

Аутэкологія

Аутэкология - изучает воздействие экологических факторов на живые организмы



Тепловой режим — важнейшее условие существования живых организмов, так как все физиологические процессы в них возможны при определенных условиях. Главным источником тепла является солнечное излучение.

Температура как экологический фактор

- Средняя температура на разных планетах:

Марс $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ Венера $+457\text{ }^{\circ}\text{C}$ Земля $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$

- пределы, в которых может существовать жизнь, около $300\text{ }^{\circ}\text{C}$, от $-200\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+100\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Температурный диапазон активной жизни в экосистемах Земли:

Суша = 125 (-70 - $+55\text{ }^{\circ}\text{C}$) Моря=38,9 ($-3,3$ - $+35,6\text{ }^{\circ}\text{C}$) Пресноводные=93 (0 - $+93\text{ }^{\circ}\text{C}$)

- температуры, при которых возможно нормальное строение и функционирование белков: от 0 до $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Криофилы** (бактерии, грибы, моллюски, членистоногие, черви и др.) могут сохранять активность при температуре клеток до -8 и $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- В лабораторных экспериментах семена, споры и пыльца растений, коловратки, нематоды, цисты простейших после обезвоживания переносят температуры, близкие к абсолютному нулю, т.е. до $-271,16\text{ }^{\circ}\text{C}$, возвращаясь после этого к активной жизни.
- Древесные и кустарниковые породы Якутии не вымерзают при $-70\text{ }^{\circ}\text{C}$, в Антарктиде при такой же температуре обитают лишайники, отдельные виды водорослей, ногохвостки, пингвины.
- **Термофилы** - растения жарких тропических районов нередко гибнут уже при $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, хотя физического замораживания их тканей и не происходит.



Тихоходки (лат. Tardigrada, "маленький водяной медведь") — тип микроскопических беспозвоночных, близких к членистоногим.



Пятнистый ципринодон



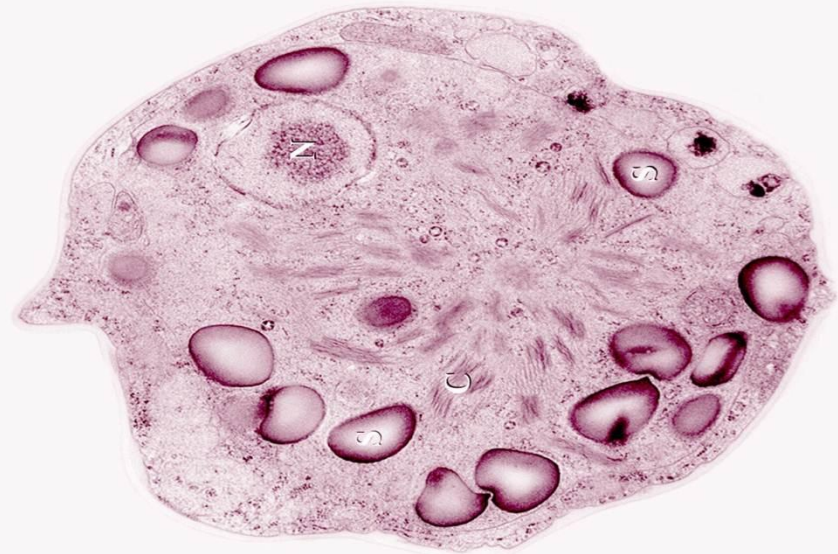
Вестиментиферы - бескишечные беспозвоночные морских глубин



Серебряные муравьи-бегунки *Cataglyphis bombycinus*.



Многочисленные
диатомовые водоросли
окрашивают
антарктические льды в
желто-коричневый цвет.



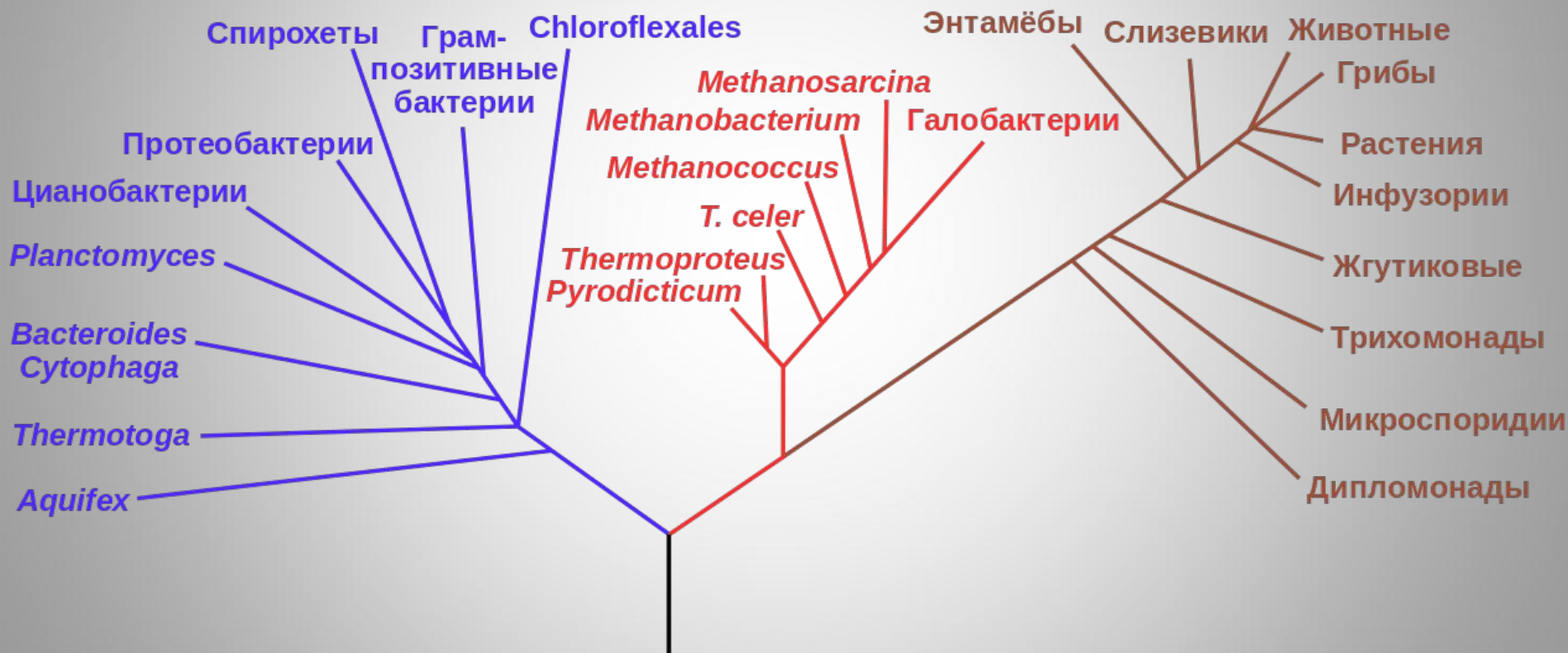
Chlamydomonas nivalis -
жгутиконосец

Филогения живых организмов

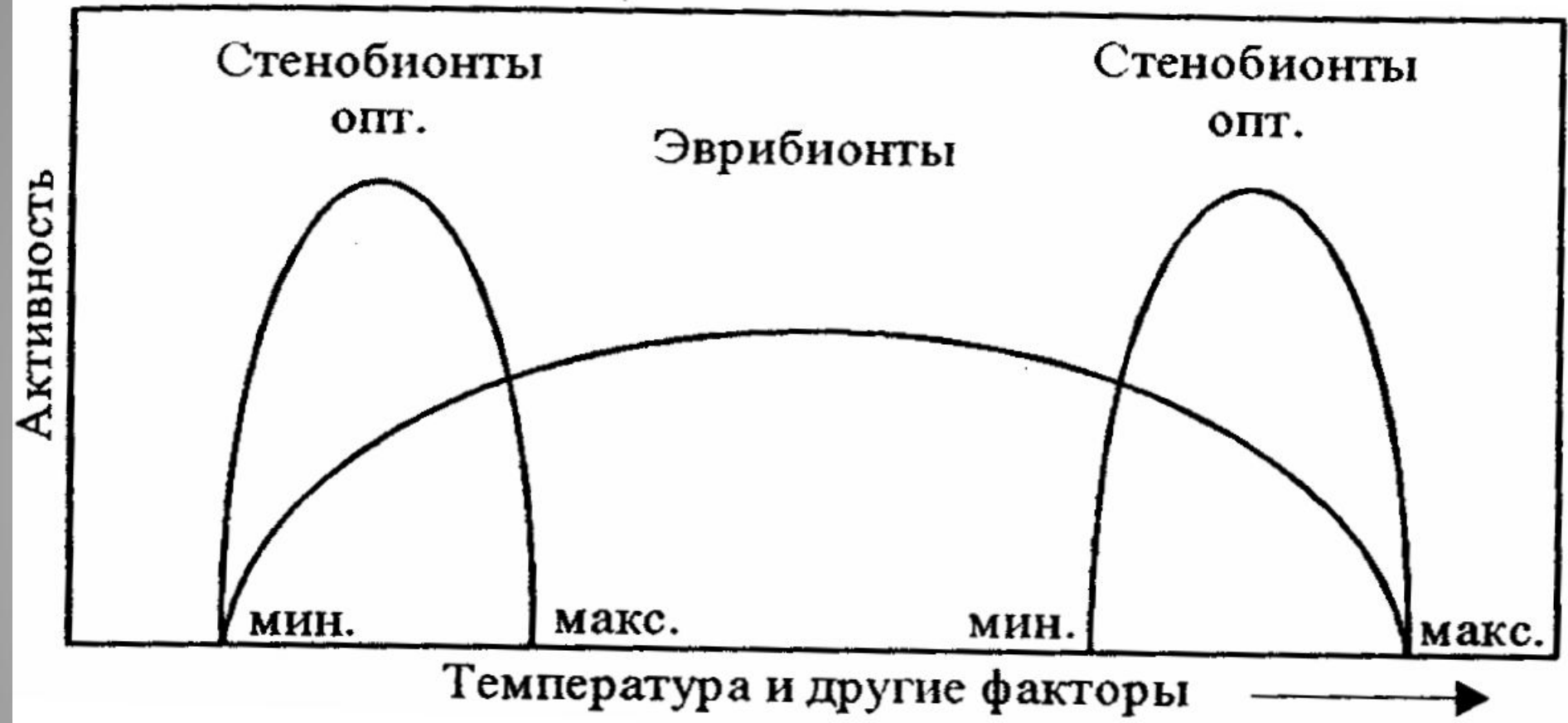
Бактерии

Археи

Эукариоты



Трёхдоменная система Карла Вёзе



Экологическая пластичность видов (по Ю. Одуму, 1975)

Терморегуляция — это способность животных организмов поддерживать температуру тела в определённых границах при изменении температуры внешней среды.

- **Пойкилотермные (эктотермные)** - организмы, не способные поддерживать внутреннюю температуру тела, и потому меняющие ее в зависимости от температуры среды.
 - «Холоднокровные» (Аристотель) животные и растения
- **Гомеотермные (эндотермные)**- животные с постоянной температурой тела, практически независимой от температуры окружающей среды.
 - «Теплокровные» животные - млекопитающие и птицы



Papilio xuthus - дневная бабочка - пойкилотерм



Лисица (Vulpes vulpes) - гомеотерм

- **Гетеротермные** – (1) пойкилотермные животные, способные при определенных условиях поддерживать температуру тела более высокую, чем температура среды;
 - пойкилотермы — морские черепахи и крупные пелагические рыбы — за счет больших размеров тела и сравнительно высокой интенсивности метаболизма способны поддерживать температуру тела на 2–15 °С выше температуры воды;
 - эндотермия имеет место и у многих летающих насекомых (шмелей, ночных бабочек и др.), способных перед полетом разогревать свое тело внутренними источниками теплоты.
- (2) гомеотермные животные - теплокровные животные, температура тела которых более или менее постоянна и как правило не зависит от температуры окружающей среды.
 - случаи неполного функционирования аппарата терморегуляции у гомойотермных организмов: период раннего онтогенеза у некоторых млекопитающих и птиц, суточную динамику температуры в связи с изменением активности у летучих мышей и некоторых птиц (колибри) и состояние зимней спячки в периоды перехода от сна к бодрствованию и наоборот.



Головастая морская черепаха *Caretta caretta*



Шмель садовый *Bombus hortorum*

Пути терморегуляции у гомеотермных ЖИВОТНЫХ

- **Химический** - осуществляемая за счет изменения теплопродукции в тканях организма.
- **Физический** - осуществляется путем изменений отдачи тепла организмом. Теплоотдача осуществляется путем
 - путем рефлекторного сужения и расширения кровеносных сосудов кожи, меняющих ее теплопроводность,
 - изменения теплоизолирующих свойств меха и перьевого покрова,
 - развития слоя подкожной жировой клетчатки, который равномерно распределен по всему телу и является хорошим теплоизолятором,
 - испарение воды путем потоотделения или через влажные оболочки полости рта.
- **Поведенческий** - совокупность двигательных актов, направленных на изменение теплообмена организма с окружающей средой.
 - избегание экстремальных низких и высоких температур путем перемещения в термопреферендум, рытье нор, облизывание шерсти в условиях перегревания
 - терморегуляционная поза,
 - сознательная деятельность человека (использование одежды, жилища и т.д.)



Термический гомеостаз у пойкилотермных организмов

- **Температурная компенсация** (Т.Н. Баллок, 1955)- это способность к стабилизации обменных процессов при изменении температуры тканей. Происходит за счет физико-химических и биохимических реакций, изоферментная регуляция которых имеет различные температурные оптимумы.
- **Температурный гистерезис** - способность в одних и тех же диапазонах температур нагреваться быстрее, чем охлаждаться.
 - Например, пустынная черепаха "захватывает" теплоту днем в 10 раз быстрее, чем отдает ее ночью. Это достигается за счет изменения кровотока в кожных сосудах, изменяющих теплопроводность поверхности тела.
- **Транспирация** - испарение растением влаги через устьица листьев или стеблей. Транспирация служит для терморегуляции, предохраняет растение от перегрева.



Пустынная черепаха *Gopherus agassizii*

Правило К. Бергмана (1847):

у теплокровных животных, подверженных географической изменчивости, размеры тела особей статистически больше у популяций, живущих в более холодных частях ареала вида.



Бурый медведь (*Ursus arctos*) образует несколько подвидов (географических рас), отличающихся размерами:

Ursus arctos arctos — европейский бурый медведь имеет длину 1,2–2 м, массу 135–250 кг
Медведи, живущие в средней полосе России, мельче и весят 80—120 кг.

Ursus arctos horribilis — гризли, достигают длины 2,1 м при высоте в холке более 1 м и массе до 385 кг;

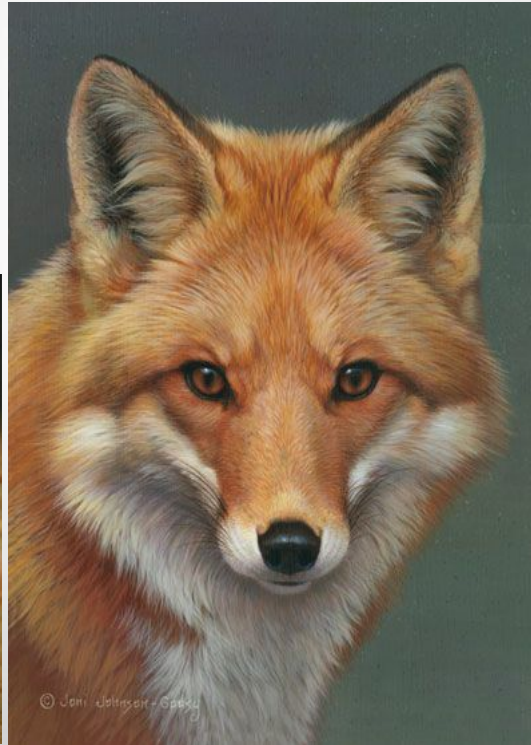
Ursus arctos piscator - камчатский бурый медведь весит более 300 кг (до 600—700 кг).

Ursus arctos middendorffi — аляскинский бурый медведь, кадьяк; самый крупный – до 1000 кг



Правило Дж. Аллена (1877):

размеры выступающих частей тела (уши, хвост, конечности, мордочки, клювы) теплокровных животных в холодном климате короче, чем в теплом, поэтому они отдают в окружающую среду меньше тепла. Отчасти правило Аллена справедливо и для побегов высших растений.



Фенек (*Vulpes zerda*) Лисица (*Vulpes vulpes*) Песец (*Lepus lagopus*)

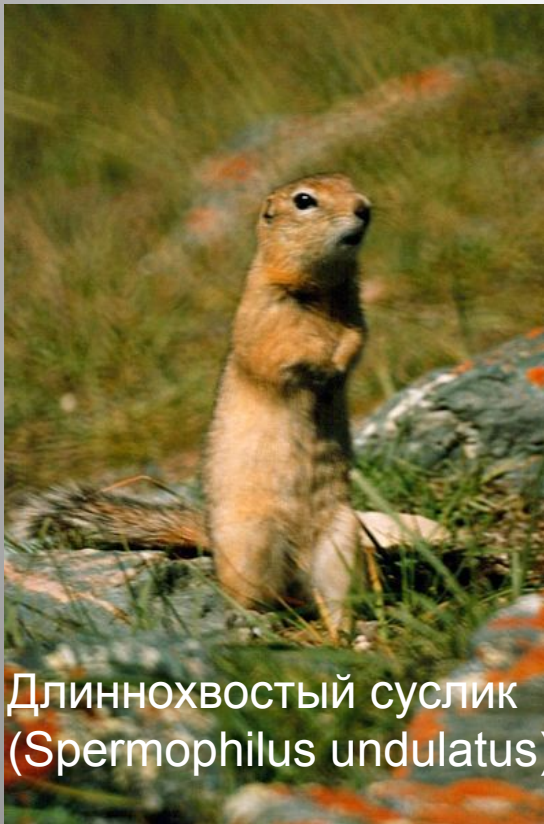
Правило Глогера

- У теплокровных животных особи из популяций, обитающих в районах с теплым и влажным климатом, имеют более насыщенную окраску, а в местностях с холодным и сухим климатом - более тусклую.



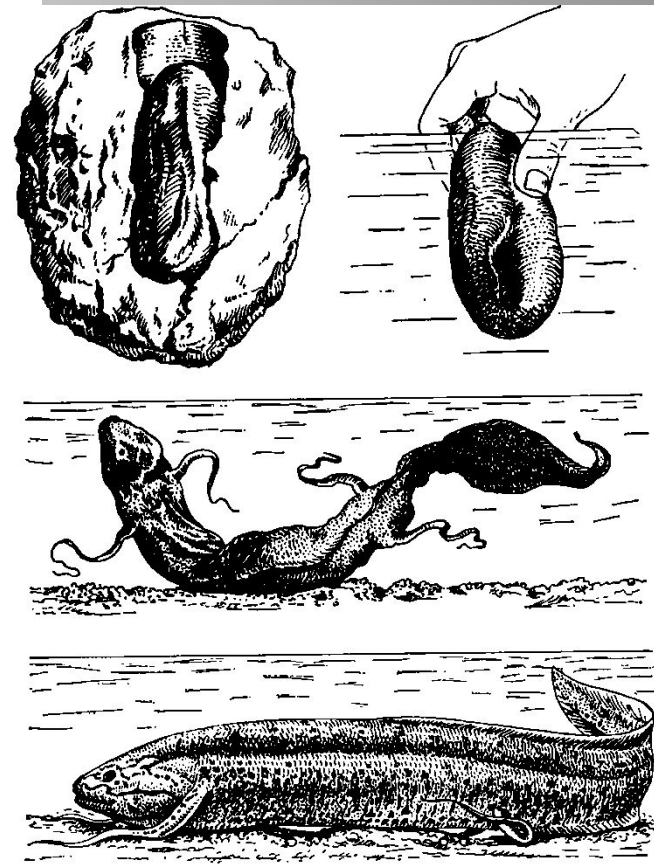
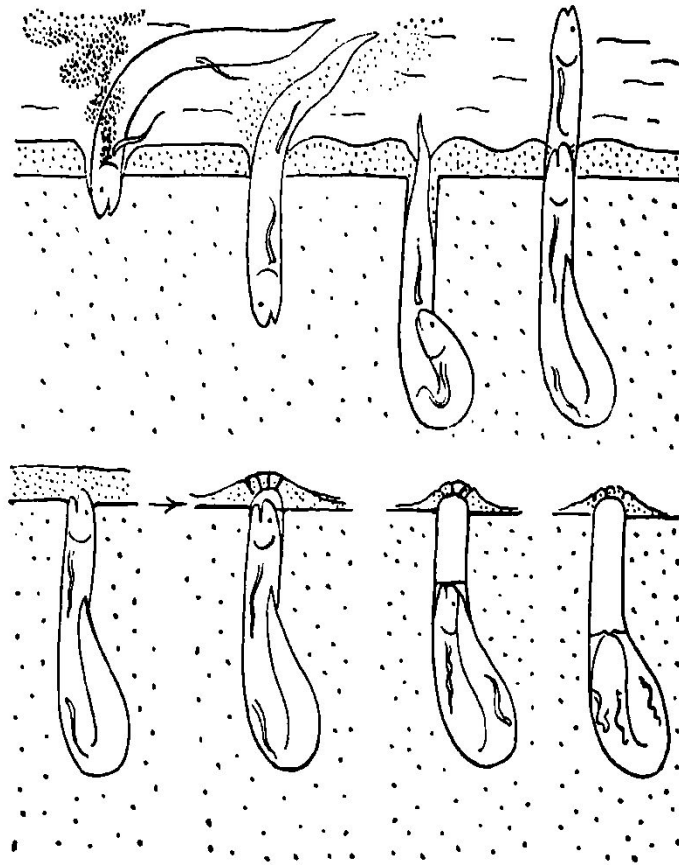
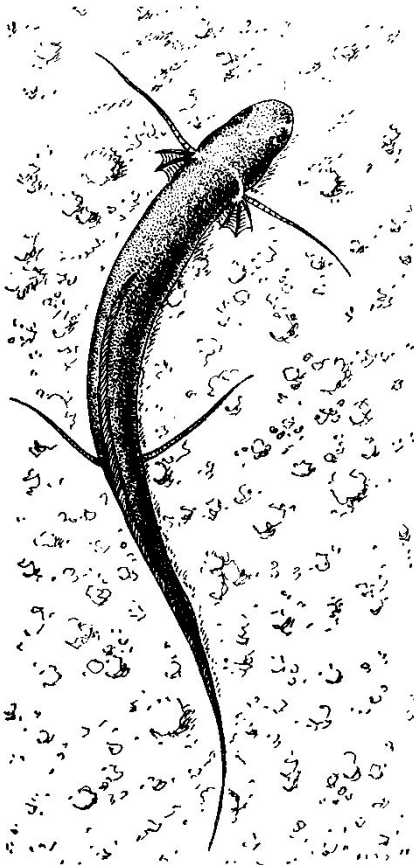
Спячка животных

- **Гиббернация** (от лат. *hiberna* – зима) - зимняя спячка, частный случай диапаузы (состояние физиологического торможения обмена веществ и остановка формообразовательных процессов), характеризующееся существенным понижением температуры тела, энергозатрат и интенсивности всех физиологических процессов.
- **Эстивация** - летняя диапауза, свойственная организмам низких широт и обеспечивающая их выживание в засушливый (или голодный) период.



Длиннохвостый суслик
(*Spermophilus undulatus*)





Зарывание протоптера в грунт

Оживание протоптера при помещении кокона в воду

Физиологические и поведенческие особенности гибернарующих животных



Соня-полчок (*Glis glis*) может проспать с сентября до конца мая.

- Гетеротермные эндотермы;
- Температура тела обычно падает ниже 10°C
- Интенсивность метаболизма снижается примерно до 5% от уровня основного обмена;
- Небольшие размеры тела, масса не превышает 10 кг, а в большинстве случаев составляет 10 г - 1 кг.
- Эпизоды оцепенения с резким замедлением физиологических процессов и максимальным падением температуры тела чередуются с "отогреваниями", когда внутренняя теплопродукция усиливается, и короткими "передышками" с высокой температурой тела и нормальным энергетическим обменом (нормотермные периоды)
- Характерна для насекомоядных (ежи), рукокрылых (летучие мыши), грызунов (соны, сурки, бурундуки, суслики), опоссумов; птиц - белогорлый козодой.

Другие виды диапаузы

- **Зимний сон, зимняя анорексия (потеря аппетита)**
 - у крупных хищных (медведей, барсуков)
 - енотовидная собака (*Nyctereutes procyonoides*) спит зимой в норе, с ноября по март или февраль, накопив за осень жир. В оттепели собака пробуждается и бродит по лесу голодная в надежде разжиться добычей.
- **Состояние сезонного оцепенения**
 - эктотермные позвоночные (рыбы, земноводные, пресмыкающиеся) и беспозвоночные (насекомые, улитки)
- **Суточная спячка**
 - голуби, козодои, колибри, стрижи, ласточки
- **Ночная гипотермия** - небольшое (более слабое, чем во время суточной спячки) замедление физиологических процессов и снижение температуры тела (до 18° С)
 - синицы, вьюрки, воробьи



Температурные адаптации растений

- Температурный оптимум для большинства растений +25—30°C, для растений тропического происхождения +30—35°C.
- Классификация растений в отношении высокой температуры:
 - **Нежаростойкие виды** — это растения, которые повреждаются уже при +30...+40 °С. Например, водные цветковые растения.
 - **Жаровыносливые виды** — это растения сухих местообитаний с сильной инсоляцией (степи, саванны, пустыни). Такие растения выносят получасовое нагревание до +50...+60 °С.
 - **Жароустойчивые виды.** Термофильные бактерии и цианобактерии могут жить в горячих источниках при температуре +85...+90 °С.
- Приспособления к высоким температурам:
 - усиленная транспирация, накопление в цитоплазме защитных веществ (слизи, органических кислот и др.), сдвиги температурного оптимума активности важнейших ферментов, переход в состояние глубокого покоя, занятие временных местообитаний, защищенных от сильного перегрева.
 - Морфологические адаптации: блестящая поверхность и густое опушение, придающие листьям светлую окраску и повышающие отражение солнечного излучения, вертикальное положение листьев, свертывание листовых пластинок (у злаков), уменьшение листовой поверхности и т. д.
 - Сдвиг вегетации на сезон с более благоприятными тепловыми условиями.

Эфемеры и эфемероиды



Сцилла (пролеска) сибирская
- эфемероид



Веснянка весенняя (Erophila verna)
- эфемер

- **Эфемероид** — многолетнее травянистое растение с очень коротким вегетационным периодом, приходящимся на наиболее благоприятное для данного растения время года. Летом эфемероиды приостанавливают жизненные процессы, и их надземная часть полностью отмирает. Однако полностью растение не погибает, остаются подземные органы в которых за период вегетации накоплен запас питательных веществ. В более благоприятный для растения период вегетация возобновляется. Период вегетации эфемероидов может приходиться на раннюю весну, или на осень.
- **Эфемер** — травянистое однолетнее растение с очень коротким вегетационным периодом. Это, как правило, очень маленькие растения пустынь и полупустынь, реже — степей. Они интенсивно развиваются, цветут и дают плоды во влажный период и полностью отмирают в период летней засухи.

Температурные адаптации растений

- Приспособления к низким температурам:
 - У древесных опадают листья, у травянистых форм — надземные органы, происходит опушение почечных чешуи, зимнее засмоление почек (у хвойных), образование толстой кутикулы, утолщенного пробкового слоя и т. д.
 - Морфологические адаптации: небольшие размеры (карликовость) и особые формы роста: стелющиеся (кедрового стланика, можжевельника, рябины и др.) и подушковидные формы, образуемые в результате усиленного ветвления и крайне замедленного роста побегов.
 - Физиологические адаптации: повышение концентрации растворимых углеводов в клеточном соке, что способствует понижению точки замерзания.



Сосна горная Хампи
Pinus mugo Humry
– карликовая
подушковидная форма

Влияние влажности на организмы

- Вода, как химическое вещество
 - является основной частью протоплазмы клеток, растительных и животных тканей, биологических жидкостей. Содержание воды в организмах: растений от 40% (древесина) до 98% (водоросли), животных – от 46% (насекомые) до 93% (амфибии).
 - служит средой протекания всех биохимических процессов ассимиляции и диссимиляции, газообмена в организме, нередко и компонентом реакций.
 - Вода с растворенными в ней веществами обуславливает осмотическое давление клеточных и тканевых жидкостей.
- Вода как среда жизни



Обмен веществ представляет собой единство двух процессов:

- ассимиляции;
- диссимиляции.

Ассимиляцией называют сумму процессов созидания живой материи: усвоение клетками веществ, поступающих в организм из внешней среды, образование более сложных химических соединений из более простых, происходящий в организме синтез живой протоплазмы. Термин «ассимиляция» происходит от латинского слова *assimulo* — делаю подобным и в буквальном переводе означает «уподобление», т. е. такое использование клетками различных веществ, при котором эти вещества превращаются в живую материю.

Ассимиляция уравнивается суммой процессов **ДИССИМИЛЯЦИИ** (распада).

Диссимиляция (катаболизм) — совокупность процессов, при которых происходит окисление сложных органических веществ и превращение их в неорганические (воду, углекислый газ, мочевину (простое органическое вещество) и др.), сопровождающееся синтезом АТФ, которая используется организмом в процессах ассимиляции и других процессах жизнедеятельности организма.

Классификация организмов по потребности в воде

- По отношению к водному режиму организмы:

- гигрофильные (влаголюбивые) - мокрецы, ногохвостки, комары, стрекозы
- ксерофильные (сухлюбивые) – варан, верблюд, жук-чернотелка
- мезофильные (предпочитающие умеренную влажность).



Комар-пискун

- По способу регулирования водного режима организмы:

- **Пойкилогидридные** — это виды, не способные активно регулировать свой водный режим (водоросли, мхи, лишайники).
- **Гомеогидридные** растения способны в определенных пределах регулировать потерю воды путем закрывания устьиц и складывания листьев (сосудистые растения).



*Лишайник –
пойкилогидридный
организм*

Классификация растений по влажности местообитания



Калужница болотная
Caltha palustris



Росьянка круглолистная,
Drosera rotundifolia

- **Гидатофиты** – водные растения, целиком или почти целиком погруженные в воду (*элодея, рдесты, водяные лютики*).
- **Гидрофиты** – это растения наземно-водные, частично погруженные в воду, растущие по берегам водоемов, на мелководьях, на болотах (*тростник обыкновенный, калужница болотная*).
- **Гигрофиты** – наземные растения, живущие в условиях повышенной влажности воздуха и часто на влажных почвах (*папирус, рис, росьянка*).
- **Мезофиты** - растения, произрастающие при среднем увлажнении, умеренно теплом режиме и достаточно хорошей обеспеченности минеральным питанием.
 - Деревья тропических лесов и лесов умеренного пояса, кустарники подлеска, растения заливных и суходольных лугов, пустынные эфемеры и эфемероиды, многие сорные и большинство культурных растений.
- **Ксерофиты** растут в местах с недостаточным увлажнением и имеют приспособления, позволяющие добывать воду при ее недостатке, ограничивать испарение воды или запасать ее на время засухи.

В клеточных оболочках откладываются водонепроницаемые вещества суберин (вещество пробковой ткани в коре некоторых растений), кутин (разновидность воска, образованного жирными кислотами с низкой молекулярной массой. Содержится в растениях в небольшом количестве (3,5 %), главным образом в листьях, кожице плодов и корневых частях)), поверхность листьев покрыта кутикулой и т. д. Это дает возможность гомеогидридным растениям поддерживать на сравнительно постоянном уровне содержание воды в клетках и давление водяных паров в межклетниках.

Приспособление растений к недостатку воды



Опунция беловолосистая
Opuntia leucotricha
Сем. Кактусовые (Cactaceae)



Синеголовник полевой
Eryngium campestre
сем. Зонтичные (Umbelliferae)

- **Суккуленты** – сочные растения с сильно развитой водозапасающей паренхимой в разных органах.
 - Стеблевые суккуленты – кактусы, стапелии, кактусовидные молочаи;
 - Листовые суккуленты – алоэ, агавы, молодило, очитки;
 - Корневые суккуленты – аспарагус.
- **Склерофиты** – это растения, сухие на вид, часто с узкими и мелкими листьями, иногда свернутыми в трубочку.
 - К **Эуксерофитам** относятся многие степные растения с розеточными и полурозеточными, сильно опушенными побегами, полукустарнички, некоторые злаки, полынь холодная, эдельвейс.
 - **Стипаксерофиты** – это группа узколистных дерновинных злаков (ковыли, тонконоги, типчак)
 - **Пойкилоксерофиты** — растения, не регулирующие своего водного режима. Это в основном лишайники, которые могут высухать до воздушно-сухого

Адаптации животных к дефициту влажности

- Уменьшение потери воды
 - Выделение азота в виде мочевой кислоты (насекомые, птицы и рептилии)
 - Удлиненная петля Генле в почках (верблюд, пустынная крыса)
 - уменьшение потоотделения (верблюд)
 - редкие дыхательные движения
 - глубоко расположенные органы дыхания
 - Дыхательные отверстия прикрыты клапанами
- Запасание воды
 - В специализированных клетках в мочевом пузыре (пустынная лягушка)
 - В виде жира (вода — продукт окисления) (пустынная крыса)
- Увеличение поглощения воды
 - Прорытие ходов к воде (термиты)
 - всасывания воды через покровы тела из среды обитания в жидком или парообразном состоянии (амфибии, некоторые насекомые, клещи)
- Физиологическая устойчивость к потере воды
 - Потеря значительной части массы тела и быстрое ее восстановление при наличии доступной воды (верблюд теряет до 30%)
- Реакции избегания
 - Животные прячутся в норах (пустынная крыса)
 - Переход на ночной образ жизни
 - способность к быстрому и продолжительному бегу (кулан, антилопа, джейран, сайгак)
 - Летняя спячка в слизистом коконе (дождевые черви, двоякодышащие рыбы)



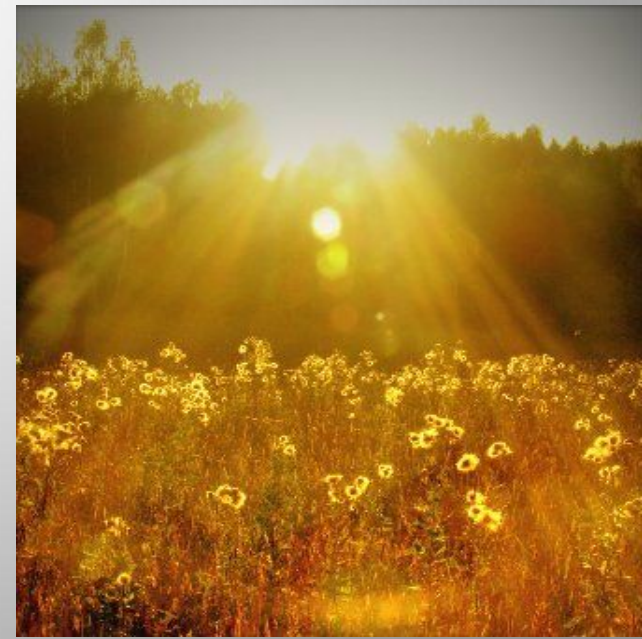
Дромадер, одногорбый верблюд
(*Camelus dromedarius*)



Большой протоптер
(*Protopterus aethiopicus*)
– двоякодышащая рыба

Лучистая энергия как экологический фактор

- Основные свойства лучистой энергии как экологического фактора определяются длиной волны. По этой характеристике в пределах всего светового спектра различают три части: ультрафиолетовый диапазон, видимый свет и инфракрасное излучение.
- **спектральный состав**
 - Ультрафиолетовая часть спектра 1—5%
 - Видимый свет 16—45%
 - Инфракрасная часть 49—84% .



Для растений важны оранжево-красные, сине-фиолетовые и ультрафиолетовые лучи. Желто-зеленые лучи либо отражаются растениями, либо поглощаются в незначительных количествах. Отраженные лучи и придают растениям зеленую окраску. Ультрафиолетовые лучи оказывают на живые организмы химическое действие (изменяют скорость и направление биохимических реакций), а инфракрасные лучи – тепловое.

Основные характеристики экологического воздействия лучистой энергии на живые организмы следующие:

1. Фотопериод — закономерная смена темного и светлого времени суток. Суточный ритм освещённости, продолжительность светового дня. Жизнь многих растений зависит от фотопериода. День сменяется ночью и растения прекращают синтезировать хлорофилл. Полярный день заменяется полярной ночью и растения и многие животные перестают активно функционировать и замирают (зимняя спячка).

2. Интенсивность освещения (в люксах).

3. Прямая и рассеянная радиация (в калориях на единицу поверхности за единицу времени).

Излучение представляет собой электромагнитные волны самой различной длины. На живые объекты воздействует видимый свет и соседние с ним области. Видимая, то есть воспринимаемая человеческими глазами, часть спектра — это диапазон от 380 до 760 нанометров (1 нм = 10 ангстрем, или 1 миллимикрон, или 10^{-9} м). Для организмов важны, как экологический фактор, качественные признаки света: длина волны (цвет); интенсивность (энергия в калориях); продолжительность воздействия.

На фоне фотопериода у животных выработался фотопериодизм

Фотопериодизм (греч. photos - "свет" и periodos - "круговорот", "чередование") — реакция живых организмов (растений и животных) на фотопериод. Термин предложили в 1920 году американские учёные селекционеры У. Гарнер и Г. Аллард, которые открыли данную реакцию у растений.

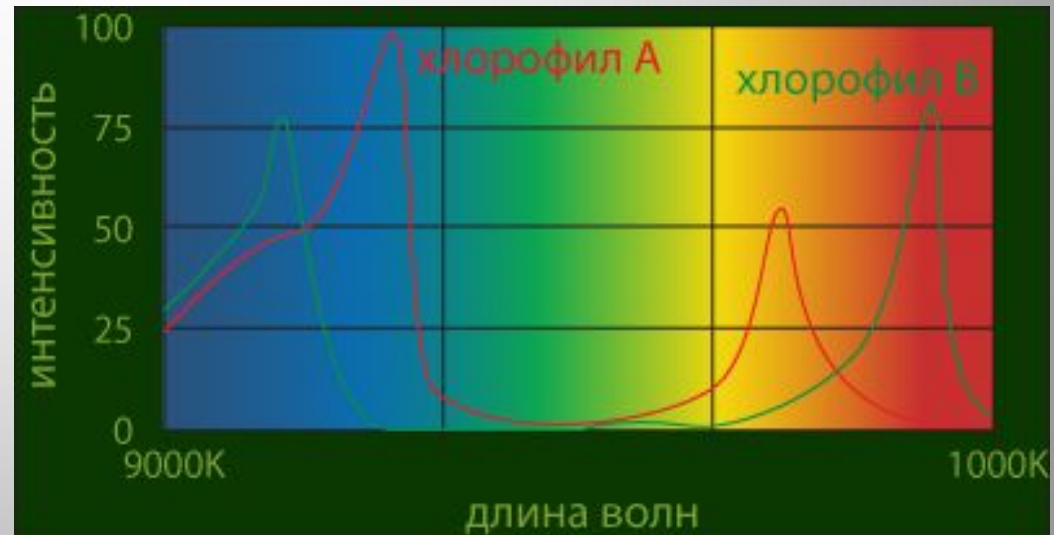
Многие растения обладают фототропической реакцией на свет. **Тропизм** — это направленное движение и ориентация растений, например, подсолнечник «следит» за солнцем.

Биологическое значение энергии различных участков спектра для живых организмов

- **Ультрафиолетовые лучи (УФЛ) короче 290 нм**, губительные для живых организмов, поглощаются слоем озона и до Земли не доходят.
- **Длинноволновые ультрафиолетовые лучи (290—380 нм)** достигают поверхности Земли. Они оказывают бактерицидное действие, способствуют образованию у животных витамина D, вызывают у человека загар.
- **Инфракрасные лучи с длиной волны более 750 нм** оказывают тепловое действие.
- **Видимая радиация (400—710 нм)** совпадает с физиологической радиацией (300—800 нм), в пределах которой выделяют фотосинтетически активную радиацию — **ФАР (380—710 нм)** – поглощается хлорофиллом и участвует в фотосинтезе.



Солнечная радиация представляет собой электромагнитное излучение в широком диапазоне волн, составляющих непрерывный спектр от 290 до 3 000 нм.



- **Фотосинтез** (англ. [photosynthesis](#)) — образование зелеными растениями и некоторыми бактериями органических веществ из неорганических с использованием энергии солнечного света.
- **Хлорофилл** (англ. [chlorophyll](#) *сокр.*, Chl) — зеленый пигмент растений, водорослей и цианобактерий, играющий важную роль в процессе [фотосинтеза](#).

Хроматическая адаптация - приспособление организмов к поглощению света на больших глубинах, проявляющееся в изменении пигментного состава.

- **Chlorophyta (зеленые водоросли)** – преобладают хлорофиллы а и b.
- **Phaeophyta (бурые)** – преобладает фукоксантин, имеющий бурую окраску, имеются хлорофиллы а и с.
- **Rhodophyta (красные)** - хлорофилл «а», другие хлорофиллы отсутствуют, зеленый цвет хлорофилла маскируется добавочными пигментами: красным — фикоэритрином и синими — фикоцианином и аллофикоцианином; также отмечаются каротиноиды и ксантофиллы.



Экологические группы растений в отношении интенсивности освещения



- **Светолюбивые, или гелиофиты**, с оптимумом развития при полном освещении (степные и луговые травы, прибрежные и водные растения с плавающими листьями, большинство культурных растений открытого грунта, сорняки).



- **Тенелюбивые, или теневые**, с оптимальным развитием в пределах 1/10—1/3 от полного освещения (растения нижних ярусов темнохвойных и широколиственных лесов - чистотел большой, кислица обыкновенная, майник двулистный, водных глубин, расщелин скал, пещер, некоторые комнатные и оранжерейные растения).



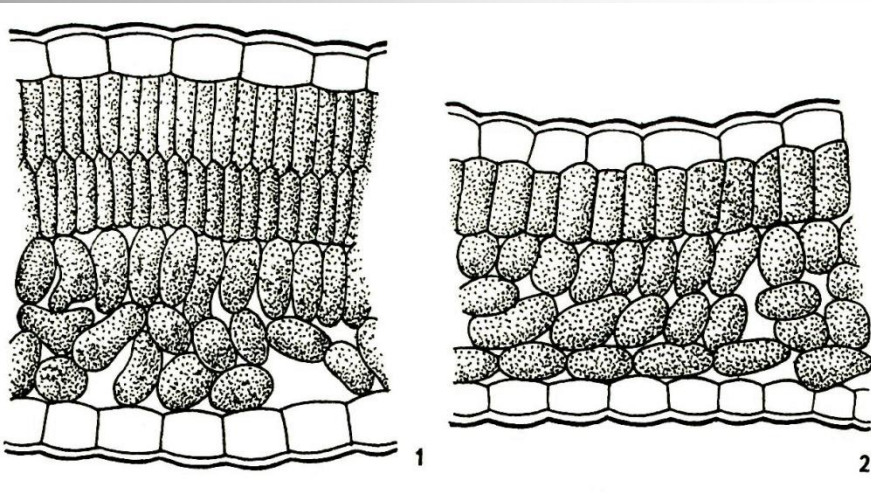
- **Теневыносливые** растения имеют широкую экологическую амплитуду выносливости по отношению к свету. Они лучше растут и развиваются при полной освещенности, но хорошо адаптируются и к слабому свету (ель, пихта, граб, бук, лещина, бузина, брусника, ландыш майский)

Морфологические адаптации растений к недостатку света

- Листовая мозаика
- Строение теневых и световых листьев
- Рассеченность листовой пластинки
- Гладкая, опушенная, покрытая восковым налетом поверхность листа
- Гетерофилия у полупогруженных водных растений



листовая мозаика липы (*Tilia oliveri*)

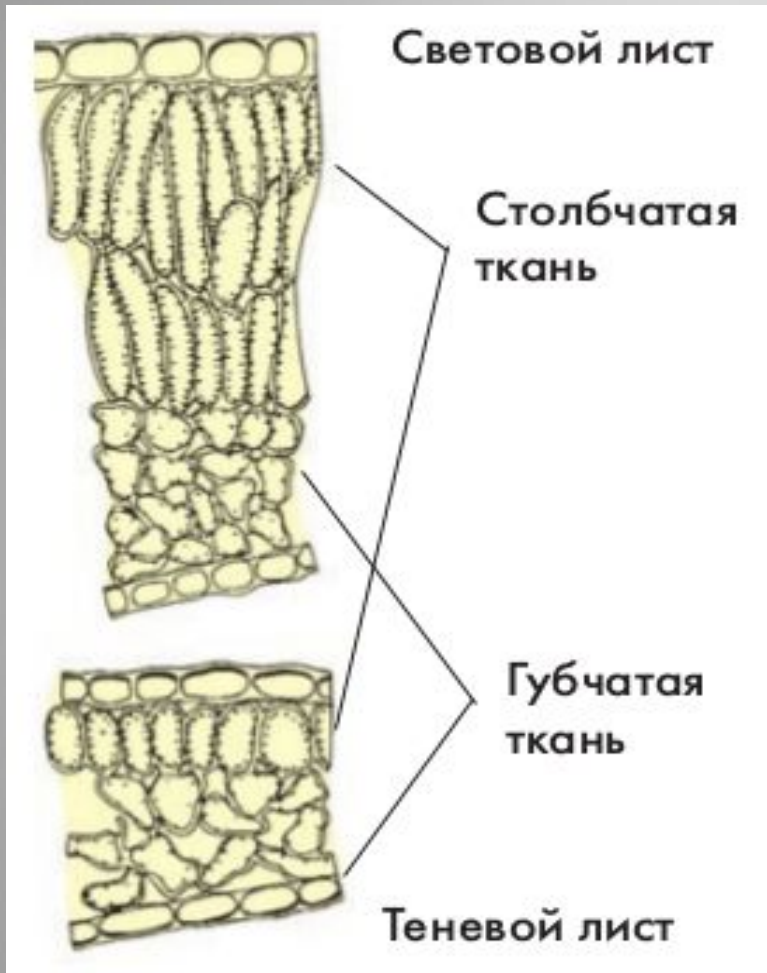


Строение листа земляники (поперечный срез): 1 — светового; 2 — теневого.



Гетерофилия
рдеста плавающего
Potamogeton natans

Строение теневых и световых листьев

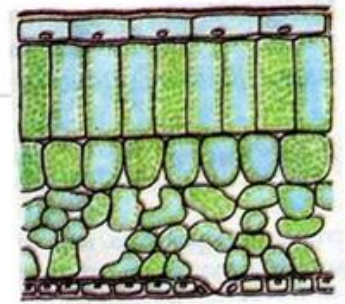


Клеточное строение листа

Световой лист

Мякоть светового листа имеет:

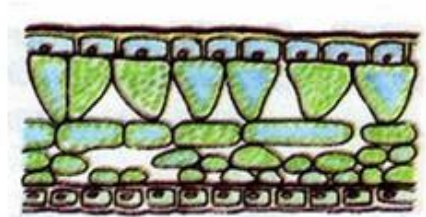
1. несколько слоев столбчатых клеток
2. в клетках мало хлорофилла
3. листья более светлой окраски



Теневой лист

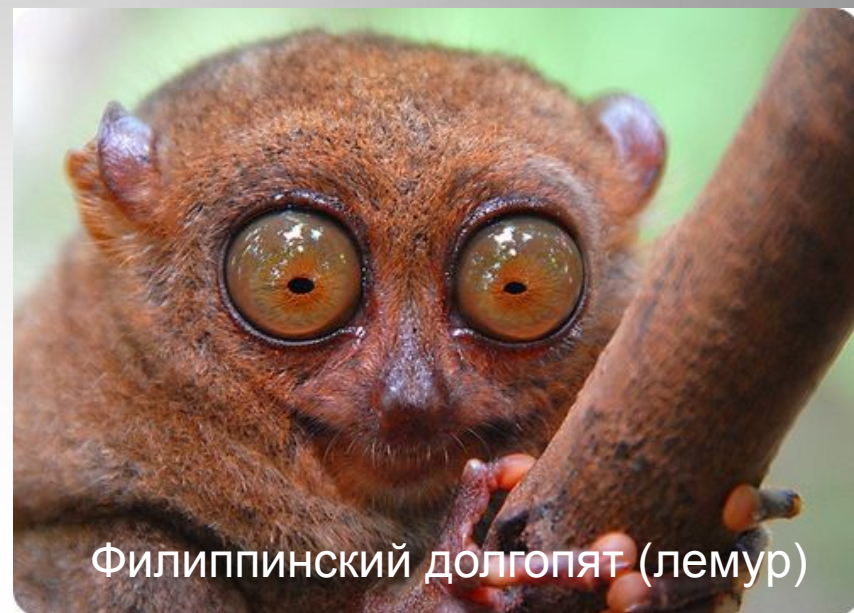
■ Теневой лист

- 1 имеет два-три слоя округлых клеток
- 2 клетки неплотно прилегают друг к другу клеток
- 3 тонкий с темно-зеленой окраской
- 4 содержит много хлорофилла

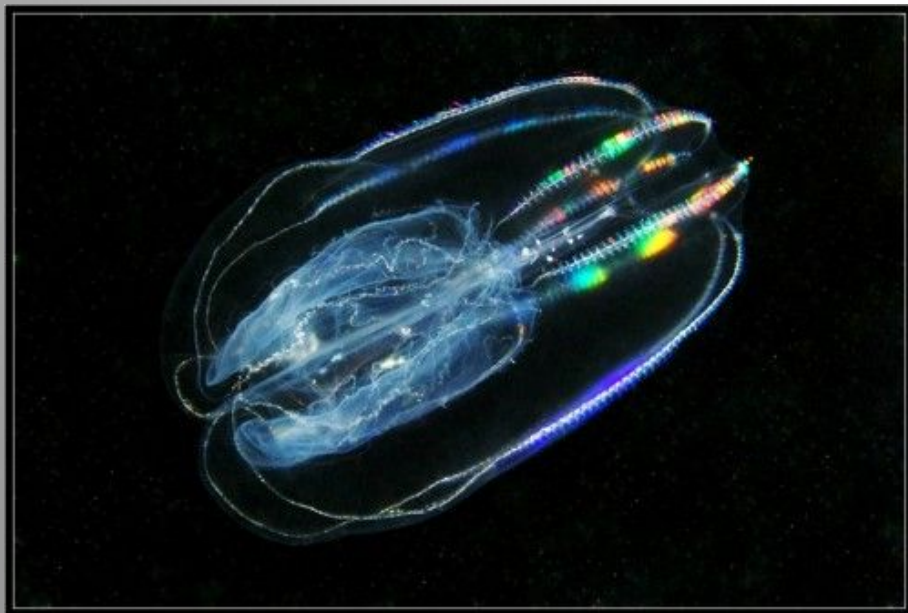


Адаптации животных к недостатку света

- Цветное зрение у дневных и черно-белое у ночных животных
- Гипертрофия глаз у сумеречных животных
- Использование инфракрасной части спектра змеями
- Биолюминесценция свечение глубоководных обитателей

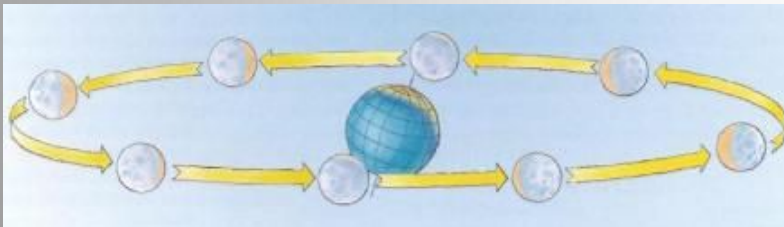


Филиппинский долгопят (лемур)



Гремучая змея

Фотопериодические ритмы организмов - это более или менее регулярные изменения характера и интенсивности биологических процессов, в которых генетически запрограммированы ритмы окружающей среды.



- Циркатидальный – околоприливный (12,4 часа) – обусловлен притяжением Луны
- Циркадианный (=циркадные) – околосуточный (24 часа) – связан с вращением Земли вокруг своей оси
- Циркалунарный – окололунный (29,5 дня) – отражает местонахождение Луны на орбите относительно Земли.
- Циркааннуальный (=цирканный) – окологодовой (365 дней) – связан с вращением Земли вокруг Солнца.

Экзогенные (внешние) ритмы возникают как реакция на периодические изменения среды (смену дня и ночи, сезонов, солнечной активности).

Эндогенные (внутренние) ритмы генерируются самим организмом. Ритмичность имеют процессы синтеза ДНК, РНК и белков, работа ферментов, деление клеток, биение сердца, дыхание и т.д. Внешние воздействия могут сдвигать фазы этих ритмов и менять их амплитуду.

Среди эндогенных различают **физиологические и экологические ритмы**.

Физиологические ритмы (биение сердца, дыхание, работа желез внутренней секреции и др.) поддерживают непрерывную жизнедеятельность организмов. **Экологические ритмы** (суточные, годовые, приливные, лунные и др.) возникли как приспособление живых существ к периодическим изменениям среды.

Суточные ритмы организмов



- Понятие циркадианного (околосуточного) ритма ввел в **1959 году Халберг**.
- Они врожденные, эндогенные, т.е. обусловлены свойствами самого организма.
- Внутренние циркадные ритмы растений составляют 23—28 часов, а животных — 23—25 часов. Под воздействием светового дня циркадные ритмы превращаются в 24-часовые суточные циклы.
- Циркадные ритмы обнаружены у всех представителей животного царства и на всех уровнях организации.
- ПРИМЕРЫ:
- у растений: суточная периодичность открывания и закрывания цветков.
- у животных: колебания двигательной активности, биохимических и физиологических показателей.
- у человека упадок жизненных сил приходится на 3-4 часа утра.

Классификация животных в зависимости от характера активности

- Ночные
- Сумеречные
- Дневные

- «Сова»
- «Жаворонок»
- «Голубь»



Тест на определение своего типа: «сова» или «жаворонок»? Выберите ответы на вопросы и подсчитайте количество полученных баллов.

1. В какое время вы проснетесь, если легли спать на 4 часа позже обычного? Длительность вашего сна ничего не ограничивает. Как обычно – 1, на час позже – 2, на 2 часа – 3, на 3 часа – 4, на 4 часа позже – 5 баллов.

2. Сколько времени вам потребуется, чтобы уснуть в 23 часа, если всю предыдущую неделю вы ложились и вставали когда хотели? Не более 10 минут – 1, 15 минут – 2, 20-30 минут – 3, 55-60 минут – 4, больше часа – 5 баллов.

3. Если в течение долгого времени вы будете ложиться спать в 11 часов вечера, а вставать в 7 утра, когда будет максимум вашей физической активности и работоспособности? Утром – 1, утром и днем – 2, утром и вечером – 3, днем – 4, во второй половине дня и вечером – 5 баллов.

4. На какое время вы назначали бы восход солнца на своем необитаемом острове, если бы это от вас зависело? До 5 часов – 1, 6 часов – 2, 7 часов – 3, 8 часов – 4, 9 часов – 5 баллов.

5. В течение недели вы ложились спать и вставали когда хотели. Утром вы должны проснуться в 7 часов утра без будильника. В какое время вы проснетесь? До 6.30 – 1, 6.30-6.50 – 2, 6.50-7.00 – 3, 7.00-7.10 – 4, после 7.10 – 5 баллов.

6. Вам нужно выкроить в рабочем расписании 3 часа для чрезвычайно ответственного проекта. Какое время вы предпочтете?

8-10 часов – 1, 9-12 часов – 2, 10-13 часов – 3, 11-14 часов – 4, 12-15 часов – 5 баллов.

7. Если вы бодрствуете в обычное для вас время, то когда вы ощущаете упадок сил (вялость, сонливость)?

Только перед сном – 1, после сна и после обеда – 2, в послеобеденное время – 3, после обеда и перед сном – 4, только после сна – 5 баллов.

8. Если вы можете спать, сколько хотите, то в какое время обычно просыпаетесь?

В 7 утра или раньше – 1, 8 часов – 2, 9 часов – 3, 10 часов – 4, 11 часов утра или позже – 5 баллов

Окологодовые ритмы

- Миграции животных
- Линька птиц и млекопитающих
- Смена рогов у оленей
- Созревание гонад и период размножения
- Спячка
- Жизненный цикл насекомых
- Цветение растений



Экологические группы растений в отношении длины дня

- **Короткодневные** - растения, которым для перехода к цветению требуется 12 ч светлого времени и менее в сутки (конопля, капуста, хризантемы, табак, рис)
- **Длиннодневные** - для цветения и дальнейшего развития им нужна продолжительность непрерывного светового периода более 12 ч в сутки (пшеница, лен, лук, картофель, овес, морковь);
- **Фотопериодически нейтральные** - цветение наступает при любой длине дня, кроме очень короткой (фасоль, томат, одуванчик).



Приливно-отливные ритмы организмов

Типы приливно-отливных ритмов:

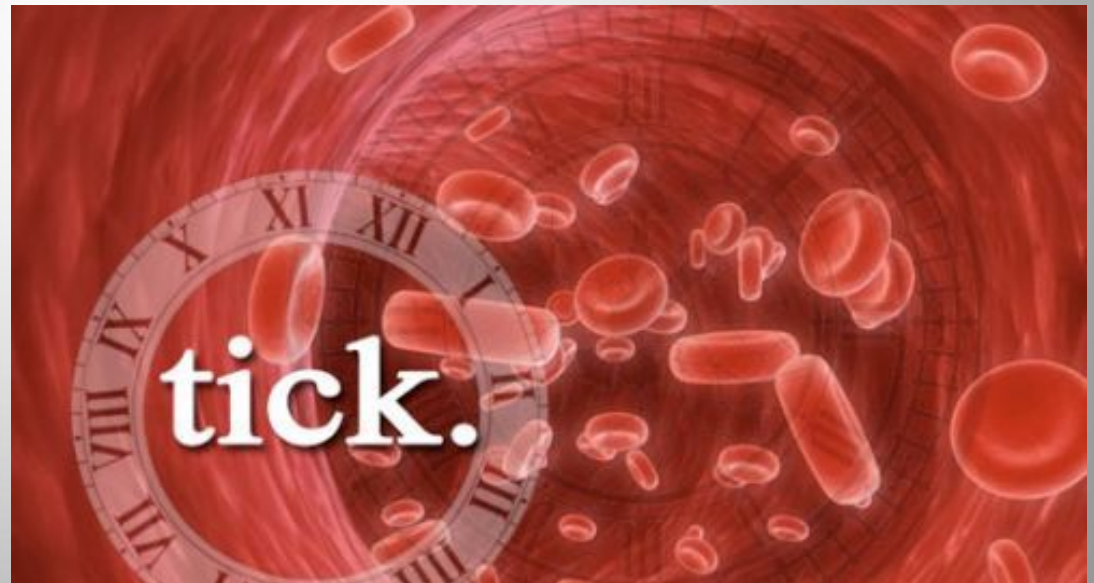
- **Суточные** (24,8 часа)
- **Полусуточные** (12,4 часа)
- **Квадратурные** – минимальные приливы, происходят 2 раза в год
 - Размножение тихоокеанского червя палоло (*Eunice viridis*) в последней четверти Луны, (в октябре-ноябре), и в третьей четверти Луны (в июне-июле) — для вест-индийского вида (*E. fucata*)
- **Сизигийные** - наибольшие (максимальные) приливы, когда Луна находится на одной оси с Землей и Солнцем (между ними или с противоположной от светила стороны, т. е. 2 раза в месяц).
 - размножение груниона (*Leuresthes tenuis*) – морской рыбы атерины, мечущей икру на пляжах Калифорнии.





Биологические часы - внутренний механизм, поддерживающий эндогенный ритм, не зависящий от состояния окружающей среды и позволяющий организму не только чувствовать течение времени, но и измерять его промежутки.

- В 1950-х годах советский химик Б.Белоусов доказал, что даже в однородной смеси некоторые химические реакции могут периодически ускоряться и замедляться. Аналогичным образом, спиртовое брожение в дрожжевых клетках то активизируется, то подавляется с периодичностью ок. 30 секунд. Считается, что природа всех биологических часов: химические реакции в каждой клетке организма протекают ритмично.

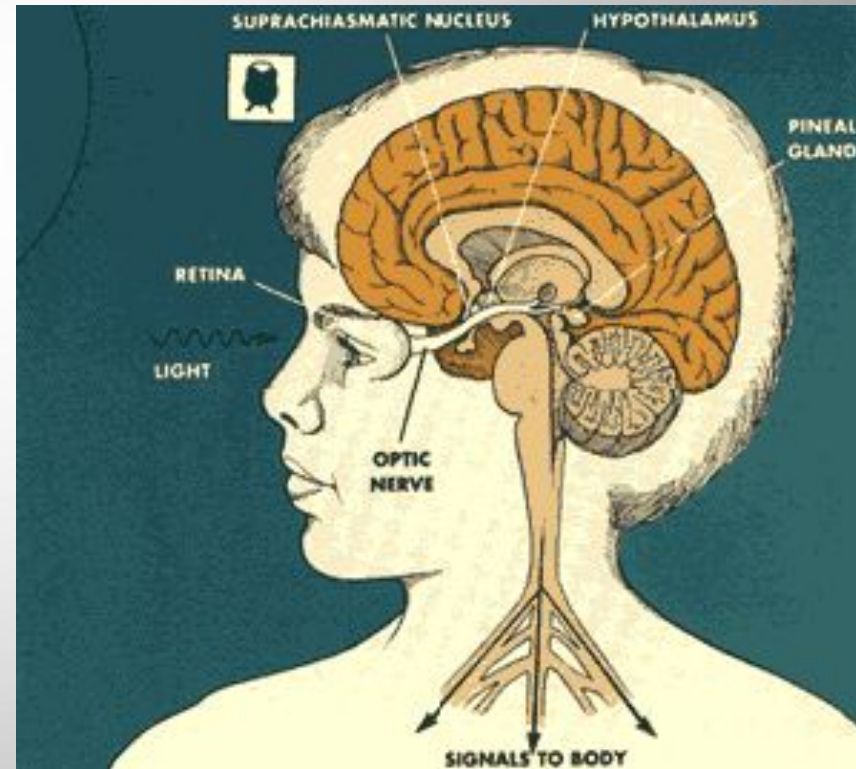


Генетический контроль биоритмов

- Выведены мутантные линии животных, у которых нет биологических часов.
 - У мутантов *Drosophila melanogaster* *per-s* циркадный ритм 19 часов, у мутантов *per-1* 29 часов, у мутантов *per-0* вообще не было никакого ритма.
 - В начале 1990-х годов группа американских ученых из Национального центра биологического времени под рук. Джозефа Такахаши впервые идентифицировала **мышинный часовой ген Clock** - аббревиатура от ***circa-dian locomotor output cycles kaput*** («циркадный прерыватель циклов двигательной активности»).
 - У человека **смертельная наследственная бессонница** заканчивается летальным исходом и связана с врожденными дефектами нейронов супрахиазматического ядра.
- **Молекулярные циркадные часы** представляют собой цикл активации часовых генов, которая постепенно ослабляется через механизм обратной связи. **Белки-активаторы BMAL1 и CLOCK** связываются с регуляторным участком ДНК (E-box), при этом «включаются в работу» **часовые гены Per (Period) и Cry (Cryptochrome)**.
- У растений (арабидопсис) показана фотопериодичность работы трех генов **CO (constans), FKF1 и G1**. Ген CO участвует в определении времени цветения. Синтез продукта гена CO запускается комплексом из белков FKF1 и G1. В этом комплексе продукт гена FKF1 играет роль фоторецептора. Синтез белка CO запускается через 4 часа после начала освещения и останавливается в темноте. Синтезированный белок за ночь разрушается и таким образом необходимая для цветения растения концентрация белка достигается только в условиях долгого летнего дня.

Способы регуляции биоритмов

- **Нервный способ регуляции** - *супрахиазматическое ядро гипоталамуса* – отдел мозга, регулирующий биоритмы.
- **эндокринный механизм управления циркадными циклами**, *эпифиз* выделяет "гормон ночи" - **мелатонин**.
- Восприятие света глазами (у млекопитающих), непосредственно шишковидной железой (птиц)



ядро гипоталамуса *suprachiasmaticus*

Значение биоритмов

- В природе - приспособительное
- Практическое – для медицины:
 - восприимчивость к приему фармакологических препаратов.
 - Лечение заболеваний, связанных с нарушениями биоритмов.
 - *Циркадные стрессы* – нарушение нормальных биоритмов (сна, бодрствования, питания) у цивилизованного человека.
- Практическое – для с/х - повысить жизнедеятельность и продуктивность разводимых животных и растений:
 - Регулировать цветение декоративных растений, ускорять рост и развитие рассады, получать несколько урожаев в год;
 - увеличить яйценоскость кур, регулировать размножение пушных зверей на зверофермах.



Роль снежного покрова в жизни организмов

Свойства снега

- Белизна
- Рыхлость
- Низкая теплопроводность



Сезонное изменение животными своей окраски



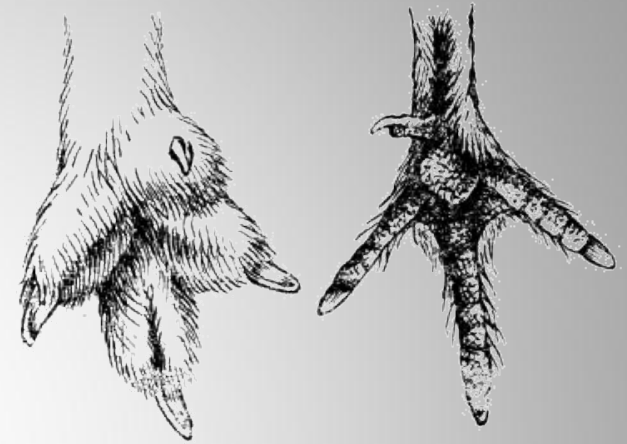
- **Сезонные изменения окраски в снежных странах.**
 - ряд арктических и субарктических видов, тундряная и белая куропатки, заяц- беляк, американский заяц, песец, горноста́й, ласка
 - степень сезонного изменения окраски меняется в зависимости от географической широты и климата.
- **Сезонные изменения окраски обитателей лесов с опадающей листвой.**
 - европейская лань (*Dama dama*), японский олень (*Cervus nippon*)



японский олень (*Cervus nippon*)

Морфологические приспособления животных к передвижению по рыхлому снегу

- Опорная поверхность
 - белая куропатка 23—25 см², серая – 5 см²
- Весовая нагрузка на единицу опоры:
 - Беляк 10 г/см², г, толай - 9 г, русак – 24 г
- Способ передвижения
- Индекс длинноногости



Нога белой куропатки снизу. Слева — зимой, справа — летом.



(Snow-shoe rabbit) «лыжный заяц»



Слева ступня задней ноги беляка в зимнем наряде. Справа - русак

Ограничение распространения животных в многоснежных районах



Северный олень
Rangifer tarandus



Рысь *Lynx lynx* и ее лапа



Кабан *Sus scrofa*



Передняя
нога
лесной
кавказской
кошки



Соболь *Martes zibellina*



Горноста́й *Mustela erminea*

Поиск и добывание корма в условиях многоснежья

- Сезонный переход к добыванию корма на деревьях (тетеревиные птицы), питанию ветками, почками, корой
- Способы охоты хищников



Использование свойств снега для охоты людьми и хищниками



Использование животными теплоизолирующих свойств снежного покрова



Приспособления растений к условиям залегания снежного покрова и многолетней мерзлоте

- Арктическая ива (*Salix arctica*) – это крошечное дерево с огромными пятиметровыми ветками. Это растение ведёт ползучий образ жизни, редко поднимается выше десяти сантиметров в высоту. Подобный стиль жизни позволяет ей быть самым северным деревом в мире. Местообитание арктической ивы распределено вокруг Северного Ледовитого океана. Растёт это дерево вдоль северных болотистых берегов России, Канады и Гренландии. Гораздо дальше северной границы для других деревьев. Несмотря на небольшой размер, арктическая ива живёт долго. Одному из обнаруженных в Гренландии растений оказалось 236 лет.

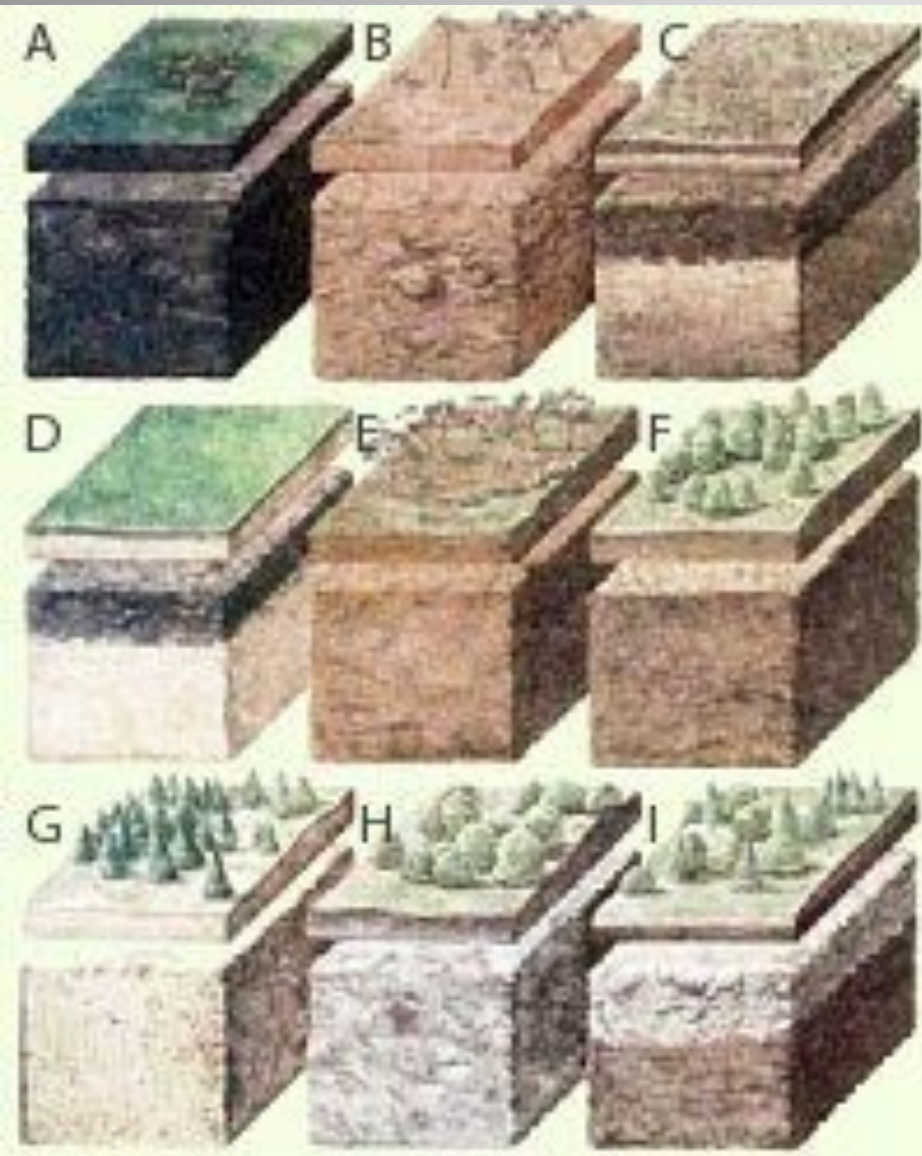


Почва как экологический фактор

- **Эдафические факторы среды** - свойства земной поверхности, оказывающие экологическое воздействие на ее обитателей.



Классификация почв



Почвенный профиль. Тип почвы определяется ее составом и цветом.

А - Тундровая почва имеет темную торфянистую поверхность.

В - Пустынная почва светлая, крупнозерниста и бедна органическим веществом

Каштановая почва (С) и чернозем (D) - богатые перегноем луговые почвы, типичные для степей Евразии и прерий Северной Америки.

Красноватый выщелоченный латосол (Е) тропической саванны имеет очень тонкий, но богатый перегноем слой.

Подзолистые почвы типичны для северных широт, где выпадает большое количество осадков, а испарение очень мало. Они включают богатый органическими веществами коричневый лесной подзол (F), серо-коричневый подзол (H) и серо-каменистый подзол (I), на котором произрастают как хвойные, так и лиственные деревья. Все они относительно кислые, и в отличие от них красно-желтый подзол (G) сосновых лесов достаточно сильно выщелочен.

Классификация организмов в зависимости от химического состава почв

По реакции на кислотность почвенного раствора различают:

- ацидофильные виды, растущие при рН ниже 6,5 (растения торфяных болот, мхи, хвощи, голубика, сосна, пихта, папоротник, лютик едкий);
- нейтрофильные, предпочитающие почву с нейтральной реакцией (рН 7) (большинство культурных растений);
- базифильные - растения, которые лучше всего растут на субстрате, имеющем щелочную реакцию (рН более 7) (ель, граб, туя)
- индифферентные - могут произрастать на почвах с разным значением рН.



Лютик едкий *Ranunculus acris*
- ацидофил

Классификация организмов в зависимости от химического состава почв

По отношению к химическому составу почвы:

- **олиготрофные**, малотребовательные к количеству питательных веществ;
- **мезотрофные**, требующие умеренного количества минеральных веществ в почве (травянистые многолетники, ель),
- **мезотрофные**, нуждающиеся в большом количестве доступных зольных элементов (дуб, плодовые).

По отношению к отдельным элементам питания:

- **Нитрофилы** - виды, требовательные к содержанию азота в почве (крапива);
- **Кальцефилы** - требующие много кальция (бук, лиственница, хлопчатник, маслина);
- **Галофиты** - растения засоленных почв (солянка, сарсазан).



Крапива двудомная
Urtica dioica –
облигатный нитрофил

Типы засоления почв

По генезису засоления

- реликтовое (остаток прошлых эпох) и современное соленакопление

По глубине залегания солевых горизонтов

- Высокосолончаковатые
- глубокозасоленные

По химизму (определяется составом анионов и катионов). В наименование типа засоления включают те анионы, содержание которых превышает 20%).

- хлоридное (NaCl),
- сульфатное (Na_2SO_4),
- карбонатное (NaHCO_3)
- Смешанное

По степени засоления

- Солончаки и солончаковые почвы



Приспособления растений к засолению почв

- **Галофиты** — растения, способные переносить высокие уровни засоления почвы (солянки, анабазис, полыни, бессмертники, тамариск и др.). Распространены на морских побережьях (морские марши), а также в местностях с сухим климатом — пустынях, полупустынях и степях на особых типах почвы — солонцах и солончаках.

Механизмы адаптации галофитов к избыточным концентрациям солей:

- поглощение большого количества солей (до 7%) и аккумуляция их в вакуолях, что приводит к понижению водного потенциала клеточного сока и поступлению воды;
- выделение поглощаемых растением солей с помощью специальных клеток и удаление избытка солей с опавшими листьями;
- ограничение поглощения солей клетками корней.

Галофиты делят на три группы:

- Соленаккапливающие (эвгалофиты)
- Солевывделяющие (криптогалофиты)
- Соленапроницаемые (гликогалофиты)



Минеральное питание животных

- способы удовлетворения дикими животными потребностей в минеральном питании
 - Солонцевание - поедания солоноватой почвы.
 - Обгрызании грызунами сброшенных рогов оленей и лосей, костей, черепов и т. д.
 - Поедание оленями кладок яиц, леммингов, а также костей, остатков умерших животных и обрывки одежды людей
 - пьют морскую воду,
 - воду из болот,
 - железистых родников.

СОЛОНЕЦ, место, где на поверхность почвы выходят пласты грунта или вытекают источники, богатые солями натрия (естественный солонец).



Солонцевание животных

Механический состав почв и адаптации организмов к нему

ПЕСОК

- Плохая структурированность
- Низкая водоудерживающая способность



ГЛИНА

- Высокая водоудерживающая способность
- неблагоприятный воздушный режим



КАМНИ

- Низкая водоудерживающая способность
- Препятствие для роста корней



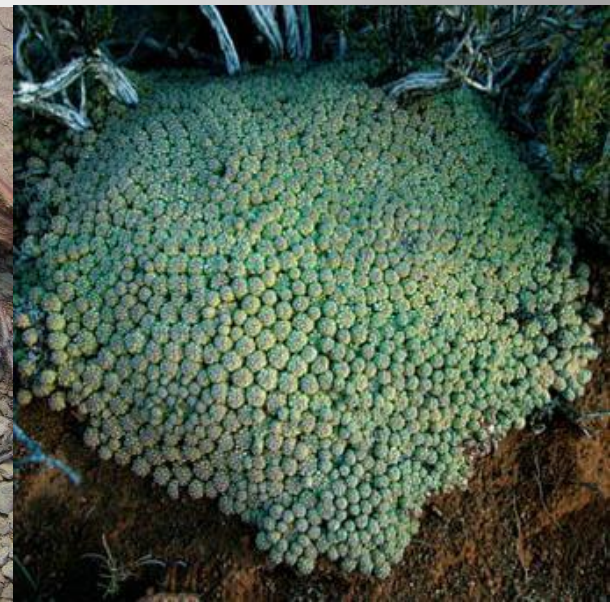
- **ПСАММОФИЛЫ (ПСАММОФИТЫ)** (греч. psammos — песок— обитатели песков
- **АРГИЛЛОФИЛЫ (АРГИЛЛОФИТЫ)** (греч. argillos — глина) - организмы (в основном водные), предпочитающие глинистый субстрат (роющие личинки поденок и ручейников и др.). Иногда к аргиллофилам относят и некоторых наземных копытных и хищных животных, которые потребляют глину для улучшения пищеварения.
- **ЛИТОФИЛЫ (ЛИТОФИТЫ)** (греч. lithos — камень), петрофиты - обитатели каменистых субстратов

Растения каменистых субстратов

- **ЛИТОФИТЫ** (от греч. lithos — камень и ...фит), петрофиты, растения, произрастающие на камнях, скалах или в их трещинах.
 - **эпилиты** - растения, поселяющиеся на поверхности камня
 - **литофагофиты** активно внедряющихся в камень и разрушающих его (накипные, листоватые лишайники и мхи)
 - **хазмофиты** - поселяющихся на детрите и первичной почве в углублениях и трещинах скал высшие растения (мн. виды папоротников, овсяницы, колокольчика, камнеломок, древесных пород — можжевельник, дуб скальный, сосна).



Обитатели каменистых пустынь - растения-камни: *Lithops gracilidelineata* (вверху)



Приспособления к обитанию на песчаных грунтах у растений

ПСАММОФИТЫ - растения сыпучих песков (саксаул, акация песчаная, овсяница песчаная) адаптированы к сыпучим пескам в пустынях

Приспособления к жизни в подвижной, сухой среде у растений

- придаточные корни и спящие почки на корнях. Первые начинают расти при засыпании песком, вторые при сдувании песка.
- От заноса песком спасаются быстрым ростом, редукцией листьев.
- Плодам присуща летучесть, пружинистость.
- От засухи предохраняют песчаные чехлы на корнях, опробковение коры, сильно развитые корни



Корни-стволы белого саксаула

Растения песчаных пустынь



Юкка – обитатель «фарфоровой пустыни» в американском штате Нью-Мексико (заповедник «Белые пески»)



Ammobroma sonorae «песчаный хлеб» - растение-паразит растений американской пустыни

Приспособления к обитанию на песчаных грунтах у животных

ПСАММОФИЛЫ (греч. psammos — песок и phileo — люблю) — животные песков, хорошо приспособленные к своеобразным пустынным условиям местообитания на песке или в его толще (пауки, ящерицы, суслики, песчанки, змеи, мраморные хрущи, муравьиные львы)

Приспособления к жизни в подвижной, сухой среде у животных

- способны к быстрому передвижению, мгновенному зарыванию в песок или передвижению в нем.
- минируют пески – раздвигают их телом.
- У роющих животных лапы-лыжи – с наростами, с волосяным покровом.



Гребнепалый геккон — *Crossobamon evermanni* и его лапа

Щитковая кобра (*Aspidelaps scurarus*)

Животные песчаных пустынь



Златокрот Грандта *Eremitalpa grantii* – обитатель африканской пустыни Намиб



Муравьиный лев (*Myrmeleontidae*),
его хищная личинка и ловчие
воронки в песке

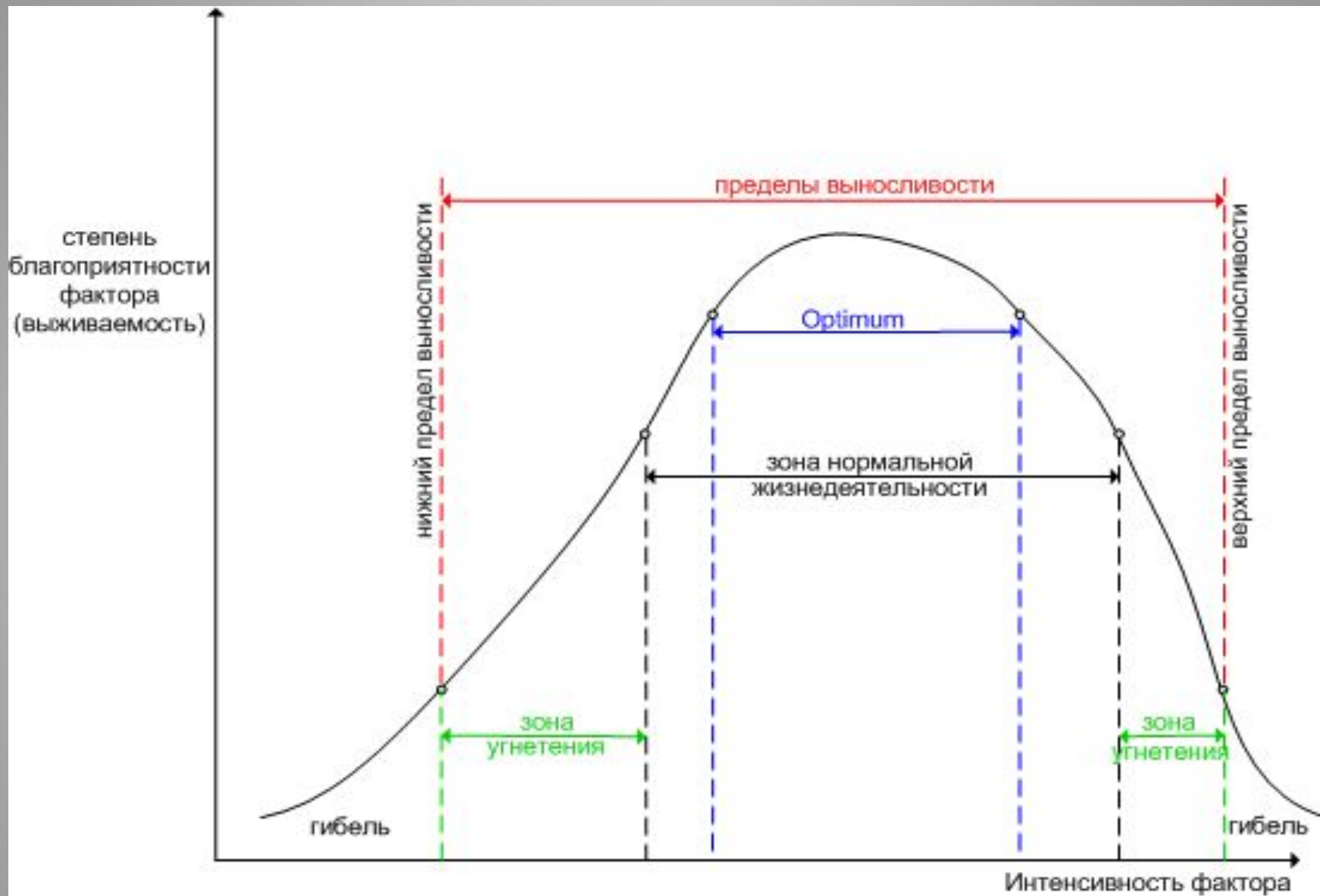


Рис 1. Схема действия факторов среды на живые организмы.

Закон толерантности

По характеру толерантности выделяют следующие ВИДЫ:



- **эврибионтные** - имеющие широкую экологическую валентность по отношению к абиотическим факторам среды; делятся на эвритермные (выносящие значительные колебания температур), эврибатные (выносящие широкий диапазон показателей давления), эвригалинные (выносящие разную степень засоленности среды)
- ✓ Морские звезды, обитающие в приливно-отливной зоне (литорали), переносят осушение во время отлива, сильное нагревание — летом, охлаждение (даже промерзание) — зимой

По характеру толерантности выделяют следующие

ВИДЫ:

- ▣ **стенобионтные** - неспособные переносить значительные колебания фактора (например, стенотермными являются белые медведи, ластоногие млекопитающие, обитающие при низком температурном режиме). Все внутренние паразиты. Некоторые стенобионты зависят от какого-либо одного фактора, например сумчатый медведь коала — от наличия эвкалипта, листьями которого он питается.

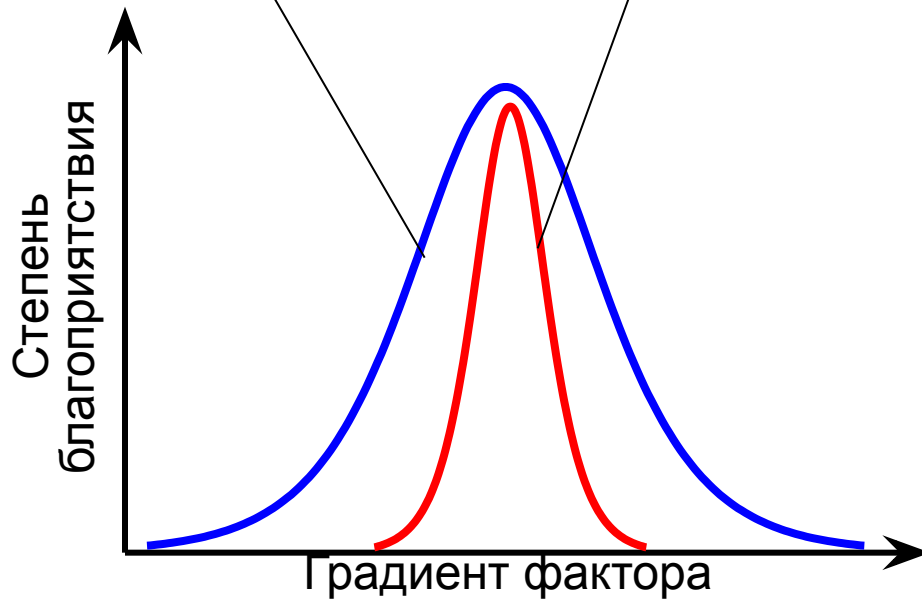


Стенобионты и эврибионты

Picea abies – эвритермный вид

Эврибионтные виды – широкие пределы толерантности

Стенобионтные виды – узкие пределы толерантности



Тропические орхидеи - стенотермные виды

