

Общая экология

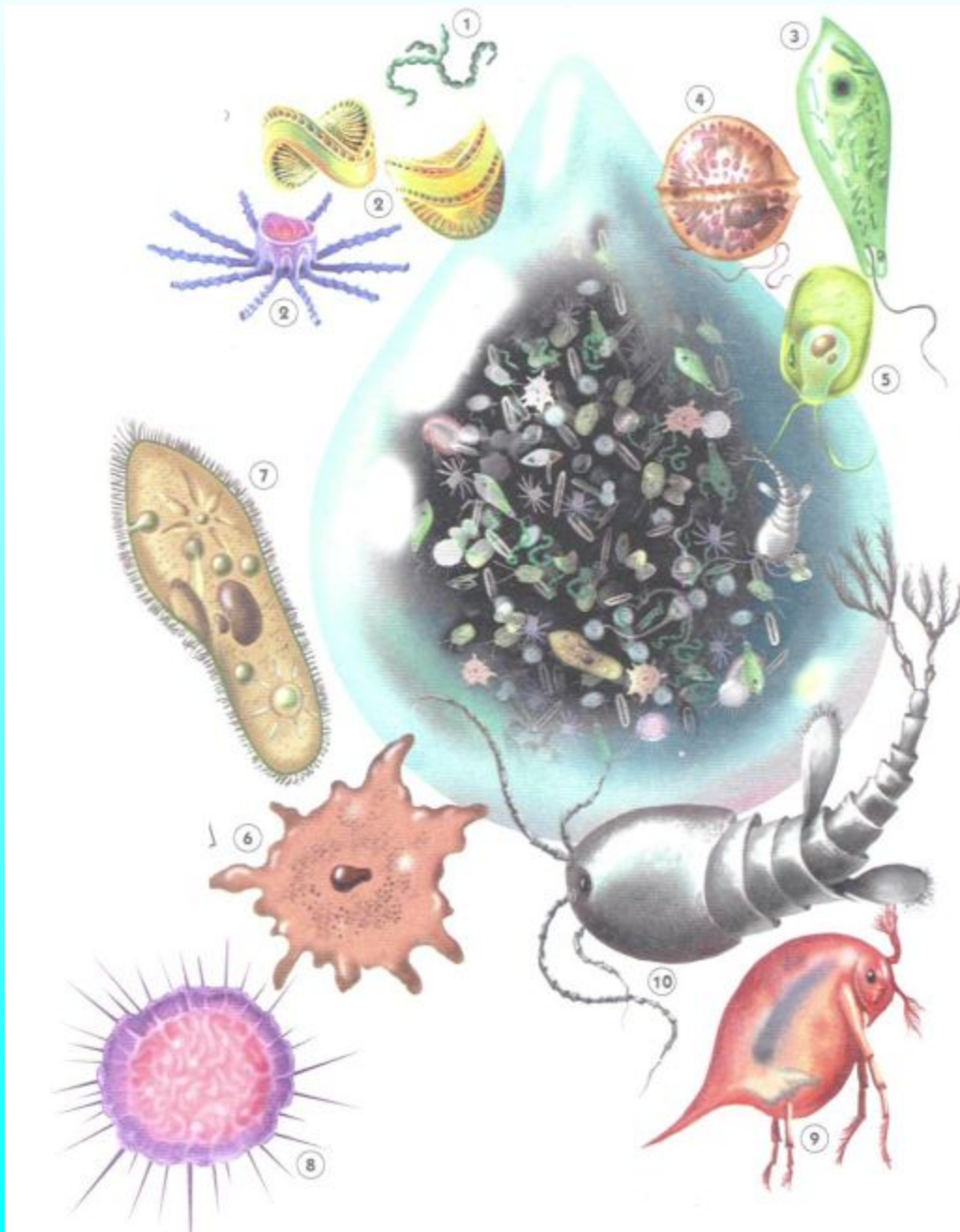
Лекция 10-6

Основные биомы и их характеристика: водные биомы

ВОПРОСЫ К СЕМИНАРУ:

1. Характеристика водных биомов (распространение, растительный и животный мир, биоразнообразие и продуктивность, трофические отношения, закономерности биокруговорота, устойчивость, экологические проблемы...):
 - 1.1 Водные экосистемы (микросистемы - капля воды)
 - 1.2 Непроточные и слабопроточные водные экосистемы (озера, пруды, лиманы)
 - 1.3 Проточные водные экосистемы (реки, притоки)
 - 1.5. Мировой океан как биом, однородность, зональность, продуктивность (в сравнение с наземными экосистемами);
 - 1.6 Морские экосистемы - бенталь;
 - 1.7. Морские экосистемы - пелагиаль;
 - 1.8. Основные экологические проблемы мирового океана;

Водные экосистемы (микросистемы - капля воды)



Микромир, видимый лишь под микроскопом – основа жизни в воде. Как и на суше, растительные клетки усваивают простые химические соединения (H_2O , CO_2 , минеральные соли, превращая их с помощью фотосинтеза в органические вещества – пищу для животных. Одноклеточные **сине-зеленые водоросли (1)** – одни из самых древних обитателей планеты образуют пленку на поверхности пресных водоемов. Они относятся к царству прокариот (бактерий), поскольку не имеют ядра.. Другие одноклеточные водоросли – **диатомеи** (10 тыс видов) (2) с кремнеземистым скелетом (раковинкой), Подвижные одноклеточные водоросли – **эвгленовые (3)**, которых известно около 60 видов и кремнеземовые **перидинеи** (панцирные жгутиконосцы) (4). Все они относятся к царству протист (эукариотов), имеющих ядра. Настоящие растения представлены **хламидомонадой (5)** из отдела зеленых водорослей. Как и протисты, хламидомонады способны к активному перемещению посредством жгутиков. Скопления хламидомонад в пресных водах окрашивает их в зеленые тона (цветение водоемов).

В отличие от бактерий и водорослей, способных к фото или хемосинтезу микроскопические животные - **одноклеточные (амебы (6), инфузории (7), солнечники (8))**, мельчайшие **ракообразные (дафнии (9), циклопы(10))** не способны синтезировать из минеральных веществ органические и питаются готовыми органическими продуктами, часто являясь хищниками микро мира. Все вместе микроорганизмы называются планктоном (**фитопланктон** – микроскопические водоросли и бактерии, **зоопланктон** – мельчайшие животные организмы и их личинки). Планктоном питаются все фильтрующие организмы (губки, кораллы), многие рыбы (включая 15м гигантскую акулу), киты (включая самое большое животное в мире- синего кита до 33м длиной и до 150т веса). Таким образом планктон стоит в основе пищевой пирамиды и трофических цепей водных экосистем.

Водные экосистемы суши (озера, пруды..)

Прудовая экосистема



оз.
Байкал



Каспии



оз. Виктория



оз.
Никарагуа



Водные экосистемы суши так же как и ветленды встречаются во всех климатических поясах планеты. Их можно условно разделить на замкнутые, **непроточные или слабопроточные** (континентальные моря, озера, пруды..). Чаще всего вода в этих экосистемах пресная или слабо соленая и потому активно используется человеком. **Трофические связи** в подобных объектах достаточно просты и их иллюстрирует схема прудовой экосистемы. **Продуценты** делятся на два класса – **планктонные водоросли** (зеленые, сине-зеленые, диатомеи) и **высшие растения** (рдесты, стрелолист, желтая кубышка, кувшинка, рогоз, тростник). Этими организмами питаются **растительноядные животные** – **зоопланктон** (дафнии, циклопы, бокоплавцы), **придонные моллюски** (бентос) – прудовики и катушки, а также растительноядные рыбы. Перечисленные животные в свою очередь служат кормом **хищникам первого порядка** – карпам, жукам-плавунцам (зоопланктон). Часть плотоядных первого порядка попадает в корм **хищникам второго порядка**, например, щукам, которые завершают собственно внутренний цикл. Вместе с тем существует и **внешний пищевой обмен** – **птицы** (озерная чайка, зимородок) кормятся прудовыми рыбами и их мальками. **Насекомые и их личинки**, попадая в воду становятся добычей рыб. Отмершие растительные и животные организмы служат кормом сапрофитам, например, личинкам комаров-дергунцов. Личинки же в свою очередь становятся жертвами плотоядных рыб. Окончательная **деструкция** органического вещества осуществляется **бактериями**, при этом часть материала оседает на дно и депонируется в виде илстых, богатых органическим углеродом плодородных **лимнических отложений**, аналогов почв наземных экосистем. В богатых, хорошо аэрируемых водоемах умеренного климата **первичная продуктивность** планктона достигает **60 ц/га**, а **вторичная** – рыб – **150кг/га/год** при запасах биомассы **300 кг/га**. Для тропических и экваториальных широт показатели биоразнообразия и продуктивности могут быть в **2-3 раза выше**.

Самые большие замкнутые водоемы – **Каспийское море, Аральское соленое озеро** и пресноводное **озеро Байкал**. В их изолированных водах водятся эндемичные виды и редкие животные, проникавшие в эти акватории в древности с севера – рыбы: каспийские бычки и сельди, каспийская кумжа или белорыбца, аральская кумжа, усач аральский, байкальский омуль, байкальские осетр и хариус, большая и малая голомянки, млекопитающие – тюлени: каспийская нерпа, байкальская нерпа. Байкал является самым чистым и большим пресноводным озером мира, глубина которого достигает **1620м** при площади **31,5тыс км²**. Практически замкнутое (втекает 336 рек, вытекает одна (Ангара). Над его «уборкой» трудятся миллионы организмов - эндемичные рачки бокоплавцы, байкальские губки (фильтрующие организмы), черви манаюнки, поселяющиеся внутри губок и утилизирующие их отходы, моллюски на дне озера. В толще воды взвешены микроскопические рачки **этишюра**, общей массой порядка **400 тыс. тонн**. За сутки они отфильтровывают около 80 куб. километров воды; свыше 100 видов водорослей и мириады бактерий довершают работу. В результате вода озера имеет уникальный химический состав и большинство видов организмов Байкала может жить только в такой воде.

Главные **экологические проблемы** – антропогенное **загрязнение, засоление, заражение и использование пресных вод** (для Байкала – целлюлозно-бумажное производство в устье Селенги), для Арала – аридизация из-за перехвата вод Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи на поливное земледелие. Уничтожение биоресурсов при неумеренном отлове и браконьерстве (Каспий – осетровые рыбы), эвтрофикация и зарастание прудов при сбросе минеральных удобрений, гибель рыб и животных от ядохимикатов, интродукция агрессивных видов (бычки), гибель в прудах зимой (недостаток аэрации, вредные газы) и летом (эвтрофикация).

Водные экосистемы суши (реки)



р.Волга



Реки
Сибири

р.Амазонка



р.
Миссисипи



р.Янцзы



р.Нил

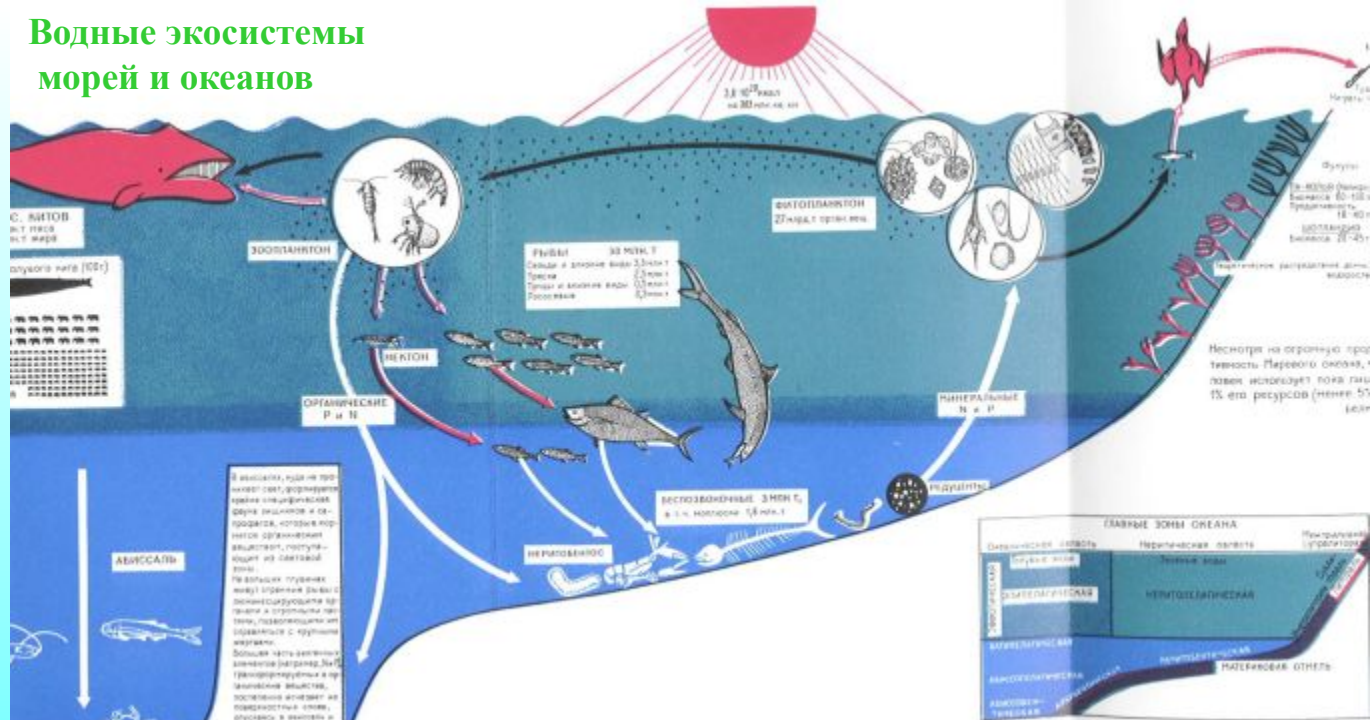


р.Ганг



Реки – **проточные экосистемы**. Они распространены по всему земному шару и осуществляют важнейшее звено транспорта воды и растворенных веществ с суши в мировой океан. Под действием силы тяжести водные потоки стекают с возвышенностей, собираясь в русла и впадают в конце концов в моря или замкнутые акватории (озера, континентальные моря). **Крупнейшие речные системы мира** – Амазонка, Миссисипи (Америка), Нил, Конго (Африка), Инд, Ганг, Янцзы, Хуанхе, Волга, Сибирские и Камчатские реки (Евразия). Проточность вод не позволяет развиваться в реках укореняющимся подводным растениям с большой фитомассой, разве лишь в **прибрежной зоне**, дельтах и истоках (болотах), где появляются разнообразные **гидрафиты** (водоросли, рдесты, стрелолист, кувшинка, лотос, виктория-регия, эйхорния, тростник, папирус) с **фитомассой до 100-600 ц/га** и очень высокой продуктивностью (**150-350 ц/га/год**). В большинстве случаев **фитомасса и продуктивность рек** существенно ниже (**2-10 ц/га** и **10-40 ц/га/год**). При этом круговорот веществ весьма интенсивный и незамкнутый по причине проточности системы. Самые крупные **млекопитающие, потребители фитомассы** в тропических и экваториальных реках – ламантины (дальние родственники слонов), черепахи. В реках умеренного пояса – растительноядные и всеядные рыбы (карась, карп, амур, толстолобик, сиг, голавль...). Из крупных млекопитающих, кроме ламантинов, придонные охотники на рыбу и моллюсков – **речные дельфины** (китайский в Янцзы, амазонские (инии, тукаши), сусук в Ганге), часто с редуцированным зрением и развитой эхолокацией. Самые крупные **хищники** среди пресмыкающихся – **крокодилообразные** (нильский крокодил, гребнистый австралийский крокодил, миссисипский аллигатор, китайский аллигатор (сам северный вид), амазонские кайманы, индийский гавиал, водяные змеи (анаконда), черепахи. Размер этих животных превышает несколько метров (**до 4-6**), в вес до **200-500 кг**. В реках умеренного пояса таких рептилий нет, однако функции хищников выполняют **крупные рыбы**, часто не уступающие им в размерах (**осетровые** – белуга (**до 5м** и **1 т. весом**), русский и сибирский осетр (**2м до 200кг**), севрюга, стерлядь, шип), **сомы** (до 2,5м и 150кг), **щука** (до 1,5м), **судак, налим, лососевые** – таймень (1,5м, 50кг), горбуша, кета, семга, кумжа., более мелкие хищники и всеядные (окунь, хариус, форель, лещ, муксун, пелядь, речные членистоногие (раки). Многочисленные моллюски потребляют и фитомассу и планктон, очищая речные воды. В тропических и экваториальных реках есть много аналогичных крупных рыб (**осетровые и осетрообразные**: миссисипские лопатонос, веслонос (до 3м), веслонос **псефур** из Янцзы **до 7м** в длину!, миссисипская щука-панцирник (до 5м и 150кг) гигантская красная рыба Амазонки – арапаима (до 4,5м и 200кг), сомы, электрические сомы и угри, нильский окунь (до 150-200кг), членистоногие (раки, крабы, **мечехвост**). Помимо водных хищников, регуляция численности животных осуществляется наземными млекопитающими (медведи, волки, лисы), птицами (чайки, крачки, голенастые, водоплавающие, дневные и ночные хищные птицы (орланы, скопа, рыбный филин)), особенно во время нереста и массового скопления рыбы из морей (Северные, Сибирские, Камчатские реки – нерест лососевых). **Экологические проблемы** – **загрязнение, засоление, заражение, обмеление рек при водозаборе**, неумеренное потребление ресурсов и нарушение естественных трофических связей и круговорота веществ и энергии.

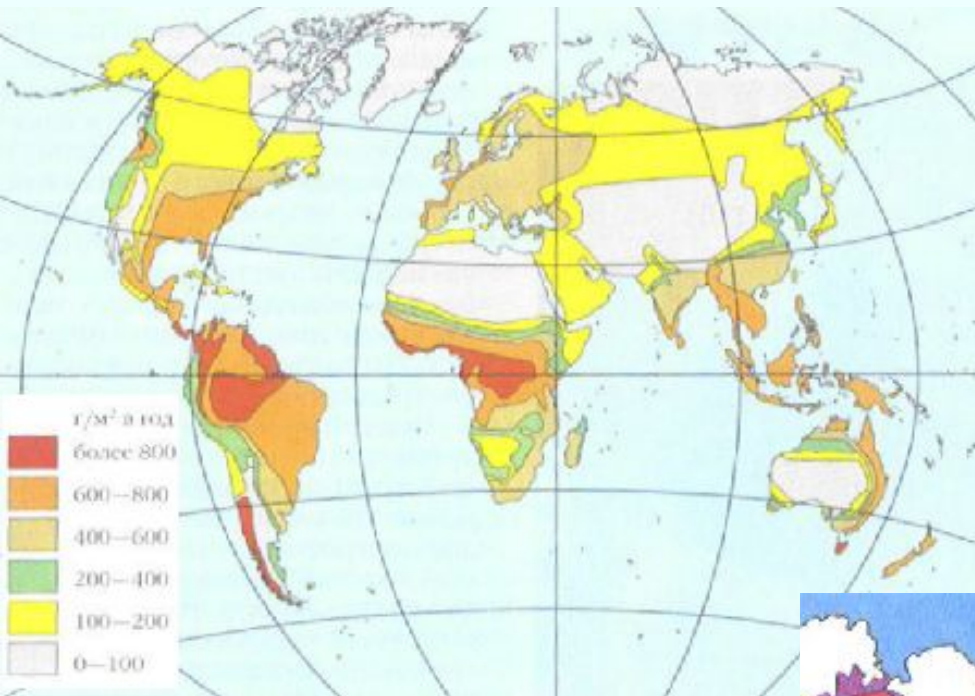
Водные экосистемы морей и океанов



В результате океанический биом имеет достаточно четко выраженную **зональность**. Зоны концентрации жизни расположены на границах между разными средами где в максимальной степени выражены градиенты и потоки веществ и энергии, необходимые для поддержания жизни – у поверхности океана (граница с воздухом, солнечным теплом и светом), на дне (граница с осадочными отложениями и эндогенными литосферными источниками тепла и минеральных веществ) у береговой линии (граница суши с потоками веществ и энергии из наземных экосистем, светом и воздухом). Прежде всего в океане различают **пелагиаль** (собственно водную толщу) и **бенталь** (придонные области). По мере удаления от береговой линии пелагиаль разделяется на так называемые зеленые воды или **неритическую область** в пределах материковой отмели и глубоководную **океаническую область** (голубые воды), удаленную от материков. Основное отличие между ними в том, что запасы органических и минеральных (азот, фосфор) соединений, необходимых для жизни, в неритической зоне в основном пополняются потоками с суши, тогда как обитатели океанических систем вынуждены в основном использовать уже имеющиеся в толще вод вещество при предельной замкнутости биологического круговорота, то есть существовать друг за счет друга. **В результате продуктивность океанических систем значительно уступает пелагиали и при общей биомассе 0.3-0.5 ц/га не превышает 10-40 ц/га/год.** Тогда как вблизи суши биомасса может возрастать **до 10-100 ц/га**, а продуктивность достигать таковую в тропических влажных лесах (**до 200-400 ц/га/год**). В целом общая первичная продуктивность океана, несмотря на его доминирование по площади и объему вдвое меньше чем на суше (**53±25 млрд.тС/год против 106 ±29 млрд.тС/год**), хотя удельная интенсивность фотосинтеза в океане оказывается значительно более высокой, поскольку фитомасса наземных растений (**684 ±35 млрд.тС**) в сотни раз превышает фитомассу океана (**2,7 ±2,0 млрд.тС**). Это же подтверждается минимальным временем оборота (воспроизводства) фитомассы в океане не превышающей 1 сут. Однако зона фотосинтеза в океанических водах ограничена по глубине проникновением света, что приводит к вертикальной стратификации жизни в океане. Поэтому в пелагиали выделяют **фотическую зону** (от 25-30 м в полярных водах до 200-250 м в тропических), куда проникает солнечный свет и **афотическую** (зону вечной темноты). В фотической зоне создается вся первичная продукция, а обитатели многокилометровой афотической зоны пелагиали живут в основном благодаря седиментации биомассы и детрита из поверхностных слоев. Темные толщи океанской воды, ниже световой зоны разделяют на **батталь** – соответствующую материковому склону и **абиссаль** (океанические глубоководные равнины -70% дна Мирового океана на глубинах более 3км). Абиссаль – самая обширная биогеографическая зона планеты (вдвое больше всей суши).

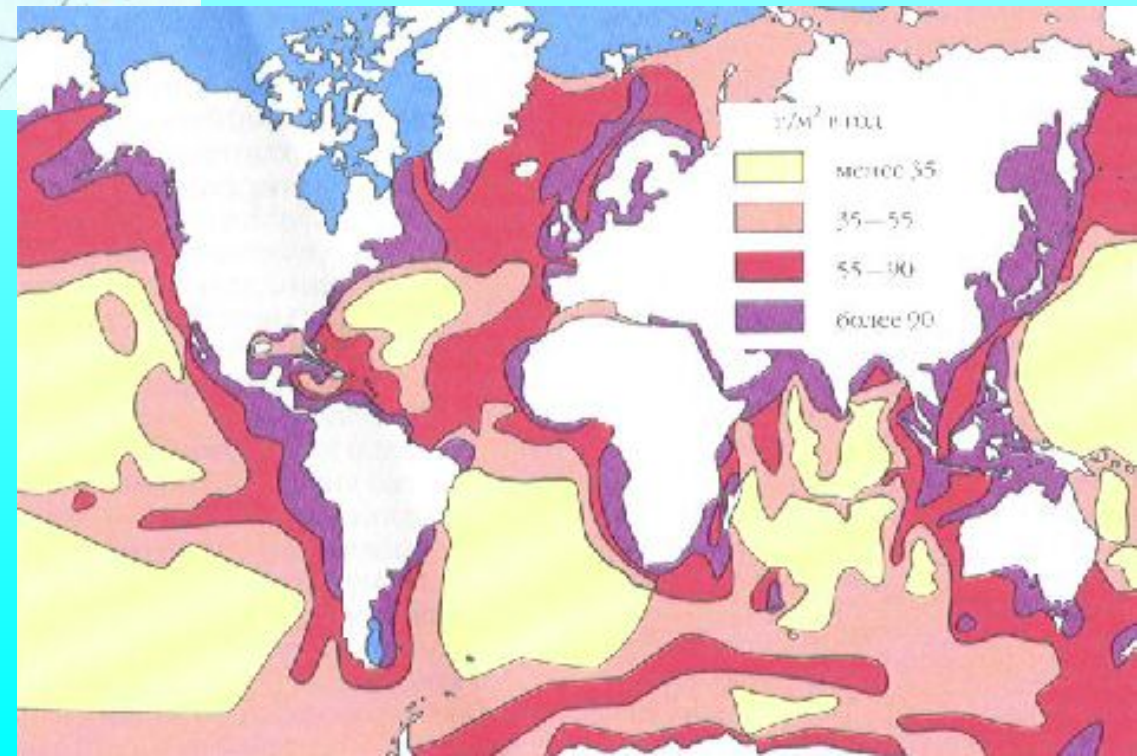
Мировой океан – самый большой биом на планете (71% поверхности Земли). При этом, несмотря на огромное разнообразие условий среды и населяющих ее организмов – океан это **единая глобальная система**. Это единство обеспечивается в первую очередь составом и свойствами водной среды океана – солеными водами, обогащенными в той или иной мере биофильными элементами и органическим веществом и находящимися в непрерывном движении. В результате океанических течений водные массы циркулируют по всему земному шару, способствуя выравниванию различий в биохимическом составе и концентрациях веществ в океане (**вода 96.5%, хлорид натрия 3%, другие соли 0.5%**). Таким образом, в отличие от наземных биомов, океаническая **среда континуальна (непрерывна) и подвижна**. Второе отличие – освоение жизнью водной среды во **всем ее объеме**. Если на поверхности земли биологические круговороты приурочены к тонкой «пленке жизни» в виде почв и рыхлых отложений, мощность которых не превышает первых метров, то в океане вся толща воды (**средняя глубина 3-6км**), вплоть до 11км (Марианская впадина) заселена организмами, хотя и весьма неравномерно. В океане не бывает дефицита воды как на суше, но наоборот, возникает дефицит элементом минерального питания, поэтому наиболее продуктивные там где концентрируются эти элементы и создаются благоприятные физические условия (свет, температура течения).

Водные экосистемы морей и океанов

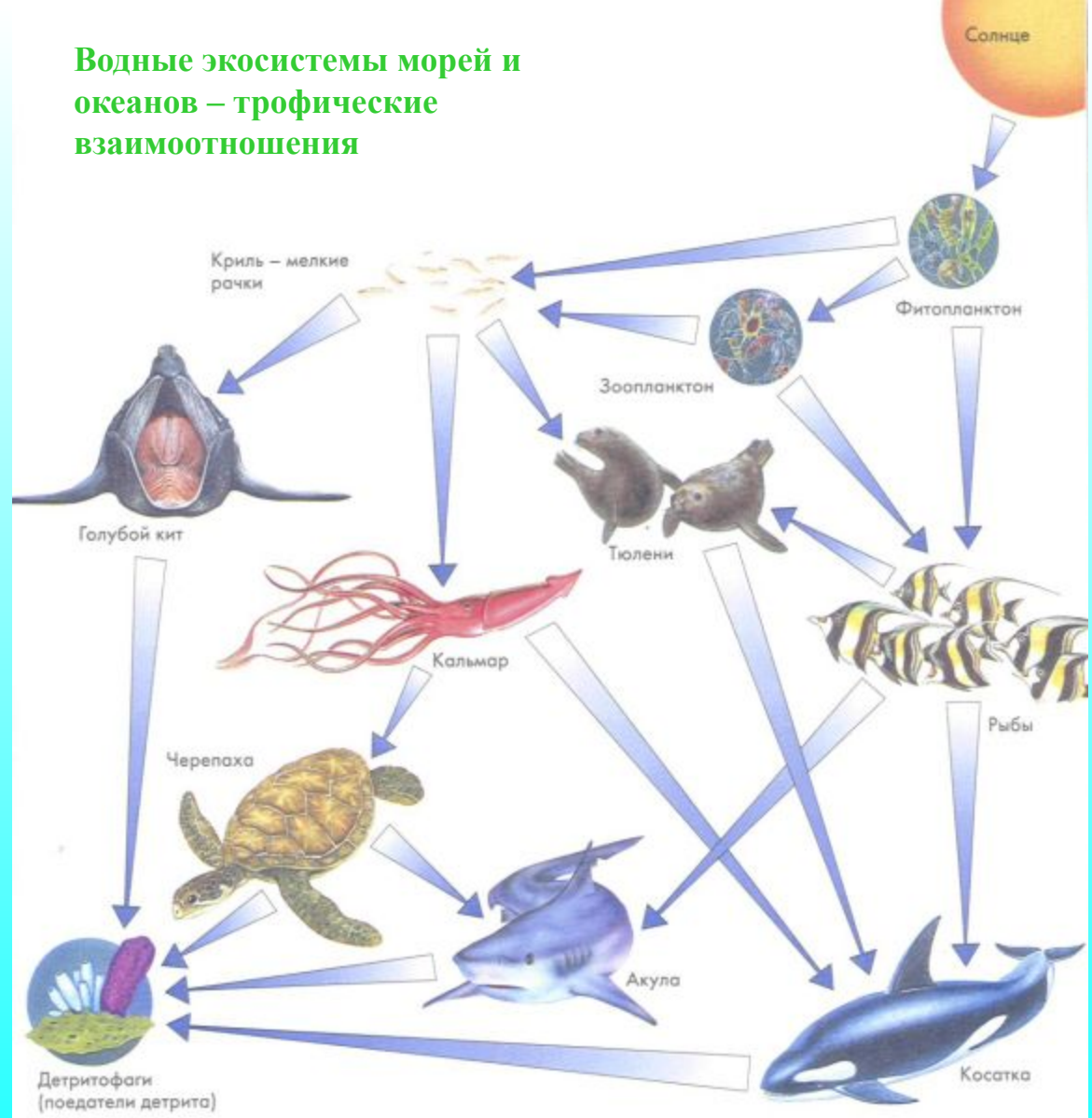


Сравнение продуктивности наземных и океанических экосистем

В океане продуктивность в ниже, причем в самых теплых тропических и экваториальных водах наблюдается самая маленькая продуктивность пелагиали (желтый цвет) и лишь в прибрежной (неритической) зоне она возрастает, благодаря потокам из высокопродуктивных наземных экосистем, а также апвеллингу (подъему глубинных, богатых биогенными элементами N, P вод). На удалении от континентов, самая высокая продуктивность в антарктических водах, обеспечивающих кормом самую крупную в мире популяцию китов



Водные экосистемы морей и океанов – трофические взаимоотношения



Начиная с глубин 1000м содержание азота исчисляется 0,12-0,4 мг/л, а фосфора 0,01-0,06мг/л, тогда как поверхностные океанические воды содержат не более 0,08 мг/л $N-NO_3$ и 0,002-0,01 мг/л $P-PO_4$. Поэтому для поддержания биокруговорота в океане столь важны течения, и особенно **восходящие (апвеллинг)**, поднимающие со дна вместе с холодными водными массами необходимые биофильные элементы. Помимо оседания на дно, определенная часть веществ выводится из океанических систем в наземные биомы через потребление нектона морскими птицами и другими животными обитающими определенное время на суше (черепахи, крабы, ластоногие и тд.).

Основа океанских трофических цепей – **микроскопические водоросли**, преимущественно диатомеи, зеленые (вольвоксовые) и сине-зеленые водоросли, а также жгутиковые простейшие, образующие группу **фитопланктона**. К уровню продуцентов также относятся и макроскопические многоклеточные водоросли (зеленые, бурые, красные) и цветковые растения, входящие в бентос прибрежной зоны. Фитопланктон, который представляет собою «морское пастбище» служит кормом **зоопланктону** и крилю – мельчайшим одноклеточным и многоклеточным (ракообразные) животным, взвешенным как и фитопланктон в океанических водах, а также рыбьей молоди, личинкам различных морских беспозвоночных. Планктон сосредоточен в основном в верхних (40-250м) слоях фотической зоны пелагиали. Зоопланктон в свою очередь служит пищей первой группе плотоядных, населяющих поверхностные воды, и подразделяющихся на **нейстон** (пассивно плавающие организмы) и **нектон** (активно плавающие). Плотоядные второго порядка (тунцы, акулы) образуют следующий уровень потребления, живущий за счет нейстона (рыб). Наибольшая биомасса отмечается среди консументов первого порядка – настоящих (усатых) китов, включая синего кита до 35м в длину и весом до 190т. Консументы второго порядка также могут достигать гигантских размеров – зубатые киты (кашалот до 20м), косатки (до 10м), акулы (кархародон - до 9м, тигровая акула- до 7,5м). Гибель морских обитателей и седиментация включает в пищевые цепи **сапрофагов и сапрофитов** (преимущественно морских беспозвоночных), потребляющих отмершие растительные и животные остатки, а также **бактерий** – главных биоредукторов, восстанавливающих минеральные соединения из органических. Наибольшая концентрация бактерий 0,5-3млн/л в прибрежных водах, где они способствуют образованию фосфатов и нитратов из органических соединений увеличивают продуктивность. Воды океанической области содержат мало бактерий (5-20тыс/л и в этих водах отмершие организмы не успевают минерализоваться в фотической зоне и оседая на дно, частично выходят из биокруговорота. Глубинные осадки служат ресурсом минеральных солей биофилов

Морские экосистемы - бенталь



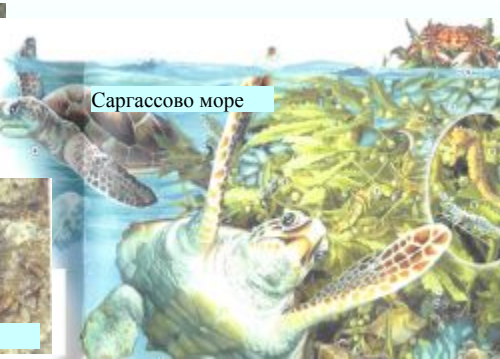
Асцидии-фильтраторы



Коралл субрегория



Морской еж



Саргассово море



Морская звезда, кульцита, актинии



Тропическая губка

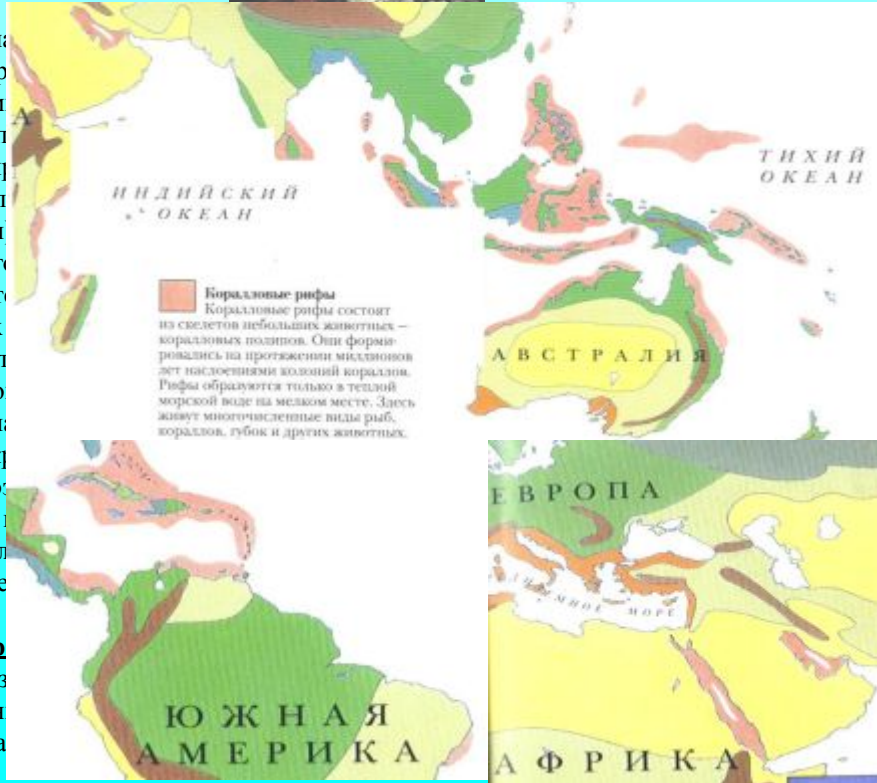


Коралл мелитея



Группер

Рыба-наполеон



Дно океана заселено от самого берега до максим... выделяют несколько вертикальных зон. Самая вер... скудной галофитной растительностью и отдельным... (чайки, крачки, олуши, буревестники, тупики, топ... **литораль** – периодически затопляемая во время п... видами цветковых растений и трав (зостера, филл... определенные виды моллюсков (литорины, мидии... котиков, сивучей, моржей..). Уровень самого низког... шельфа или континентальной ступени простирает... **красными водорослями** , из которых глубже всех... образуют густые подводные «луга», в которых обит... водорослей основной корм для морских ежей (игло... само большое скопление (**более 4 млн км²**) пел... (актинии, мшанки, черви, морские коньки и иглы, кр... за счет седиментации и придонными течениями, по... пищи, выводя наружу несъедобные компоненты... животных (**губки, асцидии, двустворчатые молл...** съедобные компоненты. Еще одна группа («сидячие... течениями

Особый мир представляют собою коралловые р... полипами (кишечнополостные), с минеральными из... тровиков уникальные условия для сосуществован... рифовая, тигровая, рыба-молот), моллюсков,включа... и собственно кораллов.

области обитаемы. В бентали... ные брызги волн. Она заселена... здыющимися морскими птицами... многими . Ниже располагается... ыми водорослями, отдельными... вотных здесь можно встретить... обитателей (черепах, тюленей,... той отметки до внешнего края... заселена зелеными, бурыми и... – ламинарии (до 16м в длину)... ые, моллюски, рыбы. Этот вид... ывает собою **Саргассово море** –... тствующим животным миром... а не синтезируется а приносится... ду со взвешенными частичками... многощетинковые черви. Ряд... шие объемы воды, задерживая... заселяя области с придонными

образователями – коралловыми... у побережий и на мелководьях... ены, барракуды, акулы (мако,... образных (омары, крабы), губок



финвал



треск

В наиболее достаточно богатых пл кит..) –сам способным перемещат базы, но и поисках пл рыбу и кал скаты, аку сельдеобра ряпушка ч рыб -сарди распростра сифонофор **батигаль** (I вслед за к количестве обитатели звезды, рап необитаем **Микроорг** червям, игл

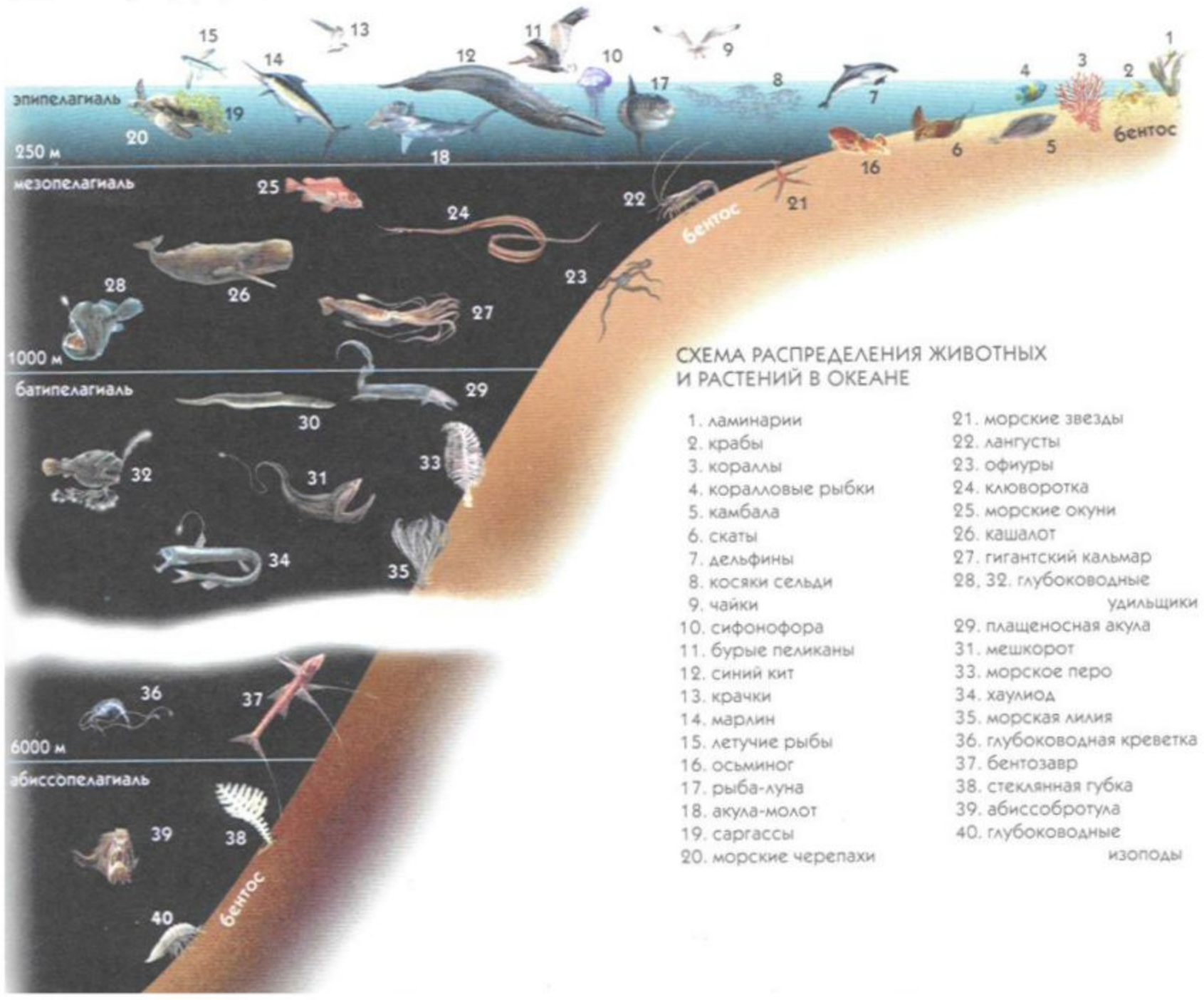


СХЕМА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЖИВОТНЫХ И РАСТЕНИЙ В ОКЕАНЕ

- | | |
|----------------------|---------------------------------|
| 1. ламинарии | 21. морские звезды |
| 2. крабы | 22. лангусты |
| 3. кораллы | 23. офиуры |
| 4. коралловые рыбки | 24. клюворотка |
| 5. камбала | 25. морские окуни |
| 6. скаты | 26. кашалот |
| 7. дельфины | 27. гигантский кальмар |
| 8. косяки сельди | 28, 32. глубоководные удильщико |
| 9. чайки | |
| 10. сифонофора | 29. плащеносная акула |
| 11. бурые пеликаны | 30. мшкорот |
| 12. синий кит | 31. морское перо |
| 13. крачки | 32. глубоководные удильщико |
| 14. марлин | 33. морская лилия |
| 15. летучие рыбы | 34. хаулиод |
| 16. осьминог | 35. морская лилия |
| 17. рыба-луна | 36. глубоководная креветка |
| 18. акула-молот | 37. бентозавр |
| 19. саргассы | 38. стеклянная губка |
| 20. морские черепахи | 39. абиссопелотула |
| | 40. глубоководные изоподы |

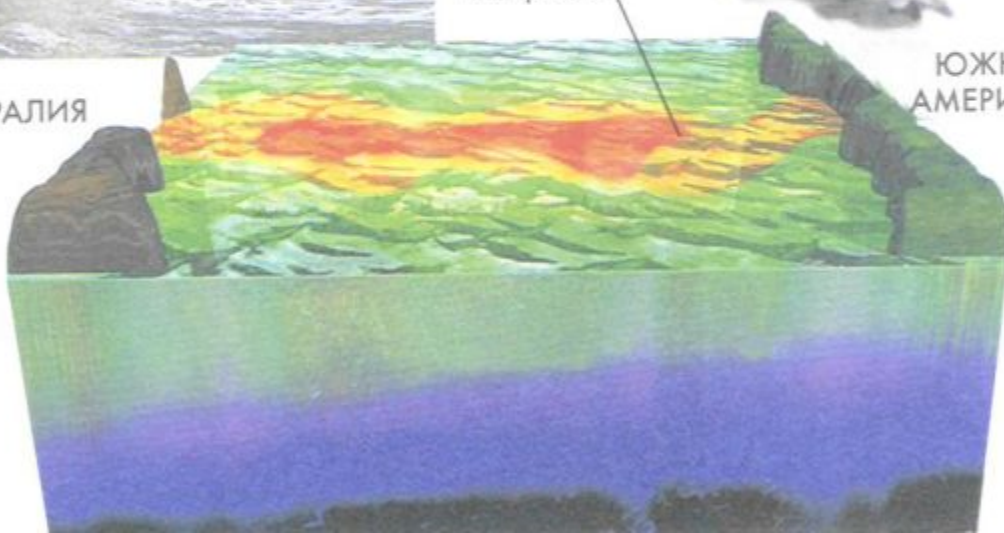


Теплый поток движется от Австралии к Южной Америке.

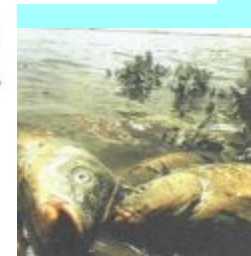
Штормовые тучи образуются над пустынями Южной Америки.

АВСТРАЛИЯ

ЮЖНАЯ АМЕРИКА



(5 %); 3 — выпадение (3 %); и операции) (20 %); 5 %;



иома. Китобойный и гых веществ и просто :пособна покрыть при за ними консументы. губы до 10% донных анные углеводороды), о правилу пирамиды

иома. Китобойный и гых веществ и просто :пособна покрыть при за ними консументы. губы до 10% донных анные углеводороды), о правилу пирамиды

Загрязнение и бесконтрольный промысел, добыча моллюсков загрязняют поверхностные воды и растекании до **12км² акватории**, прекращают осадков – осевшие тяжелые фракции не использующихся на суше человеком в приводит к массовой гибели рыб и других

1965г из-за сточных вод завода по производству пестицидов у побережья Нидерландов погибло около **20тыс пар крачек** колонии и осталось всего 700 пар этих птиц. Мусор прибрежной зоны (пластиковые пакеты, бутылки) также приводит к массовой гибели обитателей моря (морские черепахи Атлантики заглатывали пакеты, принимая их за медуз). В целом речной сток, сточные воды и прибрежный мусор составляют более половины всех загрязнителей, поступающих в море. До 20% дает перевозка морем (аварии и загрязнение отходами топлива, сбросом с кораблей). Опасная проблема – **захоронение радиоактивных отходов** на морском дне, включая шельфовую зону. Только за **10 лет с 1967 по 1976 г** в водах Мирового океана было захоронено **46000т радиоактивных отходов** вдоль Европейского побережья. Море похоронила атомные бомбы, самолеты, подводные лодки с ядерными реакторами и в любой момент они могут дать выбросы, после коррозии ограничивающих металлических оболочек. **Неумеренный отлов** (более **70 млн.т/год в 70х годах XX в.** привел к резкому сокращению численности основных видов промысловых рыб (сельди, тресковые, лососевые, камбалы, макрели (тунцы)) особенно в Северной Атлантике. Во внутренних морях (Каспий) практически исчезли крупные осетровые (белуга, осетр). В настоящее время быстрыми темпами уничтожаются крупные головоногие моллюски, ракообразные (омары, дальневосточный краб), устрицы, мидии. На грани выживания крупные киты (промысел), зеленая черепаха, средиземноморский тюлень-монах, моржи и другие ластоногие (пляжи на местах размножения и отдыха, отстрел), морские коньки (отлов, загрязнение вод). Исчезают целые экосистемы – коралловые рифы из-за глобального потепления, загрязнения моря, добычи кораллов. Глобальные климатические изменения, таяние ледников могут приводить к изменениям океанических и атмосферных течений, вызывая катастрофические явления. (эффект Эль-Ниньо).