

Санкт-Петербургский государственный университет  
телекоммуникаций имени проф. М.А. Бонч-Бруевича

**Дисциплина «Экология»**  
**Мультимедийный курс.**  
**Лекция 4.**

**Организм и среда.**

**Водная среда жизни. Экологические  
свойства воды. Экологические группы  
водных организмов.**

**Кафедра Экологии и безопасности  
жизнедеятельности СПбГУТ**

# Вода на Земле

- В настоящее время **74 %** поверхности Земли как планеты покрыта водой – это океаны, моря, озера, реки, ледники.
- Все водные объекты занимают площадь более **362 млн. км кв.** Водная поверхность и суша распределены неравномерно. В Северном полушарии на долю суши приходится **100 млн. км кв.**, или **39 %** от общей площади.
- В Южном полушарии – **49 млн. км кв.**, или **19 %** от общей площади.
- Суммарные запасы свободной воды на Земле составляют около **1,386 млрд. км куб.** Основное количество воды содержится в океанах и морях – около **96 %**.
- На материках сосредоточено около **34 млн. км куб.** воды, причем из этого количества не менее **90 %** приходится на подземные воды.
- В виде льда на нашей планете находится примерно **25 млн. км куб.** воды от общего количества.
- В реках содержится **2,2 тыс. км куб.**, в озерах – **180 тыс. км куб.**
- В атмосфере постоянно содержится около **13 тыс. км куб.** воды (**0,001 %** от общего).
- Совокупность всех природных вод в океане и морях, на суше, в ледниках, в земной коре и в атмосфере формирует Гидросферу Земли.

# Гидрологический цикл

Постоянный активный кругооборот воды между океаном, атмосферой и водными объектами суши называется гидрологическим циклом. Его движущей силой является энергия Солнце, а основным источником воды – Мировой океан. Около **25 %** всей падающей на Землю солнечной энергии расходуется на испарение воды.

Ежегодно таким образом в атмосферу поднимается **511 тыс. км куб.** воды, из них с поверхности океана **411 тыс. км. куб.** Примерно **2/3** атмосферной воды возвращается в виде осадков обратно в океан, а **1/3** выпадает на сушу.

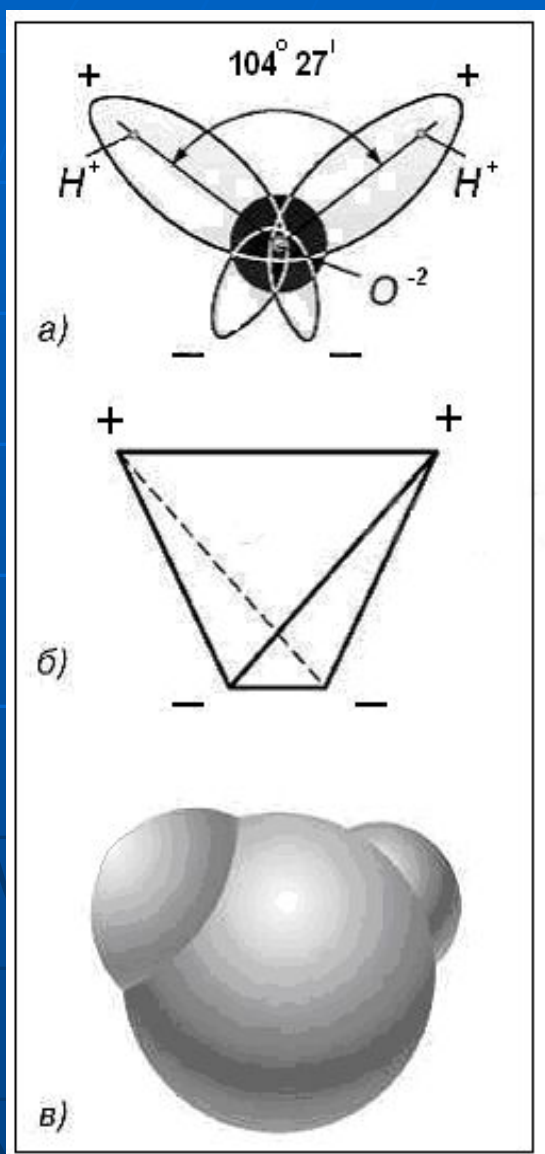


# Водная среда обитания

- Вода - первая среда обитания, в которой возникла и начала распространяться жизнь. Произошло это примерно 3,9 млрд. лет назад. Благоприятные условия для синтеза сложных органических молекул создавались в порах увлажненных минеральных пород, например **реголита**.
- Первые живые организмы – протобионты, сформировав защитную полупроницаемую мембрану, смогли достаточно широко распространиться в открытых районах древних морей и продолжить свое эволюционное развитие.
- Фотосинтез морских водорослей возник около 2,8 млрд. л.н.
- Выход первых растений на сушу состоялся около **450 млн. лет** назад в силурийском периоде. На протяжении более 3 млрд. лет, эволюция жизни происходила только в водной среде.
- Из 63 известных классов животных 60 классов возникли именно в морях и океанах, а из 32 классов растений типично водными являются 18 классов. Древняя эволюционная связь с морской водой сохранилась у большинства наземных животных, а также у человека в химическом составе крови.
- Все организмы живущие в воде называются гидробионтами.



# Молекулярное строение и свойства воды



**Чистая вода** – прозрачная жидкость без вкуса, цвета и запаха. Молекула воды состоит из двух атомов водорода и одного атома кислорода. Так как водород имеет 3 изотопные формы, а кислород – 6, то **существует 36 разновидностей** воды, из которых в природных условиях обнаружено 9. Основную массу природной воды образуют молекулы  **$H_2O$  (99,73 %)**. По своим свойствам тяжелая вода (с молекулярным весом более 18) существенно отличается от обычной. Например, вода, содержащая дейтерий, плотнее обычной на 10,8 %, замерзает при 3,3 °С, кипит при 101,4 °С, кроме того, обладает повышенной на 23 % вязкостью.

Молекулярная масса обычной воды равна 18,016 а.е.м. Молекула воды нелинейная, угол между связями Н-О-Н составляет **104° 27'**. Связи Н-О ковалентные полярные, электронная плотность смещена к атому кислорода. Поэтому атом кислорода способен притягивать атом водорода соседней молекулы воды, образуя водородную связь. Из-за высокой полярности молекул вода является уникальным растворителем других полярных соединений. Поэтому в воде электролиты легко диссоциируют на ионы.

# Аномальные свойства воды

- **Многие свойства воды аномальны**, т.е. не проявляются у других веществ с аналогичной химической формулой ( $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2\text{Se}$ ,  $\text{H}_2\text{Te}$  и др.). Они определяются специфичностью строения молекулы воды и способны влиять на биологические процессы и экологические процессы.
- **1. Вода имеет наибольшую теплоемкость среди жидкостей** – 4,1868 кДж/кг, что почти вдвое превышает таковую растительных масел, ацетона, фенола, глицерина, спирта, парафина. Благодаря этому теплые океанические течения согревают многие северные регионы планеты, принося тепло из южных широт. Установлено также, что у воды с температурой от 0 °C до 37 °C теплоемкость снижается, а с 37 °C градусов и выше – растет. Вода легче всего она нагревается и быстрее всего охлаждается при температуре 37 °C. Данная особенность пока не объяснена, однако совпадение с нормальной температурой здорового человека (36,6 °C – 37,0 °C) представляется весьма важным.
- Если бы вода не обладала этим удивительным качеством, тогда бы системе терморегуляции организма потребовалось бы гораздо больше затрат чтобы поддержать температуру нашего тела в области нормальных значений. Ведь уже при 42 °C белок необратимо разрушается, происходит его денатурация – распад структуры.

# Аномальные свойства воды

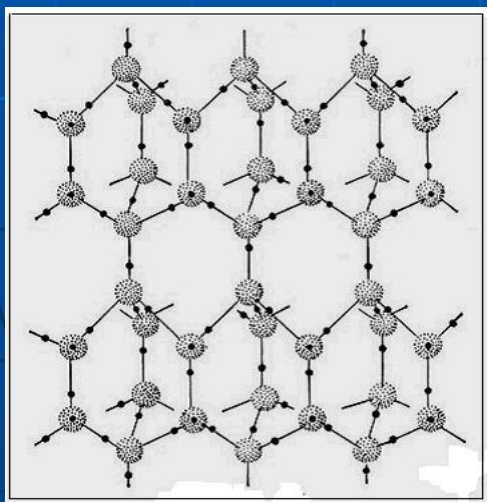
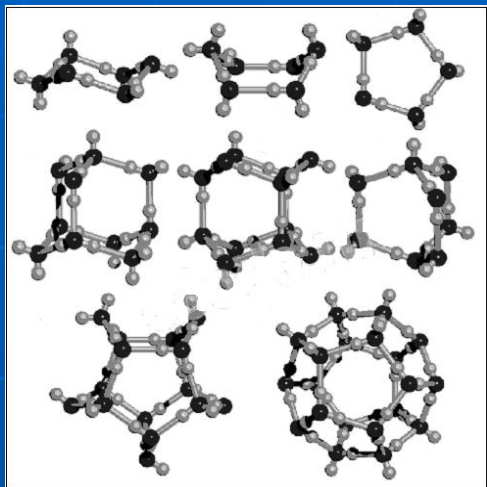
- **2.** Аномально изменяется плотность воды при нагревании-охлаждении. При понижении температуры **от 100 °С до 3,98 °С** вода непрерывно сокращается в объеме, и ее плотность составляет порядка 1 г/мл. Но после пересечения границы **3,98 °С** наступает обратное явление.
- При кристаллизации плотность резко уменьшается и для льда составляет **0,91 г/мл**. Почти у всех остальных веществ кристалл плотнее жидкой фазы.
- Единица объема воды при **3,98 °С** весит больше, чем при **0 °С**. При охлаждении ниже 4 градусов образуется лед, он всплывает, но под ним всегда остается вода. Создается некий термос жизнеобеспечения. Не обладай этим свойством вода, все естественные хранилища воды промерзли бы, и жизнь в них могла бы быть представлена в лучшем случае только низшими криофильными бактериями.
- **3.** Под действием ультразвука вязкость воды уменьшается.

# Аномальные свойства воды

- **4.** Вода обладает самым высоким поверхностным натяжением среди всех жидкостей (за исключением ртути). Аномально высокое поверхностное натяжение жидкой воды не только позволяет некоторым насекомым спокойно ходить по её поверхности, но и благодаря капиллярным силам обеспечивает поступление питательных веществ к кронам гигантских деревьев, достигающих нескольких десятков метров в высоту.
- **5.** Относительная диэлектрическая постоянная воды равна 80 ед. – это очень высокая величина, чем и объясняется ее способность быть универсальным растворителем. Природная вода всегда представляет собой раствор различных химических соединений, большей частью солей и газов. В морской воде найдены почти все элементы таблицы Менделеева.
- **6.** Вода легко разлагает соли на отдельные ионы. При этом образующиеся ионы могут соединяться с водой в более сложные группы, находящиеся в состоянии диссоциации. Так как молекулы воды являются диполями, то они неизбежно присоединяются к другим веществам, несущим электрический заряд, и образуют более сложные группы, изменяя структуру воды. Вода – слабый электролит и диссоциирует в очень малой степени. Поэтому дистиллированная вода не проводит электрического тока.

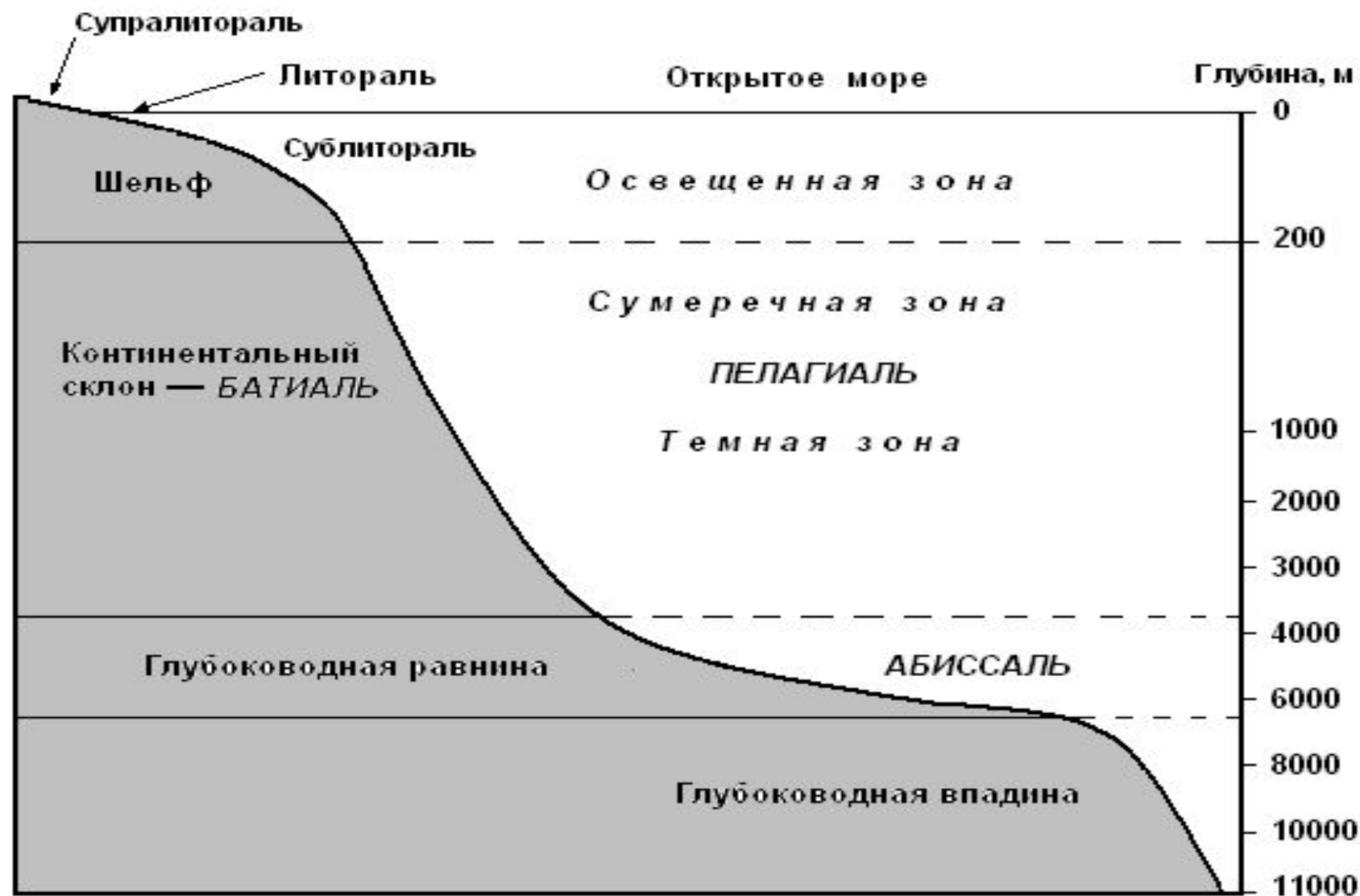


# Кластерная структура воды



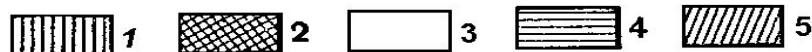
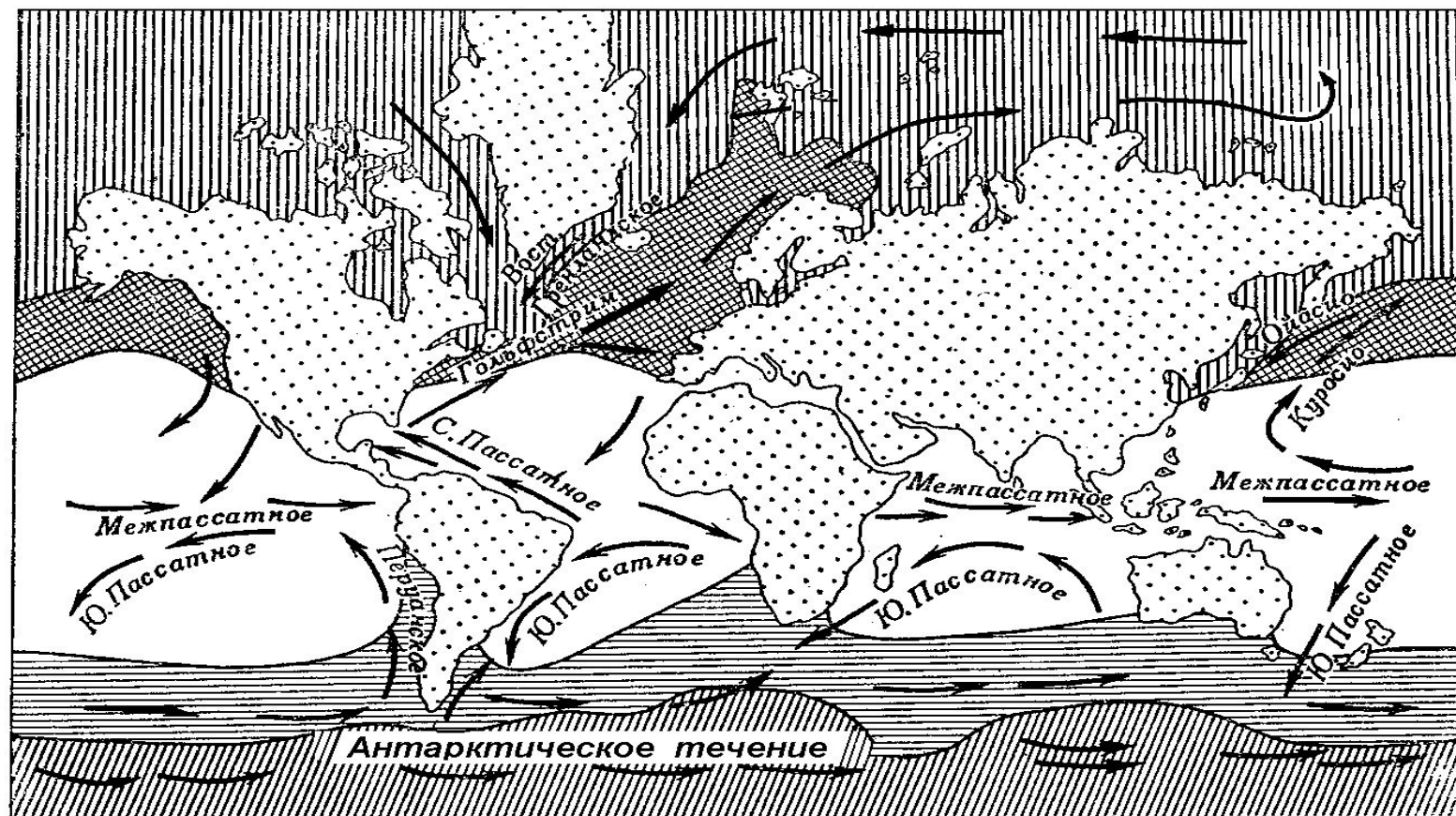
- При объяснении аномальных свойств воды возникло предположение, что на самом деле вода – это не единая жидкость, а смесь нескольких компонентов, которые различаются свойствами, например плотностью и вязкостью. Такими компонентами могут быть различные кластерные структуры (С.В. Зенин, Б. Полануэром, 1999 – 2006).
- Группируясь, тетраэдры молекул воды образуют разнообразные пространственные и плоскостные структуры. Базовой, является всего одна – гексагональная (шестигранная), когда шесть молекул воды (тетраэдров) объединяются в кольцо. Такой тип структуры характерен для льда, снега, талой воды, клеточной воды всех живых существ. Каждая молекула воды в кристаллической структуре льда участвует в 4 водородных связях, направленных к вершинам тетраэдра. Экспериментально обнаружены кластерные структуры воды включающие в свой состав от 57 до 912 молекул.

# Экологические зоны Мирового океана



# Схема поверхностных океанских течений и границы широтных зон

Зоны: 1 – арктическая, 2 – бореальная, 3 – тропическая, 4 – южная умеренная; 5 – антарктическая.



## Распределение значений солености воды

| Водоемы         | Сульфаты, % | Хлориды, % | Карбонаты, % | Соленость, г/л |
|-----------------|-------------|------------|--------------|----------------|
| Пресные воды    | 13,2        | 6,9        | 79,9         | менее 0,5      |
| Открытый океан  | 10,8        | 88,8       | 0,4          | 35             |
| Черное море     | 9,69        | 80,7       | 2,6          | 19             |
| Каспийское море | 30,5        | 63,3       | 1,2          | 12,9           |
| Аральское море  | 38,7        | 58,6       | 0,9          | 11,3           |





## Распределение значений температуры воды в открытом океане

| Широты<br>северные | Средняя<br>температура, °C | Широты<br>южные | Средняя<br>температура, °C |
|--------------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|
| 80 – 70°           | -0,6                       | 0 – 10°         | 26,7                       |
| 70 – 60°           | 2,9                        | 10 – 20°        | 25,2                       |
| 60 – 50°           | 6,1                        | 20 – 30°        | 22,1                       |
| 50 – 40°           | 11,2                       | 30 – 40°        | 17,1                       |
| 40 – 30°           | 19,1                       | 40 – 50°        | 9,8                        |
| 30 – 20°           | 23,6                       | 50 – 60°        | 3,1                        |
| 20 – 10°           | 26,4                       | 60 – 70°        | 3,1                        |
| 10 – 0°            | 27,3                       | 70 – 80°        | -0,5                       |

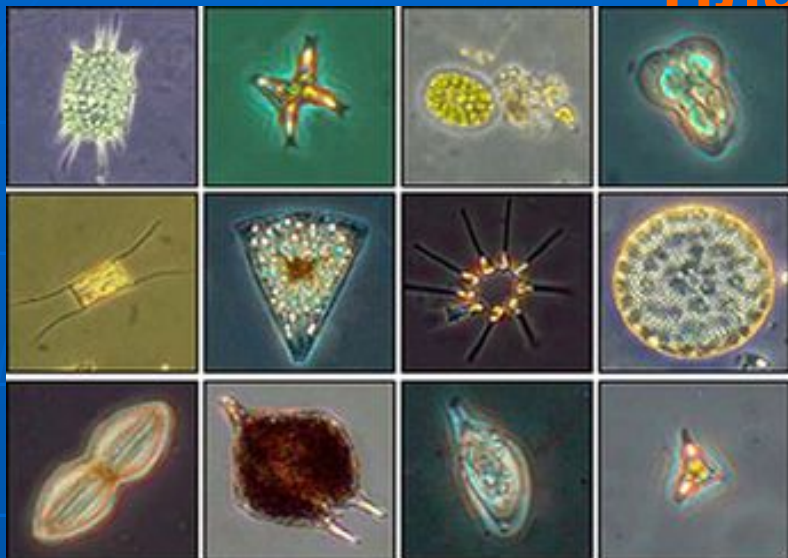
# Экологические группы водных организмов

- **1. Планктон** (от греч. «planktos» – блуждающий, парящий) – совокупность низших организмов обитающих на разной глубине, но не способных к активным передвижениям и к противостоянию течениям.  
Фитопланктон – диатомовые, зеленые и сине-зеленые и др. одноклеточные и колониальные водоросли.  
Зоопланктон – мелкие животные – ракообразные, крылоногие моллюски, медузы, гребневики, личинки кораллов, крабов, моллюсков, икра рыб и т.д.  
Планктон играет важную роль в пищевых (трофических) связях, является пищей для многих водных обитателей, в том числе для всех рыб на стадиях личинки и малька.
- **2. Нейстон** (от греч. «neustos» – плавающий) – совокупность микроорганизмов, растений и животных мелких и средних размеров, обитающих в самой поверхностной зоне водоемов – на границе раздела воды и воздуха. В состав нейстона входят водомерки, жуки-вертячки, одноклеточные водоросли, икра некоторых рыб, планктонные личинки высших ракообразных, бактерии, простейшие и др. Некоторые из них в качестве опоры используют нижнюю поверхность пленки воды. Значительную часть пресноводного нейстона составляют водоросли различных отделов: золотистые золотистые (Chromulina золотистые (Chromulina), эвгленовые золотистые (Chromulina), эвгленовые (Euglena золотистые (Chromulina), эвгленовые (Euglena, Trachelomonas золотистые (Chromulina), эвгленовые (Euglena, Trachelomonas).

## Экологические группы водных организмов

- **3. Нектон** (от греч «nektos» – плавающий) объединяет животных, обладающих способностью активно перемещаться в воде, преодолевая силу течений, за счёт развитой мускулатуры и скелета, наличия плавников и эффективных органов ориентации в пространстве. Представителями нектона являются рыбы, кальмары и водные млекопитающие, способные перемещаться на большие расстояния. В пресных водоемах к нектону относятся, кроме рыб, еще и земноводные, а также типично водные насекомые.
- **4. Бентос** (от греч «benthos» – глубина) – это обитатели дна. Организмы обитающие на поверхности грунта и в его толще, в соответствии с чем население дна подразделяется на эпи- и эндобентос. По размерному признаку выделяют организмы микро-, мейо-макробентоса. К микробентосу относятся организмы размером менее 0,1 мм, к мейобентосу – от 0,1 до 2 мм, к макробентосу – более 2 мм. По способу питания представители зообентоса подразделяются на хищных (плотоядных), растительноядных, детритоядных (питающихся органическими частицами) и т.д.

# Планктон



*Фитопланктон*



*Зоопланктон*



*Зоопланктон-медузы*



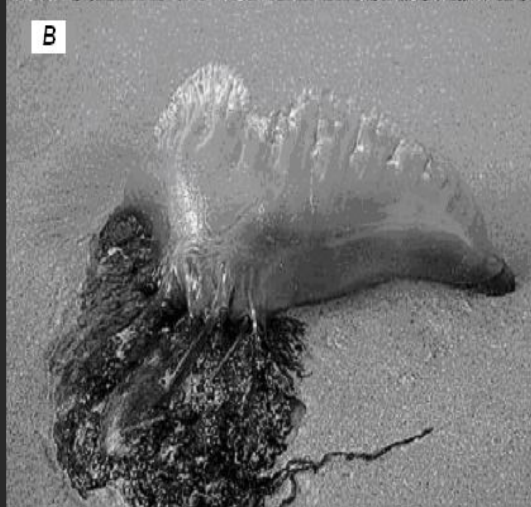
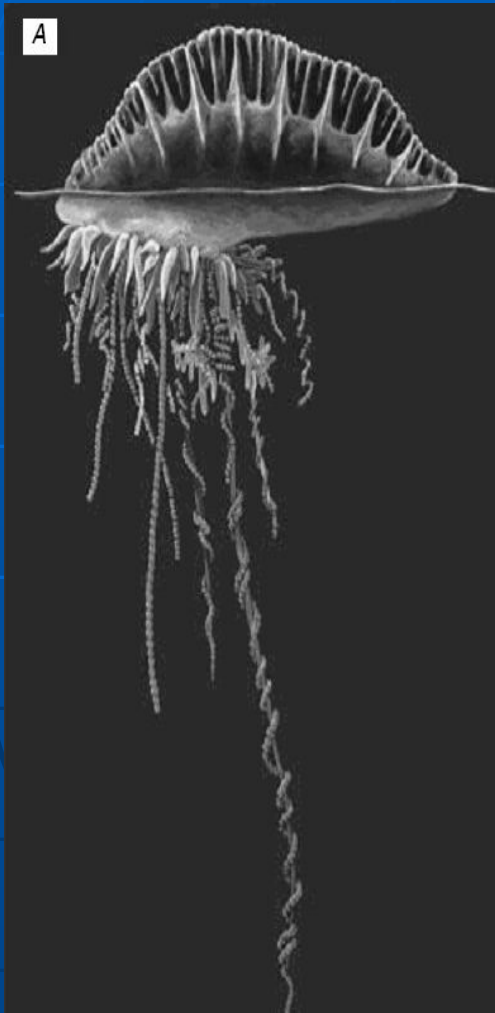
# Массовое развитие водорослей фитопланктона во внутренних морях Европы в летний период





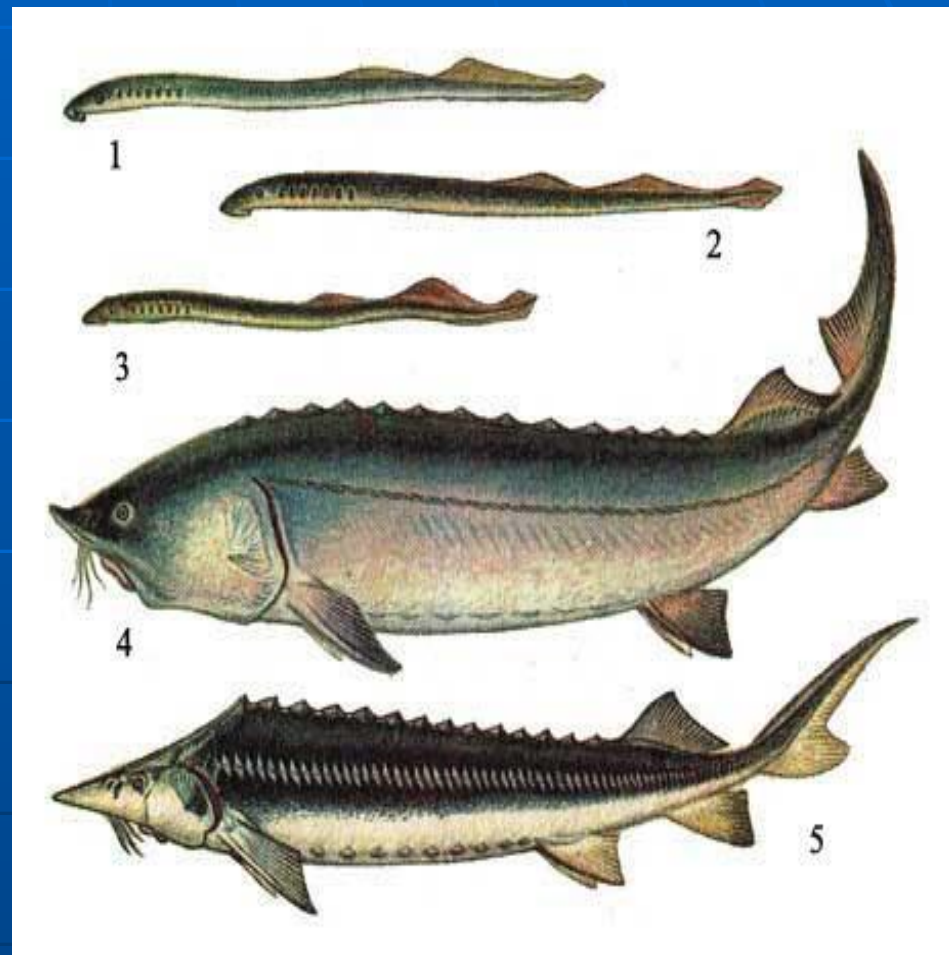
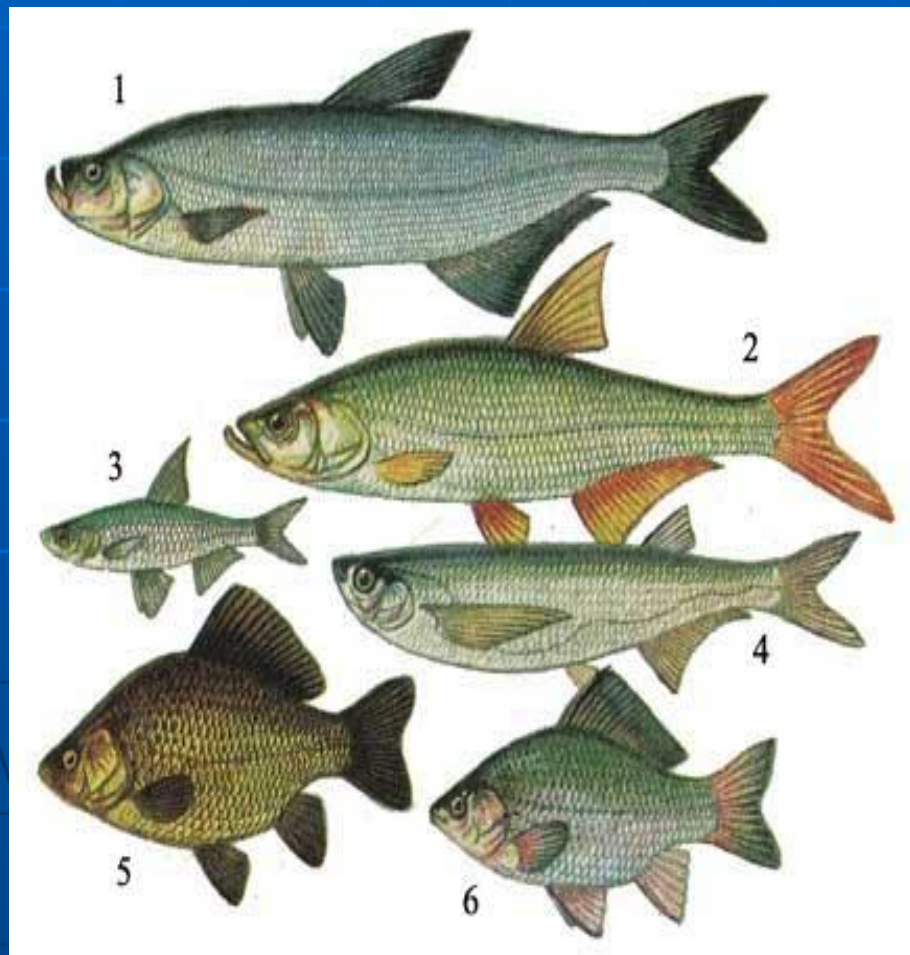
# Нейстон

Внешний вид представителей морского отряда гидроидов *Siphonophorae* и пресноводной водяной папоротник Риччия



# Нектон

(пресноводные рыбы – сем. карповые, осетровые и рыбообразные миноги)





# Нектон

(морские рыбы – отряд акулообразные, скаты)





# Нектон

(морские рыбы – акулы – большая белая акула, китовая акула, акула-молот)





# Нектон – рыбы коралловых рифов





# Нектон

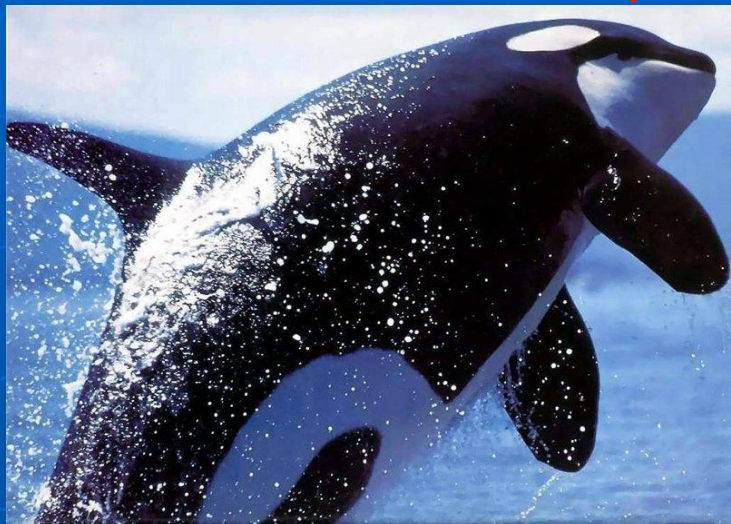
(экзотические рыбы - меч-рыба, рыба-зебра, рыба-луна, сельдяной король)





# Нектон

(морские млекопитающие – киты – касатка, гренландский кит, кашалот, амазонский дельфин иня)





# Нектон (глубоководные рыбы-хищники)





# Бентос

(иглокожие – морские звезды и ежи, ракообразные)





# Бентос

(сообщество кораллового рифа)





# Высшие водные растения (макрофиты)



*Растения рек*



*Цветковые сторичноводные растения*



*Морские макрофиты*

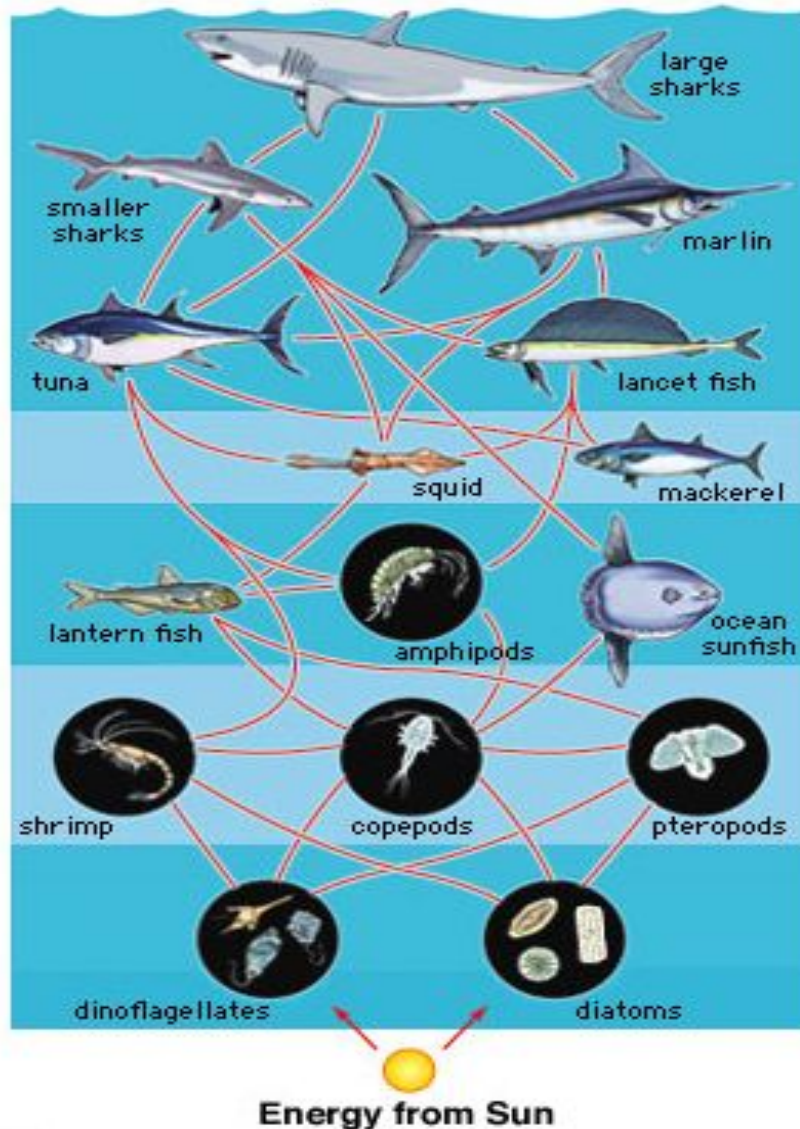


*Морские макрофиты*

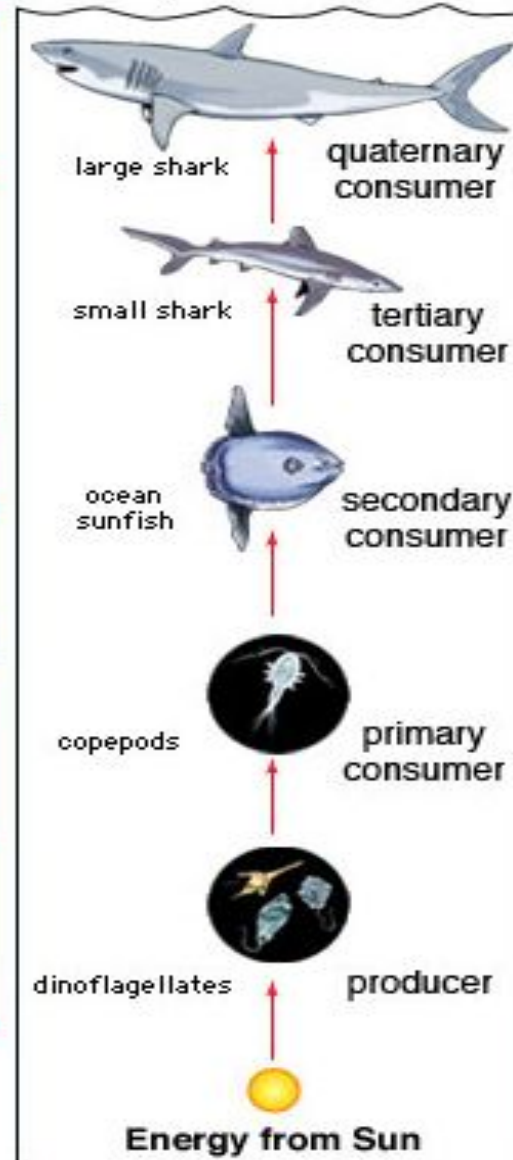


# Трофические (пищевые) связи между экологическими группами гидробионтов в Океане

## Пищевые сети



## Пищевые цепи





*Спасибо за внимание !*

*Ваши вопросы ?*