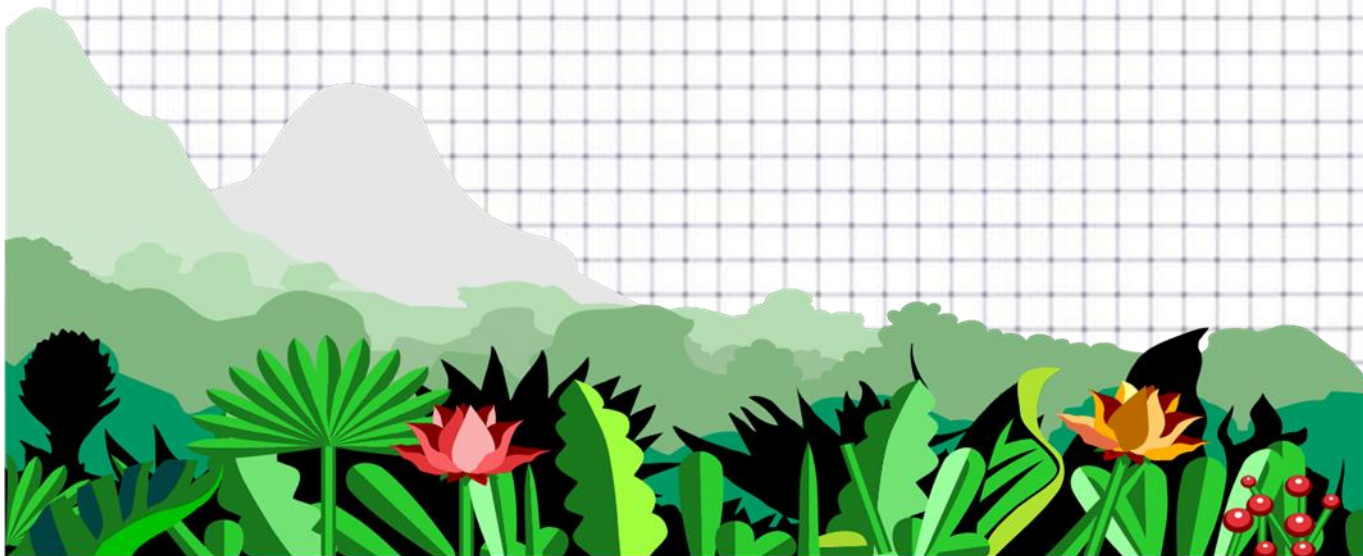


# ОСНОВЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ



- ОРГАНИЗМ И СРЕДА
- 4.4. Экологические факторы среды

# Понятие о факторах среды



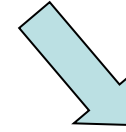
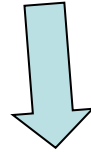
# **Среда обитания – все, что окружает организм**

**В земных условиях – 4 типа среды обитания:**

- 1. водная (гидросфера),**
- 2. наземная или воздушная (атмосфера),**
- 3. почвенная (литосфера),**
- 4. тело другого организма (используемое паразитами)**

Компоненты среды обитания называются  
**экологическими элементами**

**Факторы среды - это свойства живой или неживой природы, которые прямо или косвенно влияют на живые организмы**



## **Биотические:**

Прямые или косвенные воздействия одних живых организмов на другие (хищничество, паразитизм, конкуренция за ресурсы, химические воздействия и др.)

## **Абиотические:**

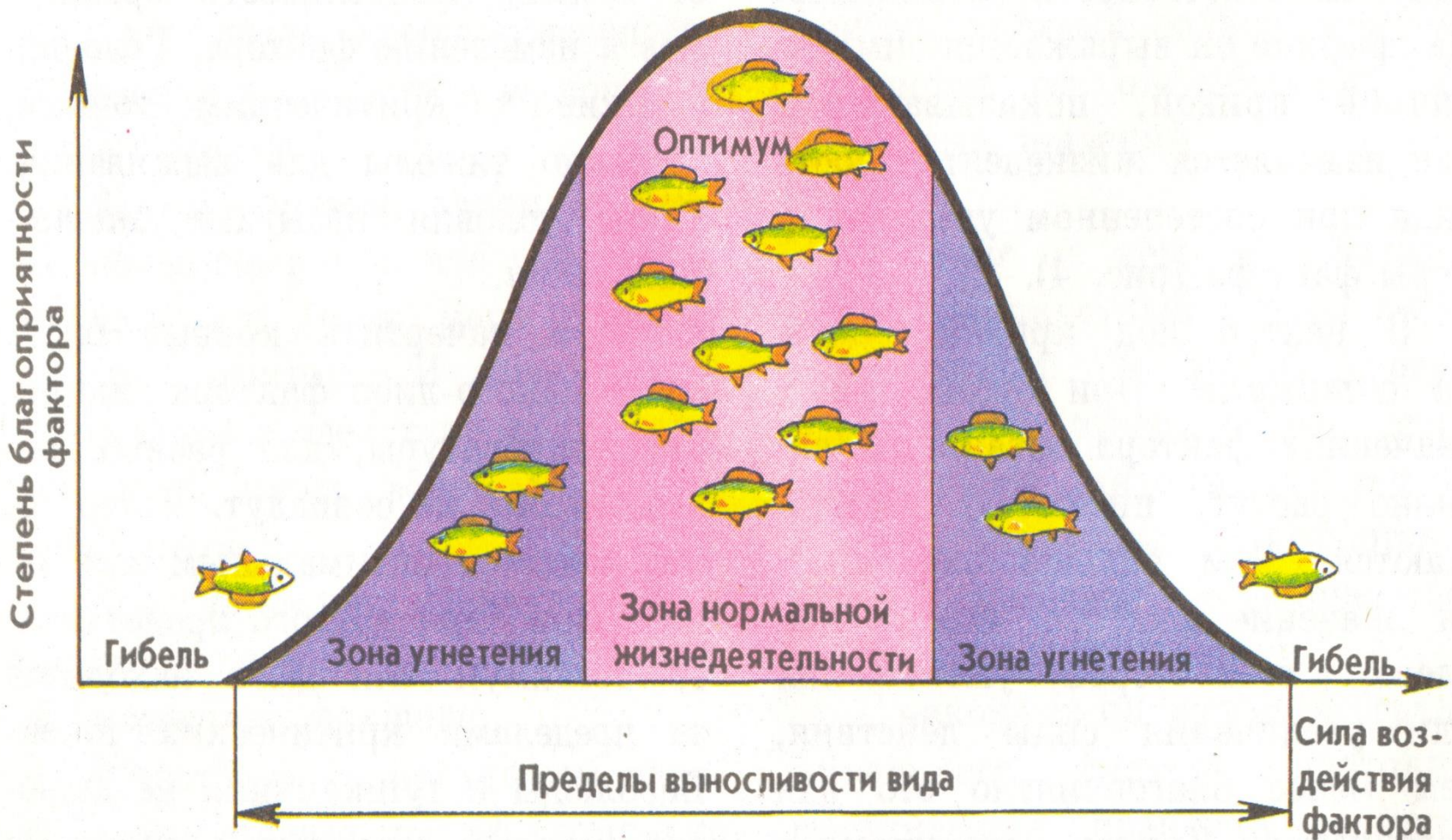
Температура;  
Влажность;  
Освещенность;  
Минеральный состав почвы;  
Химические свойства воды;  
Тип и количество осадков;  
Ветер (аэродинамика);  
Течения (гидродинамика);  
Атмосферное давление

## **Антропогенные:**

Химические вещества;  
Физические воздействия;  
Разрушение местообитаний  
и т.д.

# Закон лимитирующих факторов (закон оптимума):

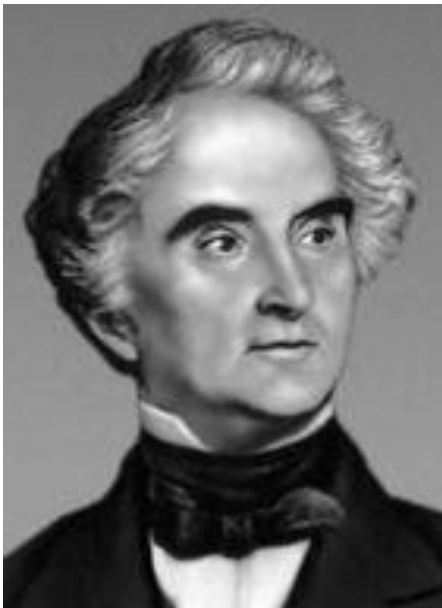
любой фактор среды за пределами зоны своего оптимума для данного вида приводит к угнетению жизнедеятельности организма и в пределе – к его гибели.



## Закон минимума Либиха :

«Интенсивность роста растения зависит от того элемента питания, который присутствует в минимальном количестве, при этом ни один из элементов не может быть заменён другим.»

(Юстус Либих, 1840 г.)



*Юстус Либих  
(1803-1873)*



«Бочка Либиха»

**Вид** - основная таксономическая категория в биологической систематике.

Под **видом** понимается совокупность особей, обладающих рядом общих морфологических признаков, и способных к скрещиванию с образованием плодовитого потомства. Виды обычно разделены биологическими барьерами (поведенческая и генетическая репродуктивная изоляция)



Пион уклоняющийся



Бобр европейский



Белый гриб



## **Биологическое разнообразие** -

совокупность всех видов живых организмов населяющих планету или отдельный регион. В настоящее время на планете существует не менее 9 млн видов живых организмов (из них более или менее изучено  $\approx 20\%$ )

Устойчивость экосистем Земли напрямую зависит от сохранения уровня их биоразнообразия.

**Конвенция UNEP (1992) о биологическом разнообразии, принята на Саммите Земли (Рио-92, Рио-де-Жанейро): «Сохранение биологического разнообразия является общей задачей всего человечества»**

Оценивается разнообразие:

- Генетическое (в рамках вида)
- Видовое (таксономическое)
- Экосистемное (в рамках биотопов)

**БИОТОП**: участок суши или водоёма с однотипными сочетаниями рельефа, климата и других абиотических факторов, занятый определённым биоценозом.

**Примеры биотопов:**

- Тайга
- Горная долина
- Озеро
- Болото
- Пустыня



# Биотическая структура экосистемы

## Продуценты

*(организмы, продуцирующие органические соединения из простых неорганических (вода, углекислый газ, минералы))*



## Консументы

*(организмы, потребляющие органические вещества как источник энергии и компонентов собственного тела)*

- Растительноядные
- Всеядные
- Плотоядные



## Редуценты

*(организмы, разлагающие сложные органические соединения до простых неорганических)*

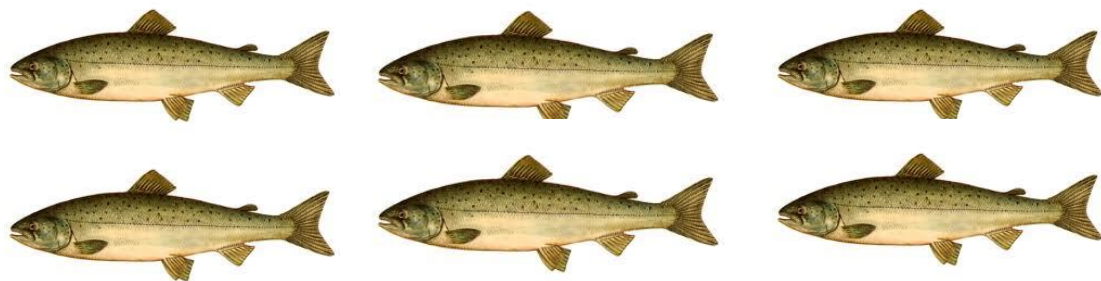


# Пищевая пирамида

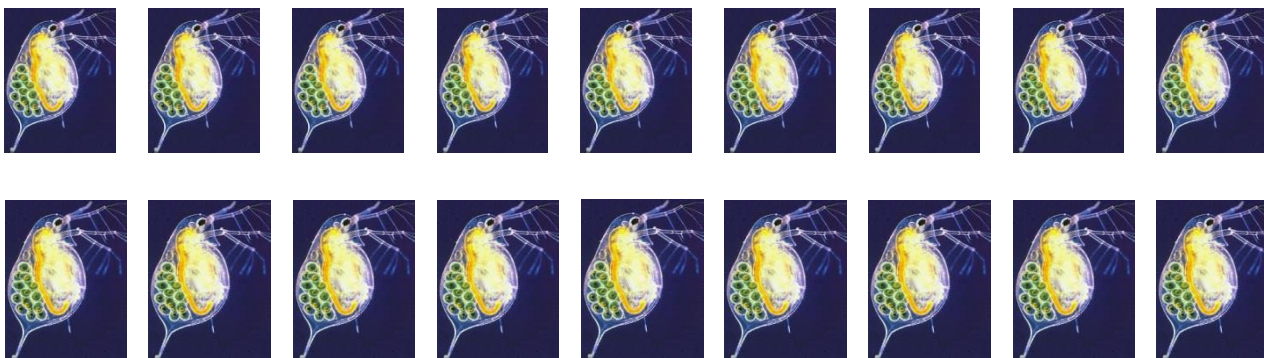


К  
О  
Н  
С  
У  
М  
Е  
Н  
Т  
Ы

3

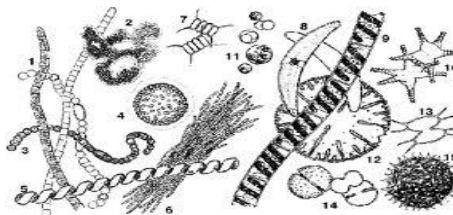


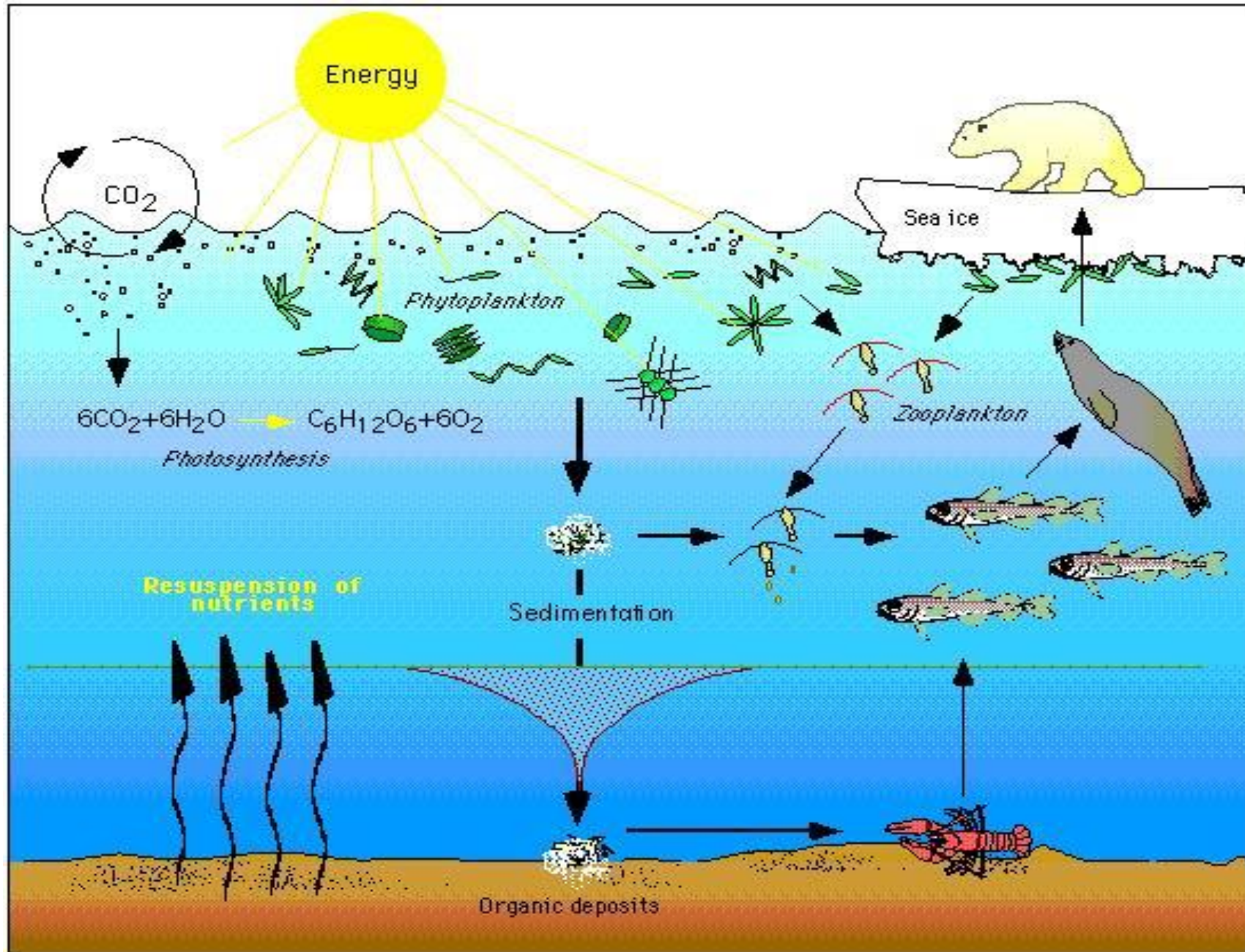
2



1

0 ПРОДУЦЕНТЫ  
(фитопланктон)



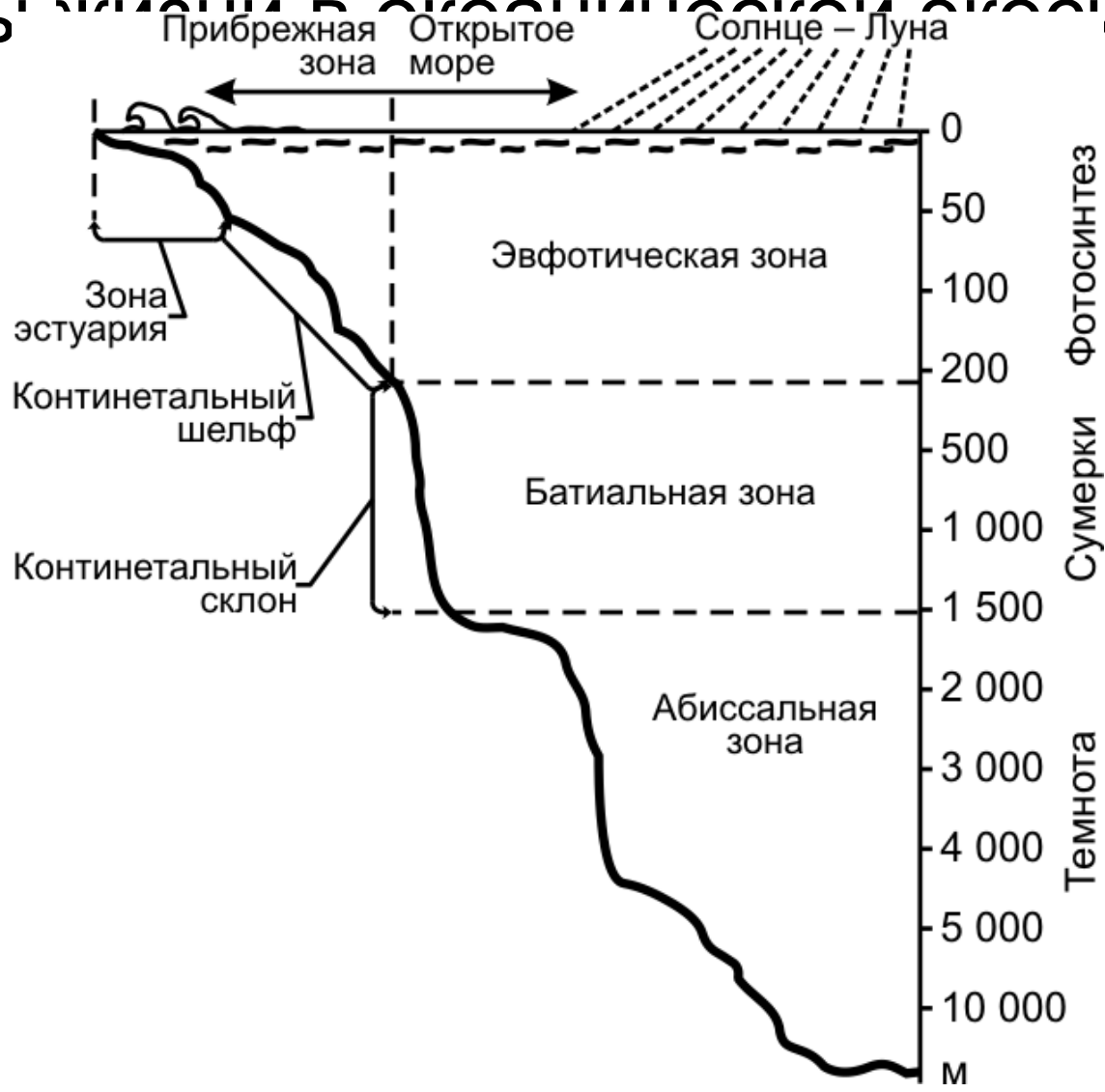


Пищевые (трофические) сети, цепи и уровни в экосистеме

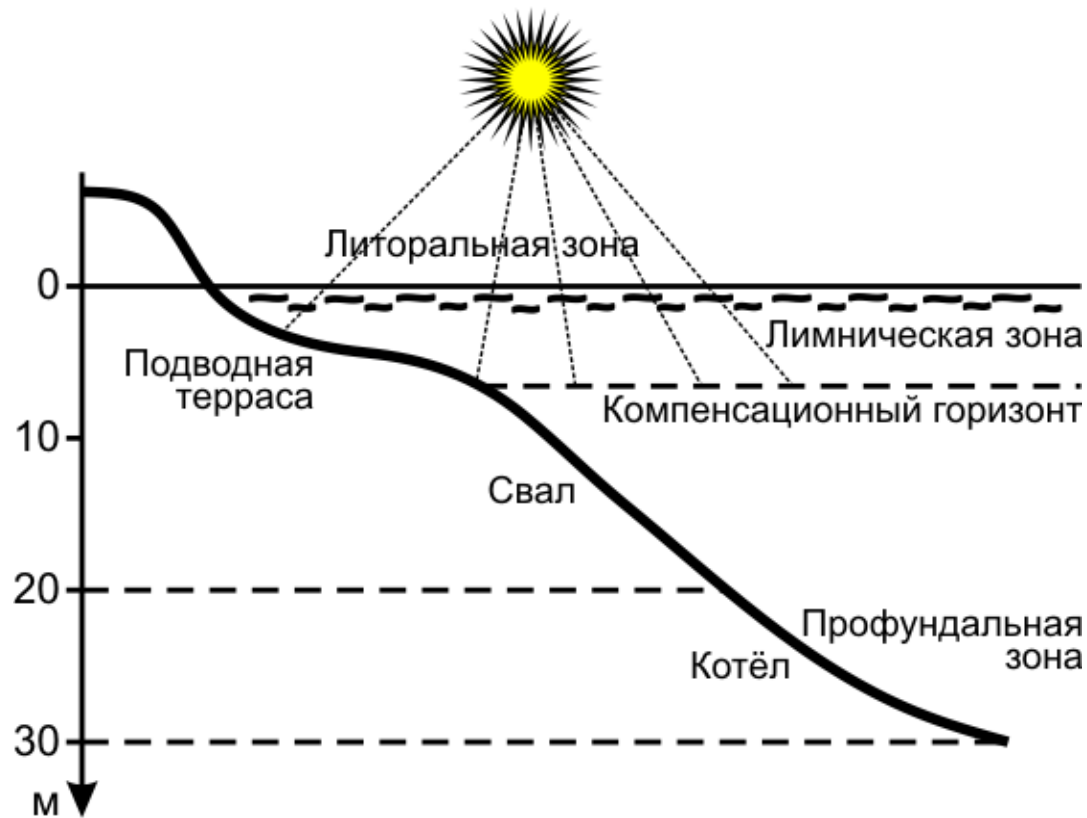
# Классификация экосистем



# Зоны жизни в морской экосистеме



# Зоны в экосистеме непроточного континентального водоема

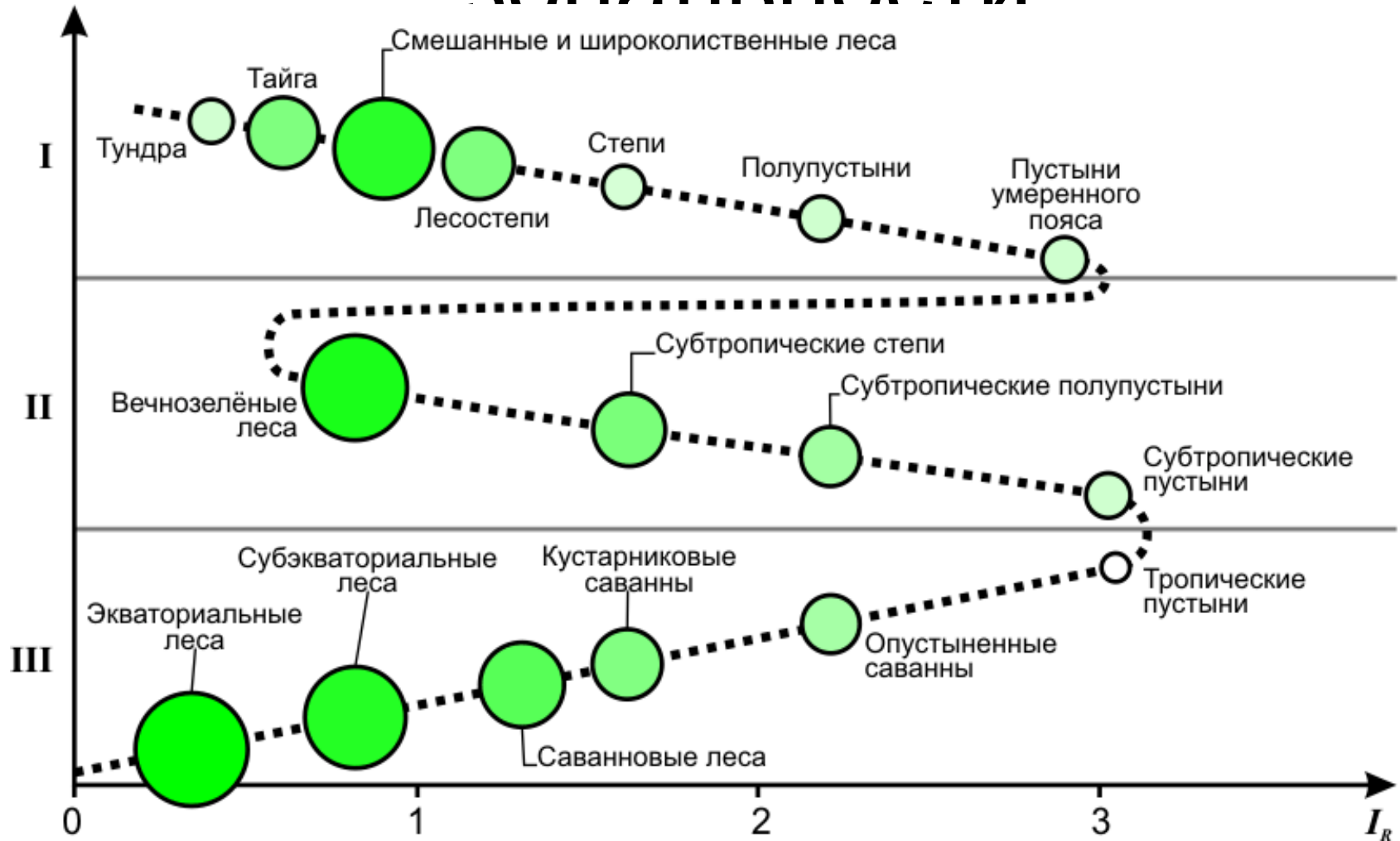




# Закономерности географического распространения экосистем

- По мере продвижения с севера на юг увеличивается удельное количество энергии Солнца, попадающей на единицу поверхности Земли, что позволяет жить большему количеству видов, накапливаться более значительной биомассе, повышаться продуктивности экосистем суши
- Со сменой природных поясов аналогичные ландшафтные зоны и их некоторые общие свойства периодически повторяются
- Свободных экологических ниш нет ни в рамках отдельных экосистем, ни в рамках живого покрова планеты нет; эти ниши могут быть выработаны лишь при достаточно заметном природном или антропогенном изменении среды обитания

# Закон географической зональности



# Взаимосвязь организмов в экосистемах



НЕЙТРАЛИЗМ – организмы разных видов не влияют на жизнедеятельность друг друга



АМЕНСАЛИЗМ – один вид угнетает другой, не извлекая из этого пользы и не испытывая вреда.



**КОММЕНСАЛИЗМ** - при взаимодействии двух видов один извлекает для себя пользу, не вредя и не принося пользы второму.

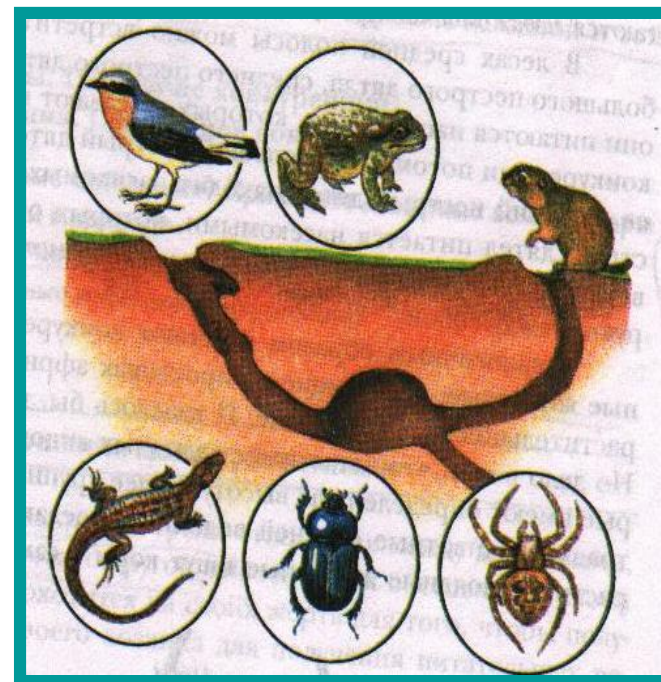
### Нахлебничество



### Сотрапезничество



### Квартиранство



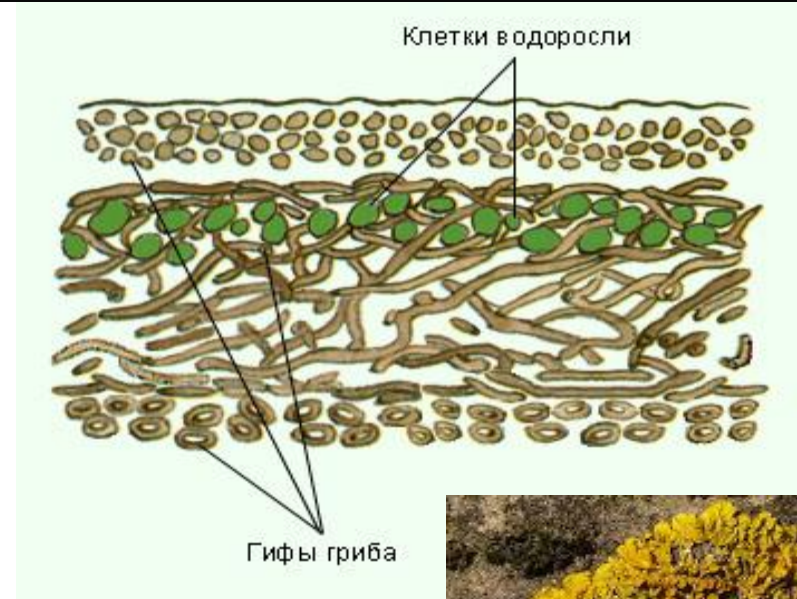
# МУТУАЛИЗМ – взаимовыгодное сосуществование организмов двух видов



**СИМБИОЗ** – тесное, зачастую неразделимое и взаимовыгодное сожительство организмов разных видов.



**Микориза: лиственница+маслёнок**

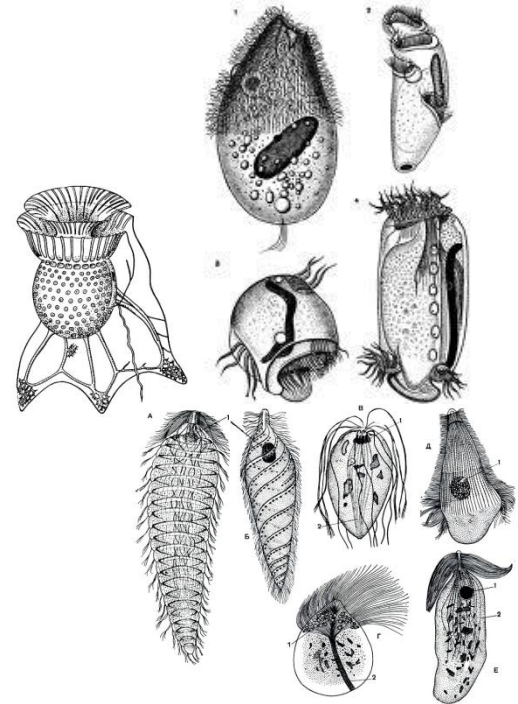
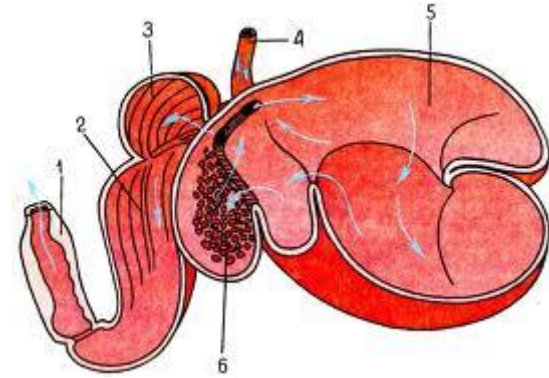


**Лишайник**





# Симбиотическое пищеварение жвачных



**ХИЩНИЧЕСТВО – поедание одного вида консументов другим**



# ПАРАЗИТИЗМ – организмы одного вида существуют за счёт организма другого вида.



Вошь



Комар



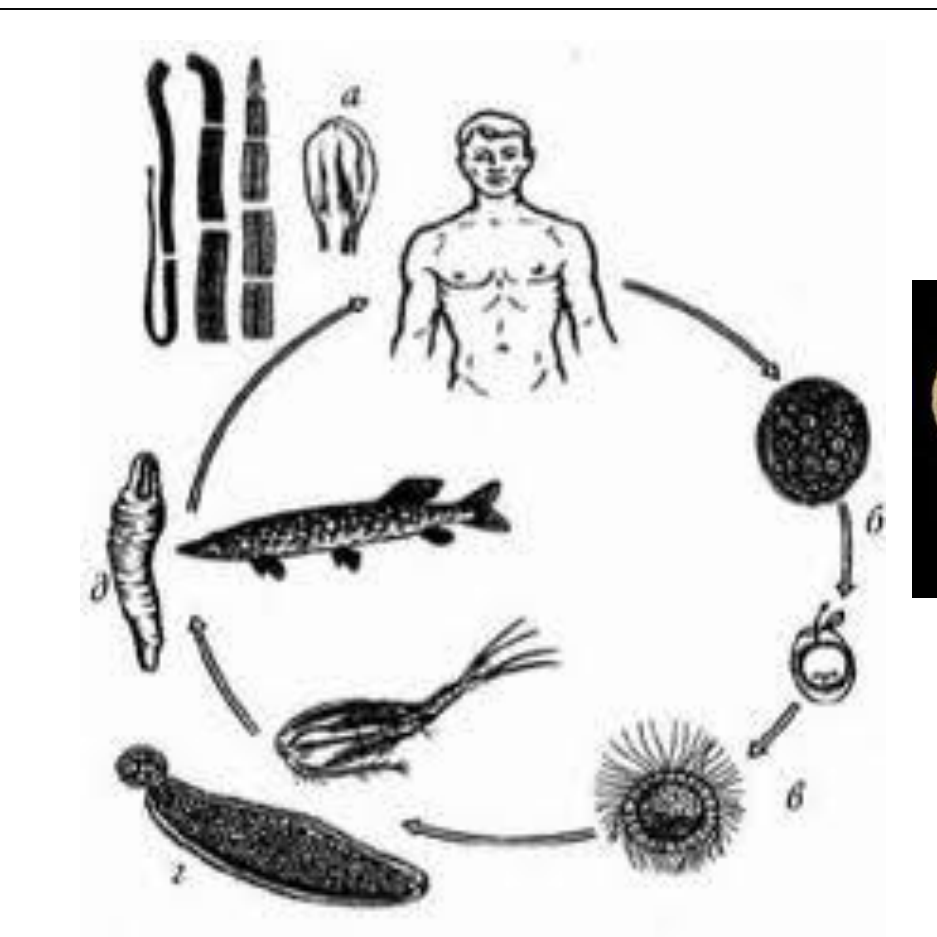
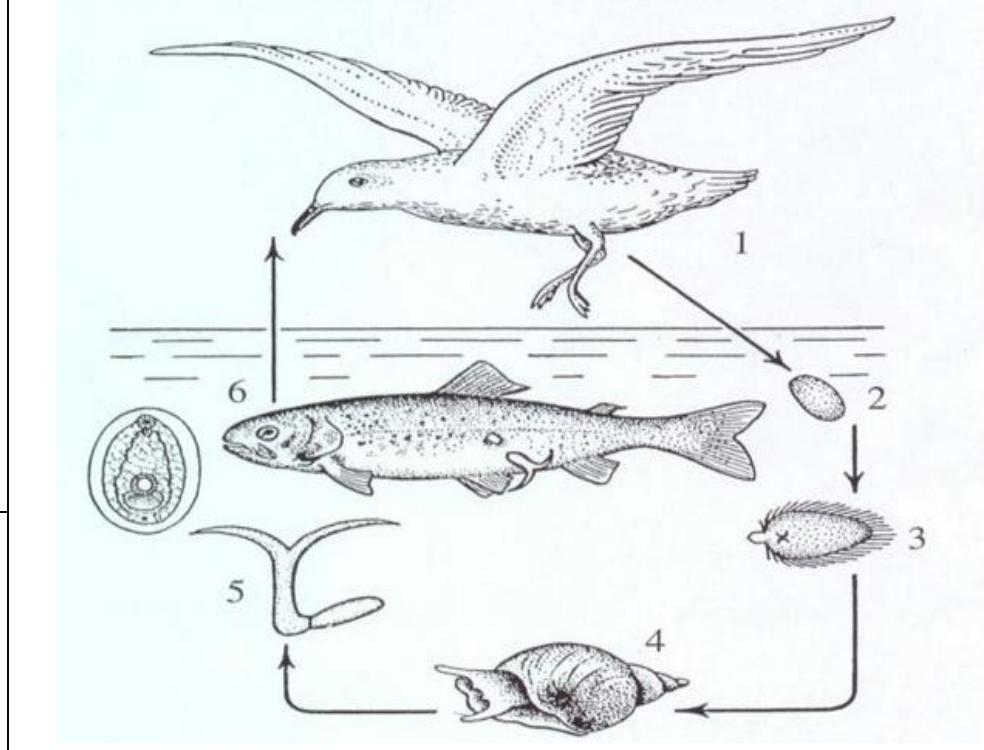
Блоха



Клещ



Трипаносомы



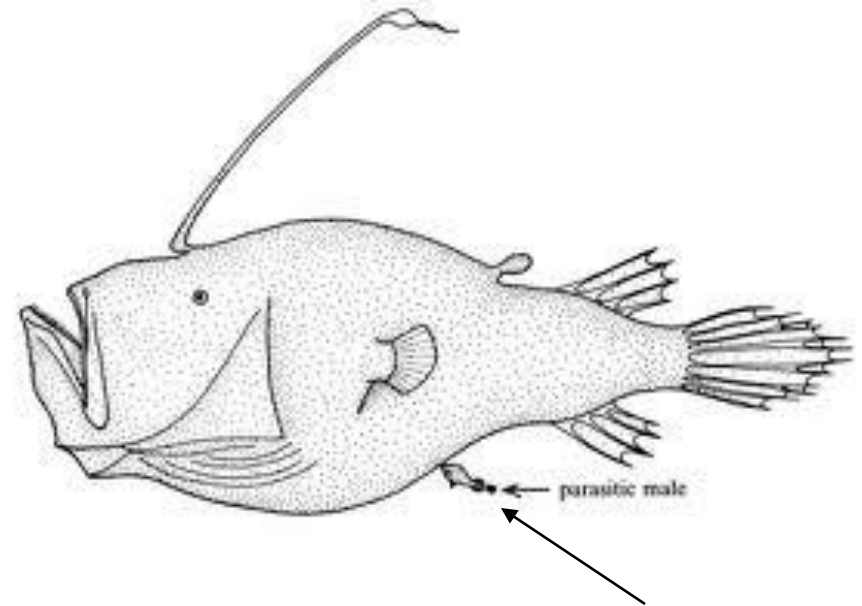
Лентец широкий



# Внутривидовой половой паразитизм

У глубоководных рыб-удильщиков самец, встретив самку, крепко вцепляется в её тело челюстями. В дальнейшем он срастается с телом самки, утрачивает ряд органов и ведёт паразитический образ жизни.

*«Они жили долго и счастливо и умерли в один день...»*



Самка с прикрепившимся самцом

# Жизненные стратегии организмов



**«Популяция** – любая способная к самовоспроизведению совокупность особей одного вида, более или менее изолированная в пространстве и времени от других аналогичных совокупностей того же вида»

(А.М. Гиляров, 1990)



**Размер популяции** измеряется количеством входящих в неё особей и определяется взаимодействием биотического потенциала вида и сопротивления среды.

## **Факторы, способствующие**

**увеличению (+)**

**уменьшению (-)**

### **размера популяции**

**Способность к  
воспроизводству**

**Нехватка ресурсов (пищи,  
воды)**

**Способность к расселению**

**Нехватка подходящих  
местообитаний**

**Защитные физиологические  
механизмы**

**Неблагоприятные погодные  
условия**

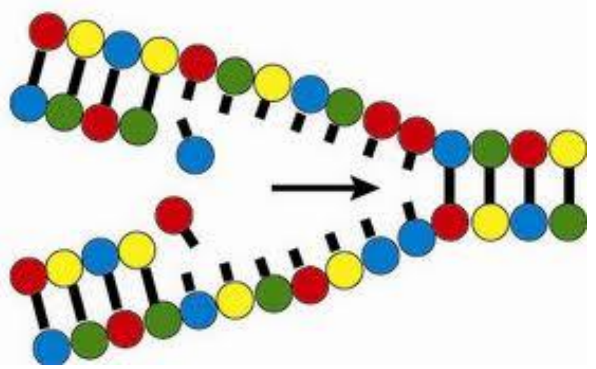
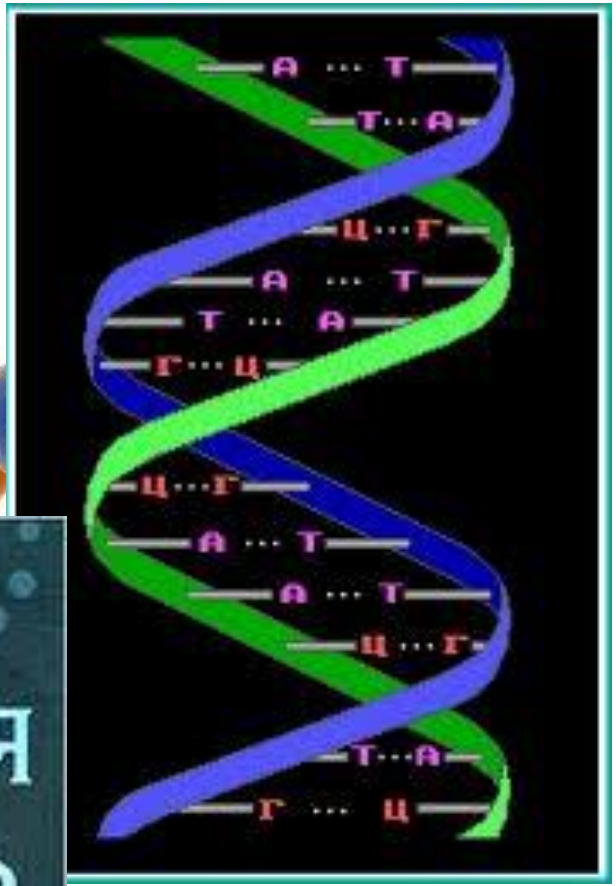
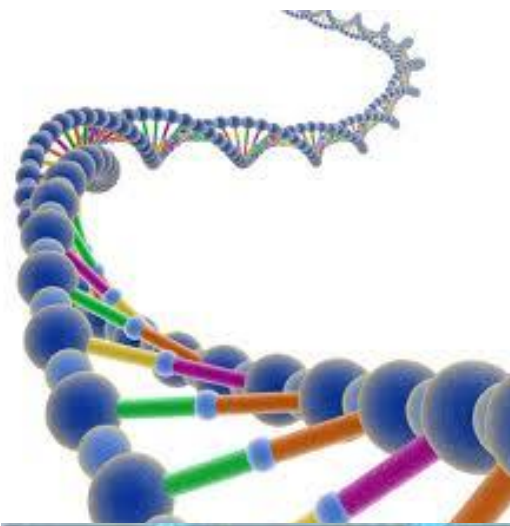
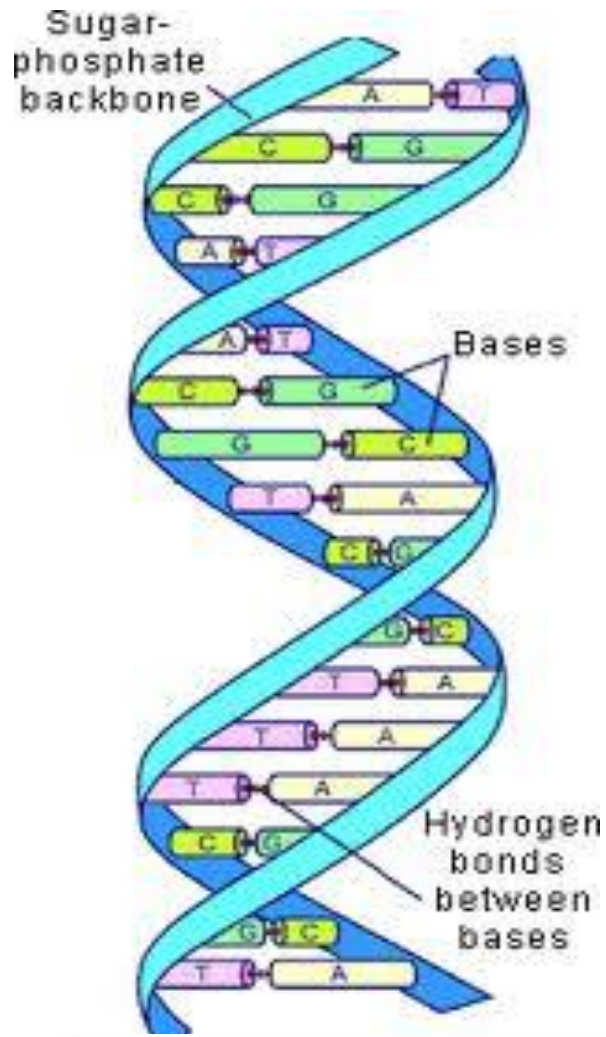
**Гибкость экологических  
стратегий**

**Конкуренция**

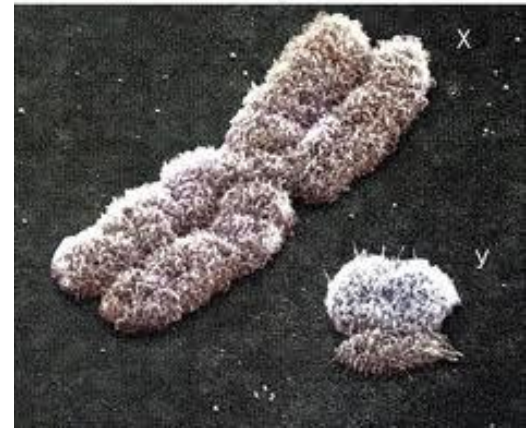
**Поведенческие  
морфологические,  
физиологические адаптации**

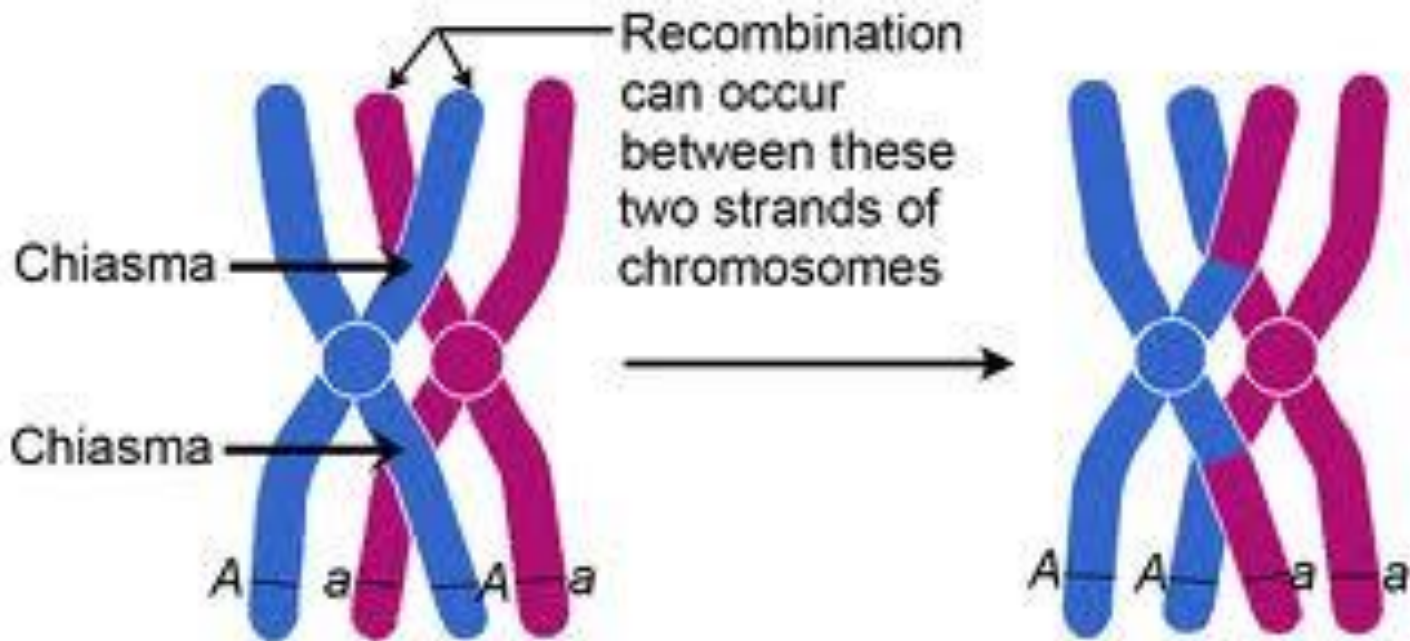
**Воздействие хищников,  
паразитов, болезней**



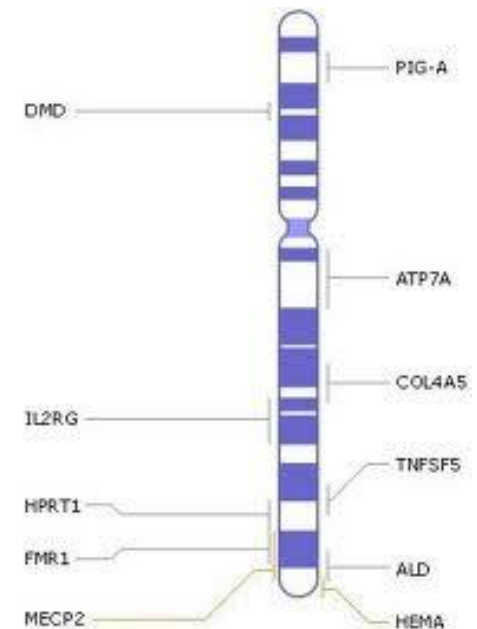
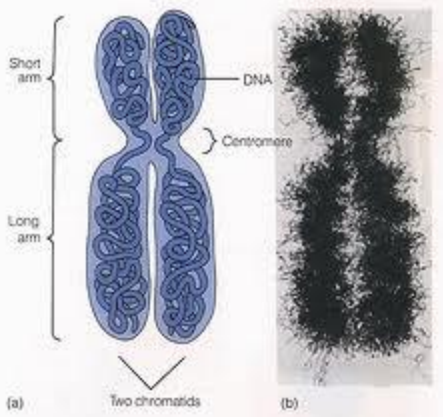


Половые хромосомы человека





Источником генетического разнообразия при половом размножении является рекомбинация генетического материала в ходе *кроссинговера* (в профазе 1 деления мейоза)





1898-1976 г.

## Трофим Лысенко –

**амбициозный демагог,  
создатель псевдонаучного  
учения – «мичуринской  
агробиологии».**

**По его вине были расстреляны и  
безвинно погибли в тюрьмах  
многие выдающиеся биологи  
нашей страны (*Н.И. Вавилов,  
Г.Д. Карпеченко, Г.А. Левитский,  
Н.М. Тулайков* и др.),**

**Одним из основных лозунгов  
лысенковцев был «**Мы не  
можем ждать милостей от  
Природы: взять их у неё – наша  
задача!**»**

# Экологические типы жизненных стратегий организмов (система Раменского – Грайма)

(Раменский Л.Г., 1935, Grime, 1988)



C – competitor (виолент)-  
доминирование в  
стабильных условиях

S – stress-tolerant (пациент)  
– выживание при дефиците  
ресурсов

R – ruderal (эксплерент) –  
эффективное  
использование  
освободившихся ресурсов

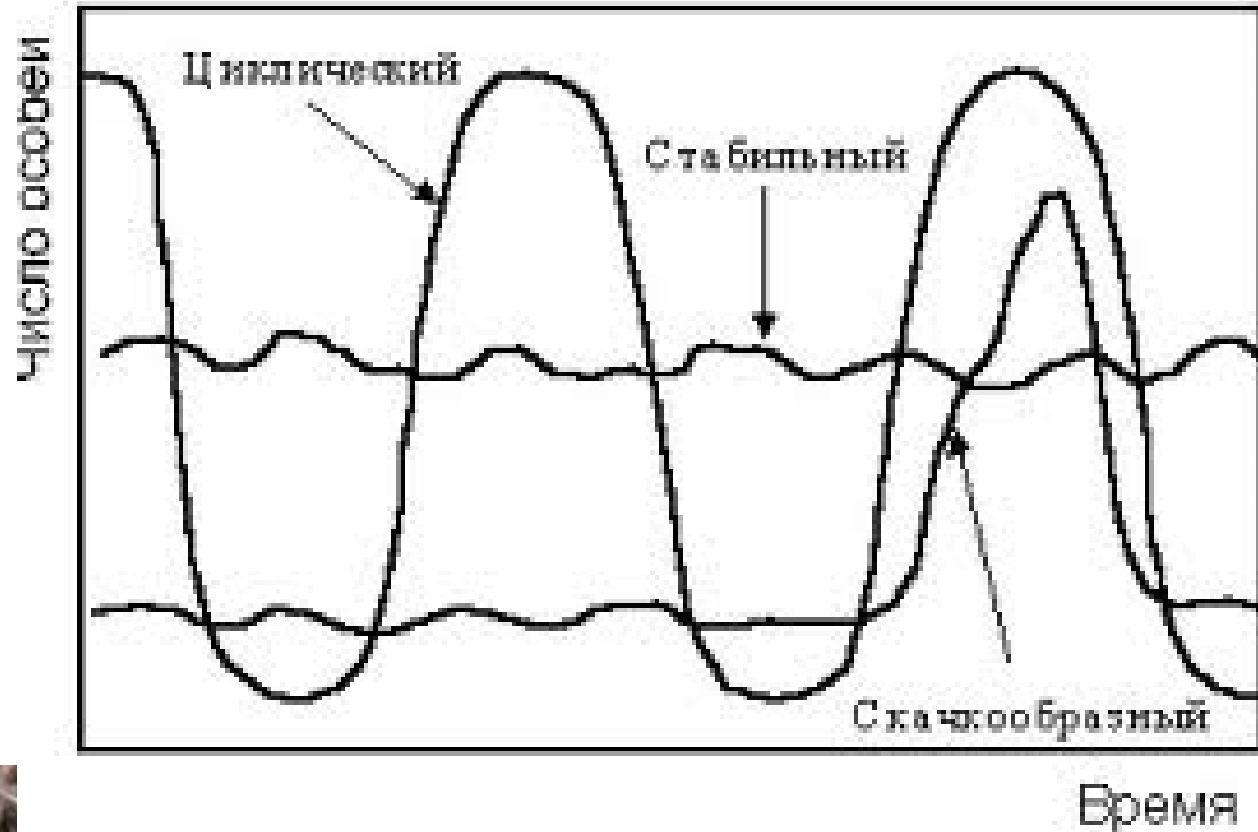








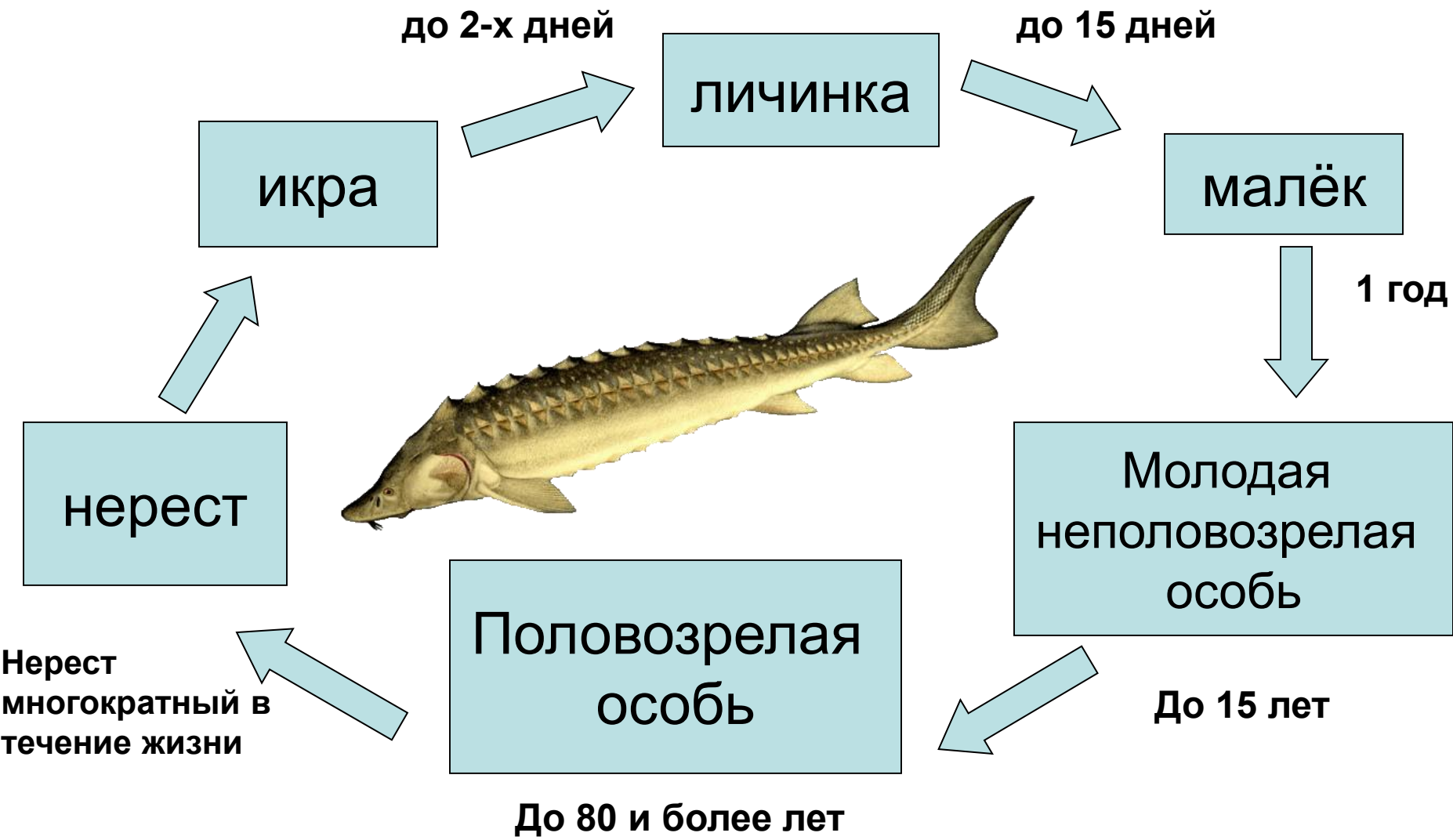
**Лемминг**



**Типы изменения размера популяций разных видов организмов**



# Естественный жизненный цикл русского осетра





Россия

Казахстан

Азербайджан

Туркмения

Иран

КАСПИЙСКОЕ МОРЕ

## Особенности жизненного цикла осетровых рыб:

1. Основную часть жизни проводят в море, на нерест заходят в реки (анадромная миграция)
2. Большая протяжённость нерестовых миграций
3. Позднее достижение половой зрелости
4. Наличие внутрипопуляционных рас, отличающихся сроками нереста

## Факторы, негативно воздействующие на природные популяции осетровых:

1. Нарушение путей нерестовых миграций (плотины)
2. Непосредственное разрушение нерестилищ
3. Несанкционированный вылов (браконьерство)
4. Химическое загрязнение среды (в том числе СОЗ)

# Жизненный цикл дальневосточных лососей



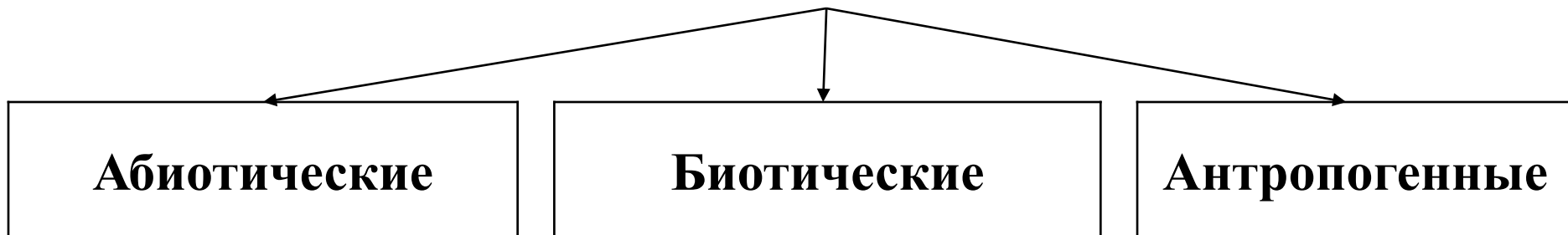


**Изучение популяций кеты - р. Анадырь, Чукотка, 2009 г.**

Влияние среды на организм осуществляется через воздействие ее компонентов – экологических факторов.

**Экологический фактор** – любой элемент среды, способный оказать прямое или косвенное воздействие на организм.

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ



## Абиотические

**Климатические** (свет, влажность, давление и др.)

### Географические

(рельеф, природные барьеры – реки, ледники и т.п.)

**Эдафические** (свойства почв, субстратов)

**Гидрологические**  
(водная среда)

## Биотические

**Внутри-  
видовые**

**Межвидовые**

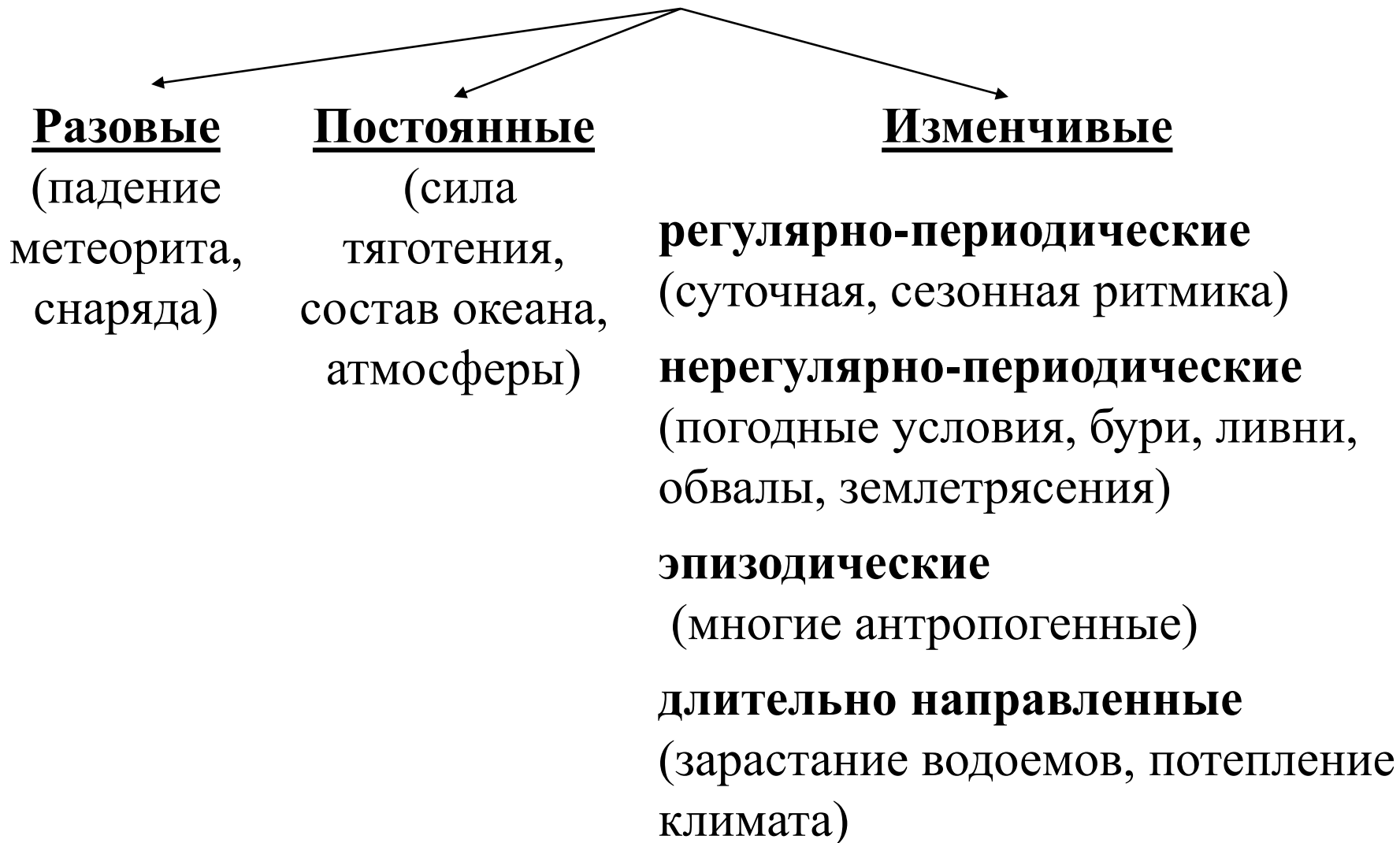
средовые  
пищевые  
половые

средовые  
пищевые

## Антропогенные

По продолжительности действия

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ



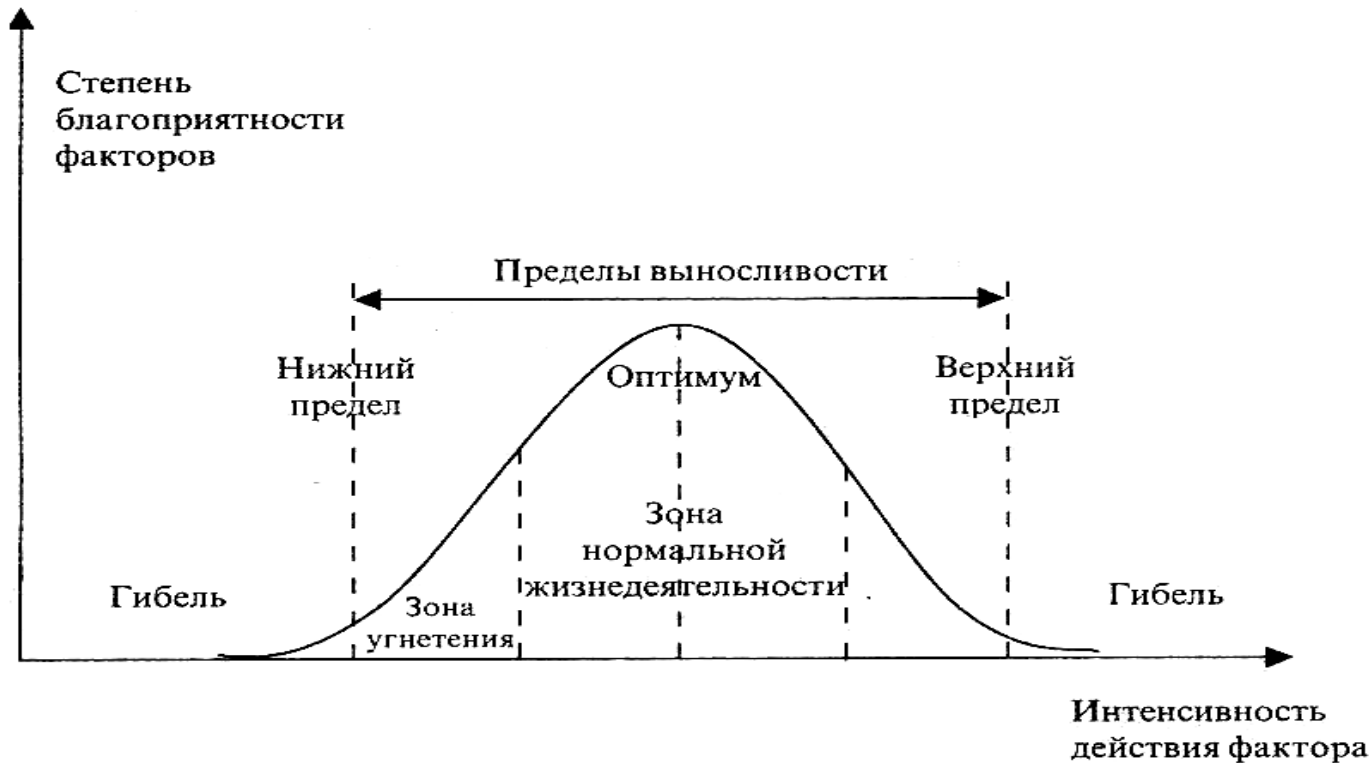


Позднее было установлено (**Ф. Блекманом**), что не только минимальное, но и максимальное воздействие какого-либо фактора среды действует угнетающе на организмы.

Согласно **закону лимитирующего фактора**, экологические факторы, присутствующие как в недостатке, так и в избытке (по отношению к оптимальным требованиям организма), ограничивают или прекращают его развитие и даже существование.

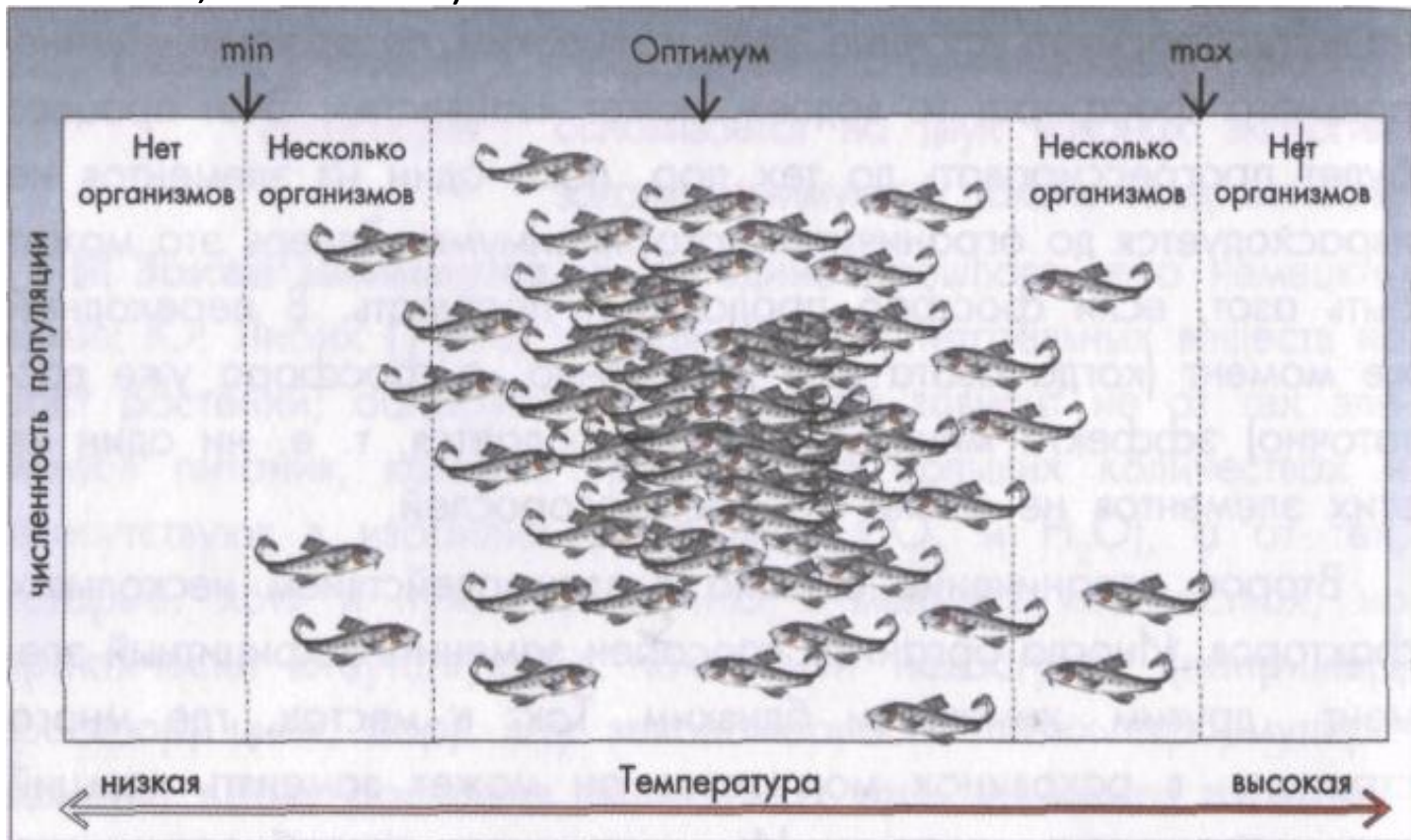


# Закон толерантности (В. Шелфорд, 1913 г.)



Согласно данному закону, каждый фактор характеризуется **зоной оптимальных значений** для данного вида организмов и имеет пределы положительного влияния. Приближение интенсивности действия фактора к критическим точкам – пределам выносливости, происходит угнетение жизнедеятельности организма (**зона пессимума**).

- Организмы, относящиеся к первой группе, называются **эврибионтами** (от греч. eurys - «широкий», «всякий») или широкоприспособленными (теневыносливыми); организмы, относящиеся ко второй группе, называются **стенобионтами** (от греч. stenos - «узкий», «ограниченный») или узкоприспособленными (светолюбы, тенелюбы).



Предел толерантности популяции (по Миллеру, 1990)

**Закон компенсации экологических факторов** сформулирован Э. Рюбелем в 1930 г.: отсутствие или недостаток некоторых экологических факторов могут быть компенсированы другим близким (аналогичным) фактором.

Однако отсутствие фундаментальных факторов (света, воды, биогенных элементов) не может быть заменено другими факторами (**закон незаменимости фундаментальных факторов** – В.Р. Вильямс, 1949 г.)

**Правило взаимодействия и компенсации факторов:** все экологические факторы действуют совместно, и могут либо усиливать, либо компенсировать действие друг друга.



Термин «жизненная форма» предложен в 1884 г. датским ботаником Е. Вармингом.

Под жизненной формой Варминг понимал «форму, в которой вегетативное тело растения (индивида) находится в гармонии с внешней средой в течение всей его жизни, от колыбели до гроба, от семени до отмирания».

Жизненная форма отражает приспособленность растения ко всему комплексу факторов внешней среды во все периоды его жизни.

И.Г. Серебряков дает следующее развернутое определение: «**Жизненную форму** у высших растений с эколого-морфологической точки зрения можно определить как своеобразный общий облик (габитус) определенной группы растений (включая их подземные органы), возникающий в их онтогенезе в результате роста и развития в определенных условиях среды. Исторически этот габитус развился в данных почвенно-климатических условиях как выражение приспособленности растений к этим условиям». По И.Г. Серебрякову, жизненную форму растения создает система его вегетативных органов. Жизненная форма – категория морфологическая и экологическая.

# ЖИЗНЕННАЯ ФОРМА

1) в ботанике - внешний облик (габитус) растения, отражающий приспособленность к условиям среды. Ж.ф. также называют единицу экологической классификации растений - группу растений со сходными приспособительными структурами, необязательно связанных родством (напр., кактусы и молочаи образуют Ж.ф. стеблевых суккулентов). Ж.ф. у растений изменяется в ходе индивидуального развития. Один и тот же вид растения в разных условиях может иметь разные Ж.ф. Син.: Биоморфа;

2) в зоологии понятие Ж.ф. стало применяться лишь в XX в. и еще не достаточно разработано. При выделении Ж.ф. и классификации по ним организмов используют наличие сходных морфоэкологических, физиологических, поведенческих и т.д. приспособлений для обитания в одинаковой среде. Так, Д.Н. Кашкаров (1944) предложил следующую систему форм животных: плавающие, роющие, наземные, древесные лазающие, воздушные.

# Закономерности действия факторов среды на организм

**Среда** действует на организмы посредством физических, химических и биотических сторон.

Каждую сторону, качественно отличную от других, называют элементами среды, или **факторами**.

Не все факторы среды с одинаковой силой влияют на организмы. Некоторые вообще безразличны для них.

Поэтому экологи различают элементы среды и экологические факторы.

**Экологическими** обозначаются все те влияния среды, которые оказывают какое-либо воздействие на организмы.



## Экологические факторы могут являться:

- **раздражителями**, вызывающими приспособительные изменения физических, биохимических и поведенческих функций организмов; выступать **ограничителями** существования организмов в данных условиях;
- становиться **сигналами изменений** качеств среды обитания или других экологических факторов.

### Абиотические

1. **Климатические**: свет, температура, воздух, ветер, снег и др.
2. **Эдафические**, т.е. почвенные и грунтовые: механический, химический состав, влагоемкость, воздухопроницаемость, окраска почвы и др.
3. **Орографические**: рельеф, экспозиция
4. **Химические**: газовый состав, солевой состав воды, воздуха и др.
5. **Физические**: магнетизм, шум, теплопроводность, радиоактивность, космическое излучение, давление и др.

## Биотические

**Фитогенные** (*влияния растений*)

**Зоогенные** (*влияния животных*)

**Микогенные** (*влияния грибов*)

**Микробогенные** (*влияния различных микроорганизмов, особенно бактерий и вирусов*)

## Антропогенные

1. **Плановые** (осознанные) влияния человека, общества
2. **Непредвиденные** (случайные) влияния человека, общества
3. **Влияния, обусловленные жизнедеятельностью человека как организма**
4. **Влияния, обусловленные социокультурной деятельностью человека**

Влияние факторов среды определяется прежде всего их воздействием на обмен веществ организмов.

В связи с этим все экологические факторы по их действию можно подразделить на прямодействующие и косвеннодействующие.

Те и другие могут весьма существенно влиять как на жизнь отдельных организмов, так и на все сообщество.

Любой из экологических факторов способен выступать то в виде прямодействующего, то в виде косвеннодействующего.

Каждый экологический фактор характеризуется определенными количественными показателями, в частности силой и диапазоном действия.

**Диапазон** определяется как отрезок (амплитуда, размах) в действии фактора, конкретный для каждого организма (вида, особи).

Поэтому каждый фактор имеет начальную, «нижнюю» границу действия, т.е. порог включения фактора, и конечную, «верхнюю» границу действия фактора.



**Экологическая пластичность некоторых рыб**

- Оптимум одного какого - то фактора, например света, и обусловленная им приспособленность еще не создают такого же оптимума (и приспособленности) по отношению к другим факторам среды (например, к влаге).
- Эта закономерность лежит в основе формулирования закона относительной независимости адаптации, согласно которому «**высокая адаптированность к одному из экологических факторов не дает такой же степени приспособления к другим условиям жизни**» (Н.Ф. Реймерс, 1992).
- Величина диапазона оптимума и размеры всей зоны действия фактора позволяют судить о **толерантности** (от лат. tolerantia - «терпение») организмов (т.е. о выносливости) по отношению к данному элементу среды.
- Различают **высоковыносливые** виды, способные существовать в условиях широкого диапазона действия фактора (например, света), и виды, которые могут жить лишь в условиях маломеняющегося действия этого фактора.

- Экологические факторы обычно действуют не поодиночке, а целым комплексом (**закон совокупного действия факторов Бауле-Тинемана**).
- При этом действие одного какого-либо фактора зависит от уровня действия других. Действие одного фактора не заменяется действием другого (**закон незаменимости фундаментальных факторов, по В.Р. Вильямсу**).

**Эти законы расширили и уточнили широко известные законы минимума, сформулированные Ю. Либихом в 1840 г. (часто они именуется «законы Либиха»).**

**Согласно им, лимитирует тот экологический фактор, который находится в минимуме.**

**Его дальнейшее снижение ведет к гибели организма.**

**Отсюда был сделан вывод, что выносливость определяется самым слабым звеном в цепи экологических потребностей организма.**

***По отношению к яркости освещения различаются такие экологические группы:***

- светлюбивые (гелиофилы, или фотофилы),
- тенелюбивые (сциофилы),
- темнолюбивые (фотофобы)
- теневыносливые;

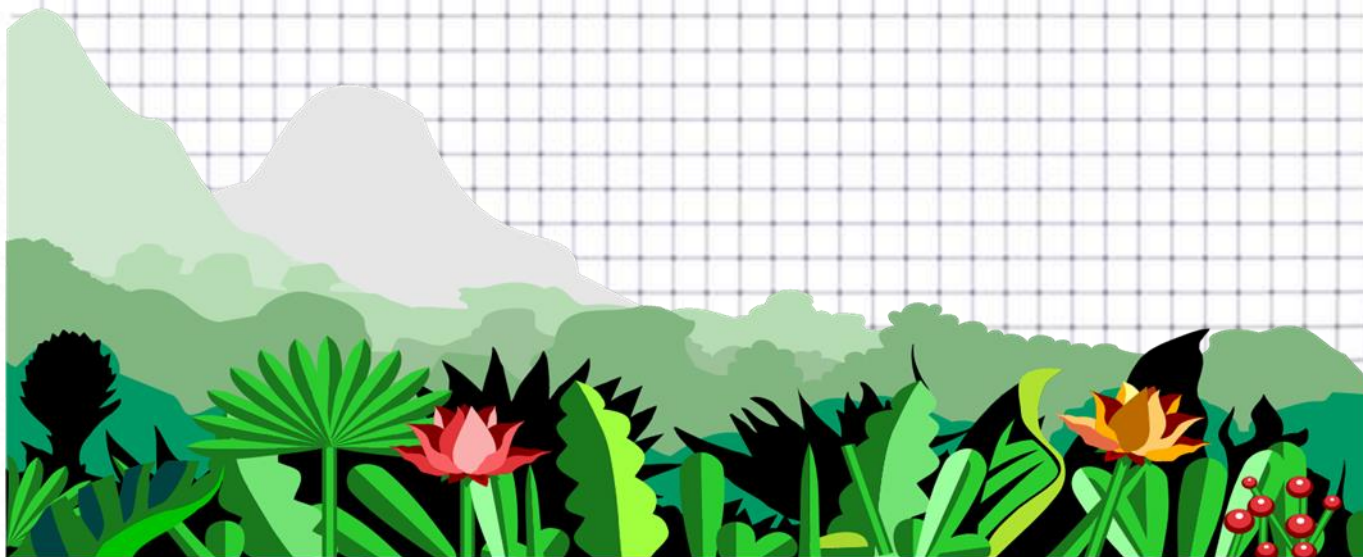
***по отношению к влаге:***

- сухолюбы (ксерофилы),
- водолюбы (гидрофилы),
- влаголюбые (гигрофилы) и предпочитающие умеренную влажность (мезофилы),
- снеголюбые (сционофилы);

***по отношению к теплу:***

- теплолюбые (термофилы),
- холодолюбые (психрофилы),
- морозостойкие,
- жаростойкие.

# Закономерности действия экологических факторов



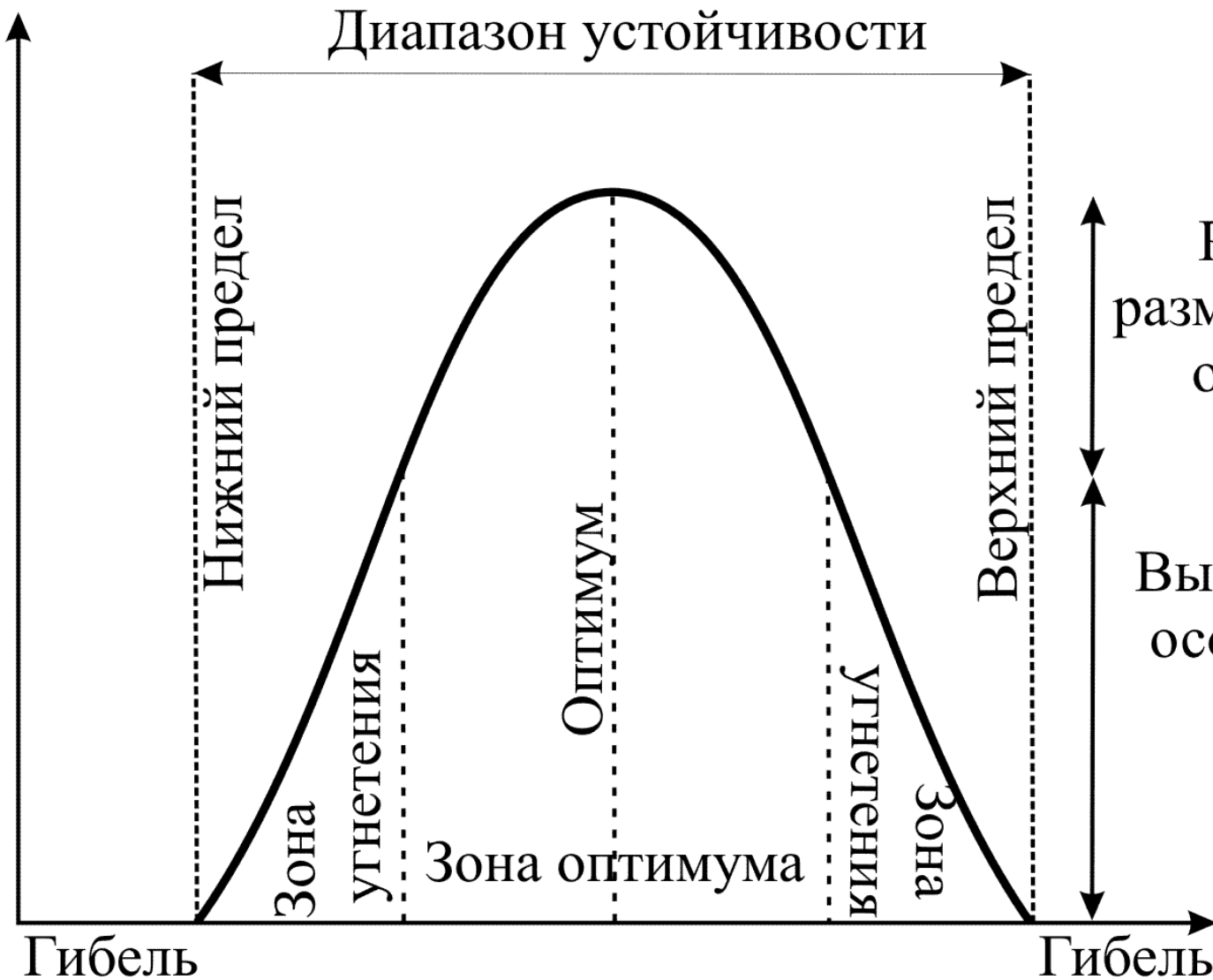


**1. Правило оптимума** – каждый фактор имеет определенные пределы положительного влияния на организм

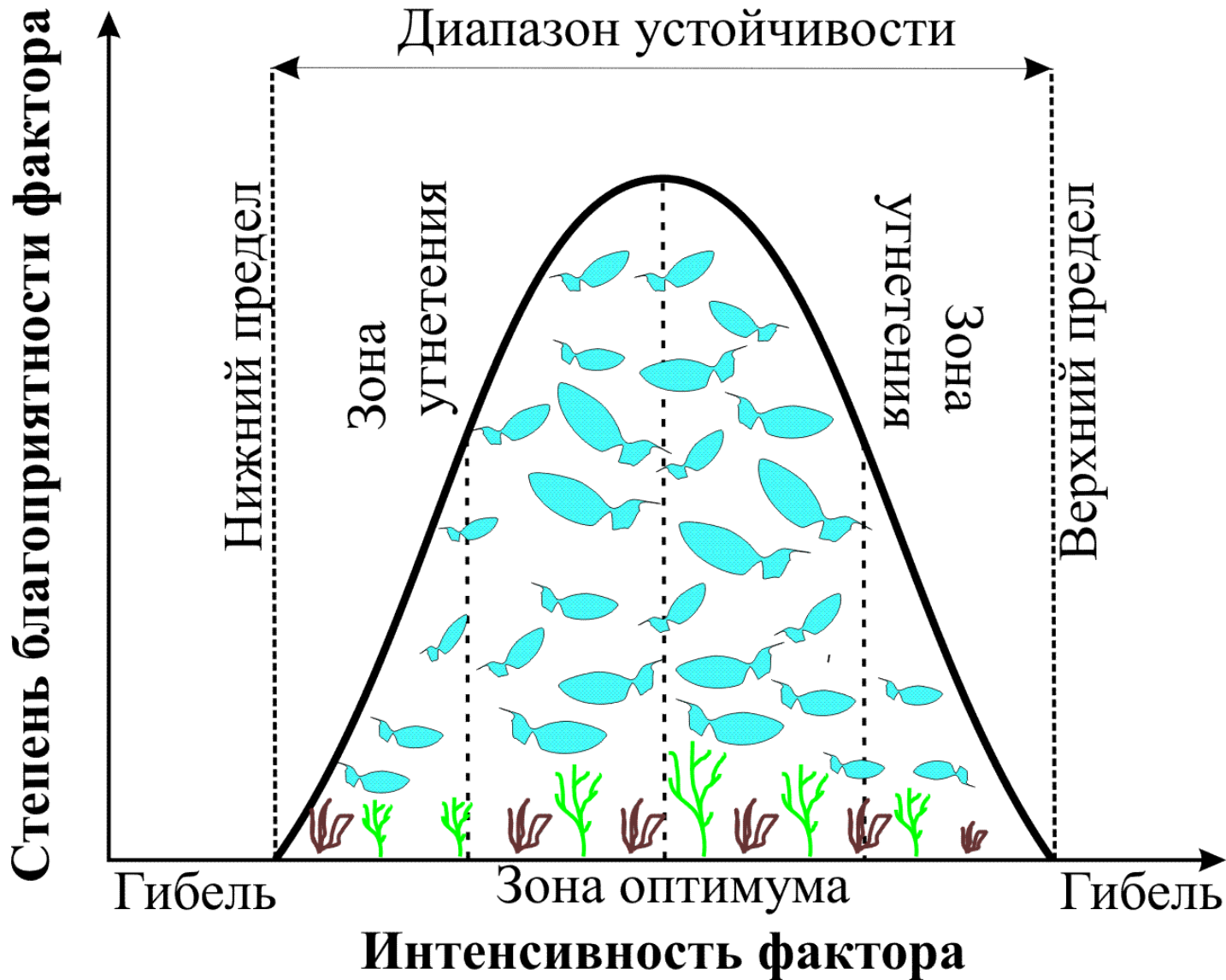
*Интенсивность экологического фактора, наиболее благоприятная для жизнедеятельности организма, называется*  
**ОПТИМУМОМ**

*Интенсивность экологического фактора, при которой жизнедеятельность организма максимально угнетается, но он еще может существовать называется* **ПЕССИМУМОМ**

Степень благоприятности фактора



Интенсивность фактора  
**Предел толерантности**

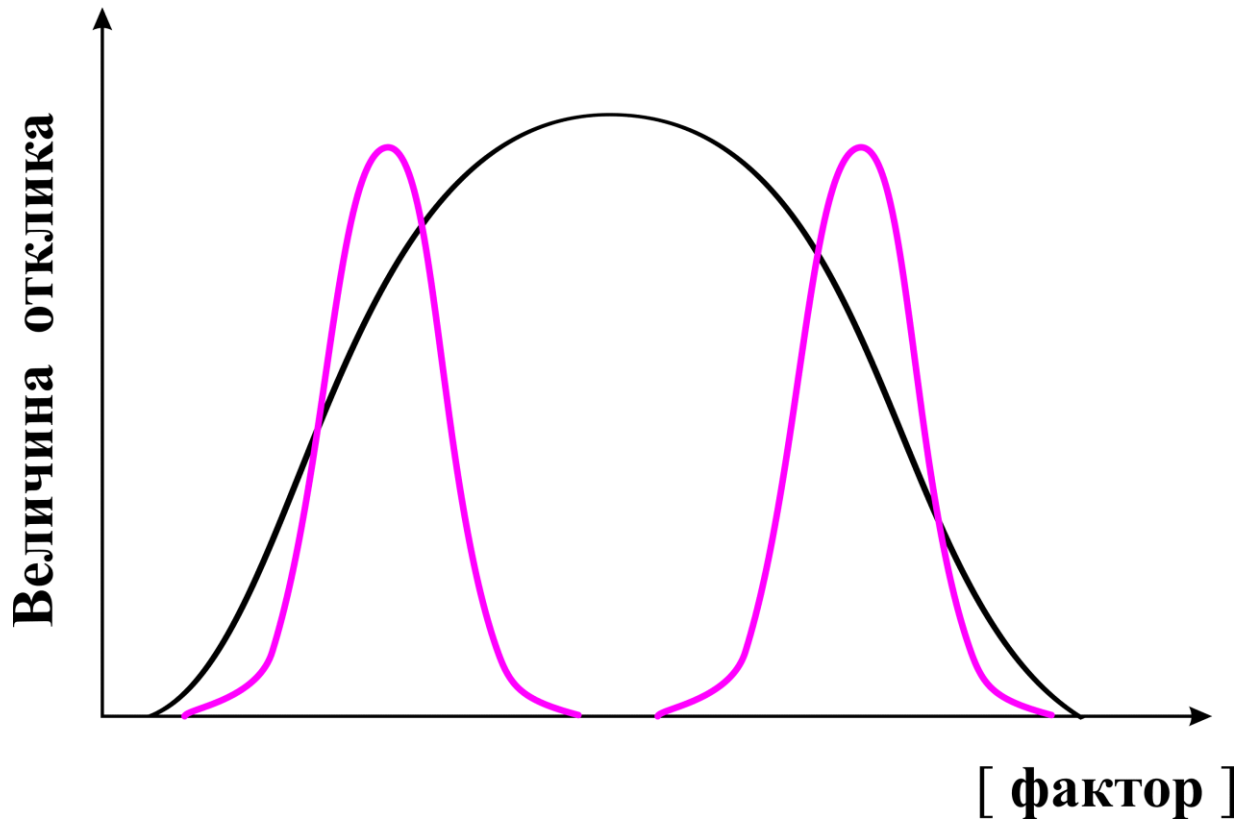


*Для каждого вида растений (животных) существуют оптимум, стрессовые зоны и пределы устойчивости в отношении каждого фактора среды*

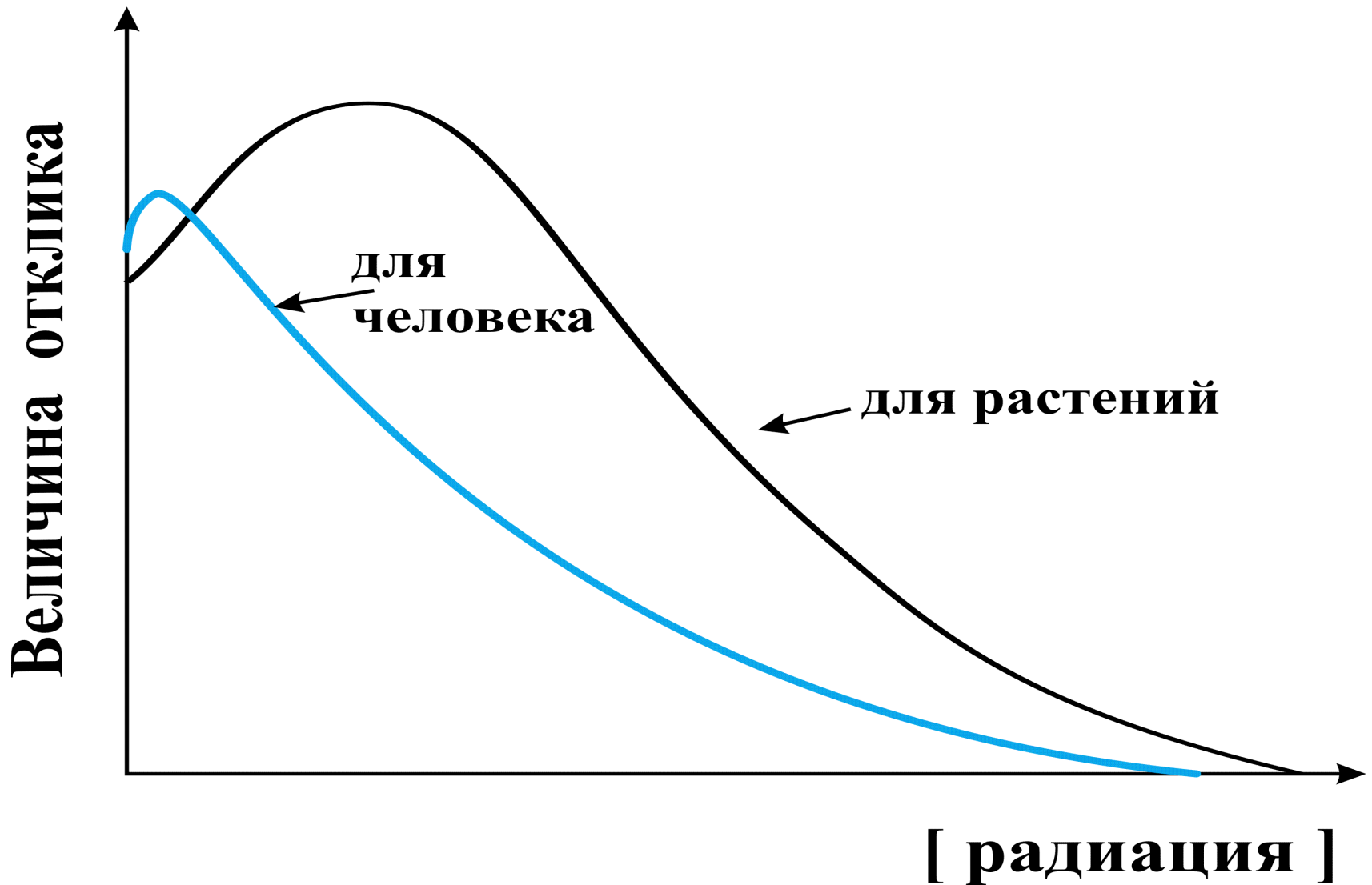
**Виды, способные существовать при  
небольших отклонениях фактора от  
оптимальной величины, называются  
узкоспециализированными –  
*стенобионтными*, а выдерживающие  
значительные изменения фактора —  
широкоприспособленными или  
*эврибионтными*.**



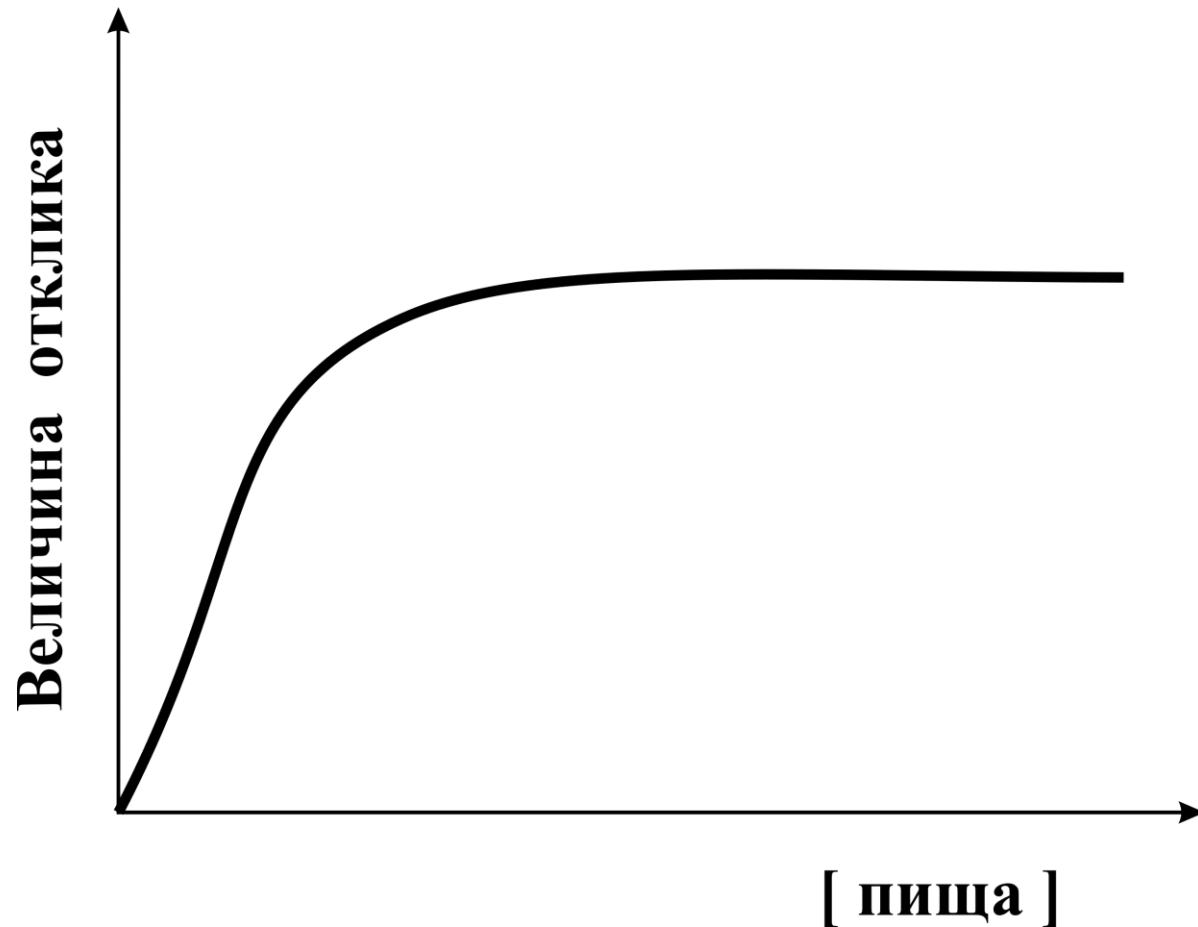
# Кривые толерантности для *стено-* и *эврибионтных* организмов



# Кривые толерантности могут быть разнообразной формы



# Кривые толерантности могут быть разнообразной формы



## *2. Правило взаимодействия факторов:*

**Одни факторы могут усиливать или смягчать действие других**

Например, сильный мороз при безветрии переносится легче, чем небольшой, но с сильным ветром. Это – эффект совместного действия факторов.



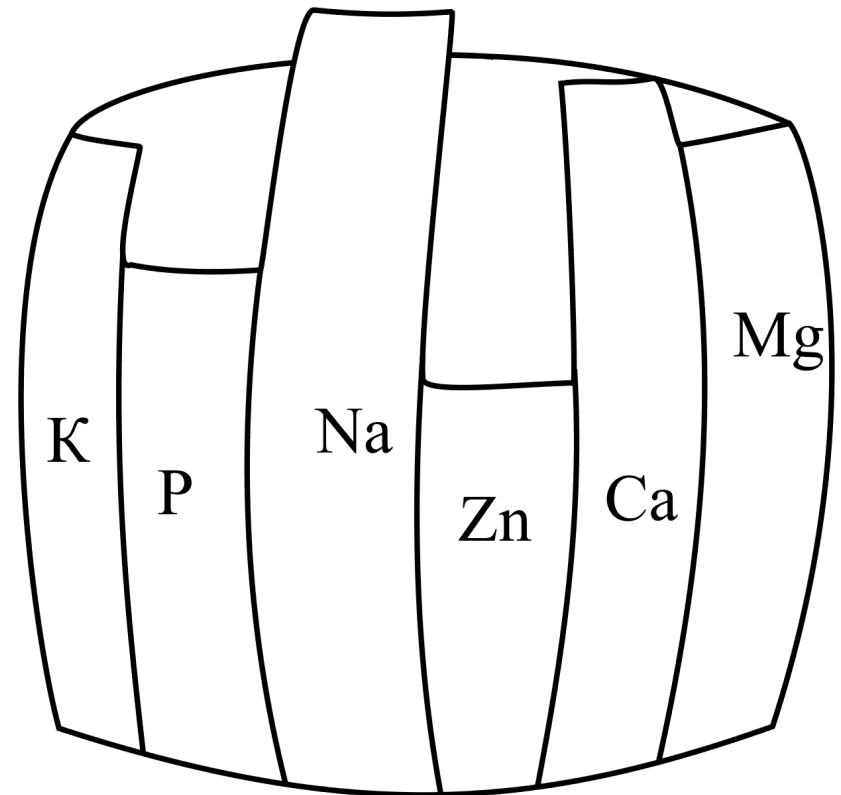
### 3. Правило лимитирующих факторов:

Юстус Либих, немецкий агрохимик, 1840 г.

**Закон минимума:**

*Величина урожая определяется количеством в почве того из элементов питания, потребность растения в котором удовлетворена меньше.*

В современной трактовке закон минимума  
Либиха звучит следующим образом:  
**выносливость организма определяется**  
**самым слабым звеном в цепи его**  
**экологических потребностей.**



### 3. Правило лимитирующих факторов:

В. Шелфорд, амер.зоолог, 1913г.:

**не только вещества, находящиеся в недостатке, определяют жизнеспособность организма, но и избыток какого-либо вещества также может приводить к нежелательным последствиям**

### 3. Правило лимитирующих факторов:

#### **Закон толерантности Шелфолда:**

**фактор, находящийся в недостатке или избытке, отрицательно влияет на организмы даже в случае оптимальных сочетаний других факторов**

(Даже единственный фактор за пределами зоны своего оптимума приводит к стрессовому состоянию организма и в пределе – к его гибели)

# **Факторы при действии на организмы могут выступать:**

- **Раздражителями** (вырабатывают приспособительные реакции)
- **Ограничителями** (действие фактора ограничивает ареал проживания)
- **Сигналами** (сигнализируют об изменении других факторов). Например, уровень солнечного освещения – сигнал перелета птиц (иначе недостаток пищи, тепла и т.п.)
- **Модификаторами** (анатомические и морфологические изменения в организме).

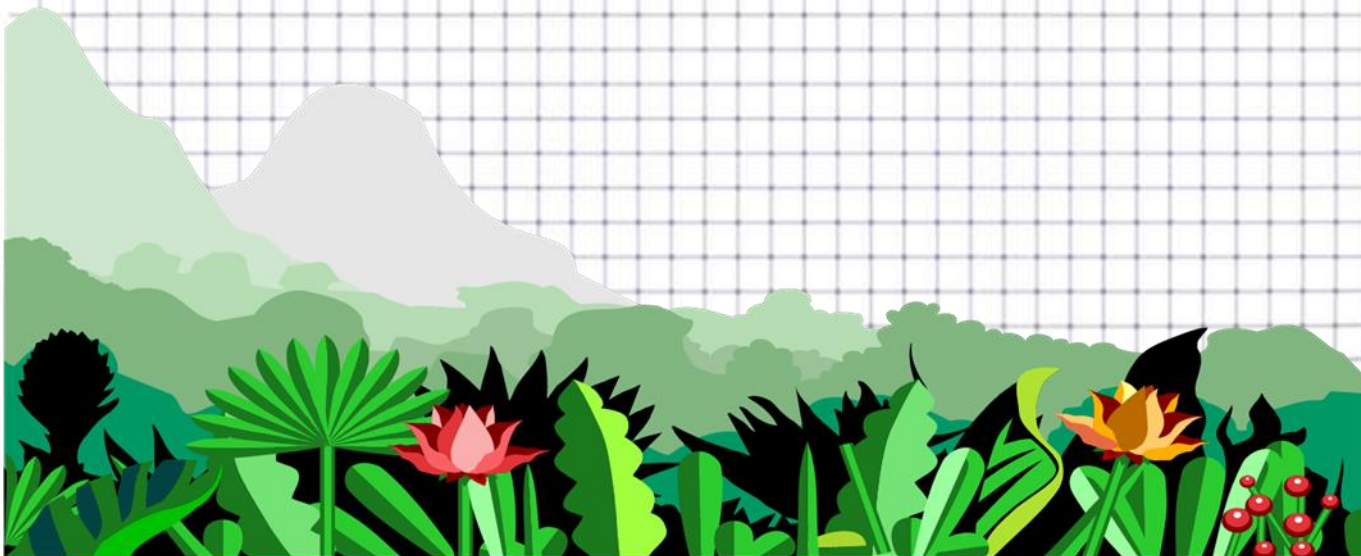
## Факторы влияют на

- поведенческие реакции
- трофические отношения
- характер метаболизма
- способность размножаться
  - плодовитость
  - скорость роста
- продолжительность жизни

# Экологические факторы могут действовать на уровне:

- **особи.** Они влияют на поведение, рост, продолжительность жизни.
- **популяции.** Они изменяют рождаемость, смертность, численность популяции.
- **вида.** Обуславливают географическое распространение и формы ареалов.
- **экосистем.** Затрагивают продуктивность экосистем, круговорот веществ, межпопуляционные отношения.

# Адаптація організмів

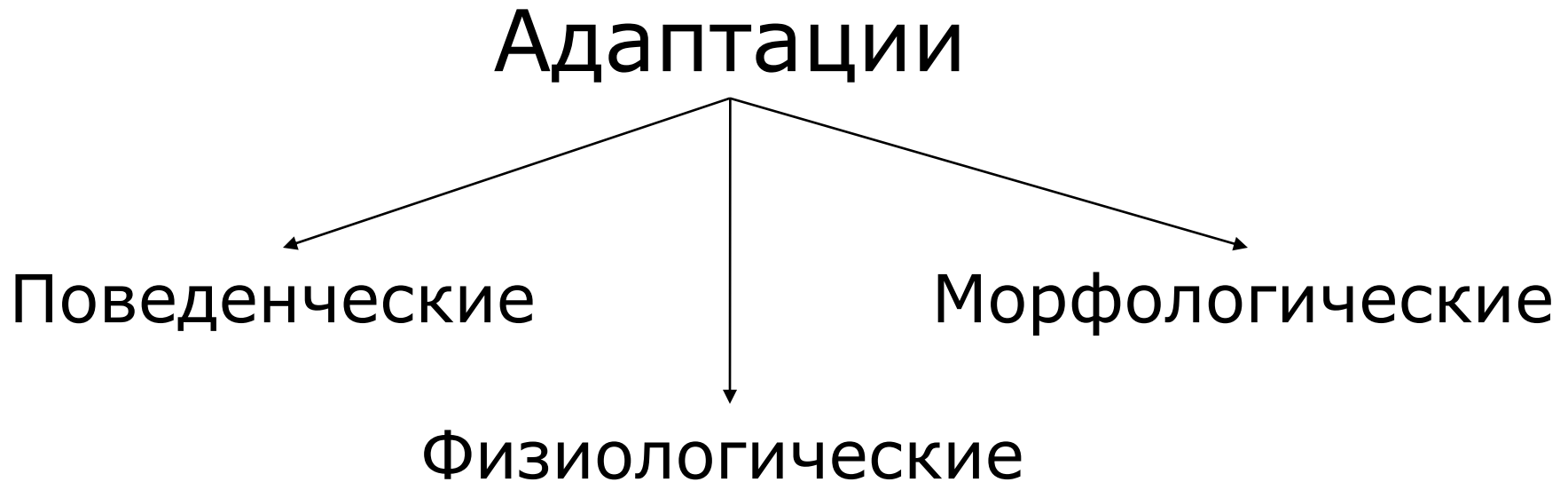




# Реакция организмов на изменения уровня экологических факторов:

- Приспособление может происходить на уровне клетки, тканей и даже целого организма, затрагивая форму, размеры и т.п.
- Адаптация – фундаментальное свойство живой природы.

Изменение условий обитания во временном (историческом) или пространственном (географическом) аспекте вызывает приспособительные реакции организма (**адаптации**)



# Различают три уровня адаптации:

- ***Генетический уровень.*** Данный уровень обеспечивает адаптацию и сохранение жизнедеятельности вида в поколениях на основе генетической изменчивости.
- ***Глубокие изменения обмена веществ.*** Например, подготовка к сезону размножения или к зимней спячке осуществляется благодаря изменениям в гормональном статусе организма.
- ***Быстрые изменения в ответ на кратковременные отклонения факторов среды.*** У растений примером быстрых изменений являются реакции на смену освещенности.

**Биотические факторы - это совокупность влияний, оказываемых организмами друг на друга**



# Биотические ЭФ

- **зоогенные** (*вытаптывание, поедание, перенос семян...*);
- **фитогенные** (*в сосновом лесу нет комаров, опред.грибы – под разными деревьями, затененность обеспечивает рост опред.растений...*);
- **микрогенные** (*клубеньковые бактерии...*);
- **антропогенные**

# Примеры зоогенных биотических факторов

ВЫТАПТЫВАНИЕ



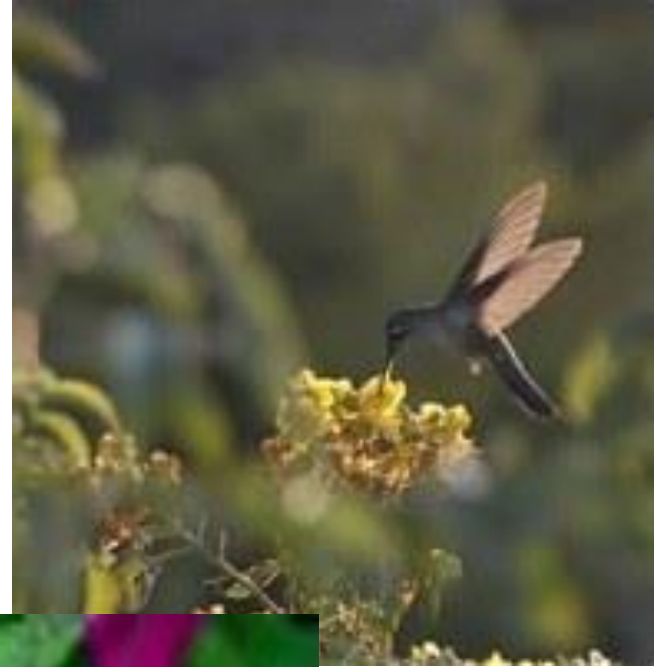
# Примеры зоогенных биотических факторов

- поедание



# Примеры зоогенных биотических факторов –

опыление





# механическое воздействие, оказываемое животными на растения



поврежденные животными-фитофагами деревья вынуждены бороться за свое существование и в целях самозащиты наращивают колючки, образуют избыточную фитомассу, усердно наращивают оставшиеся листья и т.д.

## Примеры фитогенных факторов:

- лианы на деревьях;
- верхний и нижний ярусы растений в лесу и т.д.

**Все многообразие взаимоотношений организмов можно разделить на два основных типа:**

- **Антагонистические**
- **неантагонистические**

**Антагонистические** – это такие отношения, при которых организмы двух видов подавляют друг друга (- -) или один из них подавляет другой без ущерба для себя

Основные формы этого типа БО:

1. Хищничество
2. Паразитизм
3. Конкуренция

# Неантагонистические

1. Нейтрализм
2. Симбиоз
3. Мутуализм
4. Комменсализм
5. Аменсализм

Нейтральные (0 0), взаимовыгодные (+ +), односторонние (0 +)