



# Вода

как экологический фактор  
и среда обитания



Специфические особенности воды.

Экологические особенности водных организмов. Организмы, живущие в толще воды и донные организмы.

Пойкилоосмотические и гомойоосмотические организмы.

Источники воды у наземных растений и животных. Степень доступности воды.

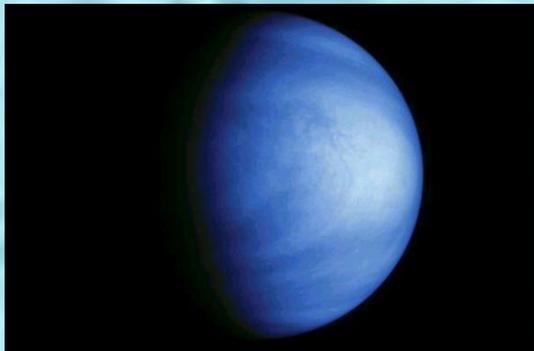
Гидротермические коэффициенты: радиационный индекс сухости, коэффициент увлажнения. Климатодиаграммы.

Основные источники почвенной влаги.

Экологические группы организмов по отношению к воде.

Правило Глогера.

## Венера



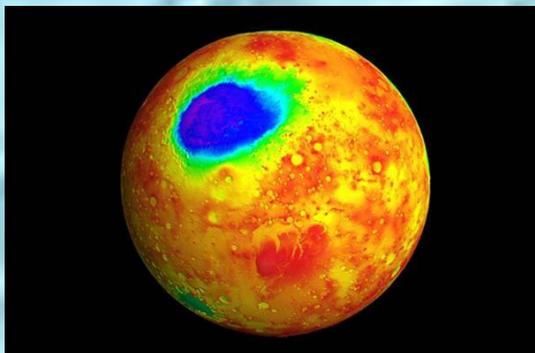
На Венере воды очень мало и она находится в газообразном состоянии.

## Земля



Только на Земле царство жидкой воды.

## Марс



На Марсе весь небольшой объем воды – лед.

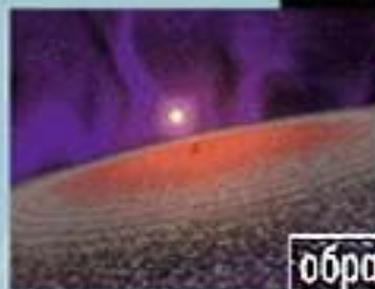
2  
образование внутренних  
и внешних оболочек  
Земли



3  
интенсивные  
магматические  
процессы



4  
атмосфера из  
вулканических газов



1  
образование  
Земли

образование

5  
образование  
Мирового океана



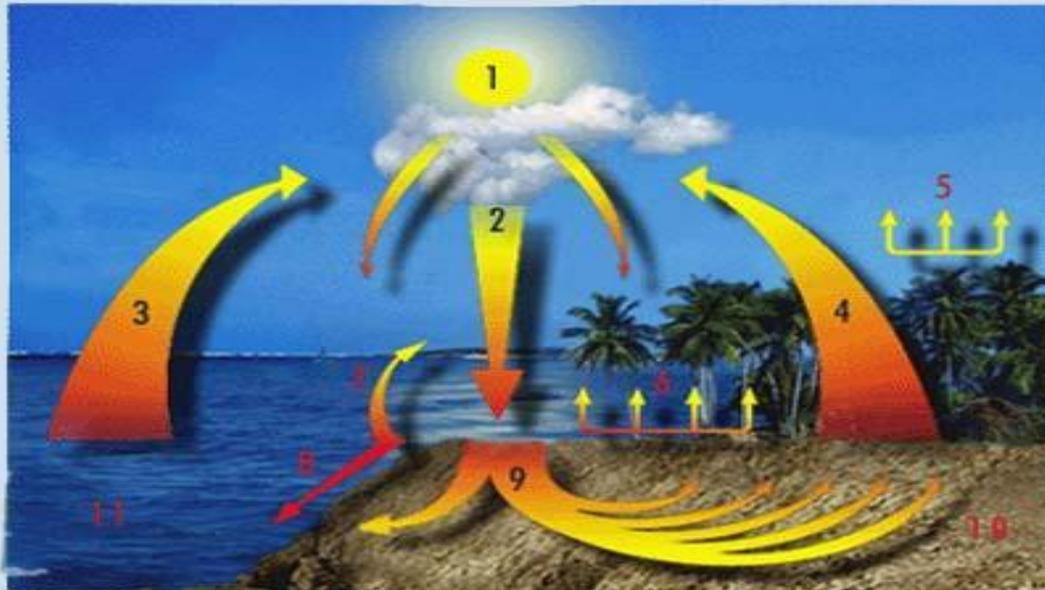
воды



# Вода - важнейший экологический фактор

- Воде принадлежит важнейшая роль в истории развития Земли.
- Почти все процессы на Земле протекают при ее участии.
- Входит в состав организмов.

## Взаимодействие океана с сушей и атмосферой

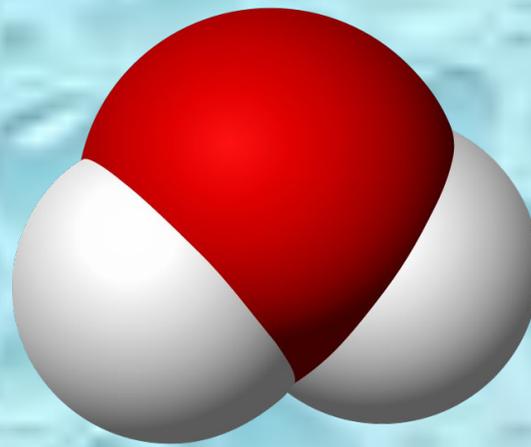
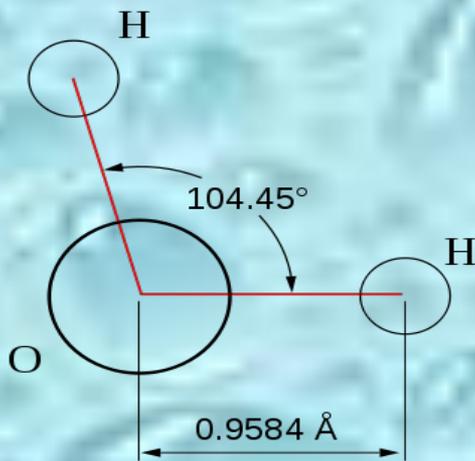


- 1 СОЛНЕЧНАЯ ЭНЕРГИЯ
- 2 ОСАДКИ
- 3 ИСПАРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ОКЕАНА
- 4 ТРАНСПИРАЦИЯ РАСТЕНИЙ
- 5 ПЕРЕХВАТ ВОДЫ КРОНАМИ
- 6 ИСПАРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ПОЧВЫ
- 7 ИСПАРЕНИЕ С ПОВЕРХНОСТИ ПРОТОЧНЫХ ВОД
- 8 ПОВЕРХНОСТНЫЙ СТОК С ПРОТОЧНЫМИ ВОДАМИ
- 9 ПОДЗЕМНЫЙ СТОК
- 10 ПОЧВА
- 11 ОКЕАН

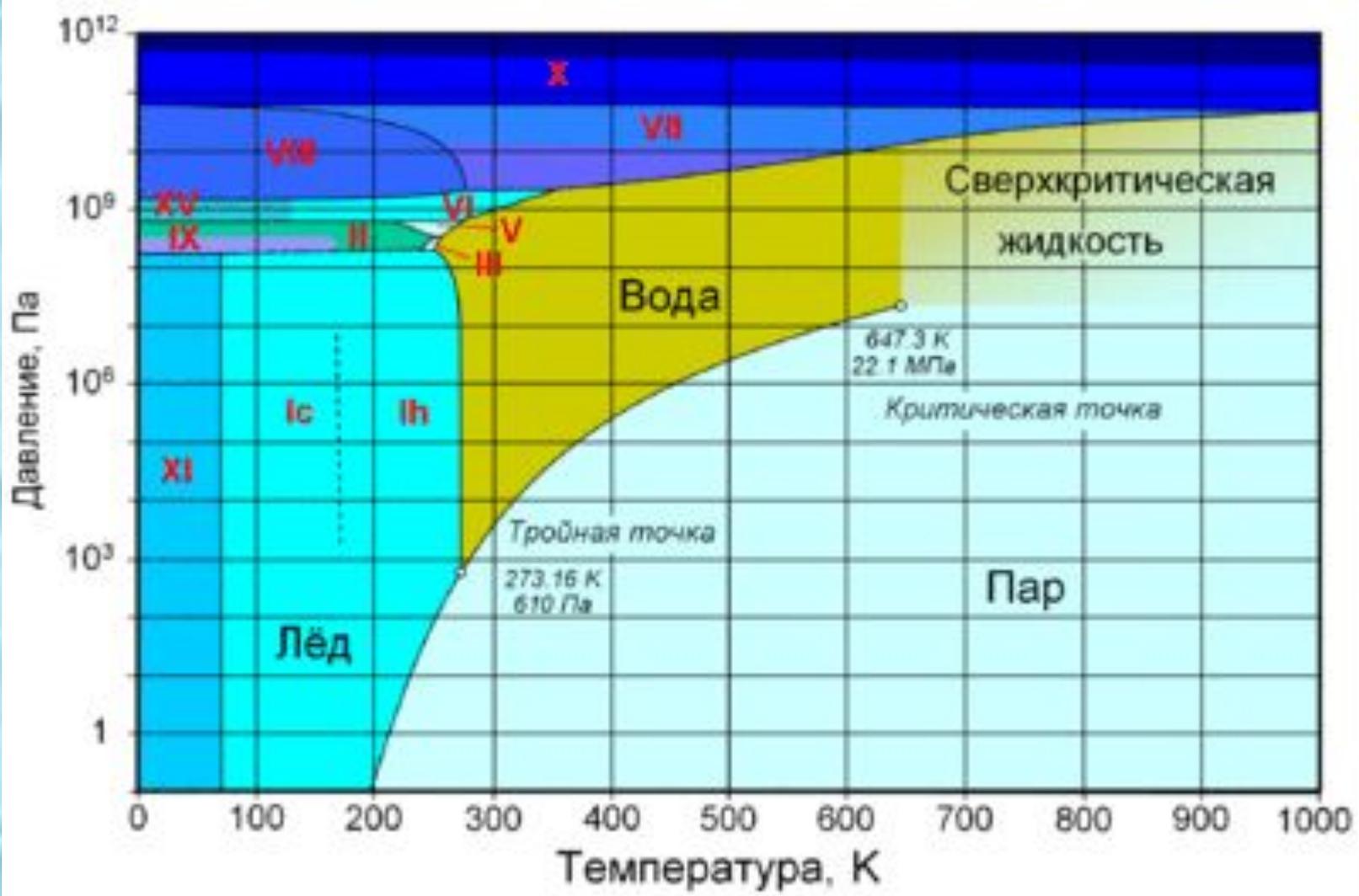
# Древнейшие цивилизации

- Древний Египет – долина Нила
- Древняя Индия – Инд и Ганг
- Древний Китай – Хуанхэ и Янцзы





- Одно из самых сложных веществ, как с физической, так и с химической точек зрения.
- Вода относится к веществам, которые наиболее трудно получить в чистом виде.
- Чистая вода - смесь легкой воды (H<sub>2</sub>O) и очень малых количеств тяжелой (D<sub>2</sub>O или <sup>2</sup>H<sub>2</sub>O) и сверхтяжелой (тритиевой) воды (T<sub>2</sub>O или <sup>3</sup>H<sub>2</sub>O).



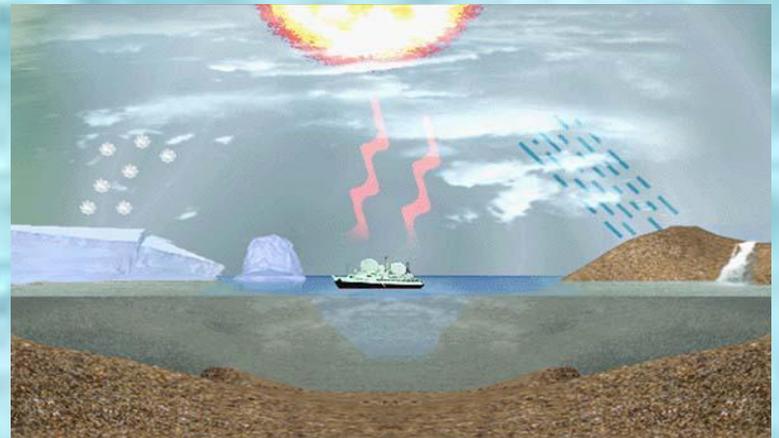
# Особенности воды

Вода – это вещество, физические константы которого отличаются наибольшим количеством аномалий.

Вода в жидком состоянии



Вода в газообразном состоянии



Вода в твердом состоянии



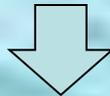
# Особенности воды

- Вода обладает большой растворяющей способностью по сравнению с другими жидкостями.
- Удельная теплоемкость воды (4200 Дж/(кг\* К)) чрезвычайно велика по сравнению с удельной теплоемкостью других веществ.  
Удельная теплоемкость – это тепловая энергия, поглощаемая или отдаваемая при изменении температуры 1 кг вещества на 1 К.
- При нагревании от 0 до 4 °С объем воды не увеличивается, а уменьшается и максимальная плотность достигается не в точке замерзания (0 °С), а при 4 °С.
- У воды самое большое поверхностное натяжение из всех жидкостей ( $75 \cdot 10^3$  Дж/м<sup>2</sup>).



# Лед на суше

## Ледники



### Горные ледники



Ледник Федченко —  
один из крупнейших  
горных ледников  
мира.  
Расположен на  
Памире



Ледник Хаббард -  
крупнейший  
на побережье  
Аляски



### Покровные ледники



Ледник в  
Антарктиде



Ледник в Гренландии

# Лед на воде



**Айсберг**



**Ледостав**

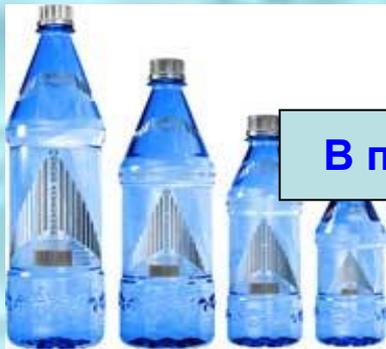
# Жидкая вода



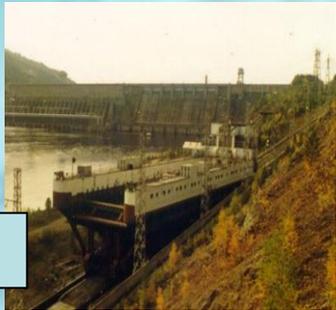
Водный транспорт



Артезианская скважина



В пищу



ГЭС



Зоны отдыха

Использование воды человеком



Приливные электростанции



Орошение полей



В быту



Геотермальные станции



На промышленных предприятиях



# **Вода для наземных организмов**

- Основной источник влаги для растений - **почвенная влага.**
- Почвенная вода: свободная, капиллярная, гигроскопическая.
- Основная разновидность свободной воды - гравитационная. **Гравитационная вода** под действием силы тяжести постоянно уходит в более глубокие слои.
- **Растения легко усваивают гравитационную воду, пока она находится в зоне корневой системы.** Запасы гравитационной воды пополняются осадками.

- **Капиллярная вода** заполняет мельчайшие промежутки между частицами почвы – капилляры. Капиллярная влага **хорошо усваивается растениями.**
- **Гигроскопическая влага** – почвенная вода, которая прочно связана с почвенными частицами и перемещается только при нагревании преимущественно в виде паров. Физиологически совершенно недоступна растениям и **образует мертвый запас воды в почве.**

- Для многих живых организмов источник воды - **атмосферный воздух**.
- Влажность воздуха - одна из основных характеристик климата и погоды. В нижних слоях атмосферы до высот 1,5 – 2 км содержится 50% всей влаги.
- Влажность воздуха обуславливает активную жизнь организмов, влияет на продолжительность развития, плодовитость и смертность.
- Влажность среды - часто фактор, лимитирующий численность и распространение организмов по земному шару.

*Бук может расти на сравнительно сухой почве, но очень чувствителен к влажности воздуха.*

# Показатели влажности воздуха

- **Абсолютная влажность воздуха** – масса водяного пара в  $1 \text{ м}^3$  воздуха.
- **Относительная влажность воздуха** - отношение абсолютной влажности к максимальной в процентах.

$$r = p/p_s * 100$$

- **Дефицит влажности** – разность между максимальной и абсолютной влажностью при данной температуре:  $d = p_s - p$ .

Один из важнейших экологических параметров, характеризует сразу две величины: температуру и влажность.

Чем выше дефицит влажности, тем суше и теплее.

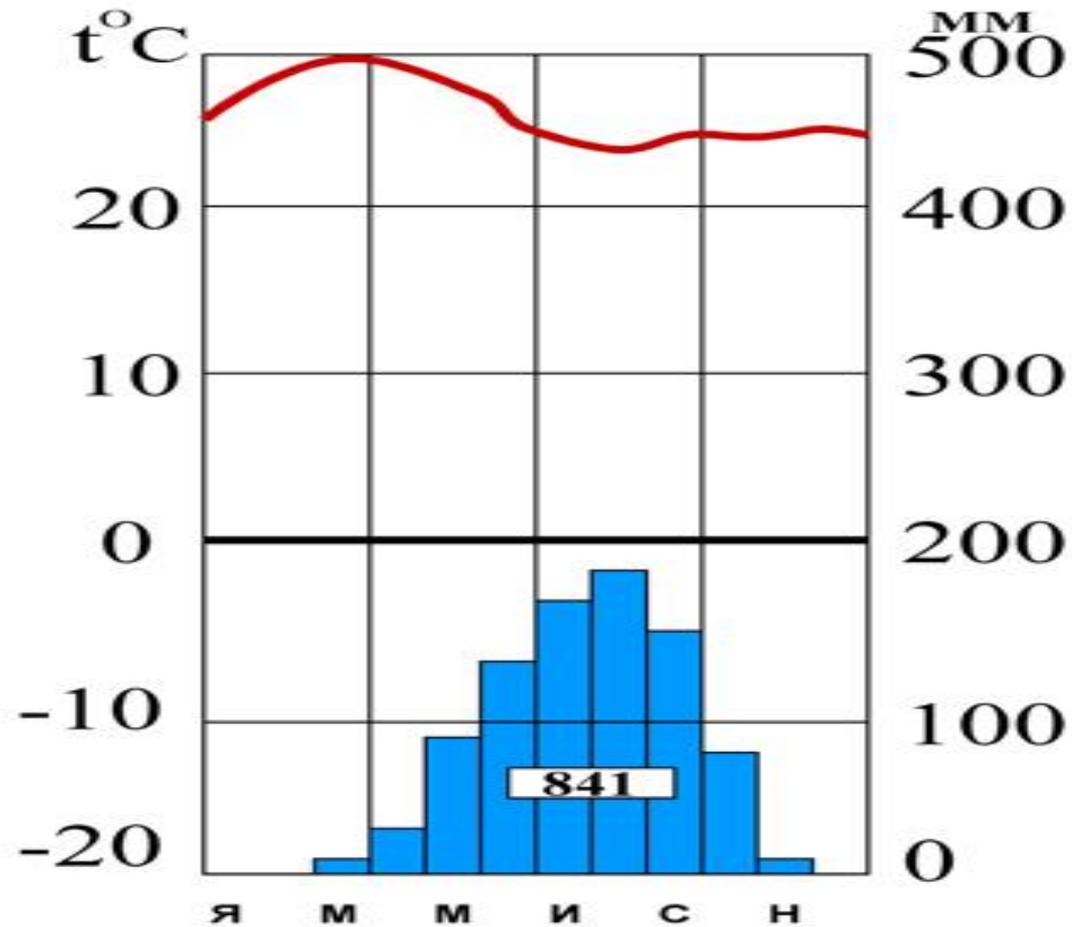
# Гидротермические коэффициенты

Степень увлажненности территории

Индекс сухости = 
$$\frac{\text{суммарная испаряемость с поверхности}}{\text{количество выпадающих осадков}}$$

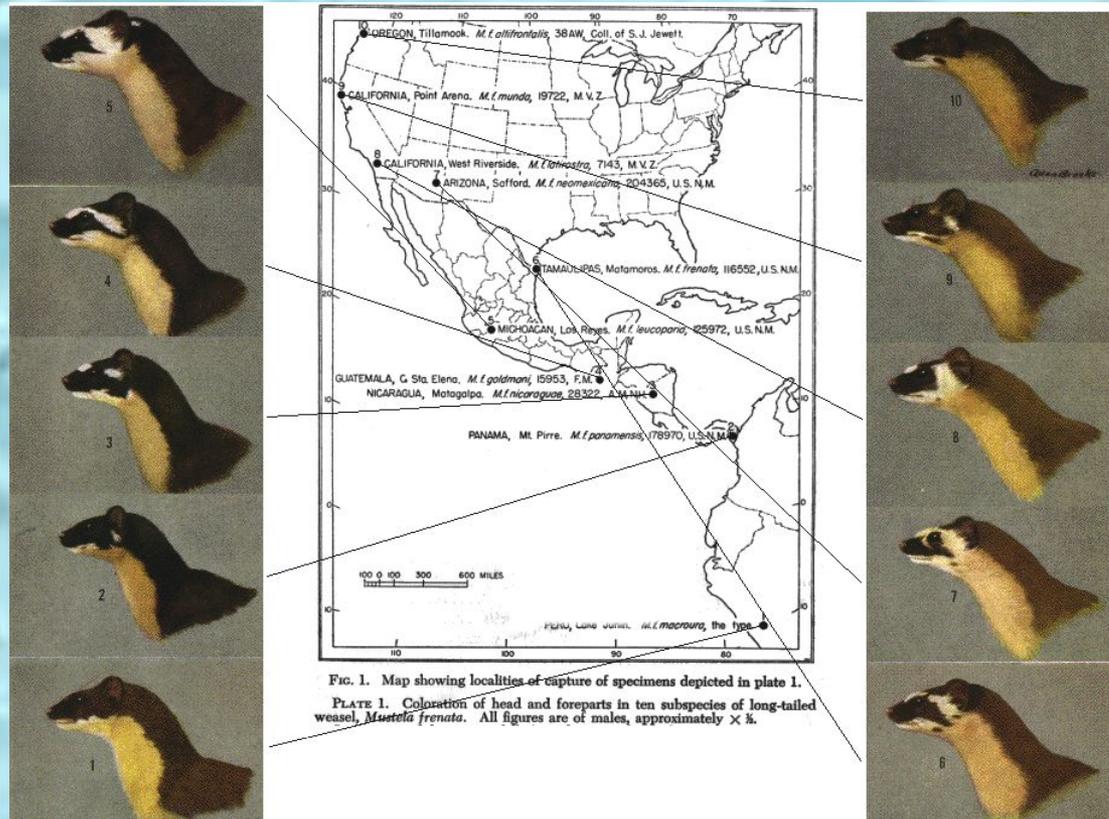
Зона	Индекс сухости
избыточно влажная	< 0.45
влажная	0.45 – 1.0
недостаточно влажная	1.0 - 3.0
сухая	> 3.0

# Климатограмма



# Правило Глогера

Во влажном климате животные имеют более темную окраску, чем в засушливом.



# Экологические группы

- **Гигрофильные** (влаголюбивые),
- **Ксерофильные** (сухолобивые),
- **Мезофильные**, предпочитающие умеренную влажность.

Ксерофиты – суккуленты и склерофиты.

**Суккуленты** – это растения, обитающие в засушливых районах и переносящие неблагоприятный период за счет накапливаемых запасов влаги в стеблях (кактусы) или в листьях (алоэ).

**Склерофиты** – засухоустойчивые растения с жесткими листьями и стеблями. Они не накапливают в себе влагу, а наоборот интенсивно ее испаряют (полынь, верблюжья колючка и др.).

# Адаптации

- **Анатомо-морфологический характер** (листья-колючки кактуса - для уменьшения испарения),
- **Физиологический характер** (различная длина корневой системы растений),
- **Поведенческий характер** (складывание листьев).

# Вода как среда обитания

В водной среде обитает примерно 7% от общего количества видов животных на земном шаре и 8% видов растений.

Эволюция на суше протекала значительно быстрее.

Вода является более стабильной средой, в которой факторы претерпевают сравнительно незначительные колебания.

Все водные организмы обладают по сравнению с наземными меньшей экологической пластичностью.

# Особенности водной среды и адаптации водных организмов

## *Плотность воды*

- Значительна и превосходит в 800 раз воздушную среду.
- У водных растений очень слабо или вовсе не развивается механическая ткань, их стебли очень эластичны и легко изгибаются.
- У многих водных животных покровы обильно смазываются слизью, уменьшающей трение при передвижении, тело обтекаемой формы.
- Глубоководные организмы приспособлены к высокому давлению (рыбы из групп бесскелетных форм).

# Особенности водной среды и адаптации водных организмов

## *Прозрачность воды и световой режим*

- Проникновение света в воде затруднительно: часть падающей солнечной радиации отражается от поверхности воды, другая поглощается.
- Световой день в воде короче, чем на суше.
- Лучи разных участков солнечного спектра неодинаково поглощаются водой на разной глубине. С увеличением глубины ослабляются красные лучи, сине-зеленые лучи проникают на значительные глубины.
- Цветовая гамма: голубая – синяя – сине-фиолетовая - мрак.
- Увеличение глубины связано у одних видов с редукцией органов зрения, у других – с развитием гипертрофированных глаз, способных воспринимать очень слабый свет.

# Особенности водной среды и адаптации водных организмов

## *Температурный режим*

- В воде более мягкий, чем на суше. Резкие колебания температуры сглаживаются высокой теплоемкостью воды.
- Водным организмам нет необходимости приспосабливаться к сильным морозам или жаре.
- Однако, даже незначительные отклонения в тепловом режиме воды могут привести к существенным изменениям в жизни животных и растений.

# Особенности водной среды и адаптации водных организмов

## *Соленость воды*

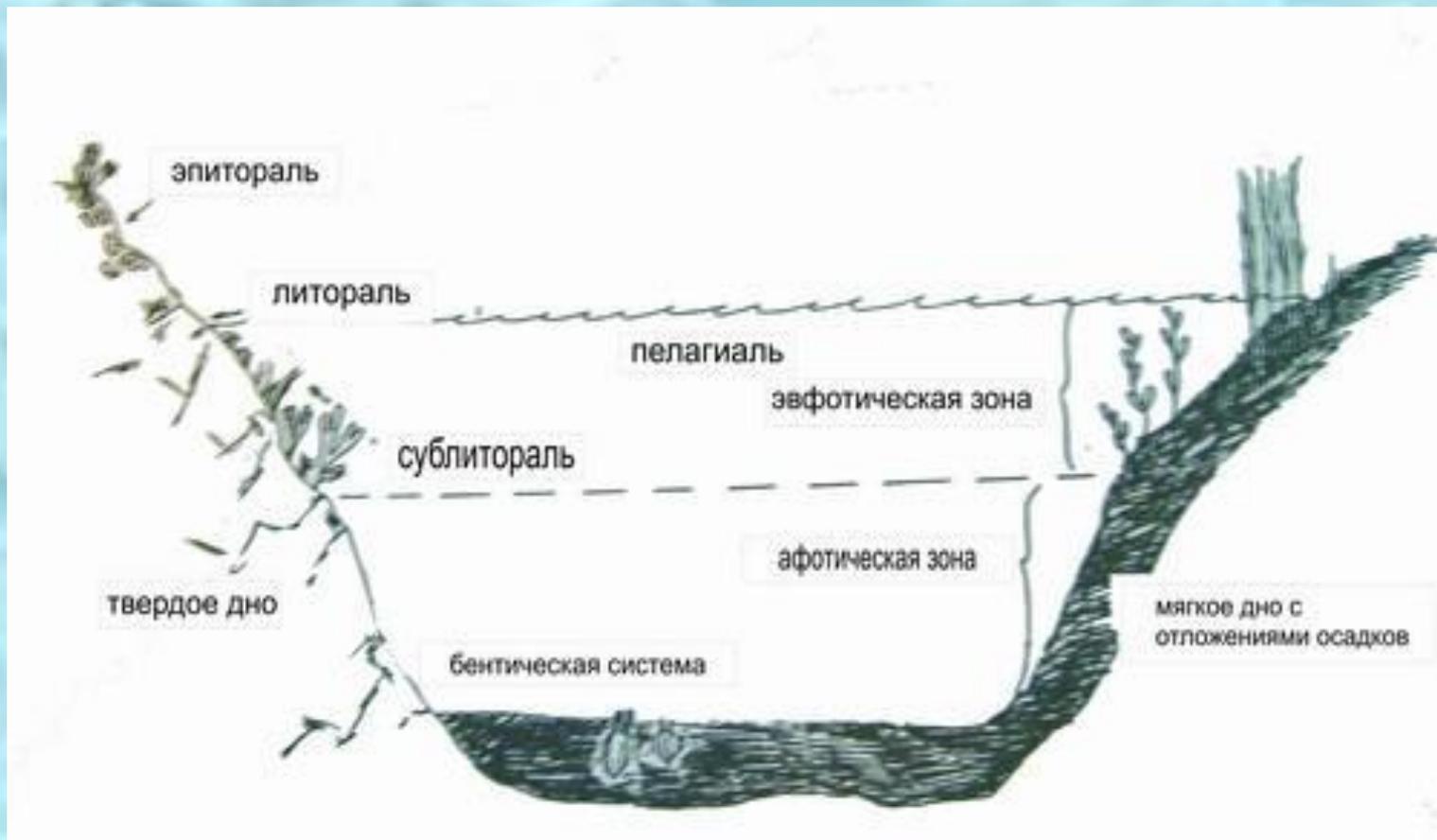
- Различают морские и пресноводные организмы.
- Морские виды не могут жить в пресной воде, а пресноводные – в морях из-за нарушения работы клеток.
- Типично морские и типично пресноводные виды стеногалинные организмы, т.е. не переносят значительных изменений солености воды.
- Пресноводные растения и животные обитают в гипотонической среде (концентрация растворенных веществ ниже, чем в жидкостях тела и тканей). Из-за разницы в осмотическом давлении вне и внутри тела в организм постоянно проникает вода, и гидробионты пресных вод вынуждены интенсивно удалять ее. У них хорошо выражены процессы осморегуляции.
- Концентрация солей в жидкостях тела и тканей многих морских организмов изотонична концентрации растворенных солей в окружающей воде. Осморегуляторные функции у них не развиты в такой степени, как у пресноводных.

# Особенности водной среды и адаптации водных организмов

## *Газовый режим*

- В воде кислорода в 21 раз меньше, чем в воздухе.
- Его растворимость невелика и сильно уменьшается при загрязнении или нагревании.
- Форель очень чувствительна к дефициту кислорода, обитает в быстро текущих холодных и хорошо перемешиваемых водах.
- Углекислый газ растворяется в воде примерно в 35 раз лучше кислорода. В воде его почти в 700 раз больше, чем в атмосфере.

# Морские экологические зоны



Открытые воды – пелагическая система, участки дна – бентическая система и различные зоны у берега – эпитораль, литораль, сублитораль

# Основные группы живых организмов в морских экосистемах

## Планктон

дрейфуют пассивно или не имеют достаточно мощности, чтобы противостоять движению воды

4 фитопланктон

4 зоопланктон



моллюск

ракообразное



иглокожее



моллюск



## Нектон

способны удерживаться в зонах высокой продуктивности, противостоять течениям, мигрировать в благоприятные места обитания

4 рыбы



иглокожее



многощетинковый червь

ракообразное



## Бентос

обитают на дне

Перифитон  
образуют так называемые обрастания на камнях, скалах

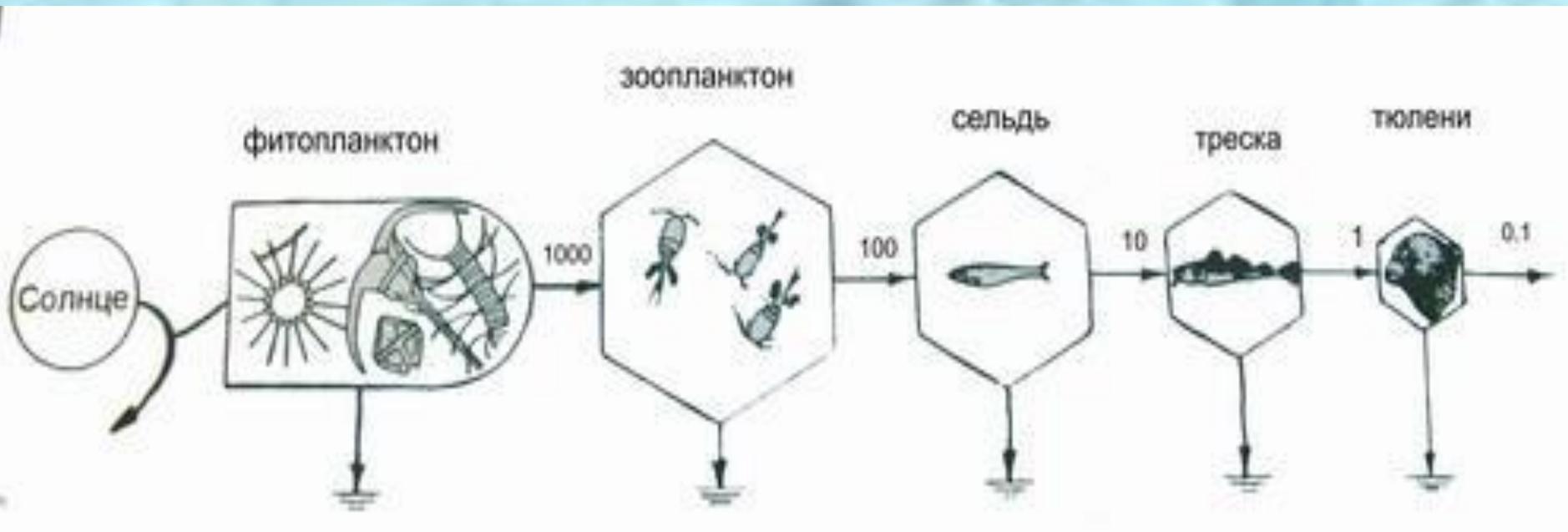


ракообразное

иглокожее



# Пищевая цепь



За год фитопланктон создает продукцию в 15-45 раз превосходящую его фактическую биомассу.

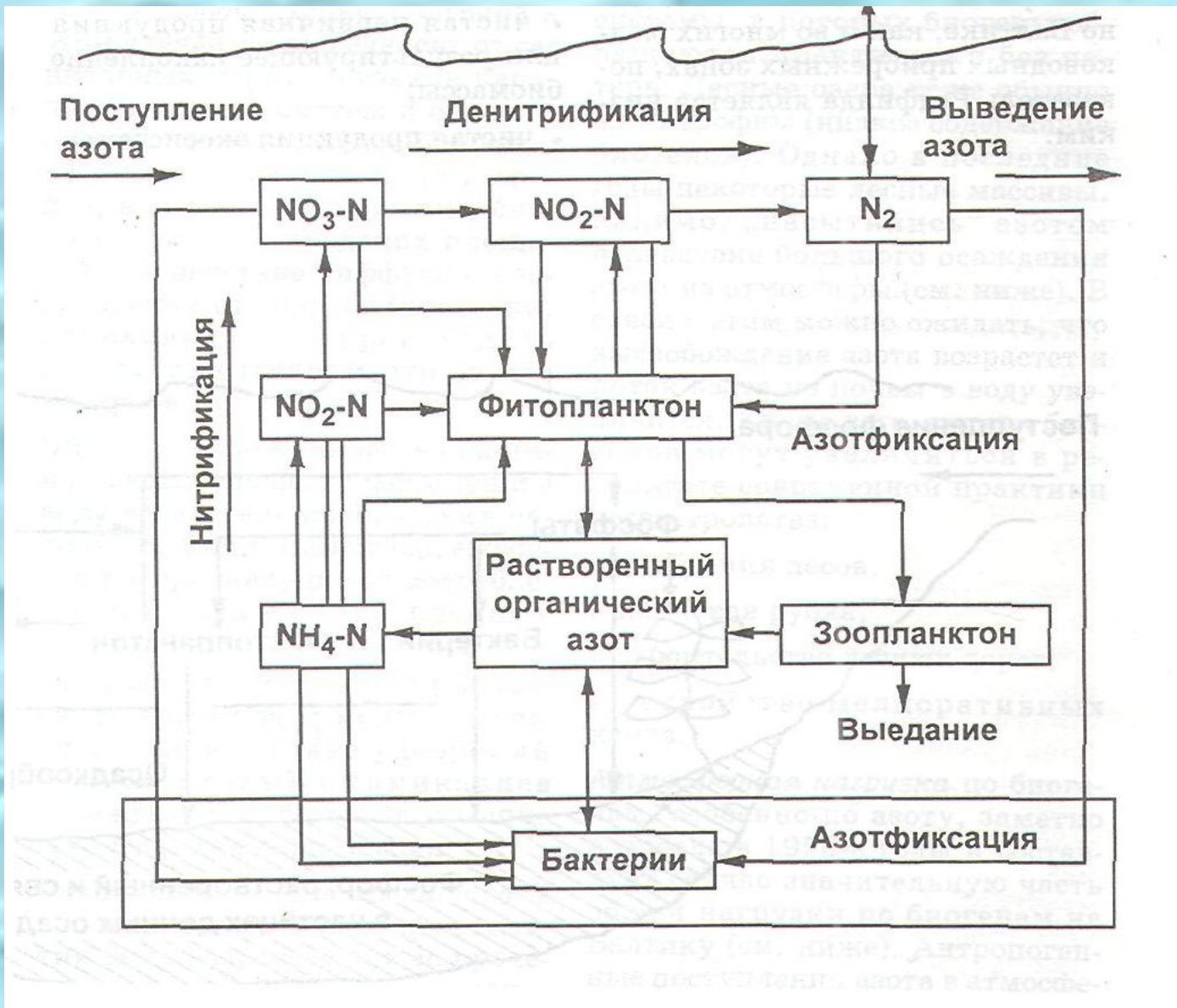
В зависимости от количества поступающих питательных веществ выделяют:

- ä Эвтрофную – избыток
- ä Мезотрофную – средние значения
- ä Олиготрофную – низкие уровни
- ä Сапробную ситуации – перегрузка пит. веществами

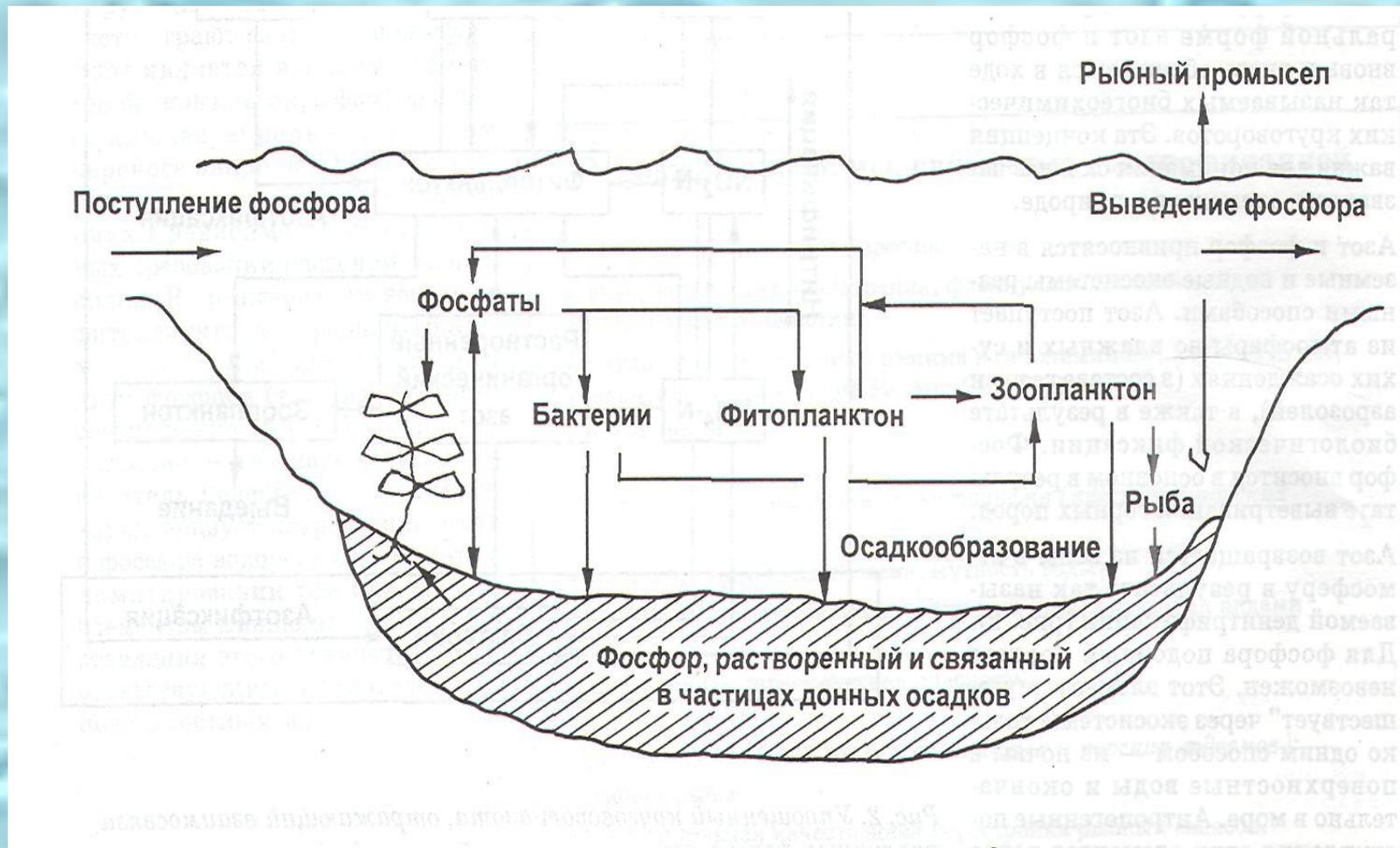
# ЭВТРОФИКАЦИЯ ВОДОЕМОВ

- Ускорение поступления в водоем, главным образом, азота и фосфора, которое приводит к увеличению первичной продукции, развитию водорослей и высших растений.
- Распространенное явление в пресноводных экосистемах.
- Естественный процесс, при котором олиготрофные озера постепенно превращаются в озера, обогащенные биогенами (эвтотрофные).
- Антропогенная эвтрофикация - глобальная проблема, характерная и для морских водоемов.

# Азот в природных водах



# Фосфор в природных вод



# Антропогенное поступление биогенов:

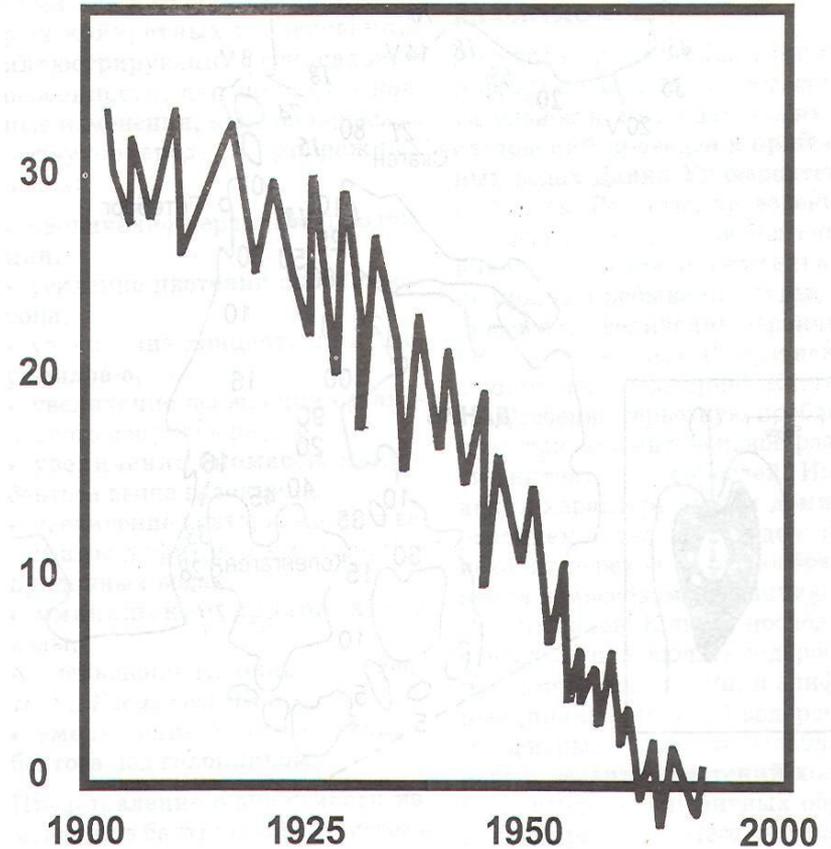
## ИСТОЧНИКИ

- точечные источники (сбросы предприятий);
- диффузные источники (сток с городских территорий, с/х угодий, лесных площадей);
- осаждение из атмосферы;
- высвобождение из донных отложений.

# Результат эвтрофикации

1. Ухудшение качества воды;
2. Истощение кислорода в глубинных слоях;
3. Снижение освещенности.

НАСЫЩЕНИЕ КИСЛОРОДОМ, %

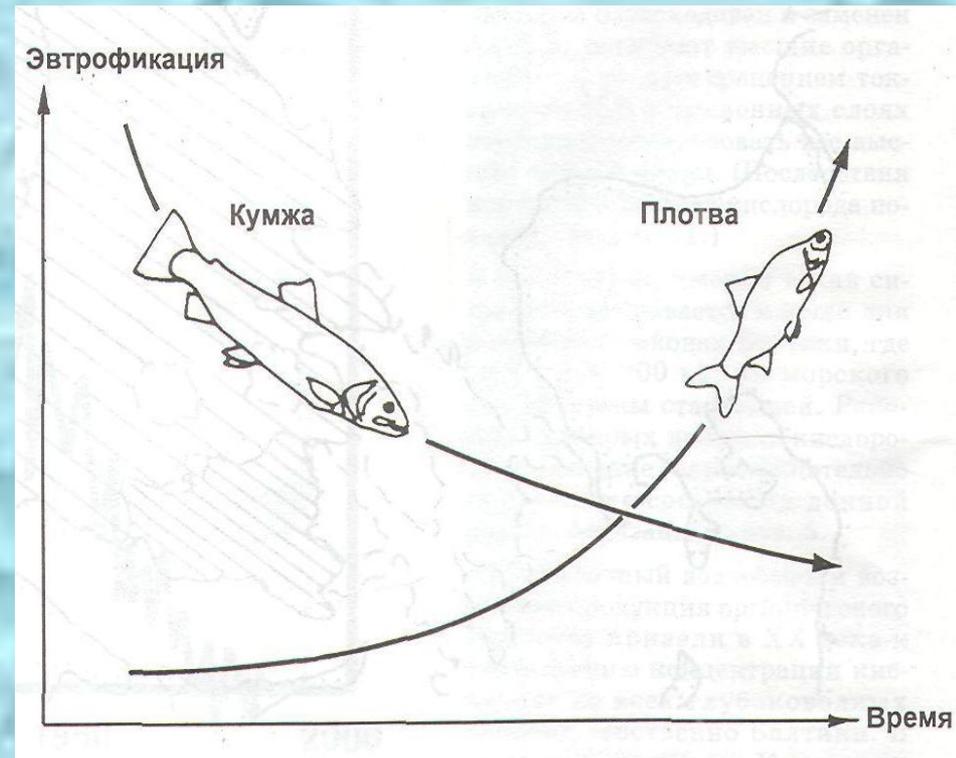


# Последствия эвтрофикации

- экологические;
  - экономические;
  - социальные.

# Последствия эвтрофикации: экологические

1. Исчезновение отдельных видов живых организмов;
2. Снижение видового разнообразия;
3. Заморы рыбы;
4. Токсичные вспышки цветения водорослей.



# Последствия эвтрофикации: экономические и социальные:

1. Нарушение водопользования;
2. Исчезновение ресурсов;
3. Увеличение затрат на охрану природы;
4. Снижение рекреационной ценности водоемов;
5. Ухудшение условий проживания населения.

# Что делать?

**ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА – СОКРАТИТЬ  
ПОСТУПЛЕНИЕ БИОГЕНОВ В  
ВОДНУЮ СРЕДУ.**

1. Очистка канализационных стоков городов.
2. Снижение содержания оксидов азота в выхлопных газах.
3. Снижение потерь азота и фосфора в сельском хозяйстве.

# ПРОБЛЕМА «ЧИСТОЙ ВОДЫ»

**2 млрд. человек не имеет доступа к чистой воде,  
5 млн. ежегодно умирает от болезней, связанных  
с водой.**

При анализе учитывается показатель:

**Отношение отбора воды к общему ее наличию  
в расчете на 1 год.**

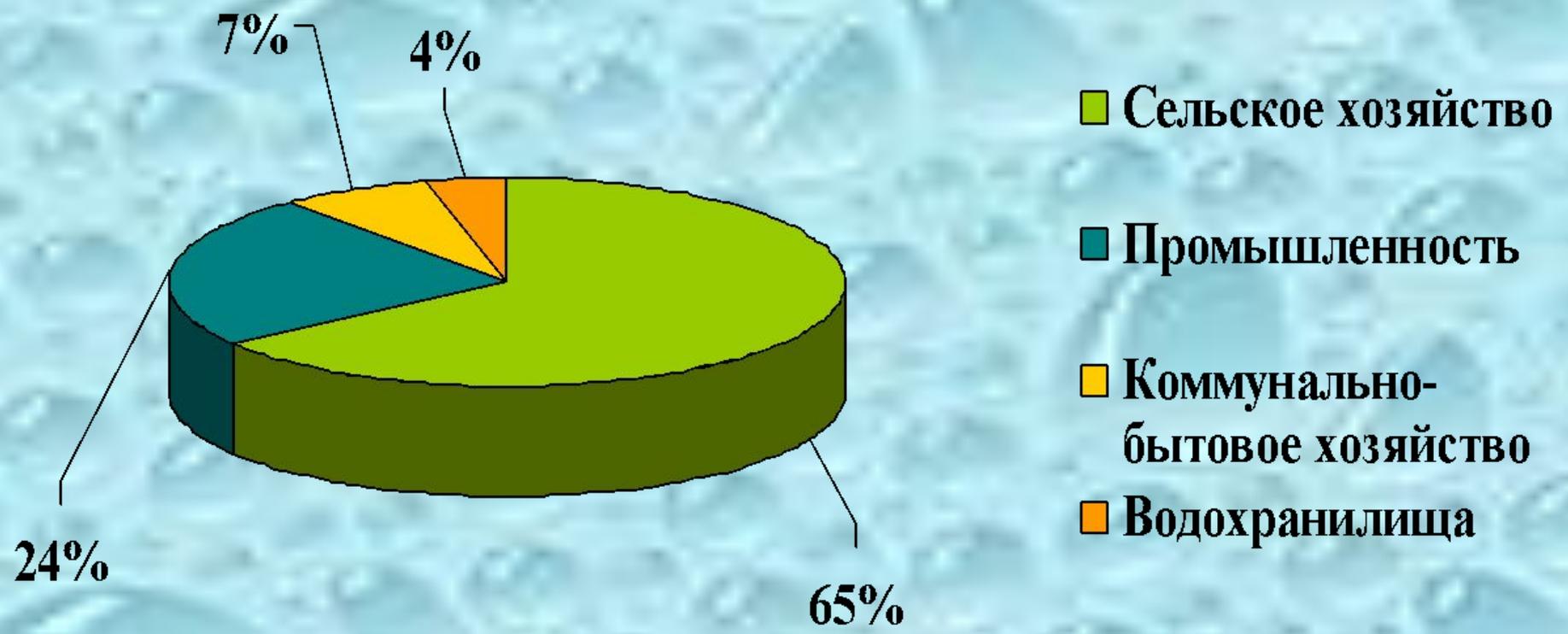
Менее 10% - страны не испытывают проблем

10-20% - ограниченный доступ

20% - недостаток воды

Более 40% - серьезная нехватка воды

# Мировая структура водопользования



**Котловая вода**

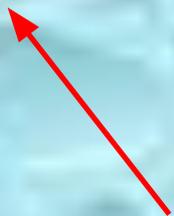
**Охлаждающие воды**

**Источники стоков**

**Бытовые сточные воды**

**Воды ливневого стока**

**Технологическая вода**



# Отрицательные характеристики промышленных стоков:

- Уменьшение растворенного кислорода
- Привкус и запах воды
- Токсичные вещества
- Цветность и мутность
- Биогены (азоты, фосфор)
- Кислоты и щелочи
- Радиоактивные вещества
- Тепловое загрязнение

# Как природа «справляется» со сточными водами?

Процессы самоочищения:

- **Биологические процессы** (орг.в-ва — субстрат для микроорганизмов → включение в пищевую цепь)
- **Химические реакции** ( $\text{Fe}^{2+} \rightarrow \text{Fe}^{3+}$ )
- **Физические процессы** (адсорбция, фильтрация)

# Система очистки сточных вод

**Цель очистки** — уменьшение концентрации различных загрязняющих веществ до уровня, при котором сброс очищенных сточных вод не будет оказывать неблагоприятных воздействий на окружающую среду.

- Предочистка — удаление мусора и песка;
- Физическая (механическая) — удаление взвешенных веществ;
- Биологическая — удаление органических веществ;
- Химическая очистка;
- Уменьшение объема осадков сточных вод и их удаление.

# Этапы очистки стоков

**Предочистка**

**Первичная очистка  
(химическая и физическая)**

пропускание  
через решетки  
и песколовки

сбор стоков  
в накопителе

внесение реагентов  
и коагуляция

седиментация



# Этапы очистки стоков

## Вторичная очистка

Растворенная органика

Удаление взвешенных частиц

активный ил

отстойные пруды

капельные и дисковые биофильтры

седиментация

## Третичная очистка

коагуляция и седиментация

фильтрация



# НИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ БЕЛГОСУНИВЕРСИТЕТА

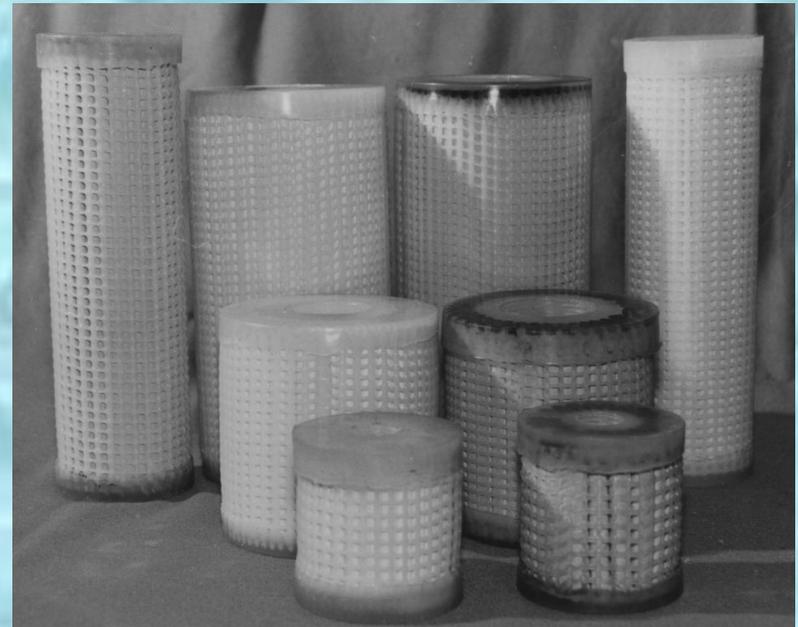


Разработки в области очистки воды

*Зав. лаб., д.х.н., проф. Д.Д.Гриншпан*

# Многоразовые фильтр-элементы

- Изготавливаются из одного или нескольких слоев полотна полиэфирного фильтровального, а также в их комбинации с одним или несколькими слоями сорбента углеродного тканевого, который дополнительно обеспечивает частичную очистку воды от растворенных солей железа и хлорорганических соединений
- Выдерживают химическую и температурную стерилизацию, легко регенерируются и используются многократно





# Индивидуальный комплект для получения питьевой воды из загрязненных источников



- Дезинфицирующие растворимые таблетки, являющиеся источником активного хлора
- Быстродиспергируемый угольный коагулянт
- Портативный многократно регенерируемый фильтр ворончатого типа
- Упаковочный конверт

*Размер комплекта 200×150×25 мм  
Масса до 100 г*

# Quickly-dispersed activated carbon

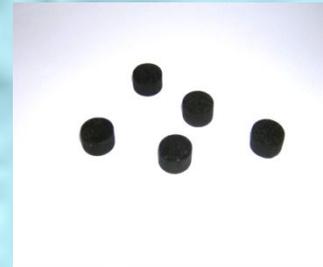


# Порядок работы с ИПК

**1. Отбор загрязненной воды в подручную емкость (котелок, кружка, упаковочный конверт)**



**2. Растворение хлорных таблеток (1-2 таблетки на 0,5 л воды)**

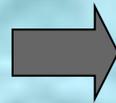


**3. Диспергирование угольного коагулянта (1-2 таблетки на 0,5 л воды)**



**4. Фильтрация через портативный фильтр в чистую емкость (фляжка, кружка и т.п.)**





# МАНВОУ на базе АРС-14



**Мобильная водоочистная установка  
производит 2,5 тонны чистой воды за 3 часа**