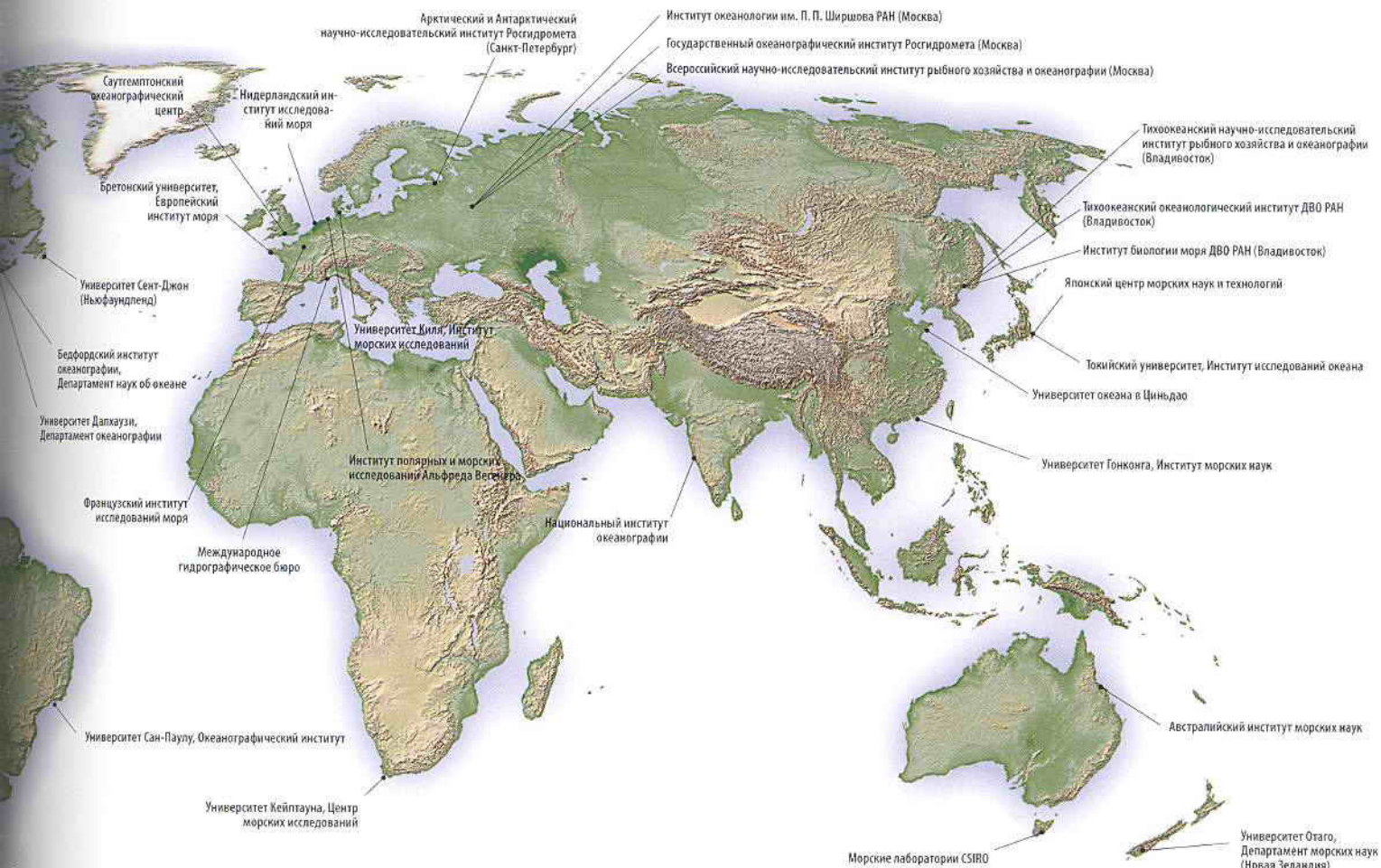


**Институт Альфреда Вегенера** специализируется на изучении полярных регионов и прилегающих к ним морей.



**Океанографический институт в Вудсхолле** — это группа лабораторий, ведущих исследования всех аспектов океанографии.





**Океанографический институт в Харбор-Бранч** ведет исследования от береговой линии до глубинных участков моря.



**Саутгемптонский океанографический центр** был открыт в 1995 г. Он сочетает преподавательскую и научную деятельность.

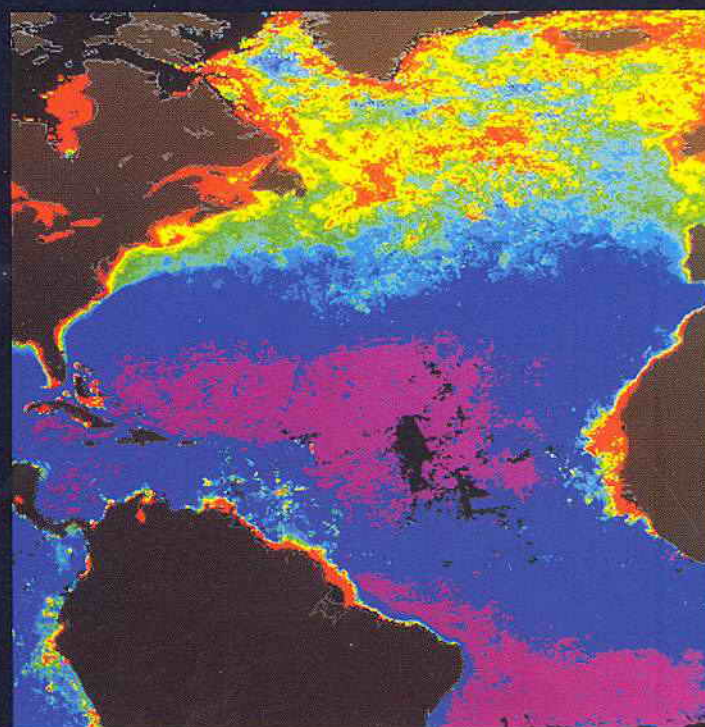
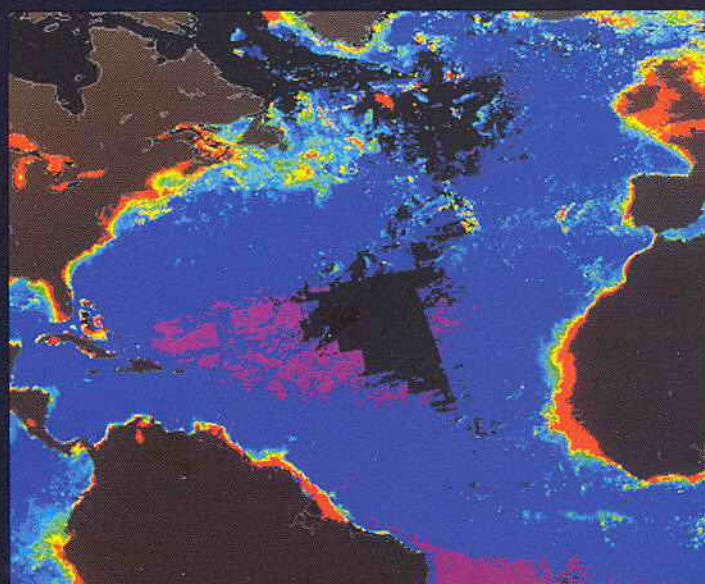


**Японский центр морских наук и технологий** ведет исследования экстремальных условий окружающей среды и изменений климата.



# Картография океанов

Наши познания об основах географии океанов собирались и накапливались на протяжении столетий. Это было связано с техническими проблемами записи и получения информации о чуждой среде обитания, существование в которой для человека связано с риском. Начиная с XVIII столетия, с зарождением современной навигации, стала возможна картография океанов, хотя зачастую еще недостаточно точная. Исправить положение удалось только с созданием летательных аппаратов, и особенно спутников, снимающих земную поверхность начиная с 1970-х гг. Сегодня существует целая наука дистанционного зондирования (с применением авиационных или спутниковых устройств высокого разрешения), которая не только снабжает нас четкими снимками, но и дает богатейшие данные о химических и физических свойствах океанов, таких как температура, содержание хлорофилла, наличие нефтяных разливов и высота волн. Развитие систем гидролокации и регистрации сейсмоактивности, давших детальную информацию о структуре океанских котловин в 1960-х гг., совершило революцию в картографии океанов и геологии морского дна.



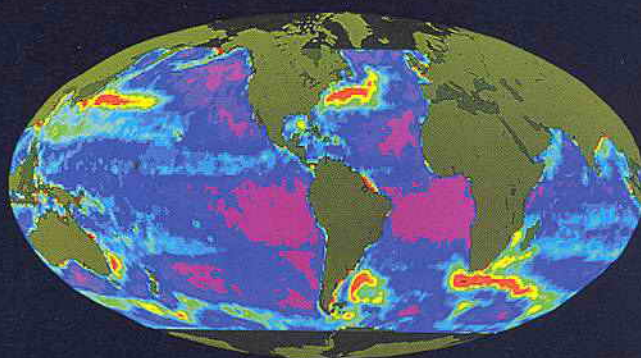
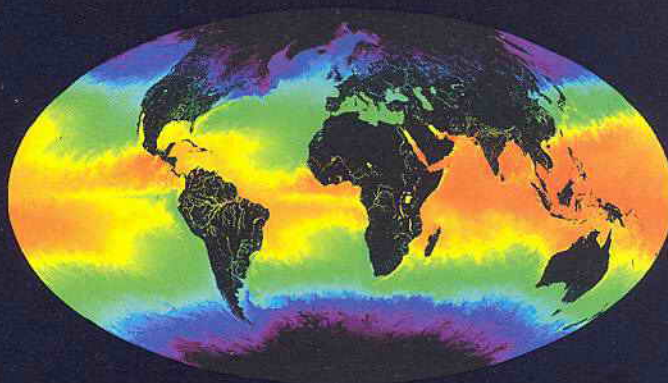
▲ Применяя современные средства навигации, исследовательские суда могут постоянно буксировать устройства гидролокации в широких областях океанского дна. Цветом обозначена высота деталей морского дна: синим — самые низкие, белым — наиболее высокие точки. На снимке вулканы до 2000 м высотой на дне восточной части Тихого океана.

▲ Съемки из космоса демонстрируют изменения в океане во времени, что невозможно отследить с научно-исследовательских судов. Здесь измерения концентрации поверхностного хлорофилла использованы для того, чтобы показать развитие весеннего цветения в Северной Атлантике зимой (вверху) и весной (внизу).



## ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ПОМОЩИ ЗВУКА

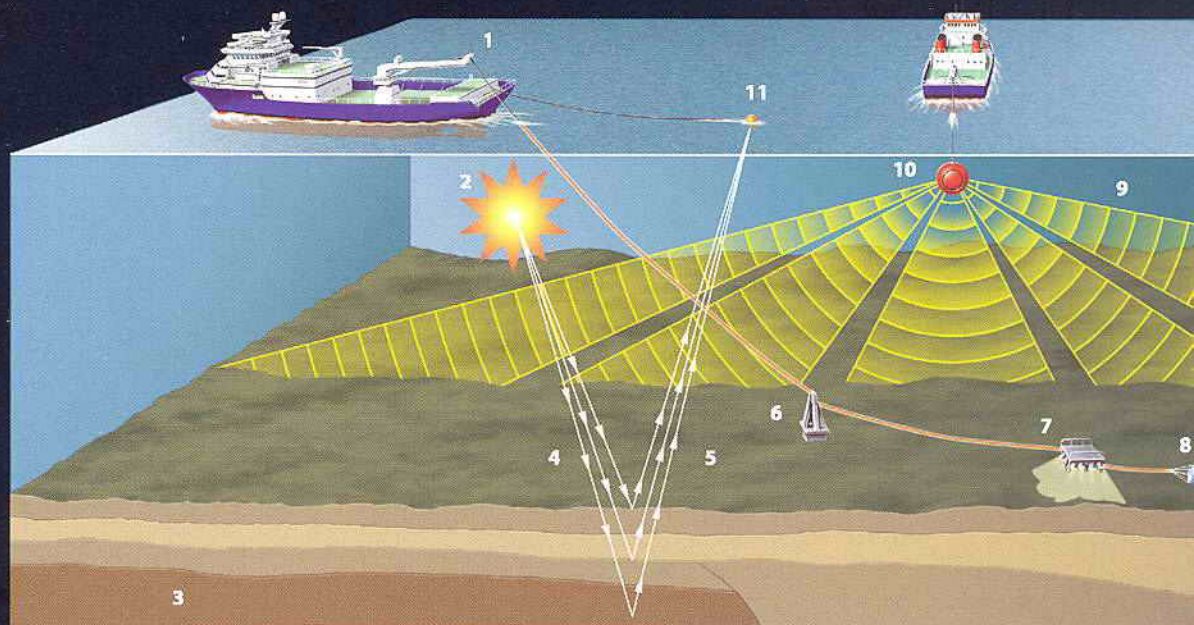
Сканирующий гидролокатор использует пучки звуковых волн, посылаемых с буксируемого источника. Анализ и обработка отраженного сигнала позволяют создать визуальную картину морского дна. Некоторые гидролокаторы способны проникать в верхние донные слои, показывая их структуру. Однако для того, чтобы нанести на карту более глубокие слои океанского дна, необходимо применение сейсмических методов. Интенсивные звуковые сигналы продуцируются мощными подводными электрическими источниками (спаркерами) — пушками, выстреливающими сжатым воздухом или небольшими порциями взрывчатых веществ. Отраженный звук улавливается антеннами гидрофона, буксируемого судном.



Спутниковые инфракрасные сенсоры могут дать нам глобальное изображение (вверху) распределения температуры в океанах путем улавливания тепла с поверхности морской воды. Оранжевым и желтым выделены самые теплые зоны, синим и зеленым — самые холодные. Направления океанских течений (внизу) можно проследить, используя дистанционное зондирование, указывающее их движение в океанах и то, как изменяются во времени их размеры и направление. Течения могут быть обнаружены с использованием сенсоров для измерений незначительных колебаний высоты поверхности океана (радарный альтиметр). Такие течения выглядят как участки, окрашенные в красный цвет.

## КАРТОГРАФИЯ МОРСКОГО ДНА

1. Судно для визуальных и сейсмических наблюдений
2. Мощный источник звука
3. Слоистая структура морского дна
4. Звуковые волны
5. Отраженные звуковые волны
6. Заглубитель троса
7. Камера, подсветка и другие сенсоры
8. Плавающий якорь
9. Акустические сигналы
10. Излучатель сканера
11. Антенна гидрофона





# Исследования ВОДНОЙ ТОЛЩИ

Океанографам, исследующим водную толщу, пришлось изобретать способы забора проб с различных глубин, изучать самые разные процессы, протекающие как на микроскопическом уровне, так и те, что имеют глобальный характер. И хотя для проверки и подтверждения информации, полученной с помощью новейших гидроакустических приборов, до сих пор применяются простейшие сети и батометры, но нынешним океанографам никак не обойтись без современных технологий. Так, развитие подводной фотосъемки и гидроакустики произвело революцию в исследованиях океана.

► **Батометры погружают на строго определенные глубины.**

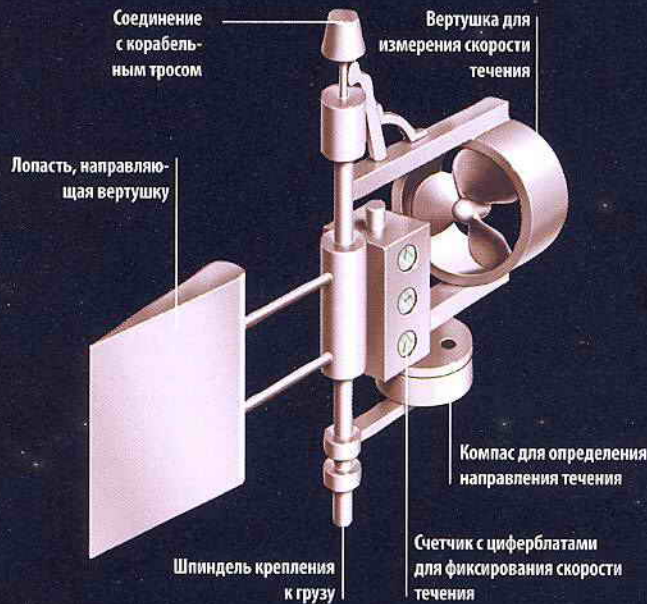
Крышки на каждом конце закрываются по сигналу, поданному с корабля. Это позволяет брать пробы с конкретного участка водной толщи, поднимать их на поверхность и изучать.

▼ **Размеры планктонных организмов таковы,** что их нельзя отлавливать с помощью мелкой сети. Новейшие планктонные ловушки — это парные сети с ячейей двух размеров, которые берут из водной толщи пробы планктона широкой размерной шкалы.





## ПРИБОР ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ ТЕЧЕНИЯ



## ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЗВУКА

Гидролокатор был впервые использован в 1930-х гг. для получения изображения очертаний морского дна. С тех пор ученые научились применять эти приборы для изучения физических процессов в водной толще, таких как течения. Их можно фиксировать по разнице температур или солёности, определяемых акустически. Однако эта технология оставалась неэффективной до начала 1980-х гг., когда получил свое развитие доплеровский акустический измеритель течений (ADCP). Ученые быстро пришли к выводу, что этот прибор можно также использовать для исследования движения планктона. Сегодня при помощи сонара стали возможны количественная съемка планктона и определение размеров составляющих его организмов.

◀ **Измерения движения водных масс** можно совершать с помощью поверхностных дрейфующих буйев или простых измерителей скорости течений, таких как изображенный на рисунке.

▼ **Планктонные сети медленно буксируют** в воде, горизонтально или вертикально, так что вода проходит насквозь, оставляя в ловушке водные организмы.





# Исследования морского дна

Забор проб с морского дна можно уподобить попытке установить закономерности жизни крупного города путем наблюдения за ним с воздушного шара при плотной облачности. Сравните: за время рейса британского военного судна «Челенджер», занимавшегося морскими исследованиями более 130 лет назад, удалось взять образцы с участка морского дна площадью 10 км<sup>2</sup> (общая площадь морского дна составляет 361 млн км<sup>2</sup>). И лишь десятая часть этих образцов была проанализирована полностью, а результаты экспертиз опубликованы в научных журналах. Исследование морского дна можно разделить на два основных направления: взятие проб с поверхности в известных регионах и взятие образцов из конкретных участков поверхностных слоев осадочных пород, покрывающих морское дно. Созданы приспособления для взятия и подъема определенных образцов с наименьшими повреждениями, без потерь материала и без смешивания с материалом водной толщи.



▲ Доставленные со дна образцы анализируются и сортируются. Многие исследовательские суда оборудованы специализированными лабораториями для тщательного изучения материалов.

## Тралы

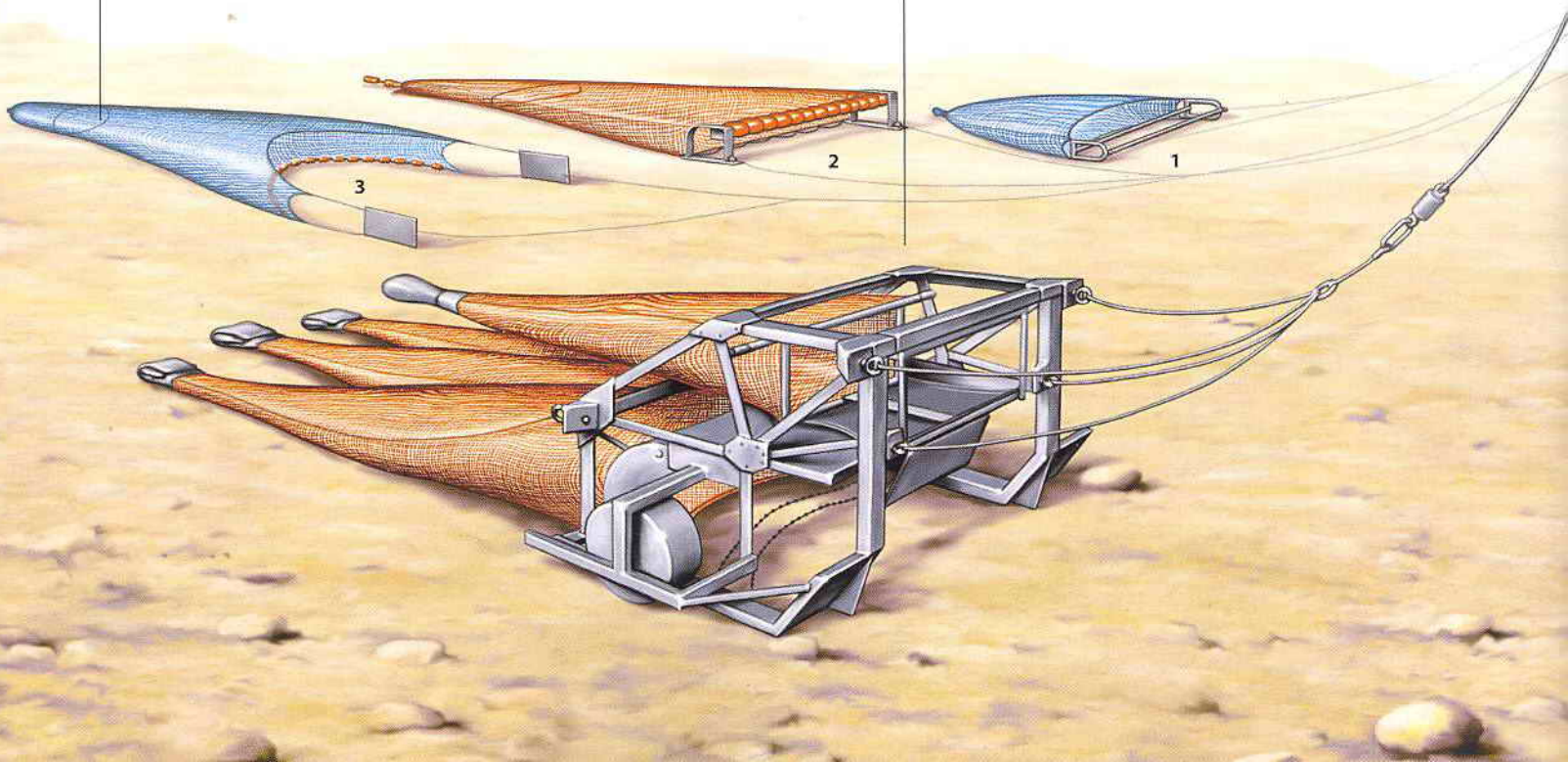
С помощью траления добываются образцы морских животных, но тралы повреждают дно. Можно сказать, что результат траления — скорее количественные показатели, чем качественные.

1. Трал Агасси используется в основном в прибрежных водах и может иметь ширину до 3 м.

2. Входное отверстие лучевого трала на рамке может раскрываться до 6 м, но сложности в эксплуатации ограничивают его размер. 3. Трал с отводителями может быть шире, до 14,5 м, потому что у него вместо балки имеются наружные отводные доски, раскрывающие створ сети во время подводного траления.

## Элибентический буксируемый трал

с полозьями позволяет брать образцы мельчайших организмов, не остающихся в обычном трале. Вход в сеть при движении по поверхности закрывают пластины на петлях, а колесо курвиметра записывает расстояние, пройденное по морскому дну.



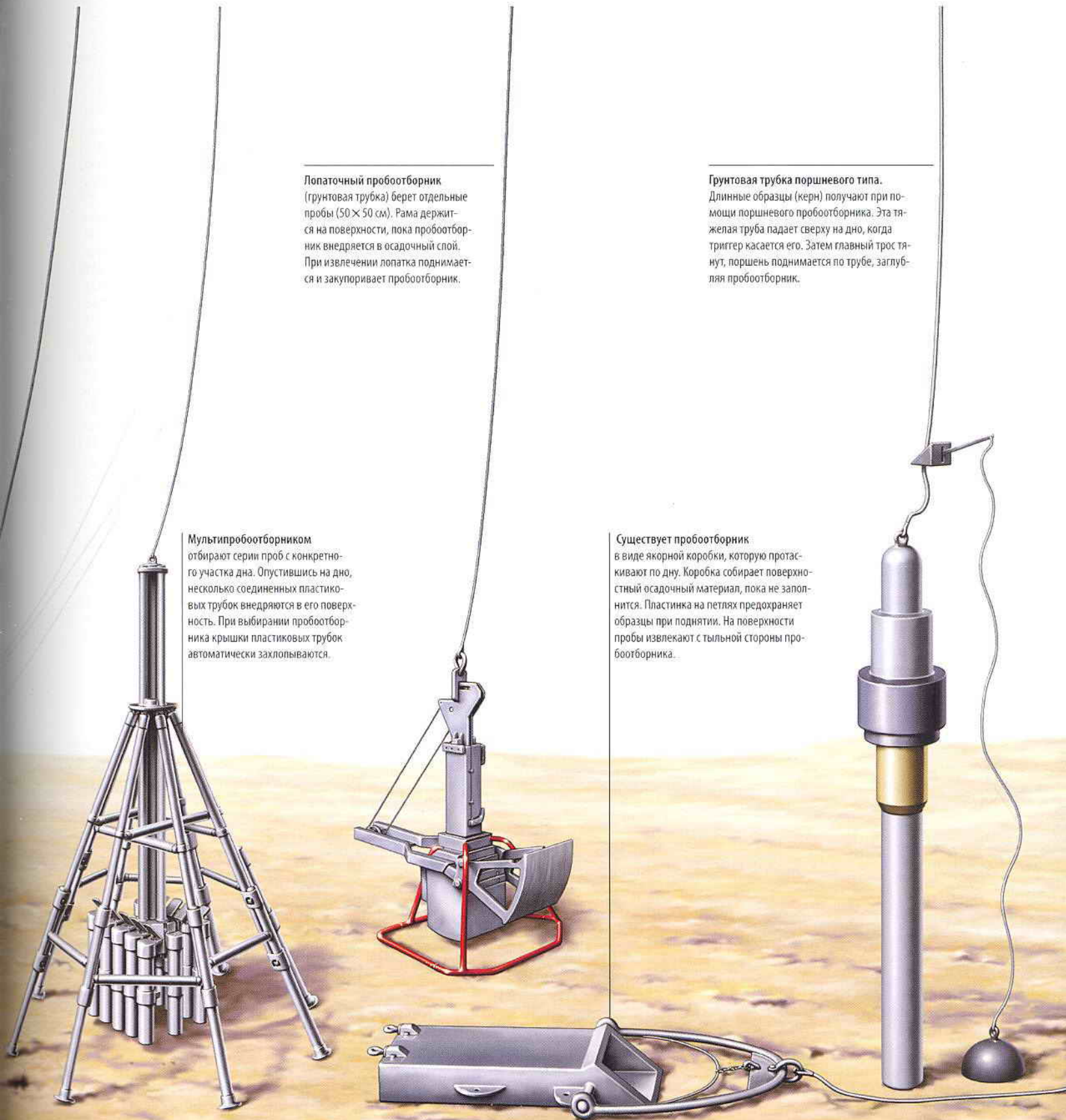


**Лопаточный пробоотборник**  
(грунтовая трубка) берет отдельные пробы (50 × 50 см). Рама держится на поверхности, пока пробоотборник внедряется в осадочный слой. При извлечении лопатка поднимается и закупоривает пробоотборник.

**Мультипробоотборником** отбирают серии проб с конкретного участка дна. Опустившись на дно, несколько соединенных пластиковых трубок внедряются в его поверхность. При вытаскивании пробоотборника крышки пластиковых трубок автоматически захлопываются.

**Грунтовая трубка поршневого типа.** Длинные образцы (керн) получают при помощи поршневого пробоотборника. Эта тяжелая труба падает сверху на дно, когда триггер касается его. Затем главный трос тянут, поршень поднимается по трубе, заглубляя пробоотборник.

Существует пробоотборник в виде якорной коробки, которую протаскивают по дну. Коробка собирает поверхностный осадочный материал, пока не заполнится. Пластика на петлях предохраняет образцы при поднятии. На поверхности пробы извлекают с тыльной стороны пробоотборника.





# История подводных аппаратов

**500 лет до н.э.** — Геродот описывает ныряльщика-грека по имени Сциллис, который во время военных действий перерезал швартовочные тросы флота персидского царя Ксеркса у мыса Артемизиум.

**1538 г.** — первый зафиксированный случай погружения в водолазном колоколе в Испании.

**1620 г.** — голландец Корнелиус Дреббел продемонстрировал королю Англии Джеймсу I свою двенадцативесельную подводную лодку из дерева и кожи. К лодке на поплавках крепились воздушные трубы, подававшие воздух с поверхности.

**1650 г.** — Отто фон Герике создает первый воздушный насос.

**1667 г.** — Роберт Бойль (1627—1691) описывает кессонную болезнь — комплекс болезненных состояний, возникающих у живых существ при быстром изменении давления окружающей среды.

**1690 г.** — Эдмунд Хейли (1656—1742) получает патент на водолазный колокол, соединенный трубой с утяжеленными воздушными бочками, пополняющимися с поверхности. Люди в таких колоколах погружались на глубину до 18 м на 1,5 ч.

**1715 г.** — Джон Летбридж построил гибридную подводную лодку и водолазного костюма, состоявший из дубовой бочки и снабжаемый воздухом при помощи поверхностных насосов. Предполагалось, что ныряльщик может пробыть до получаса на глубине 22 м.

**1720 г.** — по указанию Петра I началось строительство «потаенного» судна — прообраза подводной лодки.

**1776 г.** — американский инженер Дэвид Бушнелл построил субмарину «Черепаша», приводимую в движение самим водолазом. Она должна была стать оружием для нападения на Британский флот в гавани Нью-Йорка.

**1790 г.** — улучшенная версия водолазного колокола Хейли американского изобретателя Джона Смитона (1724—1794) применена для спасательных работ в Рамсгейт-Харбор, Англия.

**1823 г.** — английский изобретатель Чарльз Энтони Дин получает патент на «дымный шлем» для использования при пожаре. Шлем снабжался воздухом через шланг. Вскоре стала понятна перспективность изобретения для подводных погружений.

**1825 г.** — англичанин Уильям Джеймс собрал воедино элементы системы СКУБА (от английских слов *Self-Contained Underwater Breathing Apparatus*). Ныряльщик несет на спине баллоны со сжатым воздухом, пристегнутые к телу ремнем.

**1837 г.** — английский изобретатель Август Зиббе (1788—1872) соединяет шлем Чарльза Дина с водонепроницаемым костюмом из прорезиненного брезента. Закрытые костюм и шлем, снабжаемые поверхностным воздухом, открыли эру современного водолазного дела.

**1839 г.** — усовершенствованный водолазный костюм Зиббе применяется при спасательных работах на британском военном судне «Роял Джордж», затонувшем на глубине 20 м в Спитхед в 1783 г. Через несколько лет использования костюма выяснилось, что водолазы страдают симптомами, похожими на признаки кессонной болезни.

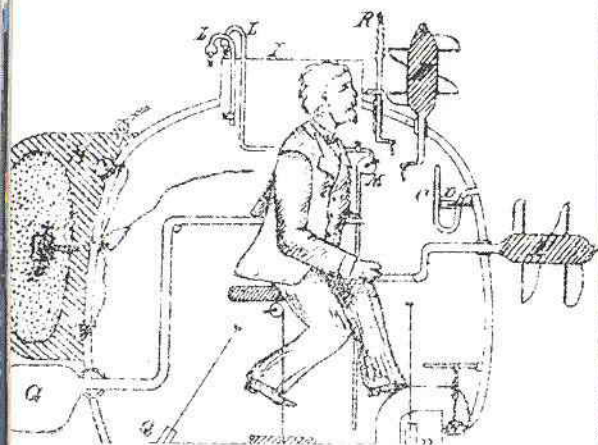
**1843 г.** — в ходе спасательных работ на судне «Роял Джордж» британский Королевский флот открывает первую в мире водолазную школу.

**1855 г.** — Вильгельм Бауэр (Германия) создал субмарину с ручным управлением «Морской дьявол» для российского флота. Устройство совершило 134 погружения, пока не затонуло.

**1863 г.** — спущено на воду подводное устройство «Le Plongeur» («Водолаз») конструкторов Буржуа и Брюна, решившее проблему движителя. Судно длиной 43 м несло большое количество емкостей с воздухом для питания двигателя сжатым воздухом. Техническое новшество состояло также в том, что для опустошения балластных емкостей использовался сжатый воздух.

**1864 г.** — судно «Ханли» стало первой субмариной, потопившей надводный корабль «Хаузатоник» в гавани Чарльстона, США. «Ханли» было изготовлено из судового бойлера, восемь человек крутили винт, на вооружении имелась торпеда.

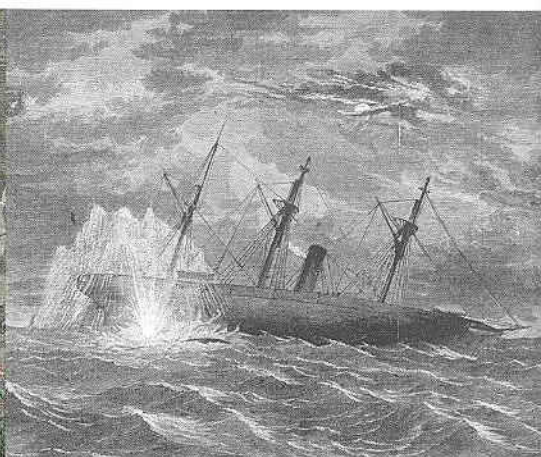
**1865 г.** — французский инженер Бенуа Рукейроль и морской офицер Огюст Денейруз запатентовали приспособление «Аэрофор» для дыхания под водой. Оно состояло из горизонтальной стальной цистерны со сжатым воздухом, соединенной с загубником регулируемым клапаном подачи воздуха. Клапан пропускал воздух только на вдохе и реагировал на наружное давление воды, регулируя подачу в соответствии с глубиной — этот же принцип применяется в современных водолазных клапанах.



**1776 г.** — «Черепаша» Бушнелла — субмарина для одного человека, в которой впервые был использован подводный винт.



**1939 г.** — тяжелый водолазный костюм соединен с поверхностью воздушными шлангами, через которые насосами подается воздух.



**1864 г.** — американское военное судно «Хаузатоник» — первый военный корабль, потопленный субмариной «Ханли».



1873 г. — доктор Эндрю Х. Смит описал кессонную болезнь, возникающую при неправильной декомпрессии. Ему было поручено изучить эту проблему во время строительства Бруклинского моста в Нью-Йорке. Несмотря на то что Смит не удалось выяснить причины появления пузырьков азота в кровеносных сосудах, суставах и спинном мозге, его доклад рекомендовал использование декомпрессионных камер для лечения рабочих с симптомами этой болезни.

1878 г. — англичанин Генри А. Флеусс создал первый практичный водолазный аппарат, не соединенный с поверхностью. В этом комплекте вместо сжатого воздуха использовался кислород. Костюм был способен обеспечить автономность водолаза на 3 ч, правда, на небольших глубинах, поскольку на глубине, превышающей 18 м, чистый кислород становится высокотоксичным, о чем в те годы не знали.

1878 г. — французский физиолог Поль Бэр публикует свой труд о кессонной болезни. Бэр рекомендует постепенное поднятие водолаза на поверхность, чтобы избежать образования пузырьков азота в сосудах, а также предлагает эффективные методы лечения кессонной болезни путем рекомпрессии и последующей декомпрессии.

1880 г. — англичанин Джордж Гарретт демонстрирует субмарину «Ресургам» с паровым двигателем. Пар вырабатывался угольным котлом, находившимся на поверхности. Полученной энергии было достаточно, чтобы в течение некоторого времени двигать подводный аппарат.

1885 г. — спущена на воду французская субмарина «Губет». Ее электромотор положил начало новым движителям для подводных судов.

1897 г. — американский конструктор ирландского происхождения Джон Филип Холланд (1840—1914) создал «Холланд-4» — прототип современных подводных лодок. Судно имело двигатель внутреннего сгорания для надводного плавания и свинцово-кислотные аккумуляторные батареи — для подводного.

1904 г. — вступила в строй первая в России подводная лодка «Дельфин».

1908 г. — шотландский психолог Джон Скотт Хэлден (1860—1936) в соавторстве с Артуром У. Бойкоттом и Гайбоном С. Дэментом публикует основополагающий труд о предотвращении кессонной болезни, сформулировав первые научные принципы ступенчатой декомпрессии. Они были немедленно внедрены Королевским флотом Великобритании и другими флотами мира.

1924 г. — гелиево-кислородные смеси, испытанные водолазами военно-морских сил США, положили конец явлению, получившему название «азотный наркоз», и появившемуся при погружениях со сжатым воздухом.

1930 г. — Уильям Биб и Отис Бартон опустились в стальной сфере, или батискафе, диаметром всего 1,5 м на глубину 435 м. Это произошло у Бермудских островов.

1933 г. — француз Луи де Корлье запатентовал резиновые ласты для подводного плавания.

1935 г. — французский флот берет на вооружение водолазные костюмы системы Рукейроля—Денейруза, модифицированные офицером Ивом Ле Приером. Он переделывает клапан подачи воздуха для работы под гораздо большим давлением, что значительно увеличивает продолжительность погружения.

1942—1943 гг. — лейтенант французского флота Жак Ив Кусто (1910—1997) и специалист по газовому оборудованию Эмиль Ганьян усовершенствовали клапан акваланга. Их конструкция сделала водолазное оборудование доступным широкому кругу исследователей и любителей морского отдыха.

1960 г. — швейцарский инженер Жак Пиккар и лейтенант американского флота Дон Уолш опустились в батискафе «Триест» в Марианскую впадину на глубину 10 916 м.

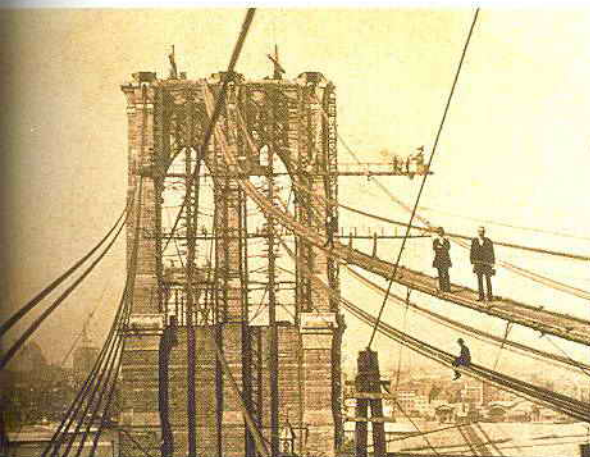
1965 г. — Океанографический институт в Вудсхолле спускает на воду подводный аппарат «Алвин».

1981 г. — в Японии спускают на воду «Шинкай-6500».

1989 г. — «Шинкай-6500» достигает глубины 6527 м. Это самое глубокое погружение на автономном обитаемом подводном аппарате к настоящему времени.

1991 и 1995 гг. — с помощью российских аппаратов «Мир» производились съемки кинофильмов на легендарном затонувшем судне «Титаник», лежащем на глубине 3800 м.

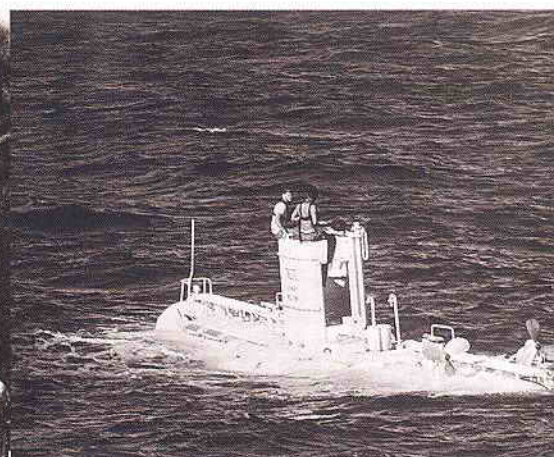
1995 г. — дистанционно управляемый аппарат «Кейко» ставит новый рекорд погружения для своего класса (10 978 м).



1873 г. — описаны случаи заболевания кессонной болезнью у рабочих, строивших Бруклинский мост.



1897 г. — Джон Филип Холланд — создатель первого прототипа современной подводной лодки.



1960 г. — Пиккар и Уолш покидают батискаф «Триест» после своего рекордного погружения.



# Обитаемые подводные аппараты

Обитаемые подводные аппараты (ОПА) — это небольшие субмарины, используемые для исследования океанов. Их конструкция и дизайн таковы, что они могут опускаться на гораздо большие глубины, чем обычные подводные лодки, и выполнять там сложные задачи. Научные исследования океанских глубин с использованием обитаемых аппаратов начались в 1934 г., когда американцы Уильям Биб и Отис Бартон опустились на глубину 922 м в батискафе — тяжелом полом стальном шаре, связанном с поверхностью тонким тросом с телефонным кабелем и электропроводом для питания единственной электролампы. Мировой рекорд погружения на ОПА до сих пор принадлежит батискафу «Триест», опустившемуся в 1960 г. в Марианскую впадину на глубину 10 916 м. С тех пор ОПА претерпели значительные изменения и усовершенствования. Вначале они использовались для военных целей, но сейчас предназначены для научных исследований, подводной съемки, строительных и ремонтных работ. ОПА последних поколений могут достигать самых глубоких океанских впадин и разломов.

▼ «Наutilus» создан и используется Французской научно-исследовательской морской организацией IFREMER. Эта субмарина может погружаться на значительные глубины, ей доступны 97 % дна океана. С ее помощью были обследованы фрагменты «Титаника».

► «Си Клифф» построен военно-морским флотом США, но с 1998 г. выполняет научно-исследовательские работы для Океанографического института в Вудсхолле.

►► Команда «Си Клифф» состоит из трех человек и находится внутри полый стальной сферы. Экипажу подводного аппарата приходится работать продолжительное время в сложных условиях.

► «МИР-1» и «МИР-2» — два российских обитаемых глубоководных аппарата. Эти субмарины выполняют как научно-исследовательские, так и туристические погружения.

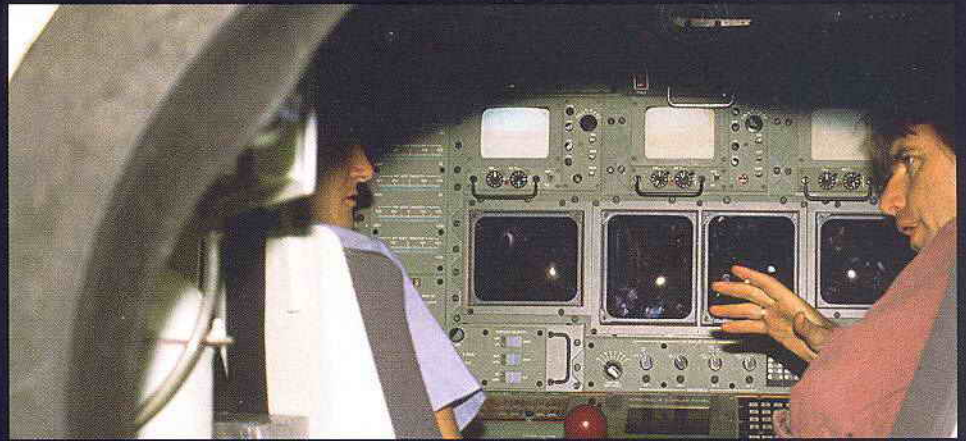


## ДЕЙСТВУЮЩИЕ ПОДВОДНЫЕ АППАРАТЫ

ОПА	Спущен на воду / модифицирован	Глубина погружения (м)
Алвин	1964 (1973)	4500
Аргос	1975	600
Клелия	1974	3500
Циана	1970	3000
Дип Ровер	1984	1000
Дип Ровер II	1994	1000
Дельта	1982	300
Дайвинг Сосер	1959	350
ДСРВ 1	1971	1000
ДСРВ 2	1976	1500
Джонсон Си Линк 1	1971	800
Джонсон Си Линк 2	1975	800
МИР 1	1987	6000
МИР 2	1987	6000
Наutilus	1985	6000
Нектон Гэм	1971	2000
НР-1	1969	700
ОСМОТР	1985	300
Пайсиз IV	1971	2000
Пайсиз V	1973	1500
Пайсиз VII	1975	2000
Пайсиз XI	1975	2000
Сага	1987	600
Си Клифф	1964 (1982)	6000
Шинкай-2000	1981	2000
Шинкай-6500	1987	6500
СМ80/2	1990	500
Снупер	1969	300
СО-450-Ваймана	1982	450
Туртл	1968 (1985)	3000









## «АЛВИН»

«Алвин» — один из наиболее известных действующих ОПА. Океанографический институт в Вудсхолле эксплуатирует этот глубоководный обитаемый погружаемый аппарат со дня его спуска на воду в 1965 г. «Алвин» принадлежит военно-морскому флоту США. В 1973 г. он подвергся значительным усовершенствованиям, увеличившим глубину его максимального погружения до 4500 м. В обычном подводном рейсе принимают участие два исследователя и пилот, смена длится восемь часов: по два часа на погружение и всплытие и четырехчасовая рабочая смена на дне.

За свою долгую карьеру «Алвин» принял участие в выполнении многих важных научных исследований. В 1966 г. он впервые появился на первых полосах газет, когда успешно поднял водородную бомбу, упавшую на дно Средиземного моря. В 1974 г. «Алвин» участвовал в проекте по изучению Срединно-Атлантического хребта и получил первые детальные изображения и пробы, которые помогли подтвердить наличие процесса активного формирования нового океанского дна. В ходе подобной исследовательской программы в Галапагосской рифтовой зоне в 1977 г. «Алвин» открыл гидротермальные источники и поддерживаемую ими жизнь. Впервые были обнаружены животные, существующие за счет энергии хемосинтеза, а не солнечного света. Подобные сообщества были обнаружены и в районах холодных подводных выходов во время экспедиций «Алвина» в 1984 г. в Мексиканском заливе. В 1986 г. «Алвин» стал первым подводным аппаратом, обследовавшим затонувший «Титаник».

### БУТЕРБРОДЫ СО ДНА МОРЯ

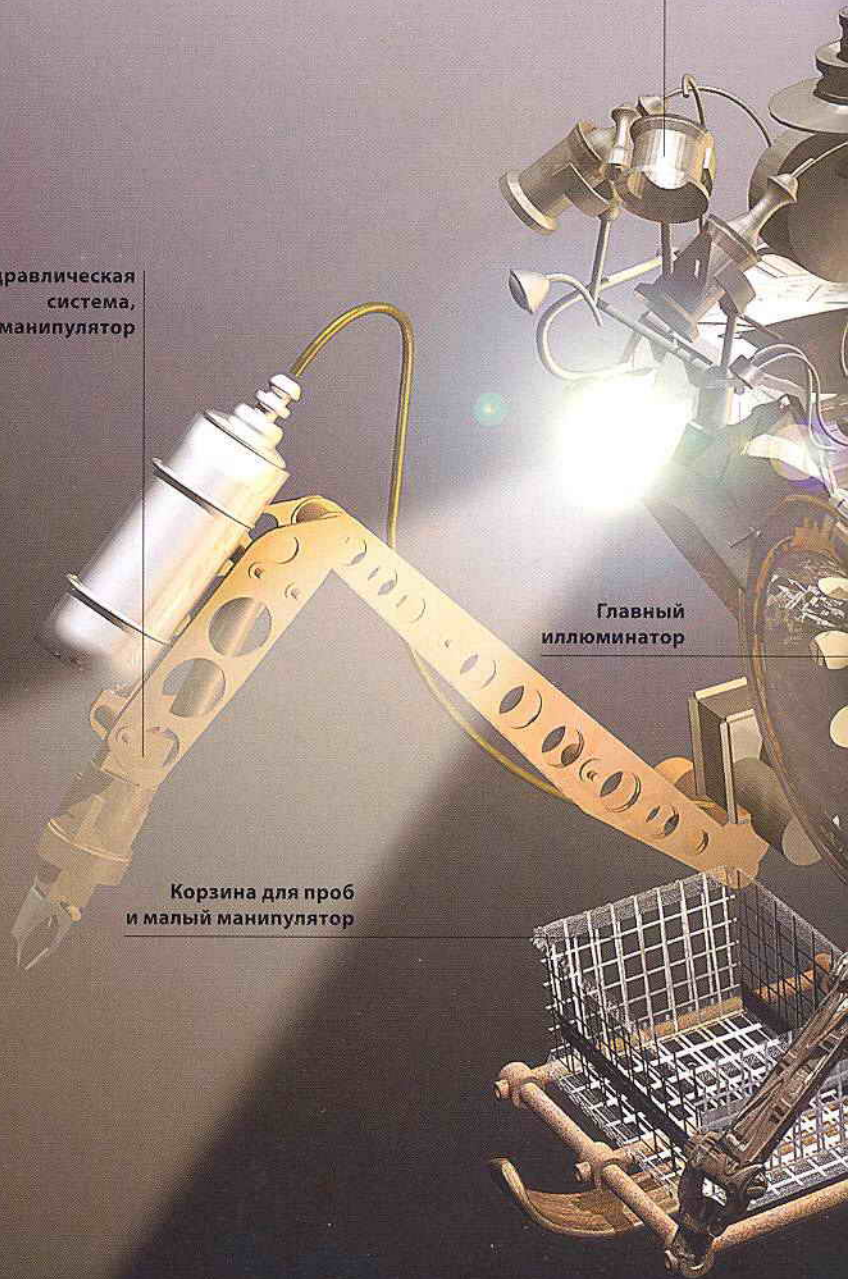
Авария, произошедшая в 1968 г., неожиданно принесла новые сведения о микробиологии морских глубин. Оборвался удерживающий трос, и «Алвин» затонул на глубине 1524 м с незадраенными люками. Несмотря на то что людей внутри не оказалось, в субмарине остался упакованный завтрак в кожаном ранце. Ранец защитил завтрак от животных, но не мог спасти его от микроорганизмов. Когда 10 мес. спустя «Алвин» был поднят, бутерброды с мясом и яблоко оказались в замечательном состоянии. Стало понятно, что на глубине очень немного гнилостных бактерий.

Камеры, прожекторы, гидролокатор и прочее специальное оборудование для каждого погружения

Гидравлическая система, манипулятор

Главный иллюминатор

Корзина для проб и малый манипулятор





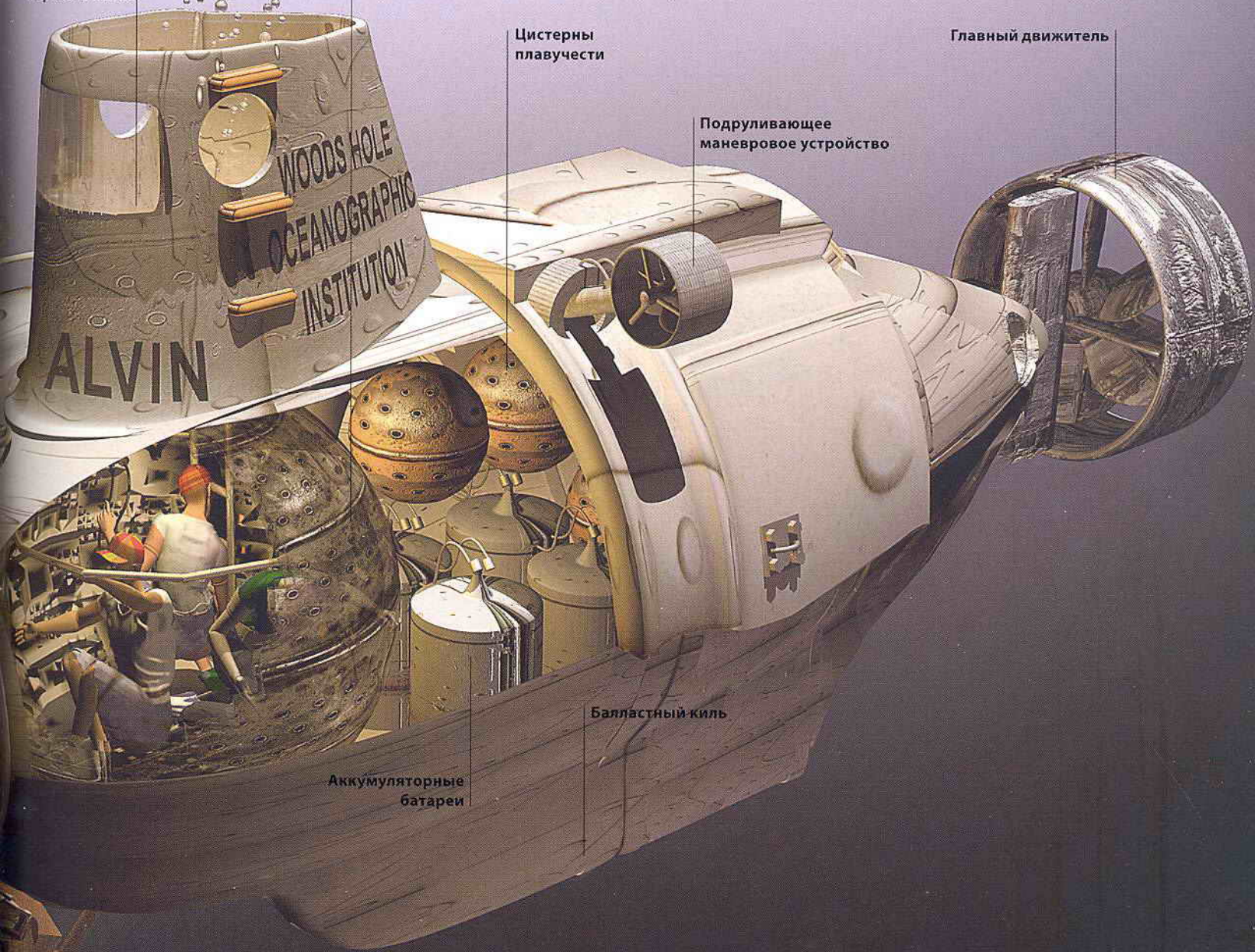
Обтекатель  
верхнего люка

Герметичная капсула  
для экипажа из 3 че-  
ловек, с иллюмина-  
торами и люком

Цистерны  
плавучести

Подруливающее  
маневровое устройство

Главный движитель



Аккумуляторные  
батареи

Балластный киль



# Необитаемые подводные аппараты

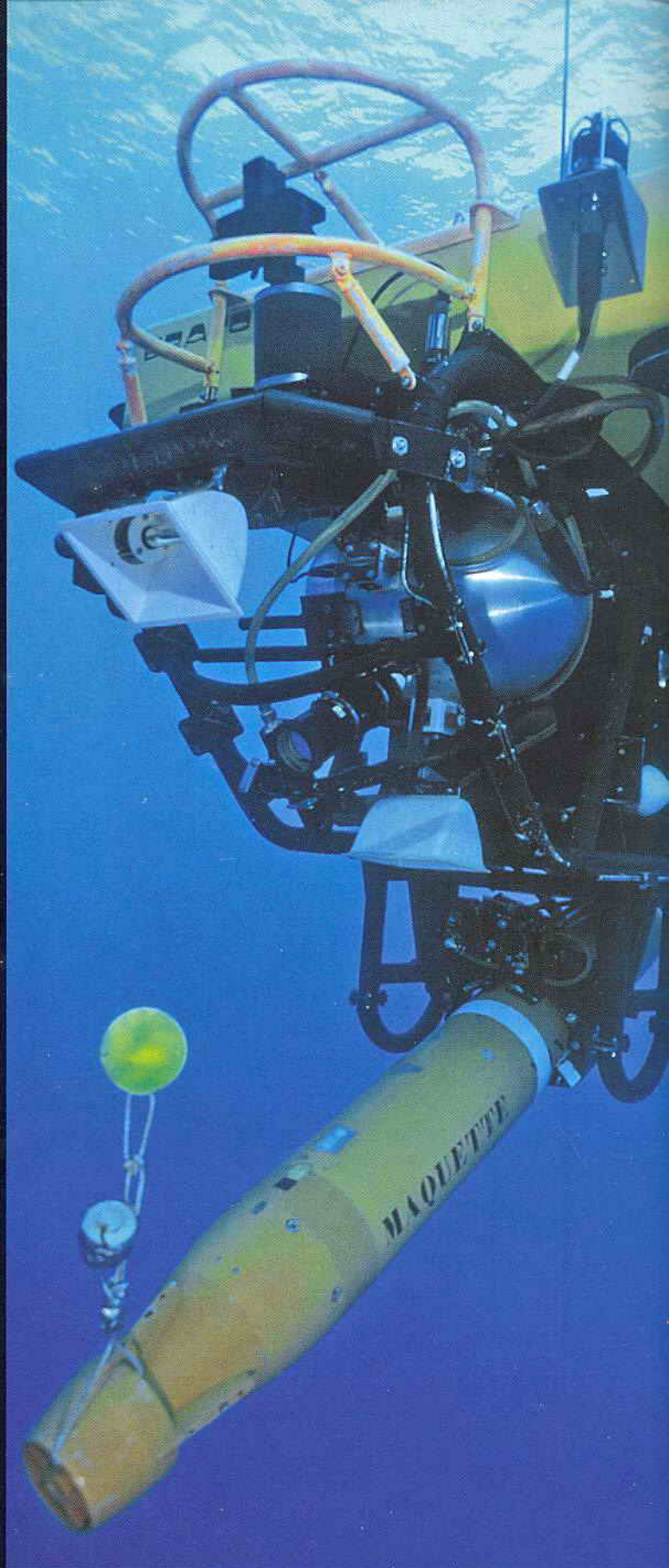
Необитаемые подводные аппараты (НПА) — это третье поколение морских исследовательских судов. За последние 20 лет сделан огромный шаг вперед в подводной робототехнике, фотографии и системах дистанционно управляемых аппаратов, коренным образом изменивших НПА. Они превратились в устройства, способные присоединяться к ОПА или полностью заменять их, сводя до нуля риски и ограничения, связанные с работой человека на больших глубинах. Существуют два типа аппаратов, применяющихся в исследовательских, военных и коммерческих целях. Дистанционно управляемые устройства контролируются посредством жизнеобеспечивающего кабеля, передающего с поверхности сигналы и электропитание и принимающего ответную информацию. Автономные подводные аппараты имеют на борту собственные силовые установки и управляющие системы, способные выполнять заранее заданные программы. Информация с них передается по акустической связи, или периодически они поднимаются на поверхность, чтобы передать накопленные данные через спутник.

## КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Озеро Восток — это огромный резервуар (4 км) под ледяным щитом Антарктики. Его вода не дает замерзнуть находящиеся под ним подводные геотермальные источники, выходящие из горячих пород континентальной коры. Считается, что условия в озере сходны с пространством под поверхностью Европы, одного из спутников Юпитера, покрытой ледяным панцирем. Автономные подводные аппараты и полученный опыт забора проб из озера Восток, вполне возможно, будут применены, когда на Европу запустят космический исследовательский зонд.



▲ Сейчас на дистанционно управляемых подводных аппаратах установлены **усовершенствованные робототехнические системы**. Манипуляторы, показанные на снимке, могут функционировать при высоких температурах и давлении глубоководных районов океана.



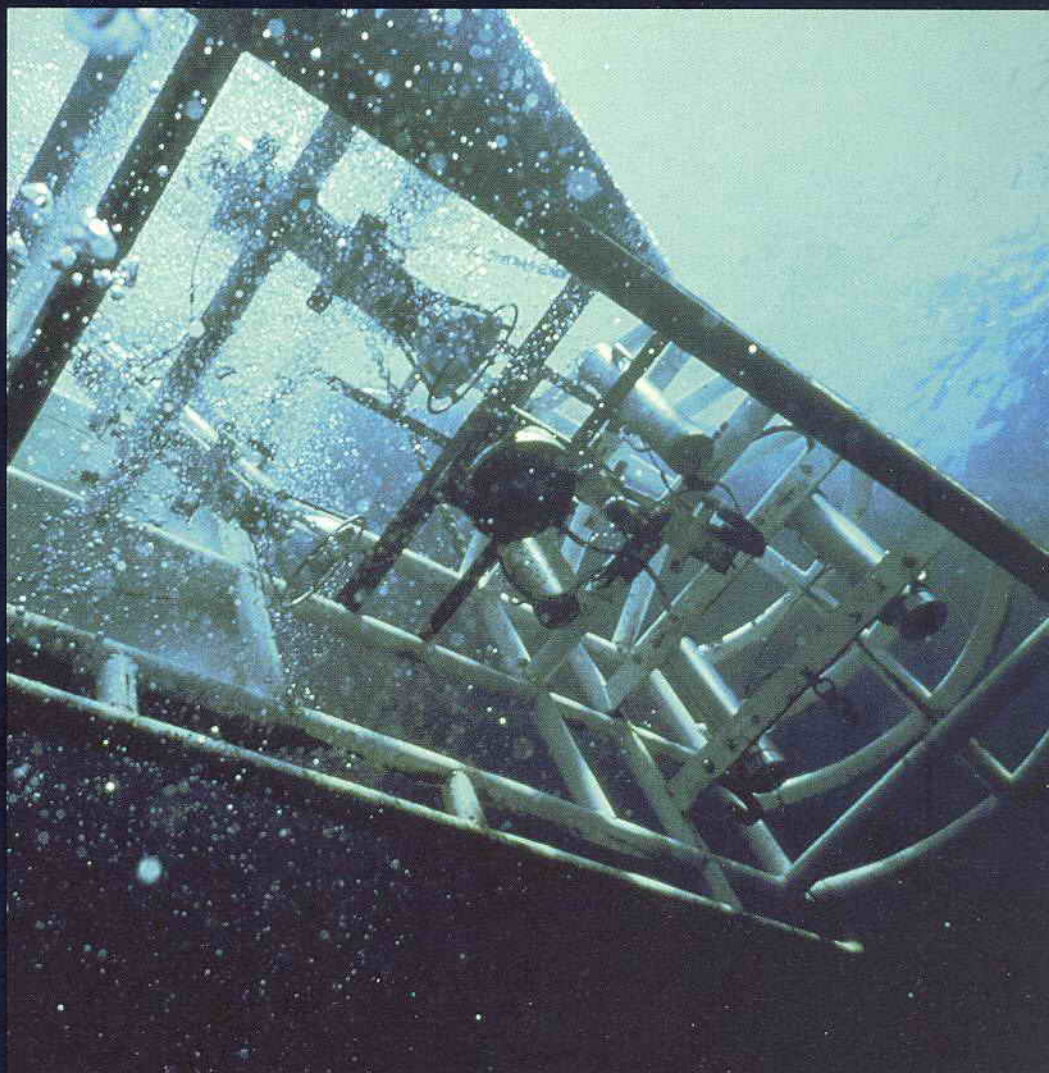




▲ **«Аутосуб»** — автономный подводный аппарат Саутгемптонского океанографического центра. Он управляется только бортовым компьютером и используется для производства замеров в водах под антарктическими паковыми льдами. Прodelать это с надводного плавсредства было бы невозможно, а для ОПА — слишком опасно. Движение автономных подводных аппаратов не ограничено жизнеобеспечивающим кабель-тросом, как у снабженных им дистанционно управляемых аппаратов.

◀ **Дистанционно управляемый подводный аппарат «Эрато»** — спасательный аппарат, созданный французскими военными моряками. Это устройство снабжено специализированными датчиками для улучшения визуальной идентификации. На снимке: манипулятор захватывает контейнер с образцами.

▶ **«Ангус»** — одна из ранних моделей буксируемого дистанционно управляемого аппарата, усовершенствованная для взятия проб на Галапагосском рифе в 1977 г., а также для забора образцов горячих вод из подводных гидротермальных источников. Позднее эти источники были обследованы «Алвином».





# Эволюция водолазного костюма

Таинственные глубины океана долгое время оставались лишь предметом догадок. Прямому контакту с подводным миром ставила непреодолимое препятствие неспособность человека надолго задерживать дыхание. Хоть ловцы губок и искатели жемчуга приучались работать на глубине дольше большинства людей, но для длительного пребывания здесь были необходимы специальные приспособления и устройства. Только в конце 1690 г. был создан первый аппарат для погружения — водолазный колокол, сделавший мечты о работах под водой явью. Последующие усовершенствования позволили ныряльщикам погружаться в глубины на довольно длительное время и передвигаться там с большей свободой.

**1690 г. — водолазный колокол Хели.**  
Максимальная глубина погружения 18 м.

**1715 г. — бронированный водолазный костюм Летбриджа.**  
Максимальная глубина погружения 22 м.

**1828 г. — водолазный шлем Дина.**  
Максимальная глубина погружения 24 м.

**1865 г. — Рукейроль и Денейруз.**  
Усовершенствование клапана подачи воздуха, позволившее водолазу использовать наружный воздух.

**1878 г. — Флеусс.**  
Первый автономный дыхательный аппарат. Максимальная глубина погружения 18 м.

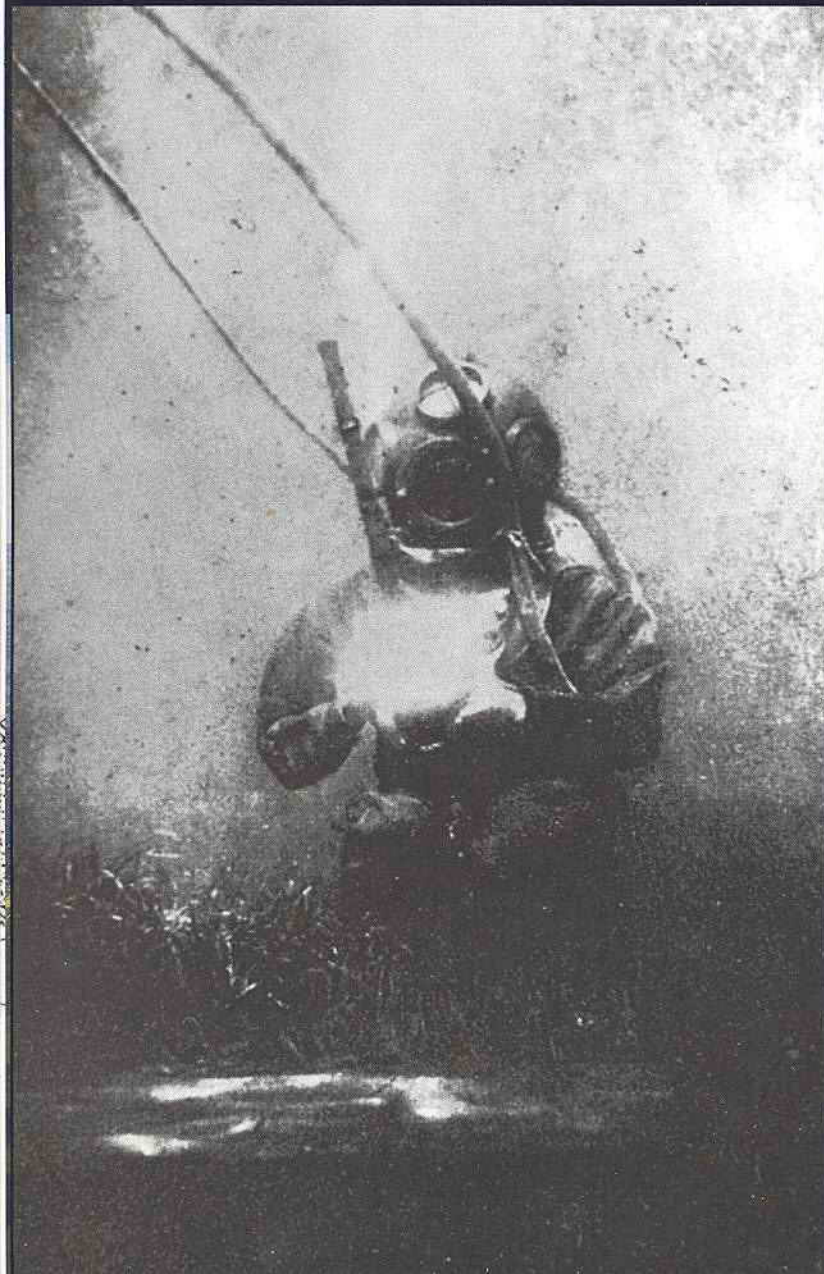
**1918 г. — респиратор Огуши,** первое устройство, подающее воздух при необходимом давлении через надувной пояс водолаза. Максимальная глубина погружения 91 м.

**1943 г. — Кусто и Ганьян.** Создание акваланга. Максимальная глубина погружения 61 м.

◀ Эта подводная фотография 1893 г. дает некоторое представление об экстремальных условиях, в которых работали первые водолазы.



1865 г. — Рукейроль и Денейр усовершенствованный клапан подачи воздуха







1690 г. — водолазный колокол Хейли

1878 г. — Флеусс. Первый автономный дыхательный аппарат

1715 г. — бронированный водолазный костюм Летбриджа

1823 г. — водолазный шлем Дина

1943 г. — акваланг Кусто и Ганьяна

1918 г. — респиратор Огуши



# Современные погружения

Развитие водолазного снаряжения шло двумя различными путями. Повторное создание в 1940-х гг. клапана подачи воздуха и создание легких баллонов для сжатого воздуха освободило ныряльщиков от тяжелых и неповоротливых костюмов и длинных воздухопроводных шлангов. Эти изменения привели к тому, что опасная и трудная работа превратилась в приятное занятие, которым на отдыхе наслаждаются миллионы любителей подводного плавания во всем мире. Плавание с аквалангом, или скуба-дайвинг (от англ. *scuba* — *self-contained underwater apparatus*), позволило морским биологам и археологам проводить подводные исследования, прежде слишком дорогостоящие и связанные со значительными трудностями. Созданы и специальные бронированные костюмы для работы на глубинах, недоступных аквалангистам. Эти костюмы защищают водолазов от давления окружающей воды и позволяют дышать таким же воздухом, что и на поверхности. Поэтому во время всплытия здесь нет необходимости в декомпрессионных остановках.

▼ **Ньютсют** — водолазный костюм, в котором можно опускаться на глубину до 600 м. Его конструкция дает водолазу возможность дышать воздухом при обычном давлении. Двигатель за спиной используется для большей маневренности, а гибкие суставы позволяют совершать сложные операции.

## СОВРЕМЕННОЕ СНАРЯЖЕНИЕ АКВАЛАНГИСТА



◀ **С погружением на большие глубины газы, содержащиеся в воздухе, под давлением становятся токсичными.** Например, азот начинает оказывать наркотическое действие уже на глубине 50 м. Чтобы дать возможность водолазам погрузиться ниже, созданы специальные газовые смеси, из которых исключен азот, а содержание кислорода понижено.

► **Возможностью наслаждаться разнообразием морской жизни мы обязаны современному подводному снаряжению.** Оно позволяет людям наблюдать за обитателями моря в естественной для них среде.

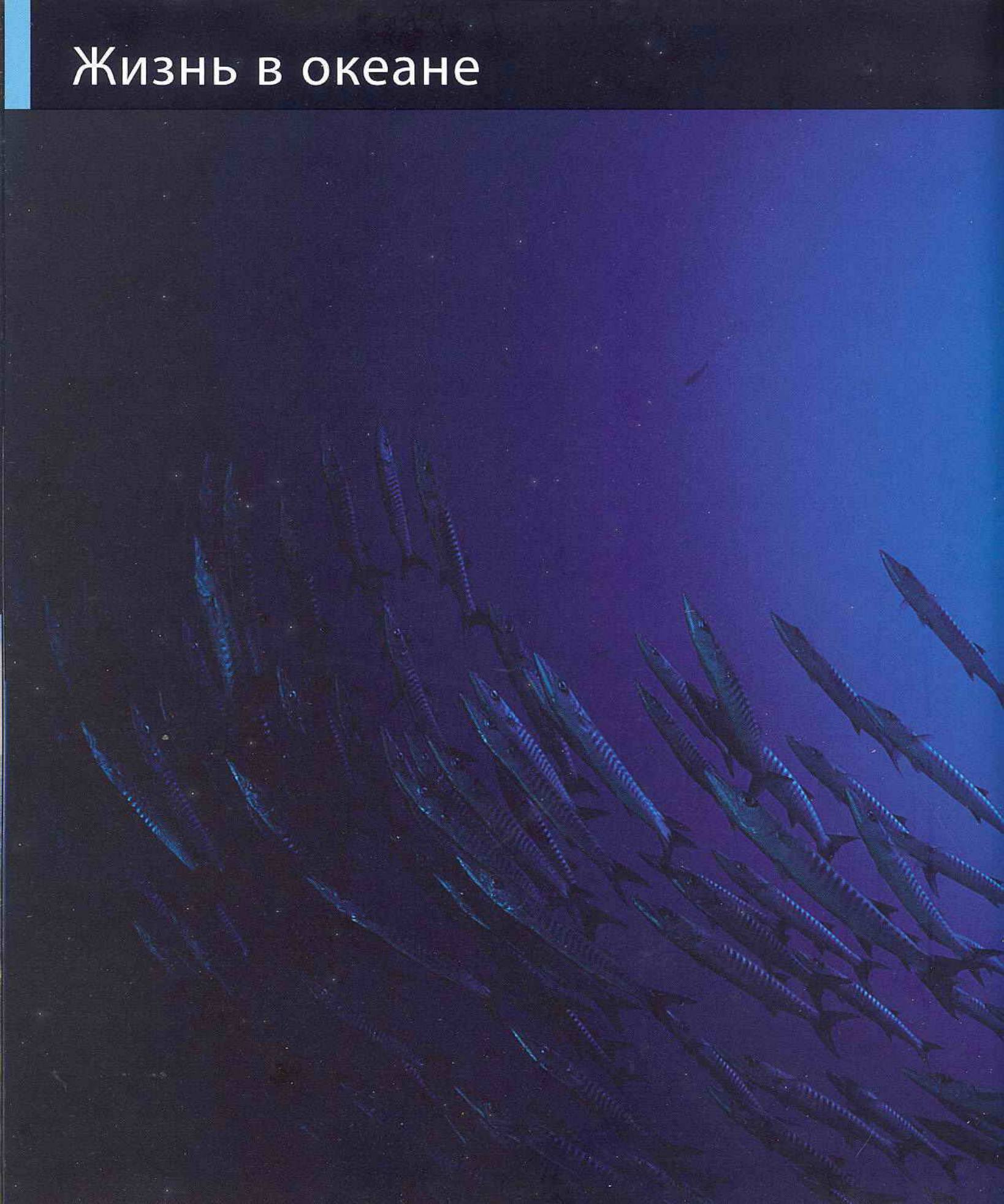
### СНАРЯЖЕНИЕ И ГЛУБИНЫ ПОГРУЖЕНИЯ

Водолазное снаряжение	Макс. глубина погружения
Водолазный колокол (1690)	18 м
Первый акваланг	18 м
Бронированный водолазный костюм	22 м
Водолазный шлем	24 м
Заплечный воздушный баллон (1865)	30 м
Акваланг (1943)	60 м
Респиратор (1918)	90 м
Свободный дайвинг (2003)	122 м
Скуба (только воздух)	145 м
Гелиево-кислородная смесь	600 м
Ньютсют (1985)	600 м
Гелиево-кислородно-азотная смесь	700 м

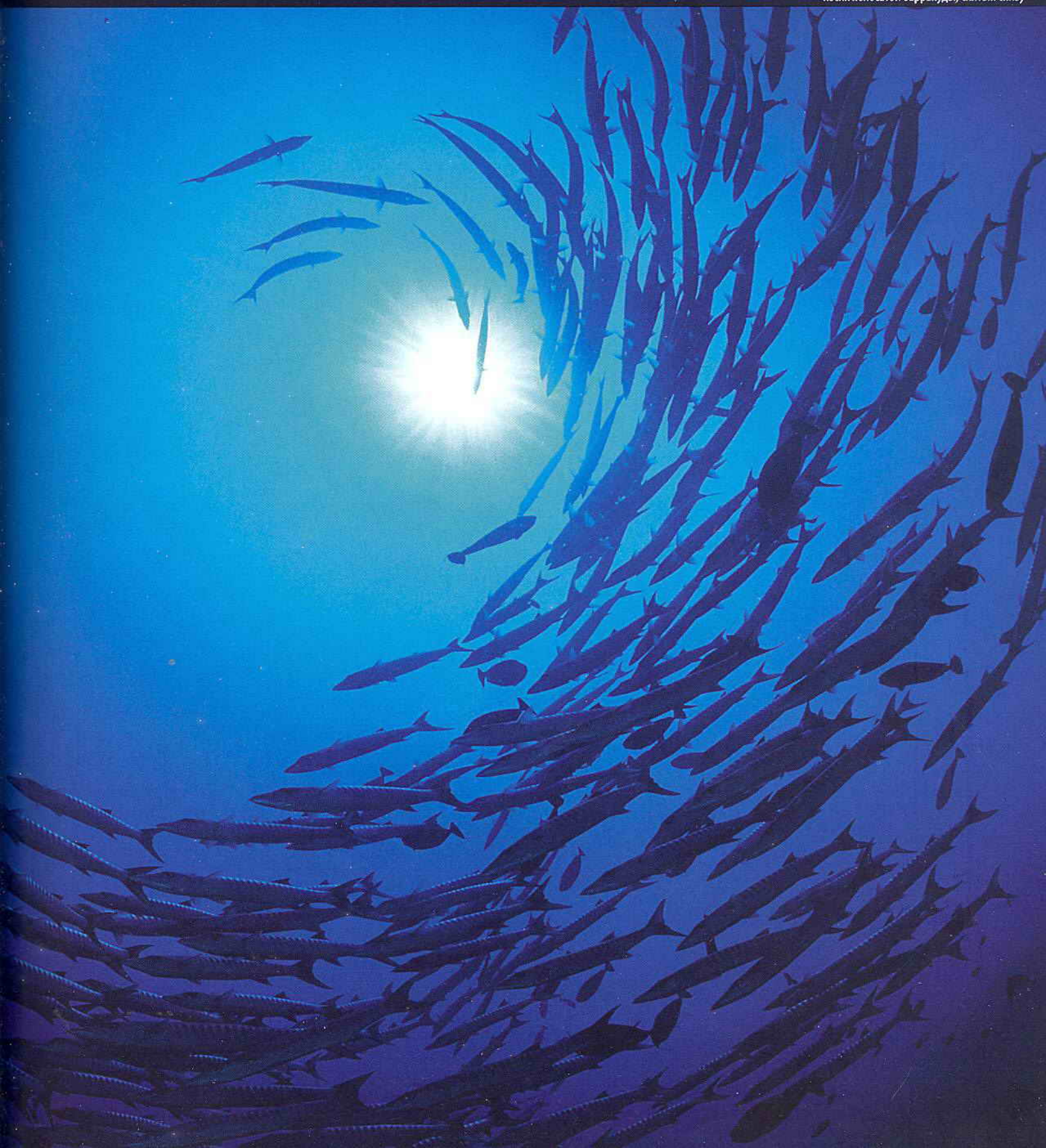




# Жизнь в океане









# Жизнь в океане

Океан населен огромным разнообразием живых организмов — от мельчайших бактерий до синих китов, крупнейших животных, когда-либо обитавших на Земле. Исследование групп морских растений и животных показало, что биологические виды подводного мира наделены уникальными способами адаптации к определенному местообитанию.



Пищевые цепи	108
Планктон	110
Морские водоросли и цветковые растения	112
Губки	114
Кораллы, медузы и актинии	116
Гребневики	118
Морские черви	120
Щупальцевые	122
Моллюски	124
Ракообразные	126
Иглокожие	128
Асцидии и ланцетники	130
Миноги и миксины	132
Акулы, скаты и химеры	134
Костные рыбы	136
Колючеперые рыбы	138
Морские рептилии	140
Дюгони и ламантины	142
Киты, дельфины и морские свиньи	144
Миграции китов	146
Тюлени, морские львы и моржи	148
Морские птицы	150
Пищевые стратегии морских птиц	152



# Пищевые цепи

В любой экосистеме происходит постоянная передача энергии и материи между организмами, населяющими определенное местообитание. Эта передача энергии включает в себя серии ступеней, которые прослеживаются по пищевым, или трофическим, связям. Все живые организмы можно разделить на первичных продуцентов, производящих органическое вещество из неорганических молекул, и консументов, которые питаются первыми.

В основании любой пищевой цепочки почти всегда, за редким исключением, находятся растения, использующие энергию солнца и создающие из минеральных питательных веществ новую растительную массу. В морских экосистемах огромное количество солнечной энергии усваивается фитопланктоном, доля же водорослей, донных зарослей трав и мангровых деревьев в этом процессе незначительна. Вновь образованная растительная масса потребляется зоопланктоном и более крупными животными-фильтраторами либо погибает и опускается на дно, обеспечивая питанием донные организмы. Зоопланктон, в свою очередь, поедается более крупными животными или, подобно фитопланктону, погибая, передает органическое вещество морскому дну. Материя и энергия по пищевым цепочкам поступает и морским птицам. Многие пищевые цепочки образуют пищевые сети.

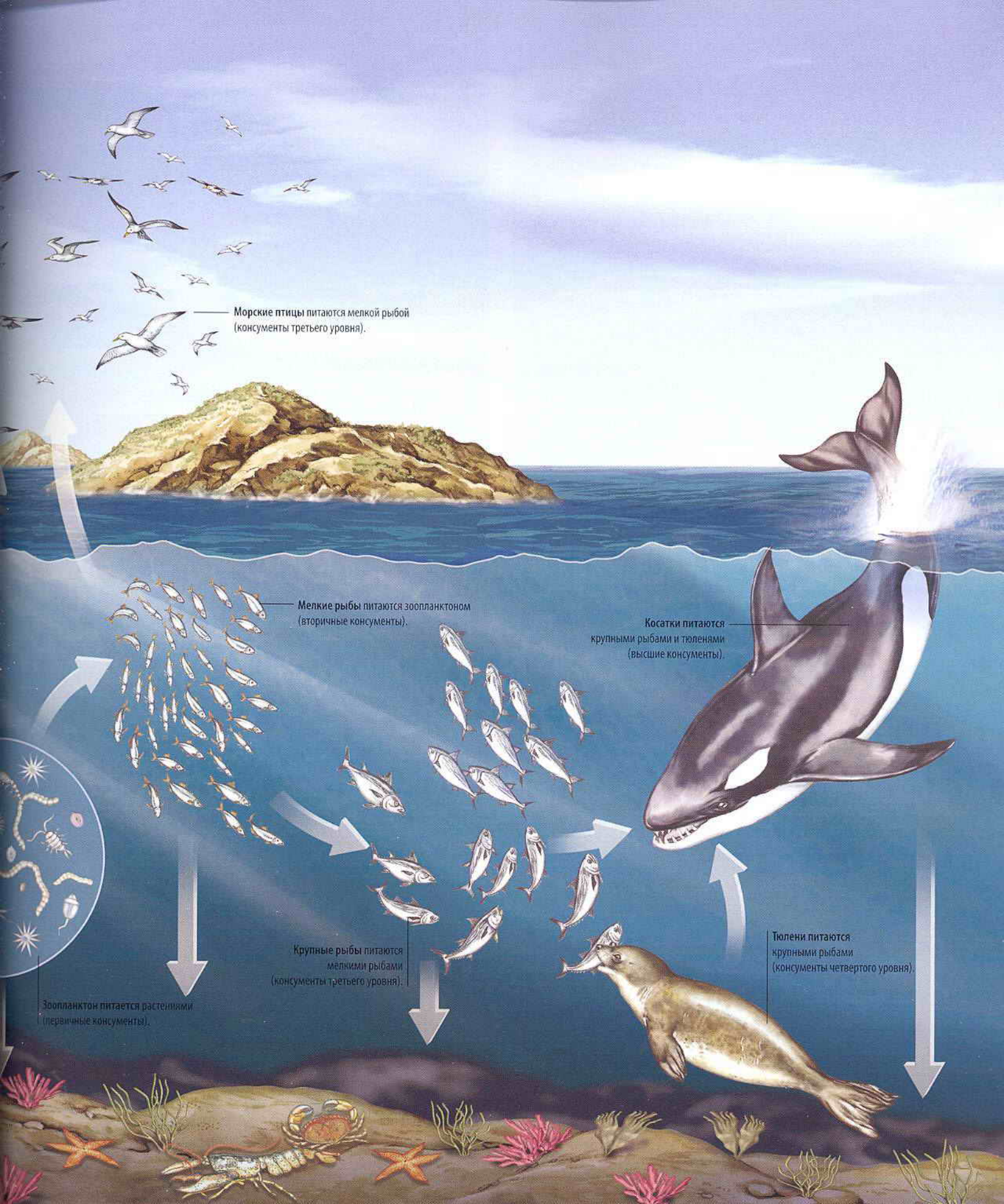
Количество материи, движущейся по пищевой цепи, на каждом более высоком уровне уменьшается. Это лимитирует число консументов высших уровней, которых способна обеспечить экосистема. В свою очередь эти животные возвращают органический материал в начало пищевой цепи в виде отходов жизнедеятельности, а после смерти — разлагающихся тел.

## ПИЩЕВАЯ ПИРАМИДА

В природе энергия и вещество поднимаются от широкого основания пирамиды — миллиардов мелких продуцентов — через постепенно уменьшающееся количество более крупных организмов-консументов к вершине — небольшому числу высших консументов. Эта схема известна как пищевая пирамида.







Морские птицы питаются мелкой рыбой  
(консументы третьего уровня).

Мелкие рыбы питаются зоопланктоном  
(вторичные консументы).

Косатки питаются  
крупными рыбами и тюленями  
(высшие консументы).

Крупные рыбы питаются  
мелкими рыбами  
(консументы третьего уровня).

Зоопланктон питается растениями  
(первичные консументы).

Тюлени питаются  
крупными рыбами  
(консументы четвертого уровня).



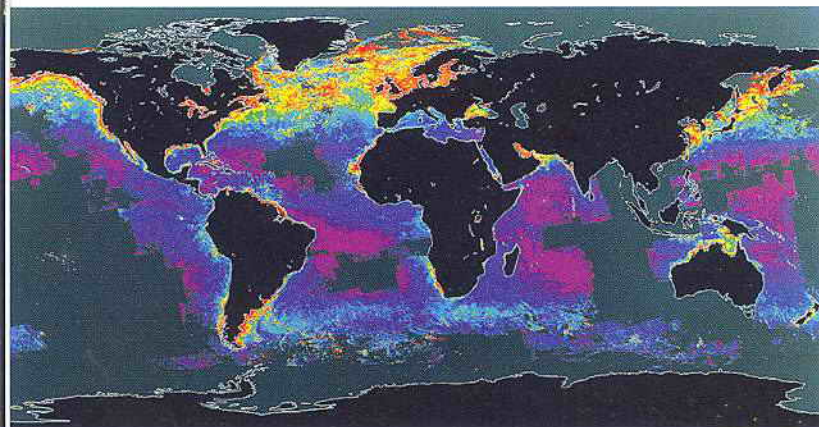
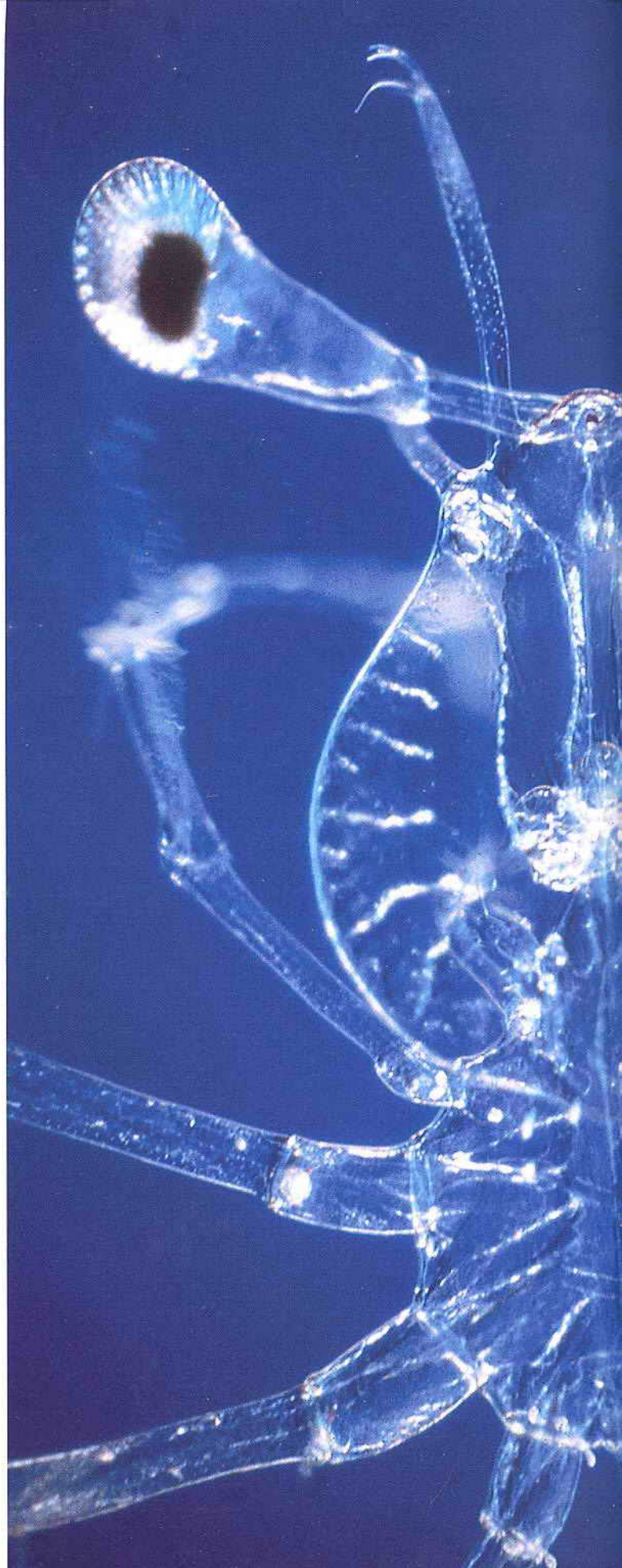
# Планктон

Термином *планктон* обозначают совокупность микроскопических растительных и животных организмов, которые проводят всю жизнь или ее часть, плавая в толще воды и пассивно дрейфуя с течениями по Мировому океану. Растительный планктон (фитопланктон) — это, в большинстве своем, одноклеточные водоросли. Поскольку для существования им необходим солнечный свет, они привязаны к поверхностным слоям океанских вод, примерно до глубины 100 м. Планктонные организмы (зоопланктон) обнаружены на всех глубинах, они питаются фитопланктоном или растительными и животными остатками, опускающимися из поверхностных слоев. Зоопланктон состоит из двух типов существ: тех, что всю жизнь проводят в толще воды (холопланктон), и тех, что находятся в воде лишь в начальных стадиях жизни, питаются и дрейфуя, пока не разовьются во взрослую особь (меропланктон). Несмотря на микроскопические размеры, планктон — важнейший компонент океанских пищевых цепей. Даже высшие хищники вроде китов зависят от фотосинтетической активности фитопланктона, использующего для своего развития энергию Солнца.

► **Этот мелкий потребитель планктона** с длинными тонкими ножками, замедляющими погружение, — личинка плотоядного омара. Размах конечностей этих личинок часто достигает 10 см. Развиваясь, они оседают и видоизменяются до формы взрослого животного.

## РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛАНКТОНА

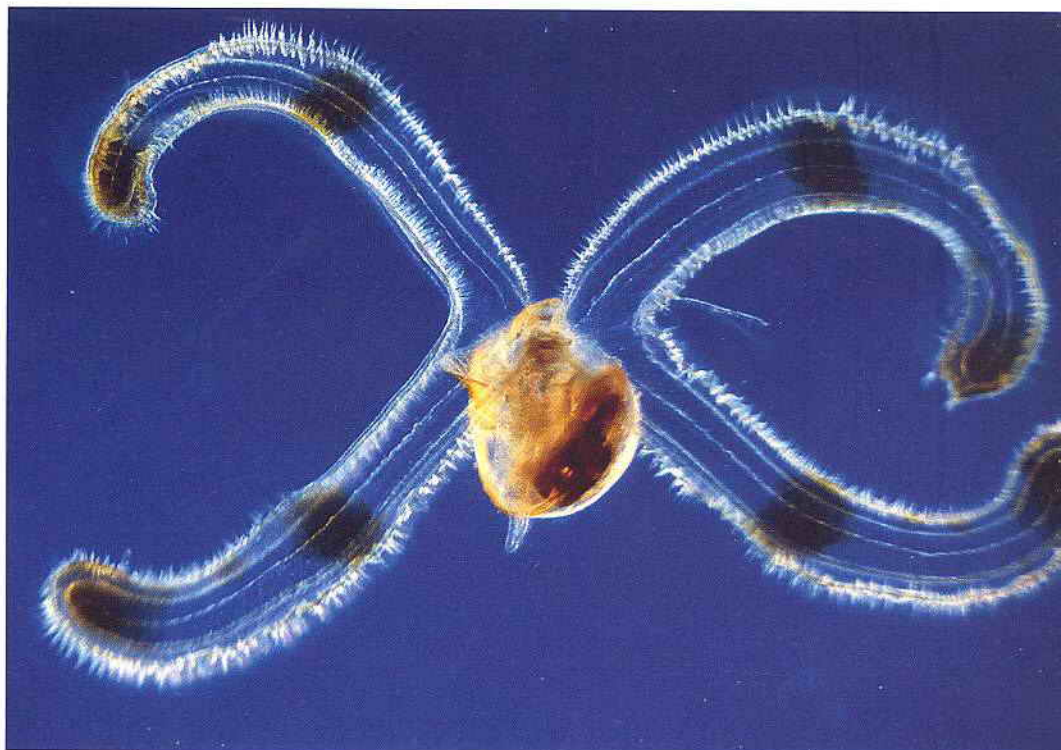
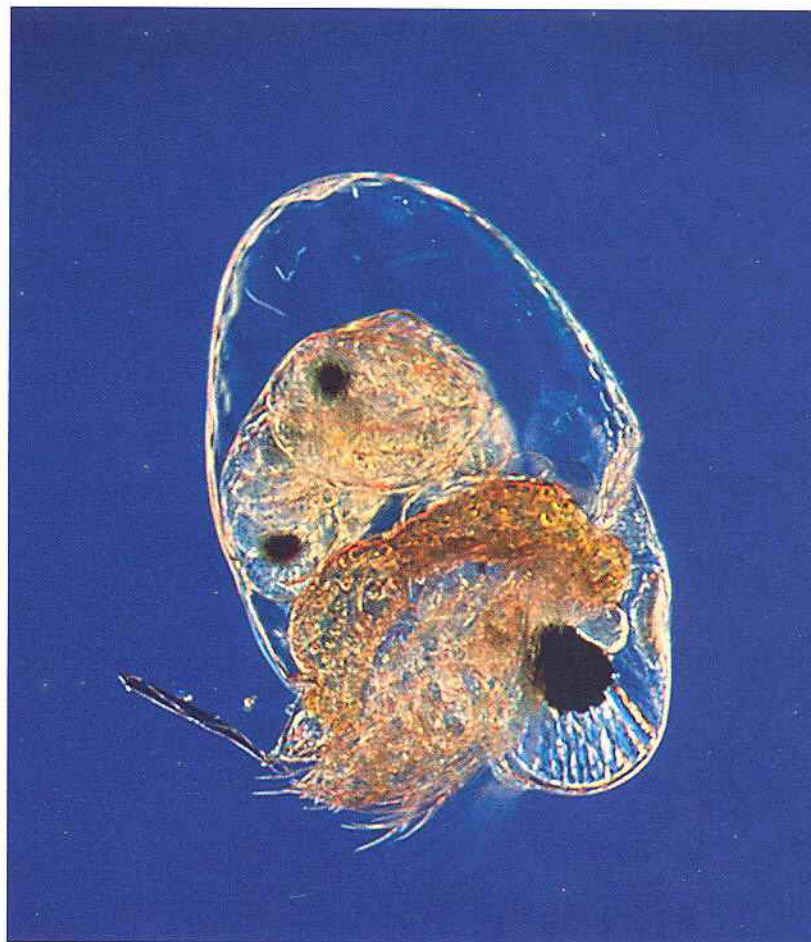
Этот спутниковый снимок демонстрирует распределение фитопланктона в поверхностных водах Мирового океана в апреле—июне. Цветом обозначена различная плотность фитопланктона, от красной (наибольшая плотность) через желтую, зеленую и синюю к фиолетовой (наименьшая плотность). Серые участки обозначают отсутствие данных. В средней части океана видны области сравнительно бедные питательными веществами. В Северном полушарии наблюдается наибольшая плотность фитопланктона, это результат весеннего цветения, распространяющегося по Северной Атлантике и северной части Тихого океана. Период активного развития фитопланктона — результат зимнего повышения содержания в воде питательных веществ, а стимулирует его начало весеннее увеличение продолжительности светового дня и интенсивности солнечного освещения.





► **Дафния** (или водяная блоха) всю жизнь живет в толще воды и носит свое потомство под панцирем, пока оно не сможет заботиться о себе самостоятельно. Ее тело обладает плавучестью, поэтому она использует энергию только на движение вверх и вниз.

▼ **Морские виды,** взрослые особи которых могут передвигаться на небольшие расстояния, используют свою планктонную личиночную стадию для расселения потомства в новых регионах. Эта личинка морской улитки парит в воде с помощью длинных выростов ноги, покрытой миллионами микроскопических движущихся ресничек.



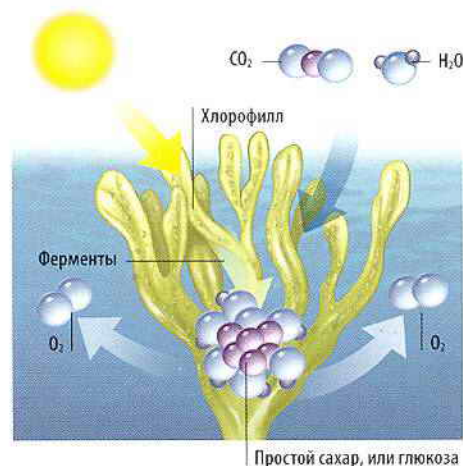


## Морские водоросли и цветковые растения

Морские водоросли отличаются от наземных растений отсутствием листьев, стеблей и корней (аналогичные им органы водорослей называют пластинкой, черешком и ризоидами), цветов, семян и плодов. Они закрепляются на месте при помощи присосковидной части таллома, или слоевища. Простейшие формы водорослей — зеленые, состоящие из нитей, или слоевищ водорослевых клеток, и, как следует из их названия, чаще всего имеют зеленый цвет. К бурым относятся крупнейшие и наиболее сложные водоросли, такие как гигантский макроцистис, образующий густые заросли, напоминающие лес. Их пигменты более чувствительны к свету и позволяют им существовать на больших глубинах, чем многим остальным морским растениям. Красные водоросли менее разнообразны и многочисленны, чем бурые. Среди них есть и формы с крупными слоевищами, напоминающие кораллы. Они закрепляются на камнях. Есть и съедобные виды, как те, что используются в японской кухне.

Морские цветковые растения — это наземные растения, приспособившиеся к жизни у среза воды или даже в воде. Среди них есть солевывносильные виды, населяющие зоны выше линии прилива, и те, что вместе с мангровыми формами образуют на дне густые заросли, формируя в мелких прибрежных водах наиболее богатые местообитания.

### ФОТОСИНТЕЗ



◀ **Фотосинтез** — это процесс, во время которого зеленые растения и фотосинтезирующие микроорганизмы превращают солнечную энергию в энергию химических связей органических веществ. Энергия света улавливается специализированными молекулами растений, известными как хлорофилл. Затем биохимические реакции преобразуют молекулы воды и углекислого газа в молекулы сахаров, выделяя кислород.

▼ **Бурые водоросли саргассум** покрыты многочисленными плавательными пузырьками в форме виноградин, наполненными газом, что позволяет им оставаться на поверхности океана. Эти водоросли служат убежищем для многочисленных беспозвоночных и рыб, как, например, эти саргассовые рыбки. В Саргассовом море, благодаря мощным течениям, образуются гигантские скопления таких водорослей.





◀ **Бурые водоросли макроцистис** способны вырастать на 50 см в день и достигать 30 м в длину. Они состоят из присосковидной прикрепляющейся части (ризоидов), гибких, но прочных талломов и листовидных пластин, в основании которых находятся воздушные пузырьки, поддерживающие растение на плаву.

▶ **Мангровые деревья и кустарники** обитают по краям тропических и субтропических морей. Они процветают в соленой воде, поскольку их листья приспособлены к выделению излишка соли и защищены от потери влаги. Мангровые растения адаптировались к существованию на бедном кислородом жидком иле, так как имеют опорные (иначе ходульные) корни, распределяющие вес растения и закрепляющие его в жидком грунте.

▶ **Зеленые водоросли** обнаружены на защищенных каменистых берегах умеренных поясов. Их пигменты более устойчивы к сильному солнечному освещению, чем у тех, которые растут ближе к воде. Зеленые водоросли могут переносить потерю воды и пересыхание, смертельные для менее устойчивых видов. Они способны выживать и при попадании в пресные воды рек.



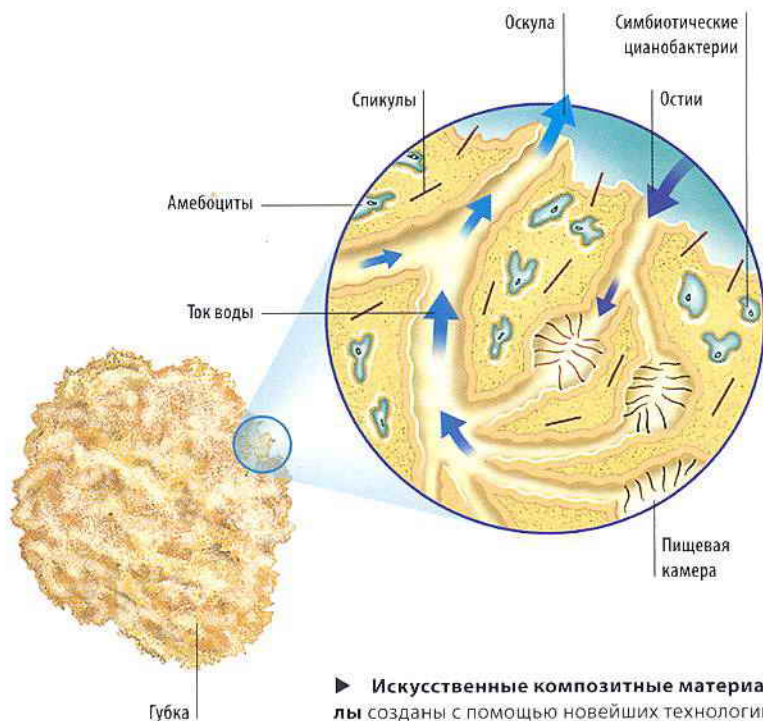


# Губки

Эти обитатели морей относятся к наиболее просто устроенным. Они представляют собой всего лишь сообщества клеток, организовавшихся в фильтрующие структуры. Губки обнаружены на дне и других поверхностях в море. Главные их группы классифицируются по степени развитости канальной системы тела. Клетки губки обладают замечательным свойством: если ее размельчить и образовавшуюся кашу оставить на несколько часов, клетки восстановятся и вновь образуют структуру, почти идентичную прежней. Клетки губок связаны между собой волокнами эластичного протеина — спонгина. Прочность губке придают минеральные включения — спикулы, или скелетные иглы (одно- или многоосные), образующиеся из кремнезема или карбоната кальция и позволяющие губке достигать крупных размеров. Встречаются как мелкие, неопределенной формы, так и весьма крупные губки в форме бочек и труб.

## СТРОЕНИЕ ГУБКИ

Все губки имеют сходное строение. Вода поступает в губку через поры (остии), связанные внутренними каналами, образующими сеть. Вода перемещается движением микроскопических клеточных волосков (хоаноцитов), сосредоточенных в пищевых камерах. Здесь частицы пищи улавливаются и поглощаются окружающими клетками. Продукты обмена выводятся наружу вместе с водой через поры (оскулы), сообщающиеся с внутренней парагастральной полостью. Губка способна отфильтровать объем своей полости за 4—20 с.



► **Искусственные композитные материалы** созданы с помощью новейших технологий, а вот губки сформировали натуральный композит еще миллионы лет назад. Эта гигантская бочковидная губка достигает диаметра и высоты 2 м.



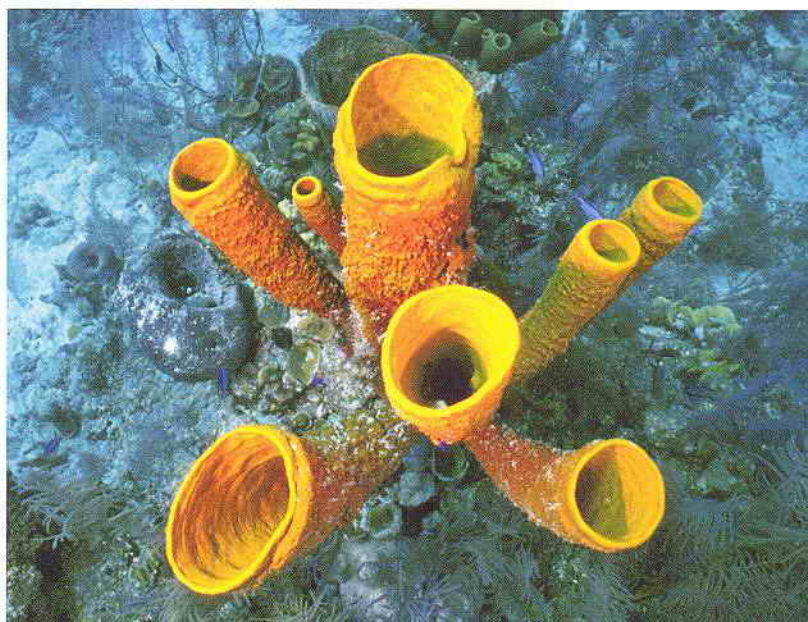
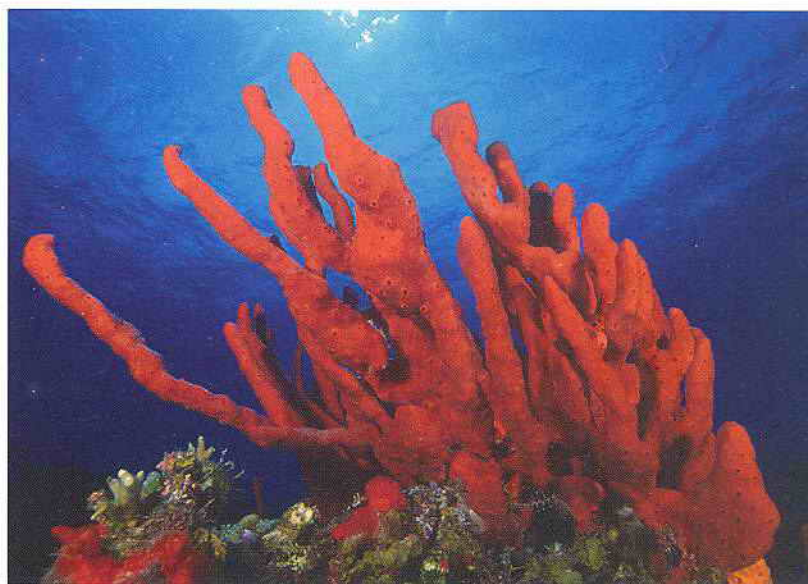




► **Форма этих мелких губок** одна из самых простых. Их бокаловидные тела покрыты остиями. Остии проводят воду внутрь. Затем она выводится через более крупную оскулу на верхушке.

► **Эта эффектная красная губка** имеет наиболее сложную форму среди своих собратьев. Она возвышается над морским дном и вытягивает вверх свои выросты, чтобы увеличить захват пищи. Губки ярко окрашены, предупреждая потенциальных хищников о содержащихся в них вредных или токсичных веществах. Многие губки, живущие на рифах, склонны подражать своими окраской и формой окружающим кораллам.

► **Трубообразные губки** — наиболее часто встречающиеся разновидности. На рифах находят бесконечное разнообразие ярко окрашенных губок. Трубообразная форма помогает им увеличить количество добываемой пищи. Вода выбрасывается вверх через верхушки «труб», а поступает сквозь боковые поры, уменьшая затраты энергии на питание.





# Кораллы, медузы и актинии

Глядя на прозрачную медузу, трудно поверить, что это состоящее на 98 % из воды создание — близкий родственник животных, образовавших массивные прочные рифы, способные пробить корпус корабля. Медузы, кораллы и актинии принадлежат к типу кишечнополостных и являются единственной группой животных, обладающей стрекательными клетками (нематоцитами). Они могут существовать в двух формах: полипоидной, характерной для кораллов и актиний, и медузоидной, как у медуз. У медуз есть стрекательные клетки, парализующие добычу и собирающие из воды мелкие питательные частицы. Большая часть видов не опасна для человека, но некоторые содержат яд, способный нанести серьезный вред или даже привести к смерти. Кораллы, формирующие рифы, живут колониями и откладывают твердые скелеты из карбоната кальция. За столетия многие их поколения постепенно формируют массивные образования. Коралловые рифы нуждаются в прозрачной воде, через которую солнечный свет легко проникает до самого дна, способствуя процессу фотосинтеза. С морского дна поднимаются колонии полипов на ветвистом белковом скелете — горгонии. Высоко ценятся красные кораллы — горгонии красной или розовой окраски с твердой известковой сердцевинкой, покрытой белковой оболочкой.

▼ **Яркая окраска кораллов** объясняется наличием одноклеточных водорослей — зооксантелл, живущих внутри полипов. Эти водоросли используют солнечный свет и питательные элементы кораллов для фотосинтеза, образуя сахара, часть которых возвращается хозяину. Кораллы могут питаться и улавливая живую добычу, и поглощая питательные вещества непосредственно из воды.





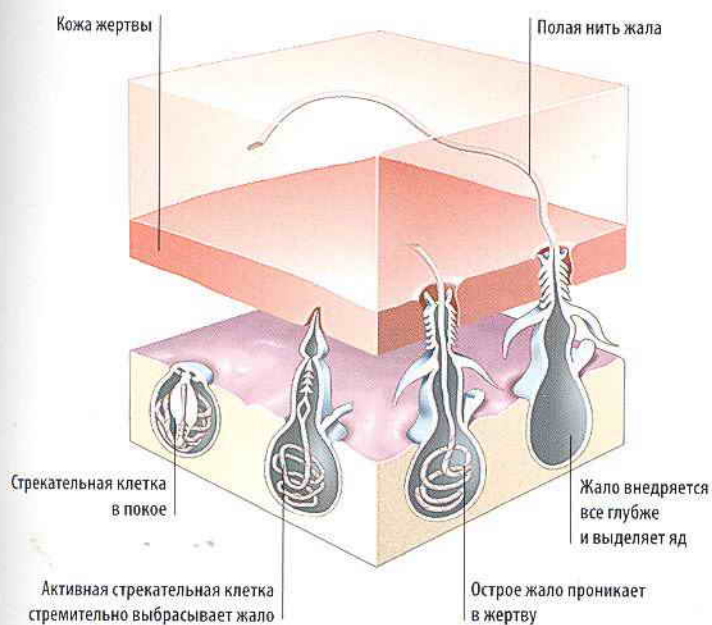


◀ **Актинии, или морские анемоны,** — это крупные полипы. Их зачастую ярко окрашенные тела состоят из полых трубок, прикрепленных (не навсегда) к твердой поверхности дисковидной подошвой. Пищу они ловят венчиком щупальцев и переваривают в гастральной полости внутри трубки. Непереваренные остатки выбрасываются через рот.

### СТРОЕНИЕ СТРЕКАТЕЛЬНОЙ КЛЕТКИ

Стрекательные клетки активизируются либо при прямом контакте, либо уловив химические вещества, выделяемые близкой добычей или хищником. Сначала активизированная клетка стремительно вбирает в себя воду, внутри нее резко повышается давление, и затем наружу выбрасывается ядовитая полая нить, покоившаяся внутри клетки в скрученном виде. Нить движется с силой, достаточной для того, чтобы пробить кожу жертвы и впрыснуть яд. Большинство видов медуз безопасны для человека, но ожоги некоторых могут вызвать смерть.

▶ **Медузы** часто образуют большие скопления в морях тропических и умеренных поясов. Кольцевидное образование под колоколом — рот. Медузы питаются при помощи венчика щупальцев. Поедая личинки рыб и их пищу, медузы могут серьезно понизить количество зоопланктона и нанести ущерб рыбной молоди.





# Гребневики

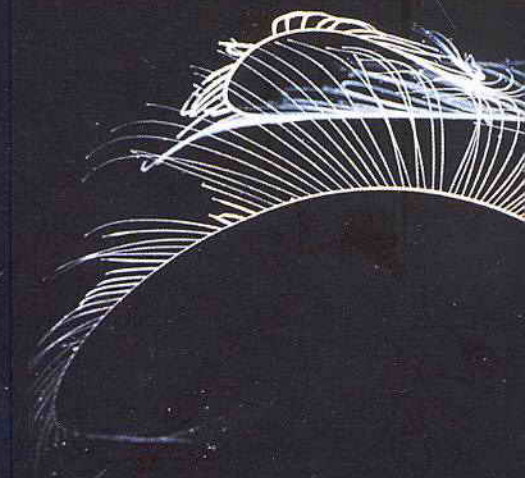
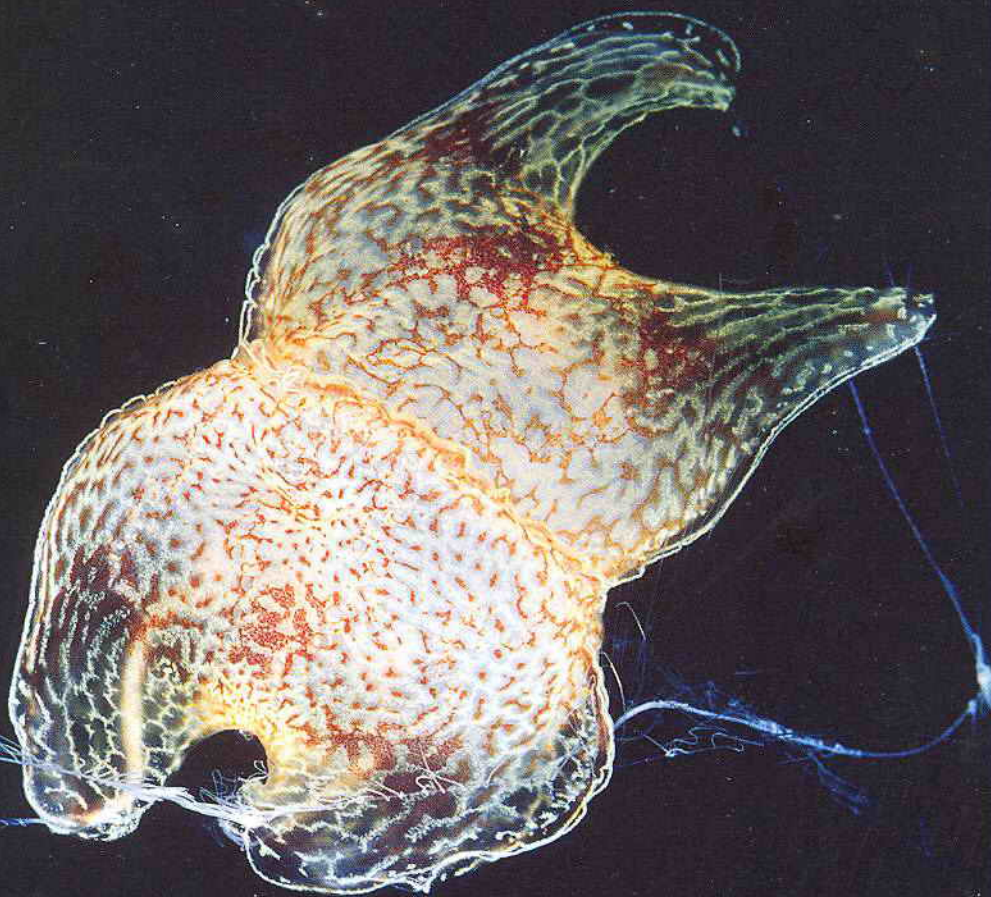
Гребневики имеют радиальную симметрию и похожи на медуз. Однако они относятся к отдельной группе, насчитывающей около 100 видов, и живут только в морях. У них прозрачное студневидное тело, которое при нормальном освещении разглядеть непросто. Часто единственным визуальным признаком их присутствия являются восемь рядов волнообразно движущихся ресничек на теле. Они преломляют свет, образуя мерцающую радугу. Гребневики бывают микроскопические, но встречаются особи длиной 2 м. Все они плотоядны, и большая их часть питается зоопланктоном, который они ловят двумя длинными щупальцами. Щупальца покрыты липкими клетками, приклеивающимися к добыче. Только один редкий вид гребневика имеет стрекательные клетки. Большинство гребневиков — активные пловцы и обитают в толще воды. Небольшое число видов (сумчатые гребневики) живет на морском дне.



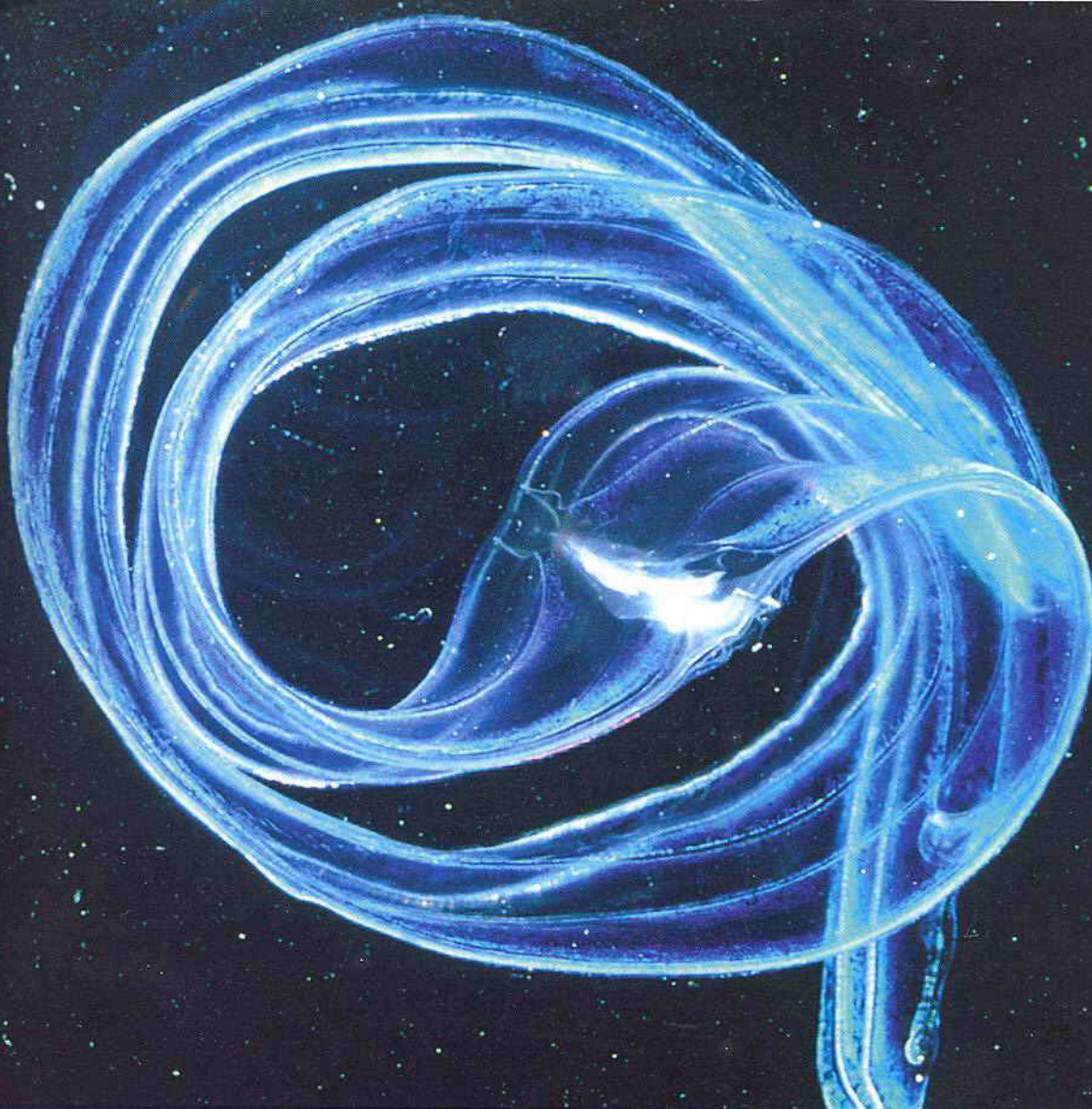
▲ Этот вид принадлежит к группе **гребневиков**, полностью утративших длинные ловчие щупальца. Эти прожорливые хищники питаются почти исключительно другими видами гребневиков.

◀ Два сумчатых гребневика спариваются на морском дне. Они гермафродиты, и производят и яйцеклетки и спермии. Половые продукты сливаются в толще воды, то есть оплодотворение у гребневиков наружное. Появившиеся планктонные личинки переносятся течением.

▼ Этот гребневик имеет относительно небольшое тело — около 1,5 см. Два его длинных ловчих щупальца в несколько раз превосходят размеры его тела и покрыты липкими клетками (коллобастами). Они предназначены для ловли добычи.





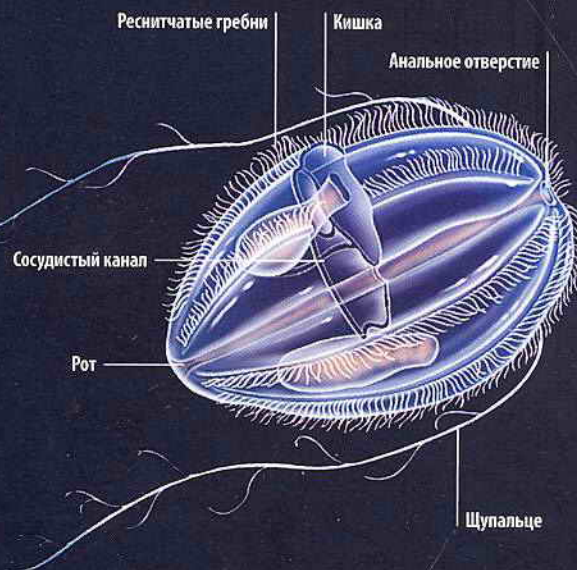
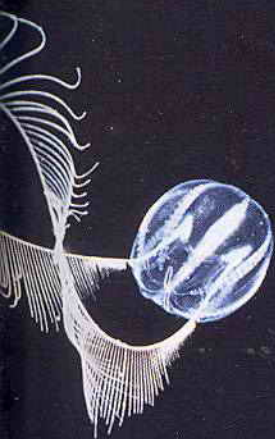


◀ **Венерин пояс** — это морское животное класса **гребневиков**.

Его прозрачное тело имеет форму плоской студенистой ленты длиной до 1,5 м и шириной до 7,5 см. В середине по узкому краю ленты расположено щелевидное ротовое отверстие; на другом узком крае — абсорбтивный орган (орган равновесия). Имеются 8 рядов гребных пластинок: 4 длинные и вытянуты вдоль тела, 4 короткие. Животное обладает хорошо развитой мускулатурой и плавает, змеевидно изгибая тело и действуя гребными пластинками. Питается планктоном, захватывая его короткими щупальцами и направляя к ротовому отверстию. В дневные часы его можно обнаружить лишь по отблескам движущихся гребных пластинок. Ночью способен светиться в темноте.

### СТРОЕНИЕ ГРЕБНЕВИКА

На рисунке *справа* видно, что у гребневика имеются характерные гребни с ресничками и два длинных ловчих щупальца. Желеобразное тело животного обладает нейтральной плавучестью — оно не погружается и не всплывает благодаря тому, что на 96% состоит из воды. Контролируя скорость биения ресничек на гребнях, равномерно распределенных на теле, гребневик может неподвижно зависать в воде, поджидая добычу, или двигаться в пространстве с высокой точностью. Рот расположен в основании тела, анальное отверстие — на верхнем конце. На иллюстрации видны сосудистые каналы, доставляющие питательные вещества, всасывающиеся в кишку, к остальным частям тела. Предполагается, что они также снабжают клетки кислородом, а продукты обмена возвращают обратно в кишку для удаления.



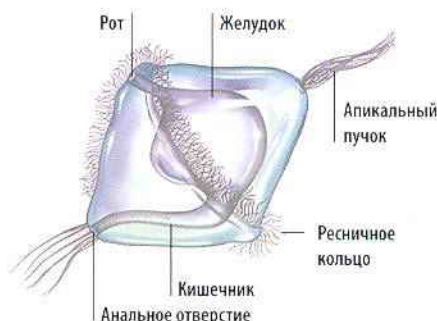


# Морские черви

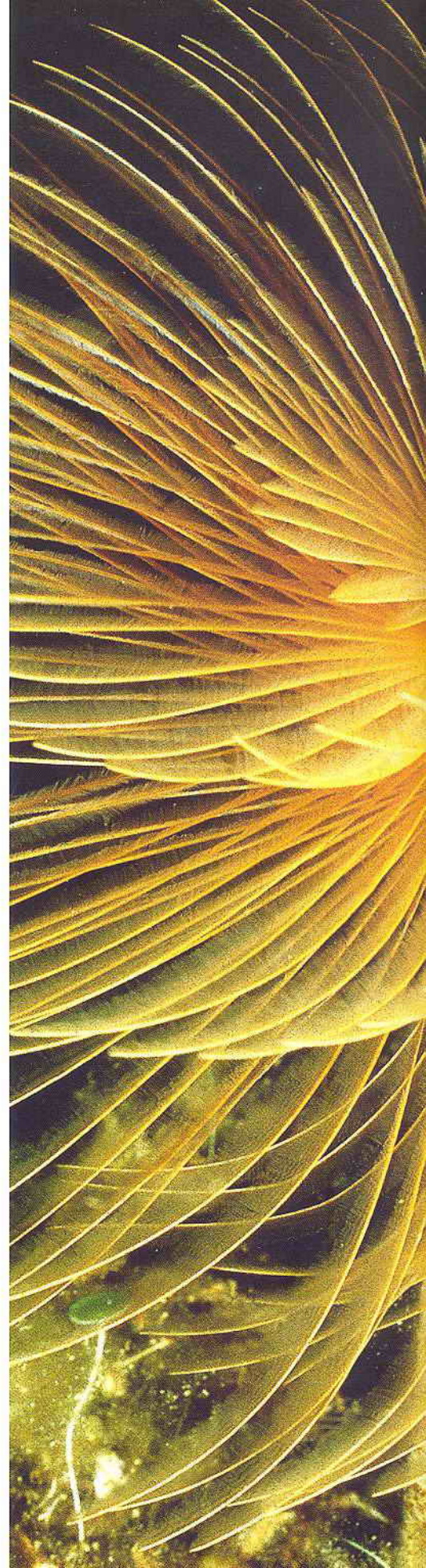
Простейшие из морских червей, которых можно увидеть невооруженным глазом, — плоские черви, или планарии. У них плоское тело, симметричное относительно продольной оси, а головной отдел снабжен хорошо развитыми органами чувств. Однако пищеварительная кишка у них заканчивается слепо, как у медуз и актиний, и они не имеют ни жабр, ни кровеносной системы. Многие тропические виды ярко окрашены, чтобы предупредить хищников, что внутри них содержатся ядовитые вещества. Некоторые способны выделять из съеденных актиний неповрежденные стрекательные клетки для использования на своем теле. Ленточные черви, или немуртины, похожи на плоских червей, но имеют кишку со ртом и анальным отверстием, что способствует более эффективному питанию. Они активные хищники. Охотятся на мелких животных, зарывающихся в ил и песок. Одно из примечательных свойств немуртин — способность изменять длину. Немуртина Линеус, живущая на берегах морей умеренных поясов, нередко достигает 10 м. Если ее осторожно разделить, то, восстанавливаясь, она может вдвое превзойти эту длину. Большинство кольчатых червей (аннелид) входят в группу полихет (многощетинковых червей). Они отличаются разнообразием форм тела и образа жизни. Одни — активные хищники поверх или внутри донного слоя осадков, другие образуют трубчатый чехол и прикрепляются к субстрату, фильтруя пищевые частицы. Все они обладают телами, разделенными на сегменты. Сипункулиды, возможно, являются дальними родственниками аннелид, но лишены сегментации и имеют хорошо развитые системы органов.

## СТРОЕНИЕ ТРОХОФОРЫ

Трохофора — личинка аннелид и архианнелид. Она движется в толще воды, используя поперечное кольцо ресничек, и питается фитопланктоном. Другие ряды ресничек, например вокруг анального отверстия, обеспечивают направление движения и помогают замедлить погружение. Трохофора использует верхний (апикальный) пучок ресничек для ориентации и улавливания движения воды. Она растет, пока не сформируется в маленькую взрослую особь, в голове которой трохофора и остается.



◀ У этих карибских веерных червей нежный венчик перистых белых щупальцев покрыт слизью, к которой прилипают пищевые частички. Они сортируются и отправляются в рот специализированными группами ресничек. Если животным грозит опасность, щупальца моментально втягиваются в трубку, где скрывается тело червя.



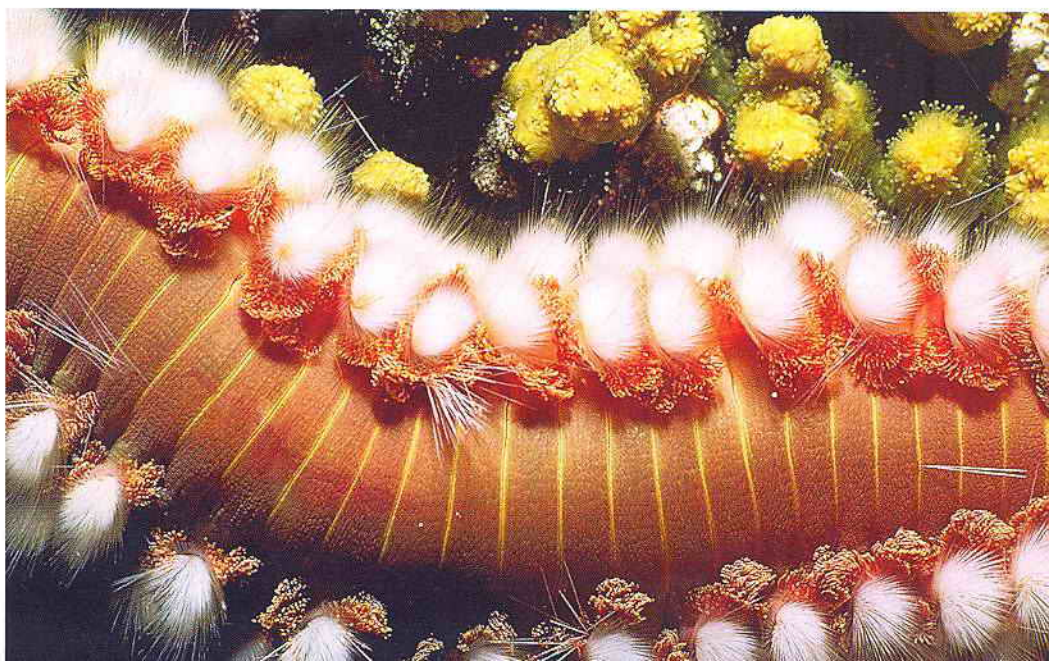




◀◀ **Спирально расположенные щупальца** этого многощетинкового червя служат ему для питания и дыхания. Тело червя заключено в вертикальную известковую трубку, которую он образует собственной поверхностью и постоянно наращивает при росте.

◀ **Зебровая планария** имеет предупреждающую окраску, характерную для многих животных. Четкие светлые полосы на черном теле — сигнал хищнику о том, что его обладатель может оказаться невкусным, а то и ядовитым.

▼ **Огненный бородатый червь** получил свое название за характерные пучки тонких игл по обеим сторонам каждого сегмента тела и за то, что может поедать жгучий огненный коралл без вреда для своего организма.

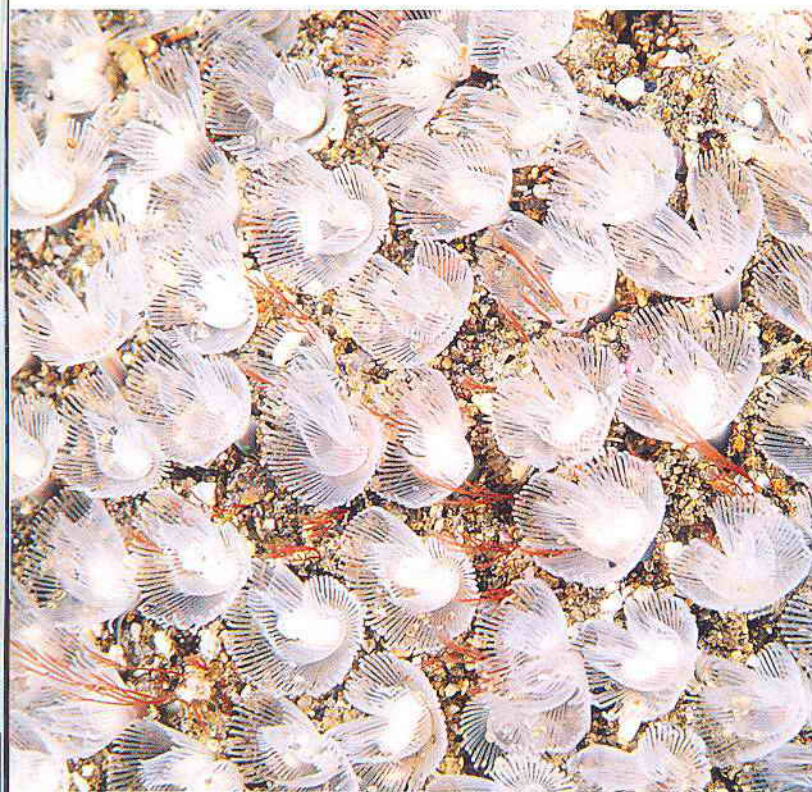




## Щупальцевые

Морские мшанки, форониды и плеченогие — три типа морских беспозвоночных животных, получившие общее название щупальцевые. Для них характерны необычные органы фильтрации — лофофоры, напоминающие загнутую или свернутую в спираль щетку. Формы их тел различны, образ жизни тоже, но их объединяют многие общие свойства.

Морские мшанки — самая многочисленная группа щупальцевых, насчитывающая 5000 видов. Колонии мшанок состоят из отдельных зооидов, совместно строящих скелет, в котором они обитают. Это может быть обрастание на камнях или водорослях или кружевные структуры, напоминающие бесцветные водоросли. Плеченогие похожи на старинные ламповые стекла или двустворчатые раковины, но наличие длинного стебелька и лофофора раскрывает их истинную сущность. Форониды (подковообразные черви) получили свое название из-за формы своего лофофора. Они обитают по всему миру в трубках, построенных из песчинок, прикрепленных к твердым поверхностям на мелководье.

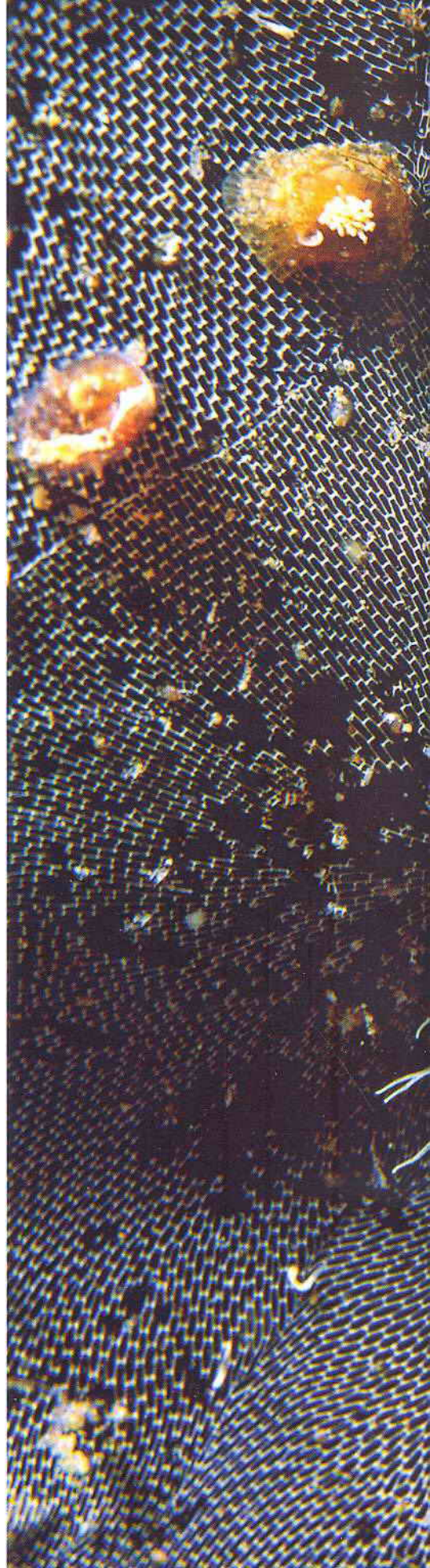


◀ **Форониды** используют пучки нежных щупальцев для улавливания частичек из протекающей воды. Добыча притягивается в их основание и сортируется на съедобную и несъедобную при помощи лофофора.

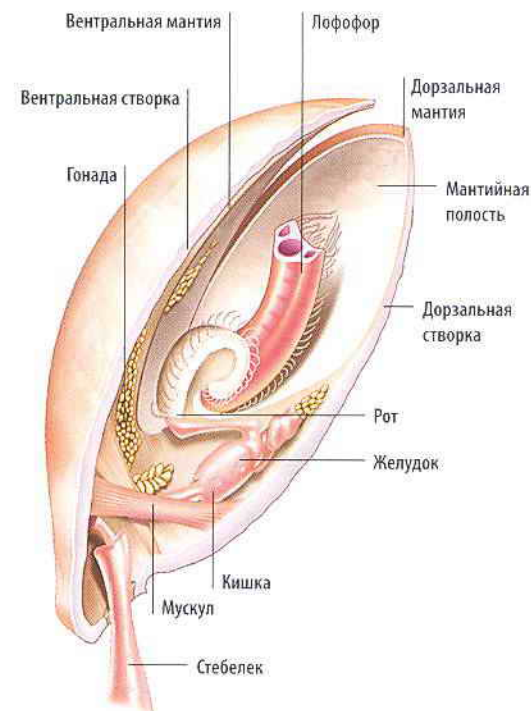
► **Морские мшанки** поселились вместе с актиниями на слоевище крупной бурой водоросли. Несмотря на то что каждый отдельный зооид занимает свою ячейку, он связан с соседями тяжкими из мягких тканей.



◀ **Пучки щупальцев**, выходящих из верхней части каждой ячейки, в которой находится один зооид мшанки. Щупальца, образующие лофофор мшанки, имеют три кольца ресничек. Они продвигают частицы ко рту в основании щупальцев.







### СТРОЕНИЕ ПЛЕЧЕНОГИХ

Большинство плеченогих имеют стебелек из мягких тканей, который может выделять цементирующее вещество, прикрепляющее его к камням, или действовать как якорь, если оно зарывается в ил. Во время питания сложные группы мускулов раскрывают створки, чтобы лофофор мог создать ток воды, приносящий пищу и кислород и смывающий продукты жизнедеятельности. В крови плеченогих содержится пигмент гемеритрин, при помощи которого они поглощают кислород.

▼ Плеченогие размножаются только половым путем. Яйцеклетки оплодотворяются в воде и развиваются в личинку.





# Моллюски

Моллюски — группа разнообразных животных, зародившихся в морях докембрия более миллиона лет тому назад. Самым примитивным современным моллюском является хитон. Его тело покрыто восемью соединенными известковыми пластинками. Брюхоногие — морские слизни, улитки и блюдечки — самая крупная группа моллюсков. У них есть (или была в прошлом) известковая раковина. Морские слизни со временем утратили ее и полагаются на предупреждающую окраску и химическую защиту. Они часто ярко окрашены и имеют на спине перистые жабры. Улитки и блюдечки отличаются большим разнообразием размеров, форм и окраски раковин. Небольшое количество брюхоногих приспособилось к жизни в толще воды. Их нога превратилась в крыловидный орган, как у крылоногих моллюсков. Другие, подобно пурпурной морской улитке, выделяют плот из пузырьков, виса на котором ловят добычу. Двустворчатые моллюски передвигаются не так активно и питаются фильтруя пищу из воды. Некоторые, например морской червь, питаются древесиной и детритом. Наиболее развитые моллюски — головоногие, к ним относятся осьминоги, кальмары и каракатицы. Эти активные охотники используют свои развитые органы чувств и великолепный камуфляж для засады и внезапного нападения на добычу.

► **Гигантская тридакна** обитает в тропических водах. Пятнистая яркая окраска вызвана симбиотическими зелеными водорослями. Светлые пятна — линзоподобные образования вроде простых глазков, направляющие солнечный свет на водоросли.

▼ **Яркий тропический морской гребешок** имеет по краям чувствительные щупальца, улавливающие попытки нападения хищников на его нежное тело во время питания. При малейшем прикосновении к щупальцам он захлопывает створки.



▼ **Этот морской слизень** осторожно ползет в поисках пищи между иглами морского ежа. Иглы ежа и предупреждающая окраска слизня — эффективная защита от хищников. Морские слизни бисексуальны. Спереди они самки, а сзади самцы.





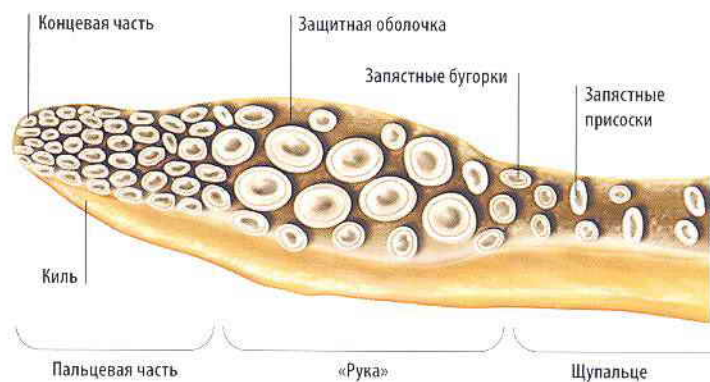


▼ **Синекольчатый осьминог** печально известен своим сильным нейротоксичным ядом. Он способен за несколько минут убить взрослого человека. Эти мелкие головоногие моллюски обездвиживают добычу ядом, чтобы она не повредила их нежное тело.



### ПРИСОСКИ ГОЛОВОНОГИХ

Многие головоногие моллюски ловят добычу, выбрасывая вперед пару более длинных щупальцев с выпуклыми присосками, часто зазубренными. Эти органы удерживают даже очень скользкую добычу и притягивают ее к ядовитому клюву, наносящему смертельный укол. Размер и форма присосок зачастую являются характерными признаками вида. Существование многих глубоководных кальмаров было первоначально установлено по следам их присосок на коже китов, задолго до отлова самих головоногих. Например, гигантский кальмар (*Mesonychoteuthis hamiltoni*) был впервые частично описан в 1925 г. по шрамам от его присосок на китах. Целый экземпляр этого вида не удавалось отловить до 2003 г. На иллюстрации показано утолщение на конце щупальца кальмара. У него есть еще восемь более коротких щупальцев с присосками.



▼ **Развитая нервная система** головоногих моллюсков позволяет им мгновенно менять цвет и рисунок их покровов. Считается, что рисунок на коже — форма коммуникации, необходимая для социальных взаимоотношений, как, например, у этой каракатицы в период ухаживания.





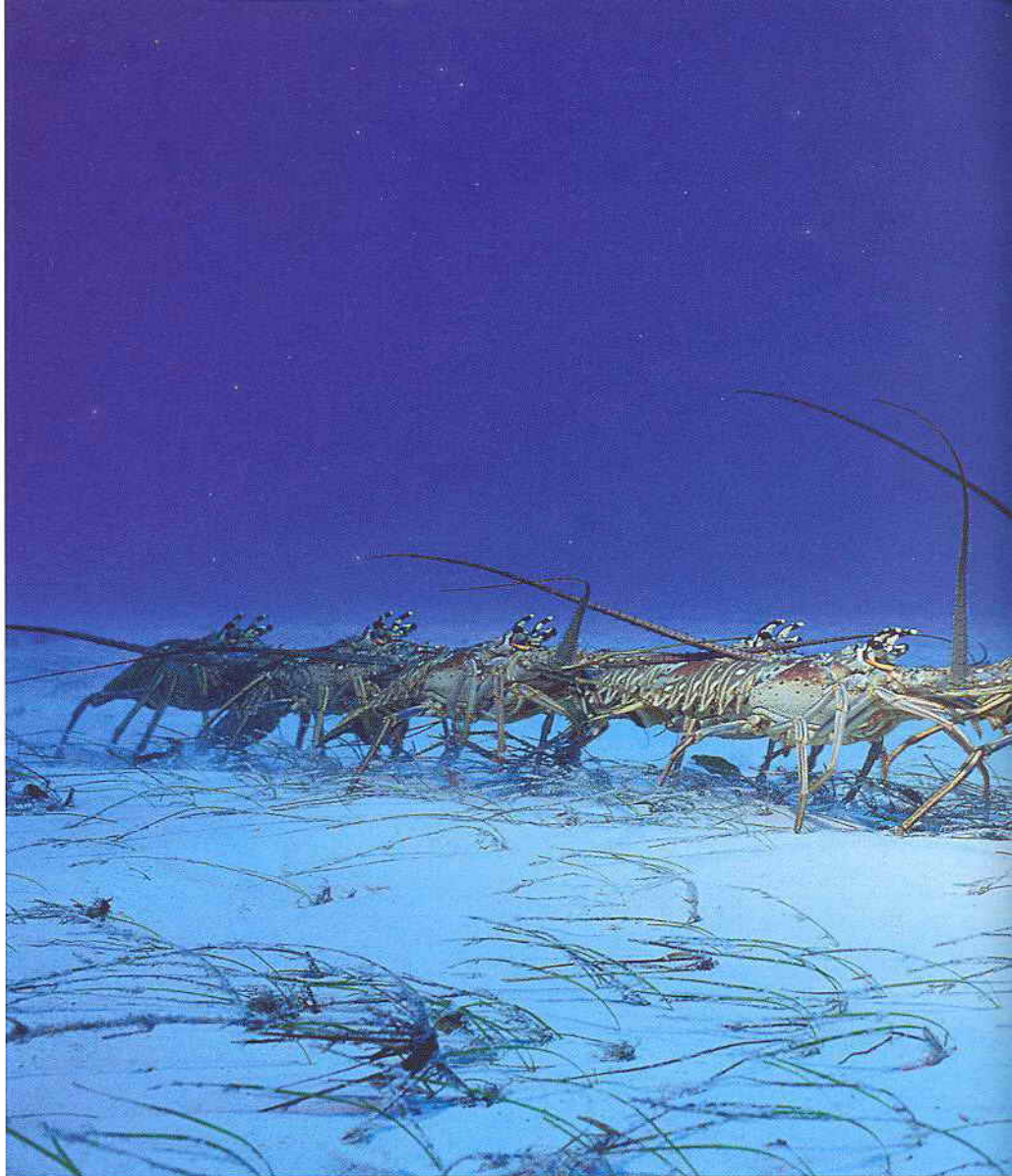
# Ракообразные

Членистоногие — высший и самый обширный тип беспозвоночных животных. В морях они по большей части представлены ракообразными. Их характерными чертами являются твердый хитиновый панцирь (экзоскелет), членистые конечности и ногочелюсти. Экзоскелет хорошо защищает животное и позволяет развиваться сильным мышцам. Он ограничивает размеры животного, однако во время периодических линек сбрасывается, позволяя животному расти.

Морские ракообразные имеют жабры для дыхания и наружный хитиновый скелет, усиленный кальцием, поглощаемым из окружающей воды. Существует более 45 тыс. видов ракообразных, населяющих все местообитания. Ученые рассматривают их как морской эквивалент доминирующих наземных членистоногих — насекомых.

► **Молодые лангусты** совершают ежегодные миграции из областей нагула молоди до местообитаний взрослых животных.

▼ **Личинки усоногих морских уток** похожи на ракообразных, но взрослые особи отличаются от них. Большая часть животного заключена в твердые известковые створки, а перистые конечности улавливают пищевые частички.

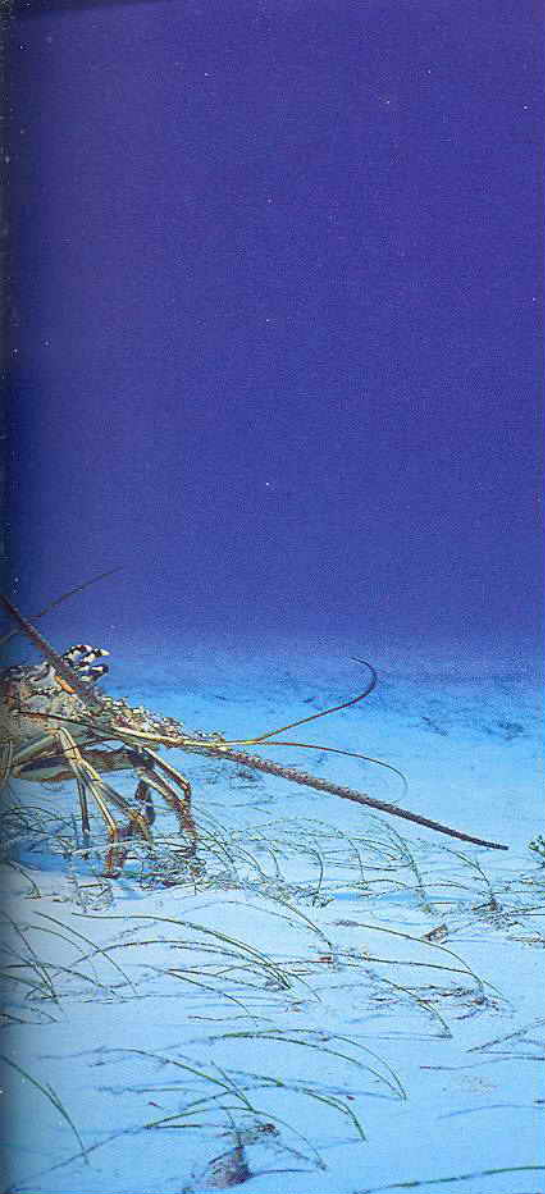


▼ **Паук-краб** имеет длинные иглы, отпугивающие хищников. Его ноги снабжены острыми выростами, помогающими лазать по мягким кораллам. Клепши захватывают частицы пищи, в том числе и кусочки мягкого коралла.

▼ **Вопреки своему названию** этот розовый норный лангуст относится к ракам-отшельникам. Своими острыми клешнями он собирает кусочки пищи с морского дна и защищается в боях за территорию.





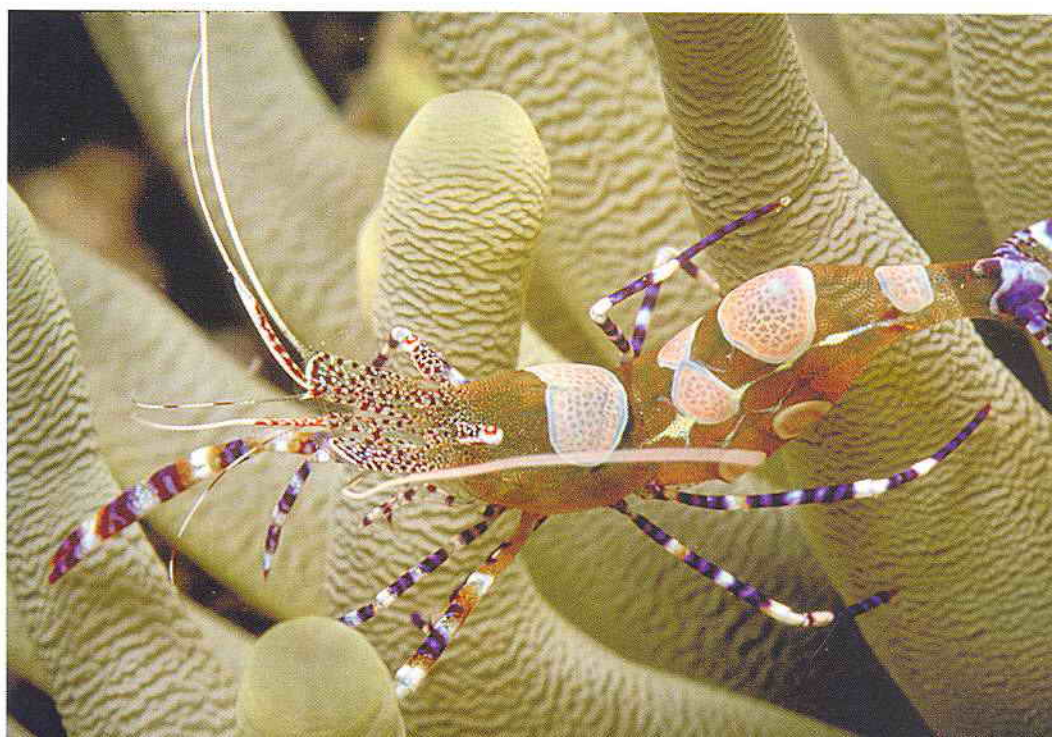


▼ **Распределяя собственный вес** между ходильными конечностями, этот краб способен передвигаться по мягкому песку. Он просеивает песок и ил первой парой ног и ногощелюстями выбирает все органические остатки.

▼ **Эта тропическая креветка** пробирается между щупальцами актинии, стараясь избежать смертельных ожогов ее жалящих клеток. Яркая окраска креветки обусловлена пигментами, содержащимися в панцире.



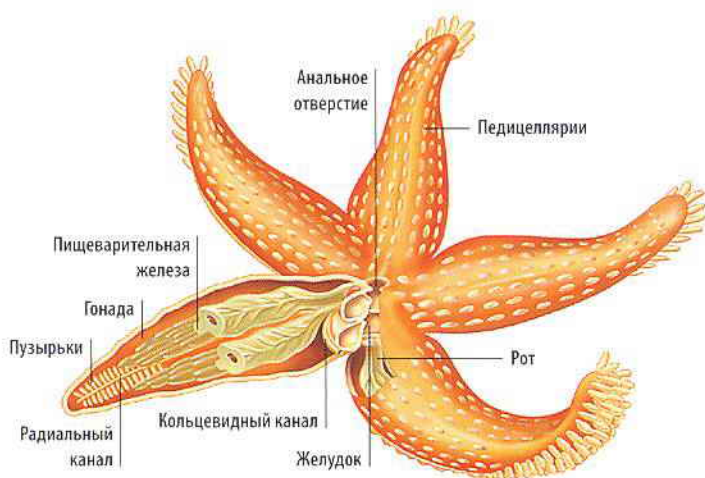
▼ **Эта креветка** имеет сложные фасеточные глаза, состоящие из множества отдельных глазков. Они создают мозаику изображений с широким обзором и чутко улавливают движения добычи или хищников.





# Иглокожие

Иглокожие — морские звезды, морские лилии, морские огурцы и морские ежи — образуют многочисленные группы беспозвоночных животных. Насчитывают около 60 тыс. видов иглокожих, обитающих в разнообразных местах — от тропических морей до ледовитых полярных вод и от прибрежных вод до глубоких океанских разломов. Формы тела иглокожих — варианты одной простой схемы. Все они имеют радиальную симметрию и пять «рук», часть которых может быть утрачена или видоизменилась в процессе эволюции. Базовую модель устройства иглокожих можно рассмотреть на примере морской звезды. Считается, что морские лилии — это морские звезды, живущие «вверх ногами», их «руки» редуцировались до гибких перистых стеблей, колеблющихся в воде. У морских огурцов (голотурий) «руки» срослись, образовав цилиндр. Их мягкие кожистые тела могут проникать в небольшие трещины. «Руки» морских ежей срослись и образовали полый диск из твердых известковых пластин. Большая часть иглокожих питается мелкими пищевыми частицами, но некоторые являются активными хищниками, поедая двусторчатых моллюсков и кораллы.



## СТРОЕНИЕ МОРСКОЙ ЗВЕЗДЫ

Иглокожие имеют внутренний скелет, покрытый мягкими тканями, часто с иглами или бугорками. У некоторых видов есть хватательные образования — педицеллярии. В центральном диске снизу имеется рот, а в верхней части — анальное отверстие. Васкулярная система служит для движения с использованием трубчатых конечностей. Присоски на конечностях для удерживания добычи или сцепления с поверхностью дна при движении. Морская звезда обладает силой достаточной, чтобы раскрыть створки живой мидии.

► **Морские звезды** часто образуют большие скопления. Они собираются либо для питания на крупном источнике пищи, например на мидийной банке, либо для привлечения особей противоположного пола при икреметании.







► **Морские лилии**

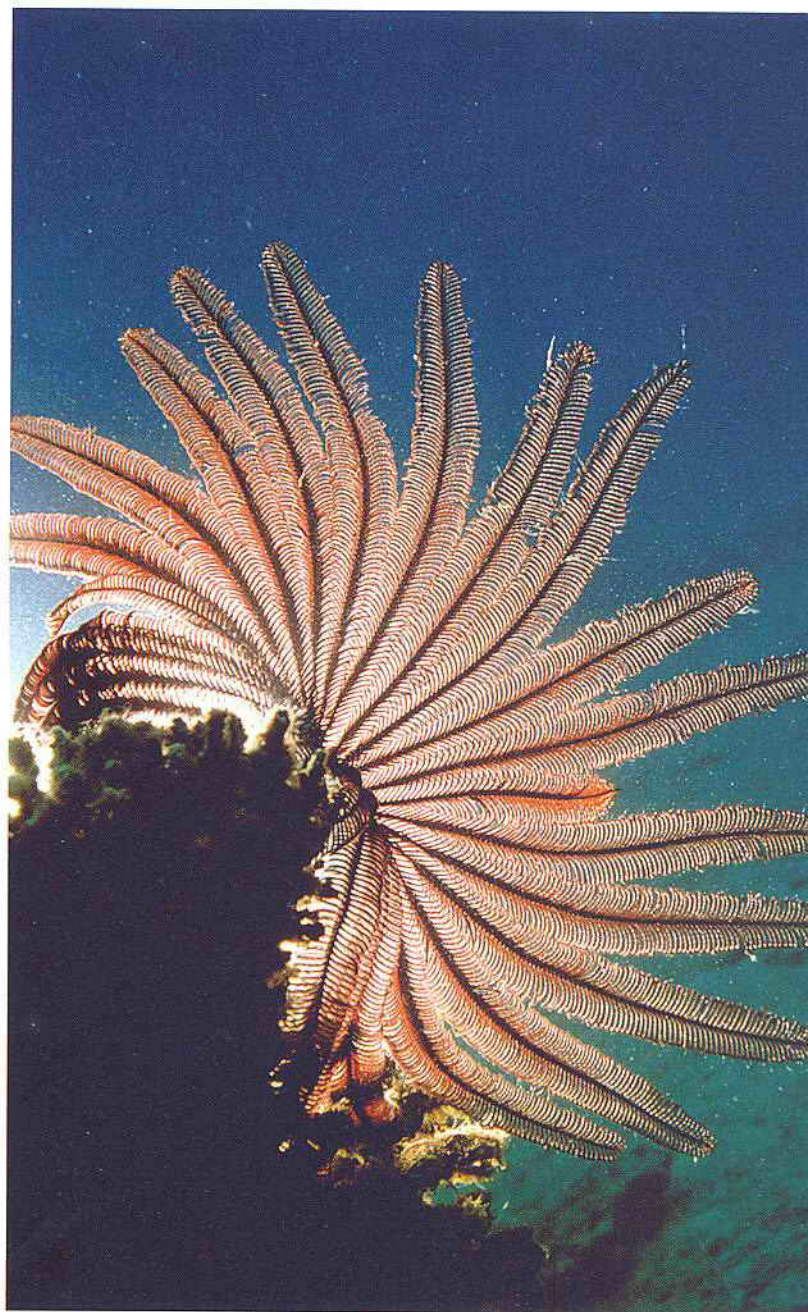
питаются исключительно плавающей пищей. Нежные конечности изгибаются, вылавливая из воды планктон и мелкие пищевые частицы. Сложная система ресничек и желобков сортирует их. Съедобный материал направляется к основанию конечностей, в рот.

▼ **Толстые иглы**

карандашного морского ежа отпугивают даже неустрашимых хищников. Иглы также служат убежищем для мелких рыбок.

▲ **Голотурии лишены игл.**

Они полагаются на иные формы самозащиты. Яркая окраска предупреждает о том, что голотурия содержит токсичные вещества. Многие виды к тому же «выстреливают» свои внутренние органы через рот или анальное отверстие, чтобы отпугнуть хищника.

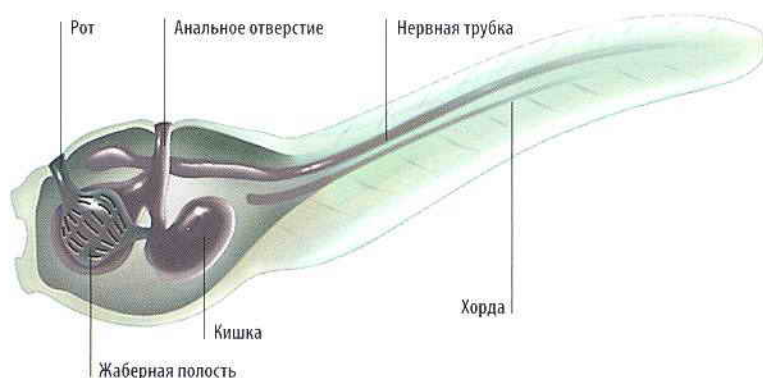




# Асцидии и ланцетники

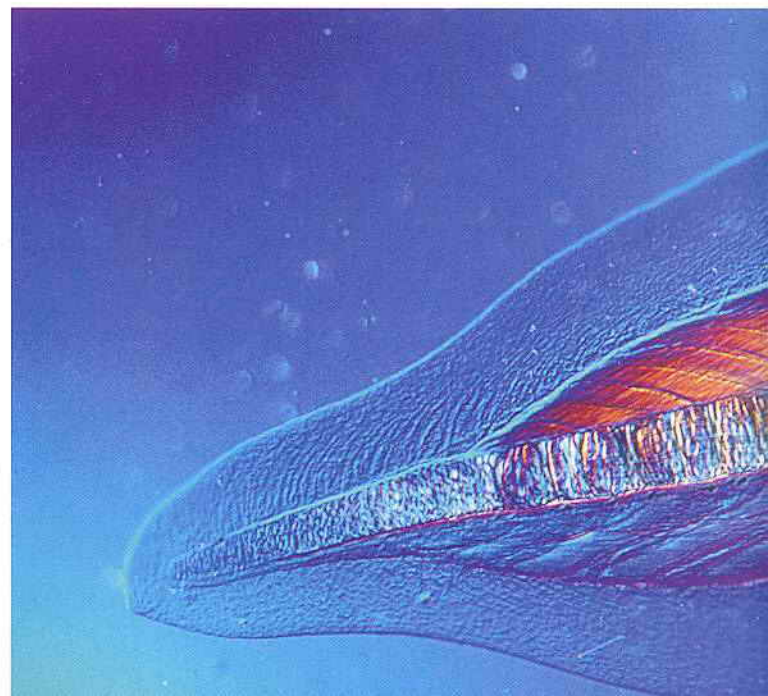
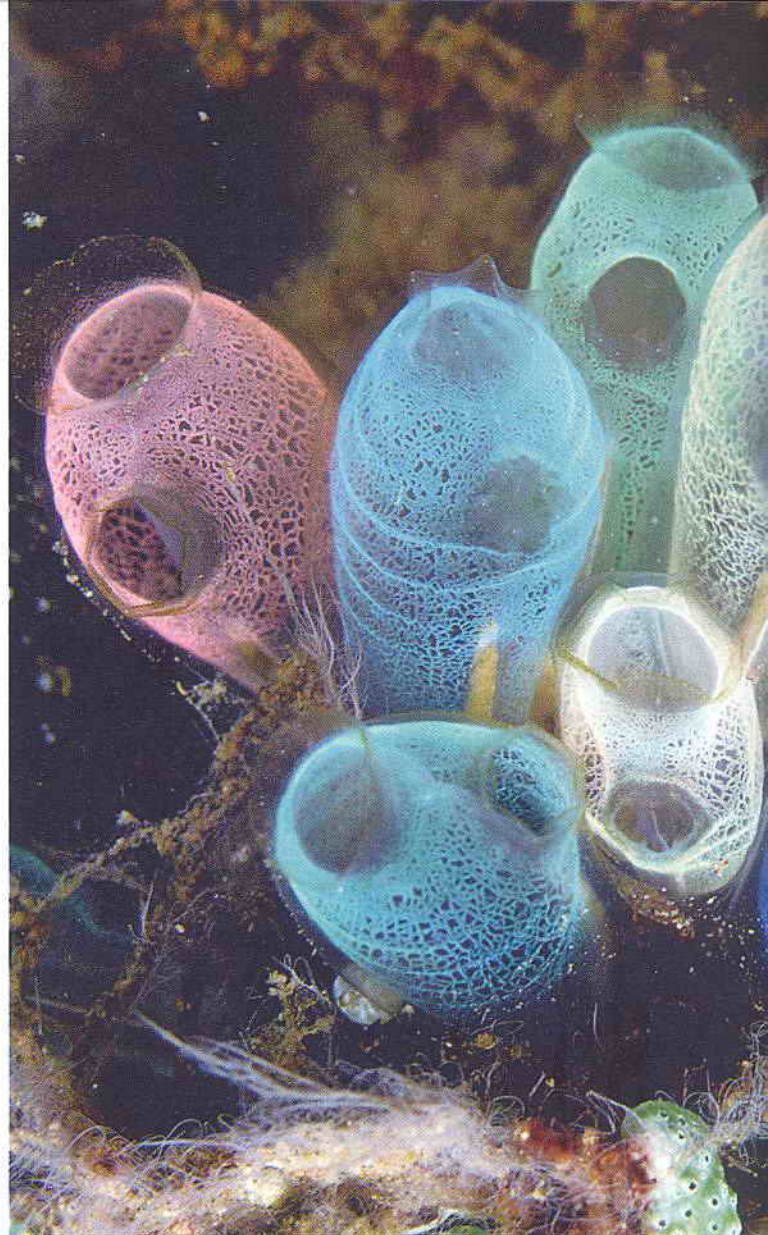
Как ни удивительно, асцидии и ланцетники — наши дальние родственники, поскольку относятся к тому же типу хордовых, что и люди. Все 49 тыс. видов существующих ныне хордовых имеют три основные характеристики: полую нервную трубку, жаберные щели и гибкую спинную струну (хорду), поддерживающую нервный тяж. У людей и других животных, называемых позвоночными, в ходе эволюции хорда заменилась настоящим позвоночником. Асцидии и ланцетники не имеют его ни на одной стадии развития, поэтому к этому виду не относятся. Взрослые асцидии — фильтраторы. Вода втягивается в рот (или сифон). Некоторые из них образуют колонии на твердых поверхностях. Сальпы — морские асцидии, вернувшиеся к обитанию в толще воды, как одиночно, так и в виде лентовидных колоний. Ланцетники — беспозвоночные хордовые, живущие в мягких осадках на мелководье.

## СТРОЕНИЕ ЛИЧИНКИ АСЦИИ

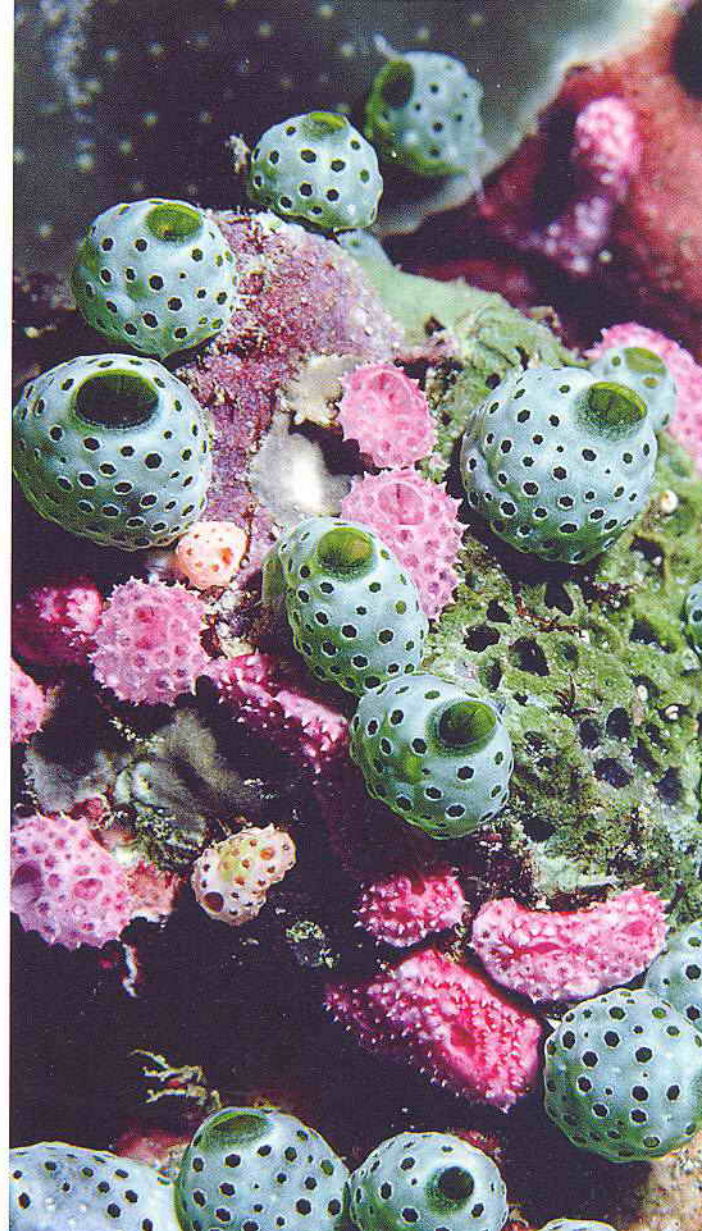


▲ **Личинка морской асции** имеет хорошо развитую голову, часто с глазом, и мускульный хвост для плавания. Личиночная стадия непродолжительна. Личинка не питается, ее единственная цель — найти подходящее место для прикрепления. Отыскав его, она присасывается головной присоской к субстрату. Хорда и хвост быстро растворяются, оставшийся головной отдел развивается в просто устроенную фильтрующую взрослую форму.

► На снимке хвоста ланцетника видны проходящие внутри хорда, нервная трубка и V-образные пучки мышц с каждой стороны. Сокращение мышц вызывает S-образные движения хвоста.

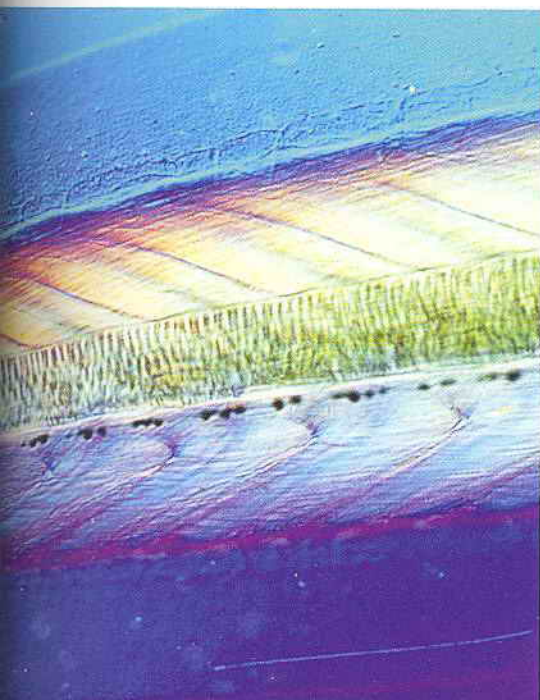






◀ В колонию морских асцидий вода поступает через мелкие боковые отверстия, а удаляется через единственное отверстие на верхнем конце. Яркая окраска сообщает о том, что в них содержатся вредные вещества. Потенциальным хищникам приходится иметь дело с серной кислотой и ядовитым ванадием, содержащимся в крови всех асцидий.

◀◀ **Крупные отверстия** на верхушках асцидий — сифоны. Они окружены рядами игл и чувствительными щупальцами, предотвращающими попадание внутрь нежелательных веществ. Любое раздражение заставляет сифон закрыться. Асцидии получили название по способности быстро выбрасывать ненужные вещества из полости тела.



◀ **Каждый из этих «цветков»** — группа отдельных асцидий, иногда называемых полипами. Асцидии окружены полупрозрачным пластичным веществом, выстилающим твердую поверхность. Часто они живут на каменистых прибрежных участках или рифах, где движение волн приносит частицы пищи и обогащает воду кислородом.



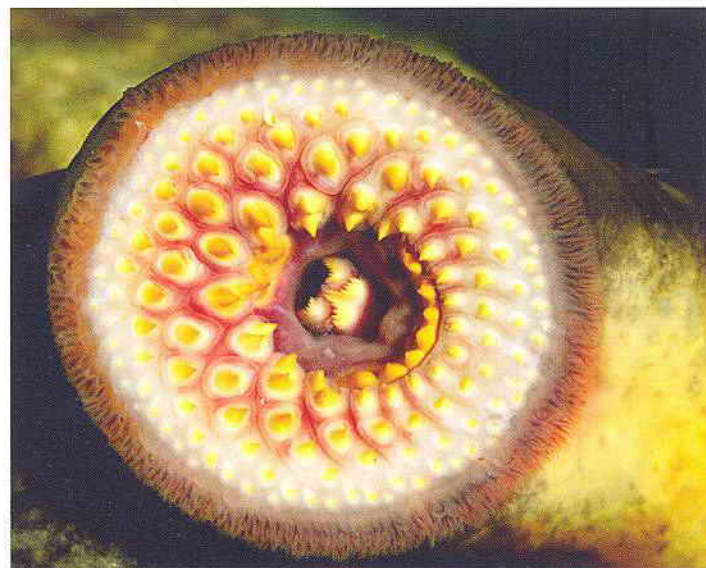
## МИНОГИ И МИКСИНЫ

Миноги обитают в пресных водах умеренных широт Северного и Южного полушарий, но некоторые виды проводят часть своей взрослой жизни в море. Взрослые животные могут вести как паразитический, так и свободный образ жизни. Непаразитические виды называются ручьевыми или карликовыми миногами. После личиночной стадии продолжительностью семь лет миноги не питаются, пока не выметут икру, после чего гибнут. Паразитические виды могут прожить после метаморфоза еще три года и достигают длины 90 см. Эти паразитические формы остаются в пресных водах или мигрируют в океан.

Миксины обитают только в морях умеренных широт, но порой встречаются в прохладных глубоких водах тропиков. В отличие от миног они не имеют личиночной стадии и откладывают крупные яйца с большим количеством желтка, из которых выходят миниатюрные копии взрослых особей. Миксины — ночные хищники, охотятся на мелких беспозвоночных и падальщиков. Питанию способствует их умение завязываться в узел, при помощи чего они отрывают куски добычи. Рот лишен челюстей, но имеет шесть бороздок.

► **Миноги мечут икру** в пресных водах, построив гнездовую ямку. Для этого они передвигают камешки ротовой присоской. Самка прикрепляется к камню, самец обвивается вокруг нее, яйца и спермии выходят одновременно.

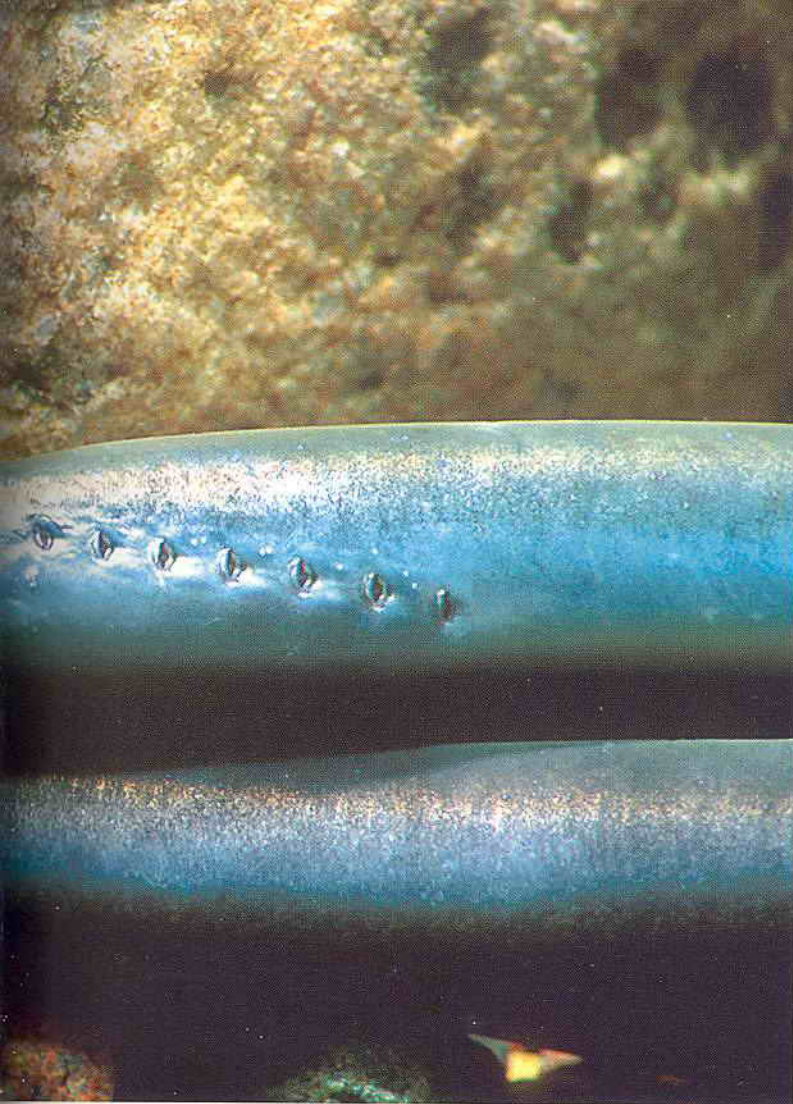
▼ **Глаза миксин** затянuty кожей и поэтому похожи на два белых пятна светочувствительных клеток. Эти круглоротые особенно хорошо известны своей способностью выделять огромное количество слизи (буквально ведрами) всего за несколько часов, за что получили свое второе название — слизевые угри.



▲ **Минога имеет круглую ротовую воронку** и ротовой диск с роговыми зубами. Она использует свою ротовую присоску, чтобы прикрепиться к жертве, и высасывает питательные жидкости, кровь и часть плоти. По расположению и числу зубов определяют вид миноги.







▼ **Миксины по преимуществу ночные хищники**, охотятся на небольших беспозвоночных, но также являются падальщиками. Они способны выделять большое количество слизи, что помогает им проникать в трупы животных, например рыб, останки китов и дельфинов. Тела у них длинные и поразительно гибкие.



### ГОСТИ ИЗ ДРЕВНОСТИ

Несмотря на то что прямых связей найти не удалось, многие ученые предполагают, что миноги и миксины — единственные представители древнейших бесчелюстных позвоночных, появившихся на Земле более 500 млн лет назад. Круглоротые не имеют челюстей, почему и вся группа и получила такое название. Самые первые представители этого вида, найденные в окаменелостях, имели наружный костный скелет. Миноги и миксины, в отличие от них, вообще не имеют костей. Они похожи на угрей, с жаберными щелями в виде пор и лишены как чешуи, так и парных плавников. Всего насчитывается 66 видов миног и 39 видов миксин.

► **Морская минога присосалась ротовой присоской** к рыбе и выпила столько крови и других жидкостей, что та погибла. Минога способна потребить крови до 30 % от веса собственного тела ежедневно. Крупные животные могут пережить нападение миноги, но мелкие, например сельдь, погибают.





## Акулы, скаты и химеры

Акулы, скаты и химеры относятся к хрящевым рыбам. Насчитывается 415 видов акул, 547 видов скатов и 37 видов химер. Самые крупные рыбы на Земле — китовая акула (12 м) и гигантская акула (9 м), питающиеся планктоном. Есть и плотоядные акулы, хорошо известные людям, — белая, тигровая, акула-молот и лисья (5—6 м). На другом конце шкалы — глубоководная колючая акула (20 см). Скаты также могут достигать больших размеров, например манта (7 м). Большинство акул и скатов — морские виды, но 28 видов обитают в пресных водах. Несмотря на то что их часто называют примитивными, современные акулы и скаты — высокоспециализированные рыбы и значительно отличаются от собственных предков. Химеры — исключительно морские обитатели и достигают максимальной величины 1,5 м.

### РАЗМНОЖЕНИЕ

Всем акулам, скатам и химерам присуще внутреннее оплодотворение. Яйца крупные, с большим количеством желтка, но их сравнительно немного. Это делает их чувствительными к чрезмерному вылову. У самцов нет пениса, но есть видоизмененные брюшные плавники, превратившиеся в аппарат для переноса спермы. Химеры имеют на голове добавочный усик. Самки либо откладывают яйца в прочных кожистых «сумках», либо вынашивают эмбрионы внутри тела в течение нескольких месяцев. Беременность может продолжаться очень долго. Период беременности колючих акул — два года, а китовых — более трех лет. Эти рыбы создали ряд стратегий размножения, от простого откладывания яиц до живорождения, когда молодь вынашивается с помощью органа, напоминающего плаценту млекопитающих.





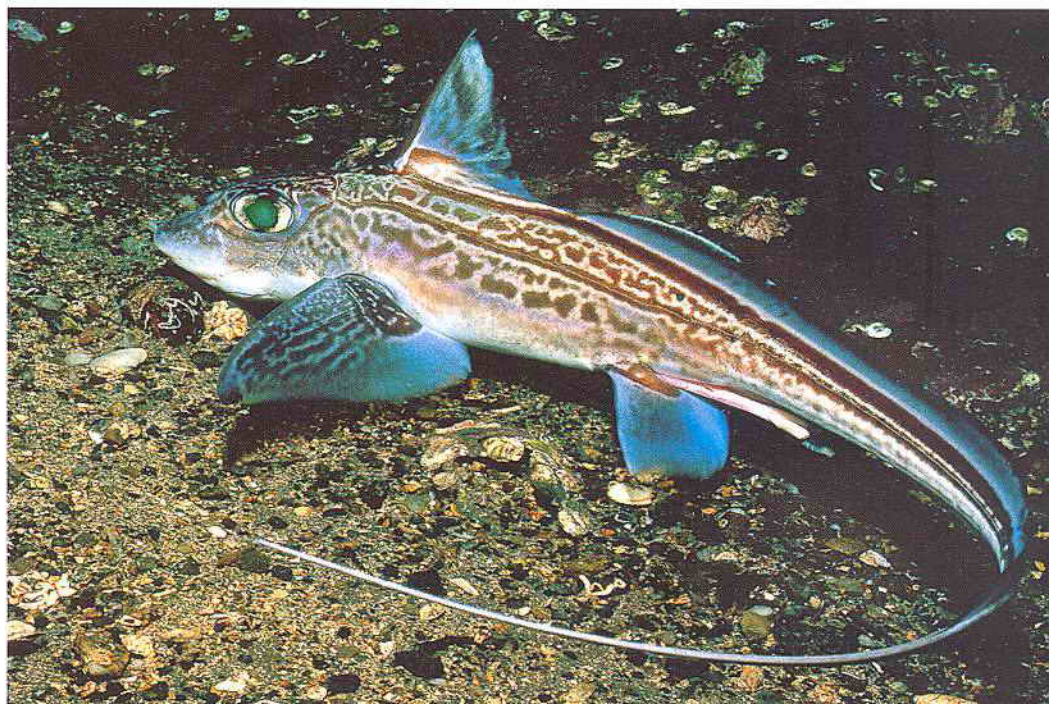


◀ **Серая рифовая акула** — активный общественный вид, питается мелкими рыбами, кальмарами, осьминогами, омарами и крабами. Вместе с черноплавниковой и белоплавниковой рифовыми акулами она составляет тройку самых распространенных видов акул в Индийском и Тихом океанах. Несмотря на то что не всякая рифовая акула достигает 2,4 м, почувствовав угрозу, они могут нападать на ныряльщиков. Сначала рыбы совершают угрожающие быстрые движения вокруг пловца. Потом либо скрываются, либо нападают, нанося молниеносные укусы.

◀◀ **Южный скат-хвостокол** часто лежит в прогретой воде, наполовину зарывшись в песок. Как и у остальных хвостоколов, у него находится в твердом зазубренном шипе у основания хвоста.

◀ **Яйцевые капсулы акул** сравнительно крупные и защищены прочной оболочкой. Эти капсулы предохраняют эмбрионы в течение 7,5 — 10 мес., от откладывания до вылупления. На свет появляется молодь 15 см длиной. Каждая капсула содержит один эмбрион и прикрепляется к водорослям или морскому дну прочными закрученными нитями.

► **Эта химера проводит всю жизнь у морского дна**, питаясь беспозвоночными. Часто химер находят на глубине до 1000 м. В северных морях они совершают ежегодные летние миграции, двигаясь на глубинах от 40 до 100 м. Эти медленно плавающие рыбы обычно встречаются небольшими группами.





## Костные рыбы

Костные рыбы — наиболее многочисленная и богатая видами группа позвоночных. В отличие от акул и скатов они имеют костный скелет. Большая часть современных видов принадлежат к лучеперым, потому что их плавники поддерживаются длинными костными лучами. Лучеперых рыб можно разделить на мягкоперых и жесткоперых. Живущих ныне мягкоперых рыб делят на четыре группы, три из которых обитают в морях. Это костноязыкие и родственные группы (пресноводные): угреобразные, тарпоновые, сельдевые и несколько подгрупп, в том числе сомовые. Лучеперых насчитывается до 24 600 видов, из которых 11 345 имеют мягкие плавниковые лучи. Внутренняя анатомия мягкоперых рыб отличается от строения жесткоперых двумя основными признаками. Во-первых, плавательный пузырь, если он есть, у мягкоперых рыб соединен с пищеводом и содержание газа может снижаться или увеличиваться путем заглатывания воздуха или выпускания его через рот. Существует также секреция и ресорбция газа газовой железой, соединенной с плавательным пузырем. Мягкоперые рыбы также отличаются от жесткоперых наличием двух отдельных органов — поджелудочной железы и печени.

▲ **Калифорнийские анчоусы** встречаются в прибрежных водах, в пределах 30-километровой границы от берега, но не дальше чем за 480 км от него. Они образуют крупные плотные косяки, заходящие в заливы, чтобы кормиться зуфаузидами, копеподами и личинками декапод. Они весьма активны в охоте за добычей.

▼ **Сетчатая мурена** обитает на рифах и внешнем склоне континентального шельфа от западной части Тихого океана до Восточной Африки. Она живет в норах с рыбами-чистильщиками и креветками-чистильщиками, питается головоногими моллюсками и мелкими рыбами.







◀ **Полосатые сомки** встречаются на рифах в Индийском и восточной части Тихого океана. Молодь живет плотными косяками, роящимися, чтобы отпугнуть и дезориентировать хищников. У них имеются зазубренные ядовитые колючки на грудных и брюшных плавниках, способные наносить болезненные раны. Иногда их называют шмелями, за жужжащие звуки, которые они издают при извлечении из воды.

▶ **Ленточная мурена**, обитающая в Индо-Тихоокеанском регионе, нередко частично зарывается в песок. Она достигает 130 см в длину и питается мелкими рыбами. Способна резко изменять окраску и даже пол: при определенных условиях самцы превращаются в самок.



◀ **Ящероголовая рыба** живет в прибрежных водах теплых регионов Атлантики, Тихого и Индийского океанов, наполовину зарывшись в мягкий ил либо в коралловых рифах. Голова похожа на голову рептилии, а большой рот снабжен острыми длинными зубами. Самые крупные экземпляры достигают 60 см и активно охотятся на мелких рыб.





## Колючеперые рыбы

Большая часть современных рыб относится к 13 262 видам колючеперых, из которых 10 177 обитают в морях. К морским формам относятся: кефалевые, сфиреновые и окунеобразные. Как следует из их названия, в дополнение к мягким плавниковым лучам у них присутствуют острые шипы на грудных, брюшных, тазовых и анальных плавниках. Колючеперые обнаружены во всех морских местообитаниях и демонстрируют широкое разнообразие образа жизни, часто имеют видоизмененные части тела, например сложно устроенные челюсти. У большинства закрытый плавательный пузырь, поэтому их плавучесть регулируется только секрецией и ресорбцией газовой железы. Отдельные представители, например некоторые виды тунцов, двигаются с большой скоростью в вертикальном направлении и избегают трудностей регуляции плавательного пузыря, полностью опустошая его. У колючеперых имеется гепатопанкреас — орган, выполняющий функции и печени, и поджелудочной железы.

► **Морские коньки уникальны тем,** что самцы этих рыб имеют специализированную сумку для вынашивания мальков. Самка откладывает икринки в сумку, где они оплодотворяются самцом. Самец заботится о потомстве и рождает мальков на свет.

▼ **Коралловая гаррупа** живет в чистых водах хорошо развитых коралловых рифов в Индо-Тихоокеанском регионе. Это хищник, обычно устраивает засады на более мелких коралловых рыб, проплывающих мимо.





► **Креольские губаны** обитают на склонах рифов и мелководных участках рифовых зон тропической западной части Атлантики. Эти губаны обычно собираются в крупные косяки, подобно помацентровым рыбам.



▼ **Голубой марлин** активно охотится на более мелких рыб в Атлантическом, западной части Тихого и Индийском океане. Зачастую достигает веса 450 кг и может развивать скорость 75 км/ч.

#### РОЛЬ ПОЛОВ

В ряде групп рыб наблюдается гермафродитизм и смена полов, и наиболее часто — среди жесткоперых. Гермафродиты, одновременно являющиеся и функциональными самцами и самками, найдены среди некоторых видов серрановых (каменных окуней). Смена пола характерна для тех видов, где есть жесткая территориальность и закрытые группы размножения — гаремы. Губаны, рыбы-попугаи и помацентровые (к ним относится хорошо

известная рыба-клоун) живут гаремами из мелких самок, контролируемых более крупным самцом. Если его не станет, его место занимает крупнейшая из самок, быстро превратившись в нормального самца. Другой вид помацентровых живет маленькими группами не размножающихся особей, контролируемых крупной парой, самцом и самкой. Если удалить доминантную самку, самец занимает ее место и становится функциональной самкой.



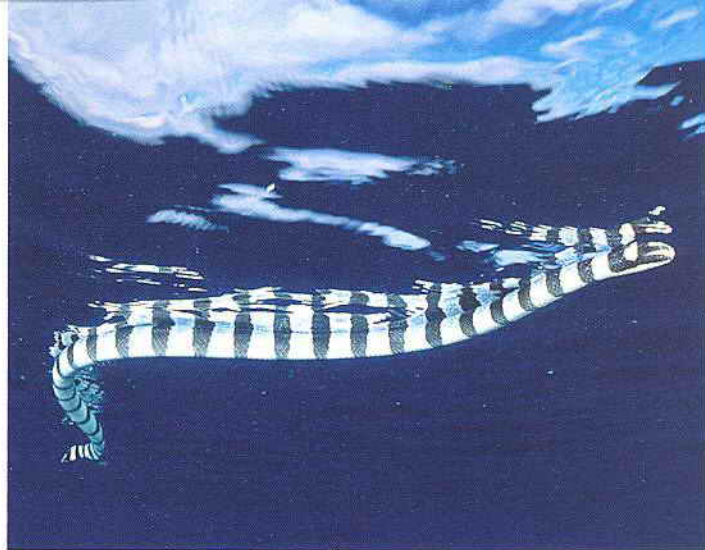


# Морские рептилии

Несмотря на то что рептилии — самые древние наземные позвоночные, среди них есть и морские виды, образовавшиеся за их трехсотмиллионнолетнюю историю. Черепахи — древнейшая группа современных морских рептилий, насчитывающая на сегодняшний день всего восемь видов. Морские черепахи проводят большую часть жизни в воде, выходя на сушу только для того, чтобы отложить яйца. Морские змеи тоже вернулись к жизни в воде и являются наиболее процветающими морскими рептилиями, как по количеству, так и по числу видов. Несмотря на то что это сильно ядовитые хищники, родственные кобрам, морские змеи не проявляют агрессивности по отношению к людям. У них во рту клыки отнесены назад, что затрудняет укус. Ящерицы и крокодилы в морях представлены всего двумя видами — морской игуаной и гребнистым крокодилом. Главным природным ограничителем распространения рептилий в воде является ее температура. Рептилии — животные холоднокровные и не могут выживать в холодной воде.

▼ **Полосатая морская змея** плавает при помощи хвоста, имеющего форму весла. В отличие от других морских змей она может охотиться и на суше. Она ползает вокруг коралловых рифов, выискивая в щелях и норках рыб и крупных ракообразных.

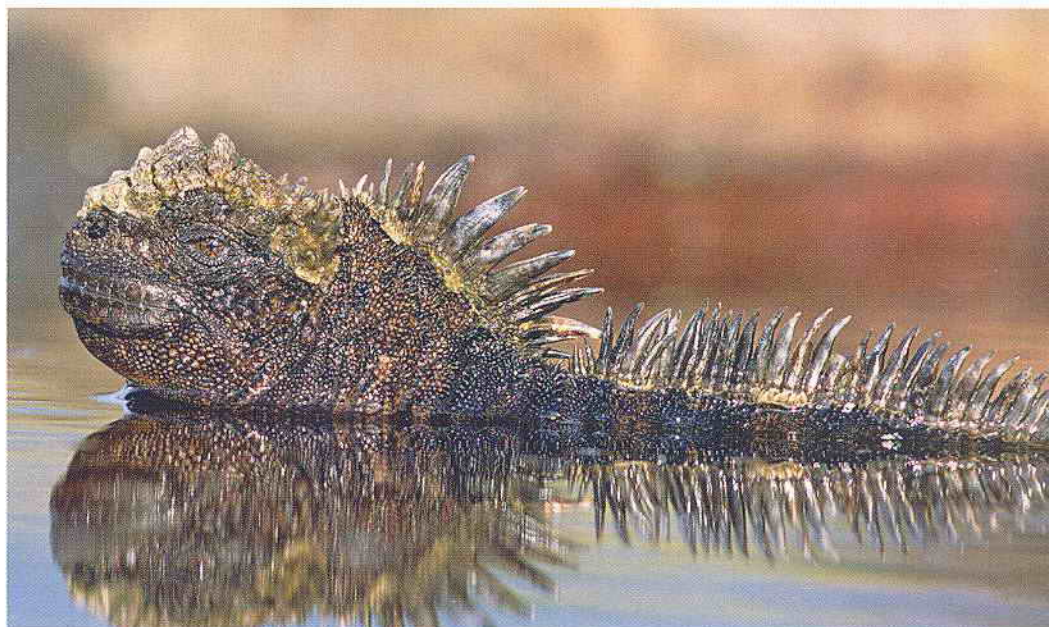
▼ **Зеленые черепахи** встречаются в теплых прибрежных водах по всему миру, питаются водорослями на придонных участках. Они достигают максимальной длины 1,2 м. В отличие от других морских черепах зеленые выходят из воды, чтобы погреться на солнце, что делает их легкой добычей.





### РАЗВЕДЕНИЕ МОРСКИХ ЧЕРЕПАХ

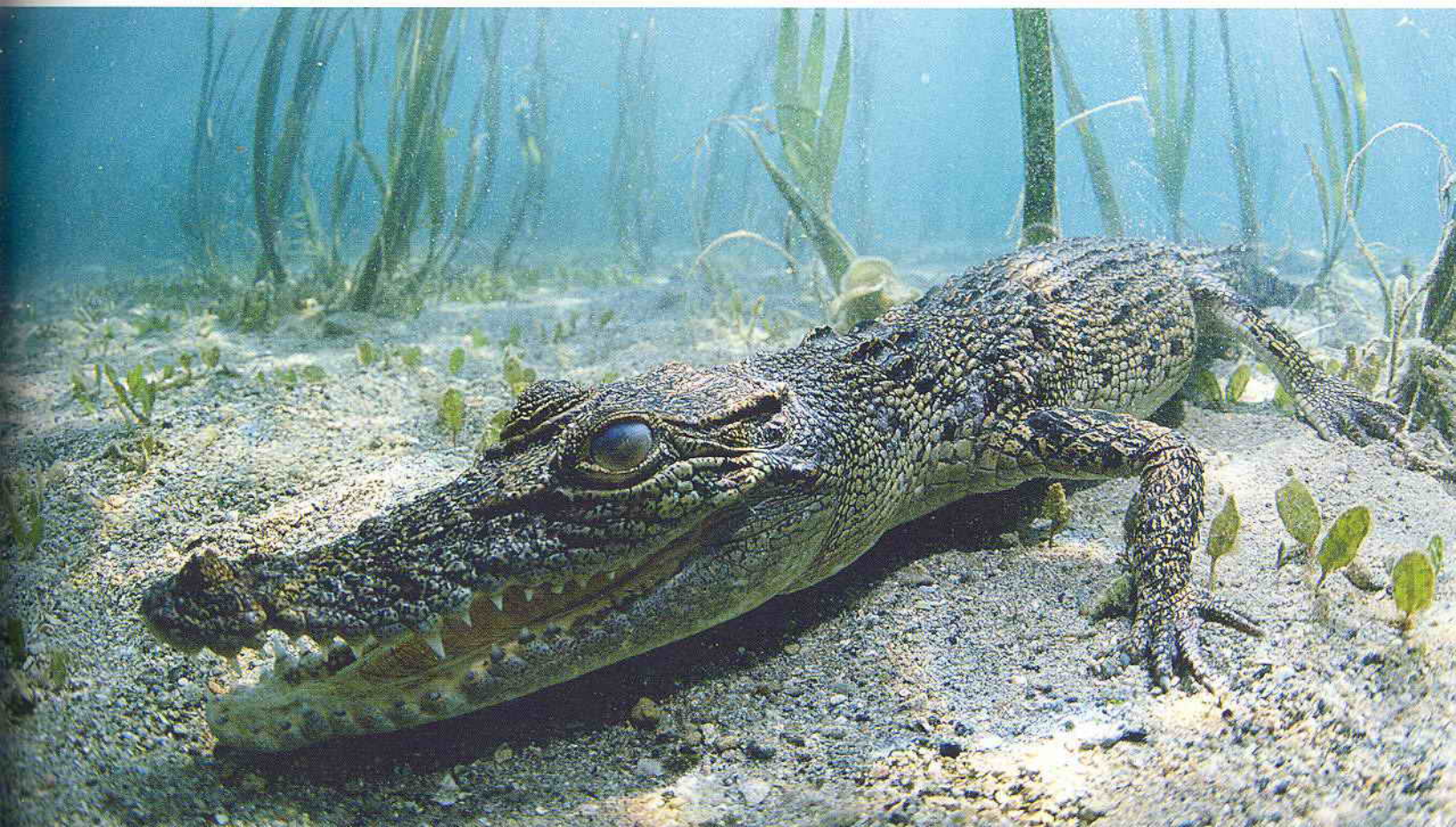
Со времен Античности люди охотились на черепах ради их панциря и мяса, считающегося деликатесом. Столетиями морские черепахи завозились на кораблях в Европу для приготовления черепахового супа. Их мясо едят и сейчас во многих уголках мира. Для того чтобы восполнить потери природных популяций, делалось немало попыток разведения черепах на фермах. Первые фермы использовали уже отложенные яйца, но этот источник оказался ненадежным из-за того, что количество диких особей резко снизилось. Тогда стали создавать племенные стада взрослых особей. В последние годы существуют фермы, устроенные таким образом, чтобы добиваться воспроизводства, не забирая из природы ни яиц, ни взрослых черепах.



◀ **Взрослые самки черепах** выходят на широкие песчаные пляжи раз в год, чтобы отложить яйца и зарыть их в песок выше уреза воды. Яйца черепаха откладывает в гнездо сериями (по 3—4 яйца за один раз) через каждые 8—12 сек. В итоге за полчаса самка откладывает 70—150 яиц. Вылупившиеся черепашата лишены родительской заботы и во множестве истребляются хищниками во время своего рискованного марш-броска к воде.

▲ **Морские игуаны** с Галапагосских островов питаются слоевищами водорослей, растущих в приливной зоне этих каменистых мест. Игуаны греются на камнях в лучах солнца, чтобы накопить достаточное количество тепла для погружения в воду на несколько минут. Им приходится всплывать, чтобы снова согреть свое тело. Первые достоверные наблюдения над этими пресмыкающимися принадлежат Дарвину.

▼ **Гребнистый крокодил** опасен для человека. Нападения сравнительно редки, однако за период 1976—2003 гг. в Австралии зарегистрировано 14 смертельных случаев. Репутация крокодилов как животных, нападающих на людей, и спрос на их кожу увеличили масштабы охоты, вызвав серьезное сокращение их популяции. Однако с 1970-х гг. в Австралии принимаются меры по защите этого редкого вида от исчезновения.





## Дюгони и ламантины

Дюгони, или морские коровы, — морские млекопитающие, имеющие общего предка со слонами. Они достигают длины 3 м и веса до 400 кг. Самый крупный дюгонь, стеллерова корова, весил до 5 т. Его истребили охотники в XVIII столетии. У дюгоня округлое тело с передними конечностями, превратившимися в ласты, а задние срослись в хвостовой плавник. Его толстая шкура с подстилающим слоем жира покрыта редкими волосами. Дюгони медлительные, спокойные животные, питающиеся zostерой и талассией (морские травы) в мелких тропических водах, где и рожают своих детенышей. Загадочная черта дюгоней: их кости монолитны и не содержат костного мозга, поэтому неясно, как образуются их кровяные клетки.

Ламантины — родственники морских коров. Они встречаются в основном в эстуариях и нижнем течении рек. Ламантины — более социальные животные, чем дюгони, они собираются в большие группы, чтобы отдохнуть среди дня, а ночью разбредаются в поисках пищи.

### РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ДЮГОНЕЙ И ЛАМАНТИНОВ В МИРЕ



■ Дюгони ■ Ламантины

Дюгони чаще всего встречаются в мелководных тропических водах Индо-Тихоокеанского региона. Большинство из них сейчас обитает в водах Северной Австралии. Три вида ламантинов расселились вдоль Атлантического побережья, в реках Африки и в обеих Америках между тропиками.







◀ У ламантинов слабое зрение, и плавают они медленно. Это сделало их крайне уязвимыми. Деятельность человека, как преднамеренная (охота), так и непреднамеренная (вспугивание, случайные повреждения лодочными моторами), наносит им значительный ущерб. Однако некоторые ламантины научились использовать плоды человеческой цивилизации, собираясь, например, в холодную погоду у сбросных теплых вод электростанций.

▼ У дюгоной круглая голова с маленькими глазами и массивным рылом. В отличие от большинства водных животных они не способны задерживать дыхание под водой на долгое время. Им удается это только на несколько минут, в особенности если они плывут быстро.

▼ Дюгоны отличаются от ламантинов тем, что они — истинно морские животные. У них имеется выдающаяся верхняя губа, напоминающая хобот, у самцов и старых самок — бивни. Губа используется для подбирания растительности с морского дна. Глядя на этот снимок, трудно поверить в то, что некогда моряки принимали дюгоной за русалок.





## Киты, дельфины и морские свиньи

Киты, дельфины и морские свиньи — крупнейшая группа морских млекопитающих, ведущих исключительно водный образ жизни. Ученые спорят по поводу конкретного числа их видов, сходясь на том, что их от 79 до 90. Китообразные делятся на две группы: настоящие киты (питающиеся процеживая воду через китовый ус) и зубатые хищные виды, включающие более мелких китов, всех дельфинов и морских свинок. За исключением пяти видов пресноводных дельфинов, это морские животные. Все киты, дельфины и морские свиньи имеют безволосое обтекаемое тело с передними ластами и крупным горизонтальным хвостовым плавником, при помощи которого они двигаются в воде.

Одним из парадоксов биологии китообразных является то, что самые крупные киты питаются наиболее мелкими организмами — планктоном, в том числе крилем. Самые крупные млекопитающие за всю историю Земли, синие киты, могут достигать 35,5 м длины и 178 т веса. Эти животные-фильтраторы, или усатые киты, получили свое название от гибких щеткообразных пластин, свисающих с верхней челюсти, через которые они процеживают огромные объемы воды.

▼ **Самые мелкие зубатые китообразные**, такие как эти бутылконосые дельфины, обитающие у побережья Австралии, живут большими группами — стадами. В этих группах существуют сложные социальные взаимосвязи, основанные на коммуникации с помощью звуковых сигналов, улавливаемых на гораздо более низких частотах, чем те, что используются при эхолокации.



### ЭХОЛОКАЦИЯ

Зубатые киты, в том числе дельфины и морские свиньи, развили подводную акустическую систему эхолокации, позволяющую им находить добычу и определять местонахождение хищников.







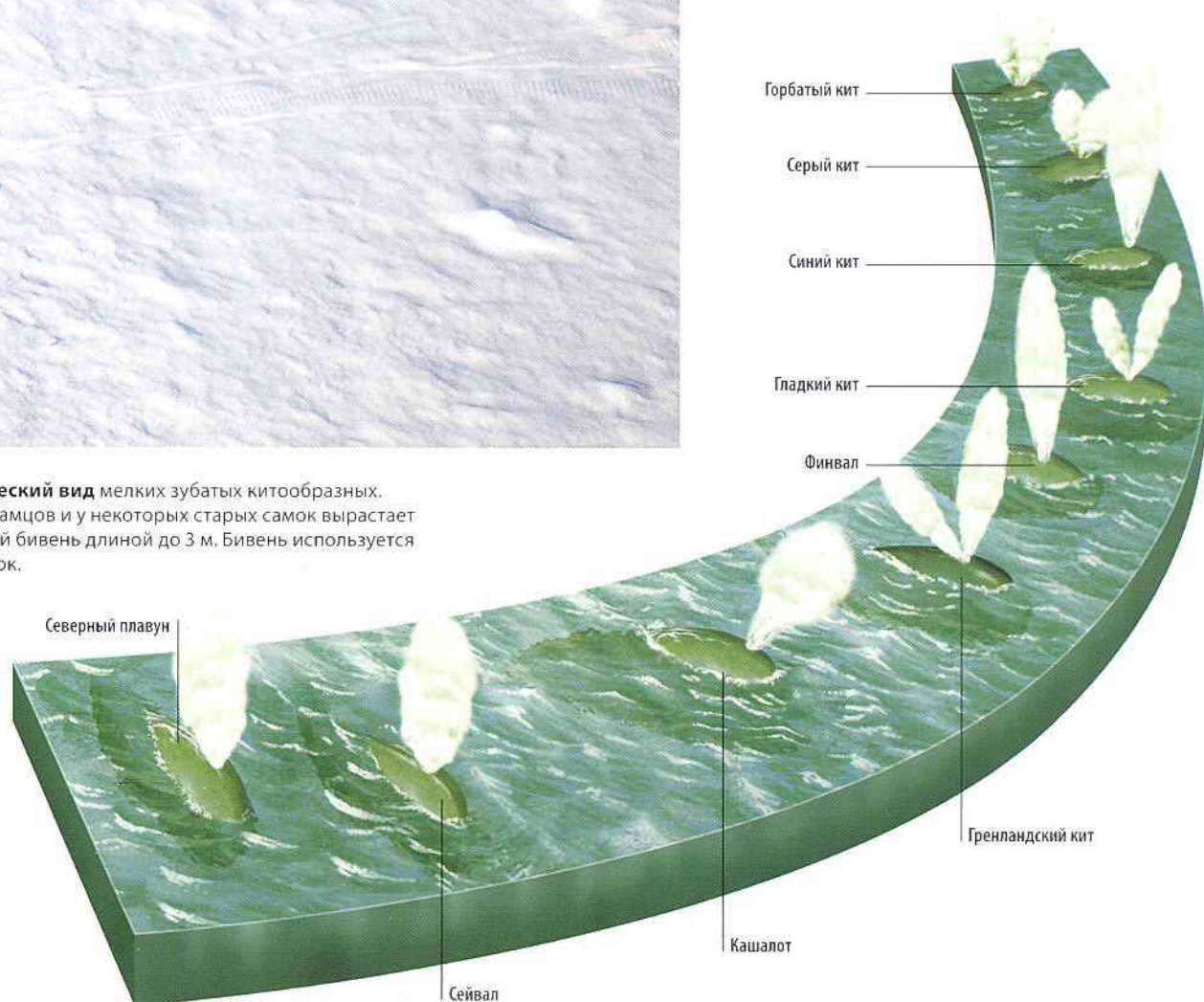
▲ **Нарвалы** — арктический вид мелких зубатых китообразных. Верхний левый резец у самцов и у некоторых старых самок вырастает в спирально закрученный бивень длиной до 3 м. Бивень используется самцами в битвах за самок.



## ВЫСОТА КИТОВЫХ ФОНТАНОВ

Каждому виду китов присуща особая форма фонтана, который он выбрасывает в воздух на различную высоту:

- Горбатый кит — до 3 м
- Серый кит — до 4,5 м
- Синий кит — до 12 м
- Гладкий кит — до 5 м
- Финвал — до 6 м
- Гренландский кит — до 7 м
- Кашалот — до 5 м
- Сейвал — до 3 м
- Северный плавун — до 4 м





# Миграции китов

Многие виды китов совершают длительные миграции на большие расстояния, но подробно изучены только миграции серых и горбатых китов. Наиболее изучена миграция серых китов вдоль западных берегов Северной Америки. С мая по сентябрь серые киты питаются в холодных, но богатых пищей водах моря Бофорта, Берингова и Восточно-Сибирского морей. Как только в этих морях начинается формирование льда, киты откочевывают к югу. Они преодолевают около 180 км в день, в одиночку или небольшими группами, пока не достигнут в середине декабря теплых вод Калифорнийского залива. Беременные самки обычно первыми появляются на юге и в течение февраля производят на свет детенышей. Здесь они остаются до марта, пока их детеныши не окрепнут достаточно, чтобы отправиться в путешествие на север. Другие самки в этих водах спариваются, чтобы спустя 12 мес. возвратиться сюда рожать.

Маршруты миграций горбатых китов известны не так детально. Горбатые киты обитают в обоих полушариях, где совершают сезонные миграции в течение всего года. В обоих полушариях нагул происходит во время полярного лета. С окончанием нагульного периода, зимой, происходит миграция к местам размножения в субтропические и тропические широты.

## РАССТОЯНИЯ МИГРАЦИЙ КИТОВ

Вид кита	Протяженность миграции (в одну сторону)
Северный	550 км
Гладкий	3000—4295 км
Горбатый	5635 км
Карликовый полосатик, финвал, синий, сейвал, кашалот	7500 км (прибл.)
Серый	6000—10000 км



Серые киты спариваются в теплых водах Калифорнийского залива, у Тихоокеанского побережья Мексики.



Серый кит, всплывший во время спаривания в водах Калифорнийского залива, Мексика.



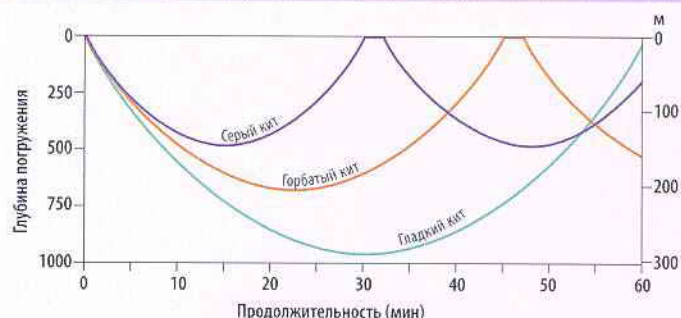
Ныряющий горбатый кит, во время миграции к югу, на зимовку у островов Тонга, в теплых водах Тихого океана.



# МИГРАЦИИ КИТОВ



## МАКСИМАЛЬНОЕ ПОГРУЖЕНИЕ КИТА ЗА ОДИН ЧАС



## ГЛУБИНА ПОГРУЖЕНИЯ

Серый кит может нырнуть на глубину 155 м и оставаться под водой в течение получаса. Но во время миграций он погружается только на 3—5 мин. За пищей он ныряет не так глубоко и обычно находится в толще воды менее 18 мин. Горбатые киты погружаются на 210 м и могут оставаться в воде до 45 мин, хотя обычно время их пребывания под водой составляет 3—9 мин. Гладкие киты могут достигнуть глубины 300 м и оставаться в воде до 60 мин. Однако их погружения не превышают 30 мин и всего 1—10 мин — во время миграций.



**Молодой горбатый кит** выпрыгивает из воды в местах нагула у берегов Аляски, хлопая грудными плавниками о поверхность воды.



**Южный гладкий кит** зимует у берегов Аргентины. Летом он возвращается на юг для нагула.



**Южный гладкий кит** перевернулся на спину. Резкие выбрасывания из воды помогают китам избавиться от остатков старой кожи и паразитов.

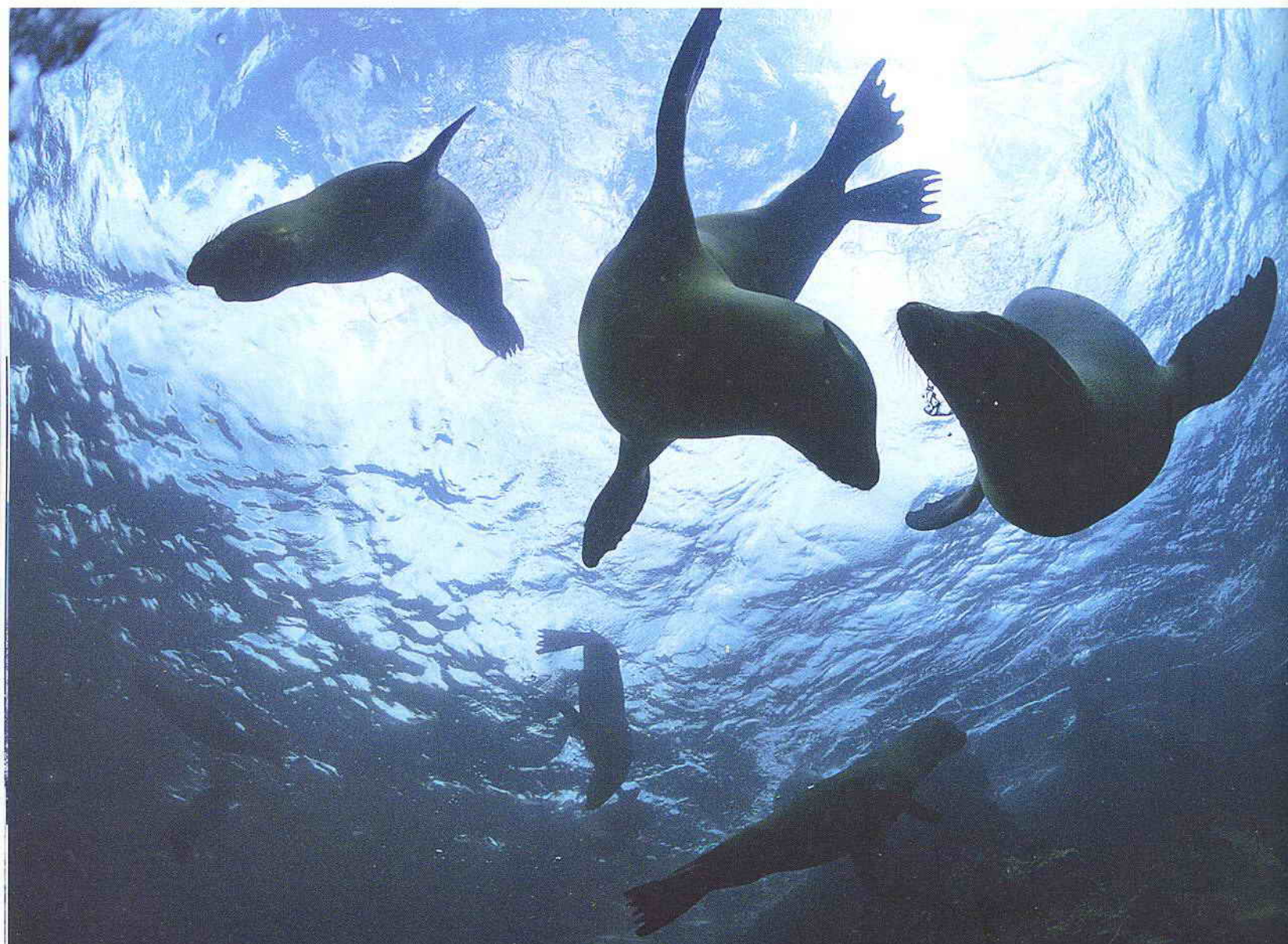


# Тюлени, морские львы и моржи

Эти млекопитающие известны как ластоногие. Бывшие наземные хищники вернулись к жизни в воде и в высокой степени приспособились к ней. Почти все они — морские животные, но имеются и небольшие изолированные популяции пресноводных тюленей. Неуклюжие на суше, в воде ластоногие — грациозные, проворные и отличные пловцы. Наиболее очевидные адаптации к обитанию в воде — их обтекаемые тела и превращение конечностей в ласты. Многие другие приобретенные свойства позволили им приспособиться к жизни в океане на всех широтах. мех и толстый слой подкожного жира защищают их от холода, глаза способны фокусироваться в воде, усы работают как чувствительные вибриссы, дополняя подводное зрение. В результате животные способны регулярно нырять на глубину до 100 м. Самые лучшие ныряльщики — тюлени Уэдделла, достигающие глубины 300 м и остающиеся под водой на 45 мин. Тюлени, морские львы и моржи имеют немного врагов, главные из которых — морской леопард, белый медведь, крупные акулы и косатки. Однако охота на них человека, попадание ластоногих в рыболовные сети и под пули рыбаков привели их на грань исчезновения.

► **Моржи питаются на дне**, в основном крупными беспозвоночными. Особенно любят двусторчатых моллюсков. Длинные изогнутые бивни используются ими для откапывания зарывшихся моллюсков. Вибриссы помогают отыскать их в мутных придонных водах.

▼ **Галапагосские морские львы** — любознательные и высокосоциальные животные со сложными внутrigрупповыми взаимодействиями. На фотографии видны их гибкие тела под водой. Они замечательные и быстрые пловцы, используют передние ласты для быстрых маневров, а задние работают как гребной винт.







▼ Все тюлени выходят на берег, чтобы дать жизнь детенышам. Спаривание контролируется небольшой группой доминантных самцов, хозяев гаремов. Один контролирует до 50 самок на небольшом участке берега. Случаются жестокие бои между самцами, охраняющими свою территорию, или при попытке сместить главного, как показано на фотографии *вверху*. Взрослые морские слоны — самые крупные среди ластиногих. Самцы достигают длины 5 м и весят до 4 т.

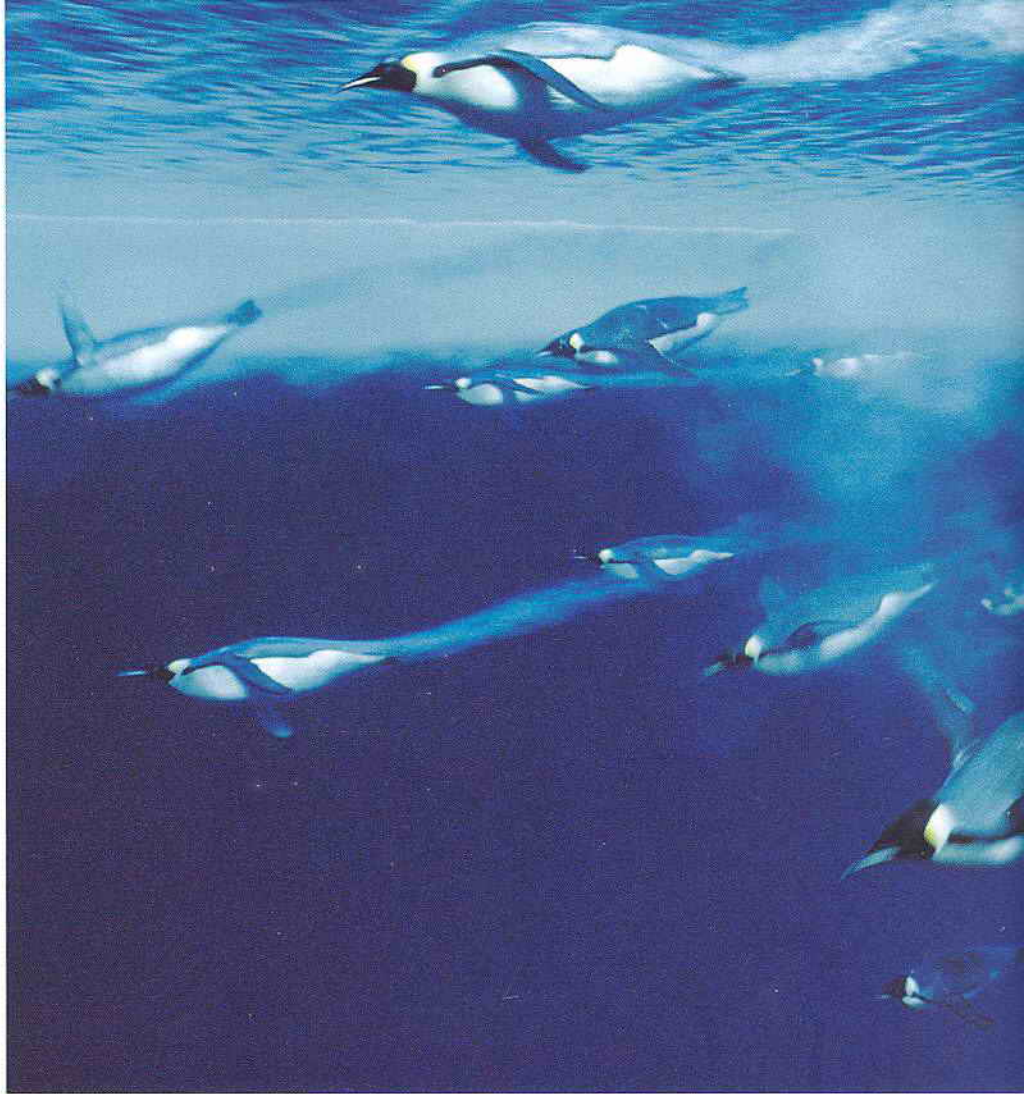
▼ **Постоянная температура тела** обыкновенных тюленей даже в холодных условиях — 38 °С. Кроме защитных свойств меха и жира, у них есть механизм, снижающий теплопотерю через лапы: кровь, идущая к лапам, охлаждается, сохраненное тепло передается крови, возвращающейся к телу. Эти тюлени часто встречаются в Европе и на восточном побережье Северной Америки.





## Морские птицы

Всего 3% из описанных 8600 видов птиц отнесены к морским, зато они распространены от Северного до Южного полюса. Морские птицы — главный компонент многих морских экосистем. Они эволюционировали от различных групп наземных птиц, выработав за долгий период разнообразные способы питания и полета. Но есть и общие для этих птиц характеристики: они отдыхают на берегу и возвращаются сюда для откладывания яиц; у них перепончатые лапы, приспособленные для приведения и плавания; они питаются рыбой, кальмарами, донными беспозвоночными и планктоном. Все птицы очень выносливы и крайне прожорливы, поскольку полет и плавание требуют от них затрат большого количества энергии. Морские птицы разделяются на пять групп: пингвины, трубконосые, пеликаны и бакланы, чайки и крачки, ржанковые.

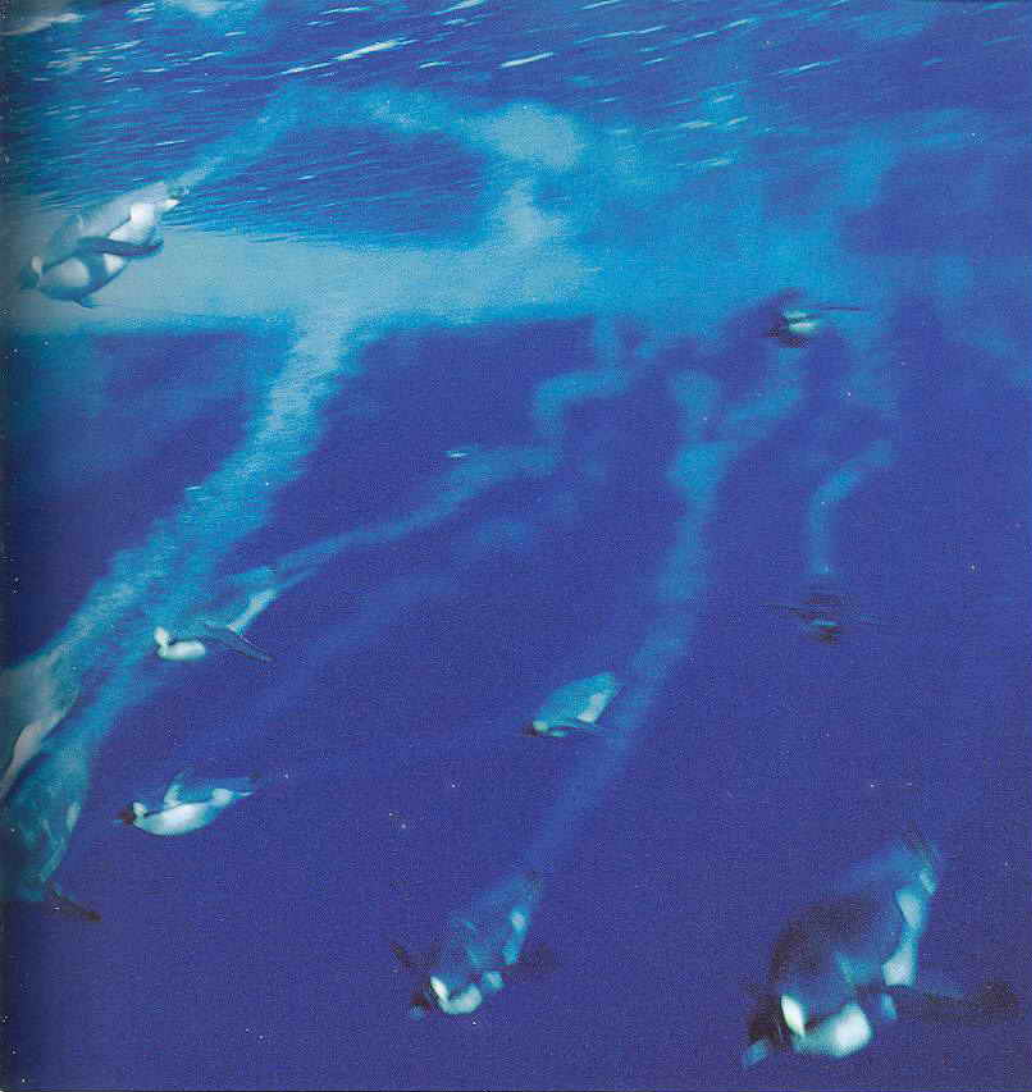


▼ Пингвины собираются в огромные колонии для размножения и выхаживания птенцов. Птицы постоянно передвигаются, чтобы укрыться от экстремальных погодных условий. Достигнув возраста четырех лет, пингвины обычно ищут себе пару и живут с партнером всю свою жизнь.

▼ Альбатросы встречаются во всех океанах. Это самые крупные летающие птицы, они весят до 10 кг. Размах их огромных крыльев — до 3,5 м. Альбатросы великолепные летуны и планеры. Планирование — вид полета, который помогает им сэкономить энергию в продолжительных и протяженных путешествиях.







▼ Клюв с сумкой нужен бурым пеликанам, чтобы отрывать большие порции полупереваренной рыбы для выкармливания птенцов. Птенцы растут быстро и скоро становятся неуязвимыми для хищников.



▼ Тупик живет в неглубоких норках высоко в скалах, принося мелкую добычу своим птенцам. Он обладает уникальной способностью удерживать в клюве рыбок и при этом ловить следующих.



### АДАПТАЦИЯ К ЖИЗНИ В МОРЯХ

Пингвины — наиболее приспособленные к своей среде обитания морские птицы. Они утратили способность к полету в воздухе, но очень эффективно и на большой скорости «летают» под водой, используя крылья, превратившиеся в ласты. Толстый слой перьев и подкожного жира защищает их от теплопотерь в холодной воде. Трубноносые — альбатросы, буревестники и качурки — получили свое название от выпуклых длинных ноздрей, в которых содержатся железы, выделяющие секрет, выводящий соль. Это позволяет им пить морскую воду и длительное время оставаться в море. У трубконосых легкие кости и, следовательно, относительно легкое тело. Благодаря этому они без труда планируют. Пеликаны, бакланы и фрегаты имеют очень сильные крылья и шею, поэтому способны нырять и нести на берег большой улов с каждой рыбалки. У ржанковых длинные ноги, легкий корпус и длинный чувствительный клюв.

Пингвины неуклюжи на суше, но под водой это быстрые и проворные ныряльщики и пловцы. Они достигают глубины 610 м и могут оставаться под водой до 20 мин.

▼ Чайки — наиболее многочисленные представители береговых морских птиц. Когда естественные источники питания истощены или исчезли, они питаются падалью или продвигаются далеко на сушу в поисках пищи.





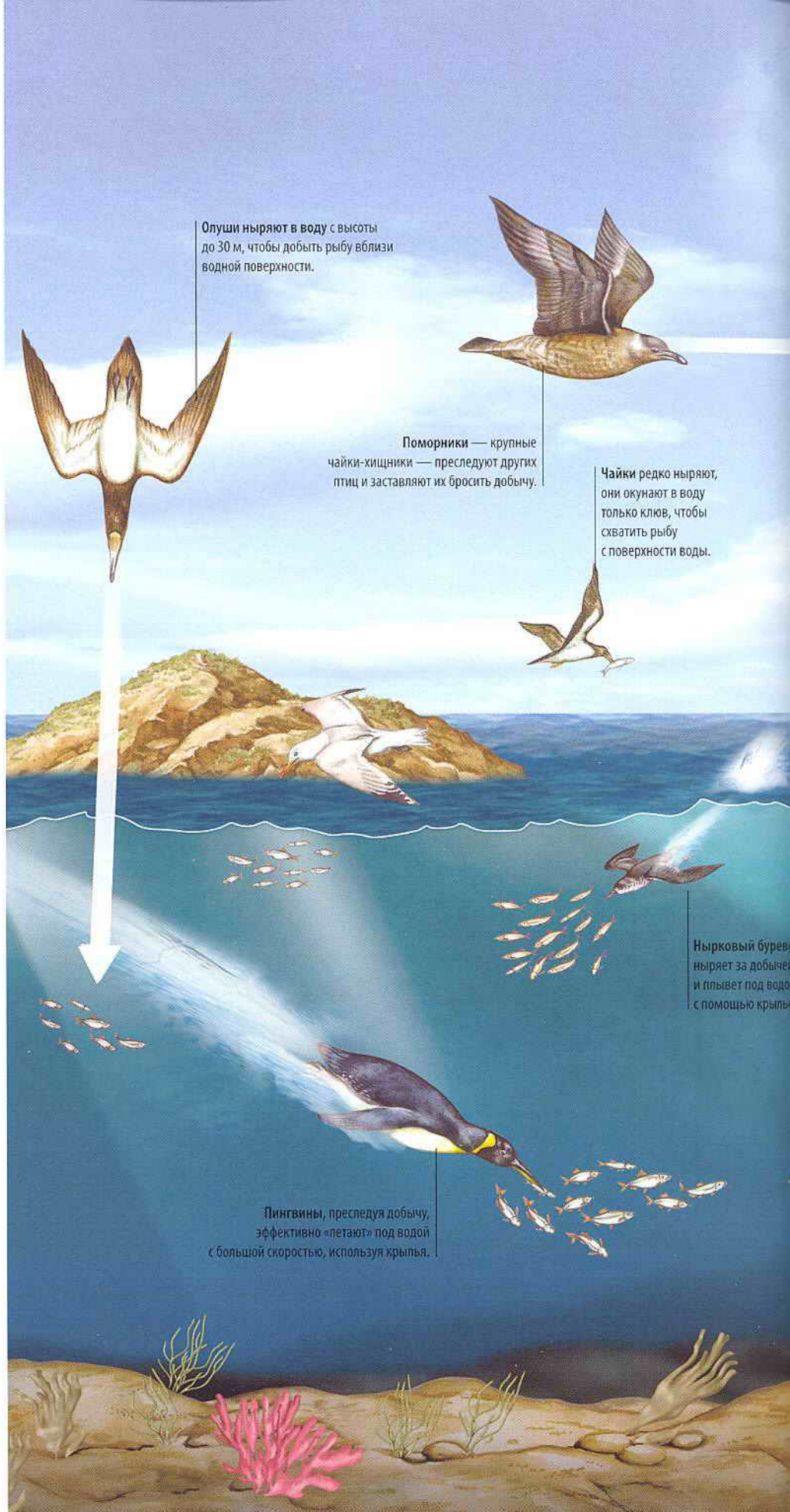
# Пищевые стратегии морских птиц

Птицы используют всю акваторию океана как источник пищи. Их пищевые стратегии можно разделить на несколько типов и на три основные зоны. В прибрежной зоне добывают себе пищу чайки, крачки, ржанковые, бакланы и пеликаны. Далее следует зона континентального шельфа. Разнообразие и обилие птиц здесь зависит от ширины зоны. Основные виды, добывающие здесь пищу, — олуши, чистиковые и тропические птицы. За краем шельфа, покрывая почти все пространство открытого океана, тянется пелагическая зона, с обитающими здесь буревестниками, альбатросами и качурками.

Птицы пелагической зоны пролетают огромные расстояния, чтобы отыскать локальные скопления пищевых организмов, например рыб, в районах наибольшей продуктивности планктона. В отличие от других птиц этой зоны не имеют врагов-хищников. Они уязвимы, только когда прилетают на берег для размножения. Пищевая стратегия птиц пелагической зоны несет отпечаток их образа жизни и размножения. Самки обычно откладывают единственное яйцо, поэтому самец носит пищу только одному птенцу. Пелагические птицы — долгожители; альбатросы способны прожить десятки лет.

## ДАЛЬНИЕ СТРАНСТВИЯ

Способность морских птиц отыскивать рыбу в открытом море использовалась рыбаками в течение столетий. Они следовали за птицами, пока те не опустятся на воду над косяком рыбы. Многие птицы пелагической зоны перелетают на огромные расстояния. Один из величайших путешественников среди морских птиц — полярная крачка. Она размножается в Арктике во время полярного лета, затем преодолевает 16 000 км до богатых пищей вод Антарктики, после чего вновь возвращается на север.



Олуши ныряют в воду с высоты до 30 м, чтобы добыть рыбу вблизи водной поверхности.

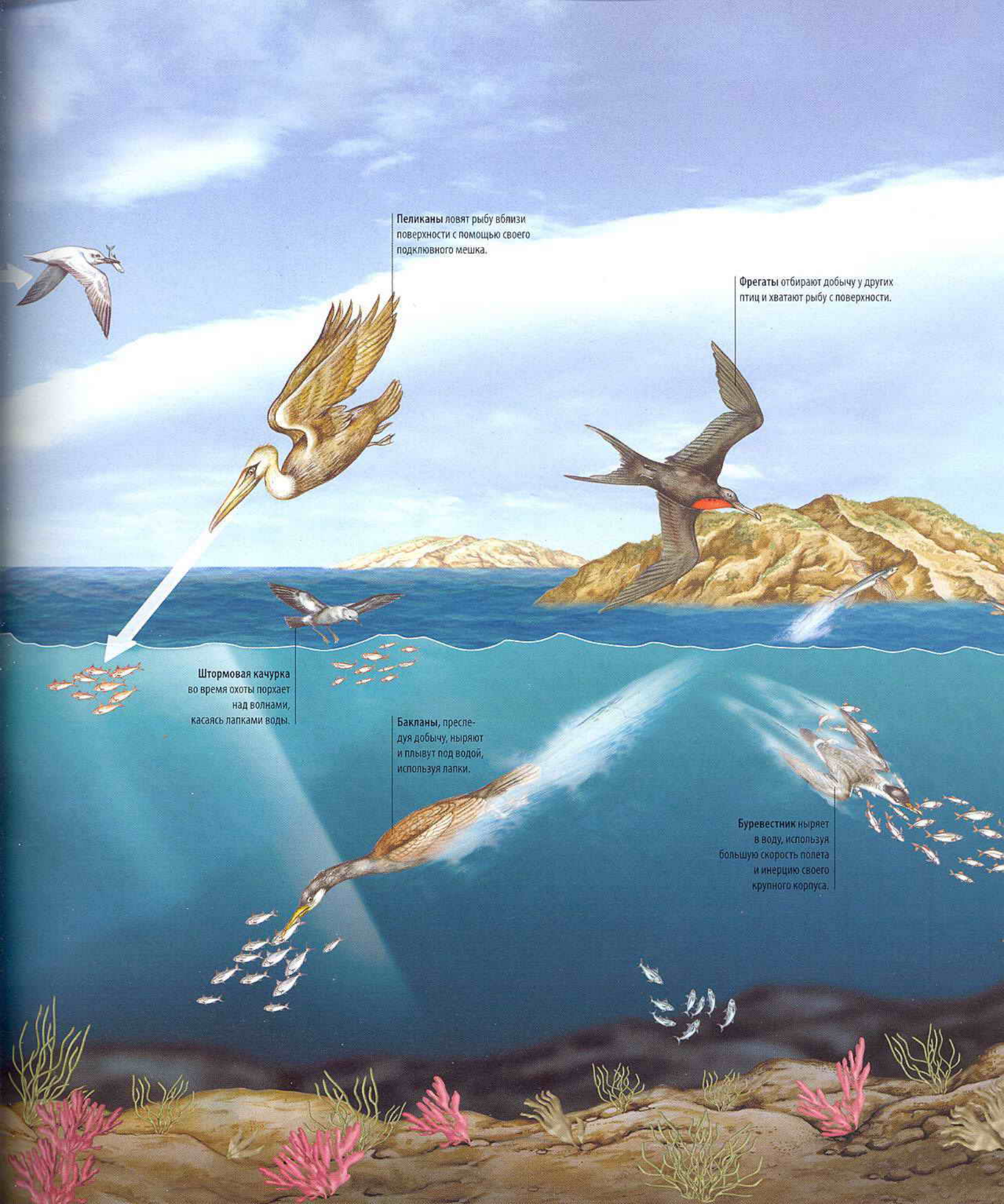
Поморники — крупные чайки-хищники — преследуют других птиц и заставляют их бросить добычу.

Чайки редко ныряют, они окунают в воду только клюв, чтобы схватить рыбу с поверхности воды.

Пингвины, преследуя добычу, эффективно «летают» под водой с большой скоростью, используя крылья.

Нырковый буревестник ныряет за добычу и плывет под водой с помощью крыльев.



A detailed illustration of various seabirds hunting fish in the ocean. The scene is set against a blue sky with white clouds. In the foreground, a large brown pelican is shown in flight, its long beak extended towards a school of small orange fish. To its right, a dark frigatebird with a red throat is also in flight, its wings spread. In the background, a white storm petrel is seen flying. The ocean surface is blue with white-capped waves. Below the surface, a brown booby is shown diving, its wings spread and its beak open, chasing a school of small silver fish. Another bird is shown diving further to the right, also chasing fish. The seabed is visible at the bottom, covered with brown rocks and patches of pink and green coral. The overall scene depicts a dynamic and competitive hunting environment for seabirds.

Пеликаны ловят рыбу вблизи поверхности с помощью своего подклювного мешка.

Фрегаты отбирают добычу у других птиц и хватают рыбу с поверхности.

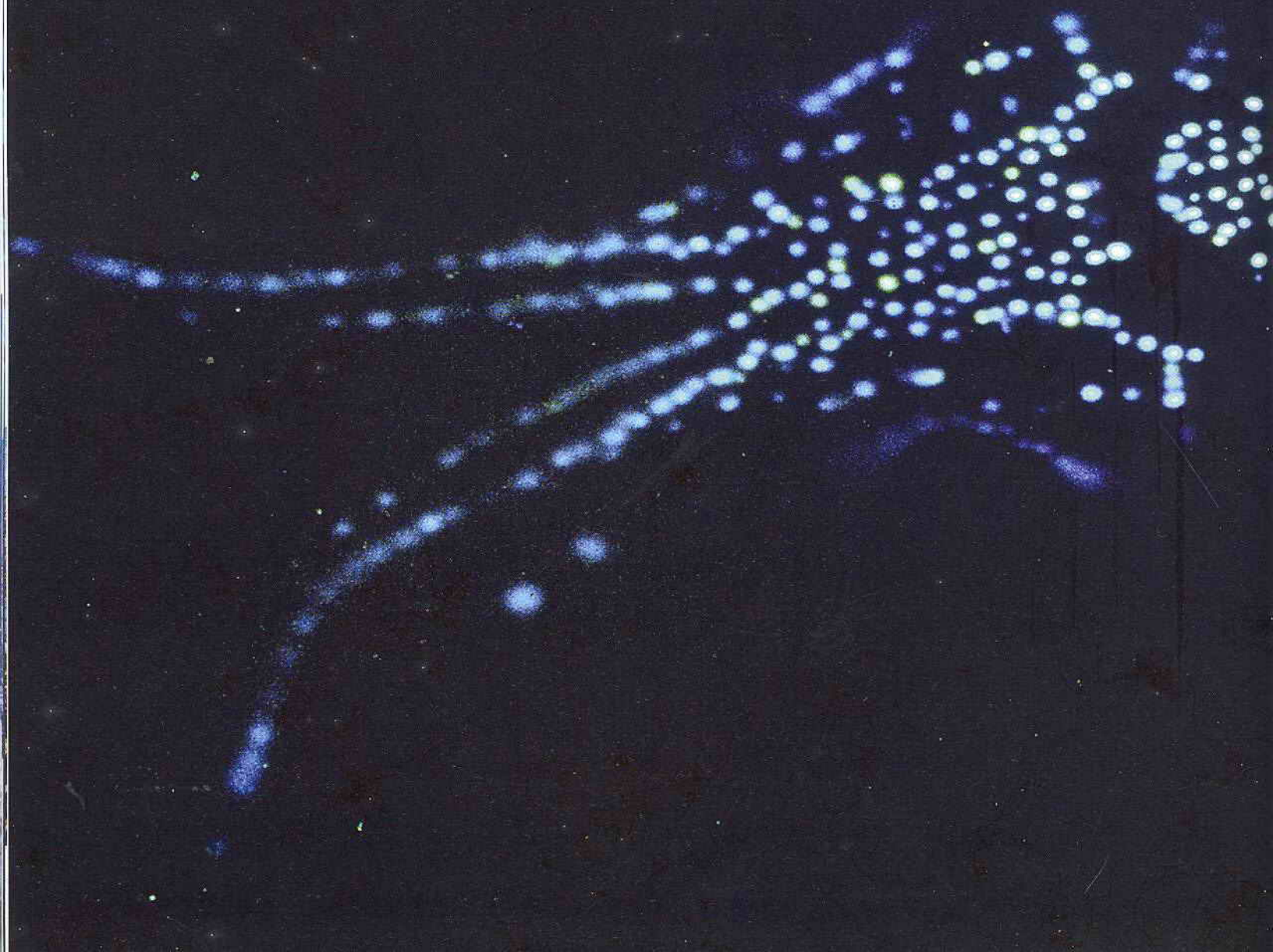
Штормовая качурка во время охоты порхает над волнами, касаясь лапками воды.

Бакланы, преследуя добычу, ныряют и плывут под водой, используя лапки.

Буревестник ныряет в воду, используя большую скорость полета и инерцию своего крупного корпуса.

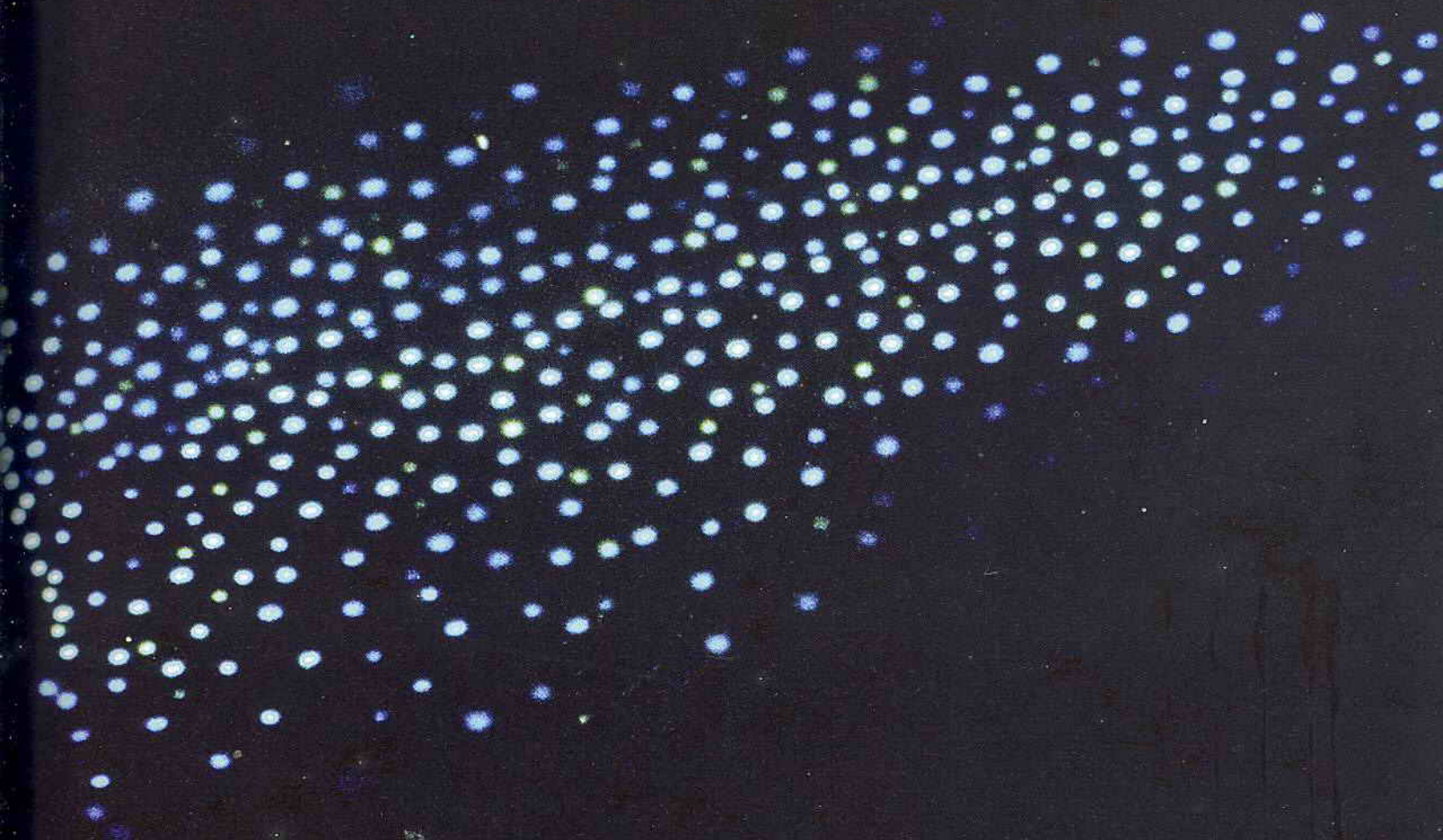


# В глубинах океана





Разрабатывая стратегии выживания, многие глубоководные животные, такие как этот кальмар-светлячок, научились испускать свет



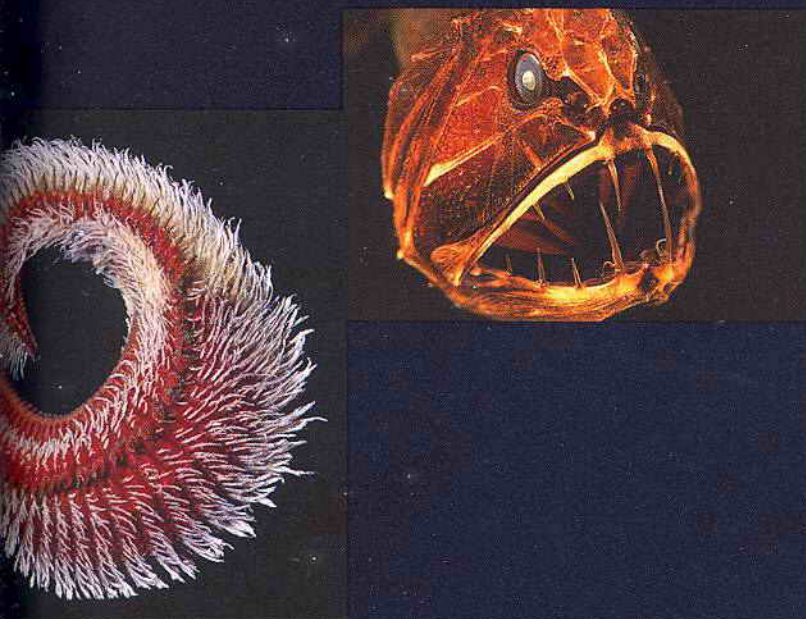






# В глубинах океана

Глубины океана — царство мрака и холода. Жизнь здесь развивалась при весьма ограниченном количестве пищи. Формы жизни, возникшие возле гидротермальных источников, не зависят от условий, которые управляют основными морскими экосистемами.



В глубинах океана	158
Зарождение жизни	160
Пища в глубинах океана	162
Глубоководные ракообразные	164
Глубоководные кальмары	166
Кораллы, медузы и актинии	168
Глубоководные рыбы	170
Глубоководные черви	172
Глубоководные голотурии	174
Жизнь на глубинах	176
Органы чувств	178
Окраска	180
Форма тела	182
Биолюминесценция	184
Питание	186
Размножение	188
Горячие источники	190
Холодные подводные источники	192



# В глубинах океана

Глубокими считаются участки моря, где исчезают последние лучи света. Это происходит на расстоянии примерно 200 м от поверхности. Ниже темноту нарушают только огоньки водных животных. Температурный режим здесь также весьма своеобразен. Большая часть этих вод лежит ниже слоев, где происходит заметное перемешивание согретых солнцем поверхностных вод с более глубокими. Поэтому здесь температура не поднимается выше 4 °С. Кроме того, это зоны высокого гидростатического давления. У большинства глубоководных животных внутреннее давление равно окружающему, поэтому им нет необходимости вырабатывать специальные механизмы сопротивляемости. Однако у животных, обитающих ниже 1500 м, появляются незначительные изменения на клеточном уровне и в биохимических процессах, помогающие приспособиться к давлению. Раньше считалось, что в глубоких водах не происходит заметных изменений, но исследования показали, что и они весьма нестабильны, там случаются неожиданные катаклизмы — придонные шторма и смещение огромных масс осадочного ила, распространяющегося на значительные пространства.

▼ **Многочисленные гидротермальные источники** были впервые обнаружены в Галапагосской рифтовой зоне в 1977 г. Крупные трубчатые черви и другие животные стали первым примером биологических систем, не зависящих от солнечной энергии.

1. Морские водоросли обитают только там, где есть свет, поэтому они редко опускаются ниже 30 м.

2. Рыбы-бабочки питаются коралловыми полипами в водах не глубже 25 м.

3. Анчоусы обитают в поверхностном слое воды, не опускаясь глубже 300 м. Они питаются планктоном и мелкими ракообразными.

4. Пелагида — быстро плавающая рыба, встречающаяся на глубине до 200 м.

5. Марлин, одна из самых быстрых рыб открытого океана, способен погружаться на глубины до 915 м.

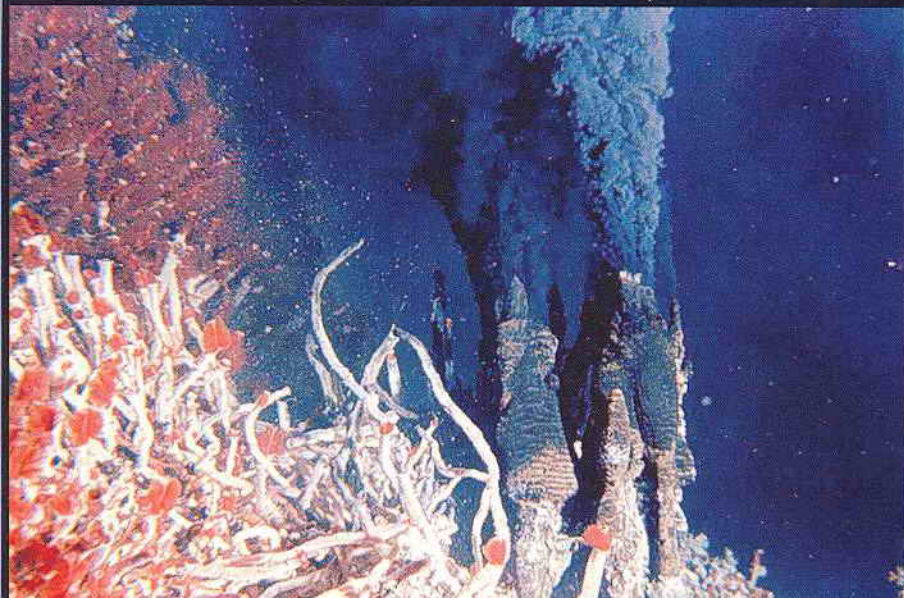
6. Медузы плавают в поверхностных слоях, питаются планктонными растениями и животными.

7. Серые акулы охотятся на рыб, черепах и морских млекопитающих на глубине до 350 м.

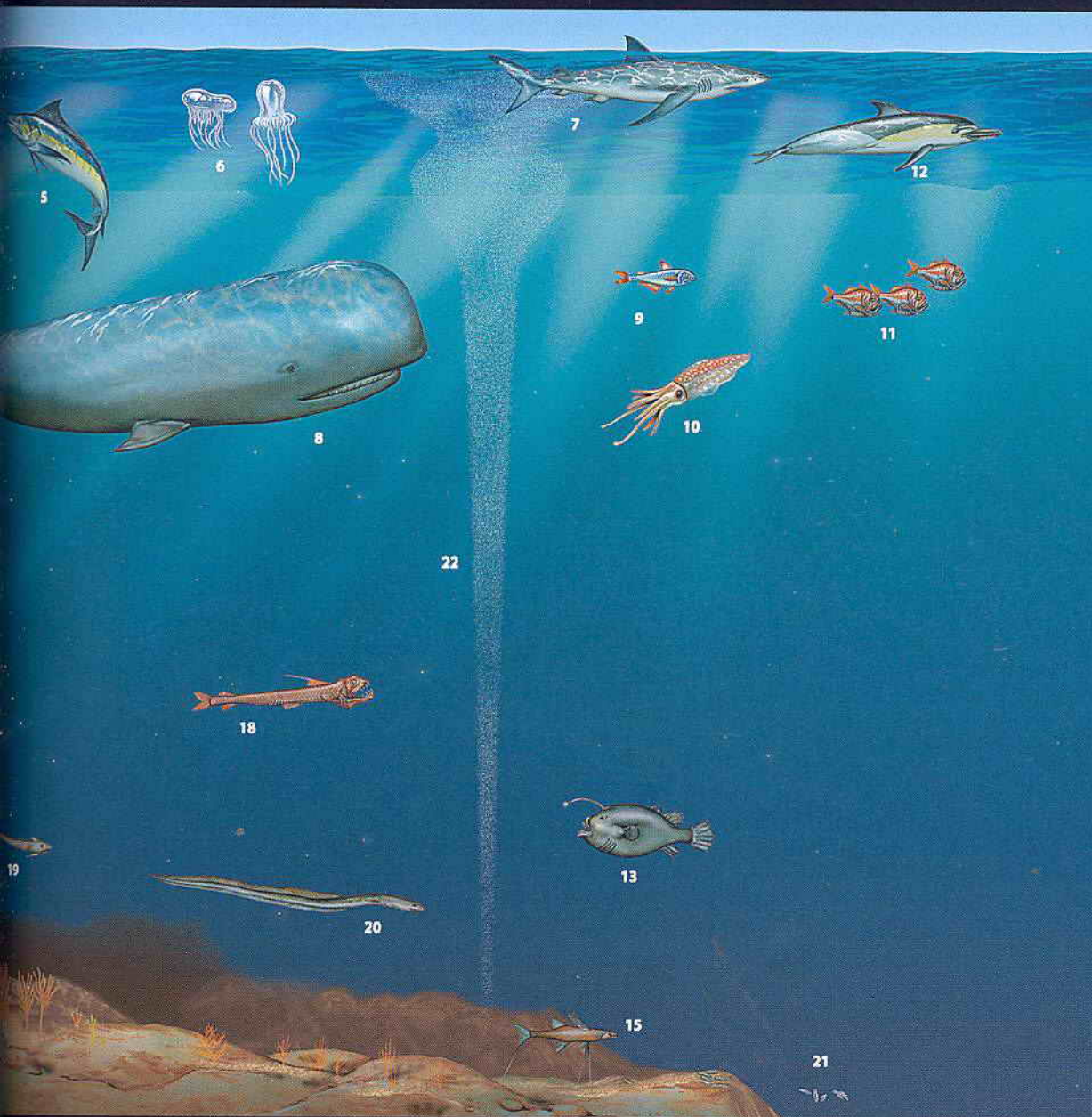


## БЕЗЖИЗНЕННЫЕ ГЛУБИНЫ?

В 1840-х гг. британский ученый Эдвард Форбс одним из первых начал исследовать жизнь на глубинах. Взятые им пробы показали, что количество животных здесь заметно снижалось. Исследователь предположил, что ниже 549 м океан вообще лишен жизни. Сегодня нам известно, что это не так. В глубинных районах обитает немало видов, представленных всего несколькими особями.







**16.** Глубоководные скаты добывают пищу на дне моря, поедая мелких моллюсков, червей и ракообразных. Они встречаются на глубинах до 2700 м.

**17.** Осьминоги — скрытые хищники. Большая их часть встречается в прибрежных зонах, но некоторые опускаются до 1000 м.

**18.** Хаулидовые рыбы обнаружены на глубине 4400 м. Это скрытые хищники, их пища — пассивные животные.

**19.** Макрурусы питаются мертвой и живой рыбой. Они обитают на глубине от 200 до 2000 м.

**20.** Глубоководные угри — активные хищники и падальщики. Обитают на глубине до 3500 м.

**21.** Глубоководные равноногие раки встречаются практически на всех глубинах. Но наибольшее разнообразие видов обнаружено на глубине океана — между 1000 и 5000 м.

**22.** Количество животных уменьшается с глубиной. Широта распространения пропорциональна числу животных на данной глубине.

**8.** Кашалоты могут погружаться на 3000 м, чтобы добыть свою излюбленную пищу — глубоководного кальмара.

**9.** Светящийся анчоус обитает на глубине от 300 до 1200 м, мигрируя вверх по ночам, чтобы питаться.

**10.** Кальмары заселяют всю водную толщу, от поверхности до абиссальных глубин.

**11.** Рыба-топорик обитает на глубине до 1525 м. Она мигрирует в верхние слои по ночам, чтобы питаться зоопланктоном.

**12.** Дельфины охотятся на мелких рыб, ракообразных и обитают между поверхностными водами, на глубине до 180 м.

**13.** Удильщики живут как в прибрежных водах, так и на глубинах до 2000 м.

**14.** Губки-фильтраторы и мягкие кораллы встречаются от границ воды до абиссали — 6000 м.

**15.** Троешипые рыбы обнаружены на глубине 250—5700 м. Эти хищники устраивают засады, охотятся на рыб и ракообразных.



# Зарождение жизни

Существование жизни на Земле зависит от наличия воды. Этот постулат привел к пониманию того, что колыбелью жизни явились первобытные моря. Большинство современных гипотез возникновения жизни отсылают нас к 1929 г., когда британский физиолог Хэлдейн выдвинул гипотезу о том, что на древней Земле скопились огромные количества органических соединений, образовав то, что он назвал горячим разбавленным бульоном (впоследствии прижилось название первичный бульон, или протобульон). Современное двуединое понятие первобытного бульона и самозарождения жизни исходит из теории Опарина — Хэлдейна о ее происхождении.

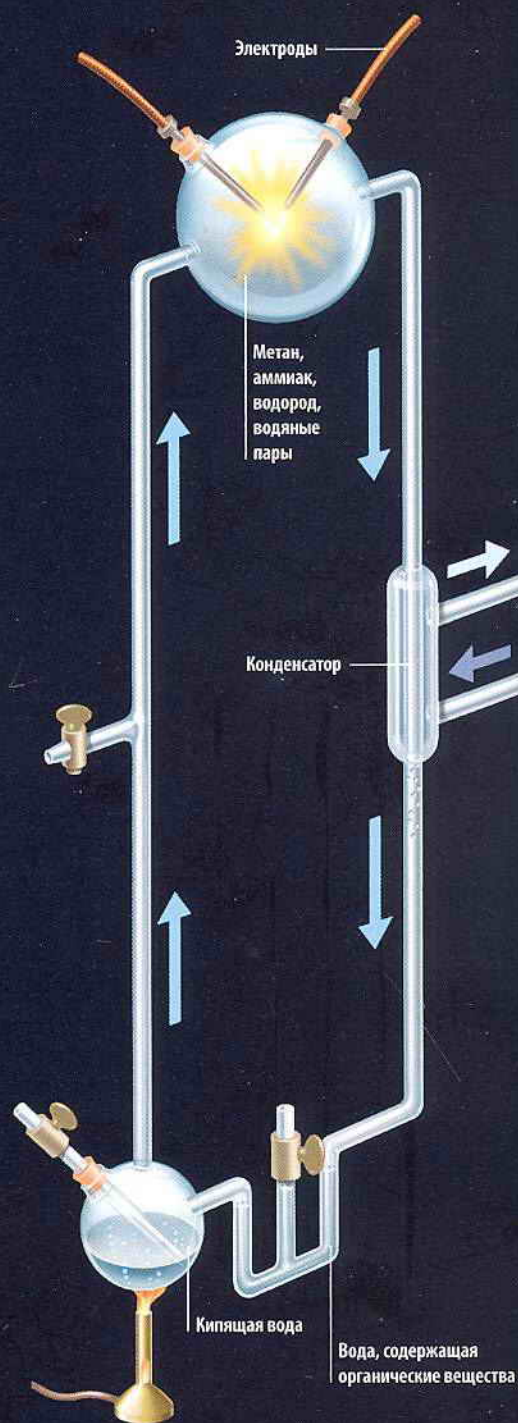
В 1953 г. американец Стенли Миллер провел эксперимент по получению аминокислот — строительного материала белковых молекул. Он пропускал электрические разряды через смесь газов, сходную с атмосферой древней Земли. В результате ему удалось получить такие молекулы, но они не были способны самовоспроизводиться. Позднее ученые предположили, что ил или песок в приливных водоемах могли послужить своеобразной матрицей для репликации крупных молекул. Однако эта гипотеза ошибочна, так как в предложенной схеме отсутствовал интенсивный солнечный свет, необходимый для снабжения таких реакций энергией. В 1994 г. Миллер и Джеффри Бада пересмотрели проблему и предположили, что местом зарождения жизни могли стать глубины океана. Глинозем или кристаллы пирита вблизи гидротермальных источников — более вероятные места образования самовоспроизводящихся биомолекул.



► **Аппарат, созданный Миллером,** стал попыткой воспроизвести атмосферные условия, царившие на Земле до возникновения жизни. По системе циркулировала смесь газов, богатая метаном и аммиаком. Подвергаясь воздействию электрических разрядов высокого напряжения, водяные пары конденсировались в жидкость. Через несколько дней жидкость в водяной ловушке изменила цвет. В ней была обнаружена смесь аминокислот.

◀ **Многие годы считалось,** что сложные молекулы, ставшие живыми системами, формировались в приливных водоемах. Полагали, что ил служит субстратом, на котором должны накапливаться молекулы.

## ЭКСПЕРИМЕНТ МИЛЛЕРА





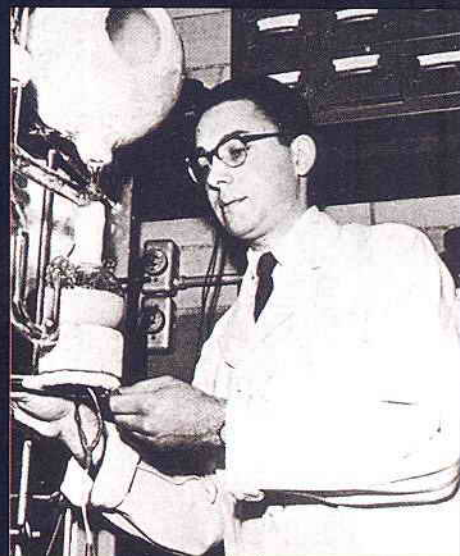


## ЗАРОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ В ГОРЯЧИХ ИСТОЧНИКАХ

За последние 50 лет ученые изменили свое мнение о том, что первобытная Земля содержала мало (или совсем не содержала) аммиака и метана. Сейчас считается, что первые органические молекулы, способные воспроизводиться, могли сформироваться вблизи гидротермальных источников в глубоком море. В 2000 г. были опубликованы результаты лабораторных исследований, подтверждающие это предположение. Экспериментально создали условия подводных гидротерм. Показано, что возможно не только появление аминокислот, но также молекул, являющихся ключевыми компонентами метаболических реакций живых организмов. Сочетание сульфидов железа и водорода при высоких температурах и давлении, в присутствии золотого катализатора, дало в результате пировиноградную кислоту. Она реагирует с аммиаком и образует аминокислоты.

▲ **Черные курильщики** выделяют большое количество сульфидов железа и других металлов, в том числе золота. Сульфид водорода и перегретая вода находятся здесь под очень высоким давлением. Сочетание многих минеральных солей с нагреванием и высоким давлением, скорее всего, могло положить начало развитию жизни на Земле.

► В 1953 г. **Стенли Миллер** провел первый значимый эксперимент по определению источника возникновения жизни. Миллер воспроизвел условия, существовавшие на древней Земле. Он соединил «море» из очищенной воды с «атмосферой» из водорода, метана и аммиака, а электроды создавали «молнии».





# Пища в глубинах океана

Наличие пищи или ее недостаток — важнейший биологический фактор, сформировавший многие глубоководные организмы. Не считая гидротермальных и холодных источников на морском дне, вся пища, поступающая в глубокие слои моря, произведена на его поверхности или принесена с суши. Это происходит потому, что свет не может проникать в глубины океана, следовательно, ни одно растение там не имеет возможности превращать солнечную энергию в растительную ткань и создавать *in situ* первичную продукцию. Вследствие этого животные глубин должны полагаться только на падающие сверху растительные и животные остатки и вертикальные миграции хищников, доставляющих пищу в более глубокие отделы морей, — это называют миграционной лестницей. Пока пища и материал проходят через ряд организмов, прежде чем достичь морского дна, происходит потеря энергии. Подсчитано, что дна достигает всего лишь менее одного процента первичной продукции океана.

## «МОРСКОЙ СНЕГ»

В экваториальных регионах глубины имеют почти постоянный, хотя и скудный, приток пищи. Однако в более высоких широтах смена сезонов делает его эпизодическим. Например, значительные поступления растительных остатков возможны после интенсивных весенних вспышек продукции водорослей. Камеры на морском дне в специальном режиме засняли (справа) феномен так называемого «морского снега» и быстрое его потребление местной фауной. Это периодическое поступление пищи является пусковым механизмом воспроизводства и других событий в жизненном цикле животных.



1 МАЯ



15 ИЮНЯ



22 ИЮНЯ



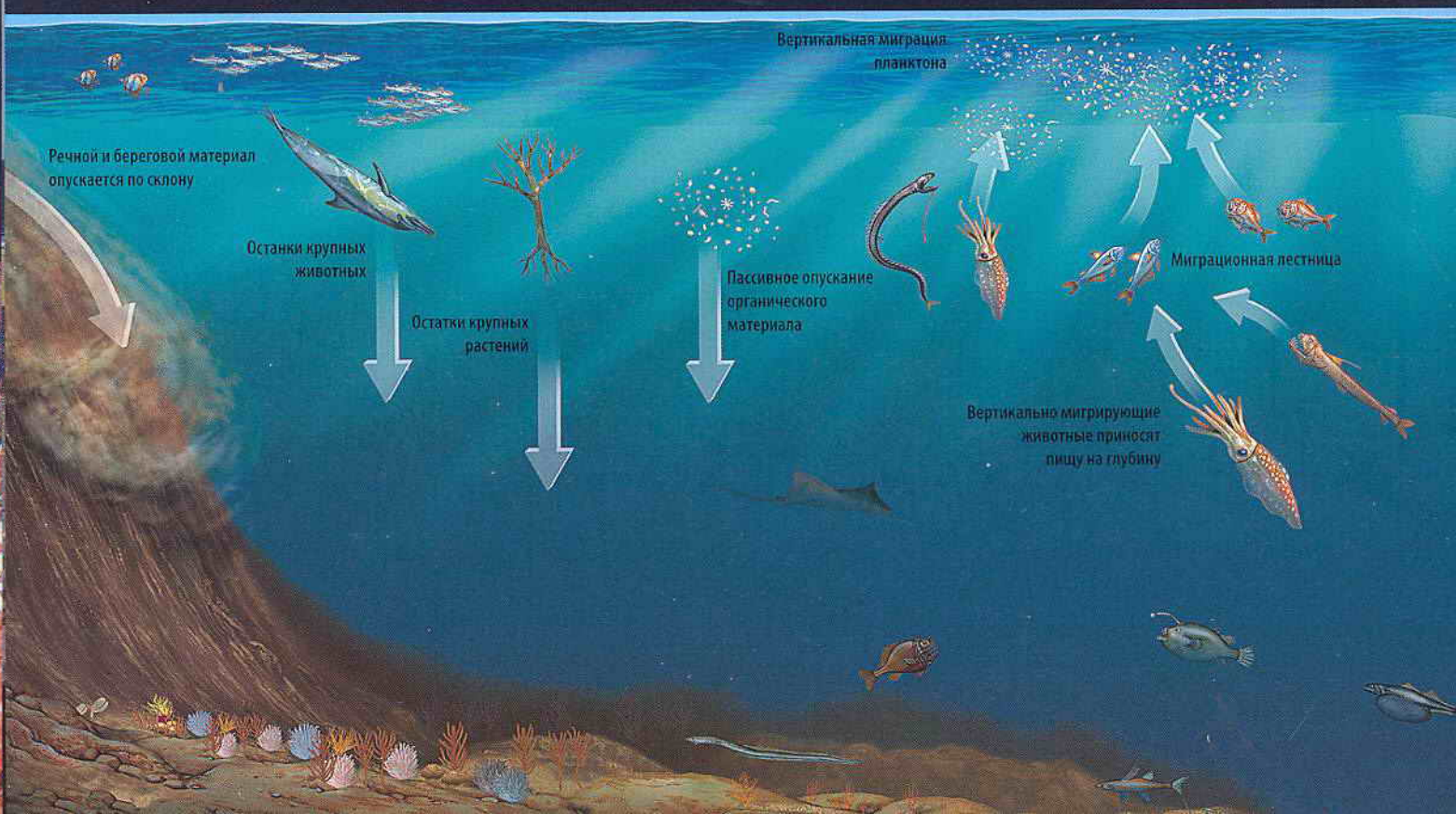
29 ИЮНЯ



14 ИЮЛЯ



10 АВГУСТА





► После того как падальщики, живущие в поверхностных водах, объедят трупы китов, остатки их быстро опускаются на морское дно. Исследования скелетов китов на дне показали, что богатые жиром кости могут в течение многих лет поддерживать целые сообщества животных.

#### ПИЩА НА ГЛУБИНЕ

Пища поступает на глубину по многочисленным маршрутам. Подсчитано, что фотосинтезирующие организмы поверхностных слоев открытого океана ежегодно производят около 36 трлн т органического углерода. Однако на глубине 1000 м доступно лишь 24 % этого количества и всего лишь менее 1 % от поверхностной продукции достигает абиссальных равнин (4000 м). Останки крупных растений и животных быстро погружаются и приносят питательные вещества, обычно не встречающиеся на дне. Органические остатки также смываются в море с континентального шельфа.





## Глубоководные ракообразные

Многие из крупных ракообразных, обычных для мелководных зон, такие как крабы и креветки, в глубинах представлены скудно. Большая часть этих видов не встречается ниже 300 м. Однако некоторые представители мегафауны, такие как лангусты и раки-отшельники, часты на склоне континентального шельфа, хоть и не спускаются до абиссали. Там же обитают несколько видов крабов, а гигантские мокрицы (до 30 см) выполняют роль падальщиков.

С глубиной резко сокращается количество крупных ракообразных. Однако более мелких здесь немало. Из-за их многочисленности и разнообразия видов многие биологи называют ракообразных насекомыми морей. Амфиподы — наиболее распространенные из мелких ракообразных — падальщики, живущие во временных норках на поверхности мягкого донного осадка, покрывающего большую часть морского дна. Интересной чертой биологии этих ракообразных является их ограниченное географическое распространение и строгая привязка к определенным глубинам. Многие виды сократили планктонную личиночную стадию и производят миниатюрные копии взрослых особей, не способных удалиться от родителей.

▼ **Амфиподы** встречаются в верхних слоях глубин океана. Тело их прозрачно, кроме небольшого участка красноватого пигмента на сетчатке глаз.

▲ **Каменные крабы** — один из немногих видов, встречающихся на глубине. Их наружный панцирь, или карапакс, вырастает до 7,5 см в поперечнике и 15 см в длину.



### КОЛОНИЗАЦИЯ ГЛУБОКОВОДЬЯ

До сих пор широко обсуждается вопрос о том, возникли ли глубоководные животные в нынешних местах обитания или проникли вниз по континентальному шельфу. Большая часть доказательств основана на обилии и разнообразии здесь ракообразных, особенно амфипод. Глубоководные ракообразные имеют форму и строение тела, подтверждающие их тесную родственную связь с мелководными видами. Исходя из этих свидетельств, скорее всего, имеет место постоянная миграция амфипод на глубоководье.







◀ **Глубоководные ракообразные изоподы** часто устраивают свой дом внутри колокола глубоководных медуз. Считается, что эти ракообразные питаются, извлекая пищевые частицы из их щупальцев.

▶ **Гоблин, или панцирная креветка**, — один из немногих видов этих ракообразных, обнаруженных в абиссальных районах, наиболее часто — на глубине 6000 м. Эти креветки вырастают до 7—10 см длиной.

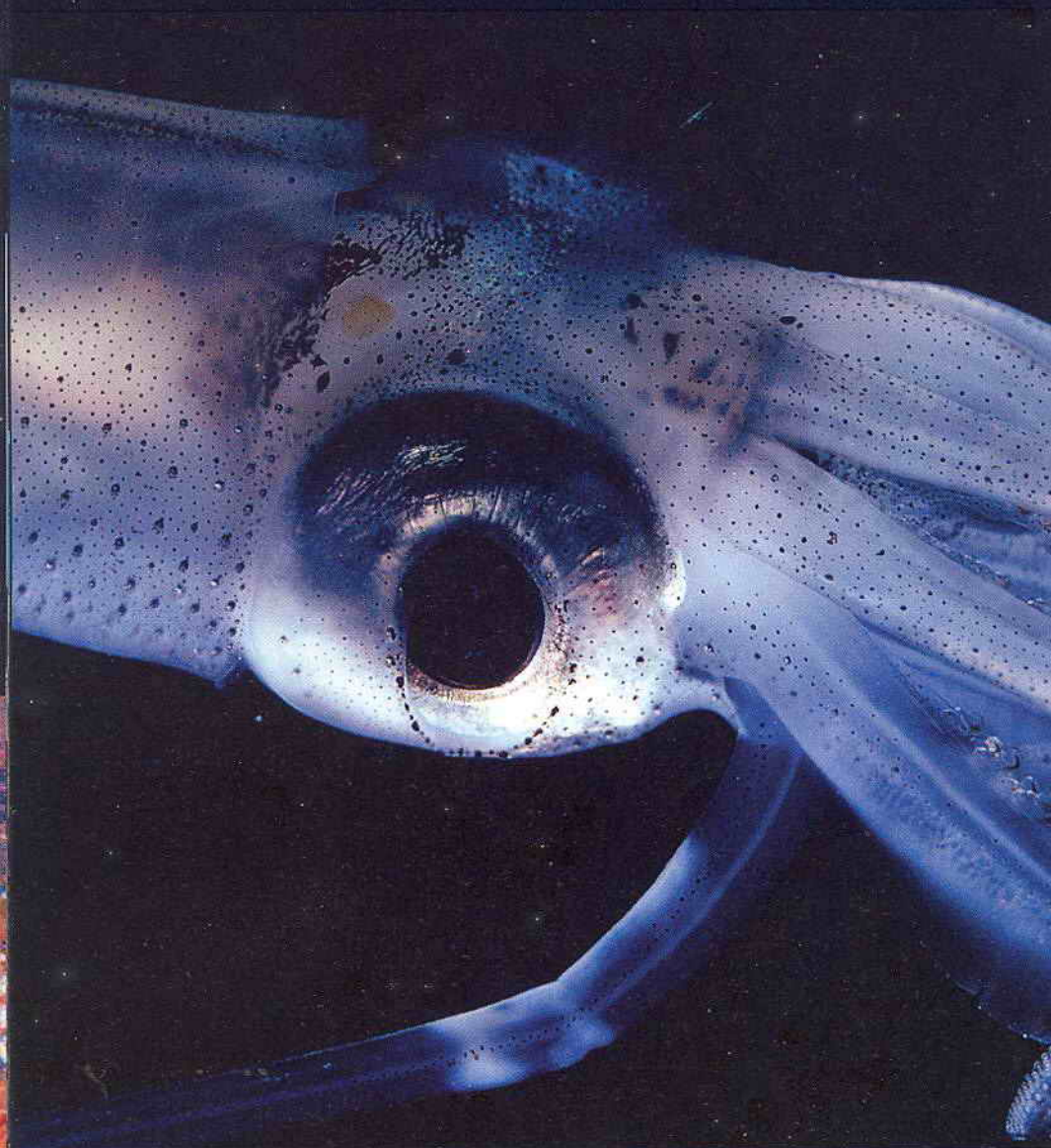
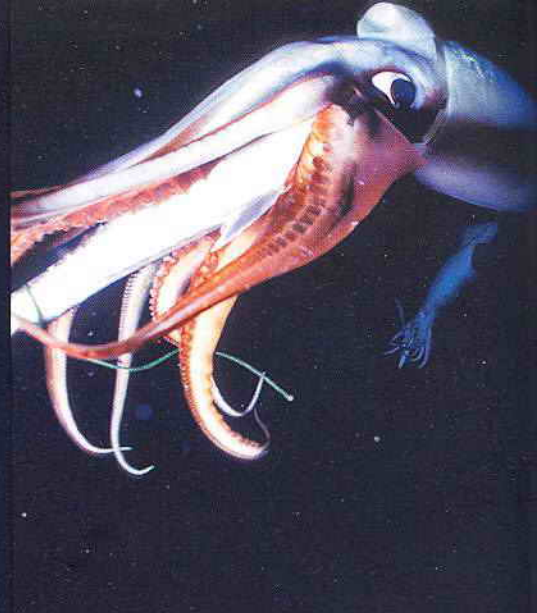


◀ **Глубоководные норные лангусты** встречаются на глубинах от 1000 до 2000 м, где их насчитывают до 1000 видов. Количество видов резко уменьшается с глубиной. На уровне 3000 м, например, обитают менее 20 видов. Норные лангусты встречаются в огромных количествах — до 360 особей на 330 м<sup>2</sup> (один из видов в Северной Атлантике). Большие количества норных лангустов обитают в Тихом океане, вокруг гидротермальных источников. Питаются они, собирая своими деликатными передними клешнями мелких животных или частицы пищи с поверхности осадка.



# Глубоководные кальмары

На протяжении многих столетий мореплаватели слагали легенды о морских чудовищах, которые нападают на корабли и топят их. Здравомыслящие люди не очень-то верили в эти сказки, однако, когда при исследованиях океанских глубин были обнаружены новые виды животных, в том числе гигантский кальмар (длиной более 18 м), оказалось, что древние легенды не лишены основания. Кальмары — головоногие моллюски, ставшие совершенными хищниками. Они обитают во всех океанах. Однако только у глубоководных видов можно наблюдать такое разнообразие адаптаций. Не все глубоководные кальмары имеют гигантские размеры — встречаются и крохотные виды всего 4 см длиной, — но все они хищники и устраивают засады на добычу. Кальмар хватает жертву, внезапно выбросив вперед пару более длинных щупальцев с присосками. Потом подтягивает ее ко рту. У него имеется жесткий клюв, часто покрытый ядом. Уходя от преследования, кальмары используют реактивную струю. Чтобы обмануть и сбить с толку врага, они нередко исторгают облачко чернильной жидкости, иногда обладающей биолюминесценцией.



◀ Глаза кальмаров чувствительны к низкому уровню освещенности, поэтому улавливают малейшие движения. Внешне они очень сходны с глазами человека: и те и другие имеют фокусирующие хрусталики, радужную оболочку, контролирующую количество света, попадающего на высокочувствительную сетчатку, и защитную прозрачную роговицу.



◀ **Кальмар Гумбольдта** имеет репутацию хищника, нападающего на ныряльщиков. Он встречается на западных побережьях Центральной и Южной Америки и достигает длины 4 м. Питается рыбой, хотя вполне может полакомиться и сородичами.



#### МОЗГ КАЛЬМАРА

Из всех беспозвоночных у кальмара наиболее крупный и развитый мозг. Он обрабатывает информацию, прежде всего визуальную, и великолепно контролирует вегетативную нервную систему животного.

Сложный мозг обеспечивает сложное поведение. Установлено, что кальмар способен к обучению и долгосрочному запоминанию. Одна из самых впечатляющих демонстраций высокоразвитой нервной системы кальмаров — способность контролировать окраску и рисунок на наружных покровах.

▲ Многие глубоководные кальмары обладают биолюминесценцией. Выделяющие свет органы — фотофоры — расположены на теле. Они состоят из отражателей, мускулов, линз и цветковых фильтров, позволяющих кальмарам изменять цвет и характер окраски, распределяя вырабатываемый ими свет.

◀ Этот кальмар обитает на глубине 1000 м. Жидкости в его теле содержат ионы аммония, а не более тяжелые ионы сульфата, что придает им меньшую, чем у окружающей воды, плотность. Благодаря этому кальмар обладает нейтральной плавучестью.

► Большинство гигантских кальмаров были описаны по отметинам их присосок на коже кашалотов. Здесь показана особь, выброшенная на пляж в Новой Зеландии. Самый крупный экземпляр был обнаружен в 1884 г. и достигал в длину 17,4 м.





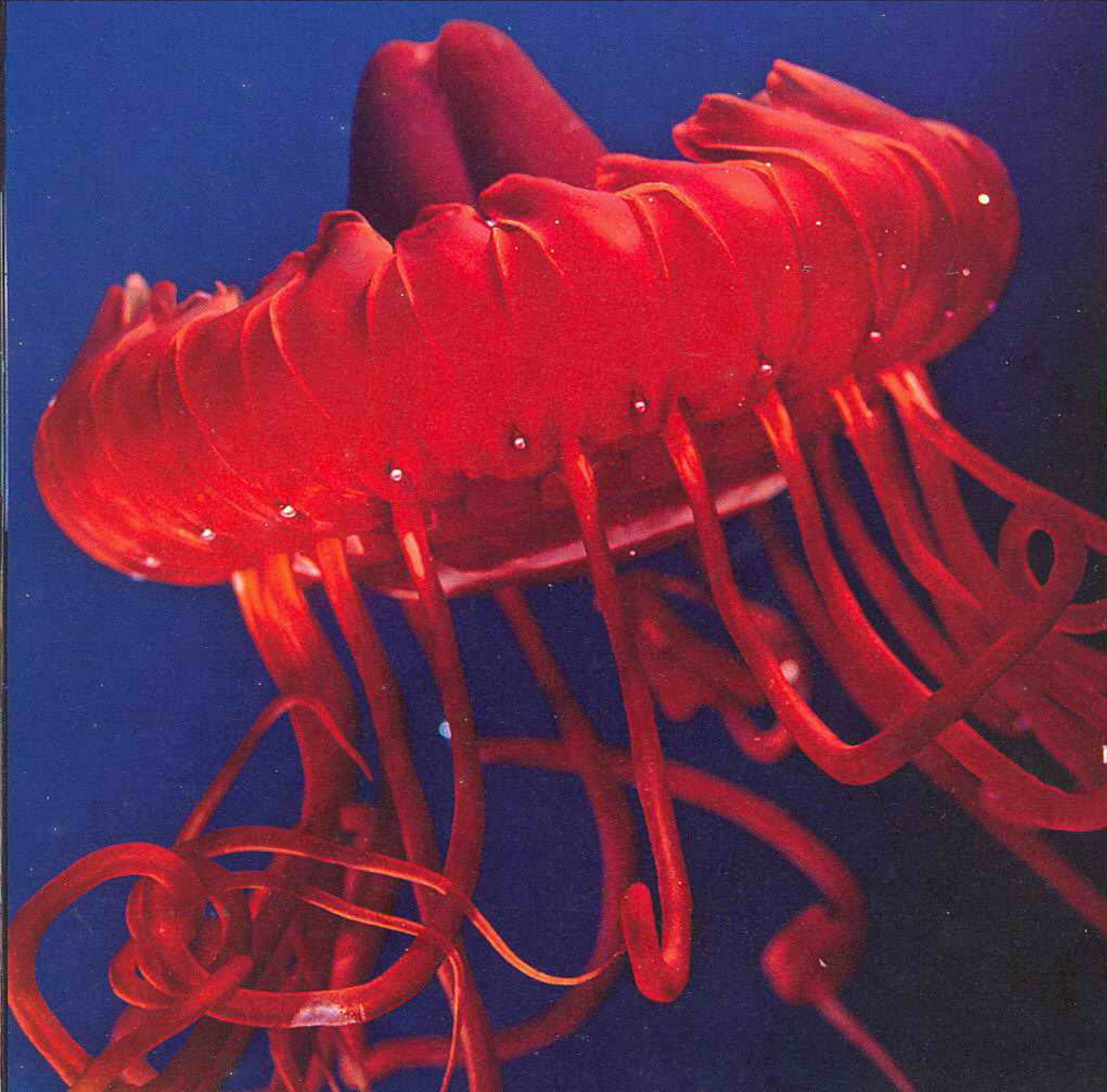
# Кораллы, медузы и актинии

Глубоководные кораллы, медузы и актинии имеют то же строение, что и их мелководные родственники. Однако у них есть определенные механизмы и стратегии приспособления к своим условиям обитания. Одно из наиболее существенных различий между жизнью на мелководье и на глубине — значительное уменьшение объемов пищи. Там, под толщей воды, актинии и кораллы, питающиеся мелкими частицами, не имеют прямого доступа к фитопланктону и зоопланктону. Вместо этого они полагаются на мелкие фрагменты неживой пищи, падающие с поверхности. Но эти фрагменты неизбежно теряют значительную часть своей пищевой ценности, прежде чем достигнут дна. Медузы, являясь активными хищниками, также имеют гораздо меньше добычи, чем на мелководье. В результате у глубоководных видов низкий уровень обмена веществ, и они могут просуществовать на меньшем количестве пищи. Они растут медленно, хотя зачастую живут дольше, чем подобные виды, населяющие мелководные районы. Полная темнота означает, что кораллы не могут иметь фотосинтезирующих зооксантелл в качестве источника поставки пищи. Темнота также заставила многие виды стать биолюминесцентными.



▲ **Грибовидные кораллы** обитают в восточной части Тихого океана на глубине 1220 м, прикрепляясь к твердой поверхности. Подобно многим глубоководным организмам, они достигают гораздо больших размеров, чем их родственники в мелких водах (15 см в диаметре). Они белые, потому что не имеют зооксантелл. Кошачьи акулы используют их для защиты своих яйцевых капсул.

◀ **Эта короновидная эффектная медуза** обитает в батимальной зоне глубокого моря, над континентальным склоном между 200 и 2000 м. Она вырастает до 15 см и питается мелкими плавающими ракообразными и органическими частичками. Яркий красный цвет — камуфляж, обладает она и биолюминесценцией.



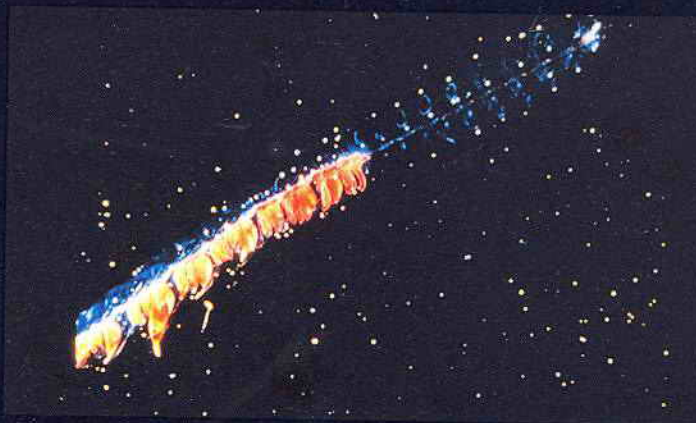




▲ **Глубоководные медузы** — активные хищники. Но и сами они являются добычей ряда обитающих здесь рыб. Чтобы привлечь мелкую добычу, они испускают пульсирующий свет поверхностью тела. Они также способны отпугивать хищников, выбрасывая наружу светящийся секрет в виде тысяч мерцающих частиц.

### ВЛИЯНИЕ ГЛУБОКОГО МОРЯ

Сравнивая глубоководных обитателей с родственными им видами, живущими на мелководных участках, ученые определили, что по мере нарастания глубины происходит уменьшение размеров животных. Однако некоторые виды медуз и актиний, так же как и морских пауков и ракообразных, не показывают такой зависимости. Скорее наоборот, они заметно крупнее, чем обитатели мелководий. Это явление получило название глубоководного гигантизма. Причины его неясны. Но некоторые ключи к разгадке явления дало существование подобного феномена в мелких, но холодных, стабильных водах подо льдами полярных океанов. Предполагают, что, когда условия окружающей среды в течение долгого периода приближаются к постоянным, крупные животные более успешны в добывании пищи и получают преимущество. Более мелкие обычно легче приспособляются в изменчивых условиях.



◀ **Сифонофоры** — колонии гидроидных медуз, плавающих в толще воды. Они очень уязвимы и не могут быть отловлены при помощи обычных сетей для взятия проб. Многие виды были изучены только с появлением глубоководной фотосъемки.



◀ **Некоторые виды твердых кораллов** живут в глубоких холодных водах, как в открытом море, так и в сходных условиях фиордов. Холодноводные кораллы растут крайне медленно. Чтобы достигнуть значительных размеров, им требуются столетия. Многократные повреждения от глубоководных тралов для них губительны.



# Глубоководные рыбы

Удивительно, но наиболее многочисленные виды рыб и позвоночных встречаются не на мелководьях, где обитают, например, огромные косяки сельди и сардины, а в мезопелагической зоне. Это мелкие виды — миктофиды. Миктофиды, или светящиеся анчоусы, составляют более 90 % всех рыб, попадающих в глубоководные тралы. Несмотря на их зачастую странную и даже пугающую внешность, большинство обитающих на глубине рыб сравнительно невелики (2,5—20 см), с тонкими, нередко дряблыми телами. Исключением является мезопелагический алеписавр (пилозубые), он способен достигать огромных размеров (2 м). Бентопелагический лепидоп может вырасти в длину до 1 м.

Большинство рыб, живущих в глубинах, принадлежат к примитивным группам, таким как акулы, угри и наименее развитые костные рыбы. Ошибные — самые глубоководные рыбы из пойманных традиционными методами на глубине 8370 м. В 1960 г. с борта ОПА «Триест» на дне Марианской впадины (10 912 м) наблюдалась пока несистематизированная камбалообразная рыба.

## ЗВУКИ В ГЛУБИНЕ

У рыб нет голосовых связок, однако и они издают звуки — для предупреждения хищника или привлечения партнера. Известны глубоководные рыбы — макрурус, лепидоп, глубоководные тресковые, — способные издавать звуки. У последних есть специальный мускул, который стучит по туго натянутой внешней поверхности плавательного пузыря. У ряда видов только самцы имеют барабанный мускул, но и у самок, и у самцов «слышащая» часть внутреннего уха увеличена. Самцы рыбы-жабы издают призывные звуки, которые их самки способны улавливать на больших расстояниях. Глубоководные бычки тоже «ведут разговоры» в период ухаживания. Звуки служат и для охраны своей территории, и для защиты. Например, пойманные серебробрюшки издают громкое ворчание.



▲ На глубине 2000 м обнаружена рыба стомия, достигающая 16 см в длину. Она питается ракообразными и мелкой рыбой. Молодые особи так сильно отличаются от взрослых, что долгое время они считались отдельными видами. Длинное, тонкое тело стомии покрыто прозрачной желатинообразной оболочкой. Под ней лежит чешуя, придающая ей металлический блеск.

◀ У родственников акул и скатов, химер, хрящевой скелет. Они обитают на краю континентального шельфа и ниже, иногда до глубины 2600 м. Своим тупым рострумом они выкапывают беспозвоночных и мелких рыб.

► Большинство хаулиодов лишены чешуи, их кожа напоминает темный бархат, иногда с мелкими фотофорами. Усик на нижней челюсти — эффективная приманка. Глотка и желудок выстланы черным пигментом, чтобы биолюминесцентная добыча не просвечивала через кожу, привлекая более крупных хищников.

►► Мезопелагические удильщики живут на глубинах от 150 до 1200 м. Сюда, благодаря очень прозрачной воде, проникает с поверхности немного солнечного света. Эта зона называется сумеречной. Здешние рыбы имеют глаза в 30 раз более чувствительные, чем у человека. Они способны улавливать свет, незаметный для людей.







◀ **Миктофидовые** — наиболее многочисленные рыбы. Их размеры колеблются от 2 до 30 см. Эти виды мезопелагических рыб обитают на глубинах от 100 до 700 м, питаются зоопланктоном. Миктофидовые демонстрируют четкое распределение по размерам с увеличением глубины — самые крупные обитают на больших глубинах.





# Глубоководные черви

Глубоководные черви — одна из наиболее многочисленных групп беспозвоночных, обитающих на глубине. Их размеры очень разнообразны, от микроскопических до 2 м в длину. Большинство из них зарывается в мягкие осадки, покрывающие значительную часть морского дна. Многощетинковые (полихеты) — мелкие черви. Но они чрезвычайно многочисленны, как по количеству особей, так и по числу видов. Большинство полихет питаются частицами органического вещества, выбирая их развитыми щупальцами из воды или из ила. Небольшое число видов полихет живет внутри или снаружи крупных животных, например голотурий. Черви горячих источников — родственники полихет, но они намного больше по размерам и имеют специализированный механизм питания, использующий химическую энергию гидротерм. Сипункулиды — одни из наиболее крупных донных червей. Они играют большую роль в разложении органического вещества на морском дне.

## БЕСЧИСЛЕННЫЕ НЕМАТОДЫ

Наиболее многочисленной группой червей являются непаразитические круглые черви (нематоды). В океанах насчитывается от 10 до 100 млн их видов. Несмотря на то что длина этих червей всего 1 мм, они составляют от 50 до 90 % веса живых организмов в глубоководных осадочных слоях. Разнообразие видов нематод означает, что образец осадка с одного участка дна может значительно отличаться от образца, взятого в километре от этого места. Количество нематод столь велико, что если удалить все вещество Земли, оставив только этих червей, то очертания океанских котловин и континентов сохраняются из-за масс этих мельчайших червей.

◀ **Ярко-красные перистые жабры** в верхнем отделе тела гидротермальных червей содержат большое количество гемоглобина. Как и гемоглобин человеческой крови, этот пигмент в жабрах червей используется для поглощения кислорода. Кроме того, они поглощают сульфиды, необходимые для жизнедеятельности симбиотических бактерий.

▶ **Большинство глубоководных червей** никогда не покидают морское дно. Но эта полихета необычна тем, что умеет всплывать со дна, маневрируя многочисленными щупальцами, расположенными вокруг рта.







► **Не все полихеты** живут и питаются на морском дне — более полусотни видов проводят жизнь в толще воды. Однако все черви — прожорливые хищники, охотящиеся на любое животное меньше по размеру. Они двигаются в толще воды при помощи веслообразных ресничек по бокам тела.



► **Трубчатые черви** в огромном количестве поселяются вокруг гидротермальных источников. Не полагаясь на солнце, их симбионты — бактерии, живущие внутри них, — получают энергию, используя химические вещества, выделяемые гидротермальными источниками. В свою очередь, эти бактерии снабжают червей пищей для поддержания жизни.





# Глубоководные голотурии

Глубоководные морские огурцы (голотурии) обитают на морском дне. Это одна из наиболее многочисленных групп мегафауны, т.е. животных, чьи размеры превышают 2,5 мм. Подсчитано, что они формируют до 95 % общей биомассы (веса живых организмов) обширных областей морского дна. С погружением на глубину их количество только возрастает. В самых глубоких впадинах океанских разломов, таких как Курило-Камчатская гряда, они составляют до 98 % особей в траловых пробах. Почти все глубоководные голотурии питаются, постоянно передвигаясь по поверхности дна, собирая мелкие частицы, оседающие из воды. Некоторые виды образуют большие «стада» и напоминают бизонов, пасущихся в прериях. Не все голотурии живут и питаются, медленно ползая по дну. Некоторые зарываются в осадки, высунув только концы тела, другие живут зарыв головной конец в ил. Небольшое количество видов, однако, стали плавучими и способны подниматься со дна.

## ПЛАВУЧИЕ ОГУРЦЫ

Традиционное понятие о глубоководных голотуриях таково: они длинные, цилиндрические и живут на дне. Однако в мелких водах встречаются плавучие морские огурцы. С помощью подводных аппаратов было установлено, что многие глубоководные голотурии не подходят под привычное определение. Некоторые из них напоминают камбаловых рыб и плавают над поверхностью дна, волнообразно изгибаясь. Многие биологи считают, что камбалообразная рыба, которую наблюдали с борта ОПА «Триест» в 1960 г., на самом деле является голотурией. На сегодняшний день уже описано до 20 видов голотурий, плавающих или всплывающих над морским дном, а некоторые даже обнаружены высоко в толще воды. Один из видов глубоководных голотурий всю жизнь проводит в толще воды.



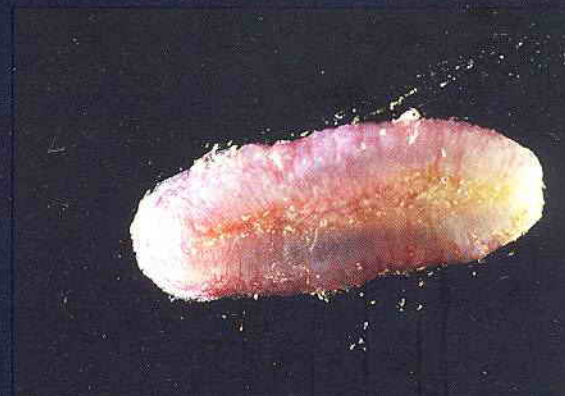
◀ Этот глубоководный морской огурец обнаружен на глубине между 600 и 1200 м в Тихом и Атлантическом океанах. Он имеет длину 7,5 см и обычно образует плотные стада над поверхностью морского дна. Выросты на его брюшной стороне (подии) напоминают ноги и оставляют на дне характерные следы. Они позволяют большей части тела сохраняться чистой при движении по илу.







◀ **Этот морской огурец** сфотографирован без дополнительного освещения. Видны лишь точки света, выделяемые его биолюминесцентными органами, или фотофорами. Этот вид отловлен с глубины 1200 м. Если его потревожить, он начинает голубовато мерцать, но, как и у многих других глубоководных животных, назначение его пока неясно. Причина этого — недостаточное количество наблюдений, поскольку поднять на поверхность живыми представителей данного вида не удастся. Однако усиление люминесценции при раздражении позволяет предположить, что такая сигнализация может использоваться для отпугивания хищных рыб, улавливающих синий свет.



▲ **Этот вид морского огурца** обнаружен на глубине 1500 м. Процесс его питания освоен в ходе долговременного изучения в Северной Атлантике. Вследствие весеннего цветения в поверхностных водах здесь наблюдается большое количество биологических остатков. Этот материал поедается голотуриями, а их фекалии улавливаются глубоководными морскими ежами.

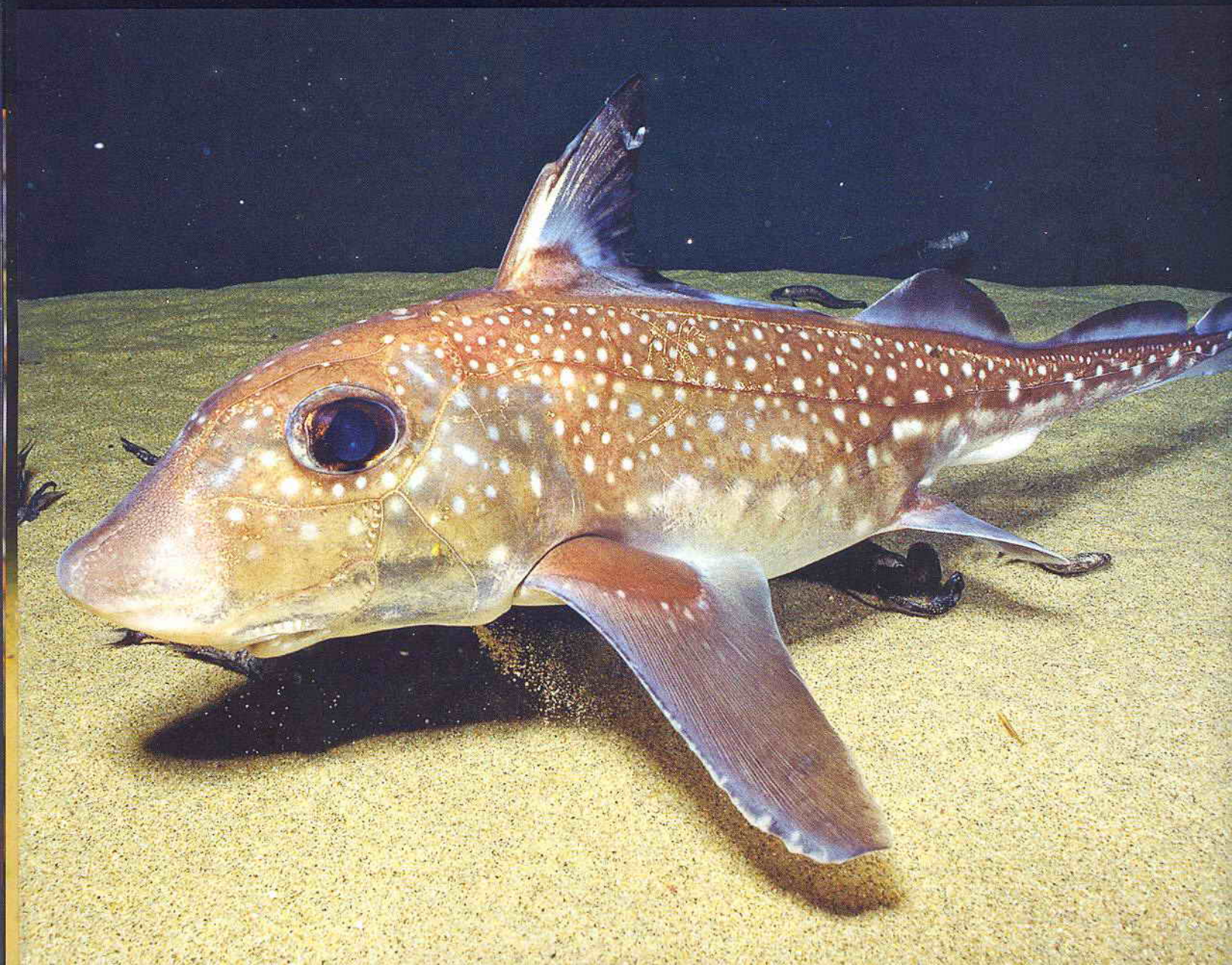
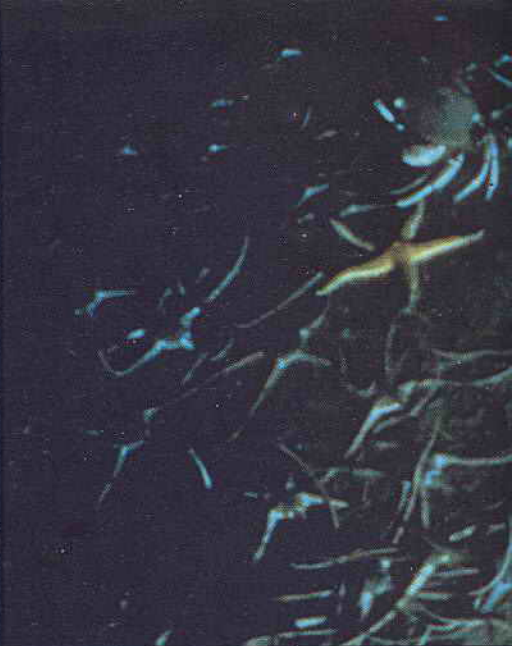


◀ **Считается, что глубоководная голотурия** может переработать до 100 г донных осадков в день. Известно также, что большинство ее видов способны абсорбировать питательные вещества прямо из воды. Это делает голотурий важным компонентом экологии морского дна. Они контролируют популяции более мелких зарывающихся животных, перемешивая осадки и возвращая растворенные питательные вещества обратно в воду.

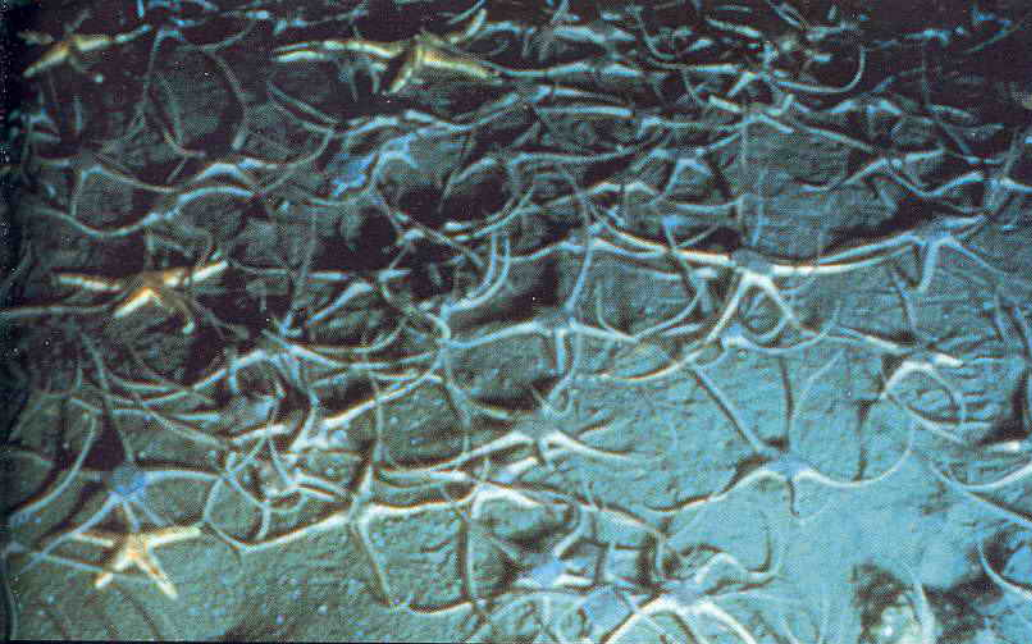


## Жизнь на глубинах

Глубоководные части Мирового океана занимают 151 млн км<sup>2</sup>. Это 41 % его площади и 29,5 % всей поверхности планеты. Большая часть глубоководного дна выстлана мягким, мелким осадочным веществом, накапливавшимся здесь миллионы лет. Морские осадочные породы образованы бесчисленными известковыми и роговыми покровами микроскопических организмов и частицами пыли, принесенной с поверхности. Есть здесь также мелкие фрагменты метеоритов. Условия морского дна кратко можно описать так: темнота, глубина, холод и нехватка пищи. Для сравнения: в прибрежных водах плотность донных организмов равна приблизительно 5 кг/м<sup>2</sup>. На дне же офшорной зоны континентального шельфа — лишь около 200 г/м<sup>2</sup>, а в более глубоких районах — менее 1 мг/м<sup>2</sup>. Ограниченное количество пищи и низкие температуры обуславливают медленный рост организмов. Однако зачастую они являются долгожителями. Относительная стабильность условий может вызывать гигантизм отдельных видов. Основные группы животных, обитающих у дна глубокого океана, — кишечнополостные, офиуры, голотурии, ракообразные и рыбы.







▲ **Офиуры** — одни из наиболее широко распространенных и многочисленных обитателей морского дна. Встречаются почти на всех широтах и нередко плотно устилают дно. Это хорошо видно на снимке. Обменные процессы протекают в них очень медленно в полном соответствии с неспешной жизнью на глубинах.

◀ **Химеры** обычно встречаются на склонах континентального шельфа, где животных меньше, чем на мелководье; но больше, чем в абиссальной зоне. Развитое обоняние и электрические органы позволяют химерам отыскивать зарывшихся в песок двусторчатых моллюсков и червей.

► Эта актиния *Liponema brevicornis* может достигать 25 см в поперечнике. Встречаются особи разных форм — от почти плоской до сферической — в зависимости от силы придонных течений. В отличие от актиний, что живут на твердом субстрате, эта не может передвигаться, изгибая подошву. Однако ее видели перекатывающейся по морскому дну, словно трава перекаати-поле, под действием течения.



#### АДАПТАЦИИ ДОННЫХ ЖИВОТНЫХ

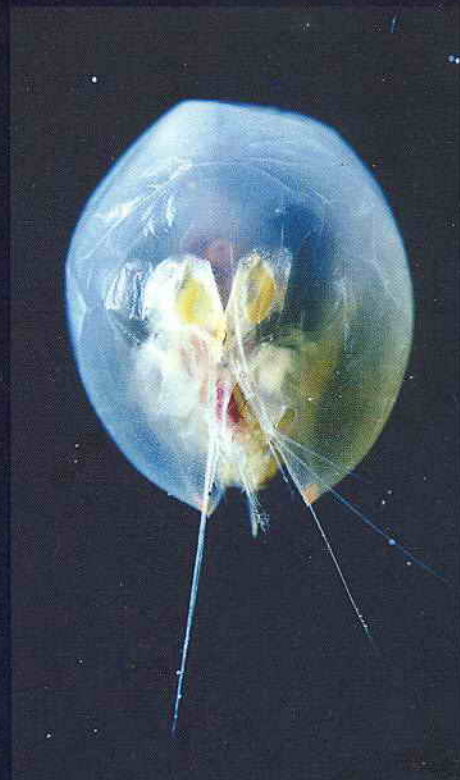
Мягкая поверхность донных осадков затрудняет передвижение крупных животных. Они утопают в иле и должны затратить значительную энергию для продвижения. Необходимость экономить энергию для роста и размножения — мощный эволюционный фактор в бедной пищей среде. Некоторые голотурии, перерабатывающие поверхностные осадки и переваривающие органический материал, приобрели частичную плавучесть, затрачивая на передвижение меньшее количество энергии. Один вид обзавелся даже парусовидным хвостом, наполненным жидкостью с меньшей, чем у воды, плотностью. Задняя часть этой голотурии приподнята над поверхностью, и только передняя, ротовая зарывается в ил.



## Органы чувств

Невероятно, но многие животные, обитающие в темноте морских глубин, развили весьма сложные и высокочувствительные глаза. Они различают малейшие проблески света с поверхности и вспышки биолюминесценции. То же можно сказать и об их органах обоняния, служащих для нахождения пищи и партнеров в бескрайних и темных глубоководных пустынях. Органы осязания и слуха у земных позвоночных, например в том числе и у человека, четко разделены. Но в глубинах такое разделение не столь очевидно, ведь вода намного лучше, чем воздух, проводит низкочастотные волны. Поэтому то, что мы называем слухом, на самом деле у глубоководных животных является своего рода дистанционным осязанием: они улавливают передаваемые водой вибрации, исходящие от других животных. Многие беспозвоночные слышат/осязают при помощи чувствительных волосков или антенн. Рыбы для этих целей используют боковую линию. Она работает подобно среднему уху человека, преобразуя с помощью чувствительных волосков микроскопические движения в нервные импульсы. Многие рыбы издают звуки, поэтому могут обладать и слухом в том виде, как понимаем его мы. Наконец, большинство активных глубоководных животных способны чувствовать силу земного притяжения. Беспозвоночные имеют простейшие рецепторы — статоцисты, а рыбы — более развитые полукруглые каналы. Это не только дает информацию для ориентации в пространстве, но и помогает определять скорость.

► **Самыми светочувствительными глазами** обладают глубоководные ракообразные — остракоды. Каждый их глаз состоит из пары параболических зеркал. Группа клеток — световых рецепторов — свисает подобно электролампочкам, вблизи фокуса каждого из зеркал. Возможно, изображение получается и не очень четким, но зато эта система улавливает малейший свет.



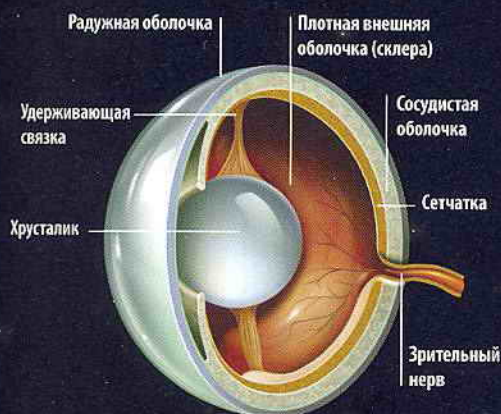
◀ **Эта светящаяся акула** имеет более крупные глаза, чем ее мелководные родственники. Они улавливают малейший проблеск света в мезопелагической зоне. К тому же ее крупные ноздри способны обеспечить большим количеством воды очень мощный орган обоняния. С помощью спиральных носовых ходов, покрытых миллионами обонятельных клеток и соединенных с соответствующим отделом мозга, эта рыба способна улавливать минимальные концентрации химических веществ, выделяемых другими животными. У нее имеются также отделы мозга, фиксирующие биоэлектричество и магнитное поле Земли.



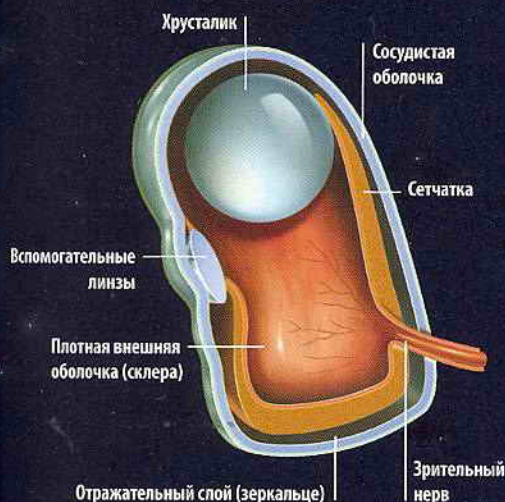
## АДАПТАЦИЯ ЗРЕНИЯ К ГЛУБИНАМ

У рыб, живущих на средних глубинах, крупные и высокочувствительные глаза. Прекрасно развиты они у скатов, креветок и других беспозвоночных. Чтобы усилить эффективность «обычного» зрения, многие виды морских животных развили трубчатые глаза. Крупные хрусталики и многослойная сетчатка глаз глубоководных рыб усиливают улавливание и восприятие даже минимальных количеств света. У некоторых видов возросло боковое зрение, чему способствовало появление дополнительных боковых хрусталиков и увеличение площади сетчатки. Другие обзавелись даже желтыми фильтрами, чтобы различать обычный свет и биолюминесценцию.

## ОБЫЧНЫЙ ГЛАЗ РЫБЫ

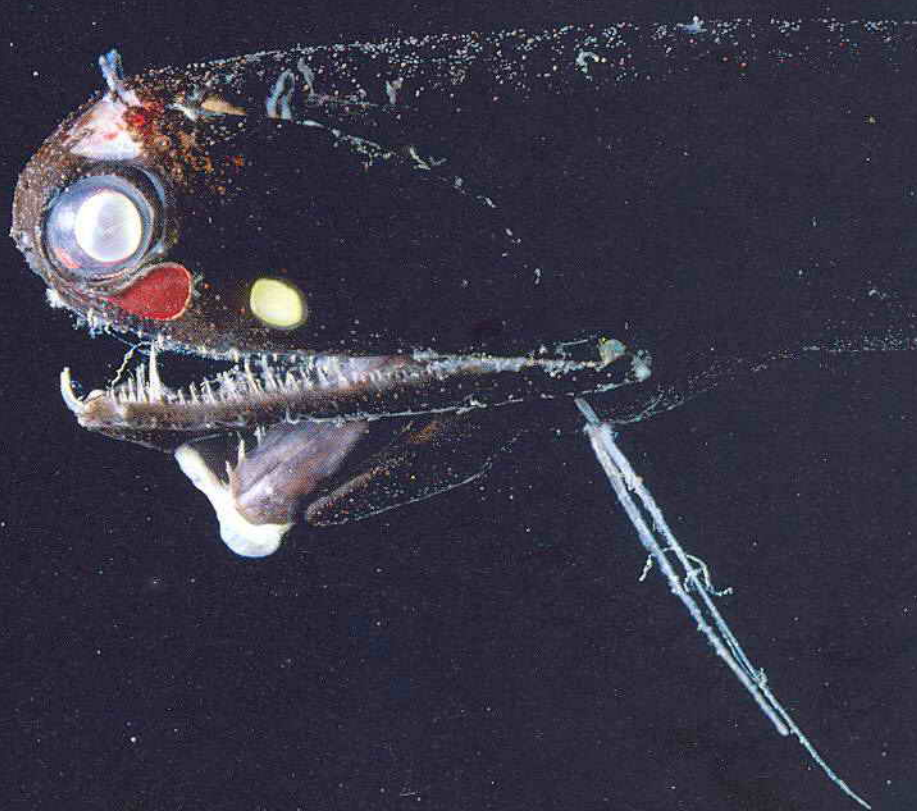


## ТРУБЧАТЫЙ ГЛАЗ РЫБЫ



▲ **Крупные хрусталики** глаз мезопелагических рыб способны улавливать минимальный свет. Они фокусируют его в одной точке на сетчатке, весьма чувствительной благодаря высокой концентрации палочковидных клеток.

► **Этот удильщик** превратил свои плавники в органы чувств. Их лучи улавливают вибрацию воды и дополняют информацию, полученную от органов боковой линии. Кроме того, они покрыты хемосенсорными клетками, поэтому рыба способна на расстоянии улавливать вкус/запах других животных.





# Окраска

Окраска глубоководных животных полностью зависит от их образа жизни. Скрыться от хищников, не стать добычей — для этого нужно создать защитную окраску, попытаться слиться с фоном, став, например, полупрозрачным. В верхних слоях мезопелагической зоны, куда проникает некоторое количество света, нередко медузы, креветки и рыбы разной степени прозрачности. В более глубоких слоях рыбы становятся серебристыми, а еще глубже — бархатисто-черными, чтобы поглощать весь возможный свет. Беспозвоночные в этой зоне имеют преимущественно оранжевый или красный цвет, что, возможно, является следствием диеты, богатой красными и оранжевыми пигментами. Красный свет в этих глубинах полностью отсутствует. Поэтому при слабом синем свете, иногда проникающем сюда, беспозвоночные кажутся черными или темно-серыми. В наиболее глубоких регионах океана свет вовсе отсутствует, поэтому большинство животных здесь не имеют выраженной окраски.



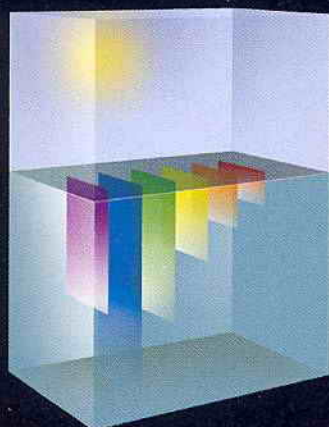
▲ Этот эффектный гребневик встречается в глубоких мезопелагических водах Тихого океана. Здесь красная окраска делает его практически невидимым. Прожорливый хищник, пожирающий других гребневиков, он использует эту защитную окраску, чтобы не быть съеденным рыбами. Если поместить его в яркий свет, то этот гребневик быстро потеряет окраску.

◀ Эти креветки живут в нижней части мезопелагической зоны. Их ярко-красная окраска почти не видна в слабом синеватом мерцании, преобладающем на этой глубине. Отраженный креветкой свет не будет замечен, поскольку глубоководные животные не воспринимают красный цвет.

▼ Светящийся анчоус обитает на глубине от 200 до 1000 м. Здесь отражающая серебристая поверхность скрадывает очертания тела рыбы, хищнику трудно определить ее местоположение. Серебристая окраска образована зеркалоподобными кристаллами гуанина, расположенными под кожей.

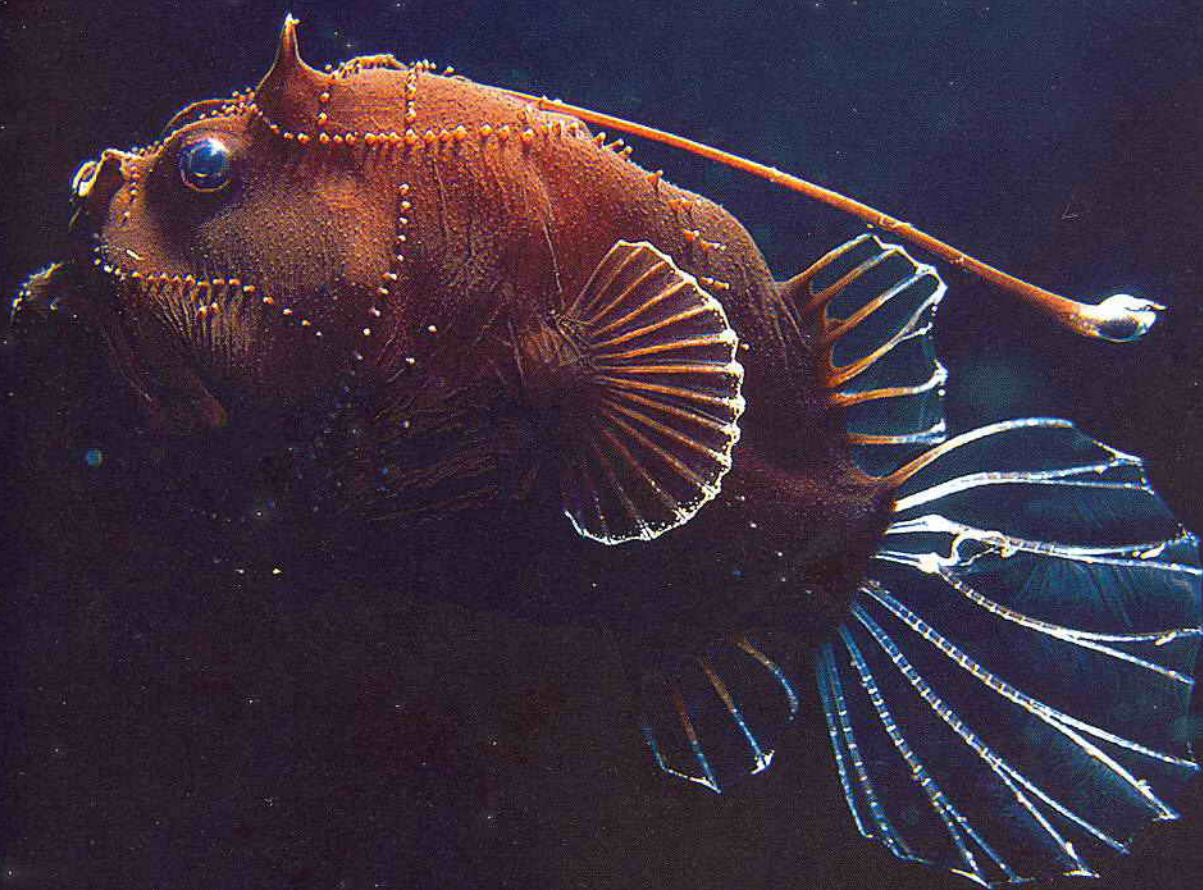






### ЦВЕТ И ГЛУБИНА

Белый свет состоит из спектра различных по длине волн, которые мы воспринимаем как цвета. Когда свет проходит через воду, красная часть спектра (с более короткой длиной волны) быстро поглощается. Длинные волны — зеленые и синие — проникают глубже. Отсутствие красного придает толще воды оттенки синего цвета. Но постепенно и волны с этой частотой поглощаются. Поэтому даже в очень прозрачной воде свет способен проникать на глубину максимум 1300 м.



### ▲ В верхних слоях

глубоководных зон света еще достаточно, чтобы различать очертания животных. Поэтому в целях маскировки многие виды стали практически прозрачными — плотность белка, из которого состоит их тело, равняется оптической плотности воды. Однако пигменты глаз не могут стать прозрачными и остаются различимыми.

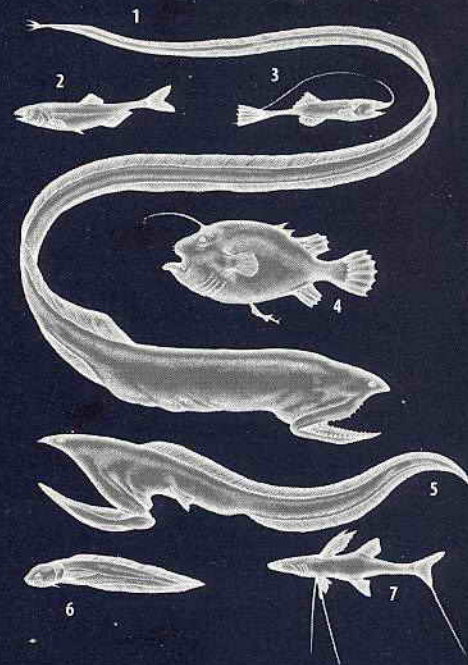
### ▼ Удильщики жи-

вут в полной темноте батипелагической зоны. Темная, бархатистая кожа без чешуи не отражает свет и помогает рыбам оставаться невидимыми. Это жизненно важно для глубоководных удильщиков, потому что благодаря этому они не освещаются собственной биолюминесцентной приманкой.



## Форма тела

Глубоководные рыбы — одна из основных групп животных, демонстрирующая широчайшее разнообразие форм тела по сравнению со своими мелководными родичами. Возможно, это следствие недостатка пищи и многообразия пищевых стратегий, выработанных рыбами для выживания в этих условиях. Активное продолжительное преследование добычи требует значительных энергозатрат, поэтому большинство хищников устраивают засады, неподвижно зависая в воде на длительное время. Это означает, что для выживания им нет необходимости иметь эффективные с точки зрения гидродинамики тела. Им достаточно быть тонкими и длинными и обладать редуцированными мускулатурой и скелетом. Из-за недостатка мышечных волокон мясо у глубоководных рыб дряблое и водянистое, по сравнению с мелководными видами. А большой рот и острые зубы нужны им, чтобы редкая добыча не могла ускользнуть. Считается, что более длинное тело некоторых рыб обеспечивает им увеличение боковой линии — системы органов, используемой для поимки добычи. Некоторые виды, например удильщики, имеют округлое тело и плохо плавают, потому что приманивают добычу прямо себе в рот.



### ФОРМЫ ТЕЛА

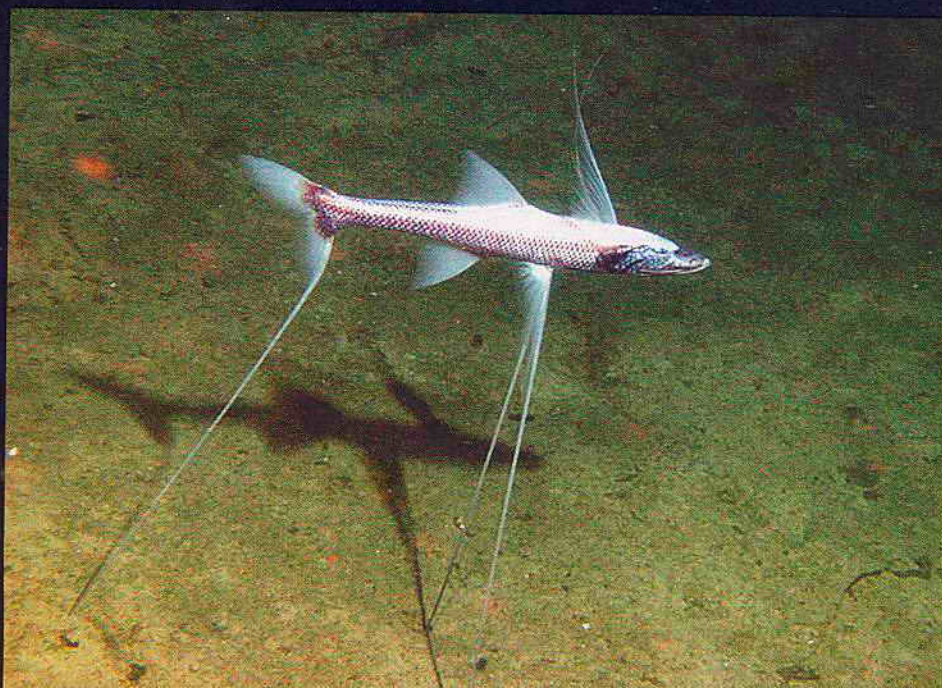
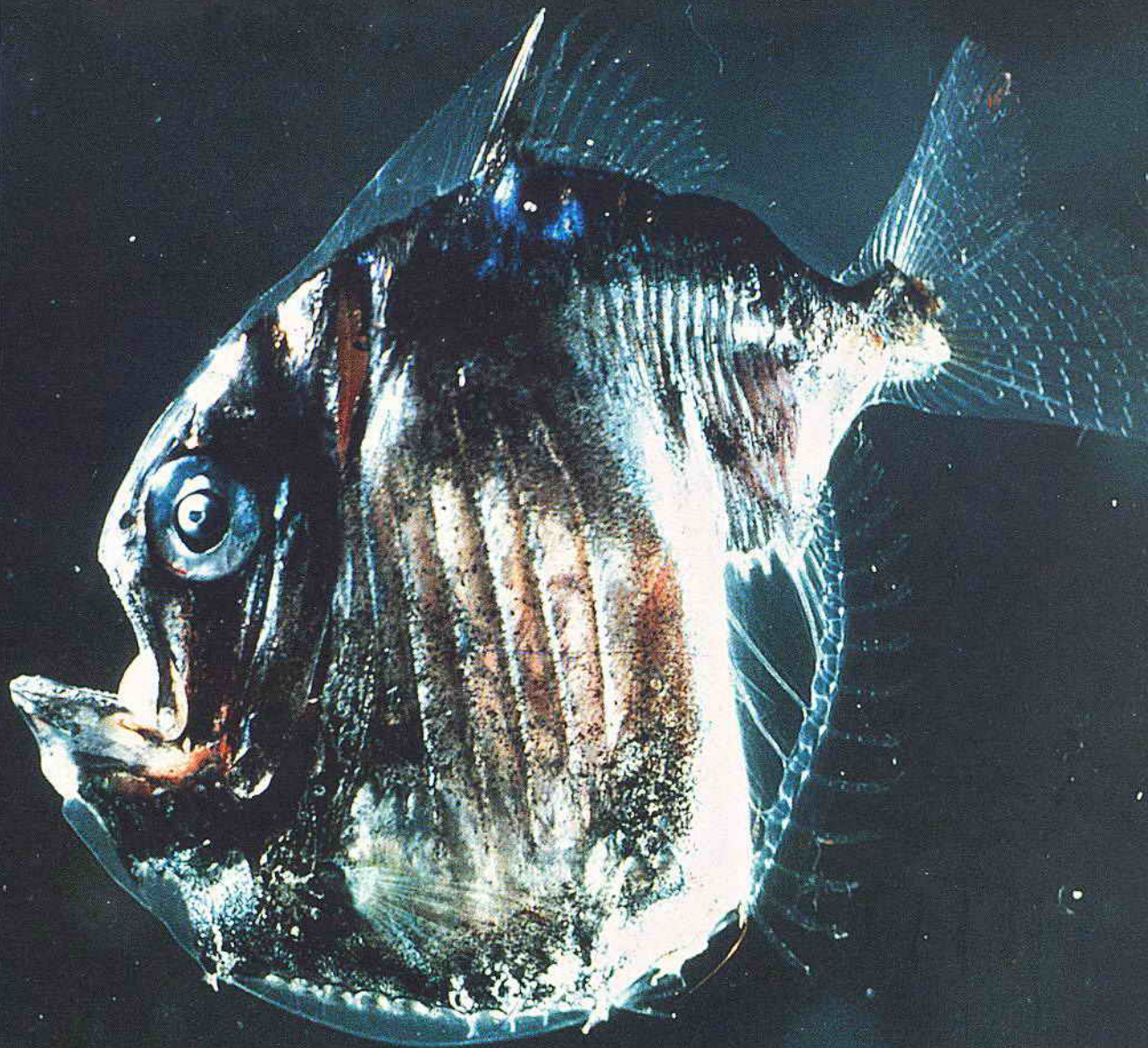
**1.** Для глубоководной рыбы живоглот — крупный вид (1,6 м). **2.** Миктофиды, по сравнению с мелководными родичами, имеют слабую мускулатуру, потому что проводят большую часть времени, неподвижно зависая в воде. **3.** У одного из видов удильщиков самки в три раза крупнее самцов и достигают 35 см, не считая длины «удочки». **4.** У другого вида удильщика крошечный самец прикрепляется к самке на всю жизнь. **5.** Челюсти мешкорота раздвигаются очень широко, образуя невероятную пасть. **6.** Троешипые имеют длинные выросты лучей тазовых и хвостовых плавников, удерживающие их над дном. **7.** Самая глубоководная из известных рыб, ошибень, имеет выраженный рострум и угревидные плавники.



◀ **Большерот** обитает в восточной части Тихого океана на глубине 2400 м. Он достигает в длину 2 м. Эта рыба — просто объемный желудок с челюстями, лишенный чешуи, ребер и плавательного пузыря.



► **Удильщик** обитает в мезопелагической зоне на глубине от 500 до 1500 м, где очень мало света. Тело этой рыбы сжато с боков до такой степени, что спереди ее почти не видно. Камуфляж усилен зеркальными кристаллами в коже и линиями фотофоров вдоль тела. Желудок и челюсти несоразмерно велики по сравнению с телом.



### БОЛЬШОЙ РОТ

Одна из самых существенных характеристик формы тела глубоководных животных — несоразмерно большой рот. Сравнение морских обитателей показало — с глубиной рот все более увеличивается относительно размеров тела. Крупная голова и хорошо развитые жаберные тычинки — костные или хрящевые образования, не дающие добыче выскользнуть изо рта хищника, — еще одни отличительные особенности обитателей глубин. Все это позволяет охотиться на более крупную добычу. Но удачная охота здесь редкость, поэтому все глубоководные рыбы не слишком разборчивы по отношению к типу и размерам добычи.

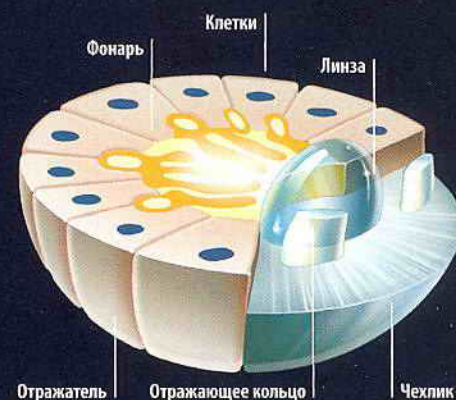
◀ **Троешипые рыбы** недвижно «стоят» долгое время, подстерегая мелких ракообразных и рыб. Оставаясь неподвижными, они снижают помехи и повышают восприимчивость своих органов чувств.



# Биолюминесценция

Многие организмы обладают биолюминесценцией, то есть способны испускать свет без выделения тепла. Это обеспечивается взаимодействием фермента люциферазы с люциферинном в присутствии кислорода. В глубинах моря биолюминесценция используется животными, чтобы скрыть размеры тела, привлечь добычу, отпугнуть хищников или дать сигнал представителям своего вида. Некоторые виды рыб могут испускать красный свет. Он невидим для большинства глубоководных животных и помогает хищнику осветить потенциальную добычу, не напугав ее собственным присутствием. Медузы и гребневики вырабатывают свет отдельными клетками, рассеянными по поверхности тела. В большинстве случаев, однако, свет производится специализированными и зачастую сложно устроенными органами — фотофорами. У некоторых видов люцифераза и люциферин вырабатываются самим животным. У других фотофор содержит биолюминесцентные симбиотические бактерии, питающиеся за счет хозяина. Фотофоры контролируют цвет, направление и интенсивность испускаемого света. Однако не всякая биолюминесценция обеспечивается клетками или фотофорами. Многие виды имеют не только фотофоры, но и специализированные железы, выделяющие биолюминесцентные жидкости для обмана и отпугивания хищников.

## СТРОЕНИЕ ФОТОФОРА



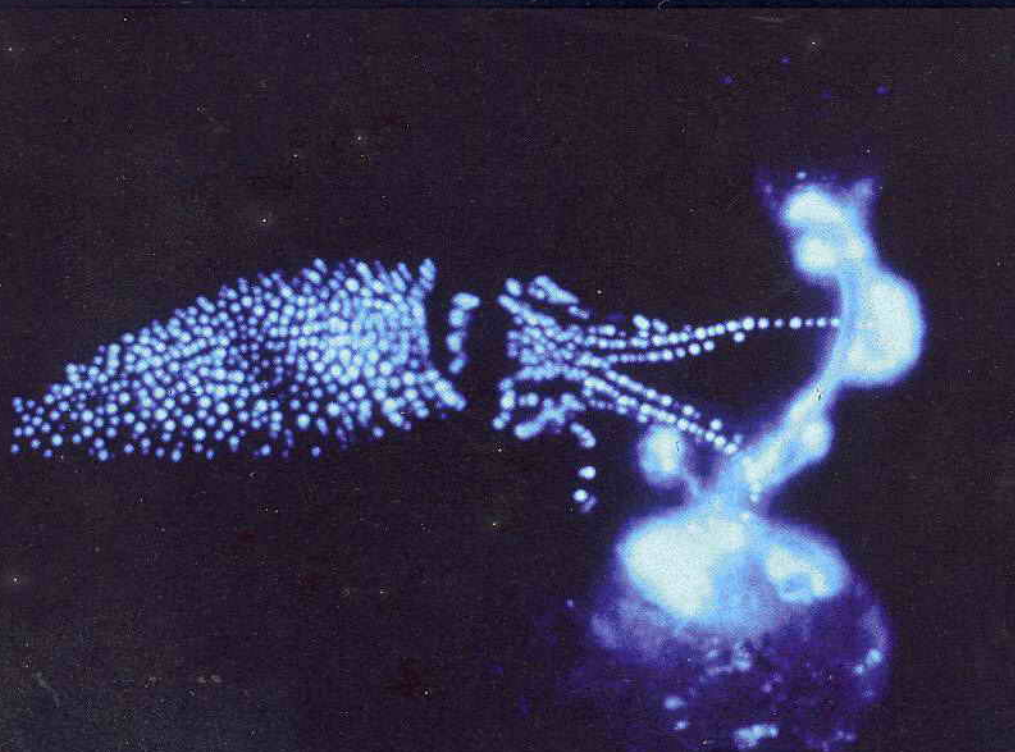
## КЛЕТКА ФОТОФОРА

Фотофоры имеют некоторое сходство с глазом, но вместо того, чтобы улавливать свет, эти органы испускают его и тщательно дозируют световые сигналы. Свет выделяется при взаимодействии люциферазы с люциферинном в клеточной массе и направляется из фонаря к линзам. Здесь он фокусируется в луч, направленный вперед. Все отклоняющиеся лучи блокируются отражающим кольцом в прозрачном чехлике. Отражатель помогает сфокусировать максимальное количество света на линзу. Фотофор окружен пигментом, чтобы предотвратить освещение окружающих его тканей. Благодаря этому виден только свет, выходящий из фотофора спереди, где может регулироваться его направленность и интенсивность.

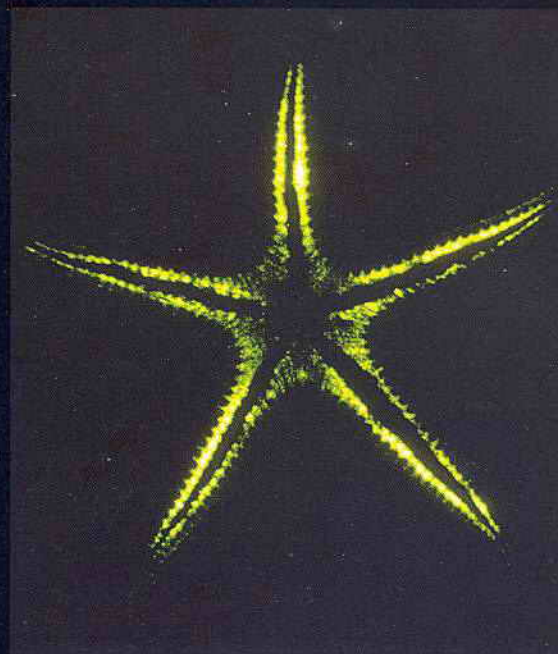
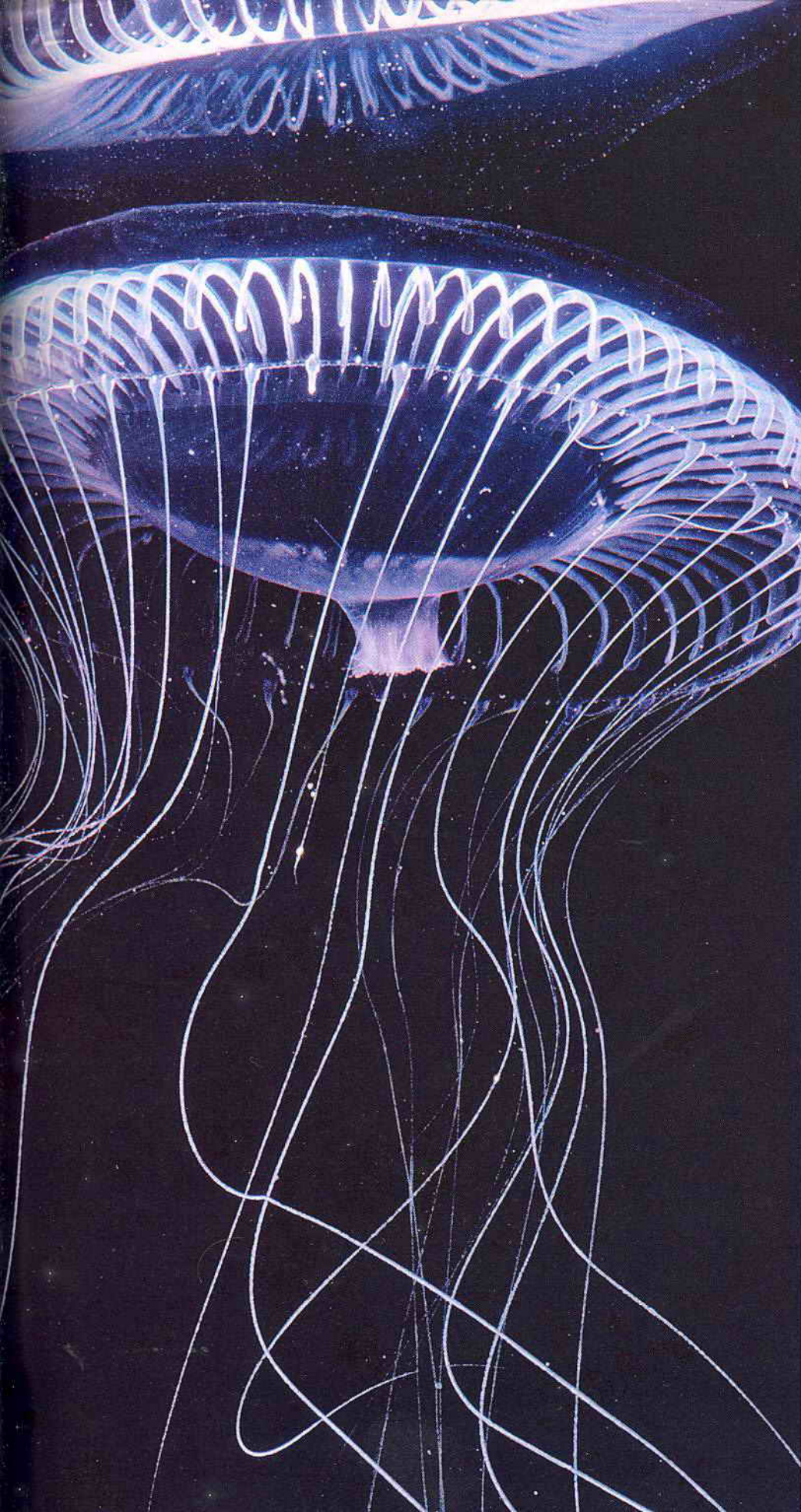
▲ **Значение фотофоров** показано на этих иллюстрациях. Фотофоры как бы развешивают силуэт животного на фрагменты, затрудняя его обнаружение.

◀ **Кальмар-светлячок** имеет фотофоры на нижней стороне тела, что помогает зрительно раздробить его силуэт, и на хватательных щупальцах — для привлечения сексуального партнера. Несмотря на то что кальмар не имеет цветного зрения, некоторые виды могут отличать поверхностный свет от биолюминесценции.

▶ **Некоторые медузы** испускают яркий свет клетками, рассеянными по поверхности тела и щупальцев. Свет привлекает планктон и мелких рыб.







▲ Эта глубоководная морская звезда сфотографирована при свете только собственных фотофоров, покрывающих верхнюю поверхность ее тела. Морские звезды питаются мелкими животными и детритом на дне, поэтому биоллюминесценция применяется скорее всего для отпугивания хищников.

▼ Лоботиды используют свет, испускаемый биоллюминесцентными бактериями, обитающими в мешках, расположенных под глазами, и могут направлять его наружу или вовнутрь, прикрывая мешки складками кожи.





# Питание

Ограниченное количество пищи в глубоководных районах моря стало движущей силой многих замечательных приспособлений их обитателей. Пищу, достигающую морского дна, можно разделить на следующие типы: крупные части — живая добыча и трупы; «морской снег», поступающий из поверхностных слоев и состоящий из крошечных менее питательных частиц; растворенные питательные вещества. Типы животных, использующих эти источники, делятся на тех, кто обитает в толще воды (пелагические), и живущих на донных осадках или в их толще (бентосные). Большинство бентосных видов зависят от накопления органических частиц на морском дне. Они либо прямо поедают их, либо питаются мелкими организмами, обитающими здесь. Пелагические животные по преимуществу хищники, потому что в водной толще очень низка концентрация питательных частиц. Поедание живой добычи — наиболее эффективная форма питания. Основные хищные виды — рыбы и кальмары — являют собой наиболее яркие примеры адаптации и стратегий выживания на глубоководье.

## ЛОВЛЯ НА ПРИМАНКУ

Разнообразные биолюминесцентные приманки — наиболее часто встречающаяся форма приспособления глубоководных хищников. В простейшей форме приманка — светящееся утолщение на удильце перед широко раскрывающимся ртом хищника. У некоторых видов удильщиков, однако, она устроена более сложно. Вдобавок к приманке, которая шевелится перед ртом, есть и светящиеся,

разветвленные усики под нижней челюстью. Хаулиодовые имеют длинные светящиеся «бороды», а некоторые кальмары — приманки на длинной паре щупальцев. Логично предположить, что эти приспособления рискуют быть проглоченными добычей, но такое наблюдается крайне редко. Другие виды имеют фотофоры, обрамляющие рот, привлекающие мелкую добычу прямо сюда.



▲ У хаулиода с нижней челюсти свисает длинная биолюминесцентная приманка. Это самая длинная приманка среди хаулиодов. Она светится не за счет симбиотических бактерий: рыба самостоятельно вырабатывает светящееся вещество.

▼ Малакостеевые рыбы имеют очень длинные, широко раскрывающиеся челюсти. Они могут смещать их и толкать вперед, чтобы еще больше увеличить просвет пасти. Таким образом повышается способность заглатывания крупной добычи.



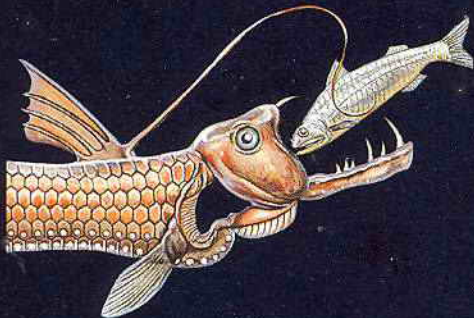




## РЫБА-ГАДЮКА



## ПИТАНИЕ РЫБЫ-ГАДЮКИ



## ЧЕЛЮСТИ РЫБЫ-ГАДЮКИ

Многие рыбы имеют раздвигающиеся челюсти, помогающие им проглатывать добычу целиком. Верхняя и нижняя челюсти хаулиодовой рыбы-гадюки могут выбрасываться вперед и поворачиваться вокруг специализированного сустава позади головы, значительно увеличивая раскрытие пасти. Пища порой проскакивает между острыми зубами неповрежденной и направляется прямо в пищевод.

▲ **Живоглот (хиазмодовые)** — мелкая рыба, чей желудок может значительно растягиваться. Эти рыбы способны проглотить добычу, превосходящую их по размерам.

► **Кальмары** — активные хищники. Некоторым удастся не стать добычей, втягивая голову и щупальца вовнутрь собственного тела. Потом они раздуваются в шар, иногда наполняя его чернильной жидкостью.







#### РЫБА-ГАДЮКА



#### ЧЕЛЮСТИ РЫБЫ-ГАДЮКИ

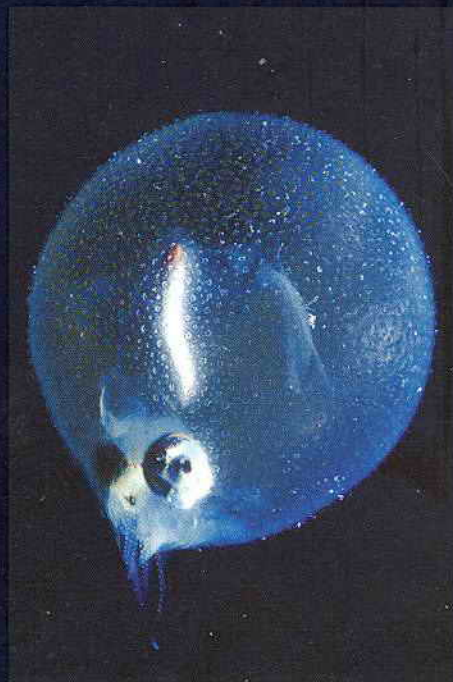
Многие рыбы имеют раздвигающиеся челюсти, помогающие им проглатывать добычу целиком. Верхняя и нижняя челюсти хаулиодовой рыбы-гадюки могут выбрасываться вперед и поворачиваться вокруг специализированного сустава позади головы, значительно увеличивая раскрытие пасти. Пища порой проскакивает между острыми зубами неповрежденной и направляется прямо в пищевод.

#### ПИТАНИЕ РЫБЫ-ГАДЮКИ



▲ **Живоглот (хиазмодовые)** — мелкая рыба, чей желудок может значительно растягиваться. Эти рыбы способны проглотить добычу, превосходящую их по размерам.

► **Кальмары** — активные хищники. Некоторым удается не стать добычей, втягивая голову и щупальца вовнутрь собственного тела. Потом они раздуваются в шар, иногда наполняя его чернильной жидкостью.



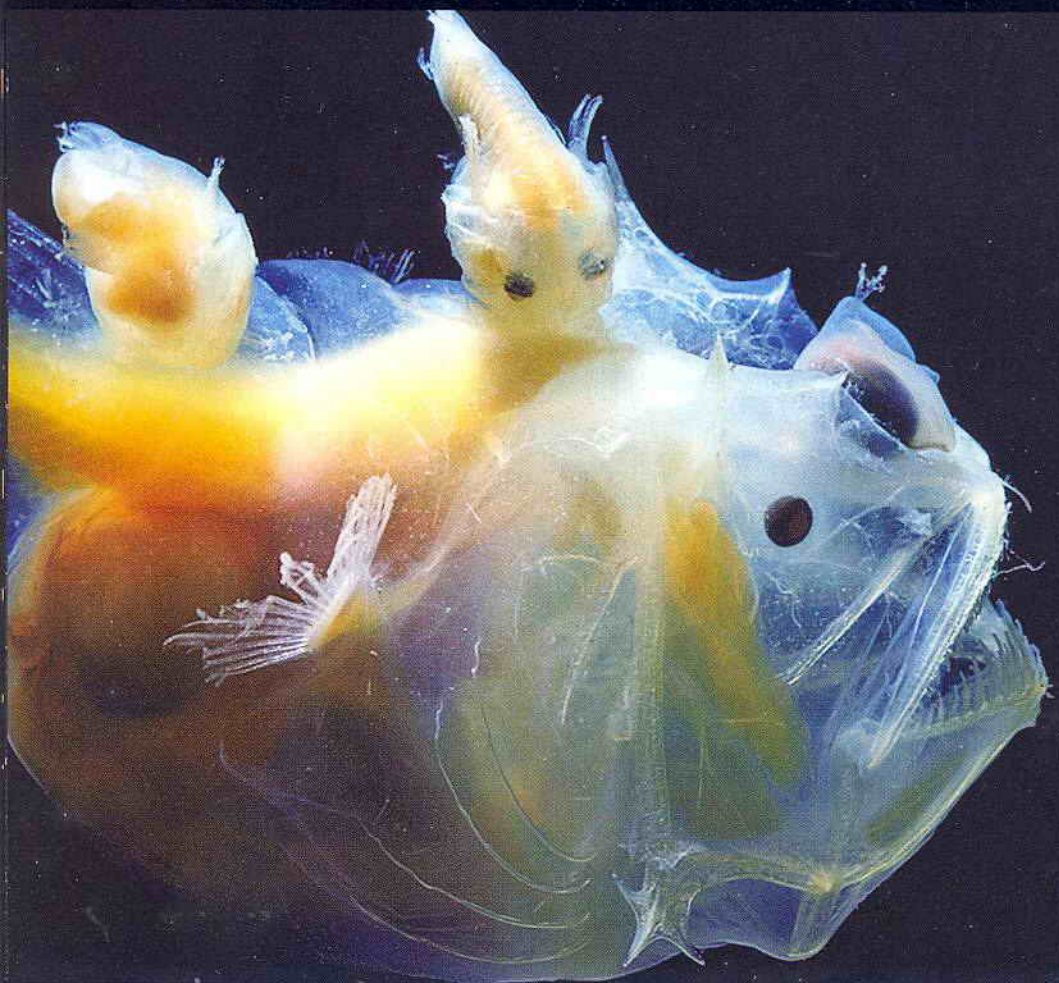


# Размножение

Глубоководные животные обитают в редконаселенном огромном пространстве океана, где встречи с другими созданиями нечасты. Трудности добывания пищи преодолеваются приспособительными механизмами, которые расширяют размеры и виды пищи. Но шансы встретить партнера для продолжения рода весьма невелики. Поэтому глубоководные животные создали многочисленные стратегии решения этой проблемы. Сигналы и аттрактанты — звуки, биолюминесценция и химические вещества, известные как феромоны, — увеличивают возможность встречи с половым партнером. Шансы на удачное решение проблемы повышаются у гермафродитных видов, а также у тех, что образуют долгосрочные партнерские отношения. Эти адаптации приняли крайние формы у некоторых видов удильщиков. Успешное размножение зависит не только от встречи партнеров, но и от биологии их потомства. Когда условия стабильны на протяжении долгого времени, глубоководные животные отваживаются отложить небольшое количество крупных, с большим количеством желтка, яиц. Они имеют очень короткую личиночную стадию, большинство молодняка выживает. В отличие от них мелководные рыбы откладывают огромное количество мелких икринок, большая часть которых погибает.

## ПОИСК ПАРТНЕРА

Одна из важнейших проблем глубоководных животных — поиск партнера в бескрайних глубинах океана. Некоторые рыбы решают ее, становясь гермафродитами. Другие создают пару на всю жизнь. Этот подход был оптимизирован некоторыми видами удильщиков. У них самка вырастает во взрослую особь, но ее яичник остается неактивированным. С помощью феромонов она привлекает крошечного самца, который прочно прикрепляется к ней. Постепенно их кровеносные системы объединяются. Гонады (половые продукты) обеих особей активируются, созревают, и появляются оплодотворенные яйца (икринки). Самец полностью зависит от самки и со временем дегенерирует, так что от него остаются только гонады.



▲ Личинка удильщика мигрирует вверх, чтобы отыскать пищу подходящего размера. Она окружена шаровидной капсулой, наполненной жидкостью, — это характерно для ранних стадий развития удильщиков. Считается, что это приспособление служит для нейтральной плавучести, чтобы сберечь энергию.

◀ Самки некоторых видов удильщиков вырабатывают феромоны или аттрактанты, привлекающие самцов. Большинство самок носят на себе одного карликового самца, ведущего паразитический образ жизни. Самки с двумя самцами — не редкость, наблюдались и крупные самки с тремя самцами.





◀ Эта молодая светящаяся акула имеет большой желточный мешок, из которого она будет получать питание до тех пор, пока не сможет добывать пищу самостоятельно. Самка этой глубоководной акулы образует крупные яйца с большим количеством желтка и вынашивает их внутри своего тела, где из них вылупляется молодь. Самка рождает хорошо развитых мальков, которых не кормит в процессе взросления. Мальки питаются запасами желтка.

► Этот взрослый самец удильщика имеет развитые органы обоняния, помогающие найти самку в абиссальных глубинах. Размер самца составляет 5—10% от размера взрослой самки. Самки могут достигать 45 см.





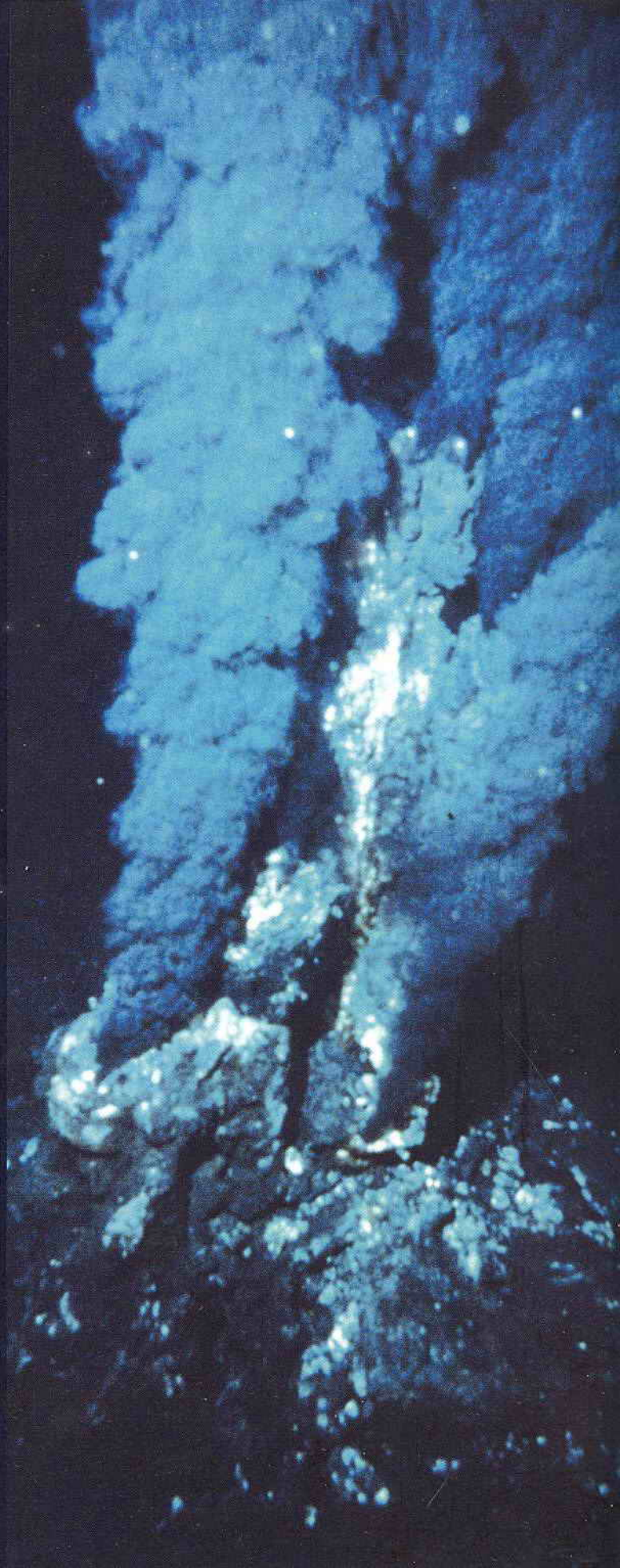
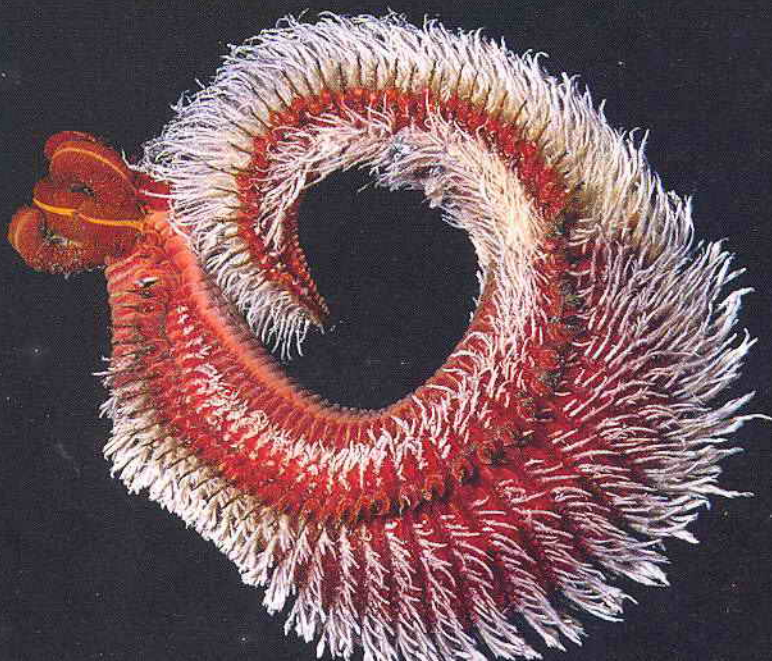
## Горячие источники

Одно из самых волнующих событий в морской науке произошло в 1977 г., когда были обнаружены подводные гидротермальные источники. Несмотря на то что существование выходов горячих вод в районах океанских хребтов предсказывалось ранее, их фактическое открытие произвело фурор. Во время экспедиции на ОПА «Алвин» по изучению Восточно-Тихоокеанского поднятия, океанского хребта в районе Галапагосских островов, геолог Роберт Баллард и биолог Дж. «Фред» Гассл достигли высоких донных образований, из верхушек которых поднимались клубы перегретой воды, напоминающей черный дым. Ученые открыли так называемые «черные курильщики». Эти выходы раскаленного вещества были выявлены и в других частях Тихого, Атлантического и Индийского океанов и даже на дне пресноводного озера Байкал в Сибири. «Черным дымом» кажутся содержащиеся в воде сульфиды. Не все подводные источники относятся к «черным курильщикам». Некоторые — просто трещины в морском дне или груды пористого материала, через которые просачиваются гидротермальные жидкости, смешиваясь с окружающими холодными морскими водами.

### ЖИЗНЬ БЕЗ СОЛНЦА

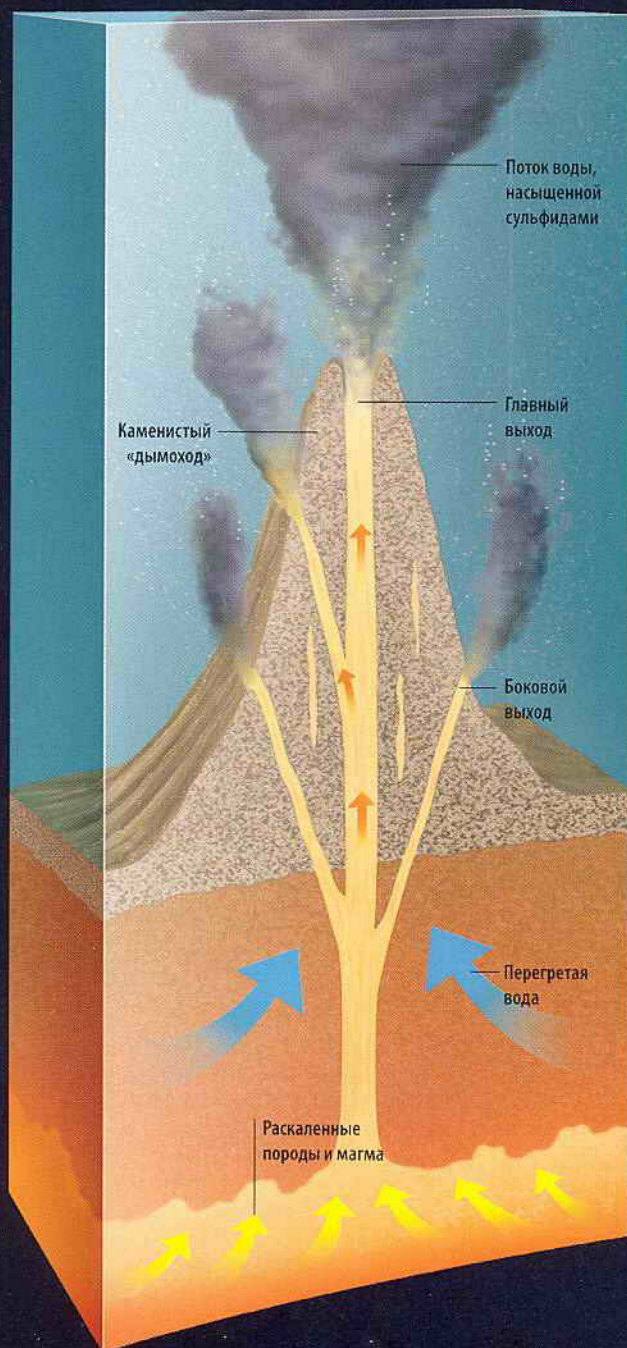
Открытие животных сообществ, обитающих вокруг гидротерм, имело огромное научное значение. Ранее считалось, что все формы жизни полностью зависят от солнечной энергии, передающейся по пищевым цепям. Но анатомия и биохимия многих видов показали, что эти животные питаются с помощью бактерий, живущих внутри их тел. Эти бактерии получают энергию из сульфидов гидротермальных источников и не зависят от пищи, произведенной с помощью фотосинтеза в поверхностных слоях океана.

▼ **Этот кольчатый червь** — один из видов полихет, приспособившихся к жизни в условиях гидротермальных источников. Модифицированные белки его организма способны сохранять все свои свойства при высоких температурах. Этот червь культивирует в пучках своих перистых жабр бактерии, питающиеся серой.





## СТРОЕНИЕ «ЧЕРНОГО КУРИЛЬЩИКА»



▲ **Морская вода проникает** глубоко в кору через трещины вокруг активных участков хребтов. Контакт с раскаленными породами нагревает ее. В ней растворяются окружающие минералы, затем вода поднимается к поверхности. Ее температура —  $350^{\circ}\text{C}$ , но из-за высокого давления она не превращается в пар. Минеральные соли откладываются вокруг главного выхода. Вода также поднимается через вторичные выходы.

◀ **«Черные курильщики»** приобретают свой цвет из-за частичек, содержащих большое количество сульфидов, свинца, кобальта, цинка, меди и серебра. Минеральный состав выбросов изменяется как от выхода к выходу, так и с течением времени. Есть и «белые курильщики», из них выходит вода, насыщенная гипсом и цинком, но бедная медью и железом.



▲ **Не все подводные источники** имеют вид высоких труб, окруженных трубчатыми червями. Вода из этой трещины в Восточно-Тихоокеанском поднятии содержит сульфиды и другие минеральные соли, которыми питается слой бактерий. Бактерии, в свою очередь, поедаются бесчисленными белыми крабами и другими животными, поселившимися здесь.

▼ **Трубчатые черви** возле подводных источников встречаются большими группами и образуют местообитание для значительного числа более мелких животных, таких как мелкие крабы, использующие колонии трубчатых червей в качестве убежища и питающиеся органическими остатками. Двустворчатые моллюски тоже поселяются с червями.





# Холодные подводные источники

Холодные подводные источники встречаются во всех видах подводных окраин материков, где жидкости, богатые метаном и сульфидами, выходят из глубоководного океанского дна. Несмотря на внешнее сходство с гидротермальными источниками, холодные выносят массу химических веществ той же температуры, что и окружающая вода. Большинство холодных глубоководных источников были открыты, когда глубоководные аппараты исследовали грязевые вулканы и сообщества животных, подобные гидротермальным. Это сходство не случайно. Выживание животных холодных источников, так же как и горячих, зависит от симбиотических бактерий, превращающих метан и сероводород в пищу для животного сообщества.

▼ **Трубчатые черви** холодных подводных источников — меньшие по размеру родственники гигантских трубчатых червей гидротермальных источников. Они образуют скопления, дающие приют мидиям, мелким червям и крабам.

► **Сероводород** в воде холодных источников поглощается венчиками жабр трубчатых червей, наполненных кровью. Этих червей часто обнаруживают в колониях, напоминающих кусты высотой до 1 м.



► **Крупные двусторчатые моллюски**, обитающие у холодных источников, зависят от пищи, которую образуют симбиотические бактерии, живущие на их жабрах и использующие окружающий сероводород. Он ядовит для двусторчатых моллюсков, поэтому их кровь содержит специальные белки, защищающие гемоглобин крови. Те двусторчатые моллюски, что живут в отдалении от источников, где концентрация сероводорода ниже, содержат белки, в десять раз более эффективно, чем у их собратьев, живущих вблизи источников, связывающие сероводород.



### ОБРАЗОВАНИЕ ХОЛОДНЫХ ПОДВОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ

Метан, сероводород и аммиак в воде источника образовались при бактериальном разложении органического материала осадков в отсутствие кислорода. В источниках ниже 200 м давление окружающей воды и низкая температура превращают часть метана в твердое льдоподобное вещество — клатрат. В отличие от гидротерм холодные источники образуются несколькими способами. В тихоокеанских разломах и у Флориды — вследствие субдукции океанской плиты, где вода выдавливается из осадков. В областях значительных запасов нефти или пресной воды эти жидкости склонны к поднятию, так как они менее плотные, чем морская вода, и выталкивают перед собой воду источников.

► Эти мидии обитают на краю водоема. Вода, выходящая из подводного источника, очень соленая и не смешивается с окружающей морской водой. Вместо этого она накапливается в понижениях морского дна. Вода настолько солона и лишена кислорода, что животные, погрузившись в поднимающийся рассол, быстро погибают.

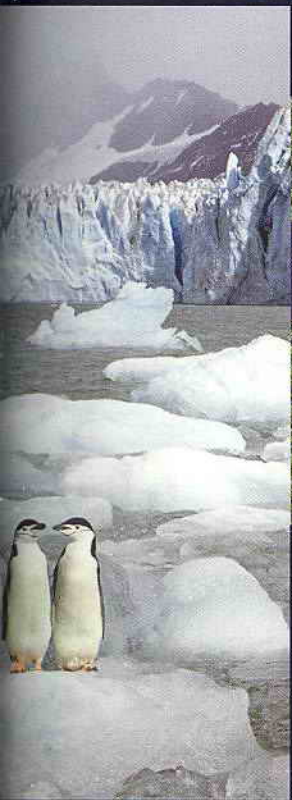




# Пограничные зоны







## Пограничные зоны

Большая часть морских гидробионтов обитает в береговой зоне, от точки, лежащей выше уровня наивысшего прилива, до границы континентального шельфа. Здесь встречаются коралловые рифы и мангровые заросли — места, отличающиеся наибольшим биологическим разнообразием.

Расположение коралловых рифов	198
Коралловые рифы	200
Коралловые сообщества	202
Атоллы	204
Шельфовые моря	206
Эстуарии	208
Жизнь в эстуариях	210
Фьорды	212
Мангровые леса	214
Водоросли	216
Морские травы	218
Песчаные и галечные берега	220
Скалистые берега	222
Жизнь на прибрежной полосе	224
Жизнь у берега	226
Приливные водоемы	228
Жизнь в иле	230
Жизнь во льдах	232



# Расположение коралловых рифов

По разнообразию растительных и животных форм жизни коралловые рифы теплых морей соперничают с джунглями. Рыбы и беспозвоночные, обитающие здесь, имеют большое значение не только как части экосистемы, но и как жизненно важный источник пищи для людей. Коралловые рифы вокруг тропических островов создают буферную зону, защищающую прибрежные сообщества от жестоких бурь. С развитием пассажирского сообщения коралловые рифы стали популярнейшим местом отдыха для людей, стремящихся к новым впечатлениям и изучению подводного мира. Туризм является устойчивой и прибыльной статьей дохода для целого ряда слаборазвитых стран, обеспечивая их не только притоком денежной массы, но и увеличивая количество рабочих мест, помогая решать социальные задачи. Однако деятельность человека способна нанести ущерб уязвимой экосистеме коралловых рифов.

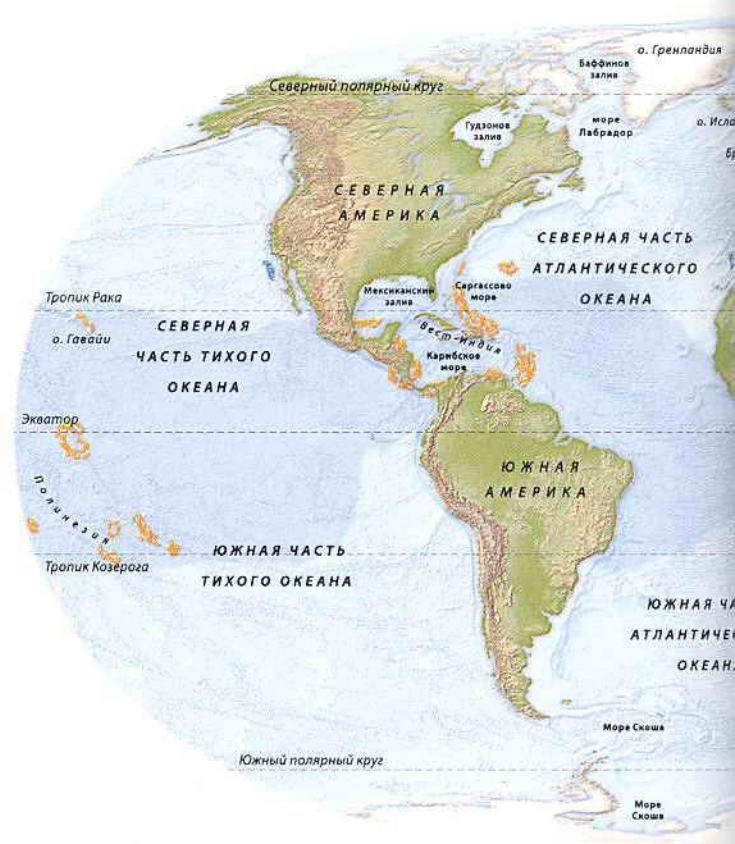
## КОРАЛЛОВЫЕ РИФЫ, ПОДВЕРГАЮЩИЕСЯ НАИБОЛЬШЕМУ УЩЕРБУ

Расположение коралловых рифов, находящихся под угрозой

1. Филиппины
2. Гвинейский залив
3. Зондские острова (Индонезия)
4. Южные Маскаренские острова (вблизи Мадагаскара)
5. Юго-Восточная Африка
6. Северная часть Индийского океана
7. Южная Япония, Тайвань и Южный Китай
8. Острова Зеленого Мыса
9. Западная часть Карибского моря
10. Красное море и Аденский залив

## ВЛИЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Ежегодно разливы нефти, сброс сточных вод, бесконтрольный вылов рыбы, а также глобальное потепление наносят непоправимый ущерб значительным участкам рифов, что приводит к обесцвечиванию кораллов. Холодноводные кораллы умеренных поясов повреждаются тралями при вылове рыбы.



**Холодноводный коралл** из Северной Атлантики обитает на глубоких участках от 200 до 2000 м.

**Кораллы-мозговики** обитают на мелководных участках. Они получили название из-за своих массивных округлых форм с характерным рельефом.

**Грибовидный коралл** — теплолюбивый вид, образующий крупные грибовидные формы.





## РАСПОЛОЖЕНИЕ КОРАЛЛОВЫХ РИФОВ

Теплые океаны

Глубоководные коралловые рифы

Тепловодные коралловые рифы

### КРУПНЕЙШИЕ РАЙОНЫ КОРАЛЛОВЫХ РИФОВ

№	Расположение	Протяженность коралловых рифов (км)	Доля в % от мировой протяженности
1	Индонезия	51 020	17,95 %
2	Австралия	48 960	17,22 %
3	Филиппины	25 060	8,81 %
4	Франция (Заморские территории Франции)	14 280	5,02 %
5	Папуа—Новая Гвинея	13 840	4,87 %
6	Фиджи	10 020	3,52 %
7	Мальдивские о-ва	8920	3,14 %
8	Саудовская Аравия	6660	2,34 %
9	Маршалловы о-ва	6110	2,15 %
10	Индия	5790	2,04 %
11	Соломоновы о-ва	5750	2,02 %
12	Великобритания (территории Содружества)	5510	1,94 %

### ВОЗРАСТ КОРАЛЛОВЫХ РИФОВ

Существует зависимость между богатством жизненных форм, обитающих на коралловом рифе, и его возрастом. Самые старые рифы отличаются наибольшим разнообразием гидробионтов. Больше всего рыб обитает в центральном Индо-Тихоокеанском регионе. Примерно 2000 видов рыб населяют рифы Филиппин, и по крайней мере 1500 видов — Большой Барьерный риф (около 800 видов — только на одном крупнейшем рифовом комплексе). Атлантический океан значительно моложе, поэтому на его коралловых образованиях не так много видов рыб.



Этот вид холодноводного коралла из Северной Атлантики может иметь белую, желтую, оранжевую и розовую окраску.



У грибовидного коралла самые крупные отдельные полипы, достигающие в диаметре 25 см.



Коралловые полипы образуют вокруг своего тела твердые структуры для поддержки и защиты мягких тканей.



# Коралловые рифы

Коралловые рифы существуют в Мировом океане более 450 млн лет. Они формируют массивные образования, являющиеся не только уникальными биологическими сообществами, но и крупнейшими геологическими структурами планеты, созданными живыми организмами. За исключением одного-двух холодноводных видов рифообразующих кораллов, эти организмы чрезвычайно чувствительны к температуре окружающей среды. Они могут расти только в водах, температура которых не опускается ниже 21 °С, или значительно более теплых. Вследствие этого коралловые рифы строго привязаны к тропическим водам (примерно от 30° ю. ш. до 32° с. ш.) и не встречаются на западных побережьях материков. Здесь наблюдается апвеллинг, приносящий к поверхности холодные глубинные водные массы, заметно понижающие температуру среды. Рифы подразделяют на три основных типа: окаймляющие, которые формируются на границе суши, обычно на подветренной (с низким уровнем осадков) стороне тропических островов; барьерные, отделенные от берега лагуной или каналом и расположенные вокруг них или параллельно континентальной береговой линии; и атоллы — кольцевидные коралловые острова, окружающие мелководную лагуну.

▼ Так называемая Голубая дыра. Белиз (Центральная Америка).

Этот уникальный риф нельзя отнести ни к одному из трех основных типов рифовых сооружений. Он образовался в конце ледникового периода, около 10 тыс. лет назад, вследствие значительного подъема уровня моря — когда была затоплена система пещер на суше и они обрушились. Коралловые колонии возникли вокруг глубокого колодца и росли вместе с поднимающимся уровнем моря.



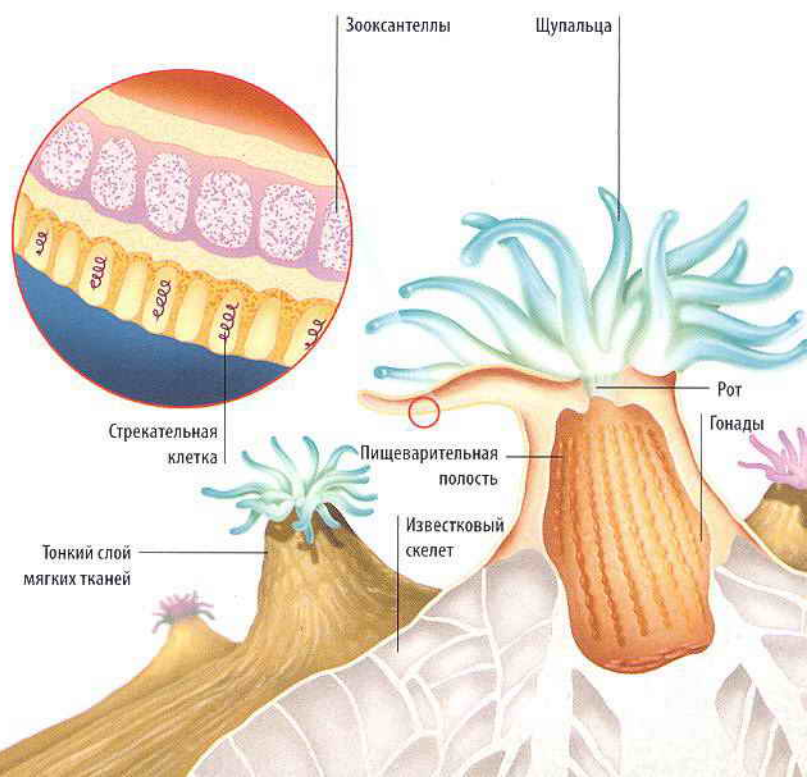




▲ **Величайший коралловый риф** и крупнейшее сооружение планеты, созданное биологическими организмами, — Большой Барьерный риф. Он протянулся на 2500 км вдоль северо-восточного побережья Квинсленда (Австралия) и в самой широкой точке достигает 152 км. Большой Барьерный риф — не целостное образование, он состоит из тысяч связанных между собой сегментов, самые старые и массивные из которых находятся на его северной оконечности.

► **И единичные, и рифообразующие** (мадрепоровые) коралловые полипы выделяют известковый скелет, частично скрывающий живую особь. Щупальца выходят из верхней части твердой капсулы, покрытой тонким слоем мягких тканей. Этот тонкий слой мягких тканей полипа соединен с окружающими особями рифообразующих кораллов.

◀ **Космические фотоснимки Большого Барьерного рифа** показывают его фрагментарную природу. Это огромное скопление отдельных рифов, а не единое протяженное сооружение. Внизу снимка — сторона рифа, обращенная к морю.





# Коралловые сообщества

Тропические виды кораллов тяготеют к зонам активной волновой деятельности. Здесь вода богата растворенными питательными веществами и пищевыми взвешьями, а также продуктами жизнедеятельности, выделяемыми живыми организмами, плотно населяющими эти зоны. Прибой разбивает погибшие кораллы в мелкий песок и предоставляет новые участки для заселения молодой порослью. На коралловом рифе существует равновесие между ростом и разрушением. Сформировавшись, риф дает местообитание многочисленным и весьма разнообразным группам растений и животных, которые прикрепляются к нему, зарываются в него и даже питаются им. Между обитателями рифа существует жесткая конкуренция за пищу, пространство и партнеров, здесь они могут найти защиту от хищников. Все эти факторы способствуют образованию сообществ животных с яркой окраской, шипами и колючками, необычными формами тела, умением маскироваться и применять яды и токсины.

## ОБЕСЦВЕЧИВАНИЕ КОРАЛЛОВ

Одной из наиболее распространенных и малоизученных проблем коралловых рифов является их обесцвечивание. Поврежденные кораллы выселяют зооксантеллы (симбиотические водоросли), которые придают им яркую окраску. В результате на колониях образуются белые участки. Эти участки, однако, не полностью лишены водорослей. В некоторых случаях возможно частичное восстановление или появление новых видов зооксантелл. Установлено, однако, что обесцвеченные колонии не растут и легче разрушаются волновой деятельностью.

▼ **Логгерхед, или каймановая черепаха**, способен своим твердым роговым клювом соскабливать водорослевую поросль, покрывающую большую часть поверхности рифа. Эти и другие виды морских черепах, связанных с рифом, питаются также прикрепляющимися организмами, такими как губки.

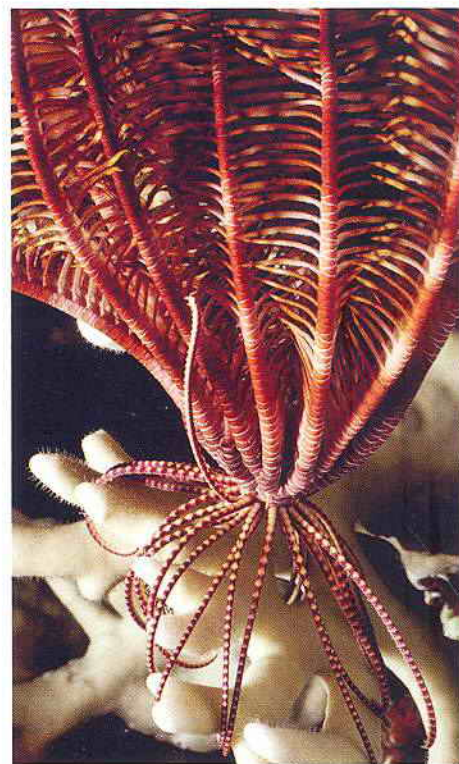






◀◀ **Офиуры питаются пищевыми частичками и детритом, осевшими на поверхности коралла-мозговика.** Есть основания полагать, что многие виды — обитатели коралловых рифов способны абсорбировать мукус и другие органические вещества, укрытые под коралловыми полипами. Возможно, офиура дополняет свою твердую пищу и растворенными питательными веществами.

◀ **Эти ветвистые кораллы, обитающие у островов Фиджи, объедают рыбы-попугаи с мощными клювообразными зубами.** Они откусывают и веточки омертвевших кораллов, дробят их и извлекают из известковой массы клетки водорослей, выбрасывая наружу тончайший песок. Многие рифы обязаны значительной частью своего песка рыбам-попугаям.



▲ **Эта морская лилия** прикрепилась к огненному кораллу. Свое название кораллы получили от сильно жгучих стрекательных клеток, защищающих их от хищников.

◀ **Не все крупные обитатели тропических рифов — кораллы.** Морские вееры родственны кораллам, но их тела состоят из твердого протеина, укрепленного известковыми спиклами. Индивидуальные полипы срастаются и образуют колонии.



# Атоллы

Атолл — это кольцеобразный остров с лагуной посередине, образованный коралловым рифом. В мире их насчитывается примерно 300, и большинство расположено в Тихом океане. Обычно атоллы группируются, но встречаются и одиночные. Они найдены в водах различной глубины, от континентального шельфа до глубоких вод открытого океана. Большая часть атоллов имеет около 800 м в диаметре, но самый крупный, на Маршалловых островах, достигает 280 км в окружности и заключает в себе лагуну площадью 2850 км<sup>2</sup>. Все атоллы испытывают воздействие преобладающих ветров и волн. На Тихом океане их наветренная сторона обрастает водорослями, противостоящими воздействию волн. В зависимости от размера атоллы могут давать приют разнообразным формам жизни. Заселение начинается с появления растений, закрепляющих подвижный коралловый песок.

► **Бора-Бора** — скорее окаймляющий риф, чем атолл. В центре лагуны сохранились остатки вулканического конуса. Его центральная часть постепенно оседает, а окаймляющий риф продолжает рост, постепенно преобразуясь в атолл.

▼ **Эти небольшие атоллы** в районе Мальдивских островов имеют типичную кольцевую форму и полностью закрытую мелководную лагуну, что характерно для срединной фазы развития. В маленькой лагуне кораллы расти не могут, здесь для них слишком суровые условия.



► **Этот спутниковый снимок Мальдивских островов** демонстрирует множество атоллов в различных фазах формирования. Мелкие белые точки — морские горы с окаймляющими рифами, которые со временем станут атоллами.

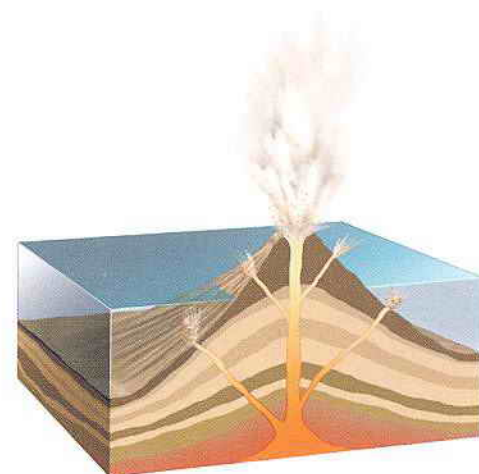
►► **Атолл Кэйэнджел в Палау (Микронезия)** — пример крупного атолла в финальной стадии развития. Некогда кольцеобразный риф становится фрагментарным, потому что морское дно под ним проседает и постепенно движется к зоне субдукции.







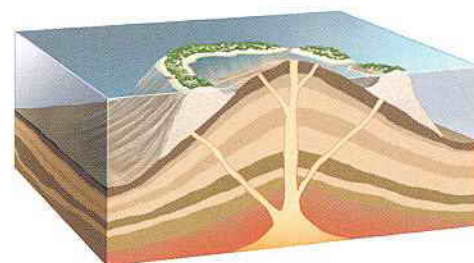
ДЕЙСТВУЮЩИЙ ВУЛКАН



ОКАЙМЛЯЮЩИЙ РИФ



ОСЕДАНИЕ ВУЛКАНА



ОБРАЗОВАНИЕ АТОЛЛА

В зонах тектонической активности вулканы поднимаются над морем и образуют острова. На их склонах формируются окаймляющие рифы. Вулкан медленно опускается, если его платформа уходит под другую в зоне субдукции. Там, где коралл растет вверх с той же скоростью, что вулкан опускается, конус исчезает, оставляя в центре атолла лагуну.

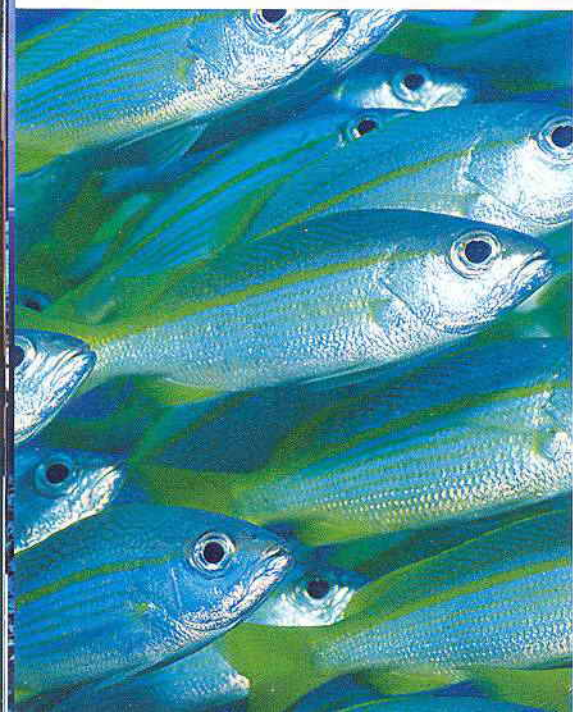




# Шельфовые моря

С незапамятных времен и до сего дня шельфовые моря остаются средоточием большей части морской деятельности человека. Они представляют собой мелководные зоны вокруг границ континентов и являются крупнейшим океанским источником биологических и минеральных богатств. Так, около 90 % всей рыбы, потребляемой Европой и Северной Америкой, добывается в рыболовных зонах шельфовых морей. Эти зоны тянутся от линии отлива до края континентального шельфа. Средняя его ширина составляет 70 км, хотя он может быть и значительно протяженнее. Например, у побережья Северного Ледовитого океана он простирается на 900 км. Существуют два типа континентального шельфа, чьи размер и характер заметно сказываются на природе лежащих над ними морей. Атлантический шельф — широкий, стабильный и имеет постепенный уклон. Тихоокеанский гораздо уже и зачастую прилегает к зонам сейсмической активности. Несмотря на наименования, оба типа шельфа встречаются в различных океанах.

▼ **Луцианы** весьма многочисленны и обитают в мелких водах тропиков. Множество местных прибрежных рыболовных сообществ зависят от уловов этой рыбы.







◀◀ **Каранксы** — группа мелководных рыб, имеющих большое значение для промышленного и рекреационного рыболовства в тропических и субтропических зонах. Традиционно их ловили на удочку с приманкой, но в настоящее время более привычным стал траловый лов. Значительное увеличение вылова угрожает некоторым косякам каранкса, поскольку он относится к медленно растущим рыбам.

◀ **Некогда тихоокеанская сельдь** в изобилии водилась на континентальном шельфе по всему Тихому океану. Сегодня промышленное рыболовство, а также сбор икры в прибрежных водах Японии катастрофически подорвали запасы сельди во многих районах.

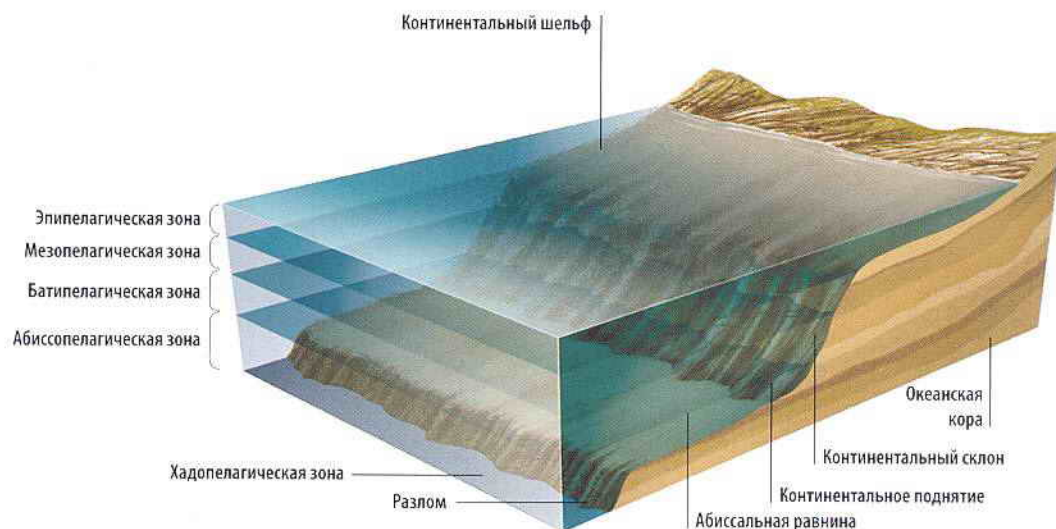
▼ **Прибрежные воды шельфовых морей** имеют большое значение для развития туризма.



## ЭЛЕМЕНТЫ МОРСКОГО ШЕЛЬФА

Переход от прибрежной зоны к океанским глубинам примерно одинаков на границах всех континентов, хотя условия на равных широтах и глубинах могут сильно различаться. Шельфовые зоны — продолжение континентальных образований. Например, на гористых побережьях они узкие, каменистые и крутые, а там, где к морю выходят равнины, они более пологи. Континентальный шельф покрыт осадочным материалом, принесенным с суши реками или ветром. Край его отмечен резким увеличением градиента понижения. В некоторых местах V-образные подводные каньоны глубоко врезаются и в шельф, и в нижележащий склон. Континентальный склон крутым уступом спускается к морскому дну, отмечая внешнюю границу континента. В нижней его части, там, где континентальные массы встречаются с океанской корой, нередко имеется пологая зона между склоном и абиссальной равниной, называемая континентальным поднятием.

## ШЕЛЬФ В РАЗРЕЗЕ





# Эстуарии

Здесь море не только соприкасается с сушей, но и смешивается с пресными водами рек, создавая среду обитания для высокоспециализированных растений и животных. Люди издавна селились в таких местах и использовали их в своей деятельности. В эстуариях расположены многие крупнейшие города планеты, такие как Лондон, Токио и Нью-Йорк.

Эстуарии делятся на четыре типа по способу их формирования (см. иллюстрацию на следующей странице) и по характеру и уровням взаимодействия пресных и морских вод. Многие обязаны своим существованием поднятию уровня моря, произошедшему в конце последнего ледникового периода 10 тыс. лет назад. Эстуарии также возникали в том случае, когда прибрежные течения создавали барьерные острова и песчаные отмели с соленоватой лагуной. Тектонические эстуарии, подобные заливу Сан-Франциско (справа), образовались, когда локальное проседание вызвало затопление участков суши, оказавшейся ниже уровня моря, пресной и морской водой. Фьорды — форма эстуариев, образованная деятельностью ледников.

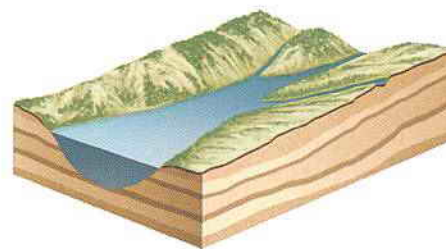






### ЭСТУАРИЙ, ОБРАЗОВАВШИЙСЯ ПРИ ЗАТОПЛЕНИИ ДОЛИНЫ РЕКИ

Они формируются, когда существующие долины рек затопляются морской водой, а уровень седиментации отстает от скорости поднятия воды. В разрезе имеют типичную V-образную форму и зачастую толстый слой ила на дне.



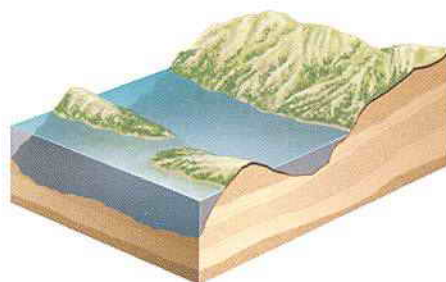
### ФЬОРД

Фьорды образовались 18 тыс. лет назад, в начале последнего ледникового периода. Они, как правило, глубоки и имеют отвесные склоны. В большинстве фьордов течение рек минимально, донных осадков мало.



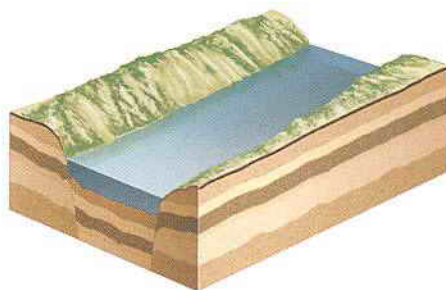
### ЭСТУАРИЙ С БАРЬЕРОМ

Вначале происходит затопление долины реки. В этом случае река имеет большой расход воды со значительным количеством донных отложений. В результате из осадочных пород формируется барьер и образуется лагуна.



### ТЕКТОНИЧЕСКИЙ ЭСТУАРИЙ

Это самый редкий тип эстуария. Он возникает в местах тектонических разломов, когда участок берега опускается ниже окружающей суши. Затем в низкий участок прорывается море и смешивается с пресными водами, образуя эстуарий.



◀ Эстуарий залива Сан-Франциско обязан своим рождением сейсмической активности, связанной с близлежащим разломом Сан-Андреас.

◀◀ Эти два эстуария на западном побережье Африки — пример самого распространенного типа эстуария — затопленной долины реки.

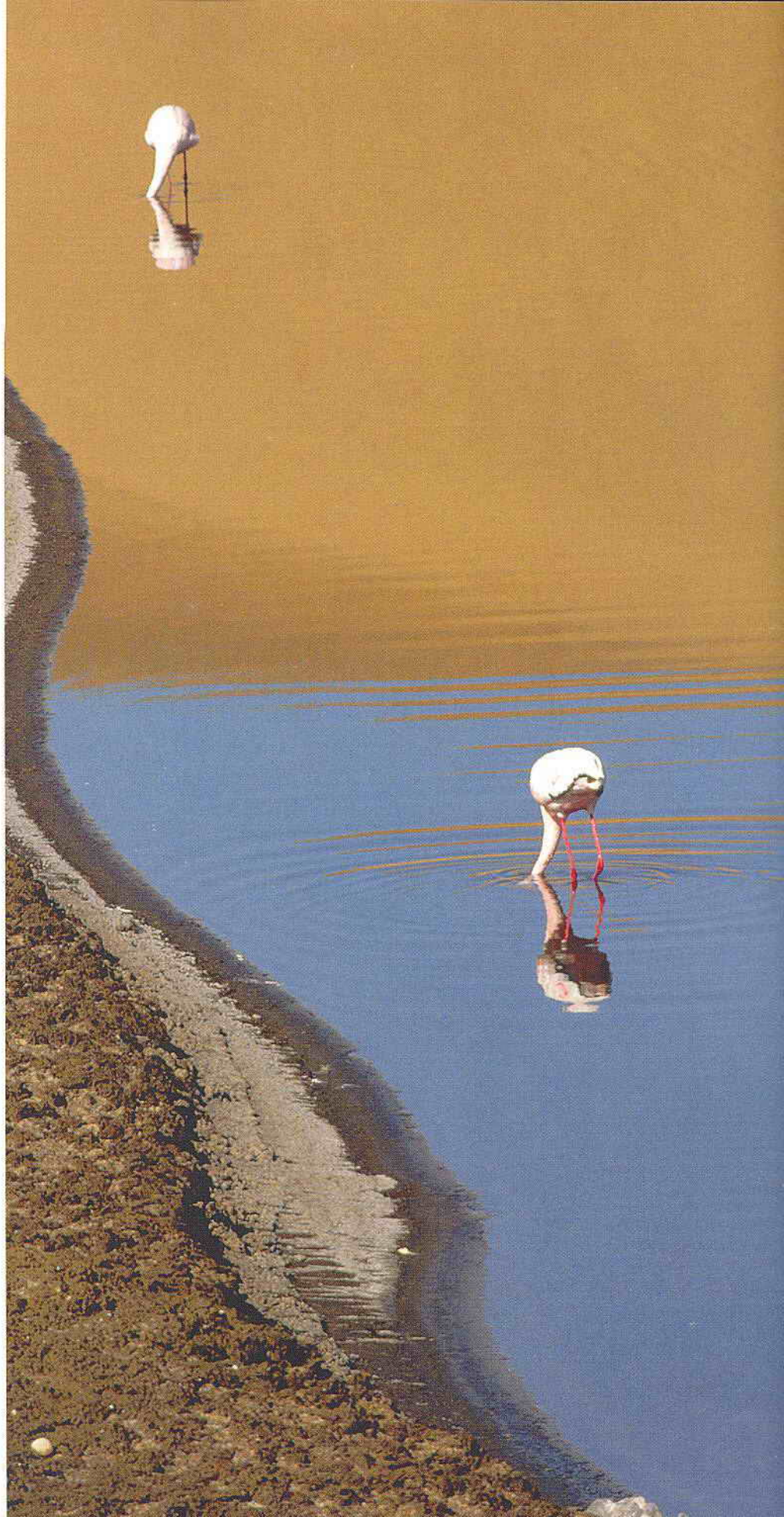
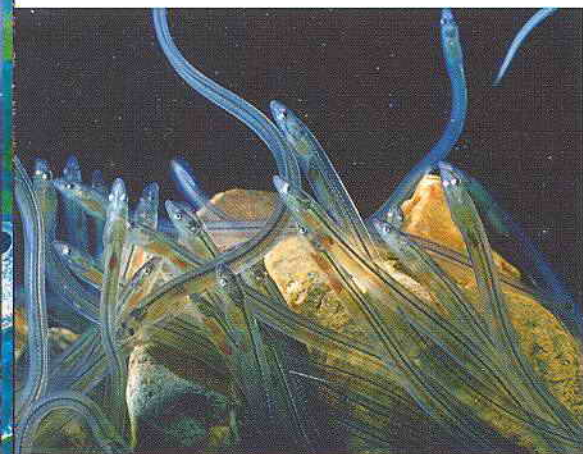


## Жизнь в эстуариях

В эстуариях обитают только те растения и животные, которые способны переносить постоянные перепады температуры и солености. Всем животным необходимо поддерживать баланс солей и воды в клетках своего организма, но для обитателей эстуариев эта задача значительно осложняется быстрыми изменениями температуры и солености воды. В результате местные сообщества характеризуются малым числом видов по сравнению с прилегающими пресноводными или морскими. Большинство видов, обитающих в эстуариях, имеют морское происхождение. Те, что устойчивы к экстремальным условиям, получают некоторые преимущества — меньшую конкуренцию за пространство и пищу, меньшее количество хищников. К тому же не все живут здесь постоянно. Многие прибрежные рыбы, например, используют эстуарии как место для выведения потомства, где молодь подрастает в относительной безопасности, вдалеке от большинства хищников.

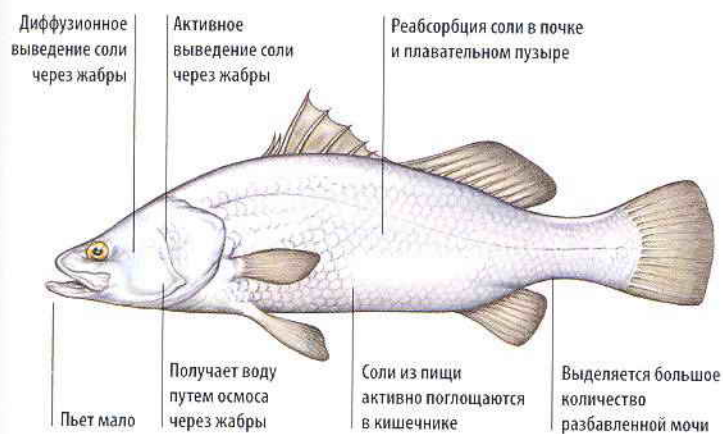
► **Изобилие беспозвоночных** в эстуариях поддерживает существование огромного количества рыб, в частности молоди, что, в свою очередь, привлекает береговых птиц.

▼ **Молодые угри, рожденные в море,** проходят через эстуарии, поднимаясь вверх по рекам, чтобы вести взрослую жизнь в пресных водах.

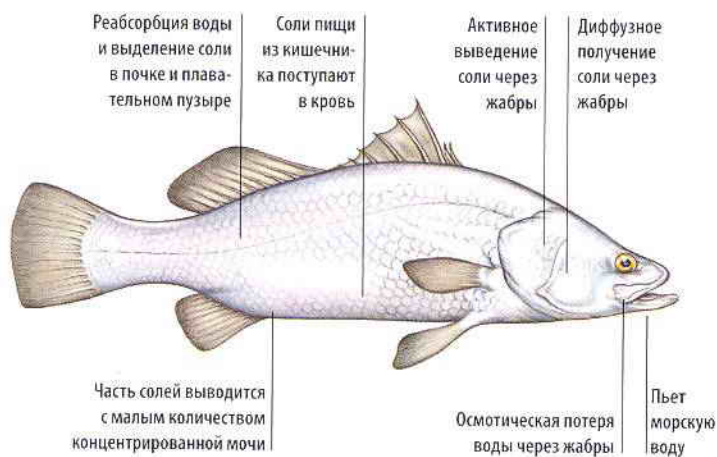




## ОСМОРЕГУЛЯЦИЯ В ПРЕСНОЙ ВОДЕ



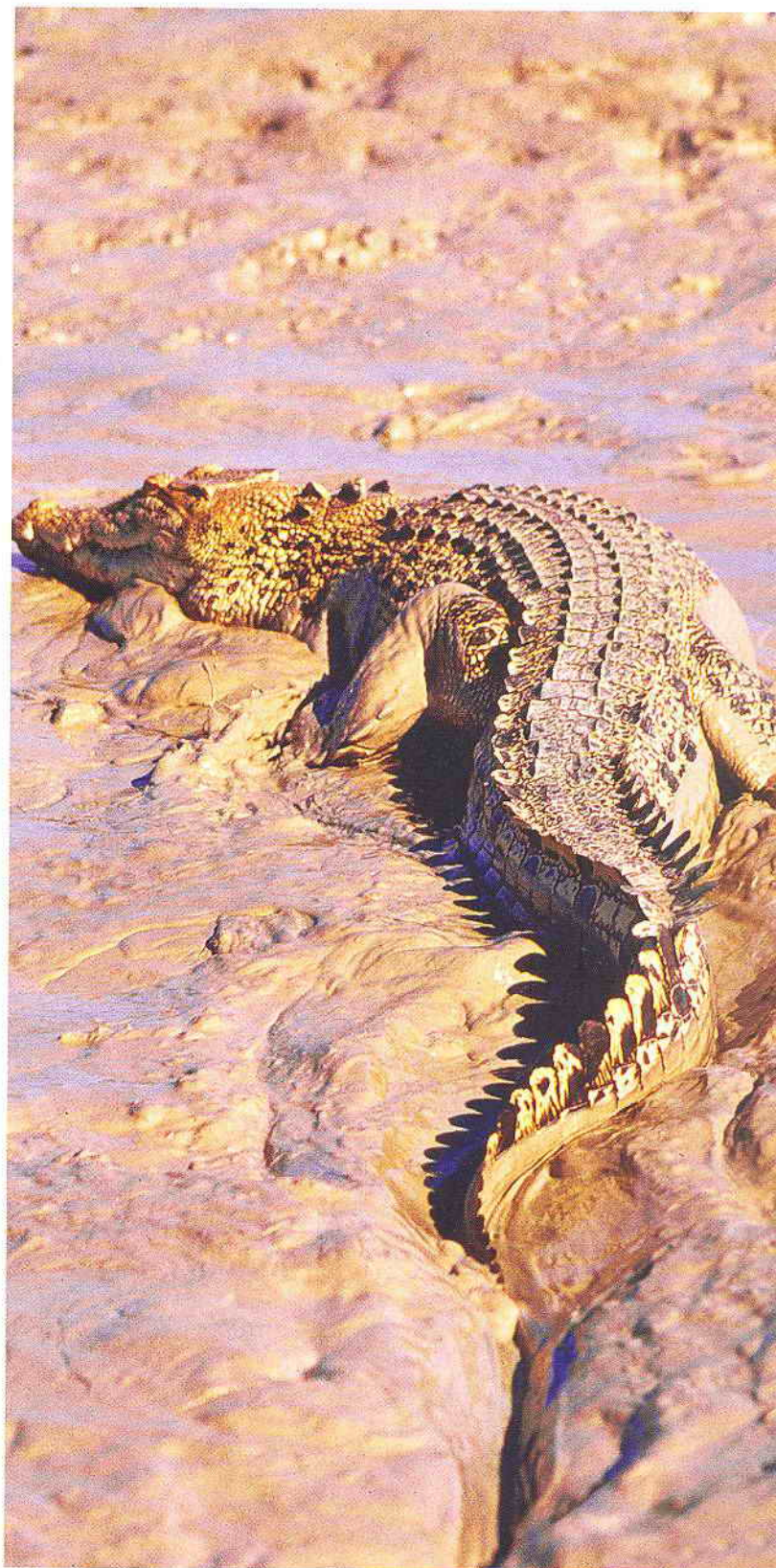
## ОСМОРЕГУЛЯЦИЯ В МОРСКОЙ ВОДЕ



## ОСМОРЕГУЛЯЦИЯ

Животные активно контролируют состав жидкостей в своем организме, поддерживая их необходимый баланс. Пресноводные рыбы поглощают воду путем осмоса в процессе питания. Они теряют жизненно важные соли из-за диффузии их через жабры. Чтобы снизить эффект, рыбы активно реабсорбируют натрий и калий из своей мочи и компенсируют потерю солей жабрами, поглощая их из воды. Лишнюю жидкость они выводят, образуя большое количество разбавленной мочи. Морские рыбы активно выделяют соли через жабры и почку. Почка также реабсорбирует большую часть воды из мочи, поэтому наружу выводятся ее малые концентрированные объемы.

► **Гребнистые, или эстуарные, крокодилы** — самые крупные из современных рептилий. Они не только питаются здесь, но и проникают глубоко на сушу.



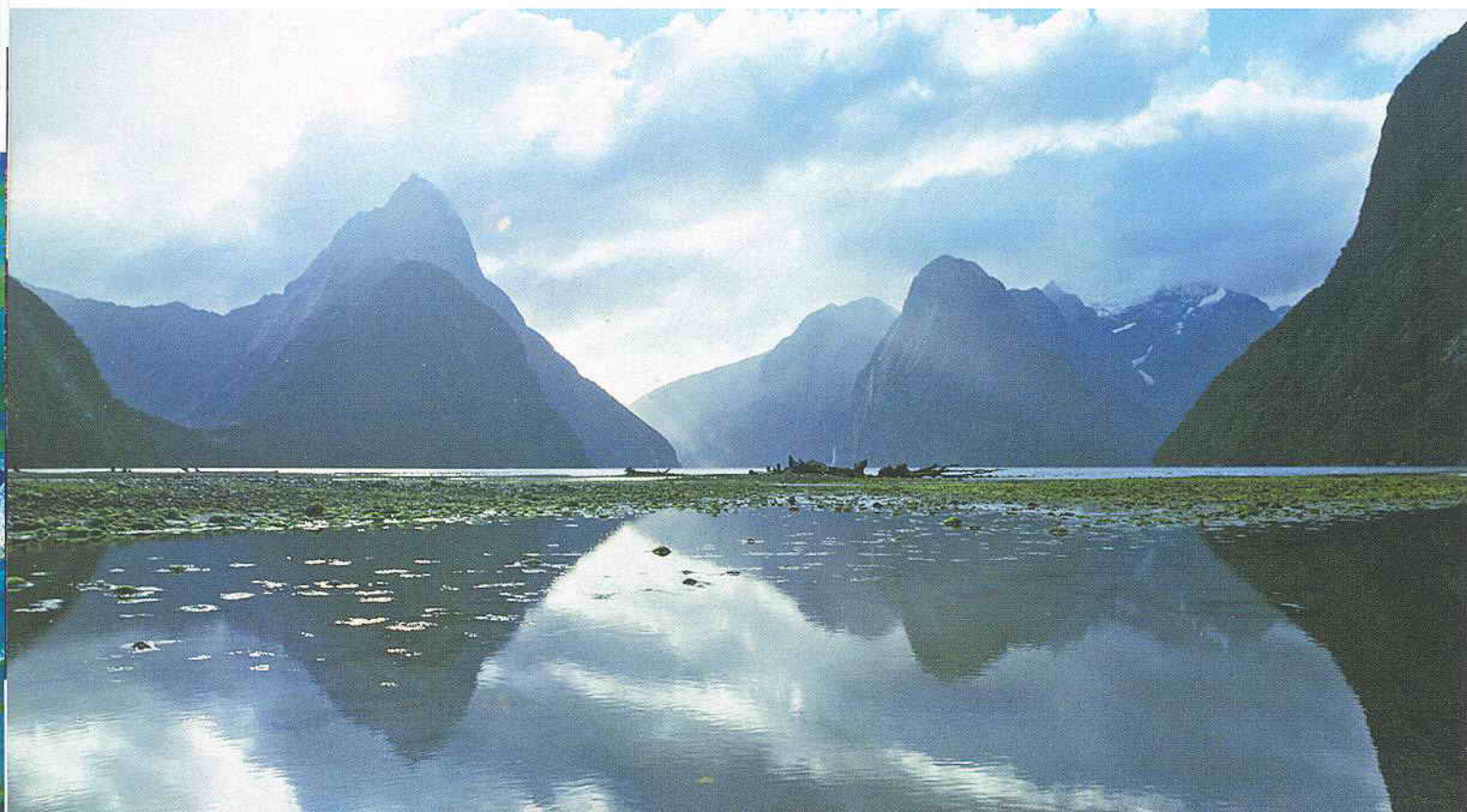
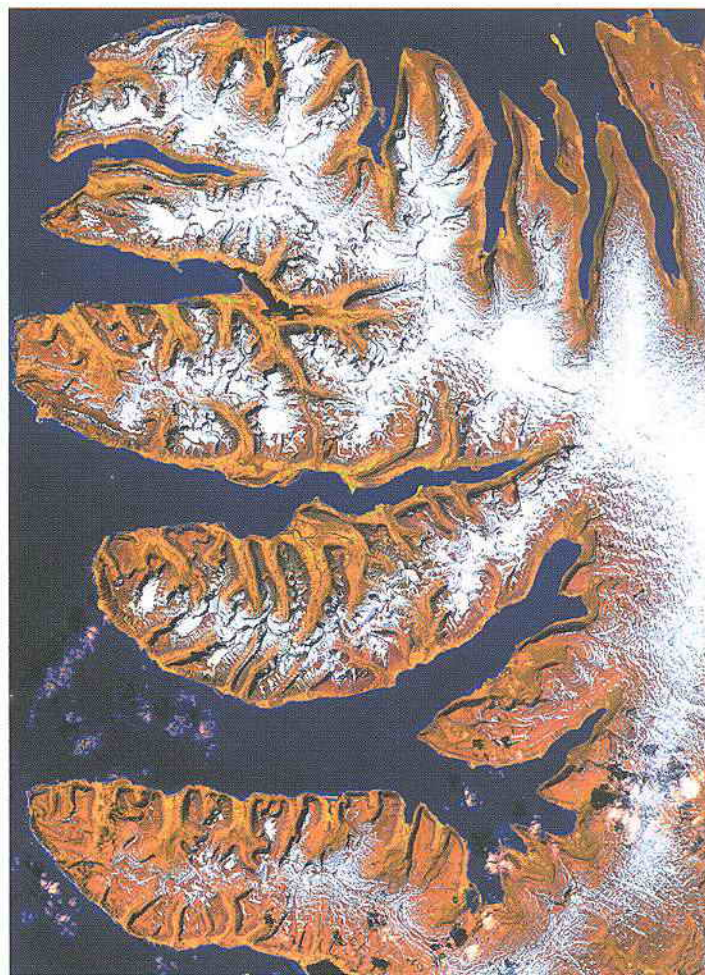


## Фьорды

Фьорды — это эстуарии, образованные ледниками. Они встречаются только в высоких широтах. В Северном полушарии это Норвегия, Аляска и Британская Колумбия (Канада). В Южном полушарии фьорды есть в Чили и на Южном острове Новой Зеландии. Во время последнего ледникового периода мощные ледники, медленно сползая с гор, прорывали глубокие V-образные каналы в долинах рек, углубляя их русла, обычно заметно ниже уровня моря. В месте контакта с ним ледники таяли, и дальнейшая эрозия берега прекратилась. Большие объемы материала, захваченного ледниками во время их движения к морю, остались в этой точке, образовав каменные пороги. Когда ледник отступил, море затопило глубокие долины рек, частично блокированные порогами. В результате плотная морская вода зачастую оказывалась запертой в нижней части фьордов, а менее плотная пресная формирует верхние слои. Воды фьордов холодны и бедны кислородом, в них выживают очень немногие виды фауны. Там, где застойные процессы сильны, обитают бактерии, выделяющие сероводород и способные жить только в бескислородной или бедной кислородом среде. Эти условия дают представление о том, как действуют глубоководные экосистемы.

► **Береговые линии высоких широт** зачастую имеют вид фьордов. Человеческие поселения здесь редки. Эта спутниковая фотография Вест-Фьордс в Исландии — отличный пример такой береговой линии.

▼ **Милфорд-Саунд в Новой Зеландии** — один из наиболее известных фьордов Южного полушария. В условиях этого побережья процветают виды, обычно считающиеся глубоководными.

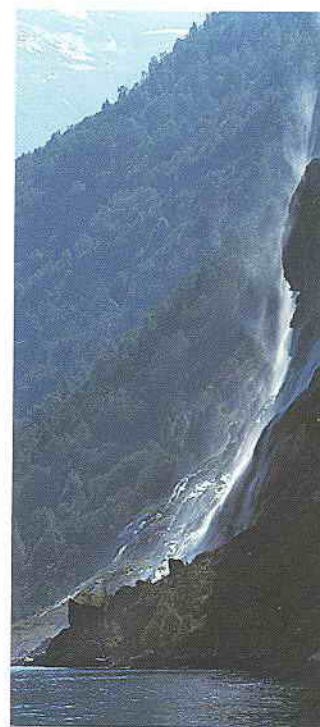






◀ **Огромная глубина** этого норвежского фьорда дает представление о размерах ледника, проложившего его. Большая часть его берегов скалиста и отвесна. Единственный пригодный для использования участок земли расположен в небольшой дельте, образованной рекой, которая впадает во фьорд.

▼ **Эти водопады**, прозванные Фатой Невесты, расположены в начале Герангерфьорда, который многие считают самым красивым в Норвегии. Водопады образовал ледник, перерезавший долину реки, оказавшейся сейчас высоко вверх. Ясно видна половина V-образной формы русла реки.





# Мангровые леса

Заросли мангровых деревьев — характерная черта многих тропических и субтропических эстуариев. Они могут образовывать обширные прибрежные леса. Существует немало видов этих растений, от низкорослых кустарниковых форм до высоких деревьев. Они приспособились к жизни в толстом слое мягкого ила, нередко бедного кислородом, и к ежедневному затоплению своего местообитания соленой морской водой. Мангровые леса отличаются строго определенным набором живущих здесь видов, объединенных важной общей чертой — здешние растения не могут выживать при температурах ниже 10 °С, а идеальной для них является температура 19 °С. Именно поэтому мангровые заросли строго привязаны к климату тропических и субтропических эстуариев, где их можно увидеть и на западных и на восточных побережьях. Мангровые леса и болота образуют сложные экосистемы, населенные весьма разнообразной фауной, занимающей все их экологические ниши.

## ЖИЗНЬ В МАНГРОВЫХ ЗАРОСЛЯХ

С удалением от моря слой осадочных пород в мангровых зарослях постепенно нарастает. В наиболее старых участках ил достаточно прочен, чтобы в нем могли селиться роющие виды животных, устраивающие себе постоянные норы, — манящие крабы и илистые лангусты. По затвердевшему илу крокодилы проникают на сушу, а крупные животные суши заходят сюда в поисках пищи. Ближе к морю ил становится мягче. Здесь процветают только те животные, которым удалось к нему приспособиться. Так, тропический моллюск сердцевидка обзаводится ребрами и колючками на раковине, замедляющими ее погружение в жидкий ил, а устрица — широкой и очень тонкой раковиной, что позволяет ей распределять свой вес так, чтобы держаться на поверхности.



▲ Мангровые леса в тропических эстуариях и прилежащих прибрежных водах играют важную роль в закреплении низинных береговых зон. Корни растений задерживают грунт, предотвращая эрозию берегов, вызываемую штормами и течениями, и снижая риск внезапных наводнений в периоды муссонных дождей.

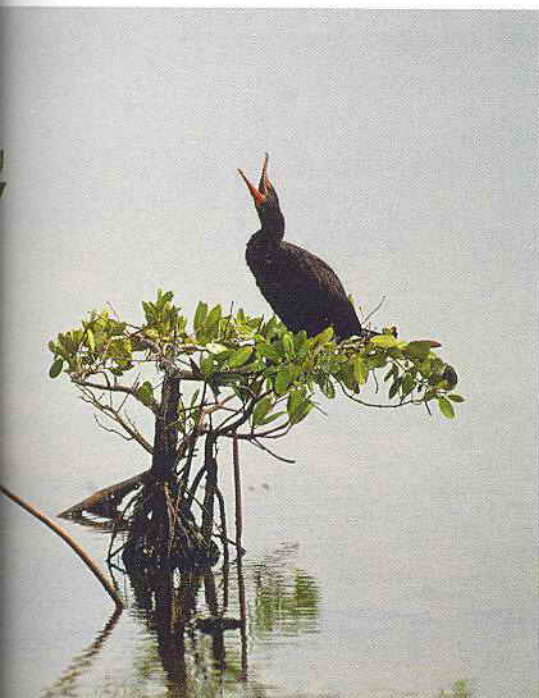
► В мангровых зарослях Флориды бакланы, спасаясь от хищников, во время прилива ночуют на верхушках опорных корней и побегов деревьев. С наступлением отлива болотные птицы, рептилии и некоторые млекопитающие мигрируют в мангровые болота, туда, где ил достаточно плотен.





◀ **Опорные корни и пневматофоры** — прямостоячие корни, поднимающиеся над водой, — создают идеальные условия для роста молоди многочисленных видов рыб. Мелкие рыбы, обитающие в мангровых болотах, обеспечены большим количеством пищи, подвижные виды добычи могут избегать преследователей, прячась среди густых побегов, недоступных для хищников.

▼ **Воздушные корни** проводят к нижним корням мангровых растений воздух из верхних уровней местообитания с четко зонированными сообществами животных. Место, которое животное занимает на корнях, определяется его устойчивостью к воздействию прилива. На фотографии мангровый краб питается мелкими усоногими рачками.





# Водоросли

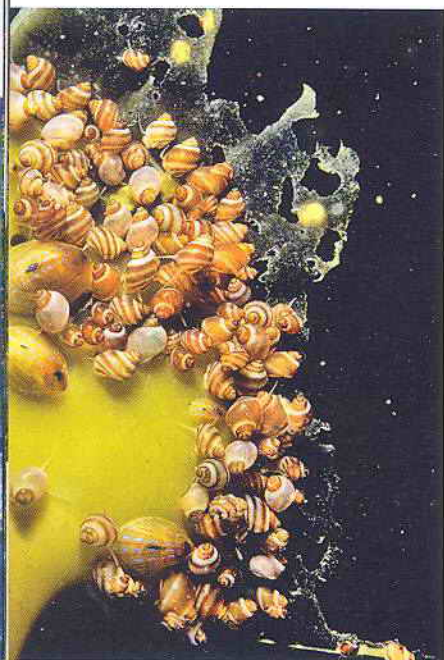
Морские водоросли тоже способны образовывать густые заросли. Как в случае с мангровыми лесами и коралловыми рифами, их распространение определяется температурой поверхностных вод. Водорослевые «леса» произрастают только в холодных, богатых питательными веществами водах. Они встречаются по преимуществу в высоких умеренных широтах на западных побережьях. Большинство крупных водорослевых «лесов» находятся на некотором расстоянии от берега и могут достигать глубины 40 м. Обе эти особенности их расположения помогают растениям избежать сильного воздействия волн.

Густые заросли морских растений, подобно лесам, находящимся на суше, обладают сложной трехмерной структурой. Под плотным пологом верхних слоевищ гигантских водорослей растут плотные скопления более мелких, приспособившихся к недостатку света. Множество различных животных находят убежище между их побегами или крепко прикрепляются к их слоевищам.

► **Эти заросли макроцистиса** сильно напоминают лес на суше. Макроцистис начинает жизнь в виде микроскопических спор, образующихся в специализированных тканях взрослых растений, и может достигать в длину 50 м.

▲ **Калифорнийский морской конек** использует свой хвост как якорь, обвивая им побеги макроцистиса. Водоросли защищают конька от воздействия волн и, в сочетании с покровительственной окраской, маскируют его, спасая от хищников.

▼ **Полосатые улитки** образуют огромные скопления, чтобы питаться мелкими видами водорослей. Моллюски постепенно объедают талломы водорослей.







◀ **Калифорнийский орляковый скат** охотится на моллюсков, ракообразных и червей, обитающих на дне у оснований гигантских ламинарий, разрывая носом донные отложения. Его мощные челюсти способны дробить твердые породы, под которыми скрывается добыча.

▼ **Этот голожаберный моллюск** перемещается по гибкому стеблю водоросли. Он намного более разборчив в пище, чем прочие его собратья-моллюски, и питается слоем слизи, которую выделяет растение.



### ПИЩЕВЫЕ СВЯЗИ

Морские выдры — каланы оказались на грани уничтожения из-за своего ценного меха. Несмотря на введенные в 1911 г. охранные меры, популяция восстанавливалась слишком медленно. Сокращение численности каланов, в свою очередь, сказалось и на их среде обитания, зарослах макроцистиса. Красные и пурпурные морские ежи, обычная пища этих животных, прежде поедавшие обломки слоевищ, стали единственными организмами, регулирующими рост макроцистиса. Однако значительное увеличение популяции морских ежей привело к тому, что иглокожие стали питаться живыми растениями. Это ненормальное положение будет продолжаться до тех пор, пока не восстановится популяция каланов.

► **Каланы собирают со дна** двустворчатых моллюсков и морских ежей. Всплывая, они обертываются в плотные побеги водорослей, которые защищают их от хищников и удерживают на месте. Чтобы съесть свою добычу, каланы часто укладывают на грудь плоский камень, о который, как о наковальню, разбивают моллюсков и ежей, чтобы раскрыть их панцирь.





# Морские травы

Морские травы — цветковые растения с корнями, листьями и стеблями, распространяющие свою пыльцу с водными течениями, а не по воздуху или с помощью насекомых. Они встречаются на границе берегов в умеренных и тропических зонах и являются, возможно, самыми продуктивными биологическими сообществами на Земле, производя около  $1 \text{ кг/м}^2$  растительной массы в год. Известно около 50 видов морских трав, и все они обитают в иле или заиленных песках, начиная с низкой точки прилива, нередко образуя целые луга. Максимальная глубина, на которой они могут произрастать, определяется прозрачностью вод над ними. И заросли морских трав в целом, и отдельные растения важные элементы морских экосистем.

В умеренных зонах главными являются zostера и валлиснерия. Они произрастают и на берегу, но могут обитать и на глубине до 30 м. Талассия, основная морская трава в тропических и субтропических зонах, встречается от уреза воды до глубины 10 м, в зависимости от окружающих условий.

► **Зеленый филлоспадикс** — самая крупная и ярко окрашенная из морских трав. У нее длинная и сильно разветвленная корневая система, прочно закрепляющая гибкое, но крепкое растение в субстрате. Плотные побеги рассеивают энергию волн, помогая растениям выживать в турбулентной зоне прилива умеренных поясов Азии и Северо-Западной Америки.

▲ **Этот мелкий краб живет в зарослях** морской травы в умеренной зоне побережья Британской Колумбии (Канада). Здесь он прячется от волн и охотится на мелких животных. Краб питается улитками, в изобилии обитающими на листьях морской травы.

▼ **Гигантский тихоокеанский осьминог** в зарослях морской травы у западного побережья Канады. Это один из высших хищников местного сообщества гидробионтов. К его добыче относится широкое разнообразие животных, таких как морские ежи, крабы, креветки и мелкие рыбы, ищущие убежища и пропитания в морской траве. Осьминог скрывается под побегами травы и своими длинными гибкими щупальцами неожиданно хватается добычу.





### ЖИЗНЬ В ЗАРОСЛЯХ МОРСКИХ ТРАВ

Морские травы имеют большое значение не только как первичные продуценты, вносящие значительный вклад в ресурсы пищи для потребляющих их животных, но и как место обитания для многочисленных организмов. Листья морских трав покрыты пленкой одноклеточных водорослей, в основном диатомовых, что увеличивает общую первичную продукцию зарослей. Здесь же расселяются синезеленые водоросли, выделяющие богатые азотом питательные вещества, полезные для роста растений. Морские травы поедаются различными животными, от черепах, дюгоней и птиц до червей и улиток, обитающих в иле вокруг растений.

► **Эта морская звезда** на зарослях морской травы у Тихоокеанского побережья Калифорнии травоядна. Она медленно ползет по «газону», поедая пленку диатомовых водорослей, одноклеточных водорослей и бактерий, не повреждая само растение. Ее липкие трубчатые ноги идеальны для передвижения по морской траве.

▼ **Морской слизень** имеет неограниченный источник пищи в виде пленки микроорганизмов, покрывающей стебли морской травы. Здесь же питаются и прячутся в густых зарослях мелкие рыбы.





# Песчаные и галечные берега

Даже на наиболее открытых берегах имеются участки с мелким материалом. В умеренных широтах это кварц и другие минералы, но пляжи могут покрывать и вещества органического происхождения, такие как ослепительно белый коралловый песок тропических пляжей или черные вулканические пески. Независимо от состава эти частицы — песок и галька — находятся в постоянном движении и измельчении волновой деятельностью. Волны постепенно выравнивают и сортируют их, изменяя их свойства, такие как удерживание воды.

На первый взгляд песчаные и галечные берега кажутся голыми и однообразными по сравнению с изобилием форм жизни на скалах. Однако и здесь немало обитателей, хотя они нестабильны и неудобны для жизни очень многих видов, которым необходима устойчивая каменная поверхность. Поэтому в большинстве случаев песчаные берега заселены организмами достаточно крупными, чтобы закрепить ближайшую к ним поверхность, или способными зарываться в более стабильные нижние слои. Немногие животные могут жить в таких условиях, но приспособившиеся обитают здесь в изобилии.

## УКЛОН ПЛЯЖЕЙ

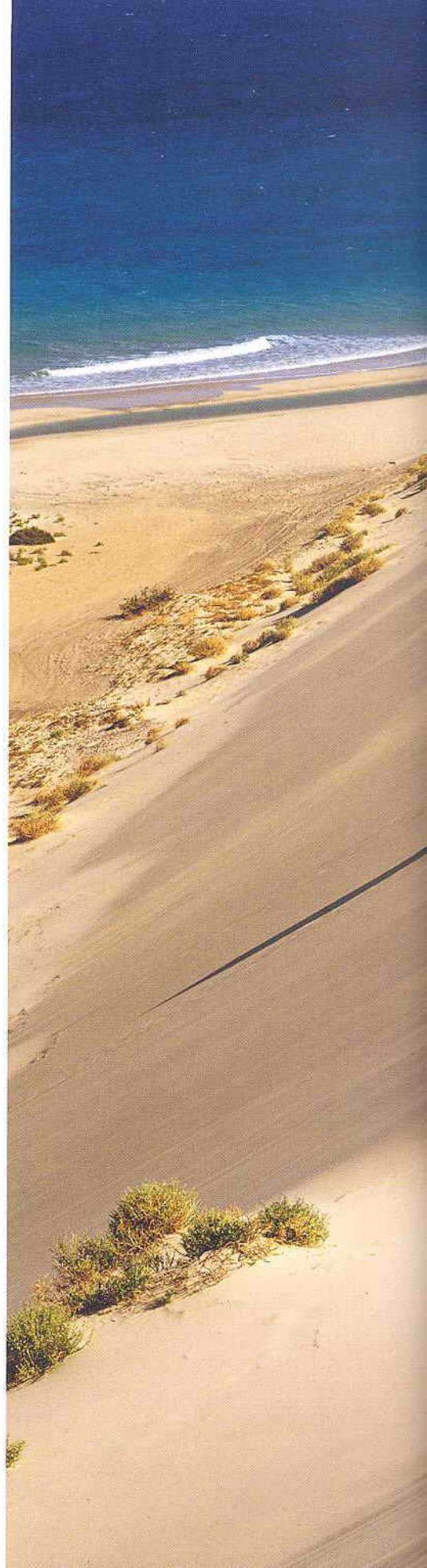
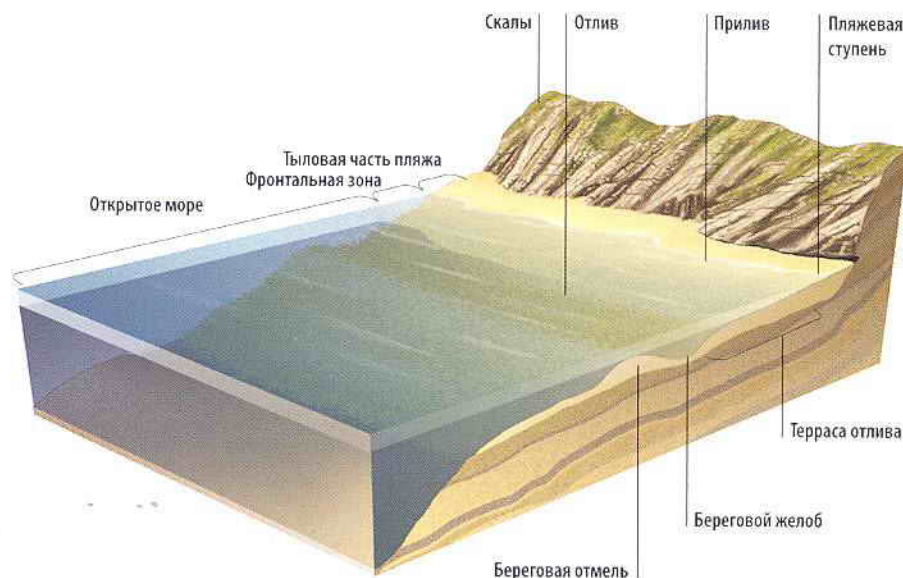
Частицы	Уклон
Очень мелкий песок	1°
Мелкий песок	3°
Средний песок	5°
Крупный песок	7°
Очень крупный песок	9°
Гранулы	11°
Галька	17°
Валуны	24°

## ВИДЫ ПЛЯЖЕЙ

На большинстве пляжей размер песка или гальки прямо связан с уклоном (см. таблицу). В общем, чем мельче частицы, тем более плоским является берег.

Независимо от размеров частиц такие побережья, как показано ниже, имеют сходное строение. Тыловая часть — относительно спокойная зона, где частицы передвигаются мало и зачастую закреплены растениями. Пляжевая ступень отмечает границу осадочного материала, приносимого волнами, а ее верхняя точка часто является верхней точкой пляжа. В основании ступени волновая деятельность образует откос. Он отмечает верхнюю границу его фронтальной зоны и начало террасы отлива, которая тянется до самой нижней отметки отлива. Ниже нее прибрежные течения и волновая деятельность создают береговой желоб, иногда сопровождаемый нерегулярными береговыми отмелями (банками).

## ТИПИЧНЫЙ ПЕСЧАНЫЙ ИЛИ ГАЛЕЧНЫЙ ПЛЯЖ







▲ **Коралловые пляжи** обязаны своими ослепительными белыми песками фрагментам известковых скелетов бесчисленных коралловых полипов, некогда создавших риф. Отмирая, коралловые колонии разрушаются под действием даже несильных волн, которые вскоре размельчают их и выносят на берег.

▲ **Галечные пляжи** труднее осваиваются растениями и животными. Между крупной и различной по форме галькой образуются большие воздушные пространства, поэтому при отливе пляж пропускает воду, задерживая мало пищи. К тому же форма и размеры гальки позволяют волнам легко передвигать ее, вследствие чего частицы трутся друг о друга.

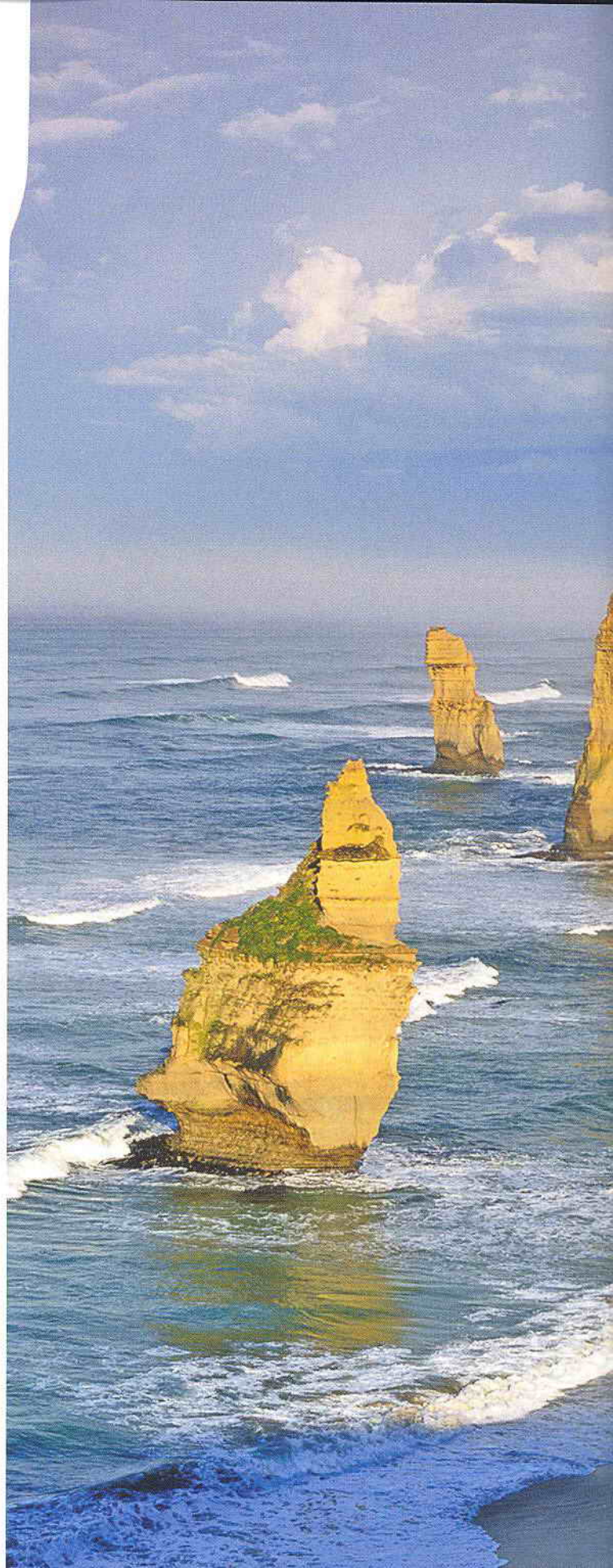
◀ **Прибрежные дюны** формируются там, где преобладают ветры, дующие в сторону суши, унося песок из сухих частей пляжа. Дюны достигают больших размеров, зависящих от комбинации нескольких факторов. К наиболее значимым относятся размеры частиц, запасы песка и сила ветра.



## Скалистые берега

Прибрежные скалы демонстрируют нам наиболее зримый результат многовековых отношений между морем и сушей. Волны, разбивающиеся о скалистый берег, напоминают об огромной силе моря. А когда они отступают, мы имеем возможность наблюдать результаты жизнедеятельности бесчисленных поколений разнообразных организмов и растений.

Одна из наиболее интересных черт каменистых берегов — постоянство ряда их характеристик во всем мире. Например, давно известно, что сочетание растений и животных здесь очень сходно. Пристальное изучение показывает, что, различаясь по отдельным видам, скалистые берега имеют почти идентичные по своему составу четко выраженные зоны, особенно в своей верхней части, выше уровня прилива.

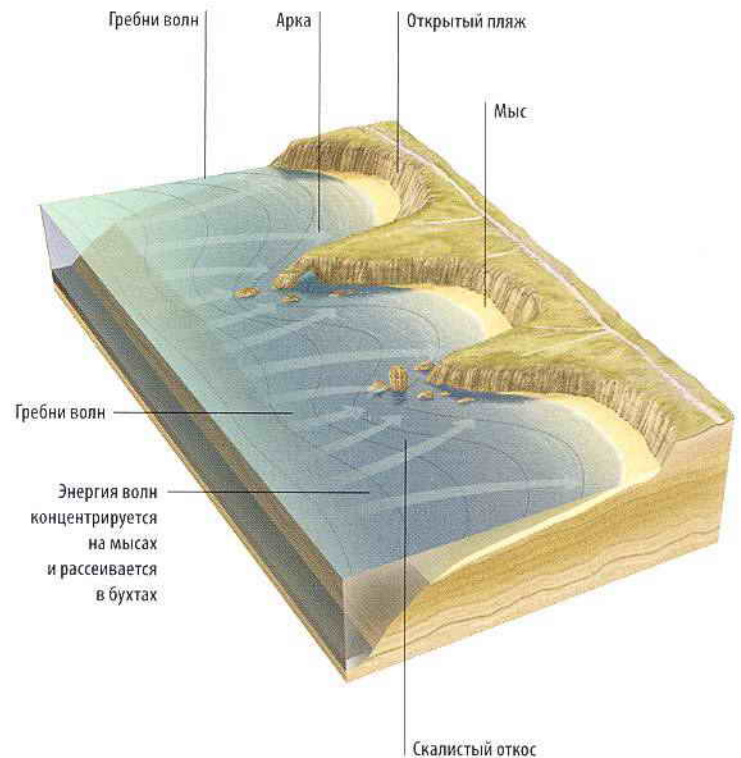






### БЕРЕГОВАЯ ЛИНИЯ

Берег, открытый воздействию мощных сил эрозии, разрушается весьма неравномерно. Скалы редко бывают одинаковыми по составу, поскольку волновая деятельность вымывает наименее устойчивые их участки. Поэтому здесь возникают такие временные геологические образования, как арки, столбы и остаточные скалы. Но затем, с исчезновением этих структур, береговая линия постепенно выравнивается. Концентрация энергии волн на мысах усиливает эрозию берега, а рассеяние этой энергии создает области осаждения твердого материала. Постепенно осадки могут разноситься в стороны и защищать основание мыса, замедляя или останавливая дальнейшую эрозию берега и оставляя его в динамическом равновесии, когда осадки не теряются и не прибавляются. Временная шкала изменения очертания берегов прямо пропорциональна интенсивности волновой активности.



◀ **Двенадцать Апостолов на побережье Виктории (Австралия)** — молодые геологические образования. Они возникли на месте мысов, потом превратились в морские арки, а теперь стали морскими столбами. Более мягкие окружающие породы постепенно были разрушены волновой активностью. Постепенно и эти величественные столбы будут измельчены, превратившись в конце концов в мелкий песок.

◀◀ **Геологическое строение скалистой породы**, открытое деятельности волн, оказывает заметное влияние на экологию берега. Здесь горизонтальные пласты в песчанике вымыты волнами и разрушены длинными трещинами, превратившись в приливные водоемы.



# Жизнь на прибрежной полосе

На всех пляжах видна линия, где прилив оставляет мертвые водоросли, останки животных и прочий морской детрит. Она называется прибрежной полосой и является одним из важнейших мест биологической активности на песчаных или галечных пляжах. Трупы животных и гниющие водоросли содержат много пищи и влаги, которых так не хватает в верхних участках пляжей, поэтому выброшенные остатки становятся центром животной жизни.

В умеренных широтах, перевернув кучку водорослей на прибрежной полосе, мы сразу видим нескольких выпрыгнувших рачков-бокоплавов или песчаных блошек. Это мелкие ракообразные, живущие в норках под прибрежной полосой, защищающей их от дневного солнца и высыхания. Ночью они выходят, чтобы питаться органическими остатками. Жизнь в темных норках не дает этим ракообразным возможности различать ночь и день, но взамен они развили сложные внутренние «часы», чтобы с уверенностью покидать убежища только с наступлением сумерек.

Растение-первопроходец — песколюб обычно начинает процесс завоевания дюн. Его чешуйчатый подземный стебель простирается в песке на расстояние до 13 м, и от него на поверхность земли выходят ростки, образующие пучки травы.

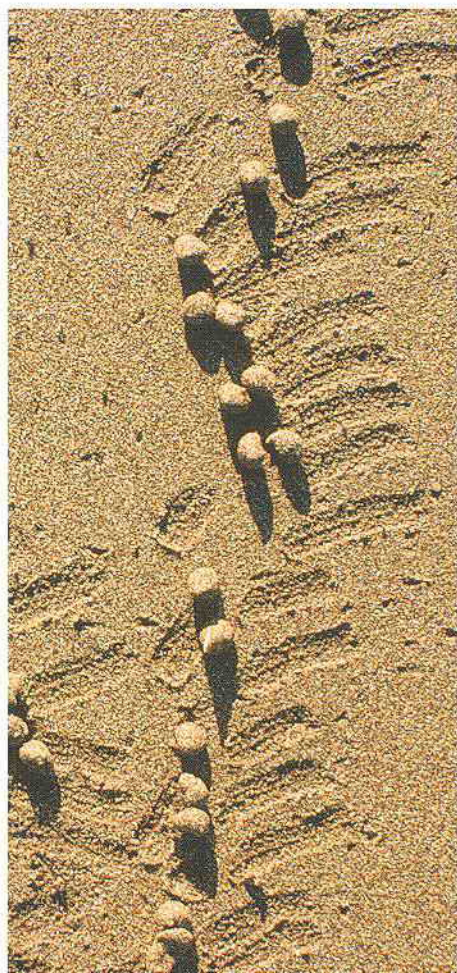


▲ **Бокоплав, или песчаная блоха**, — ракообразное, обитающее в прибрежной полосе умеренных широт. Это ночное животное отлично прыгает и в момент опасности способно совершать прыжки, во много раз превышающие длину собственного тела.

▼ **Песколюб песчаный** встречается от верхних точек прибрежной полосы песчаных пляжей до сухих песков дюн. Корни этой травы распространяются под поверхностью песка, задерживая его движение.

► **На тропических и субтропических берегах** крабы-привидения и манящие крабы просеивают песок, выбирая из него съедобные частицы, и скатывают выделяемый материал в мелкие комочки.

►► **Тропические крабы-привидения** стремительно передвигаются по прибрежной полосе в поисках пищи, выброшенной морем. Более взрослые и крупные особи обитают на высоких участках пляжа, а мелкие, более молодые, живут у самой воды, защищаясь таким образом от других хищников.







▼ **Материал, выброшенный** на прибрежную полосу австралийского пляжа, содержит разнообразные компоненты для поддержания жизни. Разлагающиеся трупы и фрагменты тканей мертвых животных дают богатый, но недолговечный источник пищи и влаги. Растительные остатки гниют значительно медленнее, но нередко образуют участки почвы, содержащей влагу. Она не только служит убежищем для животных прибрежной полосы, но и способствует укоренению растений суши, например поросли песколюба песчаного.



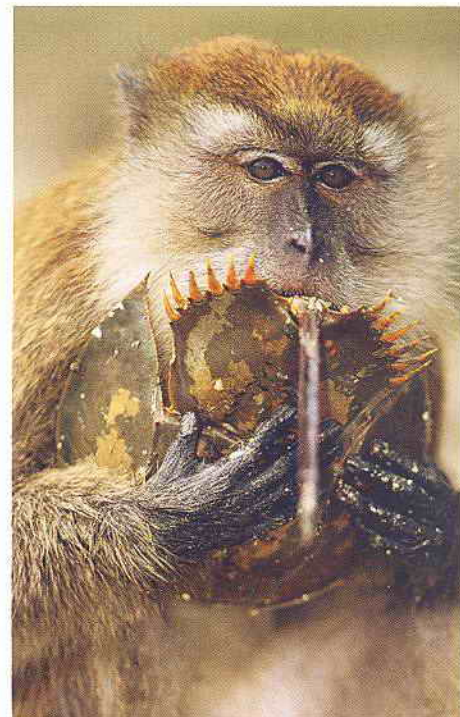


## Жизнь у берега

Многие животные, не относящиеся к морским, нередко кормятся у края воды, в зарослях береговых растений, или на детрите прибрежной полосы. Медведи в умеренных и субполярных широтах часто ищут пищу на берегах. Их разнообразная диета включает и падаль, и беспозвоночных. Острое обоняние приводит их к выброшенным на берег трупам крупных животных, а мощные передние лапы помогают выкапывать зарывшихся в песок моллюсков, морских ежей и крупных червей. На тропических побережьях многие приматы, такие как макаки-крабеды, живут и питаются в основном в близких к суше частях мангровых лесов и пляжей. Этот способ питания и значительное сходство между строением тела приматов и человека привели многих ученых к предположению, что современный человек произошел от предков, которые вели прибрежный образ жизни. И сегодня во многих уголках мира люди собирают себе в пищу прибрежные растения и животных.

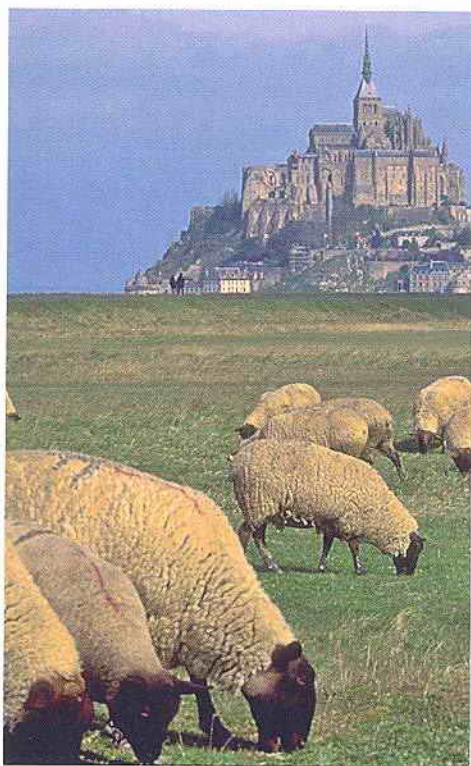
▼ **Бурый медведь на песчаном пляже**  
**Аляски** выкапывает мощными лапами любимую пищу — быстро зарывающегося моллюска морского черенка. Рыжая лисица поджидает, когда можно будет подобрать мелкие объедки с его стола.

► **Вопреки названию**, любимой пищей макаки-крабеды являются фрукты, в изобилии растущие в более сухих частях мангровых лесов. Они поедают также крупных беспозвоночных, например мечехвостов, в больших количествах обитающих на мелководье.





Во многих частях мира люди используют в пищу прибрежные растения и животных. Во Франции, на богатых пастбищах Нормандии, расположенных в затопляемых морской водой долинах, выращивают уникальных овец, дающих качественное мясо с деликатесным солоноватым вкусом. Эти овцы пасутся на солончаках неподалеку от Монт-Сен-Мишель.



► Шпрингбоки, или антилопы-прыгуны, пасутся на скудной растительности дюн Берега Скелетов на побережье Намибии. Это одно из самых засушливых мест на Земле. Дождевые осадки здесь крайне редки, и растительности приходится рассчитывать только на влажные ветры, дующие с моря. Бенгельское течение в данном регионе способствует поддержанию невысокой температуры воздуха.





# Приливные водоемы

Приливные водоемы служат убежищем для многих видов морских обитателей, не приспособившихся к контакту с воздухом. Несмотря на то что во время отлива растения и животные покрыты водой, жизнь здесь выдвигает ряд собственных требований. Во время отлива эти водоемы открыты контакту с воздухом, температура которого зачастую значительно отличается от температуры моря. Степень прогрева или охлаждения приливного водоема зависит от его размеров — в крупных температура изменяется медленнее, чем в небольших. Кроме того, водоемы, расположенные дальше от моря, отличаются более суровыми условиями, чем те, что находятся у уровня воды. Во всех таких водоемах изменяются и прочие условия, например, падает содержание кислорода, необходимого для дыхания, с повышением температуры снижается растворимость кислорода в воде. Накапливается углекислый газ. Соленость претерпевает значительные изменения. Испарение при нагревании воды повышает ее соленость, дождевые осадки снижают ее.



▲ Приливные водоемы могут достигать больших размеров, достаточных для поддержания растительных и животных сообществ. Эти сообщества зачастую напоминают те, что обитают ниже линии отлива.

◀ Подкаменщик обитает в укромных приливных водоемах на Тихоокеанском побережье Северной Америки. Извлеченный из своего водоема, он способен отыскать обратный путь, путешествуя во время прилива на расстояния до 100 м.





## ЖИЗНЬ ПРИЛИВНОГО ВОДОЕМА



**Раки-отшельники**  
встречаются здесь по-  
всюду. Они живут  
в пустых раковинах  
моллюсков

**Морские водоросли**  
закрепляются на кам-  
нях при помощи  
присосковидных  
ризоидов

**Морские желуди**  
раскрывают створки  
панциря и высовывают  
конечности для ловли  
добычи



**Мелкие осьминоги**  
водятся здесь  
во множестве

**Мидии**  
срастаются  
в группы, об-  
разую обшир-  
ные колонии

**Морские собачки**  
утратили плаватель-  
ный пузырь, как и ры-  
бы открытого моря

**Подкаменщики** очень  
распространены в при-  
ливных водоемах

**Морские  
звезды** плот-  
оядны и пита-  
ются в основном  
моллюсками

**Актинии**  
питаются  
мелкими  
животными  
водоема

**Мелкие крабы**  
нередко  
встречаются  
в больших  
количествах



## МЕХАНИЗМЫ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ РЫБ

Размеры рыб приливных водоемов редко превышают 20 см. Их малень-  
кие, тонкие тела, видимо, снижают воздействие турбулентности во вре-  
мя затопления водоема приливной волной и позволяют укрываться  
в мелких трещинах и углублениях. Некоторые рыбы, чтобы избе-  
жать воздействия волнения, держатся у дна водоема и часто име-  
ют утолщенную кожу поверх плавниковых лучей, чтобы бороться  
с их повреждением о грубые поверхности. Те рыбы, что не прячутся,  
имеют приспособления для прикрепления к водорослям или камням.  
Например, морской конек закручивает свой хвост вокруг водорослей.

◀ **Морские ежи питаются организмами-обрастателями.**

Расчищенные ими пространства вновь заселяются личинками живот-  
ных или спорами водорослей, принесенными в водоем приливом.  
В результате сообщество приливного водоема постоянно изменяет ви-  
довой состав.



## Жизнь в иле

В прибрежных водах, куда реки выносят мельчайшие осадки, накапливаются частицы, оседающие в месте контакта пресной и морской воды. Так образуется ил, оседающий на морском дне. Жизнь в таких участках полна сложностей, хотя есть и положительная черта — во время отлива ил остается влажным, и местные обитатели легко зарываются в него, находя там обильную пищу. Ил в эстуариях заселили, например, многощетинковые черви, приспособившись к быстрым изменениям солености воды. Но и сама среда помогает им выжить, поскольку вода очень медленно проникает в густой ил. Однако есть и проблемы. Во-первых, вместе с неорганическим материалом здесь залегают большие количества органического, потребляющего в процессе гниения большое количество кислорода. Во-вторых, богатая кислородом вода не проникает в ил глубже чем на 2,5 см. В результате лишь верхний слой ила содержит кислород. Нижние слои осадков с глубиной быстро теряют его. Нехватка кислорода ведет к размножению бактерий, выделяющих сероводород. Это ядовитое вещество взаимодействует с солями железа, отчего ил чернеет и приобретает удушливый запах тухлых яиц. Животные, обитающие здесь, либо имеют контакт с поверхностью, либо существуют в условиях нехватки или отсутствия кислорода. Некоторые даже используют сероводород, тем же путем, что и животные глубоководных термальных источников.

► **Илистые отмели** — места высокой биологической активности. Сверху они покрыты пленкой микроорганизмов, которыми питаются животные, обитающие на поверхности. Ил также содержит органическое вещество — пищу для зарывающихся животных-фильтраторов.

▼ **Эту горку выбросил червь пескожил**, обитающий в U-образных норках. Он пропускает через себя песок, поедая организмы, попавшиеся с песчинками. Каждые несколько часов он выкидывает ненужный материал на поверхность.



▲ **Лунная улитка** — активный охотник, она зарывается в ил в поисках мелких моллюсков и червей. Раковина этого брюхоногого моллюска защищена от повреждений чехлом из мягкой ткани, являющейся продолжением передней части ноги. Парадоксально, но улитке легче восстановить мягкую ткань, чем твердую раковину.

◄ **Церитовые улитки** встречаются на илистых отмелях в огромных количествах. Они используют свою широкую ногу для распределения веса и ползают по поверхности. Питаются улитки одноклеточными водорослями и бактериями, живущими в воде, оставшейся после отлива. С возвращением прилива они вновь зарываются в ил.



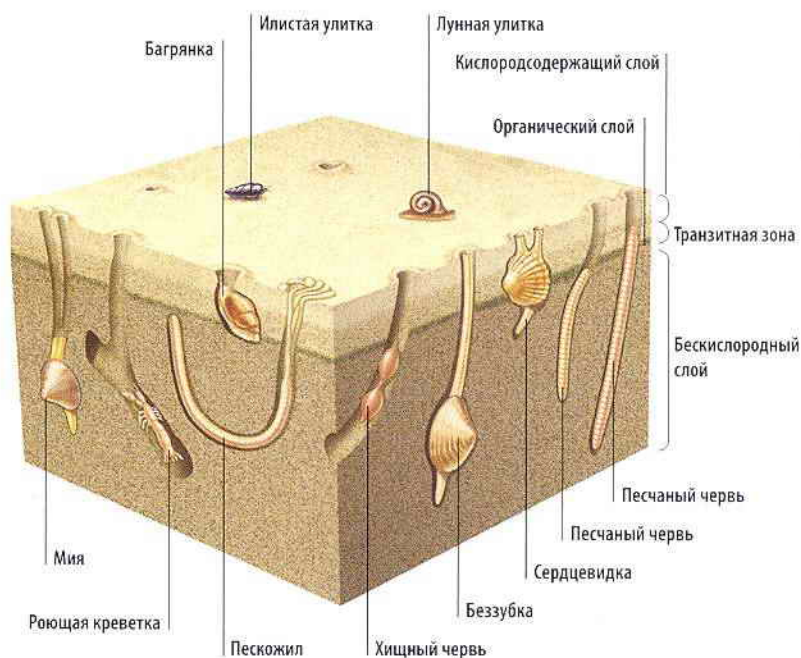




▲ **Илистые прыгуны** получили свое название за способность совершать прыжки по поверхности ила, отталкиваясь сильным хвостом. Большую часть жизни они проводят вне воды, здесь тонкая выстилка жаберных полостей работает как примитивное легкое.

### ИЛЬНЫЕ СООБЩЕСТВА

На первый взгляд обитатели морского ила кажутся случайным набором видов животных. Однако это далеко не так. Исследования показали, что обитателей этих сообществ можно классифицировать и выделить доминирующие виды. На рисунке *внизу* изображены илистые улитки, питающиеся поверхностной пленкой бактерий, хищная лунная улитка, живущая на поверхности, зарывающиеся черви, ракообразные и двустворчатые моллюски — все они зависят от пищи, расположенной на поверхности или сразу под ней. Хищная багрянка — единственное исключение, она питается зарывающимися двустворчатыми моллюсками.





## Жизнь во льдах

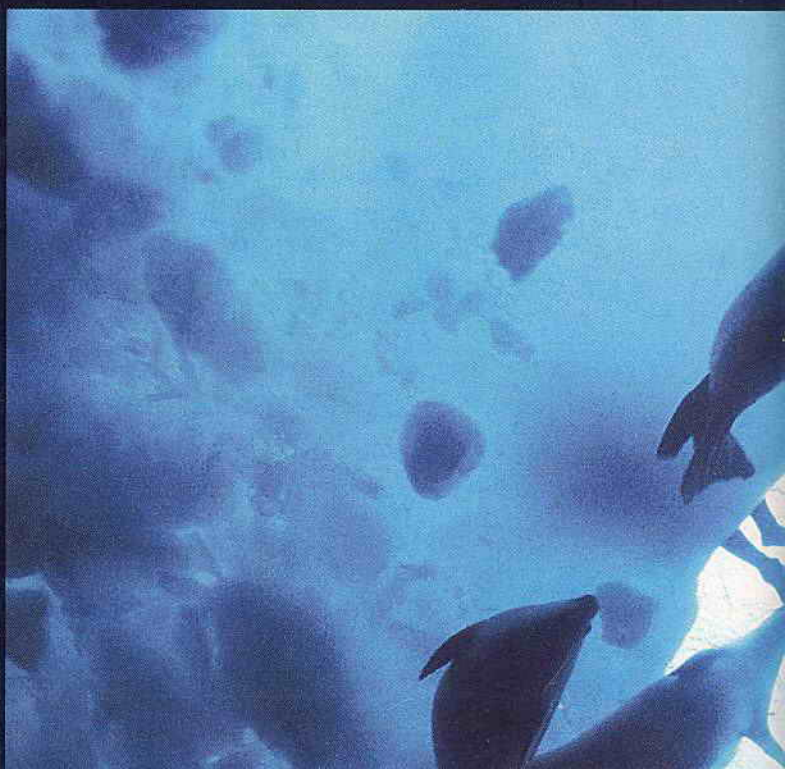
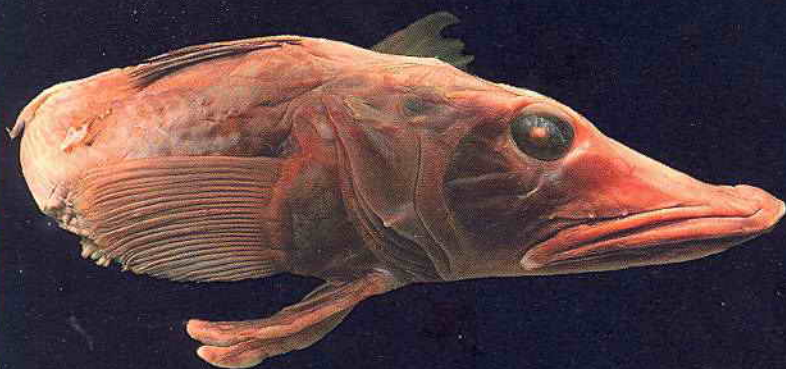
Пищевые цепочки полярных областей по преимуществу морские. Всего несколько высших хищников ведут сухопутный образ жизни. Однако между двумя полюсами есть различия. Арктика — это ледяной щит, доступный крупным наземным хищникам, тогда как Антарктида — изолированный континент, на котором нет наземных животных.

Под покровом льда на антарктическом шельфе существует разнообразное и многочисленное сообщество животных. Богатство видов, возможно, есть следствие постоянства условий, ведь температура антарктических вод в течение года изменяется незначительно, обычно между 0 и 4 °С. Жизнь здесь протекает плавно, без сезонных всплесков. Подо льдом растут стеклянные губки, содержащие симбиотические водоросли. Их длинные спикулы действуют как оптоволоконный провод, обеспечивая клетки водорослей достаточным количеством света. Экстремальные условия жизни подо льдами определили то, что развивающиеся здесь сообщества имеют больше сходного с обитателями морских глубин, чем с жителями шельфа.

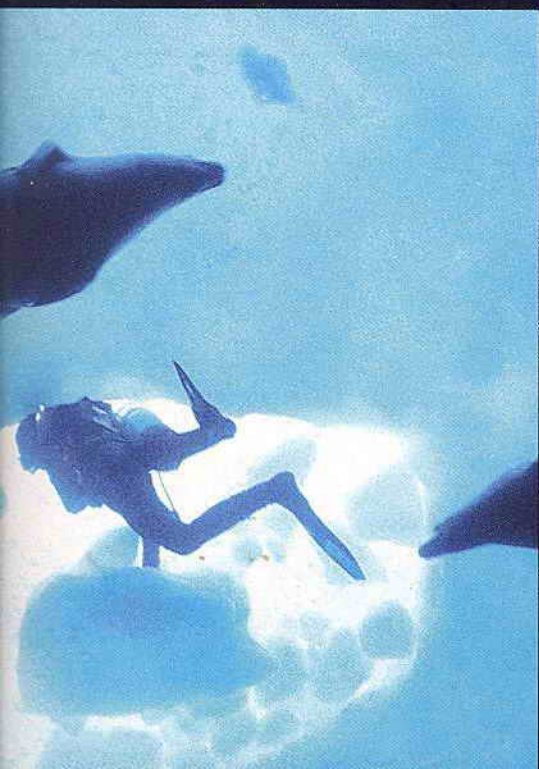
► **Очковые пингвины** живут на льду по краю Антарктического полуострова и на близлежащих островах. Они также встречаются на крупных айсбергах, откалывающихся от пакового льда. Пингвины живут большими колониями, питаются крилем и рыбой Южного океана. На взрослых пингвинов охотятся морские леопарды, а птенцы и яйца — пища хищным птицам — лопатоклювам и поморникам.

▼ **Антарктические рыбы, вроде этой ледяной рыбы-крокодила,** обитают в воде, температура которой близка к точке замерзания, а порой и ниже нее. Для защиты жидкостей тела от замерзания у них в крови содержатся белки, действующие как антифриз.

► **Тюлени-крабеды обитают подо льдом** вблизи острова Сидни (Антарктика), всплывая к отдушинам, чтобы набрать воздуха. Вопреки своему названию, они не питаются крупными крабами. Их сильно измененные зубы приспособлены к поеданию планктона, в основном криля. В воде взрослые тюлени могут стать добычей косаток.







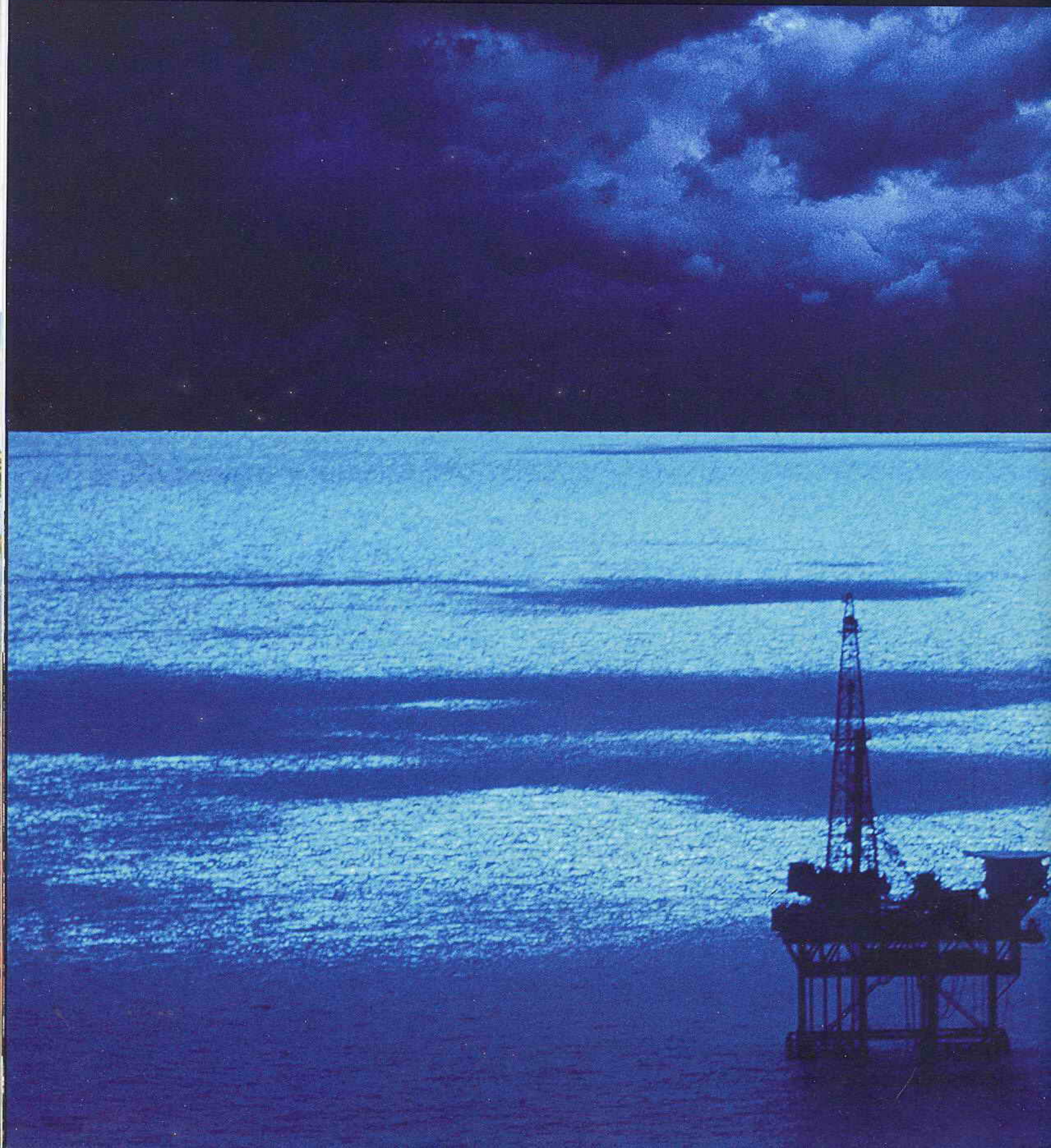
◀ В местах, где лед не достигает дна, обитают многие виды животных, прикрепляющиеся к твердому субстрату. Эти губки и актинии живут на глубине менее 6 м. Они растут в холодных, относительно спокойных водах и защищены ледовым покровом.

► В Арктике, где континент близко подступает к ледяному щиту, на лед выходят крупные хищники, такие как полярный или белый медведь, и сопровождающие их падальщики, например песец. Здесь они разыскивают тюленей — свою основную пищу, и в поисках ее могут преодолевать огромные расстояния, следуя за мигрирующими тюленями. Нередко они путешествуют на крупных льдинах или передвигаются вплавь. Самцы полярных медведей крупнее самок, они достигают 1,6 м в холке и веса от 410 до 720 кг. Эти животные обычно избегают людей, но, вступив в контакт с человеческими поселениями, становятся назойливыми гостями, выискивая пищу в отбросах.

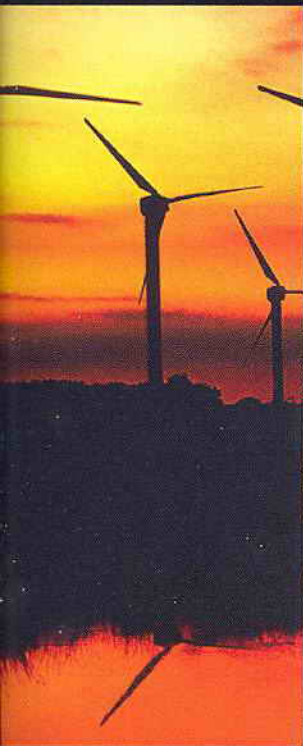




# Влияние человека на океаны







## Влияние человека на океаны

Водные просторы нашей планеты служат путями оживленного передвижения транспорта, источниками пищи и минеральных ресурсов и, к сожалению, местом захоронения отходов. Сегодня основной задачей стала защита океанов для будущих поколений землян. Поныне остаются нерешенными проблемы получения чистой энергии и новых лекарственных средств, обещающие в будущем огромные прибыли.

Люди моря: эскимосы	238
Аборигены островов Тихого океана	240
Местное рыболовство	242
Промышленное рыболовство	244
Перелов	246
Аквакультура	248
Выращивание беспозвоночных	250
Культивирование жемчуга	252
Китобойный промысел	254
Нефть и газ	256
Поваренная соль и другие минеральные ресурсы	258
Опреснение	260
Энергия приливов	262
Энергия ветра и волн	264
Разрушение местообитаний	266
Влияние человека на эстуарии	268
Загрязнение берегов	270
Сброс отходов в океаны	272
Глобальное потепление	274
Охрана и восстановление	276
Будущее океанов	278



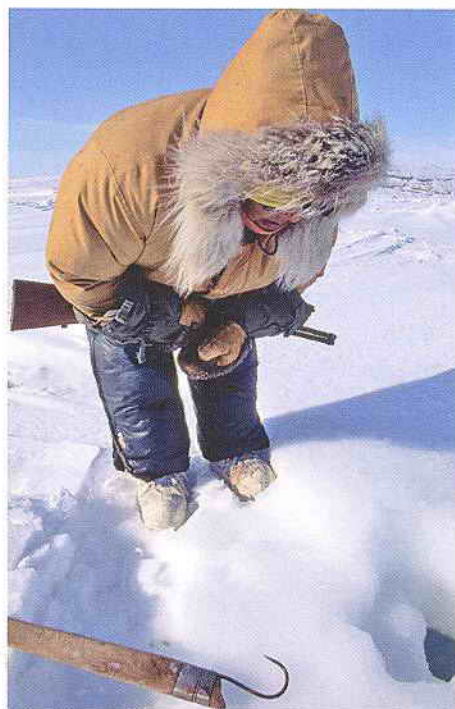
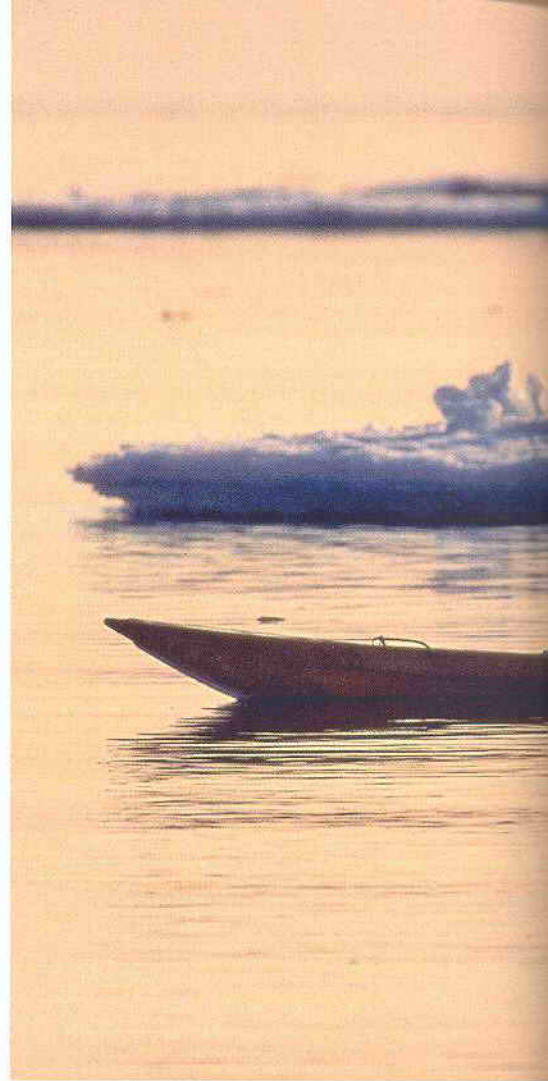
# Люди моря: эскимосы

Эскимосы (или иннуиты, как они сами себя называют) — одна из коренных народностей арктического и субарктического регионов Гренландии, Аляски, Канады и дальневосточной части Сибири (Россия). За многие столетия эскимосы, благодаря исключительно тесной связи с морем, удовлетворявшим их потребности в пище и другие многочисленные нужды, приспособились к жизни в полярном климате. Недостаток растительности привел к тому, что олени карибу, тюлени, моржи, китовое мясо и подкожный жир (ворвань) и рыба стали главными источниками их пищи, а также сырьем для изготовления одежды, жилищ и средств передвижения по воде. На тюленей эскимосы охотились со льдин или с обтянутых кожей лодок — каяков. Добыча китов с помощью гарпунов требовала участия нескольких человек, для этого использовался умиак — большая эскимосская лодка. Летом семьи обитали в палатках, охотились на оленей карибу и других наземных животных с помощью луков и стрел. Зимой строили иглу из ледяных блоков или выкапывали землянки, укрепляя их стены деревом или костями китов, а затем выстилая дерном или камнями. В XX в. контакт с индустриальным обществом внес в существование эскимосов значительные изменения. Полукошачья жизнь теперь в основном забыта, и многие поселились в северных городах. Собачьи и олени упряжки сменились снегоходами и аэросанями, а на охоту они теперь ходят с винтовкой.



## ЛЮДИ ЗАПОЛЯРЬЯ

На берегах Северного Ледовитого океана проживают несколько коренных народностей: иннуиты (эскимосы), инуиты, юпики и алеуты. Все эти названия переводятся с их языков как «люди» или «настоящие люди». Сегодня коренные народности Канады и Гренландии принято называть иннуитами (слева показаны районы их расселения), а обитатели Аляски считают себя эскимосами, точно так же как люди, живущие за Беринговым проливом, в Сибири (здесь же живут якуты, ненцы, эвенки, чукчи). Происхождение народов Арктики пока неясно, но археологи нашли на острове Умнак (Алеутские острова, Аляска) артефакты, изготовленные примерно 3 тыс. лет назад.







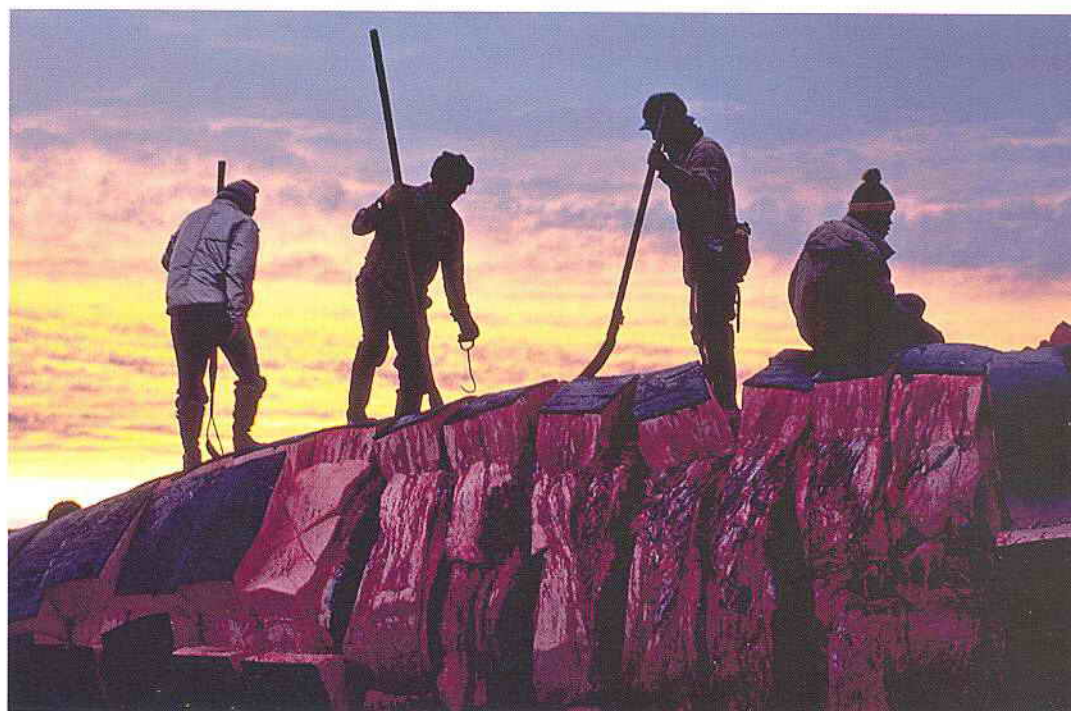
#### ◀ Охотник прицелился гарпуном в нарвала.

Нарвалы (единороги) — небольшие млекопитающие подсемейства белуховых семейства дельфиновых, с характерным длинным, спирально закрученным бивнем. Они обитают в заливах и бухтах арктической части Канады. Традиционно считаются ценной добычей, способной обеспечить семью пищей на несколько недель, что очень важно во время длинной полярной ночи. Даже небольшому нарвалу под силу перевернуть каноэ или затянуть его под воду, поэтому охотник должен метать гарпун быстро и метко.

◀◀ Охотнику-иннуиту приходится по несколько часов подстерегать тюленя у отдушины. Эти млекопитающие оставляют во льду специальные дыхательные отверстия, к которым всплывают каждые 20 мин. Малейшее движение у отверстия заставляет животное отплыть к другой отдушине. Как только тюлень всплывает, чтобы вдохнуть воздуха, охотник бросает в него длинный шест с крючком на конце, стараясь поймать его прежде, чем тот снова уйдет под воду.

◀ Этот эскимос носит традиционное облачение из кожи оленя, карибу, отделанное мехом песца или зайца. Прежде чем перейти на современную одежду, эскимосы носили куртки, брюки и обувь из гибкой и водонепроницаемой тюленьей кожи, идеальные для жизни в полярных льдах. Низ ботинок подшивался толстыми шкурами с густым мехом.

▶ Китобойный промысел в настоящее время повсеместно запрещен, но для коренных народностей Севера он жизненно необходим, и для них выделяются небольшие квоты на вылов китов. На снимке: разделка китовой туши на кожу, мясо и ворвань (подкожный жир) на Аляске.



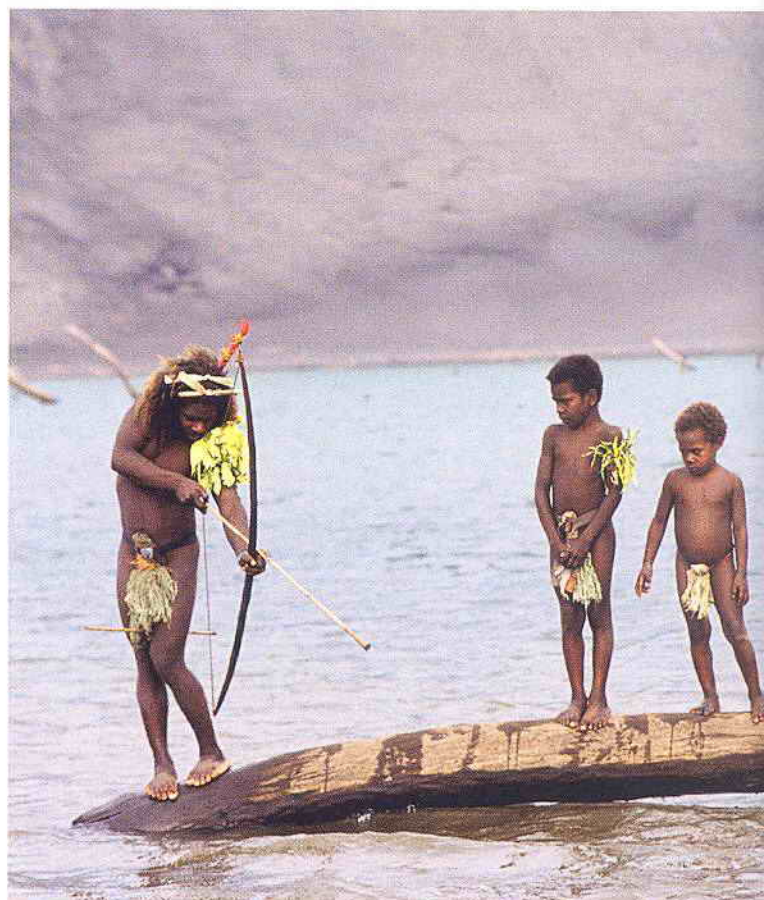


# Аборигены островов Тихого океана

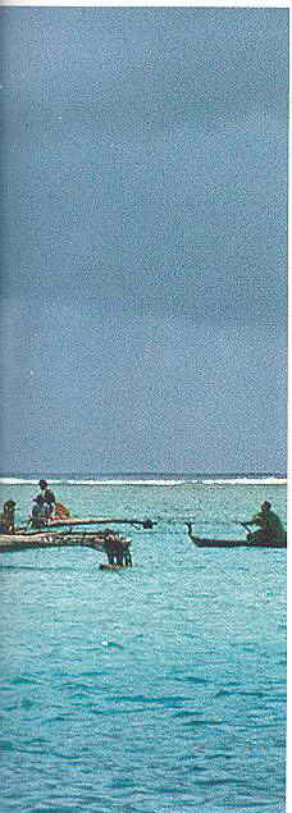
Считается, что далекие острова Тихого океана впервые были заселены во время ряда последовательных миграций с юго-восточной части материковой Азии и ее обширного островного архипелага. Первая волна привела людей на Новую Гвинею, Новые Гебридские острова и Новую Каледонию (Меланезия). Последующие поколения продвигались на север, к Маршалловым островам и группе островов Гилберта (Микронезия), а затем на восток, где простирался Тихий океан, и в Полинезию. Миграция на острова Тихого океана, начавшаяся 4 тыс. лет назад, завершилась примерно через 3 тыс. лет, когда маори заселили Новую Зеландию. Весьма протяженные путешествия древних исследователей привели их и на запад, к Маркизским островам. Оттуда они прошли на север, примерно до Гавайев, а на юге достигли под парусами острова Пасхи. Это беспрецедентное расселение людей по Тихому океану стало возможно только благодаря изобретению древними больших, прочных, оснащенных парусами каноэ и, безусловно, их выдающимся познаниям в мореплавании.

► **Трое молодых жителей острова Иакели** (Вануату) обучаются рыбалке с применением лука и стрел. Сзади виден вулкан Ясур.

▼ **Эти островитяне ловят мелкую рыбу** при помощи сети, один конец которой закреплен на берегу, а второй отбуксирован на каноэ в море. Затем сеть с добычей вытягивается на сушу.







### «КОН-ТИКИ»

Норвежский ученый Тур Хейердал организовал научную экспедицию на плоту «Кон-Тики». Он ставил перед собой цель доказать возможность того, что Таити и острова к востоку от него могли быть заселены древними путешественниками с западного побережья Южной Америки. Для этого Хейердал построил плот из бальзовых деревьев, растущих на побережье Перу, и дал ему название в честь бога древних инков. В 1947 г. он со своими пятью последователями отплыл на запад. После трех с половиной месяцев путешествия, преодолев около 8000 км океанских просторов, он высадился на Таити. Путешествию на «Кон-Тики» посвящен музей в Осло (Норвегия). Однако последующие антропологические исследования, включавшие необходимые генетические обследования коренного населения Тихого океана, не подтвердили смелую гипотезу Хейердала.

◀ **Группа детей** катается на каноэ с балансиrom у берега островов Тсои (Папуа—Новая Гвинея). Длинный бимс придает лодке дополнительную устойчивость во время рыбной ловли, когда судно тяжело нагружено, а также во время волнения.



## Местное рыболовство

На протяжении тысячелетий море снабжало людей продовольствием и средствами к существованию. Рыбаки древности собирали на побережье двустворчатых моллюсков или вылавливали рыб и ракообразных в приливных водоемах. Отдельных рыб били острой или ловили на лесу с приманкой. Следующей стадией стало устройство прибрежных ловушек из камней, т. е. создание искусственных приливных водоемов, в которых рыба оставалась, застигнутая отливом. Подобные сооружения до сих пор используются в некоторых уголках мира. Другой способ рыбной ловли, существующий до сих пор, — это лабиринты из сетей, направляющие рыб в серию конических ловушек. Для добычи крабов и омаров применяют разнообразные донные ловушки с приманкой, отмеченные буями на поверхности воды. Сети для ловли мелкой рыбы можно забрасывать с берега или с лодки, а для небольших креветок на мелководье до сих пор используют сетные сита. Со временем лодки и сети стали крупнее, и рыбу начали ловить неводами, этот метод и сейчас используется во многих европейских эстуариях, например для ловли лососей, заходящих в реки для нереста. Постепенно люди пришли к постройке мощных рыболовных судов, способных вести лов неводом или тралом, в соответствии с сезонным подходом рыбы. Сегодня прибрежные воды по-прежнему дают пищу и средства к существованию многим людям по всему миру.



▲ Рыбак из Шри-Ланки ловит сардин и других мелких рыб, подходящих к берегу во время прилива, сидя на высоком шесте, вбитом в дно. Этот способ требует навыка, поскольку до шеста можно добраться только во время отлива. Когда начинается прилив, рыбак остается здесь до тех пор, пока вода не отступит. Место установки шеста передается по наследству и редко достается людям, не являющимся членами семейства.

◀ Торговцы промывают рыбу, только что купленную ими в порту Куа-Ло (Вьетнам). Воды у берегов Вьетнама богаты морепродуктами, но для освоения этого потенциала требуются огромные финансовые вложения. Развитие рыболовного флота и рыбообрабатывающей промышленности отстало здесь на 30—40 лет.

► Эти рыбаки работают в приливной зоне у дельты Ганга в Сандарабанском национальном парке штата Западная Бенгалия (Индия). Парк — одно из последних убежищ исчезающего бенгальского тигра, поэтому рыбакам приходится надевать на затылки маски, чтобы предохранить себя от нападения опасного хищника. Нарисованные широко открытые большие глаза должны сбить с толку тигра, обычно нападающего сзади и хватающего жертву зубами за шею.

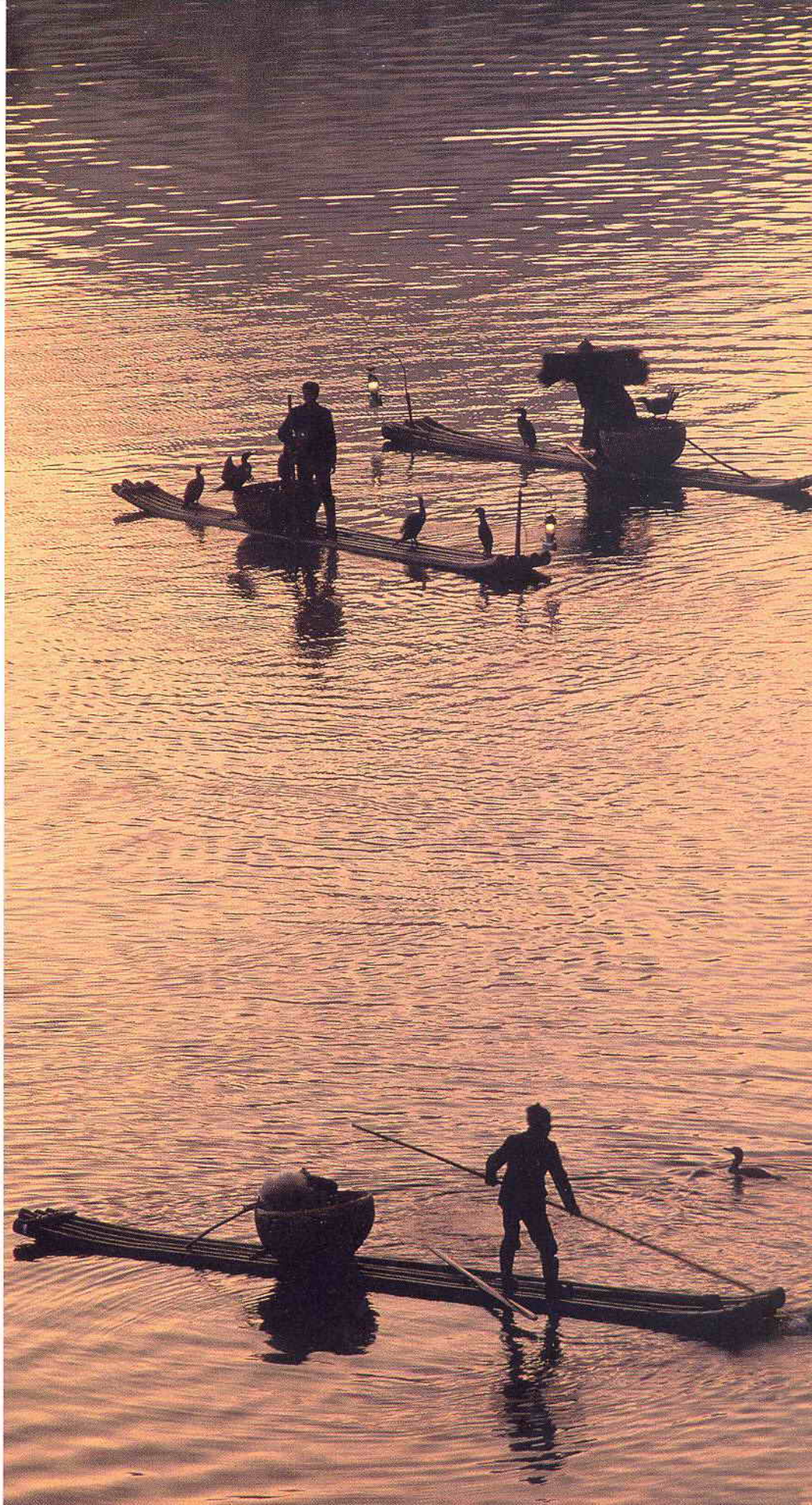
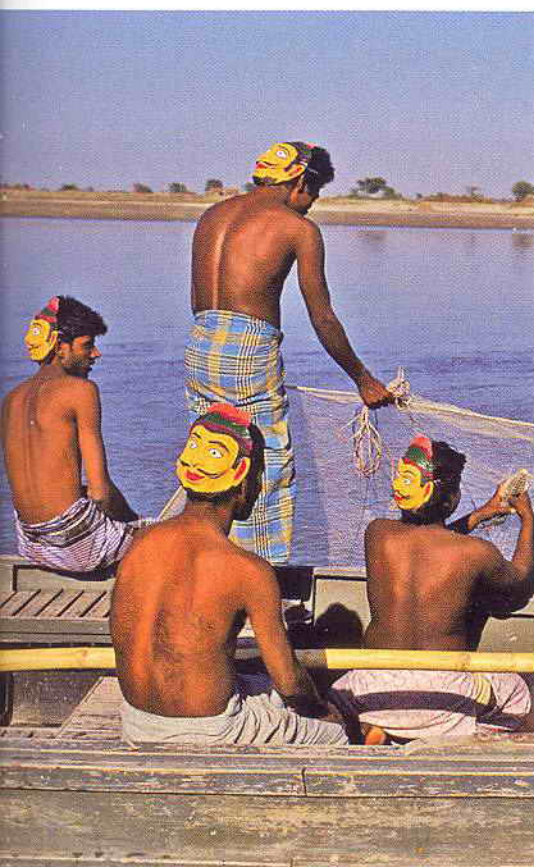




## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОРЯ В ДРЕВНОСТИ

Рыболовство не всегда связано со сбором съедобных продуктов. Еще около 2500 лет назад Платон описал прибыльную торговлю губками, которые ныряльщики собирали в Эгейском море. До появления водолазных костюмов эти люди работали так же, как их древние предшественники. Небольшие лодки доставляли четверых-пятерых человек к местам с глубиной до 30 м. Подыскав подходящие губки, надсмотрщик отправлял их в воду. Обычно они работали нагими, вооруженные только ножом и большим плоским камнем, помогающим быстро погрузиться на дно. Время пребывания на дне зависело от их выносливости, но работа в течение 3—5 мин на тридцатиметровой глубине считалась обычной.

► **Бакланы — прекрасные рыболовы**, они охотятся за мелкой рыбой, ныряя в прибрежных водах и эстуариях. В течение многих веков китайские рыбаки обучали этих птиц ловить рыбу для себя. На шею бакланам надевается кольцо, не позволяющее им проглотить добычу, и приученные птицы доставляют ее в лодку. Чтобы добыть достаточное количество рыбы, нужно иметь нескольких бакланов.





# Промышленное рыболовство

Промышленное рыболовство — широкомасштабный процесс лова морских гидробионтов, прежде всего рыбы, в котором используются эффективные средства. В основном это крупные суда, сейнеры и траулеры, морозильные траулеры и плавучие перерабатывающие заводы. Сейнеры ловят неводами (длинными сетями) рыбу, обитающую в поверхностном слое воды. Это, прежде всего, тунцы, сардины и сельдь. Когда концы невода соединяются, нижний трос стягивают, и весь косяк оказывается в ловушке. Траулеры буксируют трал — огромную сеть в форме мешка — над дном, чтобы поймать донную рыбу, такую как камбала. Чтобы защитить трал от повреждения и заставить рыбу всплыть со дна, он снабжен тяжелыми цепями. Жаберные сети для ловли рыбы, обитающей в толще воды, висят вертикально, как невидимый занавес, и нередко достигают длины 20 км. Ярусы — длинные линии крючков с наживкой — используются в некоторых областях для ловли кальмаров и тунцов. Они наносят рыбе меньше вреда, чем жаберные сети.

► **Современные рыболовные суда** проводят в море несколько месяцев и преодолевают огромные расстояния. Плавучие перерабатывающие заводы (на снимке) сегодня являются неременной частью промышленного рыболовного флота и служат плавбазами для более мелких судов.



## ЦЕНА УЛОВА

Несмотря на многолетнюю работу по усовершенствованию судов, ни одно из них не может вылавливать исключительно один вид рыбы, что наносит ущерб популяциям других обитателей моря. Случайный улов посторонних видов (так называемый прилов) — серьезная проблема промышленного рыболовства. Например, несмотря на устойчивые запасы пикши в Северном море, в районах, где за счет прилова наносится ущерб запасам трески, промышленный лов запрещен. Жаберные сети иногда называют завесой смерти, потому что их забрасывают близко к поверхности, где в них запутываются и гибнут тысячи дельфинов, морских черепах и птиц.

◀ **В богатых рыбой водах Берингова моря** тихоокеанская сайда вылавливается траулерами в больших количествах.

► **Женщины потрошат сельдь, Англия, 1921 г.** Запасы североморской сельди некогда считались неисчерпаемыми, однако длительный перелов привел к значительному снижению ее популяции.







### КРУПНЕЙШИЕ ОБЪЕМЫ ВЫЛОВА ПО ВИДАМ РЫБ

Название	Вылов в тоннах
Перуанский анчоус	7 213 077
Сайда	3 136 465
Ставрида	2 508 834
Атлантическая сельдь	1 952 975
Японский анчоус	1 836 502
Полосатый тунец	1 836 438
Путассу	1 823 305
Мойва	1 670 906
Сабля	1 471 657
Желтоперый тунец	1 202 312
Сардина	1 126 832
Атлантическая треска	943 661
Атлантическая макрель	710 411
Калифорнийская сардина	685 497
Европейский анчоус	660 552
Европейский шпрот	647 417
Менхэден	528 500
Королевская макрель	522 756
Жирная сардинелла	437 328
Тихоокеанская сельдь	406 938
Сайра	376 173
Большеглазый тунец	372 110
Горбуша	360 973





## Перелов

Начиная с 1970-х гг. исчезли по крайней мере 20 наиболее важных промышленных видов рыбы. Еще большее количество видов понесло столь заметный ущерб из-за перелова, что, скорее всего, не восстановит былую численность. Один из самых известных примеров — резкое падение уловов трески на северо-востоке Атлантики в начале 1990-х гг. Здешие некогда обильные стада трески до сих пор не показывают признаков восстановления. Проблема перелова возникла из-за того, что за последние 30 лет мировой спрос на рыбу и других промысловых морских животных удвоился. К этому привел рост населения в развивающихся странах. Единственный способ восстановления и обновления запасов рыбы — добиться того, чтобы применялись только научно обоснованные способы лова. Необходимы международные меры по контролю за размером ячеи сетей для предотвращения вылова молоди, а также соблюдение квот, гарантирующих, что в море останется достаточное количество взрослых особей для воспроизводства естественных запасов и обеспечения пищей других морских животных.

► За последние 40 лет произошло катастрофическое падение численности парусников и других океанских рыб. Считается, что этот процесс начался с внедрением промышленного ярусного лова.

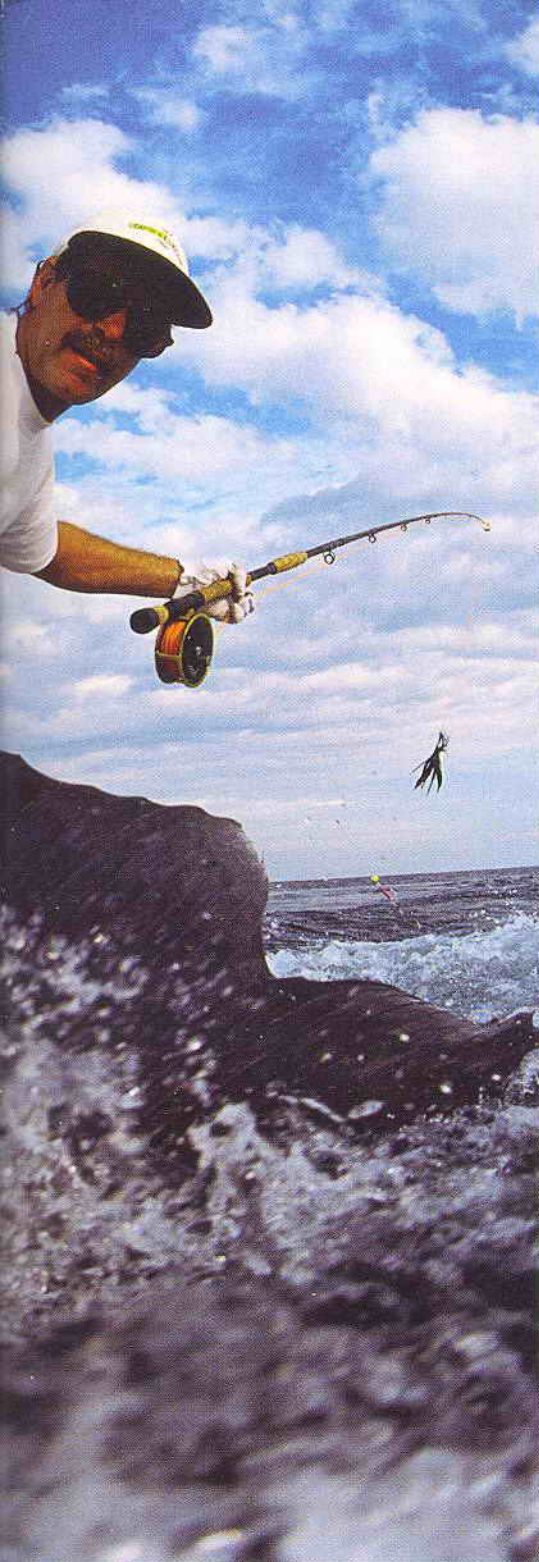


### ОСВОЕНИЕ ГЛУБИН

Самые известные глубоководные рыбы, потребляемые человеком, — австралийский ерш и меч-рыба. Австралийский ерш встречался в Атлантическом, Тихом и Индийском океанах, но в водах Новой Зеландии и Австралии он стал объектом промышленного глубоководного лова. Огромные количества этой рыбы добывались ежегодно, пока в 1978 г.

не были введены регулирующие меры. Сейчас популяция австралийского ерша медленно растет, но для достижения половозрелости ему нужны годы, что тормозит процесс восстановления численности. Добыча меч-рыбы у Мадейры — один из древнейших промыслов, он описан еще в 1635 г. Теперь меч-рыбу ловят у северо-западного побережья Шотландии.





► **Постоянный контроль за рыболовством** показывает, что год от года флоты добывают все меньше рыбы, прилагая те же самые, а порой и большие усилия, чем прежде. Вероятно, запасы многих видов рыб настолько подорваны неконтролируемым выловом, что для их восстановления понадобятся многие годы, но для этого необходимо принять срочные меры, и в первую очередь — ограничение вылова.



▲ **Тунец стоит дорого**, и порой рестораны, где готовят суши, платят тысячи долларов за каждую рыбу. Тунцов ловят в основном дрифтерными сетями, которые одновременно губят морских млекопитающих и птиц. Высокие цены на тунца ведут к увеличению его вылова.

# СНИЖЕНИЕ ЗАПАСОВ РЫБ

Название	Год максимального вылова	Объем максимального вылова*	Вылов 1992 г. *	Спад *	%
Тихоокеанская сельдь	1964	0,64	0,18	0,45	-71 %
Атлантическая сельдь	1966	3,7	1,4	2,36	-63 %
Атлантическая треска	1968	3,5	1,1	2,45	-69 %
Южноафриканская сардина	1968	1,5	0,09	1,45	-94 %
Пикша	1969	0,91	0,18	0,73	-80 %
Перуанский анчоус	1970	11,9	5,0	6,89	-58 %
Полярная треска	1972	0,32	0,02	0,29	-94 %
Мерлуза	1972	1,0	0,18	0,81	-82 %
Серебристый хек	1973	0,39	0,05	0,34	-88 %
Большой желтый горбыль	1974	0,18	0,04	0,15	-80 %
Нерка	1976	0,6	0,27	0,36	-57 %
Каранкс	1977	0,6	0,36	0,27	-46 %
Скумбрия	1978	3,1	0,81	2,27	-74 %
Мерланг	1980	1,0	0,45	0,54	-55 %
Южноамериканская сардина	1985	5,9	2,81	3,08	-52 %
Аляскинская сайда	1986	6,2	0,45	5,71	-93 %
Северитихоокеанский хек	1987	0,27	0,05	0,21	-80 %
Японская сардина	1988	4,9	2,27	2,63	-54 %
<b>Всего</b>		<b>46,61</b>	<b>15,71</b>	<b>30,99</b>	<b>-58 %</b>

\* В миллионах тонн.



# Аквакультура

Искусственное разведение гидробионтов, или аквакультура, имеет длинную историю. Первые упоминания о выращивании рыб в специальных водоемах в Древнем Египте насчитывают две с половиной тысячи лет. Сегодня, в связи с растущими потребностями увеличивающегося населения Земли в пищевых ресурсах, промышленное выращивание морских видов рыб приобретает все большее значение. Аквакультура помогает уменьшить зависимость от природных запасов рыбы, в значительной мере подорванных или почти исчезнувших. По сравнению с промыслом выращивание имеет ряд коммерческих преимуществ. Можно производить рыб примерно равного размера, веса и возраста, что удобно и продавцам и потребителям, к тому же поставки могут осуществляться на регулярной основе, в определенных количествах. Некоторые виды рыб могут поставляться круглый год.

Несмотря на то что большинство морских рыб выращиваются в садках, мигрирующие виды можно разводить в условиях «ранчо». Эти рыбы выводятся из икры в инкубаторах, мальки подращиваются и выпускаются на волю, но после нагула в море возвращаются в родные воды. Сейчас на морских фермах выращивают тунца, морского окуня, морского леща, кефаль, камбалу, треску и несколько видов лососевых.

## СТАДИИ ВЫРАЩИВАНИЯ РЫБ В ИСКУССТВЕННЫХ УСЛОВИЯХ



## АКВАКУЛЬТУРА

Взрослое потомство вырабатывает икру (яйца) и молоки (сперму), которые искусственно оплодотворяются, чтобы обеспечить максимальный выход личинок. На личиночной стадии рыбы подращиваются в строго контролируемых условиях инкубатора. Окрепшие мальки перемещаются в большие выростные емкости или подводные садки. На этой стадии отбираются особи для формирования маточного стада.

◀ **Рыбу из береговых водоемов** добывают путем спуска воды или сетями. Несмотря на то что лов сетями более трудоемок, он позволяет отлавливать рыб определенного размера и наносит им меньший ущерб.





▲ **Карп** — наиболее часто выращиваемая пресноводная рыба. Большая часть искусственно выращиваемых рыб — пресноводные.

► **Атлантический лосось** выращивается в садках в хорошо защищенных заливах и бухтах. Вызывает беспокойство влияние интенсивного разведения лососевых на окружающую природу: иногда часть рыб уплывает из садков, а это ведет к увеличению угрозы заболеваний среди природных лососевых.

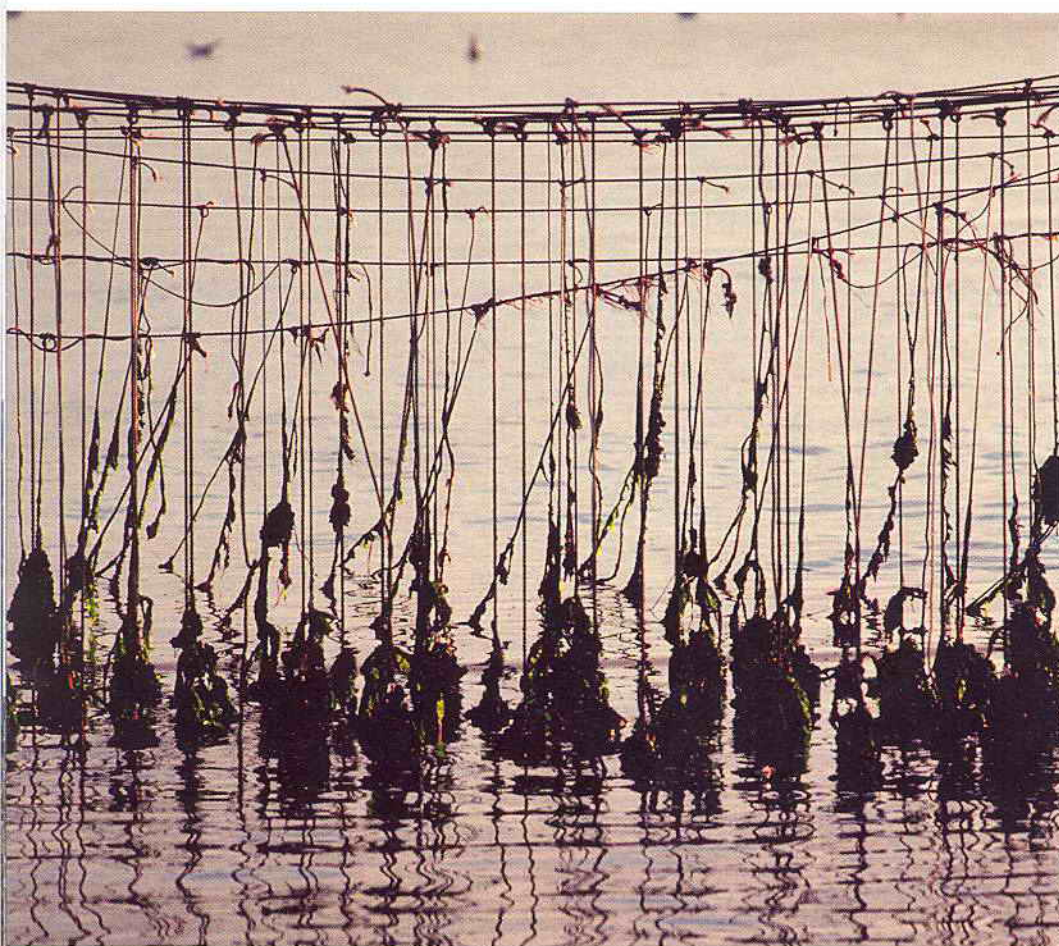
▼ **Радужную форель** обычно разводят в пресной воде, но она может быть акклиматизирована и к содержанию в морских садках. Выращивание в море улучшает ее вкус и повышает стоимость на рынке, где ее продают под названием благородный лосось.





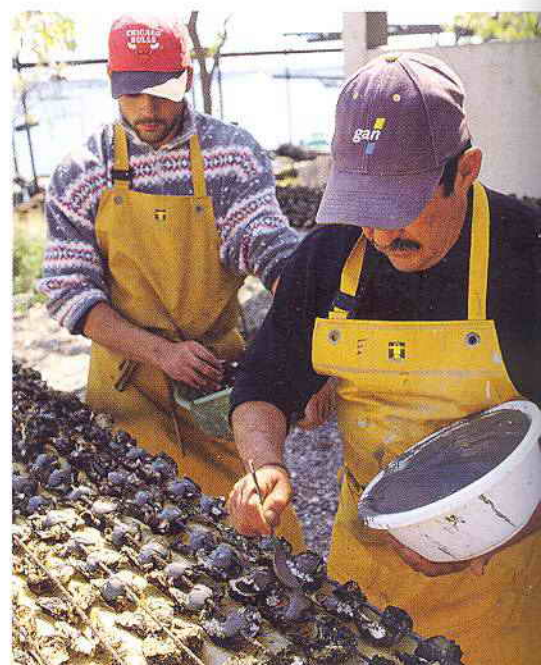
## Выращивание беспозвоночных

Культивация моллюсков, ракообразных и морских ежей имеет длинную историю. Например, жители Японии выращивали устриц в приливной зоне еще за 2 тыс. лет до н.э. Позднее Аристотель и Плиний описали греческие и римские методы разведения двустворчатых моллюсков на Средиземноморском побережье. Статистику современного промышленного выращивания беспозвоночных публикует Всемирная организация по продовольствию (FAO) Организации Объединенных Наций. Согласно ей, в 2001 г. культивация беспозвоночных, в основном креветок, достигла 1,5 млн т на сумму 8 трлн долларов США. Объем моллюсков еще больше — 6,8 млн т стоимостью 9,28 трлн долларов США. Чаще всего выращивают двустворчатых моллюсков — устриц, мидий, гребешков и др., а также небольшое количество брюхоногих (морские ушки, трубач и др.). Основные ракообразные, выращиваемые на фермах, — креветки. В последние годы делаются попытки крупномасштабного промышленного производства лангустов. Развитие авиаперевозок открыло мировой рынок для искусственно выращиваемых беспозвоночных, прежде труднодоступного и скоропортящегося товара.



▲ Мидии часто выращивают в подвесной культуре. Специальные проволочные носители опускают в места выхода личинок мидий, которые оседают и поселяются на них. После этого носители обычно переносят в места, где условия для роста лучше.

► Интенсивное культивирование местных и интродуцированных тихоокеанских устриц стало важной частью экономики ряда прибрежных районов Франции. На снимке: тихоокеанских устриц на берегу подготавливают для переноса в морские садки.







#### ОБЪЕМЫ ДОБЫЧИ И ВЫРАЩИВАНИЯ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ (2001г.)

Виды/группы	Продукция аквакультуры (т)	Добыча (т)	Всего (т)
Кальмары и каракатицы	16	3 346 828	3 346 844
Устрицы	4 207 818	199 015	4 406 833
Мия, сердцевидка и др. мелкие моллюски	3 109 024	80 945	3 189 969
Мидии	1 370 631	257 315	1 627 946
Гребешки	129 217	702 525	831 742
Прочие двустворчатые моллюски	1 344 763	1 507 859	2 852 622
Трубач и др.	5 425	120 958	126 383
Креветки	1 270 875	2 950 834	4 221 709
Крабы	164 232	1 096 371	1 260 603
Лангусты	35	225 136	225 171
Криль	0	98 245	98 245
Камчатский краб и омар	0	44 969	44 969
Другие ракообразные	36 278	1 404 564	1 440 842
Всего за 2001 г.	11 638 314	12 035 564	23 673 878

#### ПОБОЧНЫЕ ПРОДУКТЫ

Выращивание беспозвоночных в промышленных масштабах порождает проблему утилизации большого количества отходов. Однако уже найдены несколько способов их утилизации. Раковины мелких двустворчатых моллюсков и мидий применяются для производства термо- и звукоизолирующих строительных материалов. Панцири ракообразных служат источником хитозана, ценного вещества, находящего широкое применение в пищевой и фармакологической промышленности.

▲ В Японии в основном разводят тихоокеанскую устрицу. Этот вид быстро растет в сетных садках, подвешенных к поплавкам, но требует частого удаления водорослей, затрудняющих приток воды к устрицам.



# Культивирование жемчуга

Природный жемчуг образуется в раковинах двусторчатых моллюсков. Попавшие в их мантию раздражители обволакиваются слоем перламутра. Жемчуг имеет различные цвета, в том числе черный. Морские жемчужины красивее по цвету и форме, особенно ценится индийский розовый жемчуг. Самые крупные жемчужины — неправильной (барочной) формы и называются парагонами. Крупнейшая жемчужина барочной формы весила 93 г. Сегодня главными источниками высококачественного натурального жемчуга являются жемчужные отмели Персидского залива у берегов Катара и залив Маннар в Индийском океане. Первые упоминания о культивировании жемчуга в Китае насчитывают 3 тыс. лет, но современное производство получило широкое развитие в Японии начиная с 1890-х гг. Япония и Австралия сегодня — крупнейшие производители искусственно выращенного жемчуга. Отличить природный жемчуг от искусственно выращенного может только опытный специалист.

## МИРОВАЯ ТОРГОВЛЯ ЖЕМЧУГОМ В 2000—2003 гг.

Экспортеры	Объем продаж (долл. США)	Импортёры	Объем продаж (долл. США)
Япония	1 006 468 432	США	1 017 816 704
Китай, Гонконг, ОАЭ	848 891 104	Япония	813 853 920
Австралия	642 072 992	Китай, Гонконг, ОАЭ	700 972 320
Французская Полинезия	410 372 952	Швейцария	219 762 424
Швейцария	220 183 720	Германия	178 547 520
Другие	746 853 811	Другие	743 360 108
Экспорт, всего:	3 874 843 008	Импорт, всего:	3 674 313 024



▲ Женщины-ныряльщицы сортируют свой улов раковин жемчужниц, собранных на дне залива Аго (Япония, 1950-е гг.).

▲ Ныряльщик проверяет садки, в которых находятся раковины жемчужниц, выращиваемых в теплых водах Таиланда. Содержание моллюсков в подвесных садках ускоряет их рост.

► Рабочий проверяет очищенные раковины. В каждой раковине можно вырастить 3—4 качественные жемчужины.

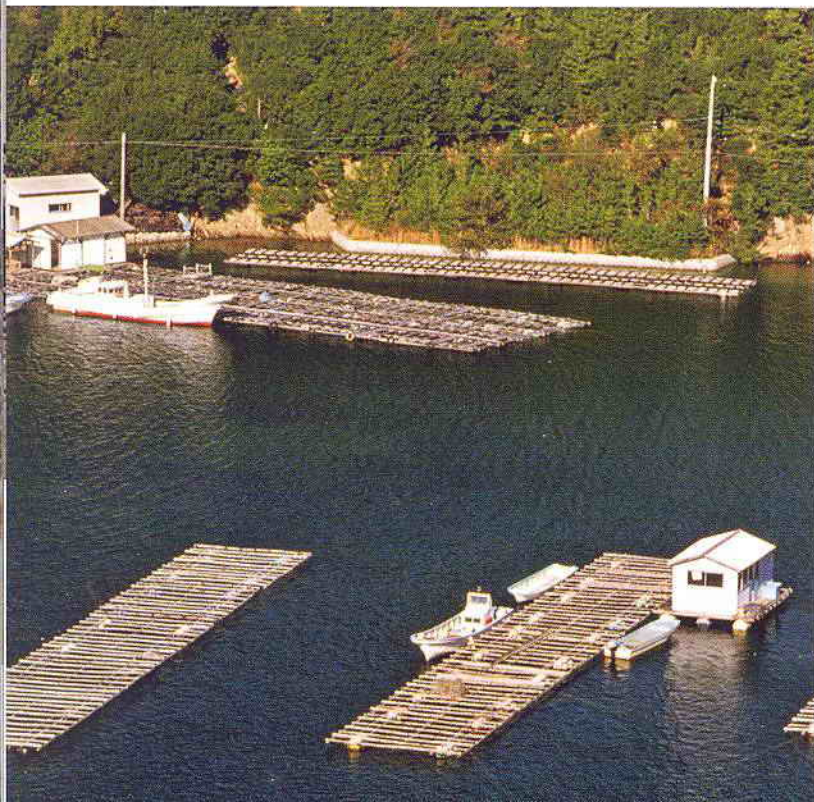
◀ На японских жемчужных плантациях выращивают «заряженных» песчинками моллюсков в проволоочных садках, подвешенных к поплавкам на мелководье.



Натуральный жемчуг



Выращенный жемчуг









# Китобойный промысел

В Европе китов добывали еще в XIII столетии, но систематический и интенсивный промысел начался в XVIII в., когда потребовалось большое количество жира для ламп и китового уса для корсетов. Замена этого сырья минеральными маслами и сталью в 1850-х гг., однако, совпала с изобретением маргарина (для его приготовления подходит китовый жир) и возросшей потребностью в дешевой пище для фабричных рабочих. Поэтому добыча этих животных продолжалась до XX в. Но в 1960-х гг. резкое сокращение численности крупных китов потребовало введения квот на вылов, которые стали устанавливать с 1965 г. Полный запрет на промышленную добычу китов был введен в 1986 г. Япония, Исландия и Норвегия продолжают добывать не самые крупные виды китов под предлогом научных исследований.

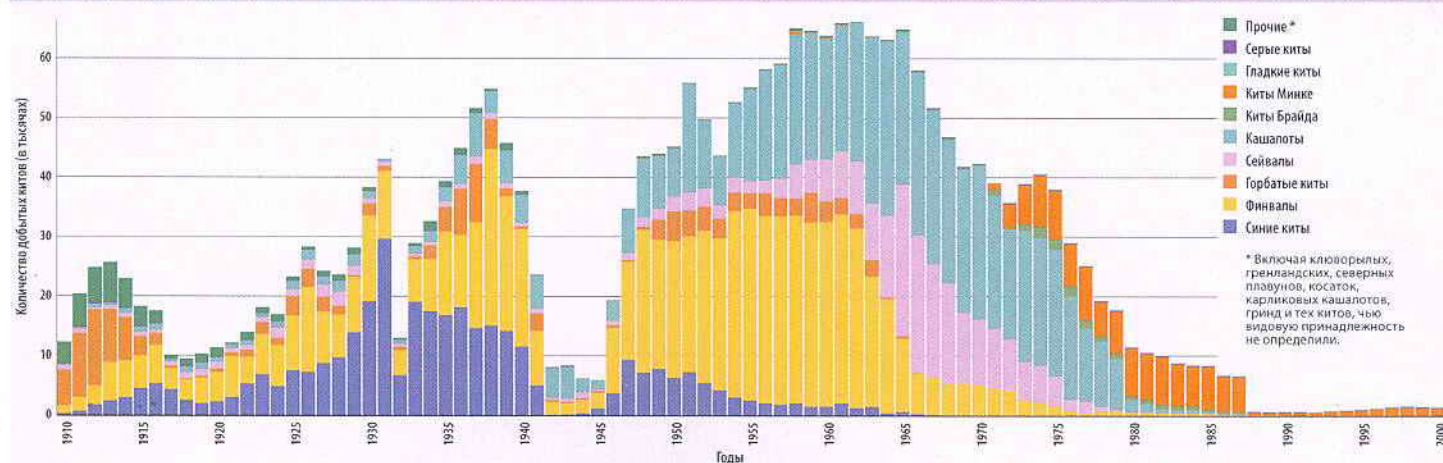


◀ **Фарерские острова** — полуавтономный регион Дании, подписавший мораторий на добычу китов в 1985 г. Однако небольшие зубатые киты гринды (на снимке) вытаскивают на берег и убивают.

▶ С созданием мощных гарпунных и электрических пушек, взрывных зарядов киты умирают быстрее и безболезненнее, чем в прежние времена.



КОЛИЧЕСТВО КИТОВ, УБИТЫХ В МИРЕ С 1910 ПО 2000 г.







#### ЧИСЛЕННОСТЬ КИТОВ

Вид	Примерная численность
Кит Минке	935 000
Синий кит	400—1400
Финвал	47 300
Серый кит	26 400
Гренландский кит	8000
Горбатый кит	21 500
Гринда	78 0000

#### ▼ Исландские китобои разделяют кашалота.

Убитое животное накачивают воздухом, чтобы оно оставалось на плаву, и буксируют к плавучему заводу. Воздух также помогает отделению кожи и ворвани от мышц. Исландия продолжает вести добычу китов, объясняя это тем, что эксплуатирует только устойчивые запасы животных. Исландия вышла из Международной китобойной комиссии в 1992 г., после обвинений ее в давлении на других членов этой организации.

#### КИТОБОЙНЫЙ ПРОМЫСЕЛ В XX В.

Добыча китов в прошлом веке неуклонно увеличивалась. Этому способствовал рост китобойных флотов, проводивших в море долгое время и обрабатывавших улов на плавучих заводах. Развитие радиосвязи позволило создать промышленную авиаразведку стад китов. Возросшие объемы добычи привели к катастрофическому снижению численности многих крупных китообразных, чья низкая скорость размножения сделала их особенно уязвимыми. В 1965 г. Международная китобойная комиссия ввела ограничения на лов синих, серых и горбатых китов, но их запасы уже были сильно подорваны. Кашалотов, китов Минке, финвалов и сейвалов продолжали добывать во все уменьшающихся количествах до введения в 1985 г. международного моратория на добычу китов. В наши дни даже крупные киты показывают признаки некоторого увеличения поголовья.





# Нефть и газ

Нефть и газ образовались в результате геологической трансформации больших количеств растений и животных, обитавших на планете сотни миллионов лет назад. Остатки этих организмов опускались на морское дно, где, покрытые песком и илом, подвергались воздействию давления вышележащими скальными породами, постепенно превращаясь в нефть и природные газы. Со временем они постепенно поднимались вверх по пористым слоям, пока не достигали непроницаемого слоя, получившего название покрывающая порода. Там они оставались до тех пор, пока в покрывающую породу не проникли буры нефтеразработчиков.

Морской промысел нефти ведется в основном на Ближнем Востоке, в Центральной и Южной Америке и в Северном море. Значительные запасы обнаружены у побережий Нигерии, Египта и Индонезии. В 2002 г. было добыто 76,33 трлн баррелей нефти, и с ростом потребностей человечества объемы добычи продолжают расти.

## РАСПОЛОЖЕНИЕ ЗАПАСОВ НЕФТИ И ГАЗА

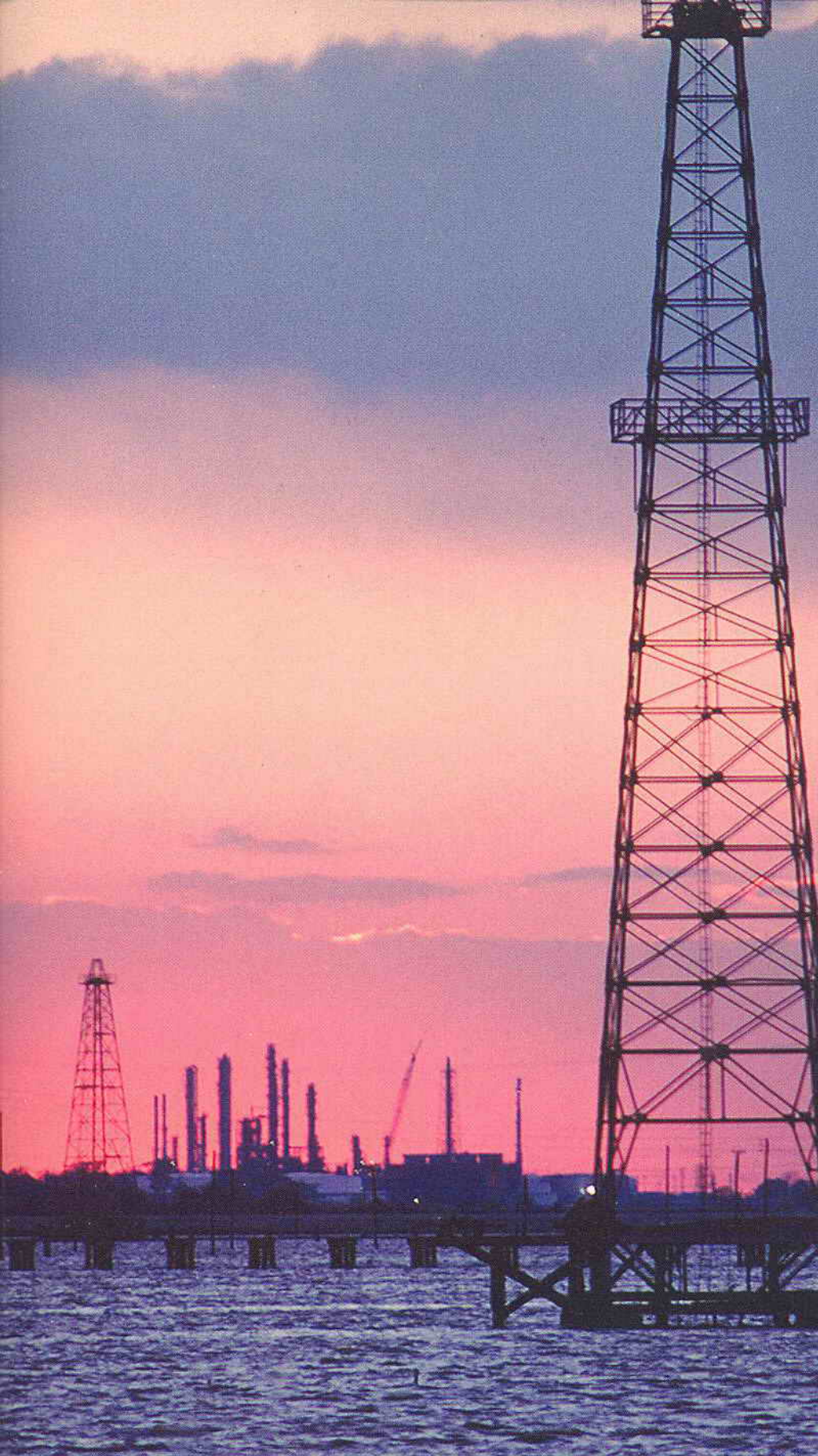


▲ На карте показаны основные морские запасы нефти и газа. В этой богатейшей отрасли промышленности занято большое количество работников.

◀ На нефтедобывающей платформе в Северном море сопутствующий газ сжигают. Не все газы, извлекаемые из скважин, могут использоваться как горючее или, в сжиженном виде, для нефтехимической промышленности.

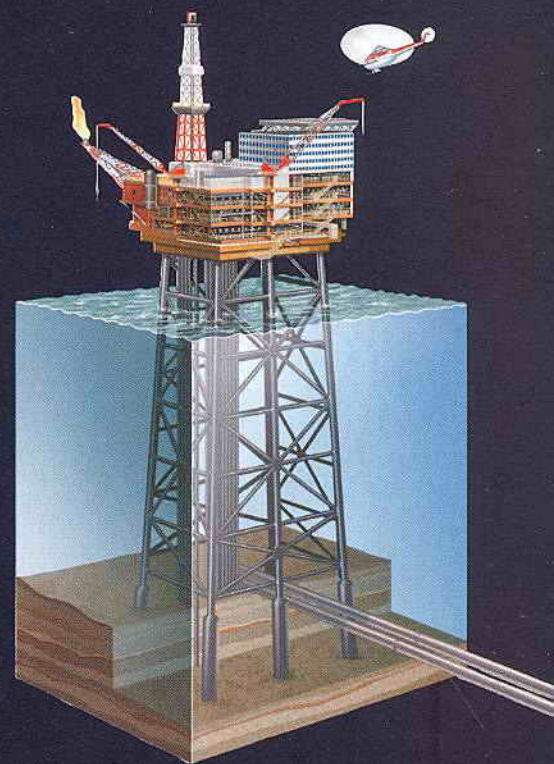






### ВЛИЯНИЕ НЕФТЕДОБЫЧИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Для того чтобы обнаружить места залегания запасов нефти и газа, морское дно зондируют звуковыми волнами. Отраженные сигналы обрабатывают и получают картину геологического строения дна. Эти исследования представляют опасность для обитателей моря. У млекопитающих может нарушиться слух, а рыбы с плавательным пузырем погибают в большом количестве. Воздействие зондирования обычно краткосрочно, но добыча нефти может продолжаться многие годы. Наибольший вред природе наносит сброс токсической смеси детергентов и тяжелых металлов — растворов, применяющихся при бурении.



▲ **Типичная морская нефтедобывающая платформа.** Сотни рабочих живут здесь по несколько недель, выкачивая миллионы баррелей нефти ежедневно. Большинство платформ находятся в эксплуатации по 25 лет.

◀ **Такие нефтяные вышки в Техасе (США)** впервые появились в 1919 г. для добычи нефти из прибрежных зон. Вышки эксплуатируют лишь небольшую часть нефтяных пластов, протянувшихся в сторону глубокого дна Мексиканского залива.

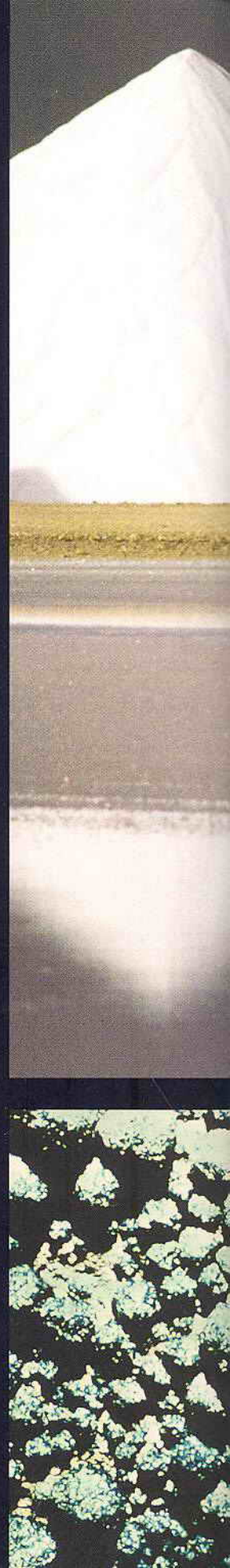


# Поваренная соль и другие минеральные ресурсы

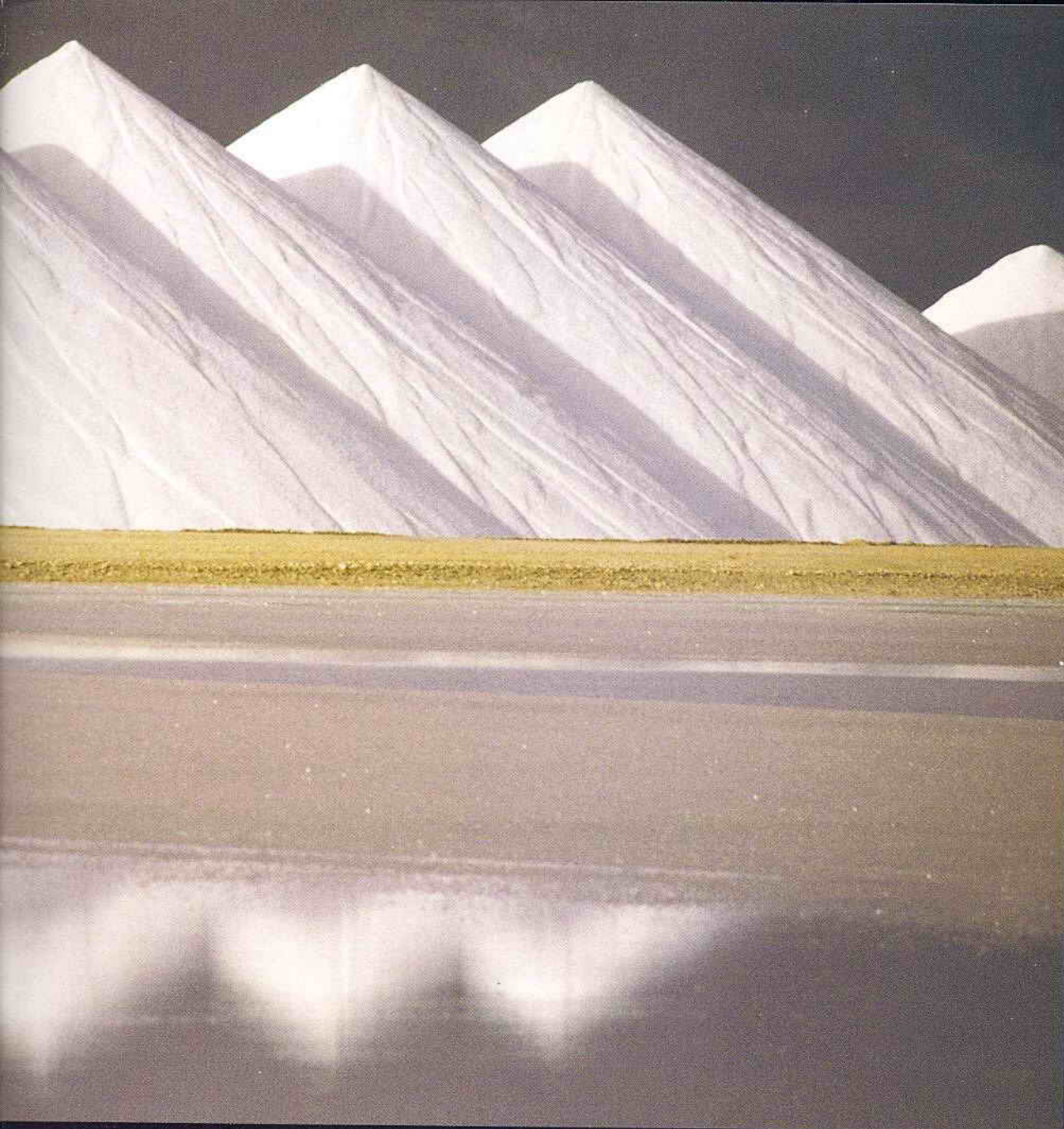
От 3,3 до 3,7% веса морской воды составляют растворенные в ней соли. Люди добывали их тысячи лет. Для этого морскую воду задерживали на отмелях и позволяли ей испариться. На дне оставалась кристаллическая морская соль. Несмотря на то что в наши дни соль получают и из других источников, например из соляных копей, древний способ и сегодня остается основным, хотя он существенно усовершенствован.

Морская вода также является важным источником получения магния, третьего по количеству ее составного элемента (после натрия и калия). Магний служит для изготовления прочных и легких сплавов для самолетостроения и приборостроения. Его получают электролизом концентрированного солевого раствора (рапы). Из морской воды получают около половины мирового производства металлического магния. С морского дна добывают много разнообразных минеральных веществ. Кроме песка и гравия для строительства, это фосфаты, залегающие в мелких водах Флориды, Тихоокеанского побережья Южной Америки и Атлантического побережья Западной Африки. Источником минеральных богатств также являются марганцевые конкреции с глубокого дна океана и глубоководные выходы термальных вод.

▼ Эти древние солевые пруды на средиземноморском острове Гозо разделены низкими перегородками из плоского камня. Морская вода закачивается в водоемы и испаряется в них под воздействием солнечного тепла. Такая технология использовалась на протяжении тысяч лет, снабжая людей одним из самых необходимых продуктов.







◀ **Треть всей поваренной соли** в мире получают из морской воды. До переработки она часто хранится в высоких грудах. Из нее же добывают большое количество химикатов для различных целей. Из концентрированного солевого рассола извлекают магний и другие металлы; соли калия используются как удобрения и химические реагенты; бром применяется в медицине, производстве полимеров и в нефтехимии; из гипса делают строительные материалы.

▼ **Современное производство морской соли** ведется в промышленных масштабах, при этом состав солевого рассола, рапы, контролируется специальными сенсорами, а перекачивают ее мощные автоматические насосы. Регулируя объем воды в выпарных водоемах и последовательно перекачивая рапу в другие емкости, можно разделять основные соли морской воды.



#### **ЖЕЛЕЗО-МАРГАНЦЕВЫЕ КОНКРЕЦИИ**

Марганцевые конкреции (на снимке *слева*) впервые были открыты на дне Тихого океана британским военным судном «Челленджер» в 1874 г. Эти шаровидные образования сейчас обнаружены на абиссальных равнинах по всему Мировому океану. Они богаты железом, марганцем, медью, никелем и кобальтом. Подсчитано, что запасы конкреций только в Тихом океане составляют около 16 трлн т, и при современном уровне использования этого количества хватит человечеству на 2000 лет. Большая глубина залегания конкреций (4000 м от поверхности воды) делает их промышленную разработку экономически невыгодной, но, если запасы этих металлов на суше истощатся, положение изменится.





# Опреснение

Десалинизация, или опреснение, — процесс превращения морской воды в пресную. Он особенно важен в аридных (пустынных) зонах или там, где потребности людей превышают имеющиеся запасы пресной воды. Сегодня опреснение обеспечивает водой многие уголки мира, в том числе Калифорнию и Флориду в США, Аравийский полуостров и Гонконг. Существует несколько способов десалинизации, самый старый из которых — дистилляция (перегонка). Однако этот процесс дорог, поскольку очень энергозатратен. В результате образуется высококонцентрированный солевой раствор, который, попадая в прибрежные воды, способен нанести ущерб окружающей среде. Обратный осмос менее энергозатратен и во многих регионах вытесняет дистилляцию. По сравнению с дистилляцией, кроме снижения угрозы окружающей среде, преимуществом этого метода также является то, что его можно приспособить для индивидуальных потребителей и небольших сообществ.

▼ **Опреснение воды** на основе обратного осмоса происходит на заводах, состоящих из тысяч отдельных установок. Они отфильтровывают соли и загрязнения, пропуская морскую воду через специальные мембранные фильтры. Завод в Тампа-Бей — крупнейший в США. Он обеспечивает 10 % своего региона питьевой водой.

▼ **Заводы по опреснению** строят в прибрежных регионах, где мало или вообще нет запасов речной пресной воды, например у приморских городов в зоне пустынь. Вначале на заводах из воды при помощи биологических фильтров удаляют все организмы. Затем на опреснительных установках из нее удаляются соли.



▼ **Если пресная и соленая вода** разделяются на полупроницаемой мембране, то пресная превращается в соленую (осмос). Под определенным давлением соленая вода прекращает проходить через мембрану (осмотическое равновесие). Более высокое давление выделяет чистую воду из соленой (обратный осмос).



## ОСМОС



## ОСМОТИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ



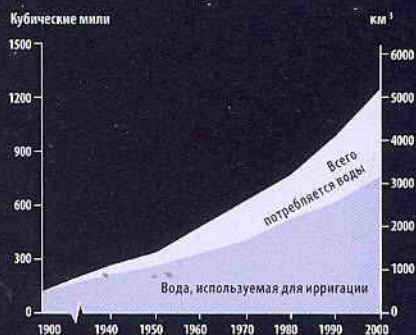
## ОБРАТНЫЙ ОСМОС







#### ПОТРЕБЛЕНИЕ ВОДЫ В XX В.



#### ПЛОЩАДЬ ОРОШАЕМЫХ ЗЕМЕЛЬ В XX В.



#### ПОТРЕБЛЕНИЕ ВОДЫ

С начала XX в., с ростом населения и повышением уровня жизни, потребление воды возросло во много раз. Однако прямое водопотребление — только малая часть глобального расходования воды. 70 % ее применяется для орошения земель, чтобы увеличить урожай и прокормить растущее население.

▲ **Современные опреснительные заводы** должны устанавливать строгий контроль за сбросами соленых сточных вод. Многие заводы, такие как этот на острове Мид (штат Невада, США), сегодня снабжены интенсивными очистными сооружениями, чтобы снизить влияние на окружающую природу.

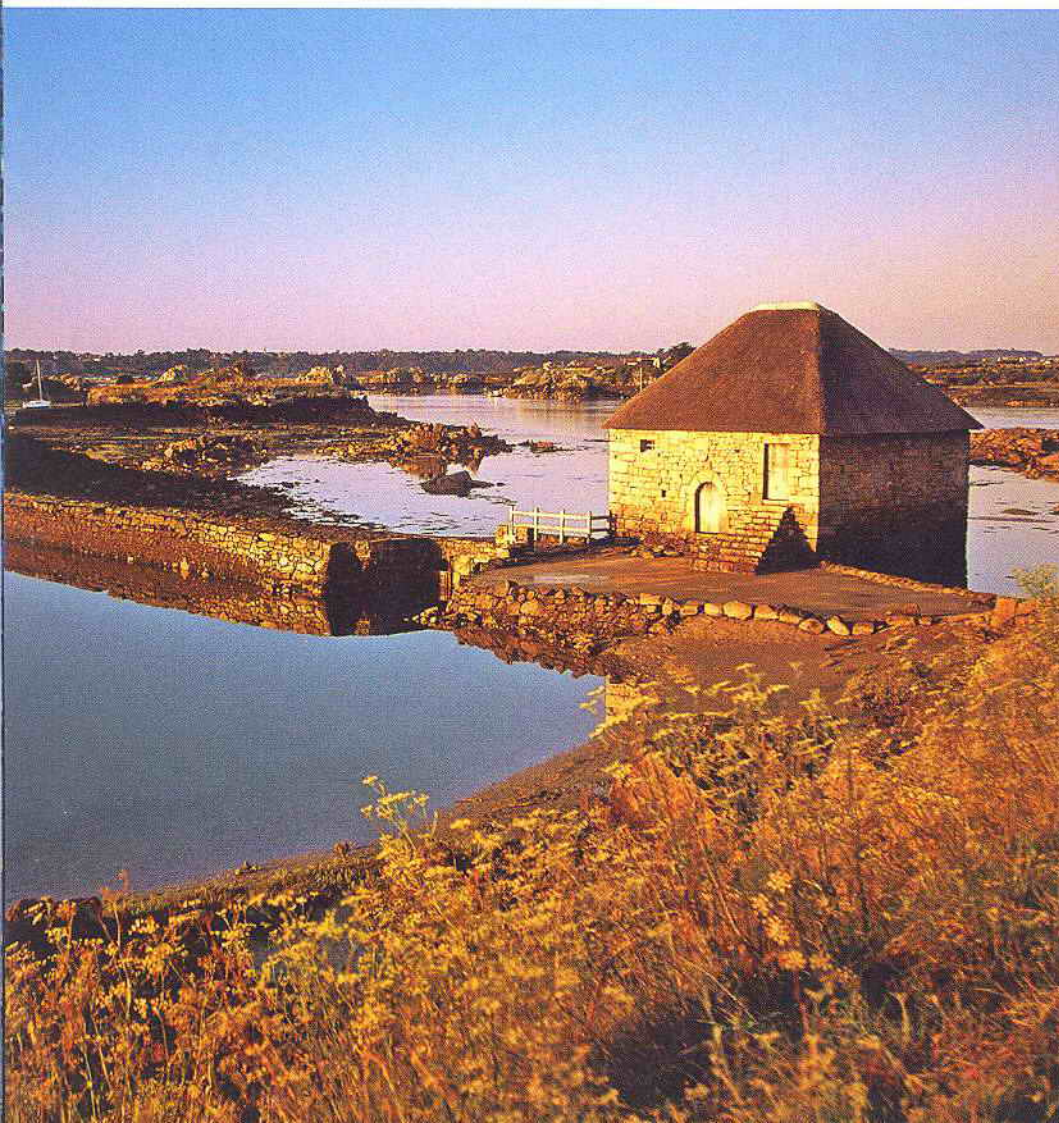
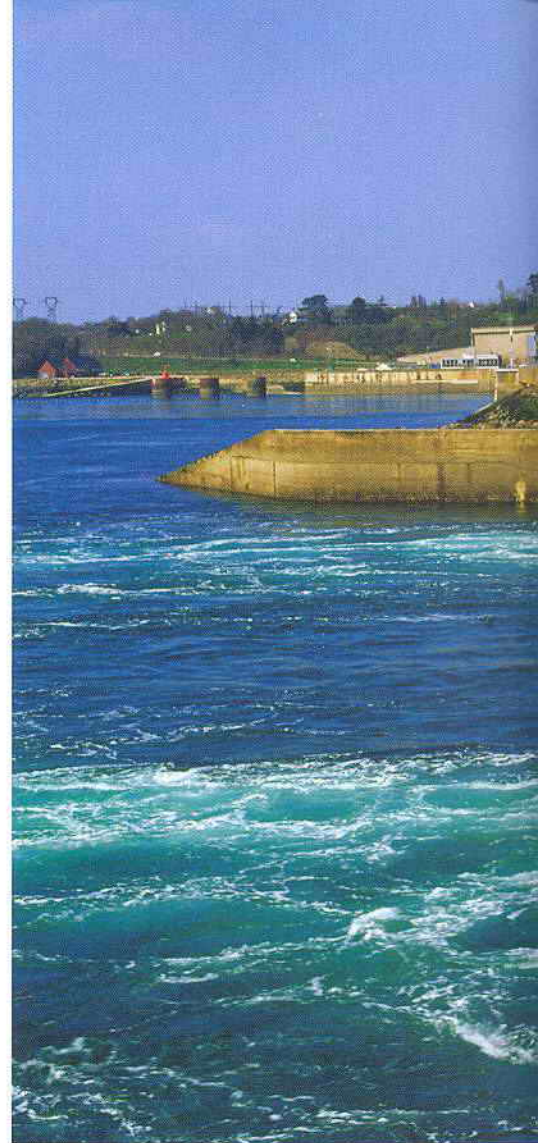


# Энергия приливов

Сила приливов издавна использовалась человеком для привода в действие мельниц, лесопилок и установок для измельчения пороха. В начале XX в. ее стали применять для выработки электричества. Первая приливная электростанция была построена в 1913 г. в эстуарии реки Дии (Англия), а первый крупный завод сконструировали французские инженеры в период 1961—1967 гг. Он располагается в эстуарии реки Рансе, впадающей в залив Сен-Мало (Бретань, Франция). Его плотина снабжена турбинами, способными вращаться в обе стороны, что позволяет получать электричество в любой стадии приливного цикла — от моря, наполняющего водохранилище, и от воды водохранилища во время отлива. На станции работают 24 энергетические установки на 10 000 кВт каждая. Около 1/3 энергии вырабатывается во время стадии отлива, которую легче контролировать. В Канаде приливные электростанции построены в заливе Фанди, они являются крупнейшими в мире. В этом районе высота прилива достигает 15 м. Огромные количества электроэнергии можно получать в удобных местах и при подходящих условиях, но этот вид энергии непостоянен и зависит от времени года.

▼ **Восстановленная приливная мельница** в Бирло (Франция) была построена в период 1634—1637 гг. для помола пшеницы. Сильные приливы на побережье Бретани затопляют водоем-водохранилище площадью 2 га.

► **Плотина приливной электростанции** в Ла-Рансе (Франция) имеет высоту 13,5 м и длину 750 м, образуя водохранилище площадью 22 км<sup>2</sup>. Генераторы вырабатывают до 240 млн Вт энергии.



## УЩЕРБ ПРИРОДЕ

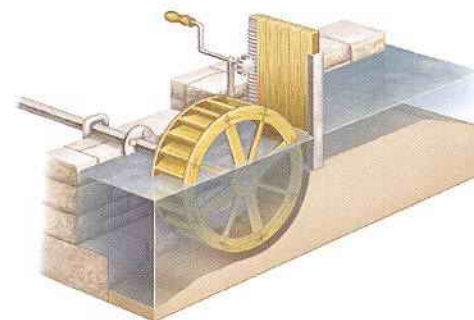
Со строительством приливных электростанций связан значительный ущерб, наносимый экологии. Несмотря на то что каждый участок суши обладает уникальными особенностями, у них есть много и общих черт. Изменение уровня воды и возможное затопление влияют на прибрежную растительность, а также на водные и береговые экосистемы. Качество воды в водохранилище или эстуарии изменяется, так же как и уровень осадочных отложений, что, в свою очередь, оказывает влияние на животных — рыб и птиц, живущих в этой зоне или зависящих от нее. Рыбы, особенно мигрирующие, такие как лосось, морская форель и угри, могут быть повреждены или убиты турбинами, если для них на плотине не построены эффективные рыбопропускные сооружения. Терпят ущерб также речные и морские птицы прилегающей области. Когда их пищевые ресурсы оказываются под угрозой, им приходится мигрировать в более безопасные районы.



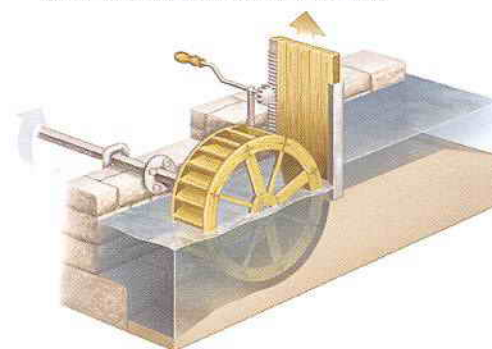


**На мельнице в Элинге (Англия)** во время приливного цикла высокая вода наблюдается дважды. **1.** При первой водохранилище и эстуарий находятся на одном уровне, движения воды нет. Между первым и вторым высокими уровнями морские ворота остаются закрытыми, удерживая воду в водохранилище. **2.** Когда уровень воды начинает понижаться, ворота открывают, но колесо не движется из-за задержки воды. **3.** При дальнейшем понижении уровня воды колесо начинает поворачиваться, и появляется энергия для движения жерновов. **4.** Мельница продолжает работать во время отлива, до тех пор пока либо опустеет водохранилище, либо вернется прилив.

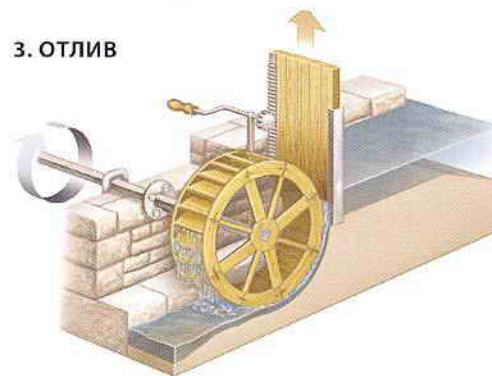
### 1. ПРИЛИВ



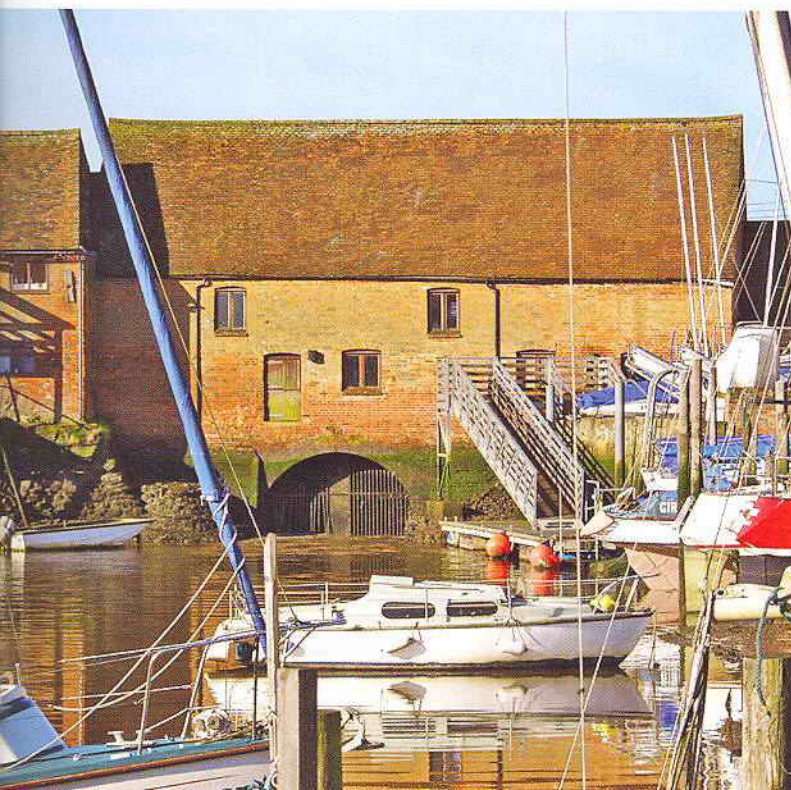
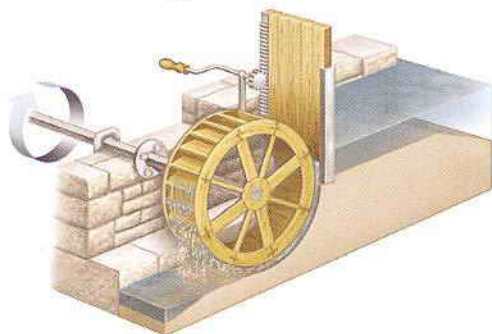
### 2. ЧЕРЕЗ ПОЛТОРА ЧАСА ПОСЛЕ ВТОРОГО ВЫСОКОГО УРОВНЯ



### 3. ОТЛИВ



### 4. НИЗКАЯ ВОДА



**Мельница в Элинге** близ Саутгемптона (Англия) стоит уже более 900 лет. Считается, что она могла быть построена еще во время римского вторжения. Много лет мельница в Элинге работает как коммерческое предприятие, зерно к ней подвозят морем. В 1930-х гг. мельницу забросили. В 1975 г. ее купили, отреставрировали, и она снова работает. При полной загрузке она производит до 4,1 т муки в день.



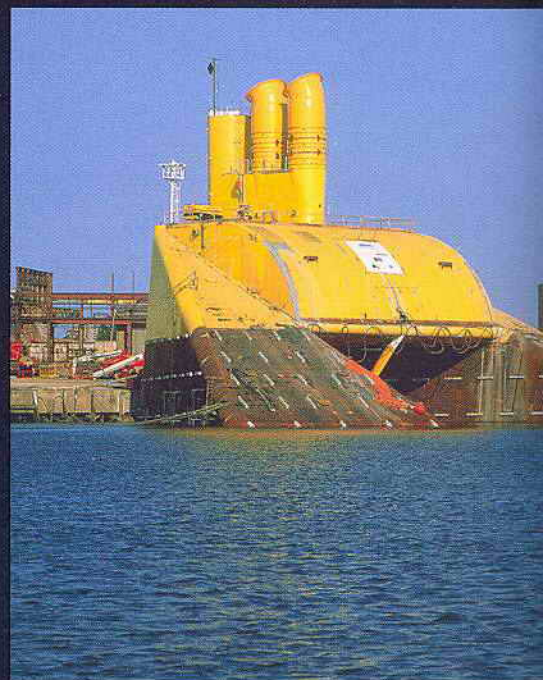
# Энергия ветра и волн

Интерес к получению электроэнергии из возобновляемых природных источников возник в 1970-х гг., после нефтяных кризисов 1975 и 1979 гг., привлечших внимание к ограниченным запасам ископаемого топлива.

Осознание того, что повышение выбросов углекислого газа пагубно влияет на климат Земли, вызвало развитие новых энергетических технологий. Возобновляемые источники энергии сейчас рассматриваются как более приемлемая и долгосрочная альтернатива, чем атомная энергетика. Для получения энергии моря создано немало новых технологий. Это генераторы на основе энергии волн, приливные электростанции, подводные турбины, установки, использующие температурный градиент морской воды, береговые ветровые электростанции. Современные оценки показывают, что с помощью океанов можно выработать более 450 ГВт электроэнергии, а потенциальный максимум превосходит эту цифру в десять раз. Если океан использовать на полную мощность, он может покрыть все энергетические потребности человека, в настоящее время оцениваемые в 3500 ГВт.

▼ **Первая электростанция**, использующая энергию волн, была построена на острове Айлей (Шотландия). Она вырабатывает 500 кВт электроэнергии.

► **Электростанция Оспрей**, пущенная в 1995 г., — крупнейшая в мире коммерческая электростанция, расположенная в море. Она производит 2 МВт электроэнергии.

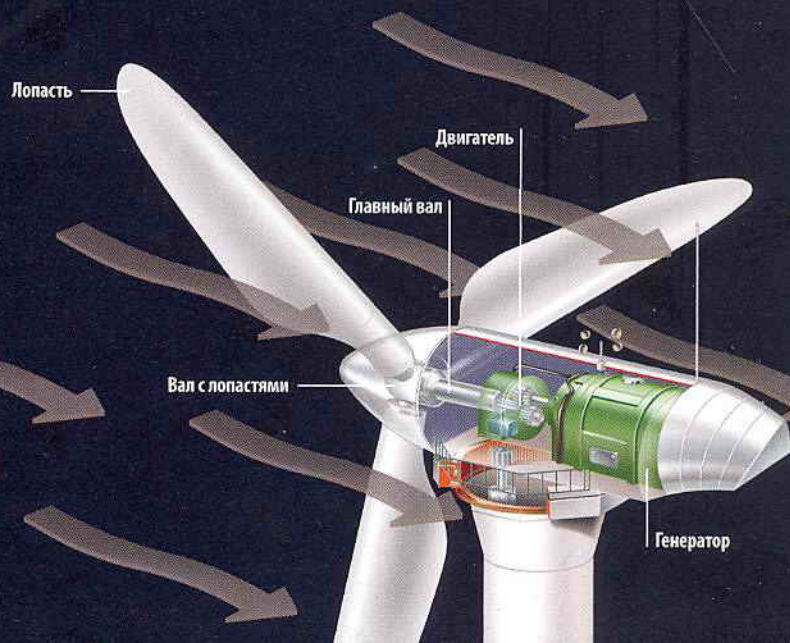






▲ **Море и суша на морском побережье** — самые подходящие места для размещения ветряных электростанций. Здесь ничто не препятствует ветрам, дующим во всех направлениях, и имеется доступ к воде для охлаждения крупных генераторов. По сравнению с ветряной электростанцией, дающей 660 кВт энергии, равная ей по мощности тепловая электростанция, на которой сжигают уголь или мазут, в течение года выбрасывает в атмосферу 998 т углекислого газа, создающего парниковый эффект, 5,5 т сероводорода, вызывающего кислотные дожди, и 3,6 т оксидов азота, одного из главных загрязнителей приземного слоя атмосферы.

► **Верхняя часть ветряной турбины поворачивается** так, чтобы ее лопасти были направлены против потока, заставляющего их вращаться со сравнительно небольшой скоростью. Вал турбины соединен с коробкой передач, которая увеличивает скорость вращения главного вала, соединенного с генератором. Крупные ветряные двигатели используются для местного электроснабжения и могут производить от 50 до 750 кВт энергии.





## Разрушение местообитаний

Наблюдаемая повсеместно утрата морских местообитаний — растущая проблема, которой люди зачастую не замечают и о которой не задумываются. Сокращение вылова во многих районах заставило рыболовные флотилии уйти в открытые районы океана и прилагать все больше усилий и средств для добычи оставшихся рыбных запасов. Траление не только наносит ущерб косякам рыб, но и само по себе повреждает морское дно. Тяжелый трал, протаскиваемый по дну, губит животных, неспособных скрыться, а другие попадают в сеть в виде нежеланного прилова, а позднее погибшие животные просто выбрасываются за борт. Например, Североамериканская креветочная флотилия отбраковывает до 90 % своих уловов. В некоторых районах дно повреждается постоянно, и уже нет надежд на его восстановление. Во время осушения и рекультивации морских эстуариев, солонowodных и мангровых болот для размещения промышленных предприятий и, по иронии судьбы, предприятий аквакультуры разрушаются уникальные морские сообщества, наносится ущерб прибрежным популяциям рыб, уничтожаются важнейшие нерестовые отмели и места нагула молоди. Чтобы сократить утрату местообитаний, предпринимаются некоторые меры по высадке мангровых растений на заброшенных креветочных плантациях, сносятся устаревшие заградительные сооружения, чтобы возобновить доступ морской воды и восстановить солонowodные болота и лиманы.



▲ Устья тралов снабжены тяжелыми цепями, прочесывающими морское дно, чтобы рыбы поднялись и попали в сеть.



◀ Гонконг — один из примеров активно развивающихся экономических районов, где строго ограничено создание жилых массивов. Здесь, согласно плану рекультивации Западного Кулуна, у залива отвоевано 40 га суши.





## РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ

Существует множество крупномасштабных схем рекультивации и осушения земель. Рекультивация большей части земель Нидерландов, завершившаяся созданием Зюдерзее, — наиболее известная и крупнейшая среди них. Однако и в Нидерландах, и в других частях мира, нуждающихся в эффективной защите берегов, необходимо постоянно увеличивать уровни дамб, что требует перестройки управления береговыми территориями.

▲ **Аварии на морских нефтяных платформах** наносят ущерб не только участкам, на которых они базируются. Нефть и другие химические реагенты разливаются в море, загрязняя значительные участки, окружающие обломки платформ.

## ПОВРЕЖДЕННЫЕ МЕСТООБИТАНИЯ

Тип местообитания	Угроза	Подсчитанный ущерб
Дно шельфовых морей	Траловое рыболовство	3,6 трлн км <sup>2</sup> в год
Травяные заросли на дне морей	Рекультивация земель	15 % травяных зарослей утрачено за период 1993—2003 гг.
Холодноводные кораллы	Траловое рыболовство	В Северо-Восточной Атлантике уничтожается 4 т в день
Тепловодные кораллы	Обесцвечивание, строительные взрывы, траление	95 % всех рифов демонстрируют разные степени повреждения; 30 % известных рифов серьезно повреждены в 2003 г., по оценкам, к 2030 г. будут повреждены до 60 % рифов
Мангровые леса	Аквакультура, развитие прибрежных территорий	Всего 50 % мангровых лесов мира не были повреждены к 2000 г. По оценкам, потеряно 2—8 %, а к 2040 г. будет уничтожено 95 %
Заболоченные территории умеренных поясов	Рекультивация земель	50 % площади утрачено с 1900 г. По оценкам, 31 % солончаковых болот и 37 % прибрежных лагун исчезнут к 2050 г.



## Влияние человека на эстуарии

Эстуарии, из-за уникального сочетания географических факторов, издавна служили местами поселения людей. Многие расположены на прибрежных равнинах, удобных для расширения поселений, реки предоставляют возможность транспортировки в глубь суши, а близость моря дает выходы для дальних торговых маршрутов. Именно благодаря сочетанию этих факторов эстуарии в XIX и начале XX в. превратились в важнейшие индустриальные центры. Уголь, металлическая руда, а позднее нефть стали важнейшим сырьем, поддерживающим развитие тяжелой промышленности в этих регионах. Кроме того, до введения мер по контролю за загрязнением эстуарии служили удобными местами для сброса промышленных отходов. В XX в. и в наши дни индустриализация эстуариев продолжается, чему будет способствовать строительство электростанций.



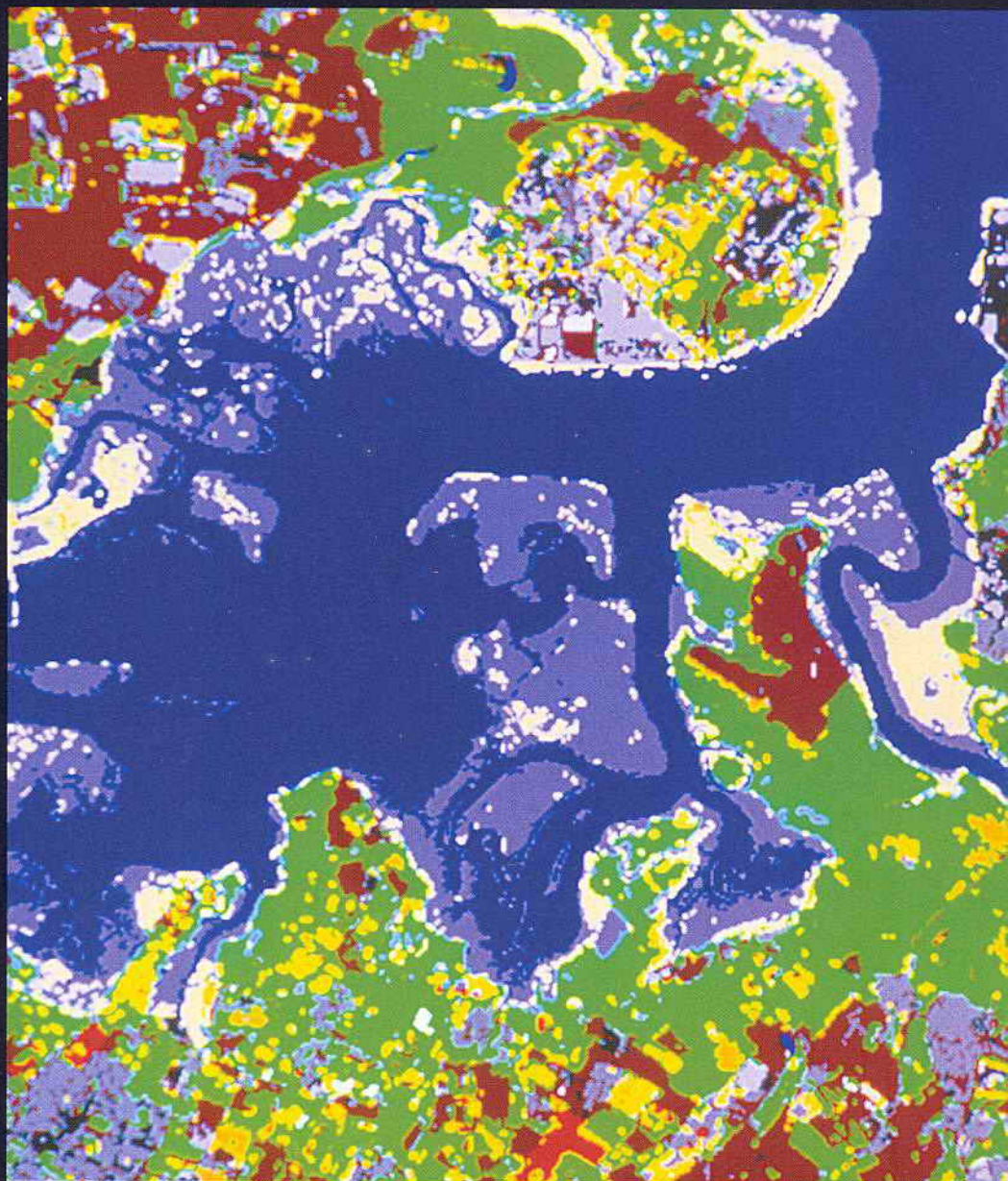


► **Использование земель вокруг эстуария Мидуэй** (Великобритания): река (темно-синий); солоноводное болото и затопляемая приливная зона (синий); пастбище (зеленый); пахотная земля (коричневый); пляжи или заиленные берега (желтый); низкая плотность населения (серый); высокая плотность населения (черный).

◀ **Реакторы атомных электростанций** сравнительно малоэффективны: около 60 % тепловой энергии сбрасывается в эстуарии морей, создавая высокое тепловое загрязнение.

◀ **Тяжелая промышленность** в эстуарных зонах значительно снижает качество и воды, и воздуха.

▼ **Горячая вода** действует не менее разрушительно на живые организмы, чем токсичные химикаты, сбрасываемые в море. Нагревание прерывает жизненные циклы многих морских организмов.



## САМООЧИЩЕНИЕ

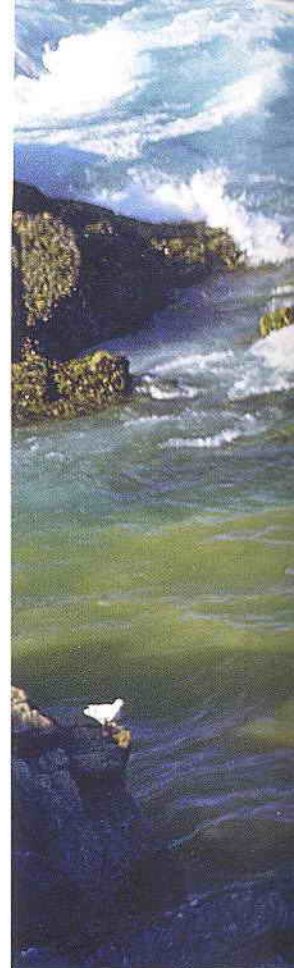
Человеческая деятельность, требующая все больших земельных площадей, привела к тому, что эстуарии стали наиболее загрязненными морскими местообитаниями. Однако эстуарии, как и другие водные объекты, обладают способностью к восстановлению. Взвеси, принесенные реками, абсорбируют из воды многие вредные субстанции, в особенности металлы. Многие загрязняющие агенты удаляются из толщи воды, оседая со взвесью на дно в виде тонкого ила. Бактерии также помогают связать металлы в осадках. Другие бактерии разлагают органические вещества, в том числе некоторые отходы нефтехимии. Растения эстуариев извлекают из сточных вод азот и другие вещества, а также некоторые металлы.



## Загрязнение берегов

Загрязнение можно определить как негативное влияние на природные системы веществ, материалов и нежелательного тепла — продуктов человеческой деятельности. Необъятные просторы океанов долго скрывали растущие проблемы, вызванные использованием морей как места захоронения отходов. Однако загрязнение стало более заметным не только из-за обрывков пластика, в которых запутываются животные. Морю угрожают и менее очевидные проблемы, такие как химическое отравление участников морских пищевых цепочек. В прибрежных водах существуют два основных источника загрязнения. Большая часть вредных веществ, поступающих с берега, это поверхностный сток. Второй источник — сброшенные в море отходы. Для борьбы с этой проблемой различные организации во всем мире выдвигали многочисленные инициативы, и им даже удалось добиться некоторых успехов. Региональная морская программа по очищению Средиземного моря начала свою работу в 1975 г., и сегодня оно уже не является самым грязным на планете.

▼ **Птицы, покрытые нефтью,** — один из самых трагических образов, связанных с ее разливами. Нырющие птицы особенно уязвимы, потому что нефть склеивает их оперение, не позволяя добывать пищу. Лишь немногие пострадавшие морские птицы оказываются выброшенными на берег живыми, большая их часть погибает в море.



### ▲ **Широкое распространение**

пластмасс стало характерной чертой современного мира, но за наши удобства приходится расплачиваться природе. Пластиковые упаковки, рыболовные сети и тросы не разлагаются в течение многих лет. Морские животные нередко запутываются в них и гибнут.

### ► **Каждый год огромное количество**

пластиковых пакетов, тросов, стекла и металла выбрасывается в море. Некоторая часть мусора разрушается волнами, но основное его количество не разлагается биологическим путем и загрязняет морскую среду десятилетиями лет.







### РАЗЛИВЫ НЕФТИ

Сырая нефть — одно из самых широко распространенных загрязняющих веществ морской среды. При разливах нефти, ее переработке, авариях танкеров, разрывах нефтепроводов и при авариях на нефтедобывающих платформах нефть попадает в море. Случаются и природные проникновения нефти в море из естественных подводных источников. Воздействие всех этих факторов разрушительно для природы. Морские птицы и млекопитающие медленно погибают от голода, перегрева или переохлаждения, от отравления содержащимися в нефти химическими реагентами. Рыба и другие морские обитатели отравляются ее токсическими компонентами, растворимыми в воде. Животные побережий гибнут, покрытые мазутом. В прошлом для очистки берегов применяли специальные моющие вещества и горячий пар, но оказалось, что это наносит берегу еще больший вред. Сырая нефть в большинстве случаев подвергается биологическому разложению, поэтому обычно ее просто собирают и удаляют с побережья. Ведутся эксперименты по применению бактерий, питающихся нефтью и тем самым ускоряющих ее естественное разрушение.



▲ **Загрязнение берега** отбросами делает прибрежные воды опасными для купания и занятий спортом. Большое количество питательных веществ в сточных водах может также вызывать вредоносные вспышки развития одноклеточных водорослей.

► **При работах по очистке берегов** после крупных разливов нефти применяют насосы, собирая по трубам липкую смесь песка, нефти и морской воды. Нефтяные пятна не только дурно пахнут, но часто содержат легкие компоненты, вызывающие головную боль у людей уже после нескольких минут работы.





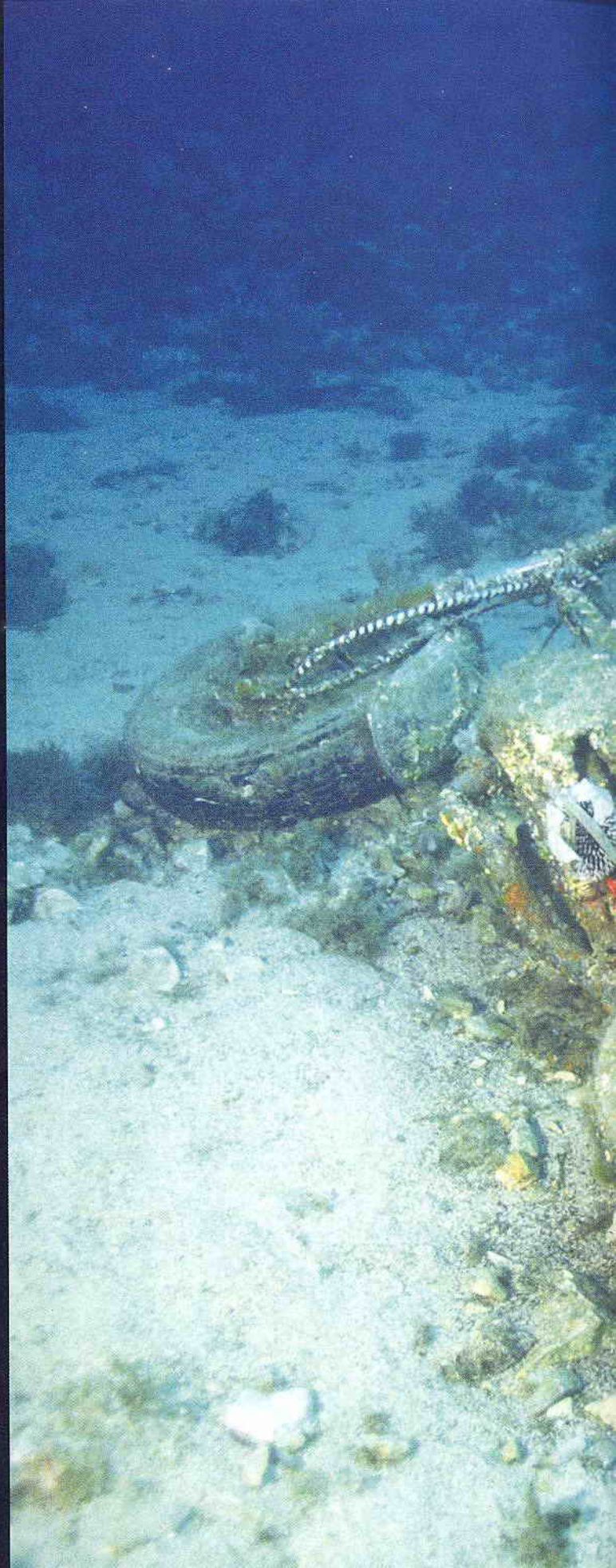
## Сброс отходов в океаны

Сброс отходов в моря и океаны основан на заблуждении, что их необъятные просторы снизят концентрацию любого ядовитого вещества до исчезающе малых уровней. И хотя современная наука доказала, что любые чуждые водной среде субстанции отрицательно влияют на морские сообщества, мы все еще плохо понимаем, каким образом водные глубины отреагируют на захоронение больших количеств отходов. У побережья близ Нью-Йорка был проведен так называемый «эксперимент 106-й мили», результаты которого свидетельствуют о том, что глубоководная экосистема изменилась под действием сточных вод и их воздействие распространилось далеко за пределы места сброса. В прошлом глубокое море использовали для захоронения больших количеств устаревших боеприпасов, запрещенных химических веществ и радиоактивных отходов из гражданских и военных источников, в том числе устаревших атомных подводных лодок.

► Для разрушения стальных деталей этого мотоцикла понадобится 50 лет, алюминиевый двигатель растворится не менее чем через 200 лет. Бензин и масла нанесут ущерб животным, а некоторые химикаты проникнут в пищевые цепочки.

►► Фрагменты пластика лежат на дне Средиземного моря, нанося ущерб морским экосистемам. Потребуется столетия для того, чтобы они полностью разрушились.

▼ Стеклоная бутылка стала домом для тропической креветки-богомолы. Стекло не разлагается биологическим путем и очень устойчиво в морской воде. Теоретически оно может оставаться в неизменном виде неограниченное время. Оно затеряется в окружающей среде, только если разобьется.





► **Международная конвенция** по предотвращению загрязнения с судов соединила два закона, принятые в 1973 и 1978 гг., и с тех пор регулярно обновляется. Ее основные положения касаются проблем, связанных со сбросом нефти, и других типов загрязнений.

#### ОГРАНИЧЕНИЯ СБРОСА ЗАГРЯЗНЕНИЙ

Сбрасываемый материал	Расстояние от берега (морские мили)
Обработанный мусор	3
Обработанные сточные воды	4
Некоторые токсичные жидкие вещества *	12
Необработанный мусор	12
Необработанные сточные воды	12
Нефтяные отходы**	50

\* Запрещено в Черном и Балтийском морях.

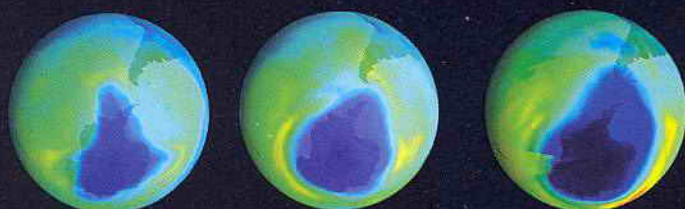
\*\* Запрещено в Средиземном, Балтийском, Красном, Черном морях и Персидском заливе.





# Глобальное потепление

Наша планета обладает природным механизмом температурного контроля, который иногда называют феноменом Геи — богини Земли в древнегреческой мифологии. Функционирование этой системы зависит от равновесия основных атмосферных газов. Наиболее важные среди них — парниковые газы, названные так потому, что они действуют подобно стеклу парника, препятствуя отражению солнечной радиации обратно в космос. Инфракрасное излучение согревает атмосферу и океаны, и это тепло защищает планету от превращения в ледяную пустыню. Некоторые из таких газов образуются естественным путем — водяные пары, углекислый газ, озон, метан и закись азота — и вызывают парниковый естественный эффект. Примерно треть солнечной радиации, достигающей Земли, отражается обратно в космос, часть поглощается атмосферой, но большая часть распространяется по поверхности суши и океанов. Однако человечество усиливает парниковый эффект, во все больших объемах сжигая ископаемое топливо. В то же время крупные лесные массивы, в том числе дождевые леса, помогающие связывать углекислый газ атмосферы, уничтожаются, что еще более усугубляет проблему.



1985

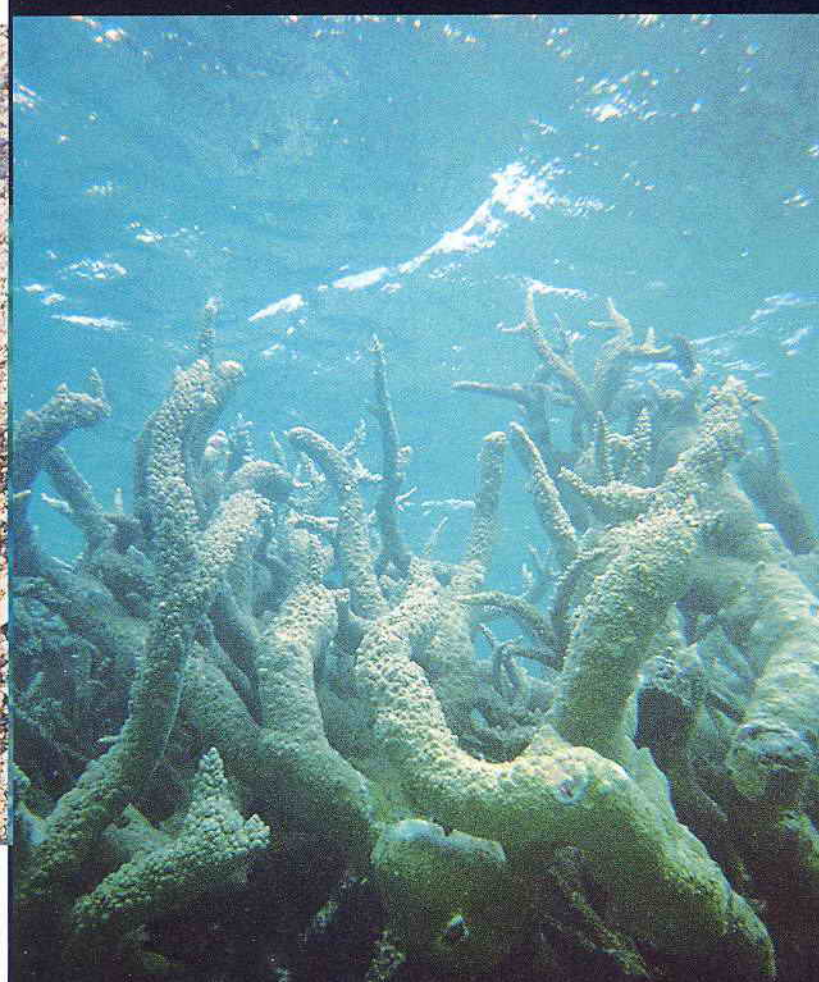
1990

2000

◀ **Озоновый слой** задерживает смертоносную ультрафиолетовую радиацию. С 1985 г. ученые ведут измерения расширяющейся озоновой дыры в атмосфере над Антарктидой.

◀ **Для роста** рифообразующих кораллов нужна теплая вода, но слишком высокие ее температуры, возникающие вследствие глобального потепления, могут стать причиной обесцвечивания кораллов. Но они не погибают, а становятся хрупкими и теряют симбиотические водоросли, придающие им яркую окраску.

► **Наблюдения** показывают, что уровень Мирового океана поднимается в среднем на 20 см за столетие. Цифра может показаться незначительной, но для низко лежащих коралловых атоллов, таких как атолл Арно (Маршалловы о-ва), это поднятие станет катастрофическим.







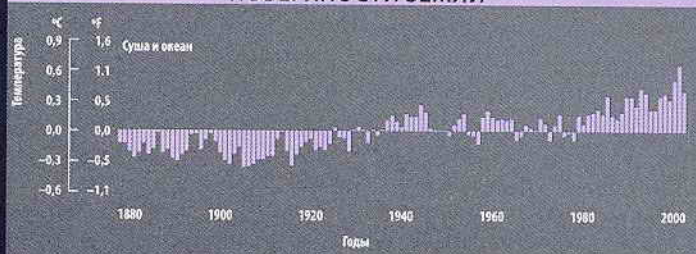
▲ Согласно некоторым прогнозам последствий глобального потепления, уровень моря поднимется за счет таяния полярных ледяных шапок. Однако между полюсами есть различие. В Арктике гренландский ледяной щит растает по краям, но увеличение снегопада в Антарктиде сбалансирует процесс таяния.



#### ГЛОБАЛЬНОЕ ИЗМЕНЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА

С конца XIX столетия средняя глобальная температура повысилась на 0,3—0,6 °C, а за последние 40 лет на 0,2—0,3 °C. Последние годы были самыми теплыми после 1860 г. Потепление влияет как на поверхность моря, так и на сушу. Необходимо также отметить, что оно наблюдается неравномерно по всей планете. Текущее потепление наиболее сильно проявляется между 40° и 70° широты, хотя в некоторых регионах, таких как северная часть Атлантического океана, оно в последние десятилетия снизилось.

#### АНОМАЛИИ СРЕДНЕЙ ГОДОВОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ





## Охрана и восстановление

С ростом наших знаний о негативном воздействии человеческой деятельности на окружающую среду повышается и количество предлагаемых мер по сохранению ресурсов природы и устранению нанесенного ей ущерба. Наиболее очевидным инструментом защиты океана представляется его охрана. Она может осуществляться многими путями и на различных уровнях — от местного до международного и от сохранения отдельных популяций конкретного вида животных или растений до охраны целостных экосистем. Международное соглашение по охране Антарктиды требует широкомасштабных охранных мер, но разрешает исследовательскую деятельность и туризм. Превентивные меры, такие как строгий контроль за рыболовством и загрязнением, создание морских заповедников, должны постоянно совершенствоваться. Там, где уже нанесен заметный ущерб, предпринимаются такие меры, как восстановление местообитаний. Например, в водоемы в Юго-Восточной Азии, прежде использовавшиеся для разведения креветок, высажены мангровые растения, а в Европе перестроены береговые дамбы, чтобы воссоздать солоноводные болота. Также благодаря восстановительным программам уже спасены некоторые исчезающие виды животных, от устриц до морских черепах.

▼ Для восстановления местных популяций морских черепах их разводят в больших количествах в искусственных условиях. Различные схемы в сочетании с охраной песчаных пляжей, куда черепахи выходят для откладки яиц, помогут сохранить этих древних морских животных.

► Деятельность по восстановлению природы нельзя ограничить только запретительными мерами. Экологический туризм, например дайвинг (см. фото) у берегов острова Молокини (Гавайские о-ва), является способом получать прибыль, не нанося вред природным ресурсам.

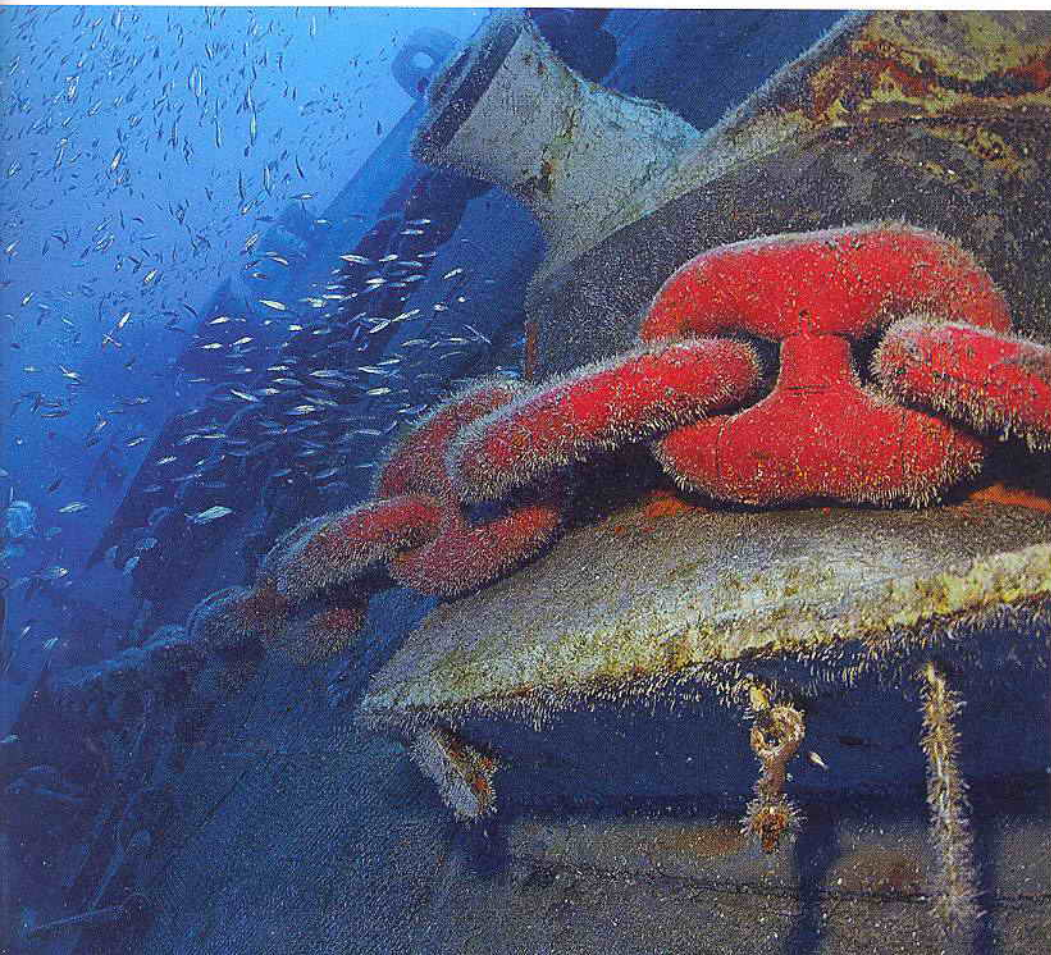


◀ Большой Барьерный риф охраняется как объект Всемирного природного наследия ЮНЕСКО с 1975 г. Руководство заповедника на коралловых рифах предъявляет к пользователям ряд требований, чтобы отдых не угрожал существованию и жизнеспособности рифовых сообществ.

► Искусственные рифы — прекрасная среда для рыб, моллюсков и ракообразных. Здесь они защищены от траления, а дно не разрушается вследствие деятельности человека. Они могут образоваться на естественных подводных скалах, затопленных судах и даже самолетах.







▲ **Галапагосские острова** занимают почетное место в истории науки. Именно их уникальные сообщества животных вдохновляли Чарлза Дарвина в его изысканиях и открытиях. Галапагосский архипелаг, объявленный объектом Всемирного природного наследия, является национальным парком Эквадора, здесь расположена Исследовательская станция им. Чарлза Дарвина.

#### ИСКУССТВЕННЫЕ РИФЫ

Создание искусственных рифов путем затопления старых судов стало обычной мировой практикой. Они повышают уловы прибрежных рыб, увеличивают морское биологическое разнообразие и защищают дно морей. В 2004 г. при затоплении списанного фрегата «Сцилла» у юго-западного побережья Англии образовался огромный искусственный риф. Этот затопленный корабль не только служит новым местообитанием для морских животных, но и используется аквалангистами для безопасных погружений. Перед затоплением корабля были приняты необходимые меры. Все вредные материалы — удалены, особое внимание при этом отводилось снятию токсичной краски, защищавшей судно от обрастания ракушками. Выступающие части снесли, люки и двери закрепили в открытом или задренном состоянии, оставив дополнительные проходы для аквалангистов.



## Будущее океанов

Несмотря на то что жизнь лишь определенной части населения Земли напрямую связана с океаном, всех нас волнует состояние этого крупнейшего компонента планеты. Колыбель жизни, океаны также контролируют погоду, снабжают нас пищей и минеральным сырьем, заключают в себе недостаточно пока изученные биологические ресурсы для получения лекарственных средств. Океаны предоставляют нам широчайшие возможности для отдыха. Но сегодня мы достигли критической точки, и решения о регулировании нашей деятельности по использованию океанов будут иметь долговременные последствия, скажутся на качестве жизни будущих поколений. Глобальное потепление вызывает изменение погодных условий и океанских течений, смягчающих климат во многих частях мира. Повышение уровня моря, вызванное таянием полярных льдов, уже довольно скоро может оказать влияние на жизнь прибрежных сообществ. Однако эффективный контроль над выбросами парниковых газов, объемами вылова рыб и сбросом отходов поможет нам сохранить жизнеспособность планеты.

▼ **Осуществление мониторинга** за отдельными животными, например морскими звездами (на снимке), и их популяциями поможет сохранить среду их обитания — океаны. Раннее предупреждение о возникающих проблемах необходимо, чтобы избежать невосполнимого ущерба.







## КОМУ ПРИНАДЛЕЖАТ ОКЕАНЫ?

Люди всегда относились к океанам как к бесплатному и неограниченному ресурсу. Однако необходимость снижения вредного влияния человеческой деятельности потребовала от нас создания юридических норм и оформления прав собственности. Начиная с 1960-х гг., согласно международному морскому праву, некоторым странам был предоставлен исключительный контроль над водами в трехмильной зоне от их береговой линии. Однако природа морей требует более глубокого подхода. В 1960 г. состоялась Конференция ООН по морскому праву, разработавшая специальную Международную конвенцию, на основании которой отныне осуществляется управление океанами, их богатствами и ресурсами, при соблюдении коллективной ответственности государств.

◀ **Морские черепахи** путешествуют в океанах уже более 200 млн лет. Однако за последние 300 лет их количество резко сократилось. Некоторые виды этих животных перестали существовать, другие близки к исчезновению. Деятельность человека оказывает сильнейшее влияние на морские экосистемы, напрямую (охота, рыболовство) или косвенно, уничтожая местообитания гидробионтов или загрязняя океаны.



# Справочный раздел





# Справочный раздел

Названия океанов и морей	Площадь (км²)	Средняя глубина (м)	Наибольшая глубина (м)	Длина (км)	Ширина (км)	Объем (км³)
Планета Земля				Окружность экватора	Окружность полярного круга	
Планета Земля	510 000 000	—	—	40 077	39 942	—
Континенты (29% площади Земли)	148 940 000	—	—	—	—	—
Мировой океан (70,8% площади Земли)	361 060 000	3790	11 034	—	—	1 370 740 000
Три главных океанских бассейна						
Тихий океан, включая окраинные моря и тихоокеанский сектор Южного океана	179 680 000	4030	11 034	16 264	до 18 000	723 840 000
Атлантический океан, включая окраинные моря (Черное, Средиземное, Карибское и т. п.), Северный Ледовитый океан и атлантический сектор Южного океана	106 460 000	3330	8380	21 500	до 7900	354 900 000
Индийский океан, включая окраинные моря и индоокеанский сектор Южного океана	74 920 000	3890	7455	10 220	до 10 200	292 000 000
Океаны						
Тихий океан, включая окраинные моря	169 852 000	4001	11 034	13 900	до 18 000	679 614 000
Атлантический океан, включая окраинные моря	86 915 000	3605	8605	14 120	до 7900	313 352 500
Индийский океан, включая окраинные моря	69 876 000	3854	7455	9400	до 10 200	269 302 000
Южный океан, включая окраинные моря	20 327 000	4500	7235	до 21 500	400—2700	91 471 500
Северный Ледовитый океан, включая окраинные моря	14 090 000	1430	5625	до 5000	до 3200	17 000 000

## ОКЕАНЫ И ИХ ПОДРАЙОНЫ

Границы океанов и морей, специальный выпуск 23, 4-е издание, июнь 2002 г. Издано Международным гидрографическим бюро Международной гидрографической организации (МГО)

МГО	Названия океанов и морей	Площадь (км²)	Средняя глубина (м)	Наибольшая глубина (м)	Длина (км)	Ширина (км)	Объем (км³)
Северная Атлантика и ее подрайоны							
1	Северная Атлантика	—	—	8605	7460	7900	—
1.1	Пролив Скагеррак	33 600	400	600	240	130—145	13 440
1.2	Северное море	575 200	94	660	1000	150—600	54 069
1.3	Моря у западного побережья Шотландии	12 000	25	81	280	70—100	300
1.4	Ирландское море	100 000	38	175	210	240	3800
1.5	Бристольский пролив	3000	11	30	150	5—40	33
1.6	Кельтское море	160 000	55	72	400	400	8800
1.7	Ла-Манш	89 900	83	120	400	31—180	7192
1.7.1	Па-де-Кале	2450	14	55	70	30—40	34
1.8	Бискайский залив	223 000	2400	4735	510	550	535 200
1.9	Гвинейский залив	840 000	3900	5000	700	1200	3 276 000
1.10	Карибское море	2 718 200	2647	7686	2700	600—1400	7 195 075
1.11	Мексиканский залив	1 592 800	1486	3787	1770	1287	2 366 901
1.12	Флоридский пролив	125 000	350	500	500	250	43 750
1.13	Залив Фанди	9300	100	200	151	52	930
1.14	Залив Святого Лаврентия	162 000	60	200	450	420	9720
1.15	Лабрадорское море	575 000	2000	3800	до 1400	до 820	1 150 000



МГО	Названия океанов и морей	Площадь (км <sup>2</sup> )	Средняя глубина (м)	Наибольшая глубина (м)	Длина (км)	Ширина (км)	Объем (км <sup>3</sup> )
<b>Балтийское море и его подрайоны (Северная Атлантика)</b>							
2	Балтийское море	422 200	55	421	1280	40—540	23 221
2.1	Центральная Балтика	120 000	50	200	600	300	6000
2.2	Ботнический залив	117 000	60	295	725	80—240	7020
2.2.1	Ботническое море	49 500	75	200	330	88—220	3713
2.2.2	Ботническая бухта	24 000	75	200	400	15—125	1800
2.3	Финский залив	30 000	26	115	400	19—130	780
2.4	Зундское море	65 000	25	50	300	220	1625
2.5	Рижский залив	18 000	40	44	175	40—120	720
2.6	Пролив Эресунн (Зунд)	1000	40	50	110	5—14	40
2.7	Пролив Большой Бельт	1200	26	50	75	15—20	31
2.8	Пролив Малый Бельт	1110	26	50	60	15—40	29
2.9	Пролив Каттегат	24 485	26	50	220	60—142	663
<b>Средиземное море и его подрайоны (Северная Атлантика)</b>							
3.1	Средиземное море	2 510 000	1429	5150	4000	800	3 586 790
3.1.1	Средиземное море, Западная котловина	850 000	—	3658	2000	800	—
3.1.1.1	Пролив Гибралтар	750	365	950	58	13	274
3.1.1.2	Альборанское море	48 000	600	1180	400	80—200	28 800
3.1.1.3	Балеарское море	320 000	750	1520	800	200—700	240 000
3.1.1.4	Лигурийское море	35 000	1300	2850	250	170	45 500
3.1.1.5	Тирренское море	120 000	2900	3626	760	97—483	348 000
3.1.2	Средиземное море, Восточная котловина	1 660 000	—	5150	2000	800	—
3.1.2.1	Адриатическое море	135 250	444	1324	800	160	60 051
3.1.2.2	Сицилийский пролив	50 000	100	600	500	150	5000
3.1.2.3	Ионическое море	270 000	3900	4900	600	200—600	1 053 000
3.1.2.4	Эгейское море	214 000	600	3543	611	399	128 400
3.2	Мраморное море	11 474	494	1355	280	80	5668
3.3	Черное море	508 000	1240	2245	1175	260	629 920
3.4	Азовское море	37 555	7	13	340	135	263
<b>Южная Атлантика и ее подрайоны</b>							
4	Южная Атлантика	—	—	8428	6660	до 7800	—
4.1	Залив Ла-Плата	33 000	6	21	300	15—200	198
4.2	Море Скоша	900 000	4500	8428	1400	800	3 150 000
4.3	Пролив Дрейка	800 000	3400	4800	800	1000	2 720 000
<b>Индийский океан и его подрайоны</b>							
5	Индийский океан	69 876 000	3854	7455	9400	10 200	269 303 104
5.1	Мозамбикский пролив	1 120 000	2600	3000	1600	400—950	2912 000
5.2	Суэцкий залив	10 500	25	90	290	24—56	263
5.3	Акабский залив	3840	800	1850	160	19—27	3072
5.4	Красное море	438	491	3040	1930	305	215 058
5.5	Аденский залив	530 000	1500	5360	1480	480	795 000
5.6	Персидский залив	233 000	35	100	989	56—338	8155



МГО	Названия океанов и морей	Площадь (км <sup>2</sup> )	Средняя глубина (м)	Наибольшая глубина (м)	Длина (км)	Ширина (км)	Объем (км <sup>3</sup> )
Индийский океан и его подрайоны (продолжение)							
5.7	Оризский пролив	12 000	65	900	160	55—95	780
5.8	Оманский залив	170 000	1200	3000	560	320	204 000
5.9	Аравийское море	3 862 000	2734	5000	2000	2200	10 558 708
5.10	Лакшадвипское море	750 000	2400	4500	1 500	1000	1 800 000
5.11	Манарский залив	30 400	1000	1800	160	130—275	30 400
5.12	Полкский залив и пролив	14 960	30	90	136	64—137	449
5.13	Бенгальский залив	2 173 000	2600	4694	1700	1600	5 649 800
5.14	Андаманское море	797 700	870	3777	1200	645	693 999
5.15	Тиморское море	615 000	140	3300	980	700	86 100
5.15.1	Залив Жозеф-Бонапарт	50 000	60	100	160	360	3000
5.16	Арафурское море	650 000	70	3660	1000	700	45 500
5.16.1	Карпентарский залив	310 000	50	70	875	200—650	15 500
5.17	Австралийский залив	950 000	2200	4500	2800	1000	2 090 000
Южно-Китайское море и моря Восточно-Индийского архипелага (Тихий океан)							
6	Южно-Китайское море и моря Восточно-Индийского архипелага (Тихий океан)	—	—	—	—	—	—
6.1	Южно-Китайское море	2 319 000	1652	5016	1970	1400	3 830 988
6.2	Тонкинский залив	120 000	75	70	500	250	9000
6.3	Таиландский залив	320 000	45	100	725	500—600	14 400
6.4	Натунское море	350 000	45	100	900	100—650	15 750
6.5	Малаккский пролив	65 000	27	200	800	65—249	1755
6.6	Сингапурский пролив	2600	40	50	105	16—30	104
6.7	Зондский пролив	11 500	40	50	165	26—110	460
6.8	Яванское море	433 000	46	210	1450	420	19 918
6.9	Макассарский пролив	210 000	800	2000	800	130—370	168 000
6.10	Балийское море	41 000	60	550	500	120	2460
6.11	Море Флорес	240 000	2100	5140	700	180—600	504 000
6.12	Пролив Сумба	16 800	100	750	210	60—100	1680
6.13	Море Саву	105 000	2700	3470	650	250	283 500
6.14	Море Ару	80 000	2000	3500	500	130—170	160 000
6.15	Море Банда	470 000	4500	7440	1050	380—550	2 115 000
6.16	Залив Боне	33 000	2000	3000	300	60—170	66 000
6.17	Керамское море	81 000	2200	3500	580	110—200	178 200
6.18	Залив Берау	11 000	70	100	220	20—70	770
6.19	Хальмахерское море	74 000	7500	1000	300	300	55 500
6.20	Молуккское море	200 000	2800	4810	600	250—430	560 000
6.21	Залив Томини	60 000	1200	1500	420	100—205	72 000
6.22	Целебесское море	280 000	4200	6220	675	837	1 176 000
6.23	Море Сулу	260 000	3500	5600	790	603	910 000
Северная часть Тихого океана и ее подрайоны							
7	Северная часть Тихого океана	—	—	11 034	7240	18 000	—
7.1	Филиппинское море	4 600 000	6000	10 539	3000	2000	27 600 000
7.2	Тайваньский пролив	55 000	60	70	460	160—280	3300



МГО	Названия океанов и морей	Площадь (км <sup>2</sup> )	Средняя глубина (м)	Наибольшая глубина (м)	Длина (км)	Ширина (км)	Объем (км <sup>3</sup> )
<b>Северная часть Тихого океана и ее подрайоны (продолжение)</b>							
7.3	Восточно-Китайское море	735 800	175	2717	1100	700	128 765
7.4	Желтое море	466 200	40	103	960	700	18 648
7.4.1	Залив Бохай	80 000	82	164	217	120—320	2000
7.4.2	Залив Ляодун	21 000	25	50	180	120	525
7.5	Внутреннее Японское море	22 000	37	60	375	10—175	4650
7.6.1	Татарский пролив	62 000	75	1000	500	125	4650
7.7	Охотское море	1 589 700	838	3658	1700	1300	1 332 169
7.8	Берингово море	2 291 900	1547	4773	2397	1593	3 545 569
7.9	Берингов пролив	76 000	40	50	380	100—300	3040
7.10	Аляскинский залив	1 533 000	2500	5000	2000	400	3 832 500
7.11	Прибрежные воды юго-востока Аляски и Британской Колумбии	36 000	3000	3800	1500	160	108 000
7.12	Калифорнийский залив	153 000	1200	3050	1200	320	183 600
7.13	Панамский залив	22 200	75	100	160	185	1665
<b>Южная часть Тихого океана и ее подрайоны</b>							
8	Южная часть Тихого океана	—	—	10 882	6660	18 000	—
8.1	Море Бисмарка	503 000	2000	2500	800	400	1 006 000
8.2	Соломоново море	720 000	4500	9140	1000	800	3 240 000
8.3	Коралловое море	4 790 000	2400	7661	2250	2414	11 496 000
8.3.1	Пролив Торреса	27 000	75	100	210	130	2025
8.3.2	Большой Барьерный риф (прибрежные воды)	250 000	60	100	1750	50—300	15 000
8.3.3	Залив Папуа	38 000	65	100	150	360	2470
8.4	Тасманово море	4 000 000	2750	5200	2000	2250	11 000 000
8.4.1	Бассов пролив	75 000	60	80	360	240	4500
<b>Северный Ледовитый океан и его подрайоны</b>							
9	Северный Ледовитый океан	14 090 000	1430	5625	5000	3200	20 148 700
9.1	Восточно-Сибирское море	936 000	100	155	1250	800	93 600
9.2	Море Лаптевых	649 800	578	2980	850	800	375 584
9.3	Карское море	880 000	127	620	1500	900	111 760
9.4	Баренцево море	1 405 000	229	600	1300	1050	321 745
9.5	Белое море	95 000	60	340	420	400	5700
9.6	Гренландское море	915 000	1450	4800	1300	1000	1 326 750
9.7	Норвежское море	850 000	1600	3970	1400	1100	1 360 000
9.8	Исландское море	290 000	1128	3000	650	450	327 120
9.9	Пролив Дависа	300 000	450	1500	650	322—644	135 000
9.10	Гудзонов пролив	96 000	500	942	800	65—240	48 000
9.11	Гудзонов залив	1 232 300	128	183	950	950	157 734
9.12	Залив Баффина	689 000	1900	2100	1450	110—650	1 309 100
9.13	Море Линкольна	150 000	750	2863	400	380	112 500
9.14	Море Бофорта	476 000	1004	4682	1100	650	477 904
9.15	Чукотское море	582 000	77	2200	900	700	44 814



МГО	Названия океанов и морей	Площадь (км <sup>2</sup> )	Средняя глубина (м)	Наибольшая глубина (м)	Длина (км)	Ширина (км)	Объем (км <sup>3</sup> )
<b>Южный океан и его подрайоны</b>							
10	Южный океан	20 327 000	4500	7235	21 500	400—2700	91 471 500
10.1	Море Уэдделла	2 800 000	4000	5000	До 2000	До 2000	11 200 000
10.2	Море Лазарева	480 000	3500	4000	800	600	1 680 000
10.3	Море Рисер-Ларсена	675 000	3800	4000	900	650	2 565 000
10.4	Море Космонавтов	1 000 000	4300	5000	1000	1000	4 300 000
10.5	Море Содружества	1 000 000	2900	4000	1000	1000	2 900 000
10.6	Море Дэвиса	900 000	2000	3000	1000	900	1 800 000
10.6.1	Залив Трешникова	90 000	2000	3000	450	До 240	180 000
10.7	Море Моусона	250 000	2000	3000	500	500	50 000
10.8	Море Дюмон-Дюрвиля	480 000	1800	4000	800	600	864 000
10.9	Море Сомова	260 000	2000	2000	650	400	520 000
10.10	Море Росса	960 000	200	800	1100	1000	192 000
10.10.1	Пролив Мак-Мердо	10 000	1000	1000	148	74	10 000
10.11	Море Амундсена	770 000	2000	3000	1100	700	1 540 000
10.12	Море Беллинсгаузена	450 000	2000	3000	700	650	900 000
10.13	Пролив Дрейка	800 000	3400	4800	800	1000	2 720 000
10.14	Пролив Брансфилда	68 000	350	500	400	170	23 800
<b>Изолированные моря (солёные озера)</b>							
—	Каспийское море	394 299	180	946	1200	170—450	70 974
—	Аральское море	33 800	16	68	428	284	541
—	Мертвое море	1020	96	399	78	15	97
—	Солтонское море	344	9	16	48	16	8
—	Галилейское море	166	24	48	21	11	4
<b>Площади крупнейших морей, заливов и проливов</b>							
8.3	Коралловое море	4 790 000	2400	7661	2250	2424	11 496 000
7.1	Филиппинское море	4 600 000	6000	10 539	3000	2000	27 600 000
8.4	Тасманово море	4 000 000	2750	5200	2000	2250	11 000 000
5.9	Аравийское море	3 862 000	2734	5000	2000	2200	10 558 708
—	Саргассово море	3 750 000	5000	6402	3000	1600	18 750 000
10.1	Море Уэдделла	2 800 000	4000	5000	2000	До 2000	11 200 000
1.10	Карибское море	2 718 200	2647	7686	2700	600—1400	7 195 075
3.1	Средиземное море	2 510 000	129	5150	4000	800	3 586 790
6.1	Южно-Китайское море	2 319 000	1652	5016	1970	1400	3 830 988
7.8	Берингово море	2 291 900	1547	4773	2397	1593	3 545 569
5.13	Бенгальский залив	2 173 000	2600	4694	1700	1600	5 545 569
1.11	Мексиканский залив	1 592 800	1486	3787	1770	1287	2 366 901
7.7	Охотское море	1 589 700	838	3658	До 1700	До 1300	1 332 169
7.10	Аляскинский залив	1 533 000	2500	5000	2000	До 400	3 832 500
9.4	Баренцево море	1 404 000	229	600	1300	1050	321 745
9.11	Гудзонов залив	1 232 300	128	183	950	950	157 734
5.1	Мозамбикский пролив	1 120 000	2600	3000	1600	400—950	2 912 000
10.4	Море Космонавтов	1 000 000	4300	5000	1000	1000	4 300 000
10.5	Море Содружества	1 000 000	2900	40 000	1000	1000	2 900 000



МГО	Названия океанов и морей	Площадь (км <sup>2</sup> )	Средняя глубина (м)	Наибольшая глубина (м)	Длина (км)	Ширина (км)	Объем (км <sup>3</sup> )
Площади крупнейших морей, заливов и проливов (продолжение)							
—	Японское море	978 000	1752	3742	2800	900	1 713 456
10.10	Море Росса	960 000	200	800	1100	1000	192 000
5.17	Австралийский залив	950 000	2200	4500	2800	1000	2 900 000
9.1	Восточно-Сибирское море	936 000	100	155	1250	800	93 600
9.6	Гренландское море	915 000	1450	4800	1300	1000	1 326 750
4.2	Море Скоша	900 000	3500	8428	1400	800	3 150 000
10.6	Море Дэвиса	900 000	2000	3000	1000	900	1 800 000
9.3	Карское море	880 000	127	620	1500	900	111 760
9.7	Норвежское море	850 000	1600	3970	1400	1100	1 360 000
1.9	Гвинейский залив	840 000	3900	5000	700	1200	3 276 000
10.13 + 4.3	Пролив Дрейка	800 000	3400	4800	800	1000	2 720 000
5.14	Андаманское море	797 700	870	3777	1200	645	693 999
10.11	Море Амундсена	770 000	2000	3000	1100	700	1 540 000
5.14	Лакшадвипское море	750 000	2400	4500	1500	1000	1 800 000
7.3	Восточно-Китайское море	735 800	175	2717	1100	700	128 765
8.2	Соломоново море	720 000	4500	9140	1000	800	3 240 000
9.12	Залив Баффина	689 000	1900	2100	1450	110—650	1 309 100
10.3	Море Рисер-Ларсена	675 000	3800	4000	900	650	2 565 000
5.16	Арафурское море	650 000	70	3660	1000	700	45 500
9.2	Море Лаптевых	649 800	578	850	800	375 584	
5.15	Тиморское море	615 000	140	3300	980	700	86 100
9.16	Чукотское море	582 000	77	2200	900	700	44 814
1.2	Северное море	575 200	94	660	1000	150—600	54 069
1.15	Лабрадорское море	575 000	2000	3800	До 1400	До 820	1 150 000
5.5	Аденский залив	530 000	1500	5360	1480	480	795 000
3.3	Черное море	508 000	1240	2245	1175	260	629 920
8.1	Море Бисмарка	503 000	2000	2500	800	400	1 006 000
10.2	Море Лазарева	480 000	3500	4000	800	600	1 680 000
10.8	Море Дюмон-Дюрвиля	480 000	1800	4000	800	600	864 000
9.15	Море Бофорта	476 000	1004	4682	1100	650	477 904
6.15	Море Банда		4500	7440	1050	380—550	2 115 000
7.4	Желтое море	466 200	40	103	960	700	18 648
10.12	Море Беллинсгаузена	450 000	2000	3000	700	650	900 000
5.4	Красное море	438 000	491	3040	1930	305	215 058
6.8	Яванское море	433 000	46	210	1450	420	19 918
2	Балтийское море	422 200	55	421	1280	40—540	23 221



## МОРСКИЕ ПАРКИ И ЗАПОВЕДНИКИ

Категории Международного союза охраны природы (IUCN)

Категория Ia	Природный заповедник: строго охраняемая территория, используемая только в интересах науки
Категория Ib	Зона дикой природы: строго охраняемая территория, используемая только для защиты дикой природы
Категория II	Национальный парк: охраняемая территория, предназначенная в основном для защиты экосистем и отдыха
Категория III	Памятник природы: охраняемая территория, предназначенная в основном для сохранения специфических природных объектов
Категория IV	Зона охраны местообитаний определенных видов: охраняемая территория, предназначенная для сохранения некоторых видов с вмешательством человека
Категория V	Охраняемый ландшафт/морской участок: охраняемая территория или акватория, предназначенная для сохранения и отдыха (в перечень данной книги не вошли)
Категория VI	Охраняемая территория, предназначенная в основном для рационального использования экосистем (в перечень данной книги не вошли)

## ПРИМЕЧАНИЯ

## ДОЛГОТА И ШИРОТА

Положительные значения долгот = восток

Отрицательные значения долгот = запад

Положительные значения широт = север

Отрицательные значения широт = юг

Название	Назначение	Море	Долгота	Широта
<b>Морские охраняемые природные участки категории Ia Международного союза охраны природы в России</b>				
Айновы острова	Участок Кандалакшского ГПЗ	Баренцево	69° 30'	31° 30'
Архипелаг Семь Островов	Участок Кандалакшского ГПЗ	Баренцево	68° 30'	36° 00'
Северный архипелаг, остров Великий, Порья губа	Участок Кандалакшского ГПЗ	Белое	67° 00'	32° 30'
Западная и северная часть Печорской губы	Участок Ненецкого ГПЗ	Печорское (Баренцево)	68° 30'	54° 00'
Остров Долгий	Участок Ненецкого ГПЗ	Печорское (Баренцево)	69° 00'	59° 00'
Западная часть авандельты р. Волги	Участок Астраханского биосферного заповедника	Каспийское	46° 00'	47° 30'
Северная часть Кизлярского залива	Участок ГПЗ «Дагестанский»	Каспийское	44° 00'	47° 00'
Острова восточной части Карского моря	Участки Большого Арктического ГПЗ	Карское	77° 30'	90° 00'
Восточная часть побережья п-ва Таймыр	Охранная зона Таймырского биосферного заповедника	Лаптевых	76° 00'	114° 00'
Западная часть авандельты р. Лены	Охранная зона ГПЗ «Усть-Ленский»	Лаптевых	74° 00'	124° 00'
Остров Врангеля	ГПЗ «Остров Врангеля»	Восточно-Сибирское / Чукотское	72° 00'	180° 00'
Мыс Говена	Участок Корякского ГПЗ	Берингово	59° 30'	166° 00'
Командорские острова	Биосферный заповедник «Командорский»	Берингово	55° 00'	167° 30'
Северная часть прибрежной зоны Кроноцкого залива	Участок Кроноцкого биосферного заповедника	Тихий океан	54° 00'	162° 00'
Ямские острова	Охранная зона ГПЗ «Магаданский»	Охотское	59° 00'	155° 30'
Прибрежная зона полуострова Кони	Охранная зона ГПЗ «Магаданский»	Охотское	58° 30'	151° 30'
Морская зона ГПЗ Джугджурский	Участок ГПЗ Джугджурский	Охотское	56° 30'	137° 30'
Морская зона Сихотэ-Алиньского заповедника	Участок Сихотэ-Алиньского биосферного заповедника	Японское	45° 00'	136° 30'
Дальневосточный государственный морской заповедник	Биосферный заповедник	Японское	42° 40'	132° 00'

## ПРИМЕЧАНИЕ

Практически все эти территории являются морскими участками или морскими буферными (охраняемыми) зонами государственных природных заповедников (ГПЗ). Исключение составляет Дальневосточный морской государственный биосферный заповедник, большая часть которого представляет морскую акваторию.



Название	Назначение	Страна	Долгота	Широта
<b>Природные заповедники. Категория Ia Международного союза охраны природы</b>				
Мыс Родни — Окакари-Пойнт	Морской заповедник	Новая Зеландия	174.79475	-36.26488
Остров Картье	Морской заповедник	Австралия	123.55522	-12.53078
Кайос-Мискитос	Морской заповедник	Никарагуа	-82.81026	14.39545
Дуэса-Квебе	Морской природный заповедник	ЮАР	28.87245	-32.26708
Рифы Элизабет-Миддлтон	Национальный морской природный заповедник	Австралия	159.075	-29.7
Острова Хэрд и Макдоналд	Морской заповедник	Острова Хэрд и Макдоналд	73.34232	-52.34843
Хлулека	Морской заповедник	ЮАР	29.32397	-31.81069
Капити	Морской заповедник	Новая Зеландия	174.94992	-40.85648
Острова Кермадек	Морской заповедник	Новая Зеландия	178.5	-30.333
Залив Лонг-Окура	Морской заповедник	Новая Зеландия	174.28	-36.67141
Остров Лонг-Кокомохуа	Морской заповедник	Новая Зеландия	174.28	-41.12
Остров Мэйджор (Тухуа)	Морской заповедник	Новая Зеландия	176.25	-37.27
Риф Мермэйд	Национальный морской природный заповедник	Австралия	119.625	-17.09167
Мкамбати	Морской заповедник	ЮАР	30.00114	-31.28687
Моту-Манава — о. Поллен	Морской заповедник	Новая Зеландия	174.67894	-36.86813
Пиопиотаи (пролив Милфорд)	Морской заповедник	Новая Зеландия	167.89318	-44.63278
Похату	Морской заповедник	Новая Зеландия	173.02197	-43.87811
Острова Пур-Найтс	Морской заповедник	Новая Зеландия	174.73	-35.471
Залив Шарк	Морской парк	Австралия	147.31226	-25.8
Тасманийские подводные горы	Морской заповедник	Австралия	147.31226	-44.39363
Те-Анджманджи	Морской заповедник	Новая Зеландия	176.85047	-40.1587
Пролив Те-Аваату	Морской заповедник	Новая Зеландия	166.94956	-45.29701
Те-Тапуваэ — О'Ронгокако	Морской заповедник	Новая Зеландия	178.204	-38.606
Остров Тонга	Морской заповедник	Новая Зеландия	173.07021	-40.88108
Уэстхэйвен — Те-Таитапу	Морской заповедник	Новая Зеландия	172.53259	-40.61738
<b>Природный заповедник. Категория Ib Международного союза охраны природы</b>				
Лампи	Морской национальный парк	Мьянма	98.10634	10.63511
<b>Морские парки. Категория II Международного союза охраны природы</b>				
Аброльос	Морской национальный парк	Бразилия	-38.66116	-17.92351
Амбодилаитри-Масоала	Морской парк	Мадагаскар	50.17556	-15.99678
Арагусуку — Джима-Маибуши	Морской парк	Япония	124	24.5
Ава-Ошима	Морской парк	Япония	134.6667	33.66667
Залив Тернай	Морской национальный парк	Сейшельские о-ва	55.37426	-4.63846
Залив Блади — Джексон-Пойнт	Морской парк	Каймановы о-ва	80.0745	19.68889
Боуз-Блафф — Рам-Пойнт	Морской парк	Каймановы о-ва	-81.26767	19.37249
Остров Чамбе — Корал-Парк	Морской заповедник	Объединенная Республика Танзания	39.17486	-6.27774
Кьюриэз	Морской национальный парк	Сейшельские о-ва	55.72895	-4.29157
Риф Даймонд	Морской парк	О-ва Антигуа и Барбуда	-61.86178	17.19565
Залив Дик-Сессингерс — Бич-Пойнт	Морской парк	Каймановы острова	-79.86315	19.68453
Фернанду-ди-Норинья	Морской национальный парк	Бразилия	-32.40322	-3.86214
Фолкстон	Морской заповедник	Барбадос	-59.64	13.13
Фукуэ	Морской парк	Япония	129	32.5
Национальный парк Гарриг-Гунак-Барлу	Морской парк	Австралия	132.18	-11.34



Название	Назначение	Страна	Долгота	Широта
Морские парки. Категория II Международного союза охраны природы (продолжение)				
Дженкай	Морской парк	Япония	130	33.5
Гошикигахана	Морской парк	Япония	135	35.66667
Большой Австралийский залив	Морской парк	Австралия	131.13495	-31.56669
Залив Кутч	Морской национальный парк	Индия	69.61281	22.45967
Залив Маннар	Морской национальный парк	Индия	78.72723	9.10104
Хамасака	Морской парк	Япония	134.5	35.5
Холл-Чан	Морской парк	Белиз	-87.99946	17.87116
Ифахо	Морской парк	Мадагаскар	50.35025	-15.78074
Ики-Тсумагашима	Морской парк	Япония	129.5	33.5
Остров Эспозиссон	Морской национальный парк	Гондурас	-97.68306	13.33306
Острова Кисне	Морской национальный парк	Гондурас	-84	17.42303
Залив Дженнифер — Дип-Уэлл	Морской парк	Каймановы о-ва	-79.78736	19.71108
Казари-Ханто — Хигаши-Кайган	Морской парк	Япония	129.5	28.5
Кашиниши	Морской парк	Япония	133.5	33
Катсуура	Морской национальный парк	Япония	140.3333	35.16667
Кисите	Морской национальный парк	Кения	39.36247	-4.714
Малинди	Морской парк	Кения	40.14334	-3.25561
Мананара-Нор	Морской парк	Мадагаскар	49.84698	-16.3243
Остров Мазиви	Морской заповедник	Объединенная Республика Танзания	39.0763	-5.50171
Мохели	Морской парк	Коморские о-ва	43.76667	-12.16667
Момбаса	Морской национальный парк	Кения	39.76151	-3.98634
Залив Монтего	Морской парк	Ямайка	-77.95751	18.47488
Нингалоо	Морской парк	Австралия	113.83153	-22.53249
Нингалоо (воды Содружества)	Морской парк	Австралия	113.63858	-22.89348
Норт-Уэст-Пойнт	Морской парк	Каймановы о-ва	-81.40827	19.3672
Нукунону	Морской заповедник	Токелау	-171.81666	-9.11667
Олд-Педжент-Бич — Сэнд-Кэй-Апартментс	Морской парк	Каймановы о-ва	-81.3897	19.29772
Риф Паластер	Морской национальный парк	Антигуа и Барбуда	-61.74716	17.51948
Порт-Лаунэй	Морской национальный парк	Сейшельские о-ва	55.39013	-4.65148
Залив Престон — Мэйн-Ченнел	Морской парк	Каймановы о-ва	-80.08978	19.65594
Пулау-Аур	Морской парк	Малайзия	104.52	2.42667
Пулау-Бесар	Морской парк	Малайзия	103.97833	2.44167
Пулау-Чебе	Морской парк	Малайзия	104.10833	2.93333
Пулау-Экор-Тебу	Морской парк	Малайзия	103.03111	5.73194
Пулау-Гоал	Морской парк	Малайзия	103.97	2.53667
Пулау-Харимау	Морской парк	Малайзия	103.94333	2.55833
Пулау-Худжунг	Морской парк	Малайзия	103.95333	2.49167
Пулау-Джахат	Морской парк	Малайзия	104.178	2.70522
Пулау-Кака	Морской парк	Малайзия	100.04083	6.07278
Пулау-Капас	Морской парк	Малайзия	103.26667	5.22083
Пулау-Кураман	Морской парк	Малайзия	115.12917	5.22333
Пулау-Лабас	Морской парк	Малайзия	104.088	2.87752
Пулау-Ланг-Танга	Морской парк	Малайзия	102.9	5.67972



Название	Назначение	Страна	Долгота	Широта
<b>Морские парки. Категория II Международного союза охраны природы (продолжение)</b>				
Пулау-Лембу	Морской парк	Малайзия	100.0588806	6.07278
Пулау-Лима	Морской парк	Малайзия	103.06167	5.75667
Пулау-Менсирип	Морской парк	Малайзия	103.95167	2.55111
Пулау-Ментингги	Морской парк	Малайзия	104.13833	2.31444
Пулау-Нийре	Морской парк	Малайзия	103.66667	4.84472
Пулау-Пайяр	Морской парк	Малайзия	100.04083	6.06333
Пулау-Пемангил	Морской парк	Малайзия	104.32667	2.57389
Пулау-Перхентиан-Бесар	Морской парк	Малайзия	102.75833	5.9
Пулау-Перхентиан-Кесил	Морской парк	Малайзия	102.725	5.91
Пулау-Пинанг	Морской парк	Малайзия	103.00167	5.74083
Пулау-Рауа	Морской парк	Малайзия	103.9775	2.52
Пулау-Реданг	Морской парк	Малайзия	103.01183	5.7846
Пулау-Русукан-Бесар	Морской парк	Малайзия	115.13667	5.18833
Пулау-Русукан-Кесил	Морской парк	Малайзия	115.14333	5.20278
Пулау-Сегантанг	Морской парк	Малайзия	99.92694	6.04333
Пулау-Сембиланг	Морской парк	Малайзия	103.89167	2.68778
Пулау-Сепой	Морской парк	Малайзия	104.064	2.90319
Пулау-Сибу	Морской парк	Малайзия	104.0725	2.21417
Пулау-Сибу-Худжунг	Морской парк	Малайзия	104.06667	2.23333
Пулау-Шри-Буат	Морской парк	Малайзия	103.91167	2.69472
Пулау-Сусу-Дара	Морской парк	Малайзия	102.675	5.96083
Пулау-Тенга	Морской парк	Малайзия	103.9625	2.47694
Пулау-Тенггол	Морской парк	Малайзия	103.66667	4.80667
Пулау-Тингги	Морской парк	Малайзия	104.16667	2.25
Пулау-Тиоман	Морской парк	Малайзия	104.16667	2.76667
Пулау-Токонг-Бахара	Морской парк	Малайзия	104.128	2.71261
Пулау-Тулай	Морской парк	Малайзия	104.10056	2.90278
Атолл Санганеб	Морской национальный парк	Судан	37.417	19.75
Скоттс-Анкоридж — залив Уайт	Морской парк	Каймановы о-ва	-79.87941	19.69695
Силуэт-Марин	Морской национальный парк	Сейшельские о-ва	55.23057	-4.487837
Бухта Спаниш — Ресорт-Джетти	Морской парк	Каймановы о-ва	-81.39604	19.3951
Сен-Анн	Морской национальный парк	Сейшельские о-ва	55.501125	-4.62099
Стеллваген-Бэекс	Морской заповедник	США	-70.317	41.417
Тамполо	Морской парк	Мадагаскар	49.96889	-15.76052
Виктория-Хаус — остров Трежер	Морской парк	Каймановы о-ва	-81.38926	19.33573
Вандур	Морской национальный парк	Индия	92.65685	11.57063
Ватаму	Морской национальный парк	Кения	40.07272	-3.33414
Уилсонс-Промотори	Морской резерват	Австралия	146.243	-39.08889
<b>Природный заповедник. Категория III Международного союза охраны природы</b>				
Рэк-оф-зе-Рон	Морской парк	Виргинские о-ва (Брит.)	-64.55311	18.36863
<b>Морские резерваты (охраняемые природные участки). Категория IV Международного союза охраны природы</b>				
Рифы Анс-Кастанет	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.083	13.867
Искусственные рифы Анс-Кошон	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.05	13.92597



Название	Назначение	Страна	Долгота	Широта
<b>Морские резерваты (охраняемые природные участки). Категория IV Международного союза охраны природы (продолжение)</b>				
Рифы Анс-Галет — Анс-Кошон	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.05	13.92597
Риф Анс-Ливронь	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.067	13.8
Риф Анс-Мамин	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.083	13.867
Мангровая зона Анс-Ройнт — Сабле-Ман-Кот	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.933	13.733
Бакалар-Чико	Морской резерват	Белиз	-87.87447	18.13391
Бodega	Морской резерват	США	-123.06667	38.31667
Мангровая зона Буаз-д'Оранж	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.95	14.067
Риф Букку	Морской парк	Тринидад и Тобаго	-60.83385	11.17602
Рифы Сизар-Пойнт и Матурин-Пойнт	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.95	13.717
Кэйрнс	Морской парк	Австралия	145.58895	-15.821
Мыс Д'Агилар	Морской резерват	Гонконг	114.25	22.2
Мангровая зона Кас-ан-Бас	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.933	14.083
Искусственный риф залива Чок	Морской резерват	Сент-Люсия	-80.968	14.034
Мангровая зона залива Чок	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.969	14.034
Чинкве-Терре	Морской резерват	Италия	9.66667	44.16667
Дана-Пойнт	Морской резерват	США	-117.71667	33.46667
Десепшн-Пасс	Морской питомник	США	-122.65136	48.37352
Пляж Дохени	Морской резерват	США	-117.68333	33.46667
Мангровая зона Эсперанс-Харбор	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.917	14.05
Пляж Фон-д'Ор	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.833	13.917
Рифы Глэдден-Спит и Силк	Морской резерват	Белиз	-87.98333	16.5
Рифы Гловерс	Морской резерват	Белиз	-87.78325	16.82922
Залив Портофино	Морской резерват	Италия	9.25	44.33333
Остров Говернор	Морской резерват	Австралия	148.31504	-41.87222
Пляж и мангровый лес Гранд-Анс	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.883	14
Залив Ханаума	Участок морского резервата	США	-157.69635	21.27202
Залив Хервей	Морской парк	Австралия	153.00108	-24.94373
Залив Гонула-Мокулейа	Участок морского резервата	США	-156.64369	21.01706
Остров Табарка	Морской резерват	Испания	0.41666	38.16667
Берег Ирвайн	Морской заповедник	США	-117.81667	33.56667
Залив Кеалакакуа	Участок морского резервата	США	-155.93064	19.48191
Лагуна-Бич	Морской резерват	США	-117.8	33.533
Лапакахи	Участок морского резервата	США	-155.90383	20.17232
Лара Токсефтра	Морской резерват	Кипр	32.25	34.95
Остров Лорд-Хау	Морской парк	Австралия	159.18333	-31.66667
<b>Природные резерваты. Категория IV Международного союза охраны природы</b>				
Мангровые леса Лувет	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.883	113.967
Остров Ланди	Морской резерват	Соединенное Королевство	-4.66667	51.16667
Макэй/Каприкорн	Морской парк	Австралия	150.98025	-22.38723
Остров Магуайр	Морской парк	Австралия	161.3338	-55.88075
Охранная зона Манагаха-Марин	Морской питомник	Сев. Марианские о-ва	145.697	15.21806
Манеле-Хулопоэ	Участок морского резервата	США	-156.89492	20.74121
Риф Мариа-Ислет	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.93	13.72



Название	Назначение	Страна	Долгота	Широта
Природные резерваты. Категория IV Международного союза охраны природы (продолжение)				
Мангровая зона залива Маригот	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.033	13.967
Морская охраняемая зона (название неизвестно) ZAF №1	Морской заповедник	ЮАР	18.49065	-33.8766
Морской природный резерват (название неизвестно) ZAF №1	Морской природный заповедник	ЮАР	28.57471	-32.52112
Морской природный резерват (название неизвестно) ZAF №2	Морской резерват	ЮАР	28.52451	-32.57624
Мангровая зона Маркиз	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.9	14.017
Масинлок и залив Ойон	Морской заповедник	Филиппины	119.91687	15.52105
Отмель Молокини	Участок морского резервата	США	-156.5	20.633
Залив Моретон	Морской парк	Австралия	153.33915	-27.26687
Искусственный риф Мул-а-Чик	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.947	13.71145
Пляж Ньюпорт	Морской резерват	США	-117.85	33.58333
Нигуэль	Морской заповедник	США	-117.733	33.483
Найнпин-Пойнт	Морской природный заповедник	Австралия	147.16733	-43.28413
Закрытые для водолазных погружений зоны (вост.)	Морской парк	Каймановы о-ва	-81.18255	19.35015
Закрытые для водолазных погружений зоны (зап.)	Морской парк	Каймановы о-ва	-81.22723	19.35274
Олд-Кона	Участок морского резервата	США	-156.01312	19.64248
Остров Палауи	Морской резерват	Филиппины	122.13004	18.54093
Пойнт-Фирмин	Морской резерват	США	-118.283	33.7
Порт-Гондурас	Морской резерват	Белиз	-88.60634	16.21469
Мангровая зона Прэслин	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.067	13.867
Пупукеа	Участок морского резервата	США	-158.03979	21.68512
Риф на Анс-де-Питонс	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.067	13.817
Риф на Малгретут	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.067	13.833
Риф между Гранд-Кайле и Рашетт-Пойнт	Морской резерват	Сент-Люсия	-61.067	13.85
Ларвотто	Морской резерват	Монако	7.41667	43.73333
Искусственный риф залива Родни	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.967	14.083
Солтвотер	Морской резерват	США	-122.31275	47.36851
Сан-Диего	Морской резерват	США	-117.25	32.88333
Рифы Саподилья	Морской резерват	Белиз	-88.2894	16.15002
Мангровая зона залива Саваннес	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.917	13.767
Скомер	Морской резерват	Соединенное Королевство	-5.26838	51.73312
Пляж Саут-Лагуна	Морской резерват	США	-117.75	33.51667
Рифы Саут-Уотер	Морской резерват	Белиз	-88.14643	16.73165
Остров Таклонг	Морской заповедник	Филиппины	122.49888	10.41552
Тиндербокс	Морской резерват	Австралия	147.33501	-43.05734
Рифы Тобаго	Морской парк	Сент-Винсент и Гренадины	-61.35	12.617
Рифы Спелюж	Морской парк	Монако	7.43333	43.73333
Таунсвилл/ Уитсандей	Морской парк	Кувейт	48.65	28.667
Бухта Тринити/ берег Марлин	Морской парк	Австралия	145.65404	-16.70241
Умм-аль-Марадим	Морской парк	Кувейт	48.65	28.667
Искусственный риф Уидж-Бич	Морской резерват	Сент-Люсия	-60.983	14.017
Уайикии	Участок морского резервата	США	-157.8	21.26664
Залив Уайлеа	Участок морского резервата	США	-155.83291	19.9849
Вунгарра	Морской парк	Австралия	152.49164	-24.83385



# Словарь терминов

**Абиссальная равнина** — плоский участок океанской котловины между склоном континентального шельфа и срединно-океаническим хребтом.

**Абиссальная зона (абиссаль)** — зона океана между глубинами 4000 и 6000 м.

**Айсберг** — крупная глыба ледникового льда, отколовшаяся от полярного ледяного щита.

**Апвеллинг** — поднятие к поверхности океана или моря глубинных холодных богатых питательными веществами вод.

**Астролябия** — старинный навигационный инструмент, предшественник секстана.

**Асцидия** — беспозвоночное животное, образующее личинку с хордой, которая у взрослых особей отсутствует.

**Атолл** — коралловый риф, сформировавшийся вокруг центральной лагуны.

**Афотическая зона** — часть океана, куда не проникает солнечный свет.

**Беспозвоночные** — многочисленная группа животных, лишенных позвоночника. К беспозвоночным относятся простейшие, губки, кишечнополостные, низшие черви, моллюски, членистые, иглокожие и некоторые другие типы.

**Барьерный риф** — коралловый риф вокруг островов или вдоль континентального побережья, отделенный от берега лагуной.

**Батипелагическая зона (батипелагиаль)** — зона океана на глубинах между 200 и 4000 м.

**Батискаф** — глубоководный автономный (самоходный) аппарат для океанографических и других исследований.

**Бентическая зона (бенталь)** — дно моря или океана.

**Береговой вал (отмель, гряда)** — подводный или выступающий над водой барьер из песка или ракушечного материала, намытый волнами на мелководье.

**Биолюминесценция** — испускание света живыми организмами при помощи фермента люциферина или за счет симбиотических водорослей.

**Весенние приливы** — самые сильные приливы в период весеннего равноденствия, когда Солнце стоит прямо над экватором и находится строго на одной линии с Луной.

**Водоворот** — круговое движение воды вокруг препятствий или при взаимодействии течений.

**Водоросли многоклеточные** — группа крупных, быстрорастущих бурых, зеленых и красных водных растительных организмов.

**Водоросли одноклеточные** — растительные микроорганизмы, составляющие значительную часть фитопланктона.

**Вредоносное цветение водорослей** — внезапное увеличение количества одноклеточных водорослей (часто токсичных), изменяющее цвет воды (так называемые «красные приливы»). Связано с загрязнением вод, наносит вред здоровью жителей и туризму.

**Высокая вода** — максимальный уровень поднятия воды при приливе.

**Гидрологический цикл** — бесконечный круговорот воды в природе между сушей, океаном и атмосферой.

**Гидротермальные источники** — потоки перегретой, насыщенной минеральными солями воды, обнаруженные на ряде океанических хребтов.

**Головоногие моллюски** — группа высокоорганизованных моллюсков, включающая кальмаров, осьминогов и каракатиц.

**Гольфстрим** — мощное теплое течение северной части Атлантического океана.

**Губки** — беспозвоночные животные, состоящие из сложного скопления клеток, связанных протеиновыми волокнами и минеральными спикулами.

**Дистанционное зондирование** — использование воздушных или спутниковых сенсоров для картирования поверхности Земли в пространстве и времени.

**Дистанционно управляемые подводные аппараты** — необитаемые аппараты, управляемые и снабжаемые энергией с поверхности при помощи специального кабеля.

**Долгота** — величина, определяющая положение точки на земной поверхности, в направлении восток — запад в градусах, по отношению к нулевому (первому) меридиану, проходящему через Гринвичскую обсерваторию в Лондоне (Великобритания).

**Дюна** — скопление песка, вынесенного ветром, обычно находится выше отметки прилива на песчаных берегах.

**Жабры** — орган, используемый водными животными для обмена растворенными газами и солями из жидкостей своего тела с окружающей водой.

**Зооксантеллы** — одноклеточные фотосинтезирующие организмы, живущие в симбиозе с кораллами.

**Зоопланктон** — мелкие животные, проводящие весь жизненный цикл или часть его в поверхностных слоях морской воды.

**Иглокожие** — исключительно морские беспозвоночные с пятилучевой симметрией тела и васкулярной системой.

**Кессонная болезнь** — комплекс болезненных явлений, вызываемый образованием пузырьков азота в тканях человеческого тела после работы под высоким давлением.

**Канал** — искусственный открытый водовод в земляной выемке или насыпи, соединяющий два крупных водных объекта.

**Квадратурный прилив** — случается, когда притяжение Солнца и Луны противодействуют друг другу.

**Китообразные** — отряд водных млекопитающих, в который входят киты и дельфины.

**Кишечнополостные** — беспозвоночные животные с радиальной симметрией тела и наличием стрекательных клеток.

**Континентальное поднятие** — основание континентального склона, имеющее небольшой уклон.

**Континентальный склон** — круто опускающийся ниже континентального шельфа край континентальной плиты.

**Континентальный шельф** — мелководная, с небольшим уклоном окраина материка.

**Криль** — мелкие планктонные креветки, в изобилии населяющие полярные воды, основная пища усатых китов.

**Лагуна** — мелкий участок воды, вроде пруда или озера, обычно соединенный с морем протокой.

**Ластоногие** — отряд водных млекопитающих, в который входят тюлени, моржи и морские львы.

**Литоральная зона (литораль)** — морской берег между высокой и низкой водой.

**Лофофор** — бахромчатый орган питания плеченогих (мшанок и др.).

**Магма** — расплавленная порода, лежащая под земной корой, извергаемая вулканами и из океанических разломов в виде лавы.

**Мангровые леса (заросли)** — большие группы цветковых растений и деревьев, устойчивых к соленой воде, встречаются на низких морских тропических побережьях и эстуариях.

**Марикультура** — интенсивное выращивание (культивирование) морских организмов в прибрежных зонах в наземных или морских садках или на носителях.

**Медузы** — особи полового поколения главным образом морских кишечнополостных животных, ведущие преимущественно свободноплавающий образ жизни.

**Меропланктон** — ранние стадии морских организмов, ведущие планктонный образ жизни до тех пор, пока не разовьются во взрослую, не планктонную, особь.

**Моллюски** — группа мягкотелых, несегментированных беспозвоночных, включающая улиток, двусторчатых моллюсков и головоногих.

**Море** — часть океана или большое водное пространство, частично окаймленное сушей. Этот термин также используется для крупных, обычно соленых озер, с недостатком естественного выхода воды.

**Морская гора** — округлое или эллиптическое поднятие с крутыми склонами на морском дне высотой более 1 км.

**Навигация** — определение положения судна и прокладка курса с использованием астрономических и других наблюдений.

**Надводная береговая терраса** — горизонтальная гряда песка или гальки, идущая параллельно берегу, по границе волновой деятельности.

**Неритическая зона** — зона между отметкой прилива и континентальным склоном.

**Низкая вода** — минимальный уровень поднятия воды при приливе.

**Обратный осмос** — использование давления при продавливании воды через полупроницаемую мембрану, в результате чего соли остаются снаружи. Применяется для опреснения морской воды.

**Окаймляющий риф** — коралловый риф, формирующийся вокруг берега острова и простирающийся в море.



**Океан** — основная часть гидросферы, непрерывная, но не сплошная водная оболочка Земли, окружающая материки и острова и отличающаяся общностью солевого состава.

**Океанография** — наука, изучающая все аспекты жизни океана.

**Осадки океанические** — мельчайшие органические и неорганические частицы, оседающие на дне.

**Осморегуляция** — регуляция концентрации телесных жидкостей у водных животных.

**Отлив** — период низкой воды между приливами.

**Паковый лед** — морской лед, образующийся зимой вокруг постоянных ледяных щитов полярных шапок. Летом утончается и сокращается.

**Парниковый эффект** — нагревание нижних слоев атмосферы, вызванное задержкой солнечной радиации, углекислым газом и другими парниковыми газами.

**Пассаты** — постоянные ветры, дующие с востока на запад к экватору, с перемещением горячего воздуха, поднимающегося с экваториальных регионов.

**Пелагическая зона (пелагиаль)** — толща воды.

**Первичная продукция** — биологическое превращение неорганического углерода (углекислый газ) в живое вещество (углеводы).

**Перелов** — промышленное вылавливание слишком больших количеств рыбы, нарушающее ее естественное воспроизводство.

**Пищевая цепь** — сложные пищевые связи между растениями и животными определенного местобитания.

**Плавательный пузырь** — наполненный воздухом орган плавучести, имеющийся у большинства рыб.

**Плотность** — масса вещества на единицу объема.

**Пляж** — отлогий морской берег, участок между отметками высокой и низкой воды, где море оставляет мелкий материал — песок, гальку или ил.

**Полинезия** — многочисленная группа островов Тихого океана, протянувшаяся от Гавайев на юг до Новой Зеландии и на восток до острова Пасхи.

**Полипы коралловые** — класс беспозвоночных животных типа кишечноротовых. Колониальные или, реже, одиночные морские организмы.

**Полихеты (многощетинковые черви)** — группа морских кольчатых червей.

**Полярные регионы** — холодные зоны между полюсами и Южным, а также Северным полярным кругом.

**Полярный круг** — земная параллель, отстоящая от экватора на 66°33'. В Северном полушарии называется Северным полярным кругом, а в Южном — Южным полярным кругом. Отмечает границы полярных регионов.

**Прилив** — периодическое поднятие и понижение уровня моря, обусловленное взаимодействующим с вращением Земли притяжением Солнца, Луны и других астрономических тел.

**Проекция** — система перевода трехмерной формы Земли в двухмерное изображение на карте.

**Пролив** — узкий водный канал, соединяющий два больших водоема и лежащий между двумя массивами суши.

**Радар** — прибор, использующий радиопulses для определения формы и направления движения объекта.

**Разлом** — глубокая впадина в океанском дне, часто соединенная с субдукцией океанической плиты под границу континентальной плиты.

**Ракообразные** — беспозвоночные животные с членистыми конечностями и жестким панцирем, такие как омары, крабы, креветки и мелкие рачки.

**«Ревущие сороковые»** — зоны океана по обе стороны экватора между 40° и 50° северной и южной широты, отличающиеся высокими волнами и сильными ветрами.

**Ризоиды** — ветвистые образования, способные присасываться к субстрату и удерживать на нем водоросли.

**Рифообразующие кораллы** — виды тропических кораллов, способные выделять значительные количества карбоната кальция, образующие риф.

**Сейсмическое обследование** — применение звуковых волн высокой интенсивности для изучения глубинных геологических структур.

**Секстан** — навигационный инструмент, используемый для измерения углов между Луной, Солнцем, звездами и объектами, например горизонтом.

**Сезонность** — смена крупных биологических событий, обусловленная изменениями интенсивности солнечной радиации и температуры воды в соответствии с временем года в умеренных широтах.

**Симбиоз** — близкие взаимовыгодные пищевые связи между двумя биологическими видами.

**Сипункулиды** — группа несегментированных червей, считающаяся родственной группе полихет (многощетинковые черви).

**Скуба (scuba)** — сокращение названия «Self-Contained Underwater Breathing Apparatus», автономный аппарат для погружений.

**Солонотравные болота** — зона илистой земли в умеренных поясах, периодически затопляемая морской водой, лишенная деревьев, с характерной солончаковой растительностью.

**Сонар** — прибор высокого разрешения для изучения морского дна, обнаруживающий объекты, используя пучки звуковых волн и анализируя их отраженное эхо.

**Срединно-океанический хребт** — участок океанского дна, где магма поднимается к поверхности, образуя новое океанское дно по обе стороны центральной рифтовой долины.

**Субдукция зона** — место, где одна плита земной океанической коры загibtается под другую, повышая вулканическую активность и вызывая землетрясения.

**Тайфун** — ураган в западной части Тихого океана или в Китайском море.

**Тектоника** — процессы движения, образования и разрушения плит, формирующих поверхность Земли.

**Тектоническая плита** — элемент земной поверхности. Континентальные плиты имеют толщину около 40 км, а океанические — около 5 км.

**Термохалинная циркуляция** — движения водных масс, вызванные разницей плотности, обусловленной изменениями солености и температуры.

**Течение** — движение воды в океане или море, вызванное воздействием ветра, прилива или термохалинной циркуляции.

**Тропики** — зоны между тропиком Рака (23°27' с. ш.) и тропиком Козерога (23°27' ю. ш.), где температура воды держится выше 20 °C.

**Ураган** — интенсивный тропический циклон с мощными потоками воздуха, закрученными против часовой стрелки вокруг участка низкого давления.

**Фитопланктон** — одноклеточные водоросли и другие фотосинтезирующие организмы, обитающие в поверхностных слоях океанской воды.

**Фотическая зона** — верхние слои воды, где солнечного света достаточно для осуществления фотосинтеза.

**Фотосинтез** — биологическое превращение углекислого газа и воды в углеводы с использованием солнечной энергии.

**Хищник** — животное или растение, ловящее и поедающее других животных, служащих ему объектами питания.

**Холодные источники** — донные источники холодной воды, насыщенной метаном, сульфидом водорода и гидрокарбонатами.

**Холопланктон** — животные, весь жизненный цикл которых проходит в толще воды.

**Хорда** — плотный тяж ткани, превращающийся у позвоночных животных в позвоночный столб.

**Хронометр** — точные часы, способные работать в долгих морских походах.

**Цветение (весеннее цветение)** — временное резкое увеличение количества фитопланктона, в норме связанное с сезонными изменениями.

**Цунами** — гигантская волна, образованная землетрясением или извержением вулкана. Иногда ошибочно называют приливной волной.

**Шельфовые (окраинные) моря** — мелководные, но часто высокопродуктивные моря вокруг континентального шельфа.

**Широта** — величина, определяющая положение точки на земной поверхности, в направлении север—юг, в градусах по отношению к экватору (0°).

**Эль-Ниньо** — периодическое нагревание поверхности вод в восточной части Тихого океана, приостанавливающее апвеллинг глубоких вод, богатых питательными веществами.

**Эстуарий** — глубокое устье реки, полузакрытая зона, где смешивается речная (пресная) и морская (соленая) вода.

**Эхолокция** — использование звука для обследования объектов, присуща китам и дельфинам.



# Указатель

## А

абиссаль 24, 165, 177, 189  
 абиссальная равнина 163, 207, 259  
 абиссопелагиаль 24  
 Австралия 30, 32, 40, 57, 63  
   Большой Барьерный риф 40, 63, 199, 201, 276  
   Двенадцать Апостолов 223  
   культивирование жемчуга 252  
 айсберги 37, 52, 58, 59  
 «Академик Мстислав Келдыш» 69  
 аквакультура 248, 266, 267  
 актинии 116, 117, 233  
   глубоководные 168, 177  
   в приливных водоемах 229  
 акулы 134, 168, 170, 189  
   глубоководные 158, 178  
   размножение 134  
 «Алвин» 83, 93, 96, 190  
 альбатросы 62, 150—152  
 Аляска 212, 238  
 Амазонка 28, 43, 46  
 аминокислоты 160, 161  
 Антарктика, Антарктида 27, 43, 57, 58, 69, 76, 77,  
   98, 152, 199, 232, 274—276  
   жизнь во льдах 232  
   Международное соглашение по охране 276  
 анчоусы 32, 48, 62, 136, 158  
 Арктика 58, 59  
   жизнь во льдах 232, 233  
   коренные народности 238, 239  
 асцидии 130  
 Атлантический океан 26—29  
   континентальный шельф 206  
   коралловые рифы 198  
   приливы 40  
   происхождение 28  
   ресурсы 28, 256, 258  
   рыболовство 246  
 атоллы 200, 204, *см. также* коралловые рифы  
   образование 205  
   расположение 204  
 атомные (радиоактивные) отходы 269, 272  
 «Аутосуб» 99

## Б

Багамские о-ва 56, 76  
 багрянка 231  
 Бада Джеффри 160  
 Байкал, озеро (Сибирь) 190  
 бакланы 150—153, 214, 243

Баллард Роберт 190  
 Балтийское море 28, 38  
 батияль 24, 168  
 батипелагическая зона 24  
 батискаф 93, 94  
 Баффина море 37  
 Баффинов залив (Канада) 198  
 Беллинсгаузен Фаддей 69, 76, 77  
 белый (полярный) медведь 148, 233, 236  
 Бенгальский залив 30, 199  
 бентическая зона 24  
 берега, типы  
   песчаные и галечные 220  
   скалистые 222  
 береговая линия  
   загрязнение 270  
   разрушение местообитаний 266  
 Берингово море 146, 199, 244  
 Бермудский треугольник 71  
 Биб Уильям 93, 94  
 биолюминесценция 166—168, 178, 184, 185  
 бокоплав 224  
 Большой Барьерный риф 40, 63, 199, 201, 276  
 Бора-Бора 204  
 Британская Колумбия 43, 84, 212, 218  
 бром 259  
 брюхоногие 124, 250  
 буревестники 151—153

## В

«Васа» 80  
 Вегенер Альфред 22  
 весеннее цветение 57, 60, 86, 110, 175  
 викинги 68, 72  
 «Витязь» 69  
 вода  
   в жидком состоянии 18  
   глубинные течения 44  
   молекула 18  
   потребление 261  
   свойства 18  
   толща 44  
   цикл 19  
 водоросли  
   прибрежная полоса 224, 225  
   приливные водоемы 229  
 волны 50  
   высота 50, 51  
   коралловые рифы, воздействие 202  
   песчаные и галечные берега,  
   воздействие 220

цунами 52, 53  
 энергия 264, 265  
 Восток, озеро (Антарктида) 98  
 Всемирная организация по продовольствию  
   ООН 250  
 вулканы 20, 23, 24, 31  
   атоллы, образование 204  
 выращивание рыб 248, 249

## Г

Гавайи 20, 23, 31, 48, 68, 240, 276  
 газ природный 256  
 Атлантический океан 28  
 Индийский океан 30  
 Северное море 256  
 Северный Ледовитый океан 36  
 Тихий океан 32  
 Галапагосские острова 31, 141, 190, 277  
 галечные берега 220  
   обитатели 226  
   прибрежная полоса 224  
 Галилей Галилео 82  
 Ганг 25, 30  
   рыболовство 242  
 Ганьян Эмиль 93, 100  
 гермафродиты 118, 139, 188  
 Гесс Гарри 22  
 гидролокатор 89, 96  
 гидротермальные источники 25, 83, 96, 99, 157,  
   165, 173  
   «черные курильщики» 161, 190  
 Гиппарх 82  
 гипс 191, 259  
 глобальное потепление 274, 278  
 глубокое море 158, 159, *см. также* океанские  
   зоны  
   актинии 116, 117, 120, 122, 127, 168, 177, 229,  
   231  
   глубинные течения 44  
   звуки в глубине 170, 179  
   исследование 94  
   кальмары 29, 71, 124, 125, 135, 150, 156, 166,  
   167, 184  
   кораллы 168, 169, 197, 198, 200, 202  
   медузы 158, 168, 169, 184  
   морские огурцы (голотурии) 128, 174, 175  
   обитатели 186—189  
   окраска животных 180  
   органы чувств 178, 179  
   пища 162, 163, 186, 187  
   размеры животных 169, 176



размножение 188  
 ракообразные 164, 165  
 рыбы 170, 171  
 сброс отходов 272, 273  
 скаты 159  
 температура 158  
 угри 159  
 формы тела 182  
 черви 158, 172, 173  
 Гозо, остров 258  
 головоногие моллюски 125  
 Голубая планета 17  
 голубой марлин 62, 138, 158  
 Гольфстрим 46, 47, 82  
 Гондвана 30  
 горячие точки 20  
 Гассл Дж. «Фред» 190  
 гребешки 124, 250, 251  
 гребневики 118, 119, 180  
 Гренландия 58, 68, 198, 238  
 губан 138  
 губки 114, 115, 159, 202, 232, 233  
 ловцы 243

## Д

Дарвин Чарлз 32, 69, 277  
 двустворчатые моллюски 124, 128, 148, 178, 191  
 выращивание 250  
 глубоководные 192  
 дистанционное зондирование 86  
 дельфины 144, 158  
 Дрейк, сэр Фрэнсис 65, 74  
 дюгонь 142  
 дюны 221

## Е

Египет  
 разведение рыб 248  
 экспедиции 68, 72, 74

## Ж

жемчуг  
 культивирование 252  
 морской 252

## З

загрязнение  
 берегов 270

глобальное потепление 274, 278  
 охрана и восстановление 276  
 эстуариев 268  
 Земля 18  
 внутреннее строение 20  
 гравитационное поле 18, 40  
 движение вокруг Солнца 18  
 распределение воды 18, 19  
 земная кора 21  
 зоны  
 климатические 56  
 океанские 24  
 сублиторальная 24  
 субнеритическая 24  
 субокеаническая 24  
 супралиторальная 24  
 зооксантеллы 202  
 зоопланктон 60, 108, 144, 158, 168, 232  
 зоостера 142, 218

## И

иглокожие 128  
 разведение 248, 250  
 игуаны морские 140  
 ил 230  
 загрязнение эстуариев 269  
 разрушение местообитаний 266  
 илестые прыгуны 231  
 Инд, река 30  
 Индийский океан 26, 30  
 гидротермальные источники 190  
 культивирование жемчуга 252  
 приливы 40  
 происхождение 21, 30  
 ресурсы 30, 256  
 состав 30  
 иннуиты (эскимосы) 238, 239  
 расселение 238  
 Исландия 212, 255  
 исследования 68, 69, 74, 75  
 глубоких участков морей 94—97  
 древние экспедиции 72, 73  
 современные 69, 78, 79, 241  
 испарение 19, 38

## К

Кабот Себастьян 68  
 каланы (морские выдры) 217  
 калий 38, 211, 259  
 Калифорния (США) 48, 54, 61, 260

кальмары 125  
 глубоководные 158, 166, 167, 184, 187  
 Канада 37, 40, 238, 239, 262  
 каранксы 207  
 карп (выращивание) 249  
 карты 73  
 история 82  
 картография океанов 86  
 сканирующий гидролокатор 87, 89  
 Каспийское море 26  
 кессонная болезнь 92, 93  
 кефаль 138, 248  
 кистеперая рыба 30, *см. также* латимерия  
 китобойный промысел 238, 239, 254, 255  
 запрет на добычу 254  
 Международная китобойная комиссия 255  
 киты 107, 110, 125, 133, 144, 238, 254  
 глубина погружения 147  
 горбатые 146  
 гринды 254  
 зубатые 144  
 кашалоты 144, 161  
 нарвалы 144, 239  
 серые 146  
 трупы 163  
 усатые 144  
 фонтаны 145  
 южные гладкие 147  
 колючеперые рыбы 138  
 кометы ледяные 20  
 Конго, река 28  
 «Кон-Тики» 69, 241  
 континентальное поднятие 207  
 континентальный склон 206, 207  
 континентальный шельф 24, 25, 163, 164, 207  
 Атлантический 206  
 морская деятельность 206  
 природа и ее элементы 207  
 протяженность 206  
 рыболовство 206  
 континенты 26, 27  
 движение 20—23  
 хребты 20, 23, 158  
 корабли (суда) 72, 73, 77, 80, 81  
 затопление 277  
 пассажирские 78, 79  
 кораллы 116, 117  
 ветвистый 202  
 виды 202, 203  
 глубоководные 168  
 грибовидные 168, 198, 199  
 мозговики 198, 202



обесцвечивание 202, 274  
полипы 199, 201  
рифобразующие 200, 201, 274  
североатлантические холодноводные 198, 199  
сообщества 202  
строение 201  
коралловые рифы 62, 116, 138  
атоллы 200, 204  
барьерные 200  
возраст 199  
волны, их воздействие 202  
окаймляющие 200  
поврежденные 198  
происхождение 200  
разрушение местообитаний 267  
расположение 198  
температура, ее важность 200  
костные рыбы 136  
котловины 24, 25  
крабы 31, 32, 126, 135, 164, 191, 214, 215, 218, 224, 226  
    глубоководные 164  
    камчатский 226  
    мангровый 214  
    манящий 224  
    отшельник 226  
    привидение 224  
Красное море 30  
    соленость 38  
крачки 150, 152  
креветки 126, 164, 180, 242, 276  
    выращивание 266  
    гоблин 165  
криль 144, 232  
крокодилы 140, 141  
    гребнистые 211  
крылоногие моллюски 124, 125  
Кук, капитан Джеймс 68, 74, 76  
Курило-Камчатская гряда 174  
Кусто Жак Ив 93, 100, 101  
Кэйэнджел, атолл 204

**Л**

Лавразия 21  
Лазарев Михаил 69, 76, 77  
ламантины 142, 143  
Ла-Нинья 48  
ланцетник 130  
ластоногие 148  
латимерия 30

лед 36  
    Антарктика, см. Арктика  
    Арктика, см. Антарктика  
    глобальное потепление 274, 278  
    жизнь во льдах 232  
    паковый 36  
    подледные исследования 98  
    полярные регионы 58  
ледники 58, 212  
ледяная рыба-крокодил 232  
лепидоп 170  
Летбридж Джон 92, 100  
личинки 110, 111, 117, 118, 120, 123, 126, 130, 136, 188, 229, 248  
лодки эскимосов 238  
лосось  
    выращивание 249  
лофофоры 122  
Луара, река 28  
лунные приливы 40  
луцианы 206  
лучеперые рыбы 136

**М**

магма 20, 22  
магний 258  
магнитное поле Земли 18, 23  
макруры 159  
Мальдивские острова 204  
мангровые леса 113, 214  
    местообитания 214  
    разрушение местообитаний 266  
    температура среды, значение 214  
Маннар, залив 252  
марганец 258  
Марианская впадина 20, 31, 93, 94  
Маркизские острова 240  
марлин голубой (парусник) 62, 138, 158  
медузы 116  
    глубоководные 158, 168, 180, 184  
    мезопелагическая зона 24, 170, 179, 180, 183  
Международная гидрографическая организация 34  
Международная китобойная комиссия 255  
Международная конвенция по предотвращению загрязнения с судов 273  
Мексиканский залив 46, 257  
Меланезия 240  
мельница приливная 262, 263  
Мертвое море 38, 73  
местообитания 107, 108, 112, 126, 138, 191, 202, 214  
    береговая полоса 224, 226  
    галечные берега 220, 226  
    заросли морской травы 218  
    ил 230  
    коралловые рифы 202  
    лед 232  
    мангровые леса 214  
    песчаные берега 220, 226  
    приливные водоемы 228  
    разрушение 266  
    скалистые берега 222  
    сохранение 276  
    эстуарии 210, 266  
мидии 128, 192, 193, 229, 250, 251  
Мидуэй, эстуарий 269  
Микронезия 204, 240  
миксины 132  
миктофиды 170, 171, 182  
Миллер Стенли 160, 161  
миноги 132  
«Мир-1» и «Мир-2» 69, 93—95  
Миссисипи, река 28  
моллюски 124, 217  
    выращивание 248, 250  
моржи 148, 238  
Мори Мэтью Фонтейн 83  
морская археология 80  
морская вода 38  
морские вееры 202  
морские водоросли 112  
    водорослевые «леса» 216  
морские ежи 128, 217, 229  
морские звезды 128, 219  
    глубоководные 185  
морские змеи 149  
морские коньки 138  
    калифорнийский большебрюхий 216  
морские львы 148  
    Галапагосские острова 148  
морские огурцы (голотурии) 128  
    глубоководные 174  
морские птицы 109, 150  
    загрязнение берегов и разрушение местообитаний 270  
    миграции 152  
    пищевые стратегии 152  
морские свиньи 144  
морские собачки 229  
морские травы 218, 219  
    разрушение местообитаний 267  
морские утки 126  
морские черви, см. черви



морское ушко 250  
 морской промысел нефти 256  
   Атлантический океан 28  
   загрязнение берегов 269—271  
   Индийский океан 30  
   разрушение местообитаний 266, 270  
   Северный Ледовитый океан 36  
   Северное море 256  
   Тихий океан 32  
   эстуарии 268  
 мурены 136  
   желтая 137  
   пятнистая 136  
 муссоны 30  
 мшанки 122

## Н

навигация 74, 82  
 народы  
   островов Тихого океана 240  
   эскимосы 238  
 натрий 259  
 «Наутил» 83, 94  
 нематоды 172  
 неритическая зона 24  
 Нигер, река 28  
 Новая Гвинея 240  
 Новая Зеландия 57, 212  
   Милфорд-Саунд, фьорд 212  
   рыболовство 246  
 Новая Каледония 240  
 Новые Гебридские острова 240  
 Норвегия 212, 241  
   течения 44  
   Фата Невесты, водопад 213

## О

океанография 82, 83, 102  
   изучение водной среды 88  
   центры океанографические 84, 85  
 океанские зоны 24  
   забор проб 91  
   картография 86  
   траление 90  
 океаны, см. также по названиям  
   будущее 278  
   границы 26  
   Мировой океан 26  
   рождение 20  
 окраска 180

окружающая среда  
   влияние человеческой деятельности 268  
   восстановление 276  
   глобальное потепление 274, 278  
   загрязнение берегов 270  
   использование воды (водопользование) 261  
   нефть и газ 257  
   охрана 276  
   приливные электростанции 262  
   разрушение местообитаний 266  
   сброс отходов в океаны 272  
 окуни 138  
 олуши 152  
 омары и лангусты 126  
   глубоководные 164  
   мангровые 214  
   разведение 250  
 опорные корни 215  
 опреснение 260  
   обратный осмос 260  
 органы чувств (глубоководных животных) 178, 182  
 Ориноко, река 28  
 осадки 23, 25  
   глубоководные 176  
   эстуарии 208  
 осморегуляция 211  
   морских рыб 211  
   пресноводных рыб 211  
 Оспрей, морская электростанция 264  
 осьминоги 161  
   в приливных водоемах 229  
 отбор проб с морского дна 90  
 офиуры 176, 202  
 охота  
   акулы 134  
   эскимосы 238  
 охрана и восстановление природы 276,  
   см. также разделы по охране окружающей  
   среды  
   Антарктида, охрана 276  
   региональная морская программа 270  
   экотуризм 276  
 ошибень, ошибенные 170, 182

## П

паковый лед 36  
 Пангея 21, 32  
 Панталасса 21  
 парниковый эффект 274  
 Пасхи, остров 240

пелагическая зона (пелагиаль) 24, 152, 186  
 пеликаны 150, 152  
 перелов 246  
 Персидский залив 30  
   культивирование жемчуга 252  
 Перу 48, 62, 241  
 пескожил 230  
 песколюб 224  
 песчаные берега 220  
   береговая полоса 224  
   дюны 221  
   коралловые 220  
   обитатели 226  
 Пиккар Жак 93  
 пингвины 150, 152  
 пища  
   на глубине 158, 163, 186  
   пищевая цепочка 108  
 планктон 48, 88, 110, 158  
 пластик  
   загрязнение 269—273  
   ресурсы океана, используемые  
   для его производства 256  
 плиты океанические 20  
 плеченогие 122  
 пневматофоры (воздушные корни) 215  
 погружения (дайвинг)  
   акваланг (скуба) 63, 80, 93, 102  
   древние ныряльщики 100, 243  
   сбор губок 243  
 подводные аппараты  
   автономные 98  
   дистанционно управляемые 98  
   история 92  
   необитаемые 98  
   обитаемые 94  
   современные ныряльщики 102  
 подкаменщик 228, 229  
 полинезийцы 68, 72, 74, 76, 240  
 полипы, см. кораллы  
 полярные льды 36  
 полярные регионы 56  
   глобальное потепление 274, 278  
   обитатели 232  
 полярный (белый) медведь 233  
 поморники 152  
 прибрежная полоса 224  
 приливные водоемы 228, 229  
 приливы 40  
   квадратурный 41  
   приливные течения 44  
   сизигийный 41



энергия приливов 262  
прилов 244, 266  
пробоотборники 91  
птицы тропические 152

Р

равноногие раки 159  
разведка минеральных ресурсов 256  
Атлантический океан 28  
Индийский океан 30  
Северный Ледовитый океан 36  
Тихий океан 32  
эстуарии 268  
разливы нефти 266, 271  
размножение 134, 188  
разрушение местообитаний 266  
раки усонгие 229  
ракообразные 126, 158  
береговая полоса 224  
выращивание 248, 250  
глубоководные 164, 178  
Рансе, река 262  
Рейн, река 28  
реки 24  
рекультивация земель 266, 267  
Мидуэй, эстуарий 269  
Западный Кулун 266  
рептилии 140  
римляне  
выращивание моллюсков 250  
риф Голубая дыра (Белиз) 200  
рифообразующие кораллы 200, 201, 274  
рифы  
искусственные 277  
Росса, море 35  
Россия 77, 84, 92, 94, 238  
рыба-бабочка 158  
рыба-гадюка 187  
рыба-попугай 202  
рыба-сабля 245  
рыба-топорик 158, 170, 183  
рыба-ящероголовая 137  
рыболовство 48  
Арктика 238  
Атлантический океан 28  
Вьетнам 242  
Индийский океан 30, 242  
иннуиты (эскимосы) 238, 239  
Китай 43  
континентальный шельф 206  
ловушками 242

местное 242, 243  
охрана и контроль 276  
прилов 244, 266  
промышленное 244  
сетями 242, 244  
с использованием шестов 242  
сокращение уловов 247  
Тихий океан 32  
Шри-Ланка 242  
рыбы 48, 49, 60, 62, 63, 109  
глубоководные 170  
коралловые (рифовые) 198  
приливных водоемов 229  
троешипые 161, 182  
эстуариев 211

С

Саргассово море 26, 112  
саргассум 112  
сардины 170  
лов 244  
сброс (захоронение) отходов в океан 272  
Святого Лаврентия, река 28  
Северный Ледовитый океан 26, 36  
происхождение 21, 36  
ресурсы 36, 256  
состав 36  
Северо-Атлантическое течение 46, 47  
сельдь 133, 136, 170  
ловля 244  
тихоокеанская 207  
секстан 74, 82  
Сен-Мало, залив (Бретань) 262  
сети  
жаберные 244  
неводы 242, 244  
сита 242  
ставные 242  
траулеры 242, 244, 245, 266  
Синяя лента 78  
сипункулиды 172  
сифонофоры 169  
скалистые берега 222  
обитатели 226, 227  
скаты 134  
глубоководные 161  
размножение 134  
хвосток 135  
скумбрия 150  
солевая пробка 39  
соленость 38

глубоководных течений 44  
приливных водоемов 228  
солнечная энергия 108, 112  
солнечное тепло 18, 24  
солнечные приливы 40  
соль, см. также соленость  
десалинизация (опреснение) 260  
производство 258  
Солтон-Си, озеро 26  
сомы 137  
спутниковая фотография 86  
Средиземное море 26, 28, 61, 72, 96  
происхождение 21  
региональные морские программы 270  
срединно-океанические хребты 20, 23, 25  
Срединно-Атлантический хребет 20, 23, 25  
стрекательные клетки 116, 117, 120  
субдукция 20, 22  
сублиторальная зона 24  
субнеритическая зона 24  
субокеаническая зона 24  
супралиторальная зона 24

Т

Таиланд 252  
Таити 241  
тектонические плиты 20, 24, 32  
температура 48, 56, 58  
анализ 86  
глобальное потепление 274, 278  
глубоководье 158  
коралловые рифы 200  
мангровые леса 214  
полярные регионы 232  
приливные водоемы 228  
Тетис, море 21  
течения 24, 30, 57  
Арктическое циркумполярное 34  
Бенгальское 43, 227  
Большой океанский конвейер 44  
глубоководные 44  
Гольфстрим 46  
Лабрадорское 46  
открытого океана 42  
Перуанское 48  
поверхностное 42  
приграничные 42  
Северо-Атлантическое 46  
Северо-Тихоокеанское 42  
экваториальные 42  
«Титаник» 69, 79, 94, 96



## Тихий океан

гидротермальные источники 190  
 континентальный шельф 206  
 приливы 40  
 происхождение 21, 32  
 ресурсы 32, 256, 258  
 рыболовство 240, 246  
 состав 32

тихоокеанская пикша 244

торговля 68, 69, 74, 75

древняя 72, 73

тралы 90

треска

глубоководная 170

перелов 246

«Триест» 93, 94, 170

тропические регионы 56, 62, 218

коралловые рифы 198—203

мангровые леса 214

обитатели побережий 226

течения 42

трофическая пирамида 108, 109

трохофоры 120

трубноносые 150, 161

тупики 151

тюлени настоящие 148, 238

крабодод 232

морской слон 149

обыкновенный 149

охота 238, 239

Уэдделла 148

## У

угри 170, 182, 210

глубоководные 159

удильщики 159, 179, 181, 182, 186, 188, 189

Уитсанди, острова (Австралия) 40, 63

улитки

лунная 230

полосатые 216

церитовые 230

умеренные пояса 56, 60, 218

обитатели побережий 226

умиак 238

Уолш Дон 93

ураганы 54

«Изобел» 55

«Эрнан» 55

усоногие раки 229

устрицы 214, 250, 276

Уэдделла, море 43, 44

## Ф

Фанди, залив (Канада) 40, 262

Фарерские острова (Дания) 254

Фата Невесты, водопад 213

финикийцы 68, 72

фитопланктон 43, 47, 48, 57, 60, 62, 63, 108, 110, 168

вспышки развития 43, 271

распределение 110

Флеусс Генри 93, 100

Форбс Эдвард 158

форель

выращивание 249

фосфаты 258

фотография 88, 98

спутниковая 86

фотосинтез 112, 116, 163, 168, 190

фотофоры 167, 170, 175, 183, 184

фрегаты 151, 153

фьорды 209, 212, 213

образование 212

## Х

Хейердал Тур 69, 241

Хейли Эдмунд 92, 100, 101

Хэлден Дж. 93

химеры 134, 135, 170, 177

глубоководные 170

размножение 135

хлорофилл 86, 112

Холланд Джон Филип 93

холодные глубоководные источники 162, 163, 192

## Ц

циклоны и ураганы 54

«Изобел» 55

«Эрнан» 55

циклы 19, 39, 40

цунами 52

причины 52

## Ч

чайки 150, 152

«Челленджер» 90, 259

черви 120

веерный 120

глубоководные 158, 172

кольчатые 120

немертина 120

плоский 120

полихеты (многощетинковые) 120, 172

трубчатые 121, 172, 191, 192

черепахи морские 46, 140, 158, 276, 278

каймановая 202

разведение 141

Черное море 26, 28

Чили 48, 52, 212

## Ш

шельф морской, см. континентальный шельф

## Э

экваториальная штилевая полоса 42

экотуризм 176

Эльба, река 28

Эль-Ниньо 48

энергия

ветра 264

волн 264

приливов 262

эпипелагическая зона 24

«Эрато» 98

эстуарии 208

барьерные 209

загрязнение 268

затопленные речные 209

ил 230

как местообитания 210

образование 208, 210

разрушение 266

ресурсы 268

тектонические 208, 209

фьорды 209, 212

эффект парниковый 274

эхокация 144

## Ю

Южный океан 26, 34

происхождение 34

ресурсы 34, 256

состав 34

## Я

Яванская впадина 30

Япония 52, 211, 250

культивирование жемчуга 252

ящероголовая рыба 137



*Универсальное справочно-энциклопедическое издание*

Серия «Энциклопедический путеводитель»

## ОКЕАНЫ

ЗАО Компания «Махаон».  
125195, Москва, Беломорская ул., д. 26, стр. 2.  
Тел. (495) 933-76-00, факс (495) 933-76-20.  
E-mail: sales@machaon.net  
www.machaon.net

ГС № 77.99.02.953.Д.008333.09.06 от 14.09.2006.

Подписано в печать 19.01.2007. Формат 60х100/8.  
Бумага мелованная. Печать офсетная. Печ. л. 38,0.  
Тираж 15 000 экз.

### ОПТОВАЯ И МЕЛКООПТОВАЯ ТОРГОВЛЯ:

В Санкт-Петербурге — «Махаон-СПб»:  
198096, Санкт-Петербург, ул. Кронштадтская, 11,  
4-й эт., офис 19.  
Тел./факс (812) 783-52-84.  
E-mail: machaon-spb@mail.ru

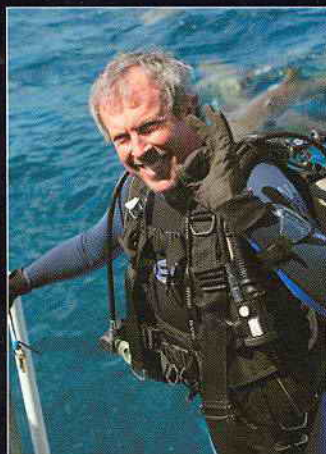
На территории Украины — «Махаон-Украина»:  
04073, Киев, Московский просп., 6, 2-й этаж.  
Тел./факс (044) 490-99-01.  
E-mail: machaon@i.kiev.ua

В Москве:  
Книжная ярмарка в СК «Олимпийский».  
129090, Москва, Олимпийский просп., д.16,  
станция метро «Проспект Мира».  
Тел. (495) 937-78-58.

Отпечатано в Словакии.



## АВТОРИТЕТНОЕ МНЕНИЕ



*«Мы очень мало знаем об океане. И если прибрежные воды и воды до ста метров изучены сравнительно неплохо, то с жизнью глубин мы только начинаем знакомиться. Ведь практически каждое новое живое существо, поднятое с глубины более 500 метров, оказывается неизвестным науке. И настоящие открытия еще впереди».*

*А. Макаревич*

 Machaon

