

# Лекция 3 АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМОВ К ДЕЙСТВИЮ ВАЖНЕЙШИХ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ


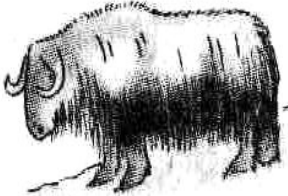

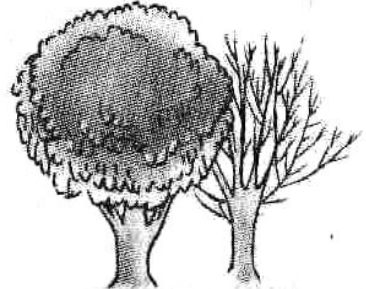
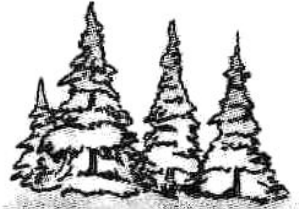
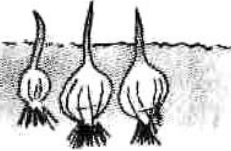
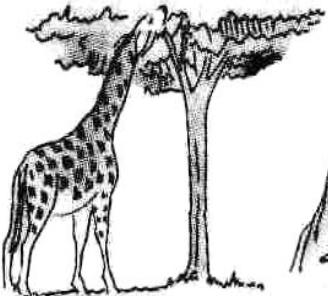

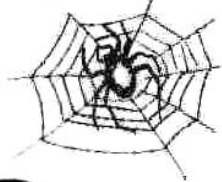

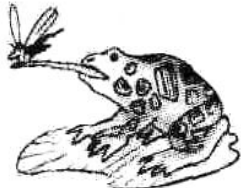
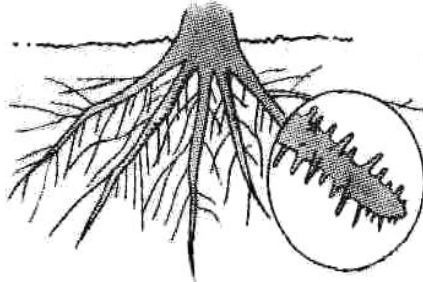
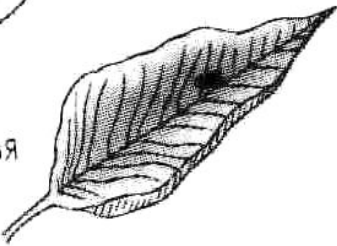
1. *Адаптации организмов к абиотическим факторам*
2. *Жизненные формы*
3. *Свет как экологический фактор*
4. *Температура как экологический фактор*
5. *Вода в жизни организмов*
6. *Эдафические факторы*

# 1. Адаптации к важнейшим абиотическим факторам

## *Адаптации*

– это процесс и результат приспособления организма к окружающей среде

# Примеры адаптаций

|  | ЖИВОТНЫЕ   | РАСТЕНИЯ   |
|--|--|--|
| <p>Приспособления к абиотическим факторам (холоду)</p> | <p>Перелет на юг</p>  <p>Густая шерсть</p>  <p>Зимняя спячка</p>   | <p>Опадение листвы</p>  <p>Холодостойкость</p>  <p>Луковицы</p>       |
| <p>Питание</p>   |      | <p>Интенсивное развитие корней и корневых волосков для поглощения воды и биогенов</p>  <p>Широкие тонкие листья для поглощения солнечной энергии</p>  |

Защита от поедания



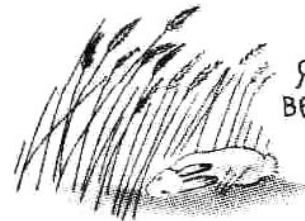
Быстрый бег



Иглы



Колючки



Ядовитые вещества

Отпугивающий запах



Покровительственная окраска



Розеточная форма, недоступная для стравливания



Привлечение полового партнера или опылителей

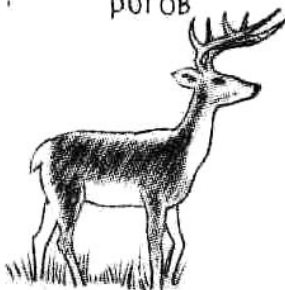


Яркое оперение

Половые аттрактанты

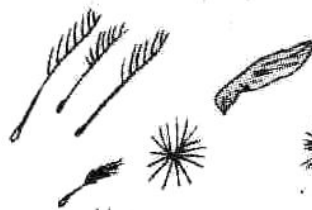
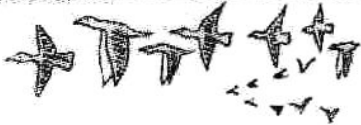


"Корона" рогов



Различные цветки привлекают специфических для них насекомых-опылителей

Миграция и распространение семян



Цепкие крючки

Хохолок или крылья для переноса ветром

# Основные направления адаптации к неблагоприятным условиям:

- уход от неблагоприятных условий - *поведенческие реакции (перелеты птиц на юг, зарывание насекомых в почву при сильной жаре)...*
- снижение жизнедеятельности (анабиоз) – *спячка млекопитающих, диапауза насекомых, у растений – сбрасывание листьев и перезимовка в виде клубней, луковиц, семян или спор ...*
- приспособление к активной жизни в неблагоприятных условиях – *теплокровность, использование метаболической ВОДЫ...*

# Механизмы адаптаций

- поведенческие (= этологические) - перелеты на юг, зарывание в снег...
- морфологические (внешние) - густая белая шерсть зайца, копытельные или плавательные ноги, мясистый стебель и колючки кактуса...
- физиолого-биохимические – использование своего  $\text{CO}_2$  кукурузой, метаболической воды верблюдом, наборы ферментов соответствующие составу пищи



# *Виды адаптаций*

```
graph TD; A[Виды адаптаций] --> B[Генотипические]; A --> C[Индивидуальные];
```

**Генотипические**  
происходят под  
действием отбора в  
ряду поколений,  
и их результат  
передается  
по наследству

**Индивидуальные**  
**(= акклимации)**  
возникают на  
протяжении жизни  
одной особи,  
по наследству  
не передаются

# Смертность колорадского жука от ранее смертельной дозы инсектицида (пример генотипической адаптации)



| Район          | актеллик | децис | актара |
|----------------|----------|-------|--------|
| Аургазинский   | 0        | 25    | 100    |
| Бакалинский    | 0        | 45    | 70     |
| Бирский        | 5        | 50    | 100    |
| Благовещенский | 0        | 20    | 95     |
| Буздякский     | 0        | 40    | 100    |
| Бураевский     | 15       | 50    | 100    |
| Гафурийский    | 0        | 35    | 95     |



# Пример индивидуальной адаптации

Температуры холодового оцепенения трех видов насекомых в зависимости от температуры их акклиматизации (Mellanby, 1939)

| Вид  | Температура акклиматизации |     |     |
|--|----------------------------|-----|-----|
|  | 14–17°                     | 30° | 36° |
| <i>Blatta orientalis</i> . . . . .           | 2                          | 7,5 | 9,5 |
| <i>Calliphora erythrocephala</i> , личинка . | 1,0                        | 5,4 | —   |
| <i>Cimex lectularius</i> . . . . .           | 4,5                        | 7,0 | 7,5 |

# Следствия адаптации

- Возникновение **экологических групп** (могут переносить те или иные значения фактора):
  - Влаголюбивые – засухоустойчивые
  - Теплолюбивые – морозоустойчивые
  - Ночные – дневные и т.д.
- Возникновение **жизненных форм** - внешний облик организма, характеризующий его приспособленность к условиям среды

При их образовании возможна  
**конвергенция**

- появление внешнего сходства у  
неродственных видов, ведущих одинаковый  
образ жизни в сходных условиях.

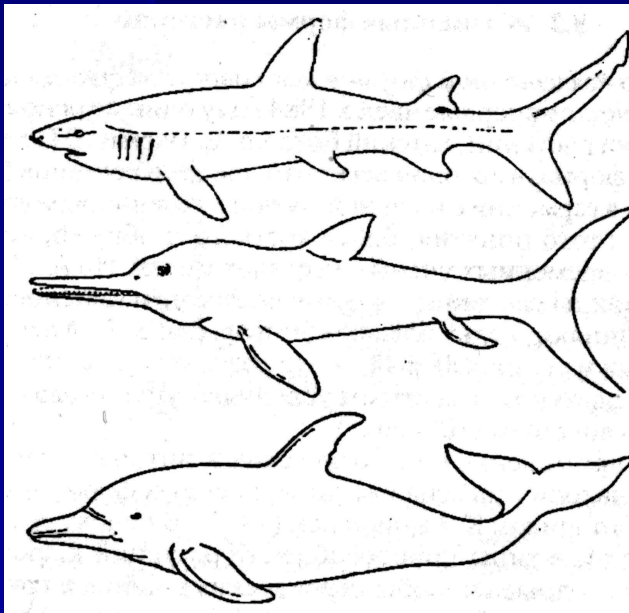


Рис. 2.6. Конвергенция растений:  
*a* — молочай пухлый; *б* — астрофитум козлорогий

# 2. Жизненные формы

## Жизненные формы растений

(по внешнему виду)

- Деревья (1 ствол, не ниже 2 м)
- Кустарники (ветвление от земли)
- Кустарнички (не выше 50 см)
- Полукустарники (верх побегов отмирает)
- Лианы (лазающие)
- Суккуленты (сочные стебли и листья)
- Травы (надземная часть отмирает на зиму)

# Жизненные формы растений

(по К.Раункиеру)

основной признак – положение почек возобновления по отношению к почве и снеговому покрову

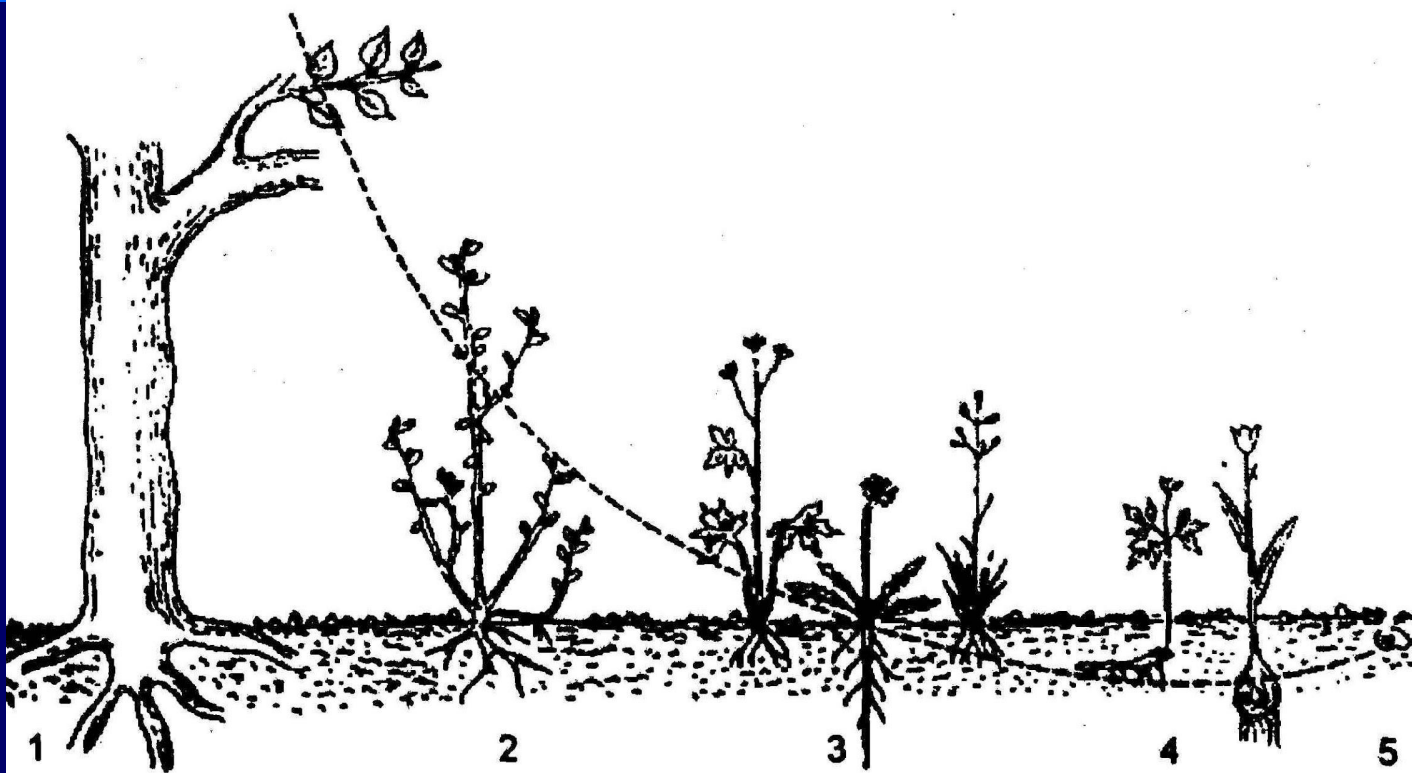
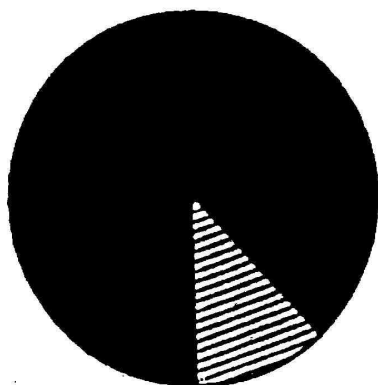


Рис. 209. Жизненные формы растений (по К. Раункиеру, 1934):  
1 — фанерофиты (тополь), 2 — хамефиты (черника), 3 — гемикриптофиты (лютик, одуванчик, злаки), 4 — геофиты (ветреница, тюльпан), 5 — терофиты (семя фасоли).

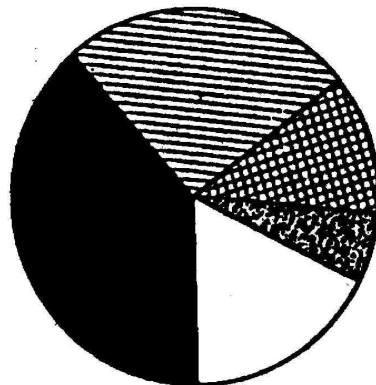
- **Фанерофиты** (от гр. фанерос – открытый) – деревья и кустарники с почками над снегом
- **Хамефиты** (от гр. хамаи - на земле) – полукустарнички, стелющиеся растения с почками под снегом (черника)
- **Гемикриптофиты** (от гр. геми – полу, криптос – тайный, скрытый) - многолетние травы с точкой роста на уровне почвы (одуванчик, злаки)
- **Криптофиты** – сохраняются подземные или подводные клубни, луковицы или корневища (лук, ветреница, картофель, рогоз, стрелолист)
- **Терофиты** (от греч. терос – лето) - в неблагоприятное время года сохраняются только семена (сурепка, марь, щерица, крапива).



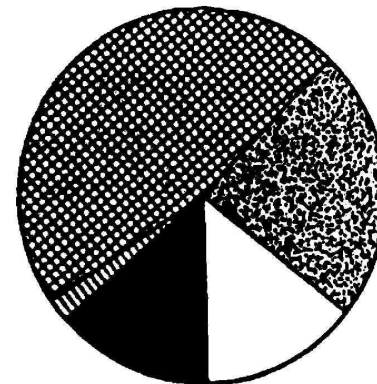
# Соотношение разных жизненных форм растений в разных климатических зонах



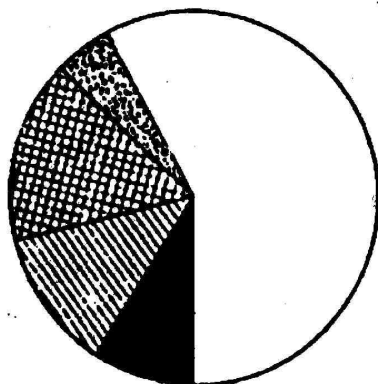
Влажные тропики



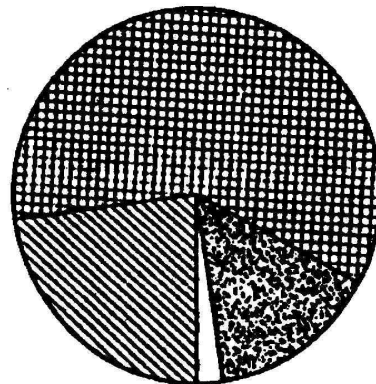
Субтропики



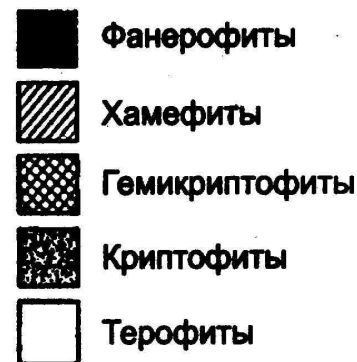
Умеренный пояс



Пустыня



Арктическая область



# Жизненные формы животных

(по Д. Н. Кашкарову)

## Плавающие формы

- *Чисто водные:*
  - а) **нектон** (активно плавают), б) **планктон** (пассивно плавают), в) **бентос** (на дне)
- *Полуводные:*
  - а) ныряющие, б) неныряющие, в) лишь добывающие из воды пищу

## Роющие формы

- *Абсолютные землерои* (всю жизнь проводящие под землей)
- *Относительные землерои* (выходящие на поверхность)

## Наземные формы

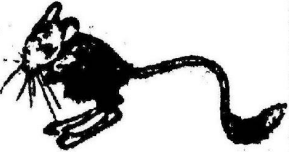


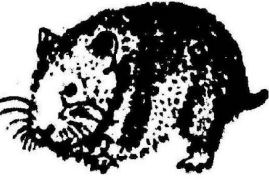

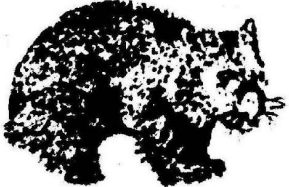
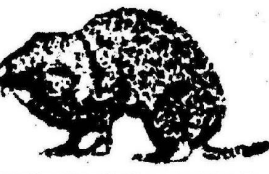
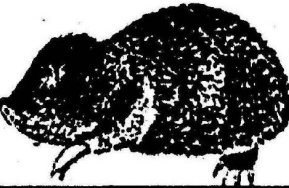
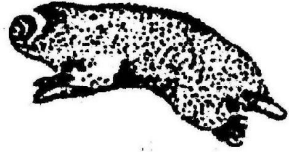
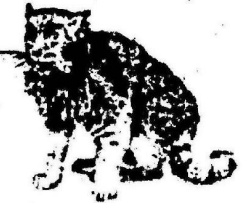
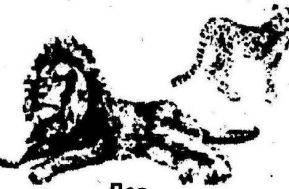

- *Не делающие нор:*
  - а) бегающие, б) прыгающие, в) ползающие
- *Делающие норы:*
  - а) бегающие, б) прыгающие, в) ползающие
- *Животные скал*

## Древесные лазающие формы

- *Не сходящие с деревьев* *Лишь лазающие по деревьям*

## Воздушные формы

- *Добывающие пищу в воздухе* *Высматривающие пищу с воздуха*

| АЗИЯ  | АФРИКА   | АВСТРАЛИЯ   |
|---|--|---|
| <b>СКАЧУЩИЕ</b>   |  |   |
| <p data-bbox="202 149 318 178" style="text-align: center;">Тушканчик</p>  | <p data-bbox="521 149 637 207" style="text-align: center;">Кафрский<br/>долгоног</p>    | <p data-bbox="830 149 956 235" style="text-align: center;">Гигантский<br/>рыжий<br/>кенгуру</p>  |
| <b>РОЮЩИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ, КОРМЯТСЯ НА ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ</b>  |  |   |
| <p data-bbox="241 449 318 478" style="text-align: center;">Хомяк</p>      | <p data-bbox="357 449 637 506" style="text-align: center;">Африканская<br/>земляная<br/>белка</p>   | <p data-bbox="859 449 956 478" style="text-align: center;">Вомбат</p>                            |
| <b>РОЮЩИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ, КОРМЯТСЯ ПОД ЗЕМЛЕЙ</b>  |  |   |
| <p data-bbox="222 792 318 821" style="text-align: center;">Слепыш</p>    | <p data-bbox="511 792 637 821" style="text-align: center;">Златокрот</p>   | <p data-bbox="840 792 956 849" style="text-align: center;">Сумчатый<br/>крот</p>                |
| <b>БЕГАЮЩИЕ ХИЩНИКИ</b>   |  |   |
| <p data-bbox="241 1106 318 1135" style="text-align: center;">Манул</p>  | <p data-bbox="550 1106 637 1135" style="text-align: center;">Гепард</p>  <p data-bbox="454 1335 502 1363" style="text-align: center;">Лев</p> | <p data-bbox="666 1106 792 1163" style="text-align: center;">Сумчатый<br/>"волк"</p>           |

Жизненные формы  
обитателей степей  
разных  
КОНТИНЕНТОВ  
(конвергенция)

# 3. Свет как экологический фактор:

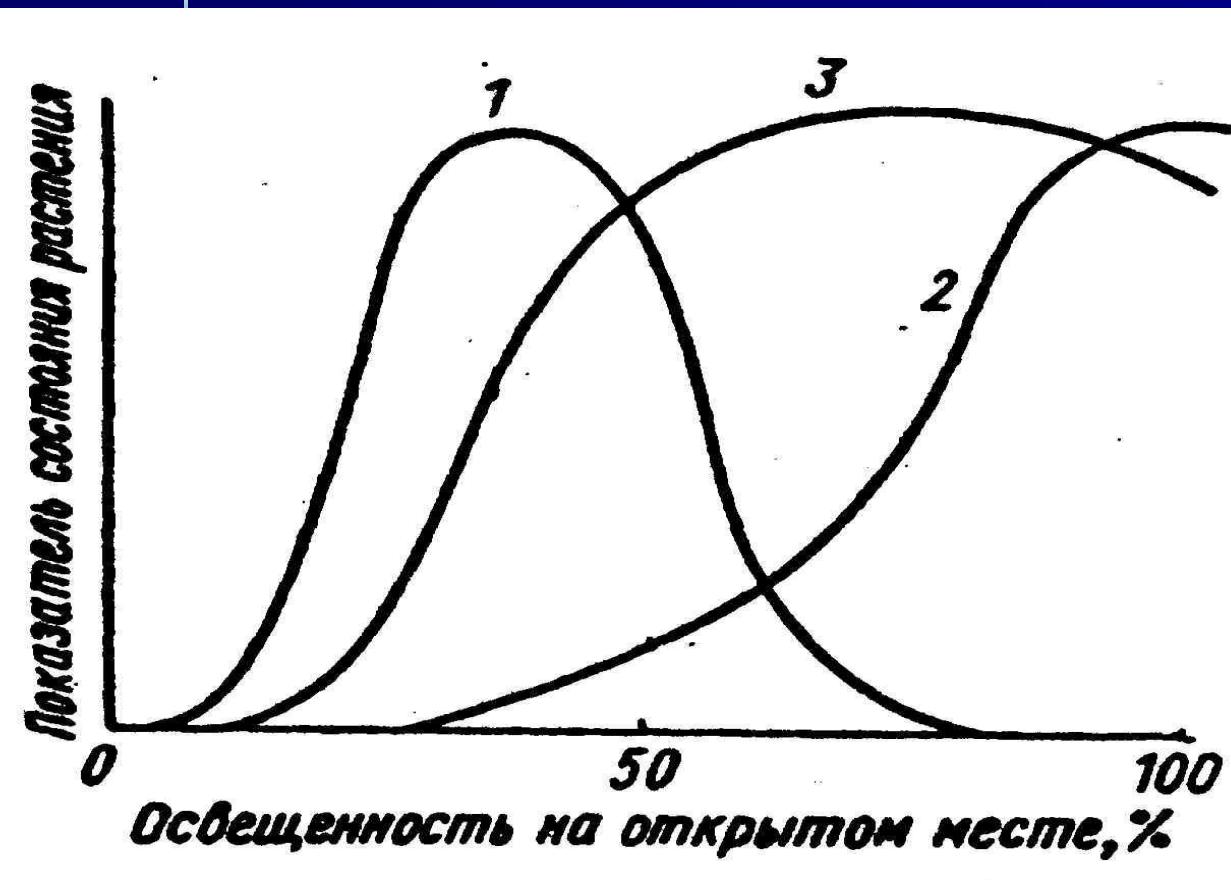
## Роль света:

- **это первичный источник энергии** для фотосинтеза (ФАР – 370-740 нм) – витальное действие
- **синхронизатор биологических ритмов** (настройка биологических часов) – сигнальное действие
- **условие зрительной ориентации** – сигнальное действие

# Экологические группы по предпочитаемой освещенности

- **Гелиофиты** (гр. гелиос – солнце) = **светолюбивые** растения. Не выносят тени, у них яркий свет не подавляет фотосинтеза (степные травы, хлебные злаки, сосна лиственница)
- **Сциофиты** (от гр. скиа – тень) = **тенелюбивые** растения (ель, пихта, лесные травы - копытень, сныть). Хорошо растут только в тени (предельная интенсивность фотосинтеза)
- **Факультативные гелиофиты** (факультативные – необязательные) = **теневыносливые** растения. Хорошо растут и в тени, и на солнце (растений лугов и опушек, липа)
- **Дневные, ночные, сумеречные** животные

# Экологические оптимумы по отношению к свету



1. Сциофит
2. Гелиофит
3. Факультативный гелиофит



# Фотопериодизм — это реакция организма на сезонные изменения длины дня

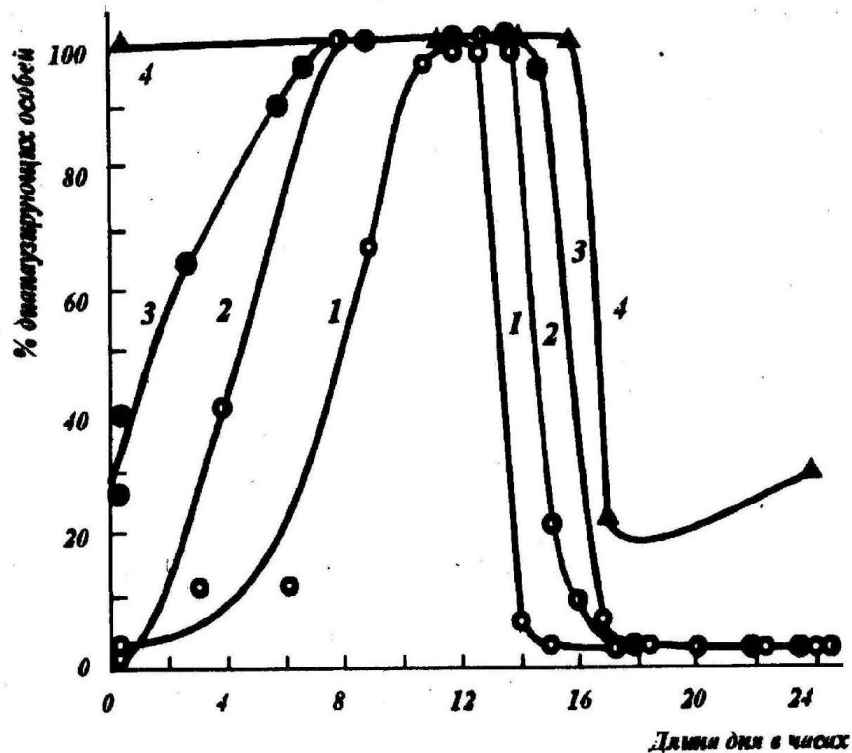


Рис.10. Длиннодневная фотопериодическая реакция насекомых.  
1 — листовёртка *Laspeyresia molesta* Busck. при 24° С; 2 — белянка *Pieris brassicae* при 24° С; 3 — щавелевая совка *Acronycta rumicis* L. при 26° С; 4 — колорадский жук *Leptinotarsa decemlineata* Say. при 24° С (по А.С.Данилевскому, 1961)

- **Длиннодневным** (северным) организмам нужен **день не менее 14-15 час.** Иначе растения (рожь, овес, горох) **не цветут**, насекомые (капустница, колорадский жук) **впадают в диапаузу**

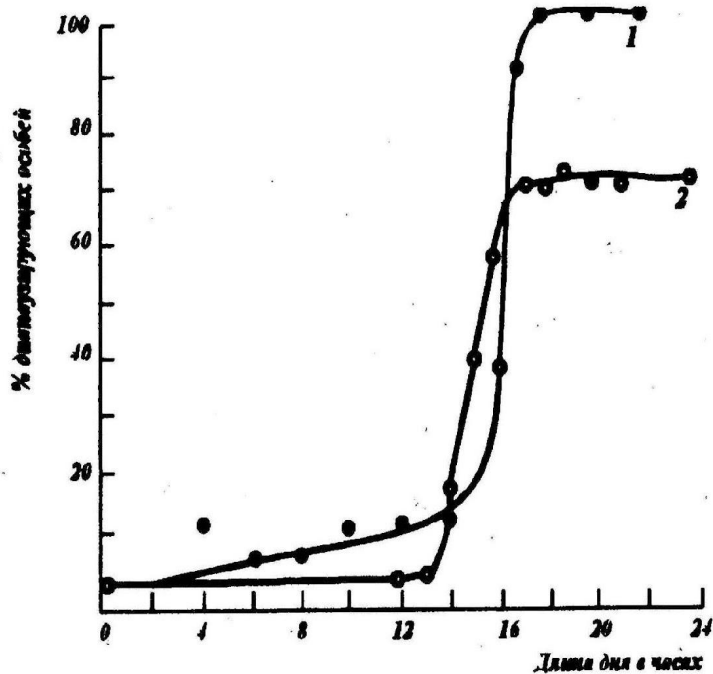


Рис.11. Короткодневная фотопериодическая реакция насекомых 1 — цикадка *Cercopis minutus* F. при 20°C, 2 — тутовый шелкопряд *Bombyx mori* L. при 15° С (С. Данилевскому, 1961)

**Короткодневным** (южным) организмам нужен **день < 10-12 час.** Иначе растения (огурцы, перец, соя) **не цветут**, насекомые (тутовый шелкопряд, цикады) **впадают в диапаузу**

# 4. Температура как экологический фактор

## Температура определяет скорость химических реакций в организме

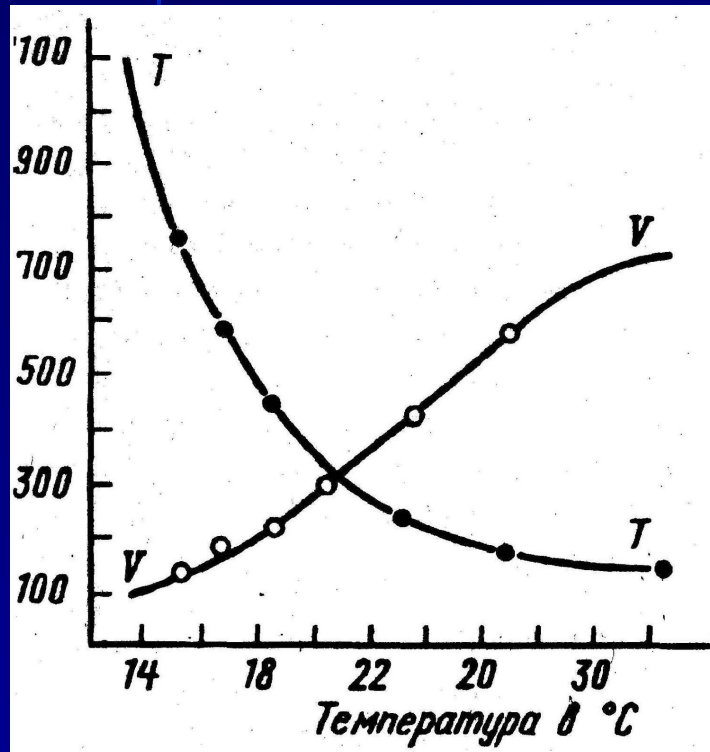


Рис.2. Продолжительность развития куколок большого мучного хрущака *Tenebrio molitor* (T) и скорость их развития (V) в зависимости от температуры (по А.Крогу из В.В.Яхонтова, 1969)

Скорость реакций  
увеличивается в 2-3  
раза при повышении  
температуры на  $10^{\circ}$

В результате ускоряется  
развитие

# Экологические группы по предпочитаемой температуре

- **Криофилы** – обитают при низких температурах (*белый медведь, олений мох – ягель*)
- **Термофилы** – обитают при высоких температурах (*жирафы, гуппи, кактусы*)

# По способности поддерживать внутри оптимальную для себя температуру различают

- **Пойкилотермные организмы** (от гр. пойкилос – пестрый, разнообразный и термос – тепло) **МЕНЯЮТ** свою температуру вместе с температурой среды (микробы, растения, насекомые, рыбы и т.д.)
- **Гомойотермные организмы** (от гр. гомос – одинаковый) **ИМЕЮТ** постоянную температуру тела (млекопитающие и птицы)
- **Гетеротермные организмы** (от гр. гетерос – разный) – поддержание постоянной температуры сменяется **СПЯЧКОЙ С СИЛЬНЫМ Понижением** температуры (медведь, еж)

# Адаптации к холоду:

- Миграции
- Спячка, диапауза
- Накопление жира, масла, гликогена
- Увеличение концентрации клеточных растворов, глицерин (антифриз)
- Гомойотермность (= теплокровность)
- Сохранение точек роста под землей или снегом
- Снижение теплоотдачи (шерсть, слой жира, правила К.Бергмана и Д.Аллена)



# Правило К.Бергмана:

- у теплокровных размеры тела в северных популяциях вида (или близких видов) крупнее, чем в южных

## Изменение размера тела животных с широтой (по Бергману)


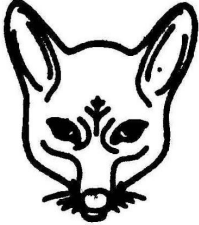

| Вид  | Район                    | Длина тела, см | Масса, кг |
|------|--------------------------|----------------|-----------|
| Волк | Таймыр                   | до 137         | до 49     |
|      | Монголия                 | до 120         | до 40     |
| Лиса | Среднерусская<br>равнина | до 90          | до 10     |
|      | Туркмения                | до 57          | до 3,2    |

# Увеличение размера особей в популяциях кабана, в районах с более суровой зимой

| Популяции<br>дикого кабана | Размер черепа (см) |
|----------------------------|--------------------|
| Испания                    | 32                 |
| Польша                     | 41                 |
| Белоруссия                 | 46                 |
| Сибирь                     | 56                 |

# Правило Д.Аллена:

у северных  
популяций  
вида или  
близких видов  
выступающие  
части тела  
(конечности,  
хвосты, уши)  
меньше, чем у  
южных

| Вид  | Местоположение                                      | Параметры   |
|--|---|---|
| Лисица фенек<br>Рыжая лисица<br>Песец  | Жаркие пустыни<br>Средние широты<br>Северные широты | Очень большие уши<br>Уши меньших размеров<br>Крошечные ушки<br>и короткая морда |
|    | Арктический вид                                     | Температура тела 37°C<br>Средняя температура среды 0°C                          |
|   | Европейский вид                                     | Температура тела 37°C<br>Средняя температура среды 12°C                         |
|  | Африканский вид                                     | Температура тела 37°C<br>Средняя температура среды 25°C                         |

# 5. Вода в жизни организмов

## Роль воды:

- **Растворитель**
- **Реагент в хим.реакциях** (фотосинтеза и др.  
- 500 г воды идет на получение 1 г органич. в-ва)
- **Транспортная** (кровь, у растений 97-99% ее уходит на транспирацию, т.е. испарение)
- **Термостабилизатор и терморегулятор**
- **Структурная функция** (составляет 60-95% массы цитоплазмы)

# Экологические группы по потребности в воде

- **Гидробионты** – живут в воде (рыбы, водоросли)
- **Гигрофилы** – во влажных местообитаниях
  - **Гидатофиты** – почти полностью погруженные растения (кувшинка)
  - **Гидрофиты** – сильно выступающие из воды (камыш)
- **Мезофилы** – при умеренной влажности (овес)
- **Ксерофилы** – сухолюбивые
  - **Суккуленты** – растения, накапливающие воду в стеблях и листьях (кактус, алоэ)
  - **Склерофиты** – растения с жесткими незавядающими стеблями (ковыли, верблюжья колючка)

# Адаптации к низкой влагообеспеченности (содержание воды в клетках обычно 70 - 98%)

- Длинные корни
- Накапливание воды в стеблях
- Восковой налет
- Закрывание устьиц
- Использование метаболической воды (верблюд, моль, амбарный долгоносик)
- Вместо мочи – твердые ураты (некоторые ящерицы и черепахи)

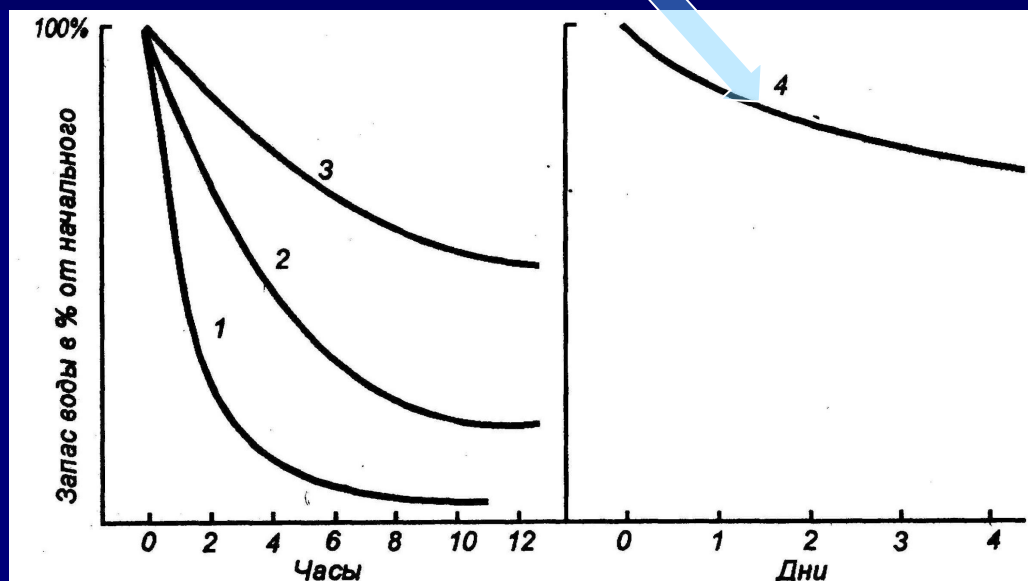
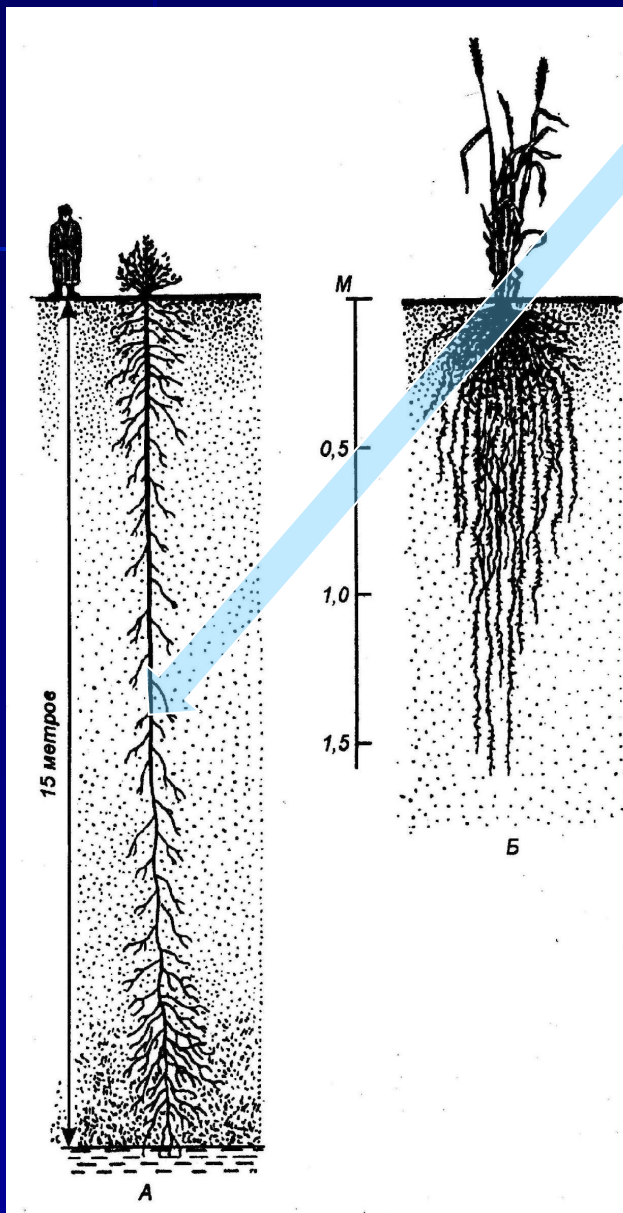
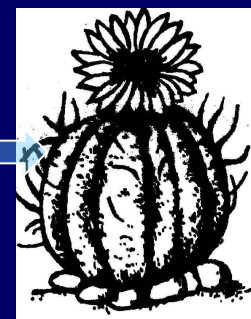


Рис. 55. Скорость расхода воды при завядании листьев растений разных экологических типов (из Т. К. Горышиной, 1979):  
1 — гигрофиты, 2 — мезофиты, 3 — ксерофиты, 4 — суккуленты.



# 6. Эдафические факторы

- Животные, обитающие в почве – **геобионты** (крот)
- **Почва для растений** –
  - Среда укрепления
  - Источник влаги и минерального питания
- **Экологические группы по потребности в питательных веществах**
  - **Олиготрофы** (от гр. трофэ - питание, олиго – мало) – могут жить на бедных почвах (вереск, сосна, сфагнум)
  - **Мезотрофы** (от гр. мезос - средний) – умеренно требовательны к плодородию (клевер, земляника, ель)
  - **Эвтрофы** (от гр. эу – хорошо) – на богатых почвах (крапива, черемуха, лещина)
  - **Нитрофилы** – требуют много азота (малина, крапива)