

# Лекция 3

---

Тема 2. Факториальная экология.

Часть 2. Свет, вода, соленость,  
биогенные элементы.

## ЭКОЛОГИЯ

Заведующий кафедрой общей экологии

Дмитрий Геннадьевич Замолодчиков

[dzamolod@mail.ru](mailto:dzamolod@mail.ru)

# Факторы, связанные со светом



Земля получает от Солнца менее  $0.5 \times 10^{-9}$  от его излучения

# Фотометрические величины

---

## Энергетические

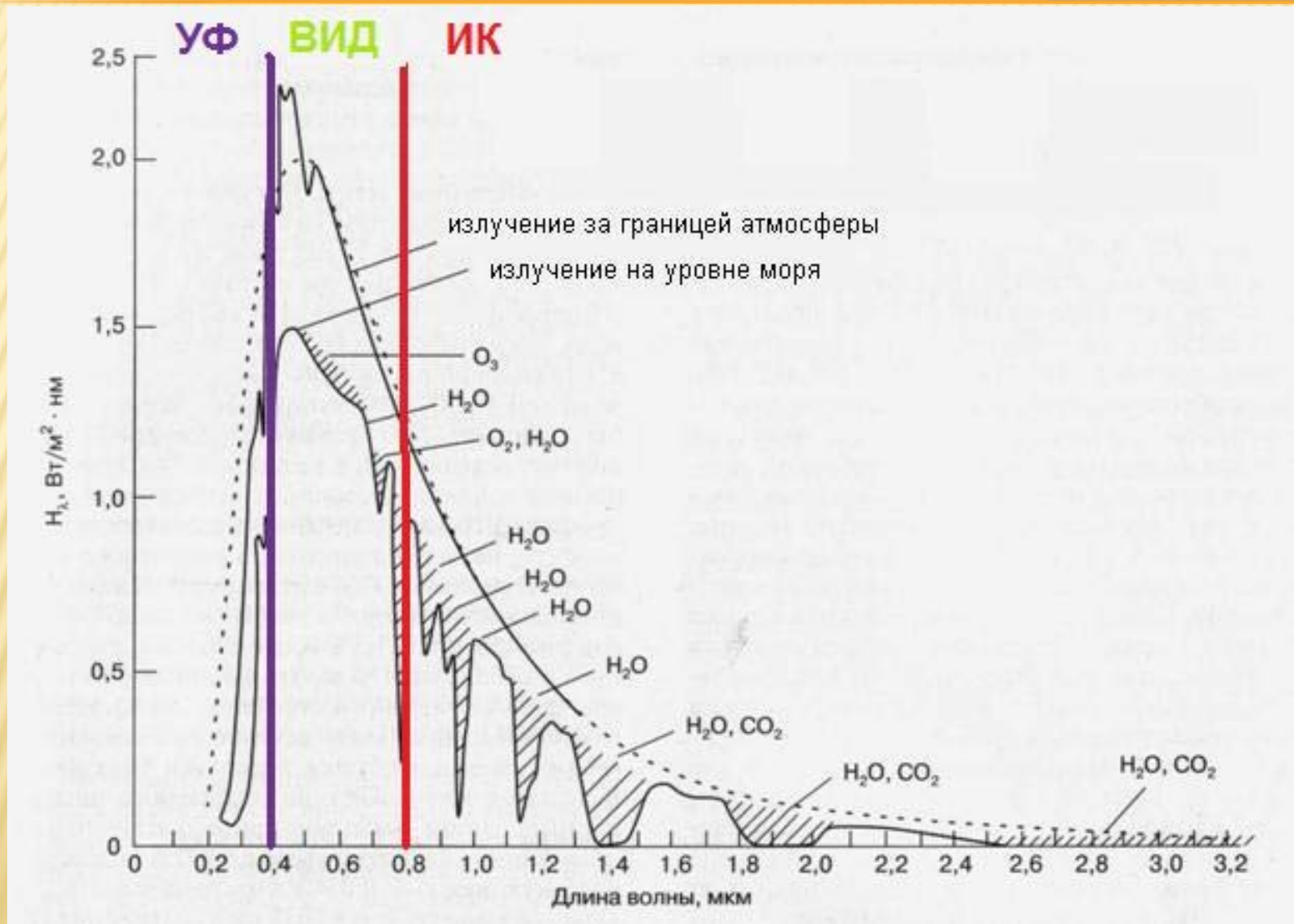
- ✘ Энергия излучения – Дж
- ✘ Поток излучения – Вт
- ✘ Энергетическая освещенность –  $\text{Вт}/\text{м}^2$

## Световые

- ✘ Сила света – кандела
- ✘ Яркость –  $\text{кандела}/\text{м}^2$
- ✘ Световой поток – люмен
- ✘ Освещенность – люкс ( $\text{люмен}/\text{м}^2$ )



# Энергетический спектр солнечного света

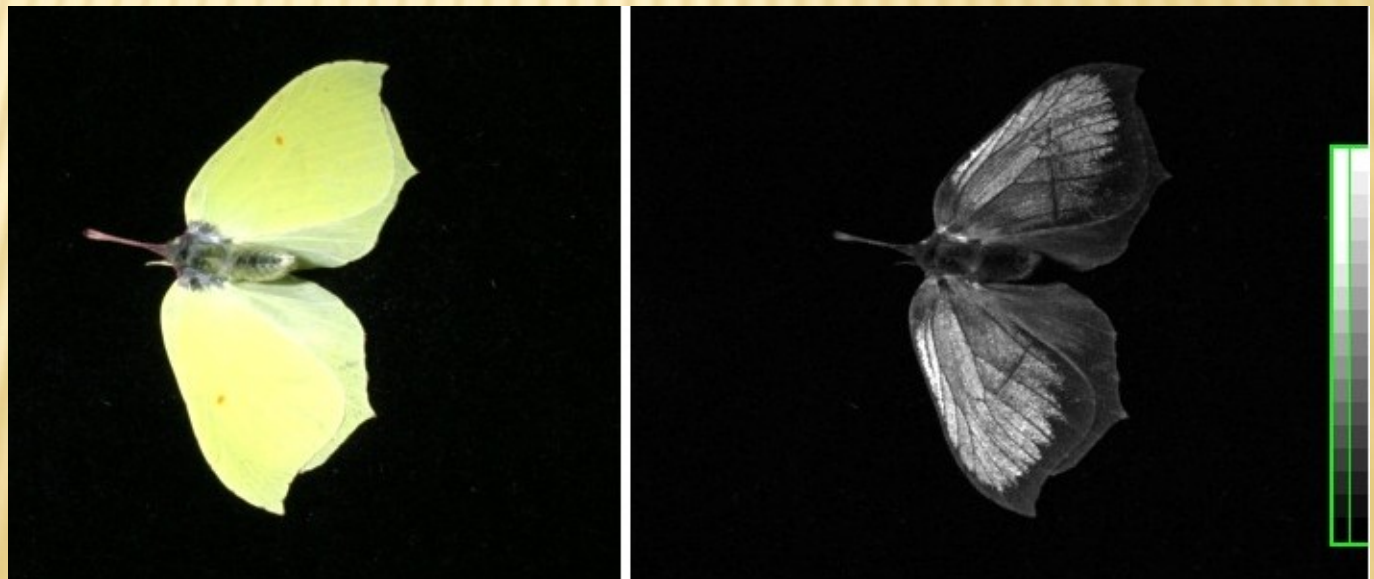


## Доля энергии, переносимой солнечным излучением в диапазонах (%)

Диапазон	За пределами атмосферы	На уровне моря
Ультрафиолетовый	10	1
Видимый	40	59
Инфракрасный	50	40

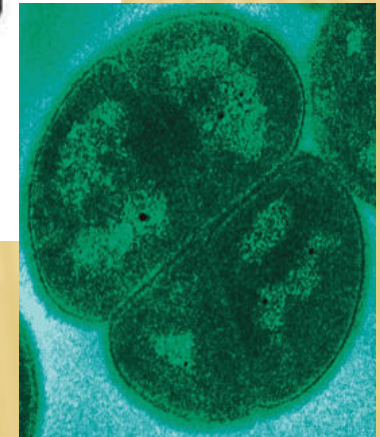
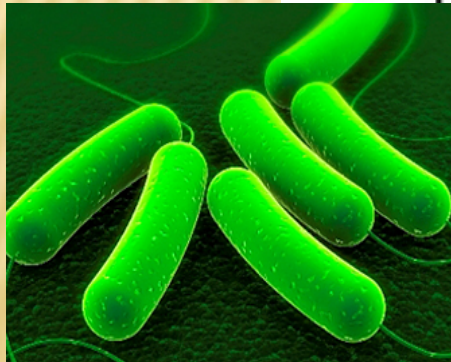
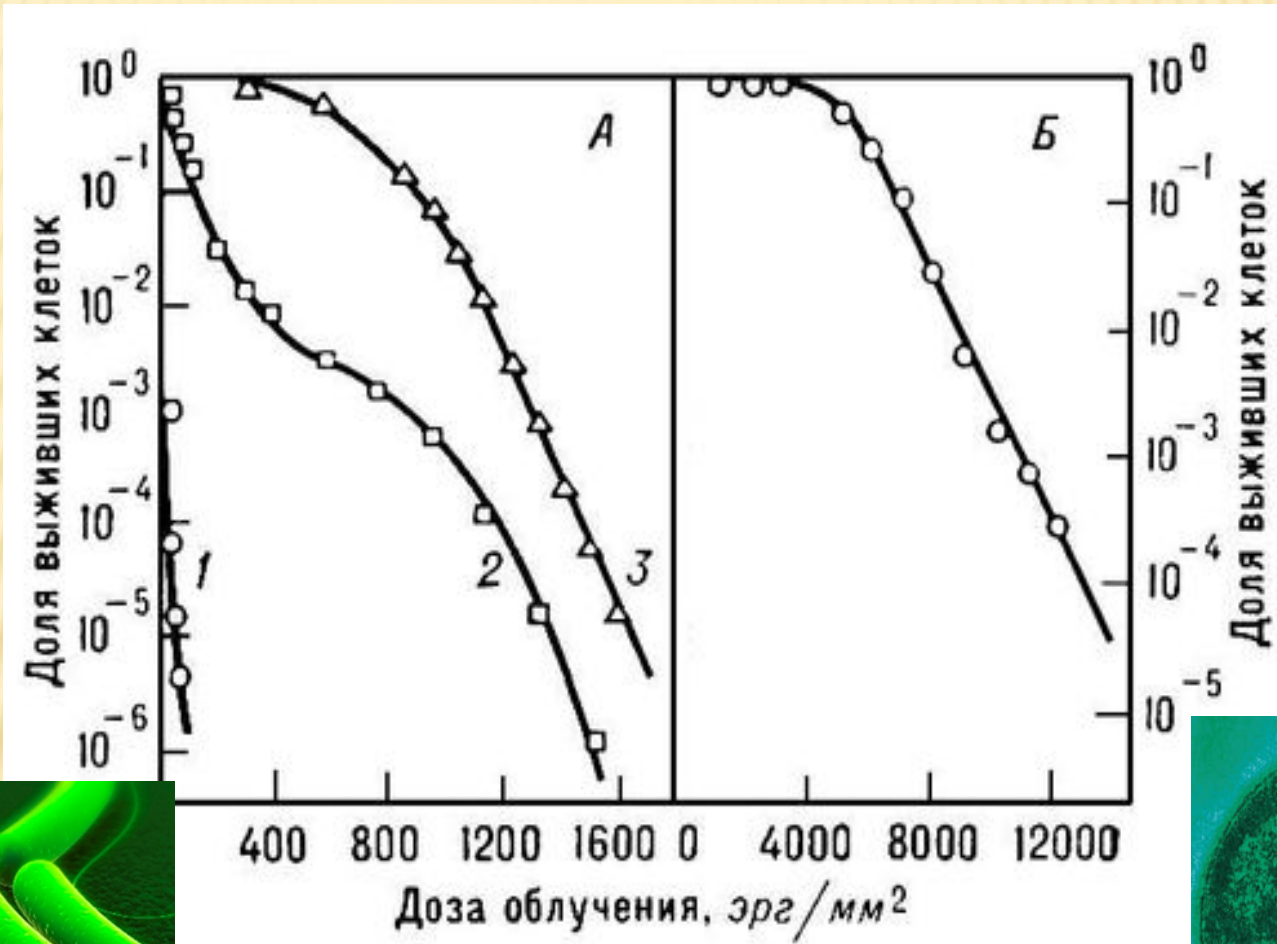
# Основные экологические функции ультрафиолетового диапазона

- ✘ 1. Токсическая.
- ✘ 2. Мутагенная.
- ✘ 3. Физиологическая.
- ✘ 4. Информационная.

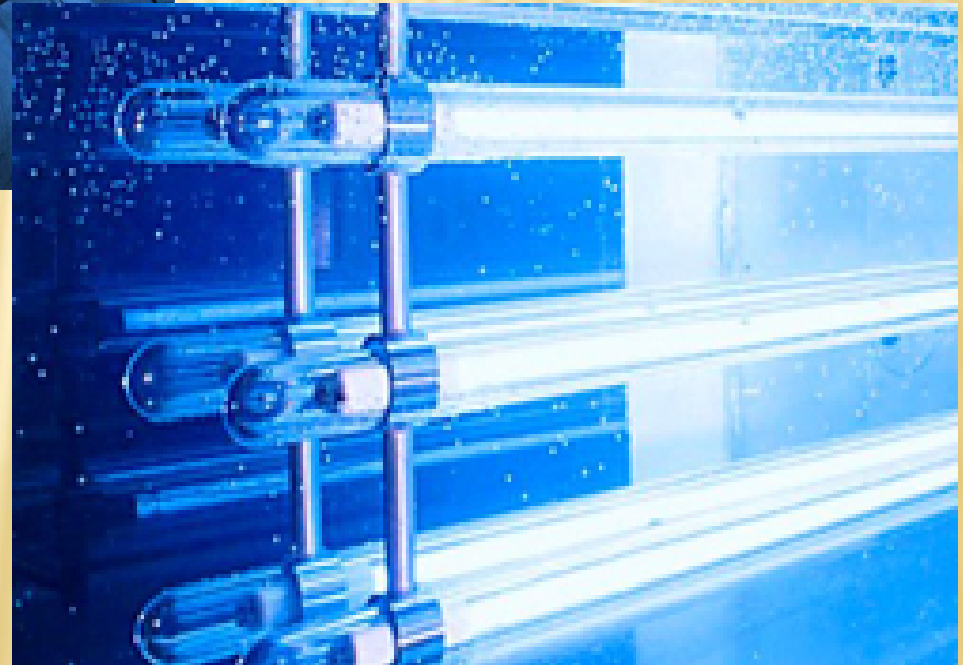




# Действие УФ излучения на бактерии: а) кишечная палочка, б) *Deinococcus radiodurans*.



# Обеззараживание водопроводной воды УФ излучением



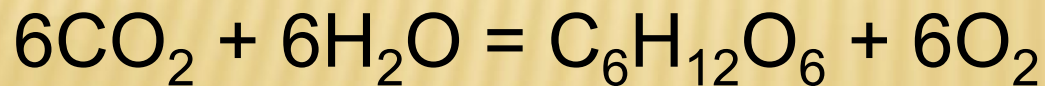


# Основные экологические функции видимого диапазона

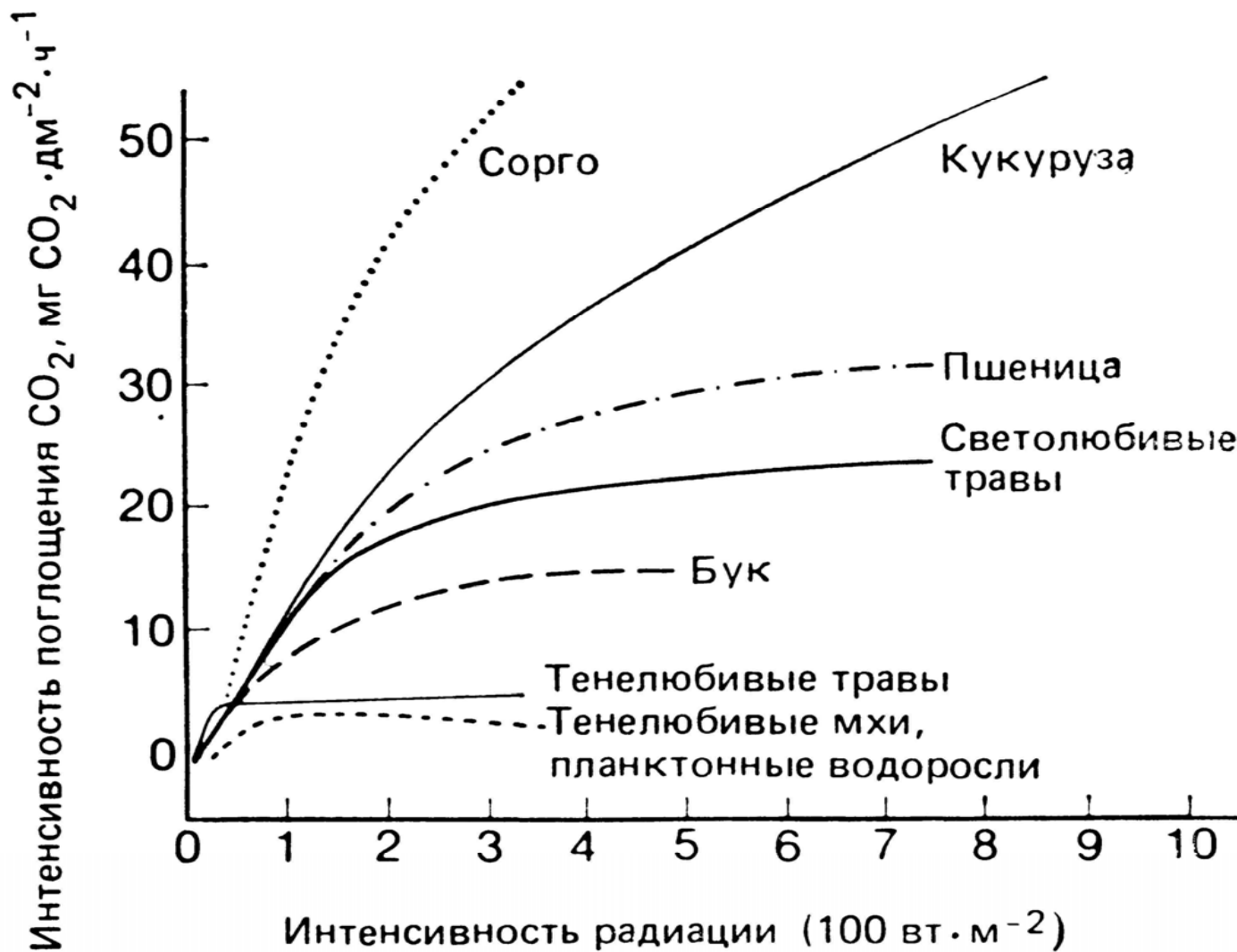
- ✗ 1. Энергетическая (трофическая).
- ✗ 2. Энергетическая (тепловая).
- ✗ 3. Информационная.



Уравнение фотосинтеза



# Зависимость скорости фотосинтеза от интенсивности солнечной радиации

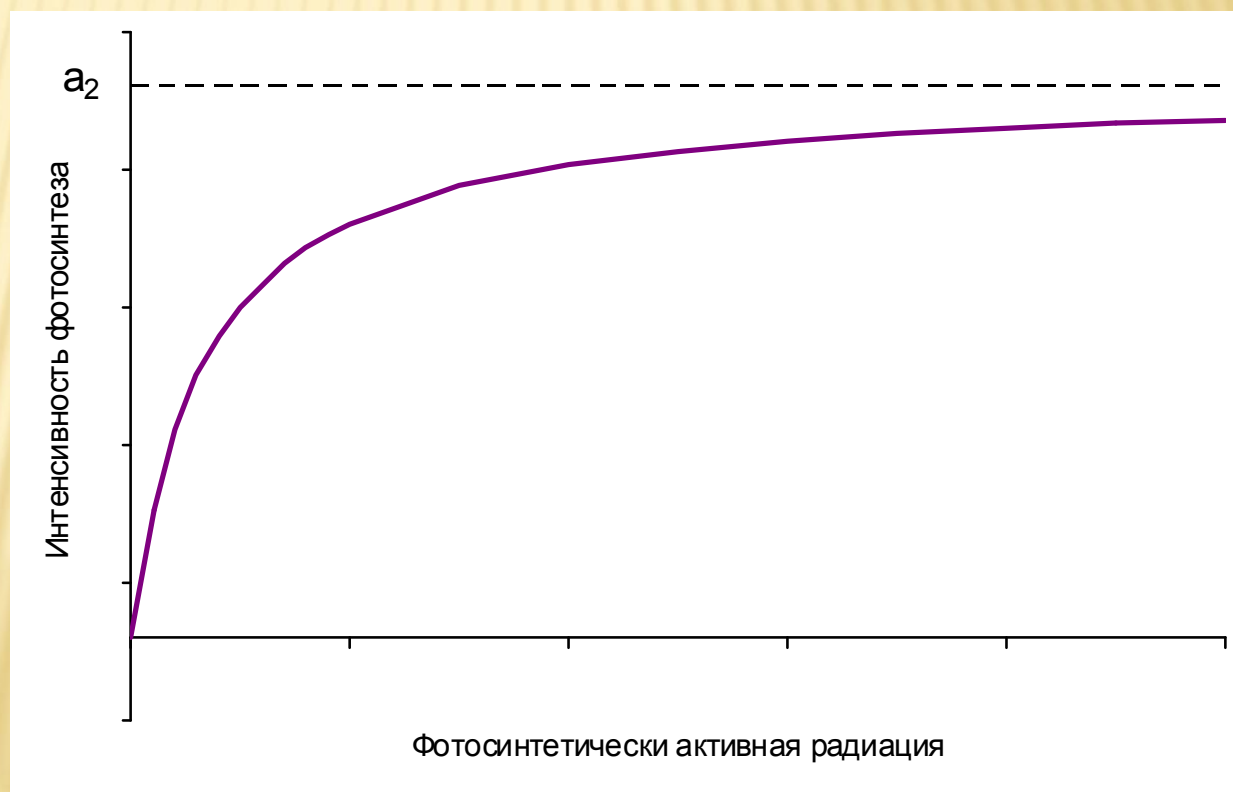


## Уравнение световой кривой фотосинтеза (Monni, Saeki, 1953)

$$Ph = a_1 \times a_2 \times PAR / (a_1 \times PAR + a_2)$$

Ph – интенсивность фотосинтеза

PAR – фотосинтетически активная радиация (примерно 55% от суммарной солнечной радиации)





# Информационная функция видимого света

- ✘ Фоторецепторы – светочувствительные образования, способные генерировать физиологический сигнал на поглощение квантов света.
- ✘ Наиболее специализированные светочувствительные органы – глаза высших ЖИВОТНЫХ



# Инфракрасное излучение

- ✘ Энергетическая функция (тепловая)
- ✘ Информационная функция

Лицевые ямки змей (щитомордник)





# Формирование суточных циклов активности

---

- ✘ Дневные и ночные животные



- ✘ Циркадные ритмы (включая цикл сон-бодрствование)



# Факторы, связанные с водой

---





# Роль воды в живых организмах

---

- ✘ Содержание воды в живых организмах составляет от 60 до 99%. В человеке – около 80% воды.

Некоторые функции воды.

- ✘ Среда биохимических реакций.
- ✘ Транспорт веществ в организм и обратно.
- ✘ Терморегуляция.
- ✘ Реагент фотосинтеза.

# Примеры экологических факторов, характеризующих количество воды

---

- ✘ Количество осадков (мм)

0-250 мм в год – арктическая зона

250-750 мм в год – умеренная зона

750-1500 мм в год – субтропическая зона

1500 и больше мм в год – тропическая зона

- ✘ Влажность воздуха относительная (%), абсолютная ( $\text{г/м}^3$ )

- ✘ Влажность почвы объемная (%), отношение объема воды к объему образца почвы), весовая (%), отношение массы воды к массе сухого образца почвы)



# Восполнение запаса воды сухопутными организмами

## Животные

- ✗ пьют воду
- ✗ получают воду с пищей
- ✗ получают метаболическую воду

## Растения

- ✗ всасывают воду корнями из почвы
- ✗ используют атмосферный конденсат

Тушканчик



Тилландсия уснеевидная



# Классификация растений по водному режиму местообитаний

---

- ✘ Гидрофиты – укореняются в воде (тростник, рогоз)
- ✘ Гигрофиты – населяют влажные местообитания (папоротники, кислица, бегония)
- ✘ Мезофиты – растения местообитаний с достаточным, но не избыточным увлажнением (тимофеевка, клевер, пижма, поповник)
- ✘ Ксерофиты – растения сухих и засушливых местообитаний.



# Варианты ксерофитов

✘ Суккуленты



✘ Склерофиты



Эфемеры (однолетники)  
и эфемероиды  
(многолетники)





# Терморегуляция при помощи испарения

---

- ✘ Эвапотранспирация – процесс испарения воды с листьев растениями.
- ✘ У животных – испарение воды со слизистых оболочек (легкие, пищевод, язык), а также пота (при наличии потовых желез).



# Соленость – важное свойство среды

---



# Классификация вод по солености (Венецианская система)

---

‰ – промилле (грамм на литр)

0-0.5 пресные

0.5-30 солоноватые

0.5-5 олигогалинные

5-18 мезогалинные

18-30 полигалинные

30-40 соленые

40 и выше – пересоленные

Каспийское море 13 ‰

Черное море 18 ‰

Океан 35 ‰

Мертвое море 350 ‰



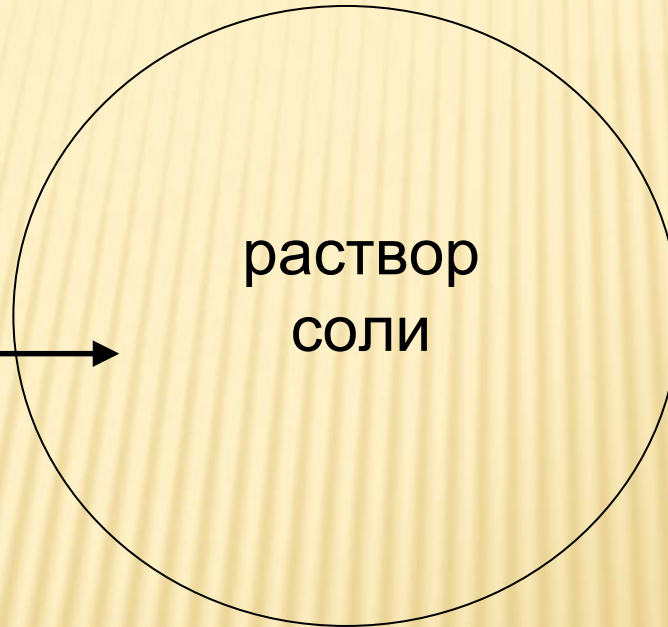
# Роль солености среды определяется осмотическими процессами в организмах

---

пресная вода

клеточная мембрана

поступление  
воды



раствор  
соли

# Деление организмов по способности к регуляции осмотических процессов

- ✘ Пойкилоосмотические – внутреннее осмотическое давление равно осмотическому давлению внешней среды.



- ✘ Гомоосмотические – способные сохранять постоянное внутреннее осмотическое давление





# Регуляция осмотических процессов у костистых рыб

- ✘ Пресная вода является гипотонической средой, что грозит обводнением организма. Рыбы выводят излишки воды через почки, при этом осуществляя реабсорбцию солей в почках и поглощение солей жабрами.
- ✘ Морская вода гипертонична для костистых рыб, что грозит иссушением. Они пьют воду, а избыток солей удаляют с каловыми массами и через жабры.





# Солеустойчивые растения - галофиты

- ✘ Растения используют осмотические процессы для всасывания воды корнями. В засоленной среде растение испытывает недостаток воды, как при засухе.
- ✘ Одни галофиты (солерос, солянки) обладают высокой внутренней соленостью, другие (кермек, тамариск) способны выводить соли из организма.



# Биогенные элементы – входящие в состав живого вещества

---

## Макроэлементы

(более 0.01% по массе)

O C H (в сумме 98%)

N P K

Na Cl

Ca Mg S

## Микроэлементы


(менее 0.01% по массе)

Br Fe J

Co Mn Cu

Mo Se Si

F Cr Zn и др.



Биогенные элементы  
в узком смысле



# Роль N P K различна для разных живых организмов

---

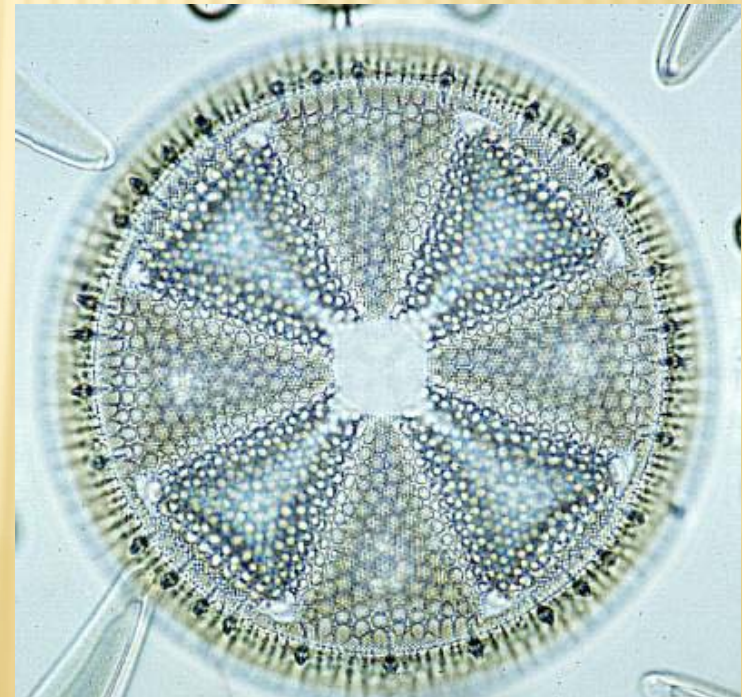
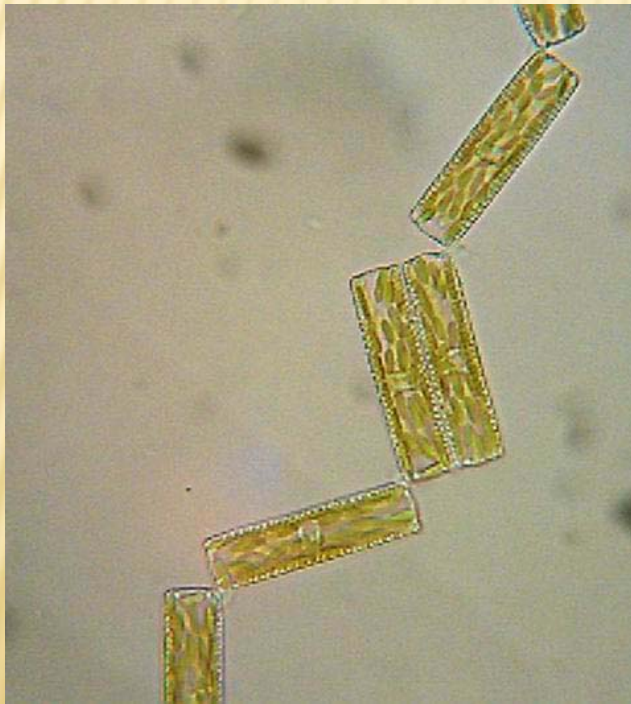
- ✘ Растения часто сталкиваются с недостатком N P K. Эти биогенные элементы лимитируют фотосинтез во многих экосистемах, например, в океанической зоне.
- ✘ Животные имеют дело с избытком N P K. Их адаптации направлены на вывод излишнего количества биогенов из организма.



У разных групп живых организмов перечень макро- и микроэлементов может быть различен

---

У диатомовых водорослей кремний входит в состав «панциря», потому его содержание повышено.



# Газовый состав воздуха

---

Состав сухого воздуха (объемные %)

$N_2$  78%

$O_2$  21%

Ar 1%

$CO_2$  (0.04%)

Ne,  $CH_4$ , He, Kr,  $H_2$ , Xe,  $N_2O$ ,  $O_3$

$H_2O$  от 0.2 до 2.5%



# Примеры лимитирования по кислороду у ВЫСШИХ ЖИВОТНЫХ

---

- ✘ Норы, дупла и другие закрытые убежища.
- ✘ Высокогорные местообитания за счет низкого атмосферного давления.
- ✘ Морские млекопитающие и птицы при нырянии

Адаптации животных к недостатку кислорода связаны с кровеносной системой (увеличение концентрации гемоглобина, усиление сродства гемоглобина к кислороду, усиление толерантности дыхательного центра к  $\text{CO}_2$ ).



# Зависимость фотосинтеза от концентрации $\text{CO}_2$ ( $\text{C}_3$ растения)

