Линия 1 Науки для ЕГЭ по биологии, методы

- **Вирусология** (вирусы)
- **Бактериология** (бактерии)
- **Микология** (грибы)
- **Лихенология** (лишайники)
- **Ботаника** (растения):
  - *Альгология (водоросли)*
  - *Бриология (мхи)*
  - *Птеридология (папоротники) и т.д.*
- **Биохимия** (вещества и реакции в живом организме)
- **Молекулярная биология** (процессы с участием ДНК, РНК, белков)
- **Цитология** (клетка)
- **Гистология** (ткани)
- **Физиология** (функции организма)
- **Генетика** (наследственность, изменчивость)
- **Экология** (окружающая среда, взаимодействие организмов)
- **Эволюционная биология** (эволюция)
- **Селекция** (создание новых пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов)
- **Зоология** (животные):
  - *Гельминтология (черви-паразиты)*
  - *Энтомология (насекомые)*
  - *Арахнология (паукообразные)*
  - *Карцинология (ракообразные)*
  - *Малакология (моллюски)*
  - *Ихтиология (рыбы)*
  - *Герпетология (амфибии и рептилии)*
  - *Орнитология (птицы)*
  - *Териология (млекопитающие)*
- **Антропология** (человек)
- **Палеонтология** (вымершие виды)
- **Систематика** (классификация организмов)
- **Биотехнология** (применение организмов в производстве)
- **Этология** (поведение животных)
- **Биогеография** (закономерности географического распространения и распределения живых организмов)
- **Морфология** (внешнее строение)
- **Анатомия** (внутреннее строение)
- **Эмбриология** (развитие зародыша)

Световая микроскопия	Электронная микроскопия
Можно изучать живые и неживые, фиксированные объекты	Только неживые, специально подготовленные объекты
Цветное изображение	Черно-белое изображение
Низкая разрешающая способность (можно рассмотреть клетки, ткани)	Высокая разрешающая способность (можно рассмотреть органоиды клеток, молекулы полимеров)
Высокая доступность, дешевизна	Дорогой метод, доступен только в крупных научных центрах

Линия 1 Свойства живого, основные методы

1. Единство химического состава – у всех живых организмов выделяют **4 основных** химических элемента – **азот, углерод, кислород и водород**
2. Клеточное строение – все живые организмы состоят из **клеток**
3. Обмен веществ и энергии (метаболизм) – **живые организмы** способны **поглощать** из окружающей среды **продукты питания** и **выделять продукты жизнедеятельности**
4. Размножение (самовоспроизведение) – живые организмы способны к **размножению**.
5. Наследственность – способность организма **передавать свои признаки** и **свойства потомству** из **поколения в поколение в процессе размножения.**
6. Изменчивость – способность организма **изменяться** под действием **факторов внешней и внутренней среды.**
7. Рост – **увеличение массы** и **размеров** живых организмов.
8. Развитие – **необратимое** и **направленное** закономерное изменение объектов живой природы.
9. Раздражимость – способность живых организмов **отвечать на факторы внешней среды. Ритмичность** – способность осуществлять процессы с определенной периодичностью (днем и ночью; зимой и летом).
10. Саморегуляция – способность живых организмов поддерживать **постоянство химического состава**
11. Эволюция – **процесс исторического развития живой природы.**
12. Дискретность и целостность – **прерывистость строения** живой системы и свойство **отдельных элементов** функционировать как **единое целое.**
13. Самоорганизация – **это процесс,** *при котором части системы сами начинают упорядочиваться без прямого внешнего управления (за счёт внутренних факторов самой системы).*
14. Иерархичность – **соподчинённость отдельных составляющих** живых систем между собой

Метод	Применение
Микроскопия	Анализ клеточного строения (электронная микроскопия для тонких / мелких органоидов)
Центрифугирование	Разделение органоидов, клеток, компонентов крови под действием центробежной силы
Хроматография	Разделение пигментов; анализ сложных жидкостей и веществ
Рентгеноструктурный анализ	Определение структуры ДНК, РНК, белков
Цитогенетический	Изучение кариотипа (пола, геномных и хромосомных мутаций)
Электрофорез	Разделение ДНК, РНК, белков в электрическом поле
Биохимический	Анализ веществ в биологических жидкостях
Генеалогический	Анализ родословных / определение вероятности и типа наследования признака
Близнецовый	Изучение близнецов для определения влияния наследственных факторов и среды на формирование фенотипа.
Меченых атомов (авторадиография)	Установление пути перемещения и локализации молекул (механизм репликации, фотосинтез, работа щитовидной железы)

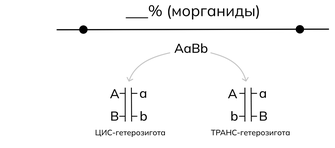
Линии 4, 5-6, 7, 8 Линия 28 Генетика

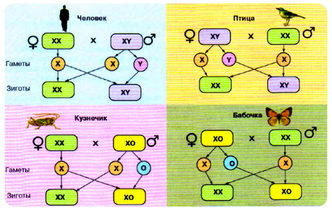
Ученый	Законы и скрещивания	Формулировка
Мендель	Закон единообразия гибридов F_1	При скрещивании двух гомозигот (AA x aa), все потомки (F_1) будут одинаковыми по фенотипу и генотипу
	Закон расщепления (F_2)	При скрещивании гибридов F_1 (Aa x Aa) во 2-м поколении (F_2) расщепление по фенотипу 3:1 (полное доминирование), по генотипу 1:2:1
	Закон независимого наследования	Признаки наследуются независимо, если гены в разных хромосомах. Расщепление по фенотипу: AaBb x AaBb => 9:3:3:1; AaBb x aabb => 1:1:1:1
Морган	Закон сцепленного наследования	Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются вместе (кроссинговер может нарушать сцепление).
	Первое скрещивание	AABB x aabb, F_1: AaBb
	Второе скрещивание (при полном сцеплении)	AaBb x aabb, F_1: расщепление по фенотипу = 1:1 (AaBb, aabb)
	Третье скрещивание (при неполном сцеплении)	AaBb x aabb, F_1: расщепление по фенотипу = две многочисленные и две малочисленные группы (например 5:5:1:1) (AaBb, Aabb, aaBb, aabb)

Тип задач	Формулировка вопроса	Пояснение
Псевдоаутосомное наследование	Возможно ли рождение в первом браке сына, страдающего двумя названными заболеваниями?	В первом браке *(возможно ли?)* рождение *(искомого потомка)*. В генотипе этого ребенка находятся материнская Х-хромосома с *(какими аллелями?)* и отцовская _-хромосома. *Нужно указать, кроссоверные хромосомы или нет.*
Признак сцеплен с Х-хромосомой	Объясните фенотипическое расщепление в первом скрещивании.	В скрещивании расщепление по *(признаку)* связано со сцеплением этого признака с полом. Гомогаметный пол наследует Х-хромосому от обоих родителей, а гетерогаметный пол наследует Х-хромосому только от одного родителя (самца или самки).
Кроссинговер в сцепленном наследовании	Объясните формирование четырех фенотипических групп во втором скрещивании.	Формирование *четырех* неравновеликих фенотипических групп объясняется неполным сцеплением генов. Перечисляем, какие группы результат сцепления, какие кроссинговера
Голандрическое наследование	Возможно ли рождение в браке сыновей с/без ____?	Рождение ребенка *(с/без ___) возможно/невозможно. Признак имеет голандрический тип наследования и передается от отца к сыну*
Кроссинговер в Х-хромосоме	Возможно ли рождение у первой пары ребенка, страдающего двумя заболеваниями?	Рождение ребенка с двумя заболеваниями возможно. Он получит от матери Х-хромосому (в рез-те кроссинговера или нет) и несущую аллели _____ и XУ-хромосому от отца, содержащую аллели _____.
Летальные гены	Определите и объясните фенотипическое расщепление в первом и во втором скрещиваниях.	Фенотипическое расщепление (6:3:2:1 в случае AaBb x AaBb) объясняется гибелью особей с генотипами (перечислить генотипы) на эмбриональной стадии развития.
Полимерия	Объясните изменение высоты растений у возможных потомков во втором скрещивании	С увеличением в генотипе количества доминантных аллелей высота растения увеличивается на __ мм

Сцепленное наследование с кроссинговером:

$$\%\ \text{кроссинговера} = \frac{\text{сумма кроссоверов}}{\text{общ. кол-во потомков}} \times 100\%$$





Линия 1 Уровни организации живого

1. Молекулярный уровень

- Белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты, вирусы и др.
- Происходит копирование и передача наследственной информации.

2. Субклеточный (органоидный) уровень

- Органоиды клеток, цитоплазма, мембрана, ядро

3. Клеточный уровень

- Появляется понятие жизни, изучаются строение и жизнедеятельность клеток.
- Могут быть самостоятельными организмами (бактерии, одноклеточные эукариоты)

4. Тканевый уровень

- **Ткань** – совокупность клеток, объединенных общностью строения, происхождения, выполняемыми функциями

5. Органный уровень

- **Органы** – сложные структуры, состоящие из нескольких типов тканей, которые совместно выполняют определенные функции

6. Организменный уровень

- Элементарная единица – **особь.**
- **Появляется размножение организмов!**
- У **одноклеточных организмов** (одноклеточные водоросли, грибы, простейшие) этот уровень совпадает с клеточным.

7. Популяционно-видовой уровень

- **Популяция** – совокупность особей одного вида, обитающих на общей территории и дающих плодовитое потомство.
- **Вид** – совокупность особей, обладающих сходным строением, единством генетического состава и возможностью самовоспроизведения.
- **С этого уровня начинается эволюция!**

8. Биоценотический уровень

- **Биоценоз (сообщество)** – совокупность особей разных видов, обитающих на одной территории и вступающих в определенные отношения друг с другом.

9. Экосистемный (биогеоценотический) уровень

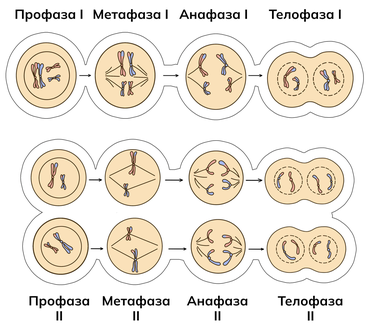
- **Экосистема (биогеоценоз) = биоценоз (живые организмы) + биотоп (пространство, условия среды).**
- **Появляются пищевые цепи и местные круговороты веществ!**

10. Биосферный уровень

- На этом уровне рассматривается вся **совокупность экосистем** Земли.
- Включает в себя все живые организмы, взаимодействующие с **атмосферой, гидросферой** и **литосферой,** обеспечивая глобальный круговорот веществ и энергии.
- **Глобальное потепление, глобальный круговорот, парниковый эффект**

Линии 3 ЖЦ клетки, правило Чаргаффа и 10%

Фаза (мейоз)	Плоидность
Профаза I	2n4c
Метафаза I	2n4c
Анафаза I	2n4c
Телофаза I	две клетки с 1n2c
Профаза II	1n2c
Метафаза II	1n2c
Анафаза II	2n2c
Телофаза II	четыре клетки с 1n1c

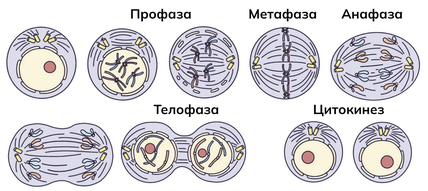


Фаза (митоз)	Плоидность (у диплоидной клетки)
Профаза	2n4c
Метафаза	2n4c
Анафаза	4n4c
Телофаза	2 клетки с 2n2c

А = Т / У
Г ≡ Ц

правило Чаргаффа

Соматическая клетка, зигота – 2n
Половая клетка (сперматозоид (спермий) / яйцеклетка), **споры** растений – 1n



1 трофический уровень (первичная годовая продукция) – 100%
2 трофический уровень – 10%
3 трофический уровень – 1%
4 трофический уровень – 0,1%
и т.д.

Если **первичная годовая продукция** экосистемы составляет 350 000 кДж, то на **второй трофический уровень** перейдет 350 000 x 0,1 = 35 000 кДж.

А на **третий** 35 000 x 0,1 = 3 500 кДж и т.д.

Линии 5-6, 7, 8 ЖЦ клетки

МИТОЗ	МЕЙОЗ
Деление **соматических** клеток, образование **гамет у растений**	Образование **гамет у животных** и **спор у растений**
Основа **бесполого** размножения, роста, развития и регенерации	Основа **полового** размножения
Одно клеточное деление. Образуются **2 клетки**	**Два** клеточных деления. Образуются **4 клетки**
Нет конъюгации и кроссинговера	Происходит конъюгация и кроссинговер
В **метафазе** двухроматидные хромосомы выстраиваются по экватору	В **метафазе 1** биваленты выстраиваются по экватору; **в метафазе 2** - аналогично митозу
В **анафазе** расходятся сестринские хроматиды	В **анафазе 1** расходятся биваленты (гомологичные хромосомы); в **анафазе 2** - аналогично митозу
Генетически материал дочерних клеток **идентичен** материнской	Генетический материал дочерних клеток **перекомбинирован** и в 2 раза меньше по плоидности, чем у материнской

Три случая перекомбинации генетического материала:

1. **кроссинговер в** профазе 1
2. **случайное расхождение гомологичных хромосом в** анафазе 1
3. **случайное расхождение сестринских хроматид в** анафазе 2

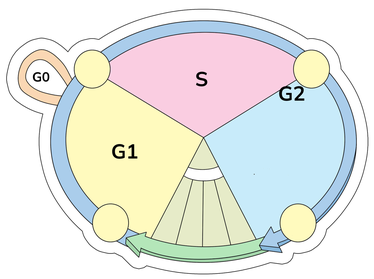
Гаплоидные клетки НЕ могут вступать в мейоз!

Ключевые события профазы 1 мейоза: конъюгация, образование бивалентов, кроссинговер!

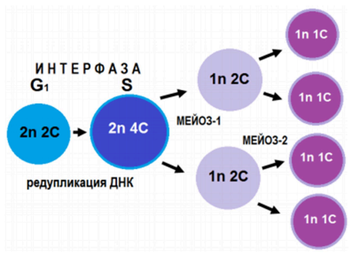
Линии 5-6, 7, 8 ЖЦ клетки, гаметогенез

Фаза	Другие названия	Основные события	Примечания
G1-фаза	Пресинтетический, постмитотический этап	• Синтез белков для репликации ДНК • Синтез дезоксирибонуклеотидов. • Увеличение количества рибосом и других органелл. • Рост клетки.	Подготовка к S-фазе.
S-фаза	Синтетический этап	• Репликация ДНК • Синтез гистонов для упаковки ДНК. • Начало удвоения центросом. • Хромосомы становятся двухроматидными	Хромосомы остаются деконденсированными
G2-фаза	Постсинтетический, премитотический этап	• Окончание удвоения центросом. • Синтез белков для деления • Накопление АТФ.	Подготовка к митозу.

Признак	Сперматогенез	Овогенез
Орган	Семенники	Яичники
Фаза размножения	Начинается с полового созревания, продолжается всю жизнь	Происходит только в эмбриональном периоде (3–8 месяц), затем прекращается
Фаза роста	Короткая, следует сразу за размножением	Длительная, приостанавливается до полового созревания
Фаза созревания	Равномерное деление сперматоцитов (4 сперматиды)	Неравномерное деление: 1 овотида + 3 полярных тельца
Фаза формирования	Есть (формирование сперматозоидов)	Отсутствует
Количество зрелых гамет	4 из одного сперматогония	1 из одного овогония
Продолжительность	До конца жизни	До менопаузы (~45–50 лет), 1 яйцеклетка в цикле (~28 дней)

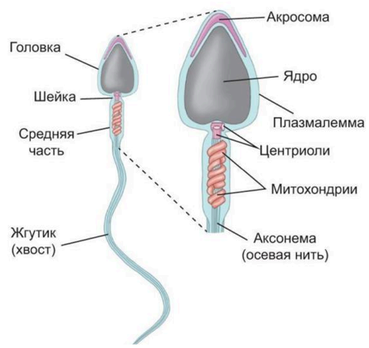


Митоз



Линии 5-6, 7, 8 Гаметогенез

Процесс	Фазы	Описание
Оогенез	1. Размножения	Митоз **оогониев** (2n2c)
	2. Роста	Интерфаза перед мейозом – **овоцит первого порядка** (2n4c)
	3. Созревания	Мейоз: **овоцит первого порядка** (2n4c) → **овоцит второго порядка** и полярное тельце (1n2c) → **яйцеклетка** и в сумме 3 полярных телец (nc)
Сперматогенез	1. Размножения	Митоз **сперматогониев** (2n2c)
	2. Роста	Интерфаза перед мейозом – **сперматоцит первого порядка** (2n4c)
	3. Созревания	Мейоз, **сперматоцит первого порядка** (2n4c) → **сперматоцит второго порядка** (n2c) → **сперматида** (nc)
	4. Формирования	Формирование сперматозоидов (жгутик, акросома)



Biofamily

1,2) 2n2c → 8 хромосом 8 ДНК

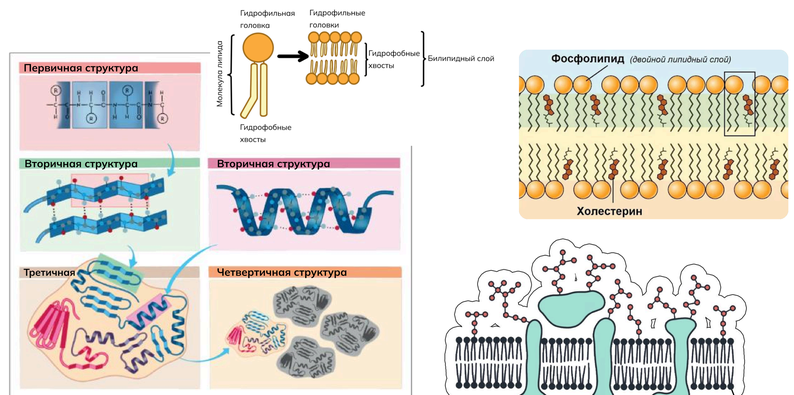
3) 2n4c → 8 хромосом 16 ДНК

4) n2c → 4 хромосомы 8 ДНК

Линии 5-6, 7, 8 Биохимия

Вещество	Функции	Примеры
Белки	Двигательная, ферментативная, структурная, транспортная, защитная, регуляторная, рецепторная, запасающая	Коллаген, гемоглобин, инсулин, казеин, актин, миозин, лизоцим АТФ-синтаза
Липиды	Энергетическая, запасающая, защитная, регуляторная (гормоны)	Жиры, фосфолипиды, стероиды
Углеводы	Энергетическая (моносахариды), структурная, запасающая (полисахариды)	Глюкоза, фруктоза, рибоза, крахмал, целлюлоза, хитин, муреин

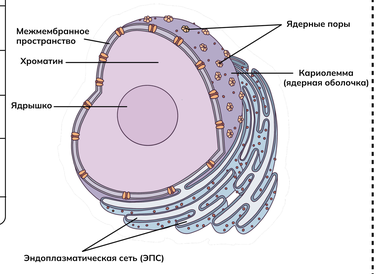
Уровень белка	Описание	Связи
Первичная	Последовательность аминокислот	Пептидные связи (C-N)
Вторичная	α-спираль или β-складка	Водородные связи
Третичная	Глобула (*или фибрилла*)	Ионные, дисульфидные, гидрофобные, водородные
Четвертичная	Комплекс глобул	Между глобулами: ионные, дисульфидные, гидрофобные, водородные, ван-дер-ваальсовы



Линии 5-6, 7, 8 Цитология

Органоид	Функция	Кол-во мембран
Ядро *(не считается органоидом)*	Хранение ДНК, синтез РНК	2
Митохондрии	Синтез АТФ	2
Хлоропласты (у растений)	Фотосинтез	2
ЭПС (гладкая)	Синтез липидов и углеводов	1
ЭПС (шероховатая)	Синтез белков на рибосомах, первичная модификация	1
Аппарат Гольджи	Модификация белков, формирование лизосом	1
Лизосомы	Переваривание веществ	1
Вакуоль (растения и грибы)	Запас веществ, тургор	1
Рибосомы	Синтез белка	0
Клеточный центр	Образование веретена деления и центр организации микротрубочек	0
Цитоскелет	Передвижения везикул и органоидов в клетке, изменение формы	0
Жгутики/реснички	Движение клетки	0

Авторы	Основные положения
Шлейден, Шванн	1. Все живые организмы состоят из клеток 2. Клетка — элементарная единица строения и жизнедеятельности организмов 3. Клетки сходны по химическому составу и обмену веществ 4. Клетки специализируются по функциям, образуют ткани
Вирхов	5. Клетки образуются только путём деления из материнской клетки

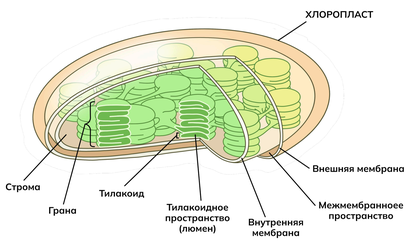


Пассивный транспорт (без затрат энергии, от большей концентрации веществ к меньшей)		Активный транспорт (с затратами энергии АТФ, от меньшей концентрации веществ к большей)	
Простая диффузия (через билипидный слой)	**Облегченная диффузия** (через транспортные интегральные белки)	**Транспорт через белковые насосы**	**Везикулярный транспорт** (экзо- и эндоцитоз)
Малые, незаряженные молекулы (кислород, углекислый газ, вода)	Ионы, заряженные молекулы (аминокислоты, глюкоза, нуклеотиды, белки, витамины и т.д.)		Растворы, крупные частицы, вирусы, клетки бактерий и др.

Линии 5-6, 7, 8 Цитология

Прокариотические клетки	Эукариотические клетки
Бактерии	**Растения, животные, грибы**
Малые размеры клеток	Более **крупные** размеры
Отсутствует обособленное ядро, имеется **нуклеоид**	Имеет обособленное **ядро**
ДНК **кольцевая**, не связана с белками - гистонами	ДНК **линейная**, связана с гистонами и образует хроматин
Отсутствуют мембранные органоиды, центросома и цитоскелет	Имеются мембранные органоиды, цитоскелет и у некоторых - центросома
Отсутствует циклоз (движение цитоплазмы)	Характерен циклоз
Рибосомы мелкие **(70s)**	Рибосомы крупные (80s)
Клеточная стенка из **муреина**	Клеточная стенка из **хитина** (грибы), **целлюлозы** (растения), или **отсутствует** (животные)
Окислительное фосфорилирование протекает **на мембране клетки**	Окислительное фосфорилирование протекает в **митохондриях**
Фотосинтез протекает на **фотосинтетических мембранах**	Фотосинтез протекает в **хлоропластах**
Некоторые виды могут **фиксировать азот**	Не способны к фиксации азота
Простое деление без митоза/мейоза	Деление путем митоза или мейоза

Признак	Бактерии	Растения	Грибы	Животные
Тип клетки	Прокариотическая	Эукариотическая	Эукариотическая	Эукариотическая
Клеточная стенка	Муреин	Целлюлоза	Хитин	Нет
Вакуоли	Нет	Большая	Несколько крупных	У некоторых простейших сократительные
Центриоли	Нет	Нет у высших	Нет	Есть
Запасной углевод	-	Крахмал	Гликоген	Гликоген
Способ питания	Авто- и гетеротрофы	Автотрофы	Гетеротрофы	Гетеротрофы

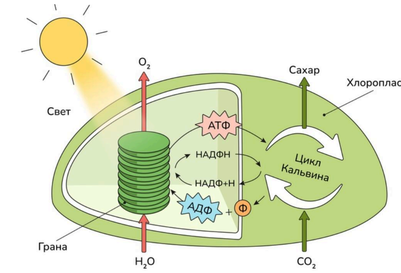


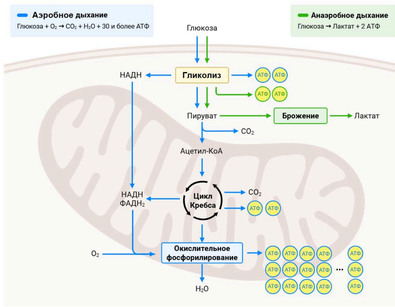
Линии 5-6, 7, 8 Метаболизм и матричные

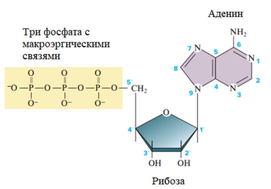
Процесс	Матрица	Ферменты	Продукт	Локализация у эукариот
Репликация	обе цепи ДНК	Хеликаза, топоизомераза ДНК-полимераза, праймаза	ДНК	Ядро
Транскрипция	матричная цепь ДНК	РНК-полимераза	иРНК, тРНК, рРНК	Ядро
Трансляция	иРНК	аминоацил-тРНК синтетаза	Полипептид	Рибосома
Обратная транскрипция	вирусная РНК	Обратная транскриптаза	ДНК	Цитоплазма

Фаза	Место	Процессы	Продукты
Световая	Мембрана тилакоида	1. Возбуждение хлорофилла 2. Фотолиз воды, ЭТЦ 3. Фотофосфорилирование	АТФ, НАДФН, O_2
Темновая	Строма хлоропластов	Фиксация CO_2, цикл Кальвина	Глюкоза

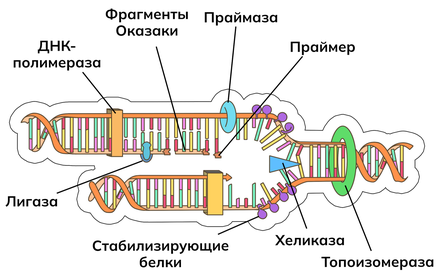
Этап энергетического обмена	Место	Продукты	Энергия (АТФ)
Подготовительный	Лизосомы	Мономеры	0
Гликолиз	Цитоплазма	2 ПВК	2 АТФ
Аэробный	Митохондрии (матрикс и кристы)	H_2O, CO_2, НАДН, $ФАДН_2$	более 30 АТФ





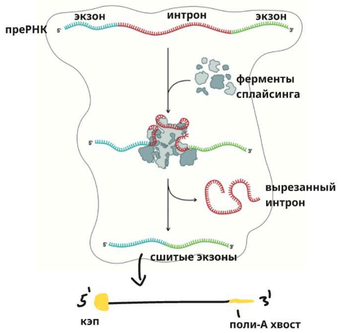


Линии 5-6, 7, 8 Матричные процессы

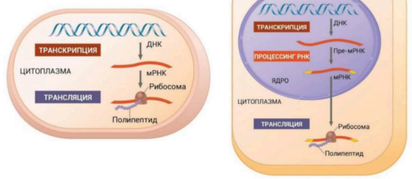


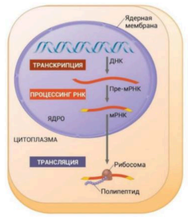
Фермент	Функция
ДНК-полимераза	Синтезирует новую цепь ДНК, добавляя нуклеотиды по принципу комплементарности
Хеликаза	Разрывает водородные связи между цепями ДНК, раскручивая двойную спираль
Топоизомераза (гираза)	Снимает напряжение спирали, разрезая цепи ДНК
Праймаза	Синтезирует РНК-праймер для инициации репликации
ДНК-лигаза	Сшивает фрагменты Оказаки на отстающей цепи
SSB-белки	Стабилизируют раскрученные цепи ДНК, предотвращая их повторное соединение

ПРОЦЕССИНГ РНК (только у эукариот, в ядре)



Зрелая РНК готова к выходу из ядра :)



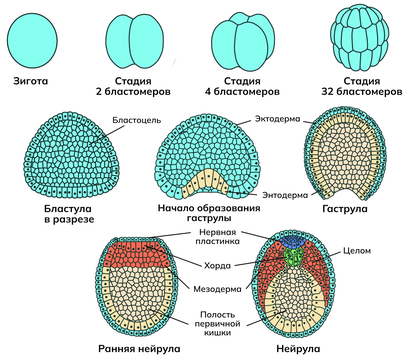


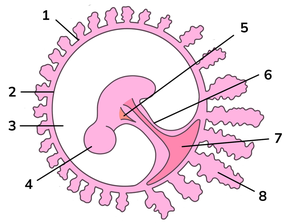
Матричные процессы бактерий и эукариот

Линии 5-6, 7, 8 Онтогенез

Зародышевый листок	Производные
Эктодерма	**Эпидермис** и его производные (волосы, ногти, когти, перья и др.), **кожные железы** (потовые, сальные), эмаль зубов, **хрусталик** глаза, **эпителий ротовой полости, анального отверстия** и влагалища. Вся **нервная система** (рецепторы, нервы, спинной, головной мозг и т.д.), сетчатка глаза, гипофиз, мозговое вещество надпочечников.
Энтодерма	**Эпителий** большей части пищеварительного тракта, эпителий мочевого пузыря, легких, евстахиевы трубы. **Печень, поджелудочная железа**, щитовидная железа, паращитовидные железы, тимус (вилочковая железа).
Мезодерма	Ткани: **мышечные** (гладкая, поперечно-полосатая скелетная и сердечная) и **соединительные** (кровь, лимфа, костная, хрящевая, жировая и т.д.). Системы органов: **опорно-двигательный аппарат** (скелет, мышцы), **выделительная** (почки, мочеточники), **половая** (матка, яичники, семенники), **кровеносная** (сердце, сосуды), лимфатическая. **Кора надпочечников,** склера, сосудистая оболочка глаза, **дерма** кожи, **дентин зубов**.

Этап	Процессы	Результат
Дробление	Митотические деления зиготы без роста клеток	Сначала **морула** (стадия 8-32 клеток, затем образование **бластулы** с **бластоцелью и бластодермой**
Гаструляция	Миграция клеток, формирование **зародышевых листков**	Образование первичного рта **(бластопора)** и полости первичной кишки **(гастроцели).**
Нейруляция	Формирование **осевых органов**	Образование нервной **трубки**, **хорды** и первичной **кишки**





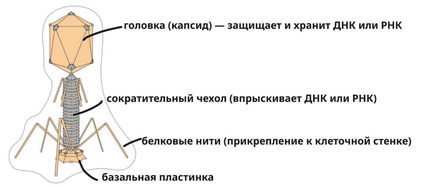
Зародыш млекопитающих

1 - хорион; 2 - амниотическая оболочка (предотвращает попадание инфекций); **3 - амниотическая полость** (защита от высыхания, механических повреждений, транспорт веществ) **4 - зародыш;** **5 - желточный мешок** (запас веществ, у млекопитающих не развит в связи с плацентарным питанием); **6 - пуповина** (тяж, содержит кровеносные сосуды, соединяющие зародыш с плацентой); **7 - аллантоис** (накопление азотистых продуктов обмена, у млекопитающих участвует в образовании пуповины); **8 - ворсинки хориона,** участвует в прикреплении к матке и формировании плаценты

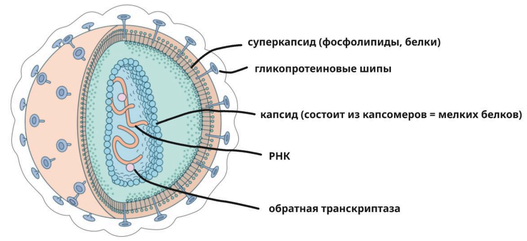
Линии 9-11 Вирусы и экобазис

Автотрофы - синтезируют органические вещества из неорганических		**Гетеротрофы** - используют готовые органические вещества				Авто-гетеротрофы (организмы со смешанным питанием)
Фототрофы	**Хемотрофы**	**Голозои**	**Сапротрофы (сапрофиты)**	**Паразиты**	**Симбионты**	
Используют энергию света	Используют энергию окисления неорганических веществ	Поглощают и переваривают твердые частицы	Всасывают продукты расщепления мертвой органики	Используют органические вещества хозяина, наносят ему вред	Используют органические вещества хозяина, приносят ему пользу	Фотосинтез + поглощение органики из внешней среды
Растения, цианобактерии	Серобактерии, железобактерии, нитрифицирующие, водородные	Животные (растительноядные и плотоядные)	Грибы (шампиньоны, вешенки, опята), бактерии (молочно-кислые, сенная палочка, бактерии гниения)	Паразитические черви и простейшие, болезнетворные грибы и бактерии, растения-паразиты	Микоризные грибы, грибы в составе лишайника, полезные бактерии кишечника	Эвглена зеленая

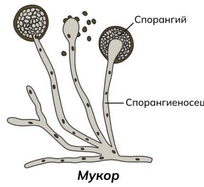
Бактериофаги — вирусы бактерий



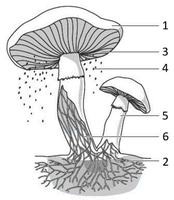
Группа	Роль	Примеры
Продуценты	Синтез органики (фото/хемосинтез)	Растения, цианобактерии, хемосинтетики
Консументы	Потребляют готовую органику (в том числе детрит)	Животные (+ детритофаги), паразиты, симбионты
Редуценты	Разлагают органику до неорганики, не оставляют твёрдых непереваренных остатков	Сапротрофные бактерии и грибы (гниение и брожение)



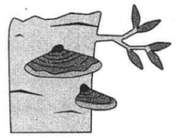
Линии 9-11 Грибы



Мукор

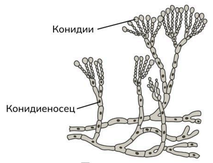


1 - шляпка, 2 - подземный мицелий, 3 - пластинки шляпки, 4 - споры, 5 - ножка, 6 - гифы.



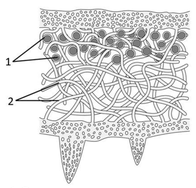
Дрожжи

Спорынья



Пенициллл

Дрожжи



Лишайник: 1 - клетки водорослей, 2 - гифы гриба

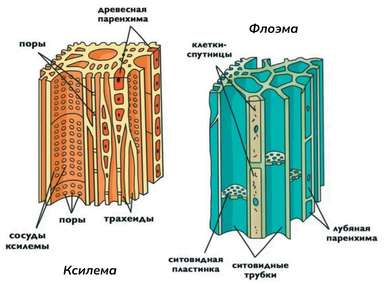
- **Трубчатые грибы:** на нижней стороне шляпки располагаются трубочки, в которых созревают споры. *Примеры:* ***белый гриб (боровик), подберезовик, подосиновик, масленок.***
- **Пластинчатые грибы:** под шляпкой находятся тонкие пластины, на которых образуются споры. *Примеры:* ***рыжик, шампиньон, опенок осенний, грузди, бледная поганка, сыроежка.***
- **Дрожжи:** одноклеточные, не образуют мицелий, размножаются **почкованием**, характерно **спиртовое брожение**, в процессе которого выделяется углекислый газ и спирт (этанол), используются для хлебопечения, пивоварения, виноделия.
- **Мукор:** плесневый гриб, встречается на хлебе, фруктах, мицелий является одной огромной клеткой с множеством ядер. Гифы **белого** цвета, а спорангии – черного; редуцент.
- **Пеницилл:** может расти на продуктах питания и органических остатках, мицелий имеет голубоватый или зеленый цвет, состоит из септированных гифов; редуцент
- **Лишайник:** взаимодействие **гриба** (микобионта) и **водоросли / цианобактерии** (фикобионта) = **симбиоз** или **паразитизм** со стороны гриба, т.к. гифы образуют специальные присоски — **гаустории**, которые проникают в клетки водоросли и поглощают органические вещества. Взамен водоросли используют воду и минеральные вещества, поступающие из мицелия гриба.

Линии 9-11 Ботаника

Ткань	Функции	Примеры
Образовательная	Рост растения	Верхушечная, боковая (камбий), вставочная, раневая
Покровная	Защита	Эпидерма, ризодерма, пробка, корка
Механическая	Опора	Колленхима, склеренхима
Проводящая	Транспорт веществ	Ксилема (**восх. ток** воды и минеральных солей), флоэма (**восх. и нисх. ток** органических веществ)
Основная	Фотосинтез, запас веществ	Хлоренхима, запасающая паренхима, аэренхима, водоносная
Выделительная	Секреция	Железистые волоски, смоляные ходы, нектарники

Хар-ка	Ксилема (древесина)	Флоэма (луб)
Функция	Восходящий ток: вода и минеральные вещества от корней к листьям	Нисходящий ток: органические вещества от листьев к другим органам (возможен восходящий ток к цветкам/плодам)
Проводящие элементы	• **Трахеиды** (у голосеменных и споровых): мертвые клетки с порами • **Сосуды** (у покрытосеменных): мертвые трубки с перфорациями	• **Ситовидные клетки** (у голосеменных и папоротников) • **Ситовидные трубки** (у покрытосеменных): живые безъядерные клетки с ситовидными пластинками • **Клетки-спутницы:** обеспечивают ситовидные трубки АТФ и нуклеиновыми кислотами
Основная ткань (запасающие элементы)	• Древесинная паренхима	• Лубяная паренхима
Механическая ткань	Древесинные волокна (склеренхима): придают прочность	Лубяные волокна: защищают живые структуры
Особенности строения	• Мертвые клетки • Стенки пропитаны лигнином • Транспорт пассивный (за счет корневого давления и транспирации)	• Живые клетки • Транспорт активный (требует энергии) • Горизонтальные тяжи паренхимы для радиального транспорта
Примеры организмов	У папоротникообразных и семенных. У мхов отсутствуют!	

Части корня (чехлик и зоны)	Строение	Функции
Корневой чехлик (не зона)	Живые ослизненные клетки	Защита, продвижение в почве (геотропизм)
Деления	Клетки мелкие, активно делятся	Рост корня в длину
Роста	Клетки удлиняются, растут вакуоли	Дифференцировка
Всасывания	Покрыта корневыми волосками	Поглощение воды и минералов
Проведения	Сосуды ксилемы и флоэмы	Транспорт веществ, образование боковых корней



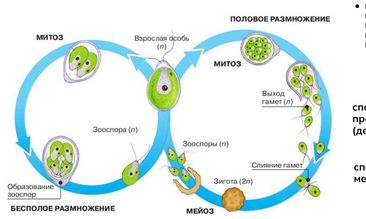
Линии 9-11 Ботаника

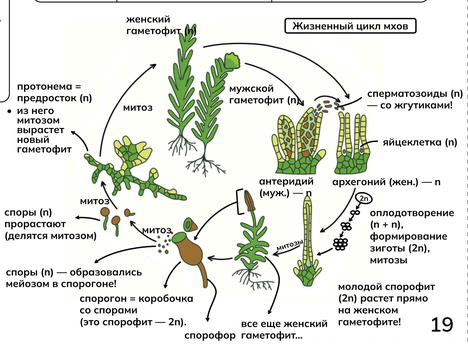
Отдел	Доминирует	Гаметофит (n)	Спорофит (2n)
Хламидомонада	Гаметофит	Одноклеточная взрослая особь	Зигота
Улотрикс	Гаметофит	Многоклеточная взрослая особь	Зигота
Ламинария	Спорофит	Редуцированное растение	Многоклеточная взрослая особь
Мхи	Гаметофит	Взрослое зеленое, листостебельное растение с ризоидами + молодой **предросток (протонема / зеленая нить)**	Коробочка на ножке - **спорогон** (спорангий на спорофоре)
Папоротникообразные	Спорофит	Редуцированный **заросток** с ризоидами	Взрослое зеленое растение с корнями
Голосеменные	Спорофит	**Женский гаметофит** – гаплоидный эндосперм с двумя яйцеклетками: внутри семязачатка (на чешуйках шишек) **Мужской гаметофит** – пыльцевое зерно из вегетативной и генеративной клеток. Второй спермий погибает.	Взрослое зеленое растение. Имеет мужские и/или женские **шишки**
Покрытосеменные	Спорофит	**Женский гаметофит** – восьмиядерный зародышевый мешок - внутри семязачатка (в завязи пестика). Одна из клеток мешка - **яйцеклетка**, еще одна - диплоидная **центральная клетка**, остальные - синергиды и антиподы. **Мужской гаметофит** – пыльцевое зерно из вегетативной и генеративной клеток. Второй спермий оплодотворяет центральную клетку = **двойное оплодотворение**	Взрослое зеленое растение. Имеет **цветы**

Признак	Высшие споровые	Семенные растения
Оплодотворение	Требуется капельно-жидкая среда	**Не зависит от воды**, есть опыление (спермий перемещается по пыльцевой трубке)
Гаметофит	Свободноживущий	**Редуцирован**, развивается внутри спорангиев
Размножение и расселение	Одноклеточными спорами	Многоклеточными семенами, в которых находится запас веществ
Тип спор	В основном равноспоровые (споры одинаковые, часто обоеполые гаметофиты)	**Разноспоровые** (микроспоры → мужской гаметофит, макроспоры → женский гаметофит)
Зародыш	Не защищён покровными оболочками, нет запаса питательных веществ	Защищён **оболочками** семени, имеет запас питательных веществ **(эндосперм)**

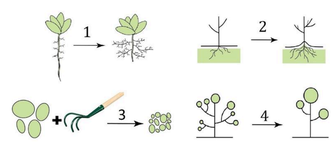
Признак	Голосеменные	Покрытосеменные
Микроспорангий	В мужской шишке	В пыльнике тычинок
Мегаспорангий (семязачаток)	В женской шишке, лежит открыто на семенной чешуе	В завязи пестика, под покровом плодолистиков
Мужской гаметофит	Пыльцевое зерно	Пыльцевое зерно
Женский гаметофит	Полностью гаплоидный эндосперм с двумя яйцеклетками	Зародышевый мешок с одной яйцеклеткой
Результат оплодотворения	Простое: образование зародыша	Двойное: образование зародыша и эндосперма
Строение семени	Диплоидная семенная кожура, диплоидный зародыш, триплоидный эндосперм	Диплоидная семенная кожура, диплоидный зародыш, триплоидный эндосперм

Признак	Класс Двудольные	Класс Однодольные
Число семядолей	**Две.** Часто питательные вещества переносятся из эндосперма в семядоли, которые **становятся гигантскими**, поэтому **эндосперм слабо развит.**	**Одна.** Имеет **щиток** - особую ткань семядоли, которая специализируется на поглощении и хранении пищи из соседнего эндосперма
Корневая система	Обычно **стержневая**	Обычно **мочковатая**
Расположение проводящих пучков	**Радиальное**	**Разбросанное (диффузное)**
Наличие камбия	**Есть**, пучки открытые	**Нет**, пучки закрытые
Жизненные формы	Травы, кустарники, деревья	В основном травы
Листья	Простые и сложные	Простые
Жилкование	**Перистое и сетчатое**	**Параллельное и дуговое**
Цветок	**4-5 членный**	**2-3 членный**

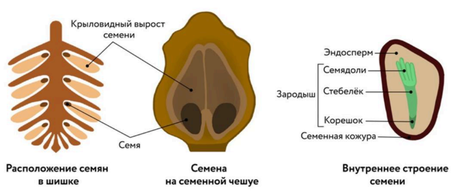




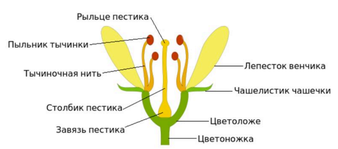
Часть цветка	Строение	Функции	Примеры/Особенности
Стеблевая часть			
Цветоножка	Участок стебля под цветком	Поддержка цветка	У сидячих цветков отсутствует (корзинка, головка, початок)
Цветоложе	Расширенная верхняя часть цветоножки	Место прикрепления всех частей цветка	Может быть различной формы
Листовая часть (у ветроопыляемых может быть редуцирована)			
Чашечка	Чашелистики (обычно зелёные)	Защита бутона	Возникают первыми
Венчик	Лепестки (ярко окрашены)	Привлечение опылителей	Выделяет нектар
Репродуктивные части			
Тычинка (♂)	1. Пыльник (2-4 пыльцевых мешка) 2. Тычиночная нить	Образование пыльцы	У ветроопыляемых - длинные нити, крупные мешки
Пестик (♀)	1. Рыльце 2. Столбик 3. Завязь (с семязачатками)	Образование яйцеклеток	У ветроопыляемых - перистое рыльце



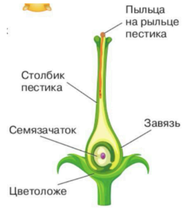
1 - пикировка, 2 - окучивание, 3 - рыхление, 4 - пасынкование

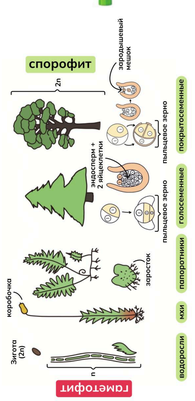


Метод	Суть метода	Цель	Особенности
Прививка	Перенос части растения (привой) на другое (подвой)	Сочетание ценных качеств привоя с устойчивостью подвоя	- Совмещение камбия обязательно. - Обвязка для защиты.
Пикировка	Прищипывание кончика главного корня	Стимуляция роста боковых корней	Улучшает питание растения
Рыхление	Поверхностная обработка почвы без переворачивания	Улучшение доступа воздуха и воды к корням	Уменьшает испарение влаги
Окучивание	Подсыпание почвы к основанию стебля	Стимуляция роста придаточных корней, клубней	Предотвращает позеленение клубней
Пасынкование	Удаление боковых побегов	Концентрация ресурсов на главных побегах	Увеличивает размер плодов
Обрезка	Удаление старых или лишних побегов	Омоложение, формирование кроны	Проводится секатором
Прореживание и прополка	Удаление части растений для увеличения расстояния между ними	Снижение конкуренции за ресурсы	Улучшает качество урожая
Заглубление саженцев	Посадка вытянувшихся саженцев под наклоном	Стимуляция придаточных корней	Улучшает устойчивость растения
Внесение удобрений	Добавление питательных веществ в почву	Улучшение роста и плодоношения	- Органические: навоз, перегной. - Минеральные: азотные, фосфорные, калийные.



- **Однодомные растения**: мужские и женские цветки находятся на одном растении (тыква, огурец, **кукуруза**).
- **Двудомные растения:** мужские и женские цветки находятся на **разных** растениях (**облепиха**, тополь, **ива**, крапива).



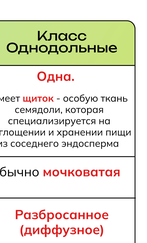


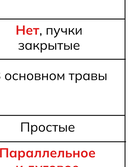
Тип соцветия	Описание	Примеры
Кисть	Удлиненная главная ось, цветки на цветоножках	*Черемуха, фиалка, ландыш, колокольчик*
Щиток	Удлиненная главная ось, цветоножки разной длины, цветки на одном уровне	*Груша*
Зонтик	Сильно укороченная главная ось, цветоножки одинаковой длины	*Примула*
Колос	Удлиненная главная ось, сидячие цветки	*Подорожник*
Початок	Удлиненная толстая главная ось, сидячие цветки	*Женское соцветие кукурузы*
Головка	Сильно укороченная главная ось, сидячие цветки или слаборазвитые цветоножки	*Клевер*
Корзинка	Плоская или конусовидная ось, сидячие цветки	*Ромашка, одуванчик, астра*
Сложный колос	На удлиненной главной оси расположены колоски (каждый колосок — простой колос).	*Пшеница, рожь, ячмень.*
Сложный зонтик	На укороченной главной оси расположены простые зонтики.	*Укроп, морковь, борщевик.*
Метелка	Многократно ветвящееся соцветие, на концах ветвей — простые соцветия (например, **кисти**).	*Сирень, рябина, боярышник, мужское соцветие кукурузы.*

Класс	Семейство	Плод	Соцветие*	Формула цветка**	Представители
Однодольные	**Злаковые**	зерновка	сложный колос / метелка/ початок	$O_{(2)+2}T_3\Pi_1$	рожь, рис, пырей, овес, пшеница, кукуруза
	Лилейные	ягода/ коробочка	метелка/ кисть	$O_{(6)}T_6\Pi_1$ $O_{3+3}T_{3+3}\Pi_{(3)}$	лилия, ландыш, тюльпан
Двудольные	**Крестоцветные**	стручок	кисть, метелка	$Ч_4Л_4T_{2+4}\Pi_1$	капуста, редька, горчица, пастушья сумка
	Розоцветные	костянка/ яблоко/ многоорешек	щиток/ кисть/ простой зонтик	$Ч_5Л_5T_\infty\Pi_\infty$ $Ч_5Л_5T_\infty\Pi_1$	шиповник, яблоня, вишня, малина, земляника
	Пасленовые	ягода/коробочка Клубень картофеля не плод, а подземное видоизменение побега	кисть	$Ч_{(5)}Л_{(5)}T_5\Pi_1$	картофель, баклажан, дурман, белена, табак
	Бобовые	боб	головка/кисть	$Ч_5Л_{1+2+(2)}T_{(9)+1}\Pi_1$	фасоль, горох, соя, клевер, бобы, акация, вика
	Сложноцветные	семянка	корзинка	трубчатые, язычковые: $Ч_{(5)}Л_{(5)}T_{(5)}\Pi_1$ воронковидные, ложноязычковые: $Ч_{(5)}Л_{(5)}T_5\Pi_0$	одуванчик, василек, георгин, подсолнечник

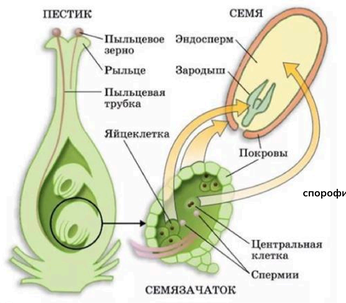
*у розоцветных и лилейных цветки могут быть не в соцветии (одиночные)

**Обозначения в формуле цветка: О – листочки простого околоцветника; Ч – чашечка; Л – лепестки; Т – тычинки; П – пестики; () – срастание; + – элементы цветка расположены в несколько кругов

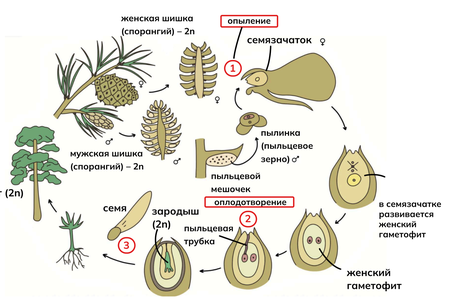




двойное оплодотворение цветковых



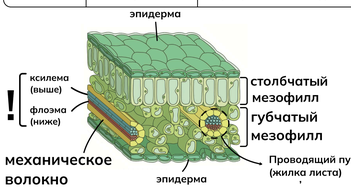
жизненный цикл голосеменных

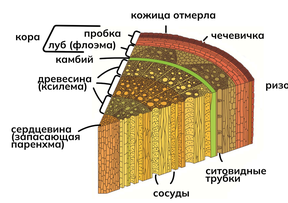


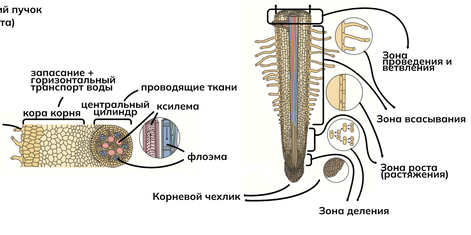
Тип плода	Название	Характеристика	Примеры
Сухие односемянные невскрывающиеся плоды	**Семянка**	Околоплодник кожистый, **не срастается** с семенем.	*Подсолнечник, ромашка, одуванчик* ***(семейство Сложноцветные).***
	Зерновка	Семенная кожура **срастается** с кожистым плёнчатым околоплодником.	*Пшеница, рожь, кукуруза, рис* ***(семейство Злаковые).***
	Орех	Околоплодник деревянистый, внутри свободно лежит семя.	*Лещина, фундук.*
	Крылатка	Околоплодник кожистый с плоским крыловидным выростом, способствует распространению ветром.	*Вяз, ясень, клён.*
	Жёлудь	Околоплодник жёсткий, кожистый, частично или полностью заключён в плюске.	*Дуб, бук.*
Сухие многосемянные вскрывающиеся плоды	**Боб**	Состоит из двух длинных створок, внутри небольшое количество **семян, которые прикреплены к двум створкам**	*Горох, фасоль, соя* ***(семейство Бобовые).***
	Стручок	Состоит из двух створок и тонкой **перегородки, к которой крепятся семена.**	*Капуста, редька, пастушья сумка* ***(семейство Крестоцветные).***
	Коробочка	При созревании лопается или растрескивается, освобождая семена.	*Мак, лилия, тюльпан, хлопчатник, дурман, орхидеи.*
	Многолистовка	Околоплодник кожистый, раскрывается вдоль шва при созревании.	*Живокость, калужница (семейство Лютиковые), пионы, магнолии.*
Сочные односемянные плоды	**Костянка**	Околоплодник состоит из трёх слоёв: внешний (кожистый), средний (мясистый), **внутренний (косточка), который образован механической тканью**	*Вишня, слива, персик, абрикос* ***(семейство Розоцветные),*** *грецкий орех.*
Сочные многосемянные плоды	**Ягода**	Внешний слой тонкий, кожистый; внутренний — сочный, с погружёнными семенами.	*Томат, паслён, картофель, крыжовник, смородина, клюква, виноград.*
	Тыквина	Внутренний слой сочный, средний — мясистый, наружный — твёрдый.	*Тыква, огурец, дыня (семейство Тыквенные и другие).*
	Гесперидий (померанец)	Наружный слой тонкий, средний — губчатый, внутренний — сокосодержащие мешочки.	*Характерен для* ***цитрусовых.*** *Лимон, апельсин, мандарин.*
	Яблоко	Ложный плод, образованный из расширенного цветоложа. Внутри плода **одревесневшая камера с семенами.**	*Яблоня, груша, айва,* ***рябина, боярышник,*** *арония.*
	Многокостянка	Состоит из множества костянок.	*Малина, ежевика, морошка, костяника.*

Орган	Тип видоизменения	Примеры растений
Покровные ткани	Шипы	Роза, крыжовник, ежевика, малина
Листья	Колючки	Барбарис, бодяк, чертополох, кактусы
	Усики	Бобовые: горох, чина, чечевица
	Ловчие аппараты	Росянка, жирянка, венерина мухоловка, непентес, сарracения
	Чешуи	Почечные чешуи, сухие и сочные чешуи луковицы
Побеги	Колючки	Боярышник, терн (слива колючая), гледичия
	Усики	Виноград, тыква, арбуз, огурец, дыня
	Надземные столоны (усы)	Земляника, клубника, лапчатка, лютик ползучий, живучка
	Кочан	Капуста: белокочанная, краснокочанная, брюссельская; салат латук (сорт айсберг)
	Подземные столоны	Картофель, топинамбур
	Клубень	Картофель, топинамбур

Орган	Тип видоизменения	Примеры растений
Побеги	Луковица	Чеснок, лук, лилия, тюльпан, нарцисс, гиацинт
	Клубнелуковица	Крокус (шафран), гладиолус, безвременник
	Корневище	Пырей, ландыш, ирис, папоротник, кувшинка, кубышка
	Генеративные побеги	Стробилы хвощей и плаунов; вайи папоротника; шишки голосеменных; цветок
Корни	Корнеплод	Морковь, свекла, репа, редька, редис, брюква, дайкон, турнепс, петрушка, сельдерей, пастернак, цикорий
	Корнеклубни (корневые шишки)	Георгин, батат, ямс, чистяк
	Бактериальные клубеньки	Бобовые: горох, фасоль, соя, акация, клевер, люцерна, чина, вика
	Микориза (грибокорень)	Берёза-подберёзовик, осина-подосиновик, ель-боровик, сосна-маслёнок
	Корни-прицепки	Плющ, ваниль
	Корни-присоски (гаустории)	Растения-паразиты: повилика, раффлезия, заразиха, петров крест, омела, петров крест
	Воздушные корни	Эпифитные орхидеи
	Ходульные корни	Мангровые деревья, кукуруза
	Корни-подпорки (столбовидные)	Баньян







Линии 9-11 Зоология беспозвоночных

Признак	Кишечнополостные	Плоские черви	Круглые черви	Кольчатые черви	Моллюски	Членистоногие
Зарод. листки	Экто- и энтодерма	Экто-, энто-, мезодерма				
Симметрия	Радиальная	Двусторонняя (искл. - брюхоногие асимметричны)				
Полость тела	Нет	Нет	Первичная (псевдоцель)	Вторичная (целом)	Редуц. целом	Редуцированный целом
Сегментация	Нет	Нет	Нет	Есть	Нет	Есть
Покровы	Эктодерма со стрекат. клетками	Кожно-мускульный мешок			Мантия, раковина	Хитиновый покров
Пищев. система	Замкнутая		Сквозная			
Дых. система	Нет			Нет или жабры	Жабры, легкое	Жабры, легочные мешки, трахеи
Кровен. система	Нет			Замкнутая	Незамкнутая	
Выделит. система	Нет	Протонефридии	Кожные железы	Метанефридии	Нефридии (почки)	Зеленые железы, коксальные железы, мальпигиевы сосуды
Нервн. система	Диффузная (сетчатая)	Стволовая (Лестничная)	Стволовая	Брюшная нервная цепочка узлового типа	Разбросанно-узловая	Брюшная нервная цепочка узлового типа
Половая система	Гермафродиты или раздельнополые	Гермафродиты	Раздельнополые	Гермафродиты или раздельнополые	Гермафродиты или раздельнополые	Раздельнополые, иногда гермафродиты
Развитие	Прямое (у пресноводной гидры) и непрямое	Непрямое и прямое	Непрямое	Непрямое и прямое	Непрямое и прямое	Непрямое и прямое

Линии 9-11 Членистоногие

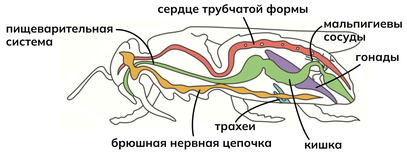
Признак	Ракообразные	Паукообразные	Насекомые
Отделы тела	Головогрудь и брюшко	Головогрудь и брюшко	Голова, грудь и брюшко
Усики	2 пары	нет	1 пара
Глаза	Сложные	Простые	Сложные и простые
Ходильные ноги	5 пар	4 пары	3 пары
Брюшные конечности	Есть	Нет	Нет
Крылья	Нет	Нет	Нет, 1 или 2 пары
Желудок	Жевательный и цедильный	Сосательный	Мышечный
Органы дыхания	Жабры	Трахеи, легкое	Трахеи
Сердце	В головогруди, пятиугольное	В брюшке, в форме трубки	В брюшке, в форме трубки
Органы выделения	Зеленые (антеннальные) железы	Мальпигиевы сосуды, коксальные железы	Мальпигиевы сосуды, жировое тело
Развитие	Чаще непрямое, речной рак - прямое	Чаще прямое, клещ - непрямое	Непрямое, с полным и неполным превращением

Тип	Основные части	Примеры	Пища	Преимущества	Ограничения
Грызущий	Челюсти, губы	Жуки, тараканы	Твёрдая пища (листья)	Универсальность	Только для твёрдой пищи
Грызуще-лижущий	Челюсти + хоботок	Пчёлы	Нектар и пыльца	Комбинация жевания и всасывания	Сложное строение
Колюще-сосущий	Иглы-стилеты	Комары, клопы	Кровь/сок растений	Доступ к скрытым ресурсам (кровь, сок)	Зависимость от хозяина
Сосущий	Свёрнутый хоботок	Бабочки	Нектар	Эффективное питание нектаром, который богат сахарами	Нет твёрдой пищи
Лижущий	Мягкий хоботок	Мухи	Разжиженная пища	Максимальная адаптивность	Нужно предварительное разжижение пищи

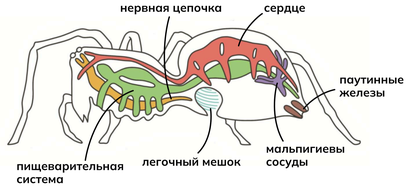
Линии 9-11 Членистоногие

Полное превращение у насекомых	Неполное превращение у насекомых
Жесткокрылые, или жуки: майский жук, колорадский жук, жук-могильщик, жук-плавунец, жук-олень, божья коровка и др.	**Стрекозы:** большое коромысло.
Двукрылые (мухи, комары, слепни, оводы): комнатная муха, дрозофила, малярийный комар и др.	**Прямокрылые** (саранча, кузнечики, медведки, сверчки): зеленый кузнечик, перелетная саранча, азиатская саранча и др.
Перепончатокрылые (пчелы, осы, шмели, шершни, муравьи): медоносная пчела, лесной муравей и др.	**Равнокрылые** (цикады, тля): гороховая тля.
Чешуекрылые, или бабочки: капустная белянка, бабочка-крапивница, пяденица, адмирал, махаон, аполлон и др.	**Клопы, или полужесткокрылые:** постельныйклоп, клоп-солдатик.
Блохи: блоха человеческая.	**Тараканы:** рыжий таракан, черный таракан.
	Вши: головная вошь, платяная вошь, лобковая вошь.

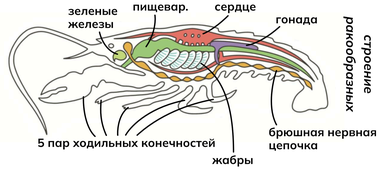
строение насекомых



строение паукообразных



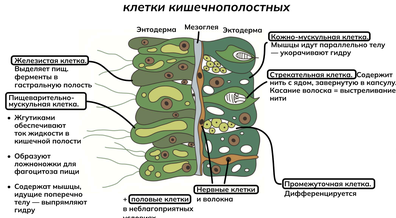
строение ракообразных

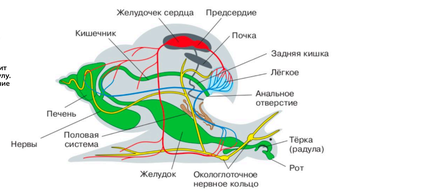


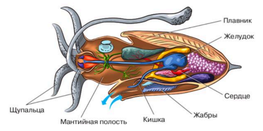
Линии 9-11 Моллюски

Признак	Брюхоногие	Двустворчатые	Головоногие
Симметрия	Асимметричные	Двусторонняя	Двусторонняя
Раковина	Цельная, спиральная или конусовидная	Две створки, симметричные или асимметричные	Редуцирована или отсутствует
Тело	Голова, туловище, нога	Нога и туловище (голова редуцирована)	Голова, туловище, нога преобразована в щупальца и воронку
Органы движения	Мускулистая нога	Мускулистая нога	Щупальца и двигательная воронка
Пищев. система	Радула, слюнные железы, печень	Фильтрующий аппарат	Роговые челюсти
Дыхат. система	Жабры или легкое	Жабры	Жабры
Кров. система	Незамкнутая	Незамкнутая	Почти замкнутая, с жаберными сердцами
Выдел. система	Почка	Две почки	2 или 4 почки
Нерв. система	Нервные узлы, соединенные стволами	Три пары ганглиев	Крупный головной мозг
Размножение	Гермафродиты или раздельнополые	Раздельнополые, наружное оплодотворение	Раздельнополые
Развитие	Прямое или с личинкой (у морских форм)	С личинкой (глохидии)	Прямое
Образ жизни	Наземные, пресноводные, морские	Водные (морские и пресноводные)	Морские, хищники
Представители	Прудовик, катушка, виноградная улитка, слизни	Мидия, устрица, перловица, гребешок	Осьминог, кальмар, каракатица, наутилус
Особенности	Способны к регенерации	Фильтраторы, образуют жемчуг	Реактивное движение, хроматофоры для изменения окраски, чернильная железа

клетки кишечнополостных







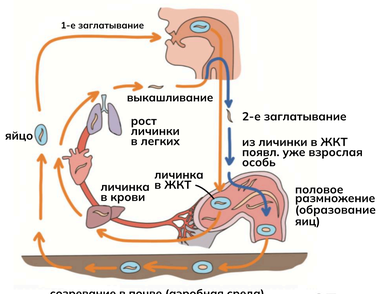
строение каракатицы

Линии 9-11 Черви

Признак	Плоские черви	Круглые черви	Кольчатые черви
Покровы	Кожно-мускульный мешок, 3 слоя мышц	Кутикула, кожно-мускульный мешок, 1 слой мышц	Кожно-мускульный мешок, 2 слоя мышц
Полость тела	Нет	Первичная	Вторичная
Пищеварительная система	Слепозамкнута	Сквозная	Сквозная
Дыхание	Поверхностью тела	Поверхностью тела	Поверхностью тела или жабрами
Кровеносная система	Нет	Нет	Замкнутая, сердца нет
Выделительная система	Протонефридии	Кожные железы	Метанефридии
Половая система	Гермафродиты	Раздельнополые	Гермафродиты (малощетинковые и пиявки) и раздельнополые
Нервная система	Лестничная (стволовая). Головные ганглии и боковые стволы с перемычками	Лестничная (стволовая). Окологлоточное кольцо и спинной / брюшной стволы с перемычками	Узловая. Окологлоточное кольцо и брюшная нервная цепочка

Характеристика	Печеночный сосальщик	Бычий цепень	Свиной цепень	Широкий лентец	Эхинококк
Окончательный хозяин	КРС, человек	Человек	Человек	Человек, рыбоядные млекопитающие	Собаки, волки, шакалы
Промежуточный хозяин	Малый прудовик	Крупный рогатый скот	Свинья, человек	Рыбы, веслоногие рачки	Человек, скот
Локализация у человека	Печень, желчные протоки	Тонкий кишечник	Кишечник	Тонкий кишечник	Печень, легкие, мозг
Способ заражения	Сырая вода, растения с адолескария ми	Сырое мясо с финнами	Сырое мясо, грязные руки	Сырая рыба	Грязные руки, шерсть собак, через воду, пищу
Заболевание	Поражение печени	Тениаринхоз (финноз)	Тениоз (кишечник), цистицеркоз (ткани)	Анемия	Эхинококкоз
Цикл	Яйцо → мирацидий → спороцциста → редия → церкарий → адолескария → марита	Яйцо → онкосфера → финна → взрослый червь	Яйцо → онкосфера → финна → взрослый червь	Яйцо → разные стадии → взрослый червь	Яйцо → онкосфера → финна → взрослый червь

жизненный цикл аскариды



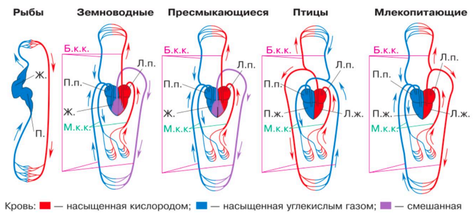
Линии 9-11 Хордовые

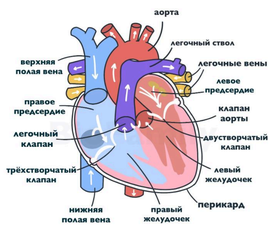
Признак	Костные рыбы	Земноводные	Пресмыкающиеся	Птицы	Млекопитающие
Покровы тела	Кожа, покрытая чешуей. В коже много желез, выделяющих слизь	Тонкая голая кожа. Много кожных желез, выделяют слизь	Кожа сухая, без желез, покрыта роговыми образованиями	Кожа сухая, тонкая, покрытая перьями. Одна железа — копчиковая	Кожа покрыта шерстью. Есть кожные железы (потовые, сальные, млечные, пахучие, церуминозные)
Отделы скелета	Череп, позвоночник (2 отдела - туловищный и хвостовой) и скелет плавников	Череп, позвоночник (4 отдела - шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой), скелет конечностей	Череп, позвоночник (5 отделов - шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой), грудная клетка , скелет конечностей		
Общее → **Пищеварительная система** Отличия →	Рот, ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник. У всех есть печень и поджелудочная железа.				
	Глотка с жаберными щелями. Есть зубы. Слюнных желез нет.	Есть клоака. Имеются язык и слюнные железы (слюна без ферментов).	Есть клоака. Слюна с ферментами.	Нет зубов. Есть клоака, зоб. В желудке два отдела: железистый и мускульный	Клоаки нет, кроме однопроходных (утконос, ехидна). Зубы дифференцированы
Сердце	Двухкамерное	Трехкамерное без перегородки в желудочке	3-камерное с неполной перегор. в желудочке (крокодилы 4-камерное)	Четырехкамерное, полная перегородка	Четырехкамерное, полная перегородка
Круги кровообращения	1 круг	2 круга	2 круга	2 круга, кровь не смешивается	2 круга, кровь не смешивается
Дыхательная система	Жабры	Мешковидные легкие и кожа. У личинок есть жабры.	Воздухоносные пути и ячеистые легкие	Воздухоносные пути и губчатые легкие. Есть воздушные мешки.	Воздухоносные пути и альвеолярные легкие.
Выделительная система	Туловищные почки, мочеточники, мочевой пузырь (может отсутствовать) и мочевое отверстие	Туловищные почки, мочеточники, клоака. Есть мочевой пузырь	Тазовые почки, мочеточники, клоака. Есть мочевой пузырь	Тазовые почки, мочеточники, клоака. Нет мочевого пузыря	Тазовые почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал.
Половая система	Парные семенники и яичники, половые протоки.	Парные семенники и яичники, половые протоки	Парные семенники и яичники, половые протоки	Парные семенники и семяпроводы, непарный яичник и яйцевод.	Парные семенники и яичники, половые протоки. Есть матка (кроме однопроходных).
Оплодотворение	Наружное	Наружное и внутреннее	Внутреннее	Внутреннее	Внутреннее
Развитие	Непрямое. Откладывают яйца.	Непрямое. Откладывают яйца.	Прямое. Откладывают яйца / яйцеживорождение.	Прямое. Все откладывают яйца.	Прямое. Живорождение, откладка яиц — только у однопроходных.
Общее → **Нервная система** Отличия →	Головной и спинной мозг, нервы. В головном мозге — 5 отделов.				
	Ведущий отдел — средний мозг	Мозжечок развит слабо	Мозжечок развит лучше, чем у амфибий	Сильно развиты большие полушария, средний мозг и мозжечок	Большие полушария покрыты корой (она гладкая или имеет извилины и борозды). Также хорошо развит мозжечок
Зрение	Глаза без век, роговица плоская.	Появляются веки и мигательная перепонка, роговица выпуклая.	Есть веки и мигательная перепонка.	Есть веки, мигательная перепонка. Зрение цветное. Двойная аккомодация.	Есть веки, мигательная перепонка имеется не у всех видов. Зрение цветное и черно-белое.
Слух	Только внутреннее ухо	Среднее и внутреннее ухо, есть барабанная перепонка и слуховая косточка (стремечко)	Среднее и внутреннее ухо, есть барабанная перепонка и стремечко	Среднее и внутреннее ухо, есть барабанная перепонка и слуховая косточка (стремечко)	Наружнее, среднее и внутреннее ухо, есть барабанная перепонка и 3 слуховые косточки (молоточек, наковальня и стремечко)
Особенности других органов	Есть боковая линия	У личинок есть боковая линия	—	Плохо развито обоняние	—

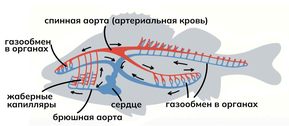
Линии 9-11 Зоология позвоночных

Кровеносная система

Класс	Строение	Особенности
Рыбы	1 круг кровообращения, 2-камерное сердце (предсердие + желудочек)	Низкое давление, смешение артериальной и венозной крови
Земноводные	2 круга кровообращения, 3-камерное сердце (2 предсердия + 1 желудочек)	Смешение крови в желудочке
Пресмыкающиеся	2 круга кровообращения, 3-камерное сердце (у крокодилов — 4-камерное)	Неполное разделение крови (кроме крокодилов); частичное смешение крови в желудочке
Птицы	2 круга, 4-камерное сердце, правая дуга аорты	Полное разделение крови, поддержка интенсивного метаболизма
Млекопитающие	2 круга, 4-камерное сердце, левая дуга аорты	Полное разделение крови, поддержка интенсивного метаболизма





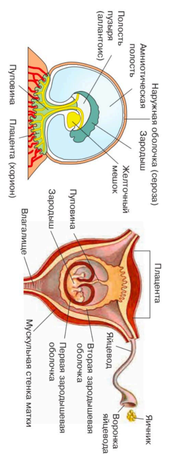


Линии 9-11 Зоология позвоночных

Выделительная система

Продукт	Группы организмов	Преимущества	Недостатки
Аммиак (NH_3)	**Водные животные** (пресноводные рыбы, личинки земноводных)	1. Не требует энергии для синтеза 2. Быстро выводится	1. Требует много воды 2. Чрезвычайно токсичен при накоплении
Мочевина	Млекопитающие, взрослые земноводные, морские рыбы	1. Малотоксична 2. Экономит воду	1. Энергозатратный синтез 2. Вредит при болезнях почек
Мочевая кислота	Птицы, рептилии, насекомые	1. Практически **не требует воды** 2. Нетоксична в твердом виде	1. Очень энергозатратна 2. Может вызывать **подагру**

Амнион и плацента



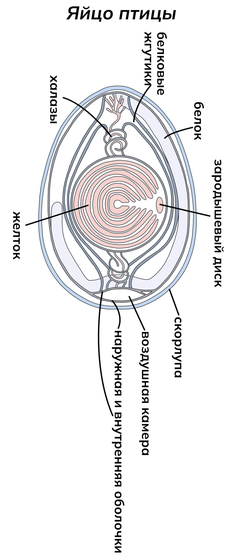
Линии 9-11 Зоология позвоночных

Дыхательная система

Класс	Строение	Особенности
Рыбы	Жабры с жаберными лепестками, водное дыхание *у двоякодышащих - легкое*	Зависимость от воды, невозможность дышать воздухом
Земноводные	Жабры (у личинок), легкие и кожа (у взрослых)	Слабая развитость лёгких, зависимость от влажности кожи (кроме некоторых жаб)
Пресмыкающиеся	Ячеистые легкие без альвеол	Независимость от воды
Птицы	Легкие с воздушными мешками (двойное дыхание)	Высокая эффективность при полете
Млекопитающие	Альвеолярные лёгкие, диафрагма	Максимальная поверхность для газообмена

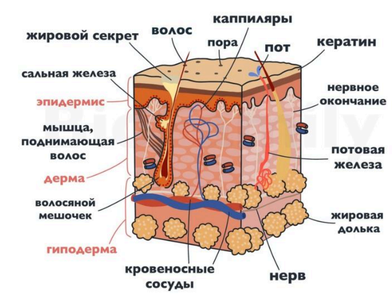
Среда обитания	Тип дыхательной поверхности	Представитель
Водная	Покровы тела	Планария
Водная	Жабры — выросты поверхности тела Наружные жабры Эктодерма Поверхность тела	Личинка бесхвостого земноводного (головастик)
	Внутренние жабры Поверхность тела	Рыба
Наземно-воздушная	Трахеи — впячивания поверхности тела Воздух Трахея	Насекомое
	Лёгкие — впячивания поверхности тела Воздух Кровь	Паук
	Лёгкие — выпячивания пищеварительной трубки Энтодерма Воздух	Пресмыкающееся

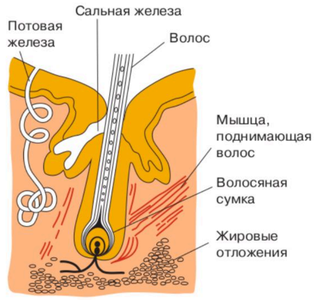
Яйцо птицы

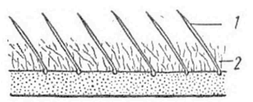


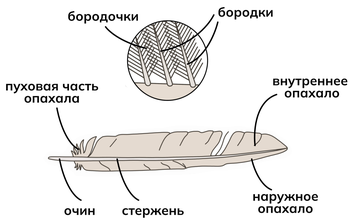
Линии 9-11 Зоология позвоночных

Тип железы	Функция	Примеры
Потовые	Охлаждение, выделение продуктов обмена	У человека, приматов; отсутствуют у водных млекопитающих, меньше желез у собак
Сальные	Смазка волос и кожи	Есть у всех млекопитающих
Молочные	Вскармливание детёнышей	Видоизменённые потовые железы
Пахучие	Защита, маркировка территории	Скунс, кошачьи
Церуминозные	Выделение ушной серы	В наружном слуховом проходе









Линия 11, 19 Ароморфозы беспозвоночных

Ароморфозы кишечнополостных

1. **Многоклеточность** и появление **дифференциации клеток.**
2. **Двуслойность.**
3. **Лучевая симметрия**
4. Появление **нервной системы.**
5. Появление **полостного пищеварения.**

Ароморфозы круглых червей

1. **Первичная** полость тела
2. **Анальное** отверстие
3. **Раздельнополость**

Ароморфозы моллюсков

1. Формирование **мантии** и **раковины**
2. Появление **примитивного сердца, печени, почек**
3. Усложнение **нервной системы**

Ароморфозы плоских червей

1. Появление **мезодермы**
2. **Двусторонняя** симметрия
3. Появление **мочевыделительной** системы
4. Появление **половой** системы
5. Появление специализированных органов **пищеварения**
6. Развитие настоящих **мышц**
7. **Стволовая нервная система**

Ароморфозы кольчатых червей

1. **Вторичная** полость тела
2. **Замкнутая** кровеносная система
3. **Брюшная нервная цепочка**
4. **Метанефридиальная** выделительная система

Ароморфозы членистоногих

1. Наружный **хитиновый покров**
2. **Членистые** конечности
3. **Поперечно-полосатая мускулатура**
4. Переход к **гетерономной сегментации** тела
5. Появление **сердца,** крупных **пищеварительных желез,** развитие **дыхательной системы**
6. **Цефализация (**превращение передних туловищных сегментов в головные)
7. Сложные **органы чувств (глаза)**

Линия 11, 19 Ароморфозы позвоночных

Ароморфозы хордовых

1. **Хорда**
2. **Нервная трубка**
3. **Жаберные щели** в глотке
4. Мышечный **хвост**

Ароморфозы позвоночных

1. Сердце
2. Почки
3. Череп и позвоночник
4. Головной и спинной мозг
5. Печень, поджелудочная

Ароморфозы рептилий

1. **Амниотическое** яйцо
2. **Сухая кожа** с роговыми чешуями
3. Полное разделение **кровотоков** (крокодил)
4. **Ячеистые** лёгкие
5. Появление **трахеи**
6. **Внутреннее оплодотворение**
7. Увеличение числа **позвонков шейного отдела**
8. Усиленный **скелет**
9. Прогрессивная **нервная система**

Ароморфозы рыб

1. Появление челюстей
2. Появление парных плавников

Ароморфозы птиц

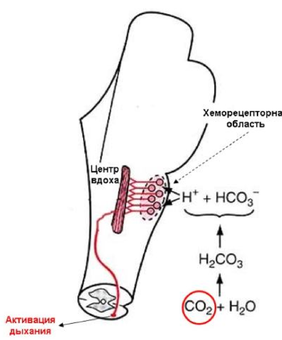
1. **Перьевой покров** и крылья
2. **Четырехкамерное** сердце
3. **Теплокровность** (гомойотермность)
4. **Двойное дыхание** и **губчатые** легкие
5. Развитый **мозжечок**

Ароморфозы млекопитающих

1. Четырёхкамерное сердце
2. Диафрагма
3. Шерстяной покров
4. Живорождение (кроме однопроходных)
5. Вскармливание молоком
6. Гетеродонтные зубы (резцы, клыки, коренные)
7. Альвеолярные лёгкие
8. Теплокровность (гомойотермия)
8. Теплокровность (гомойотермия)
9. Развитая кора головного мозга
10. Плацента
11. Безъядерные эритроциты
12. Трёхкосточковый слуховой аппарат (молоточек, наковальня, стремечко)
13. Наружное ухо (ушная раковина)

Пищеварительная система

Отдел	Функции
Ротовая полость	Механическое измельчение, расщепление углеводов (амилаза, мальтаза), защита от бактерий (лизоцим), вязкость (муцин)
Глотка	Проведение пищи в пищевод
Пищевод	Транспорт пищи в желудок
Желудок	Переваривание белков (пепсин) и жиров молока (липаза), обеззараживание (HCl)
Тонкий кишечник	Переваривание и всасывание (двенадцатиперстная, тощая, подвздошная кишка). Амилаза, мальтаза, лактаза, сахараза, (химо)трипсин, липаза, нуклеаза
Толстый кишечник	Всасывание воды, формирование кала. Есть бактерии-симбионты (переваривание целлюлозы), синтез витаминов K, B_6, B_{12}



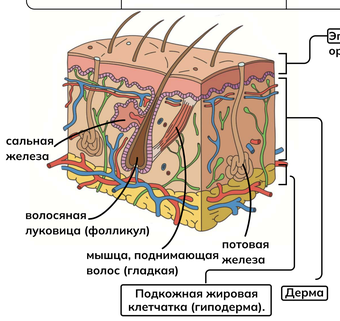
Дыхательная система

Отдел	Функции и особенности
Носовая полость	Согревание, увлажнение, очистка воздуха. Есть пазухи носа.
Гортань	Проведение воздуха, образование звуков. Есть надгортанный и щитовидный хрящи
Трахея	Проведение воздуха, защита (хрящевые полукольца)
Бронхи	Разветвление воздушных путей (хрящевые кольца)
Легкие	Газообмен (альвеолы), окружены густой сетью капилляров

Структура	Вдох	Выдох
Диафрагма	Сокращается	Расслабляется
Наружные межреберные мышцы	Сокращаются	Расслабляются
Внутренние межреберные мышцы	Расслабляются	Сокращаются
Брюшной пресс	Расслабляется	Сокращается
Грудная клетка	Поднимается	Опускается
Давление в легких	Уменьшается	Увеличивается
Легкие	Расширяются	Уменьшаются в объеме

Ткань	Функции	Свойства и т.д.	Примеры
Эпителиальная	Защита, всасывание, секреция	Клетки лежат плотно, на базальной мембране	Кожа, слизистые
Мышечная	Сокращение, движение	Возбудимость и сократимость	Поперечно-полосатая скелетная и сердечная, гладкая
Соединительная	Механическая, транспортная, трофическая	Много межклеточного вещества	Костная, хрящевая, кровь, волокнистая, жировая ткань
Нервная	Проведение импульсов	Возбудимость и проводимость	Нейроны, глия

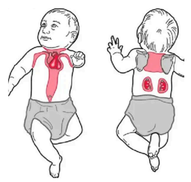
Тип железы	Куда выделяют секрет	Примеры
Эндокринные	В кровь (нет протоков)	Гипофиз, щитовидная, надпочечники и т.д.
Экзокринные	На поверхность тела/в полости органов (через **протоки**)	Слюнные, потовые, сальные, печень (желчь)
Смешанные	И в кровь, и через протоки	Поджелудочная, половые железы



Слой кожи	Структура	Функции
Эпидермис	Многослойный эпителий	Защита от УФ, обновление кожи, синтез меланина и витамина Д
Дерма	Коллаген, эластин, кровеносные сосуды, нервные окончания	Секреция, терморегуляция, чувствительность, депо крови
Гиподерма	Жировая ткань	Термоизоляция, запас энергии, амортизация

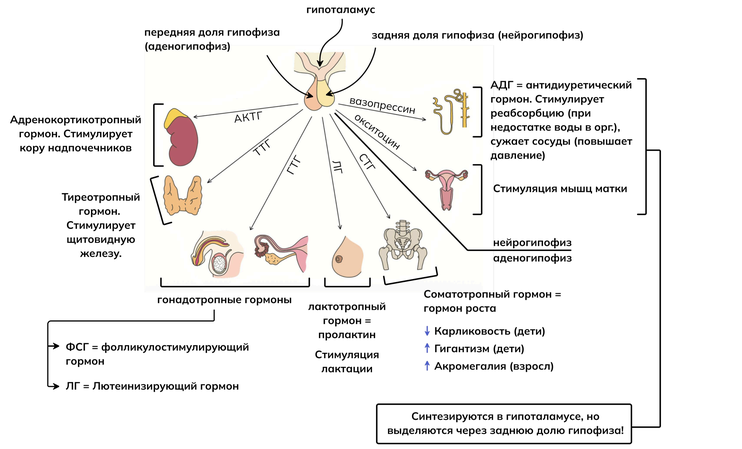
Терморегуляция:

1. Изменение просвета сосудов
2. Потоотделение
3. Мышечная активность
4. Энергетический обмен
5. Изменение поведения
6. Бурый жир



Орган	Строение	Функции	Особенности
Яичники	Парные железы в малом тазу	1. Гаметогенез (образование яйцеклеток) 2. Синтез эстрогенов и прогестерона	Циклическая работа (менструальный цикл ~28 дней)
Маточные трубы	Парные трубки длиной 10-12 см: - Мерцательный эпителий - Мышечный слой	1. Транспорт яйцеклетки 2. Место оплодотворения	Движение яйцеклетки обеспечивается: - ресничками эпителия - сокращениями стенок - током жидкости - силой тяжести
Матка	Полый мышечный орган с тремя слоями: 1. Эндометрий (слизистый) 2. Миометрий (мышечный) 3. Периметрий (наружный)	1. Имплантация эмбриона 2. Развитие плода 3. Родовая деятельность	Эндометрий ежемесячно обновляется

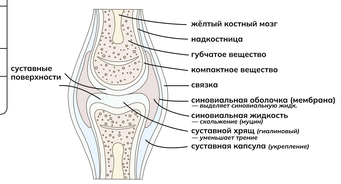
Гормон	Железа/источник	Функция
Инсулин	Поджелудочная	Снижает глюкозу в крови
Глюкагон	Поджелудочная	Повышает глюкозу в крови
Адреналин	Надпочечники (мозговой слой)	Учащение пульса, расширение бронхов, повышает глюкозу в крови, повышает давление
Кортизол	Надпочечники (корковый слой)	Стрессовый ответ, регуляция метаболизма, повышает глюкозу в крови
Тироксин	Щитовидная железа	Регуляция обмена веществ, роста и развития. Гипофункция - кретинизм/микседема, гипер - базедова болезнь
Вазопрессин (АДГ)	Гипоталамус (секреция в гипофизе)	Удерживает воду в почках, сужает сосуды, повышает давление
Соматотропин	Гипофиз (передняя доля)	Стимуляция роста тканей, обмена веществ, повышает глюкозу в крови
Тестостерон	Семенники	Развитие мужских половых признаков, сперматогенез
Эстроген	Яичники	Развитие женских половых признаков, регуляция цикла



Компонент кости	Строение	Функции
Губчатая костная ткань	• Костные пластинки под **разными углами**, образуют ячейки • Содержит **красный костный мозг**	• Кроветворение (гемопоэз) • Амортизация нагрузок • Локализация: **эпифизы** трубчатых костей, плоские и губчатые кости
Компактная костная ткань	• Плотные костные пластинки, образующие **остеоны** • Остеон: концентрические пластинки с остеоцитами вокруг Гаверсова **канала**	• Обеспечение механической прочности • Проведение питательных веществ (через Гаверсовы каналы)
Надкостница (периост)	• Наружный слой: плотная соединительная ткань с сосудами и нервами • Внутренний слой: содержит остеобласты	• **Питание** кости • Рост кости **в толщину** (остеобласты) • Регенерация при **переломах** • Крепление **сухожилий**
Костный мозг	• **Красный:** кроветворная ткань (у детей во всех костях, у взрослых - в плоских и губчатых) • **Желтый:** жировая ткань (в диафизах трубчатых костей у взрослых)	• Гемопоэз (красный) • Запас питательных веществ (желтый)

Тип соединен.	Хар-ка	Примеры
Неподвижное	Кости прочно сращены соединительной тканью	Швы черепа, тазовые кости, крестцовые и копчиковые позвонки
Полуподвижное	Соединены хрящом	Межпозвоночные диски, лобковый симфиз, ребра с грудной
Подвижное	Имеют суставную сумку, полость с синовиальной жидкостью	Суставы: височная + нижняя челюсть, 1 и 2 шейные, плечевой, локтевой, лучезапястный, тазобедренный и т.д.

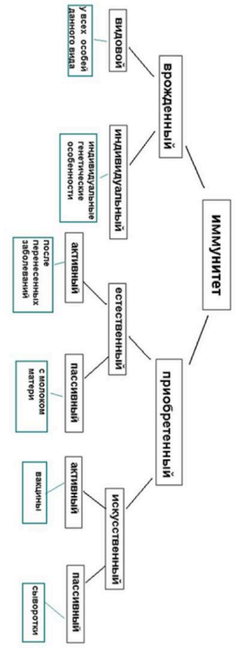
Трубчатые кости:



Хар-ка	Поперечнополосатая скелетная	Гладкая	Поперечнополосатая сердечная
Локализация	Скелетные мышцы, язык, глотка, диафрагма	Стенки внутренних органов, сосудов	Сердечная мышца (миокард)
Строение	Многоядерные волокна (симпласты) с периферическими ядрами	Одноядерные веретеновидные миоциты	Одно- или двуядерные кардиомиоциты
Сократительные элементы	Миофибриллы с саркомерами	Актин и миозин (без саркомеров)	Миофибриллы с саркомерами
Особенности	Поперечная исчерченность, саркоплазма с гликогеном и миоглобином	Нет исчерченности, много промежуточных филаментов	Поперечная исчерченность, вставочные диски, саркоплазма с гликогеном и миоглобином
Регуляция	Произвольная (соматическая НС)	Непроизвольная (вегетативная НС)	Непроизвольная (автоматизм)
Скорость сокращения	Быстрое	Медленное	Средняя скорость
Утомляемость	Быстро утомляются	Мало утомляются	Устойчивы к утомлению
Функции	Движение тела, поддержание позы	Перистальтика, тонус сосудов	Нагнетательная функция сердца

Сосуд	Артерии	Вены	Капилляры
Особенности строения	Мощные мышечные стенки	Имеют более тонкий, чем артерии, мышечный слой и клапаны	Стенки образованы одним слоем клеток
Функции	Транспорт крови ОТ сердца	Транспорт крови К сердцу	Газообмен, обмен веществ
Расположение	Глубоко в мышцах	Поверхностно	Пронизывают ткани
Цвет крови	Алая	Бурая	
Давление крови	Высокое (максимально в аорте)	Низкое (минимально в полых венах)	Среднее
Скорость кровотока	Наибольшая	Средняя (по мере приближения к сердцупостепенно увеличивается)	Наименьшая

Хар-ка:	Вакцина	Лечебная сыворотка
Состав	Ослабленные или убитые патогены (бактерии, вирусы), или их токсины в невысокой концентрации	Сыворотка (плазма крови без фибриногена) с наличием антител к конкретному возбудителю
Как организм получает антитела?	Вырабатывает самостоятельно. Формируются клетки памяти	В готовом виде
Как быстро развивается иммунный ответ?	В течение длительного времени	В течение короткого срока
Для чего применяют?	Для профилактики	Для лечения
Дополнительно	Если заболевание проявляется, то протекает в легкой форме	Получают от здоровых доноров крови, перенесших конкретное заболевание



Агглютиногены - антигены
агглютинины - антитела

Гр. крови	I(O)	II (A)	III (B)	IV (AB)
Агглютиногены в эритроцитах	-	A	B	A, B
Агглютинины в плазме	α, b	b	α	-

Форменные элементы крови	Характеристики	Место образования, дозревания и разрушения	Функции
Эритроциты	• красные клетки крови, есть агглютиногены • движение с током крови; больше всего - миллионы • двояковогнутая форма, содержат белок гемоглобин • нет ядра, длительность жизни: 120 дней	Образование: ККМ Дозревание: ККМ Разрушение: печень, селезенка	транспорт газов: кислорода от легких к тканям; углекислого газа от тканей к легким
Тромбоциты	• кровяные пластинки (нет ядра, не являются клетками) • движение с током крови • способность прилипать к стенкам поврежденных сосудов (адгезия) и склеивать их • способны к объединению (агрегации) • длительность жизни: 7 дней		свертывание крови (коагуляция)
Лейкоциты	• белые клетки крови, способны к фагоцитозу • некоторые способны к амебоидному движению (даже против тока крови) • есть ядро, различная форма и размер • способны проникать через стенку капилляра • длительность жизни: до десятков лет	Образование: ККМ, селезенка, лимфоузлы, тимус Дозревание: селезенка, лимфоузлы, тимус Разрушение: печень, селезенка	• клеточный и гуморальный иммунитет • разрушение погибших клеток

Фаза	Время, с	Створчатые клапаны	Полулунные клапаны	Движение крови
Сокращение (систола) предсердий	0,1	открыты	закрыты	из предсердий в желудочки
Сокращение (систола) желудочков	0,3	закрыты (1 тон)	открыты	из левого желудочка - в аорту, из правого - в легочный ствол
Расслабление (диастола)	0,4	открыты	закрыты (2 тон)	из вен в предсердия (и пассивно в желудочки)

Признак	Кровеносная система	Лимфатическая система
Тип системы	Замкнутая	Слепозамкнутые капилляры
Движение жидкости	Двустороннее (к сердцу и от сердца)	Однонаправленное (от периферии к сердцу)
Давление	Высокое	Низкое
Скорость тока	Быстрая	Медленная
Наличие клапанов	В венах	В лимфатических сосудах
Консистенция	Жидкость	Жидкость
Состав	Вода, ионы, белки, форменные элементы	Вода, ионы, белки, лимфоциты и лейкоциты

Линия 13-16 Органы чувств млекопитающих

Чувство	Строение органа	Функция
Зрение	Глаза с веками, хрусталик, сетчатка Аккомодация за счет **изменения кривизны хрусталика**	**Бинокулярное**, объемное (хищники) – глаза расположены спереди **Монокулярное**, широкий обзор (травоядные) – глаза расположены по бокам
Слух	**Ушная раковина → слуховой проход** → барабанная перепонка → 3 косточки (молоточек, наковальня, стремечко) → улитка	Улавливание звуков, равновесие
Обоняние	Носовая полость с хеморецепторами	Различение запахов
Осязание	**Вибриссы**, кожные рецепторы	Тактильная чувствительность
Вкус	Вкусовые сосочки языка	Различение вкусов (сладкое, солёное, горькое, кислое)

Рефлексы

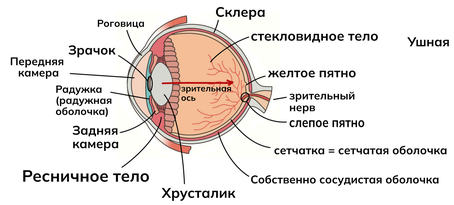
Безусловные рефлексы	Условные рефлексы
Передаются по наследству, врожденные	Приобретаются в процессе жизни, не передаются по наследству
Одинаковые у всего вида	Индивидуальные
Сам рефлекс постоянен, мало изменяется в течение жизни	Рефлексы не постоянны, без подкрепления могут угасать, могут вырабатываться новые
Рефлекторные дуги постоянные	Рефлекторные дуги не постоянные, формируются при определенных условиях
Рефлекс осуществляется на определенное (адекватное) раздражение	Рефлекс осуществляется на любое условное раздражение. Рефлекс формируется на основе безусловных рефлексов
Не многочисленны	Многочисленны
Приспосабливают к постоянным условиям жизни	Приспосабливают к меняющимся условиям жизни
Осуществляются на уровне спинного мозга, продолговатого, среднего и других подкорковых структур	Центры - кора головного мозга

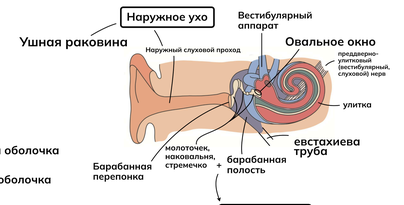
Тип рефлекторной дуги	Цепь нейронов (вставочного может не быть)	Эффектор
Соматическая	Рецептор → Чувствительный → *Вставочный* → Двигательный → Эффектор	Скелетные мышцы
Вегетативная	Рецептор → Чувствительный → *Вставочный* → I вегетативный → Ганглий → II вегетативный → Эффектор	Гладкие мышцы, железы

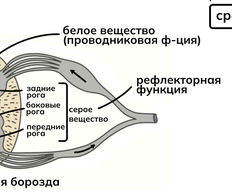
Линия 13-16 Анатомия

Нервная регуляция	Гуморальная регуляция
Осуществляется посредством нервной системы	Осуществляется посредством эндокринных желез и клеток
Сигнал – нервный импульс	Сигнал – гормон
Передача электрическая (по нервным волокнам) и химическая (через синапсы)	Передача химическая
Распространение сигнала по структурам рефлекторной дуги	Распространение сигнала гуморально (через кровь, лимфу, тканевую жидкость)
Включается быстро и действует коротко	Включается медленно и действует долго
Ответ локальный и четко адресованный	Ответ генерализован (включаются разные органы)

Отдел	Функции
Продолговатый мозг	Проводниковая и рефлекторная (центры дыхания, ССС, пищеварения, кашля, рвоты, чихания и т.д.)
Мост	Проводниковая, с мостом образует задний мозг
Мозжечок	Координация движений, равновесие, мышечный тонус
Средний мозг	Проводниковая + первичные зрительные и слуховые рефлексы, ориентировочный рефлекс
Промежуточный мозг	Таламус – обработка сигналов (кроме обонятельных); гипоталамус – поддержание гомеостаза (температура, концентрация воды и солей), центр нейрогуморальной регуляции
Конечный мозг	Высшая нервная деятельность, память, речь, обработка информации от рецепторов

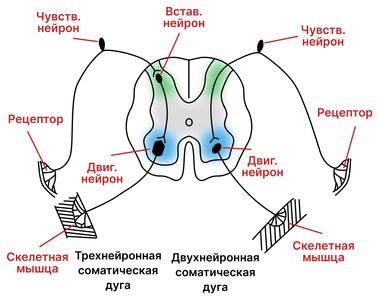




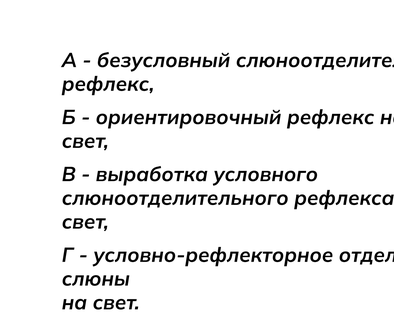


Линия 13-16 Анатомия

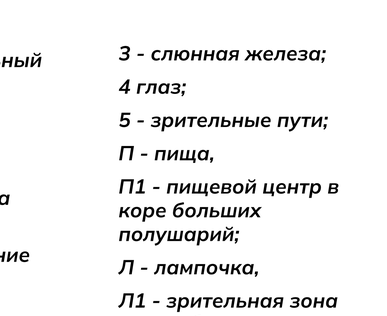
Соматическая дуга



Признак	Соматическая нервная система	Вегетативная (автономная) нервная система
Расположение нервных центров	Нервные центры во всех отделах ЦНС	Центры в стволе мозга, в грудном, поясничном и крестцовом отделах спинного мозга
Расположение тел двигательных нейронов	В пределах ЦНС	За пределами ЦНС, в вегетативных ганглиях
Путь от ЦНС до эффектора	Одонейронный	Двунейронный (первый нейрон в ЦНС, второй — в вегетативных ганглиях)
Миелинизация нервных волокон	Все нервы с миелиновой оболочкой (высокая скорость распространения импульса)	Только преганглионарные миелинизированы, постганглионарные – без мielина (низкая скорость распространения импульса)
Объекты иннервации	Опорно-двигательный аппарат и кожа	Внутренние органы, сосуды
Произвольность регуляции	Произвольная	Непроизвольная

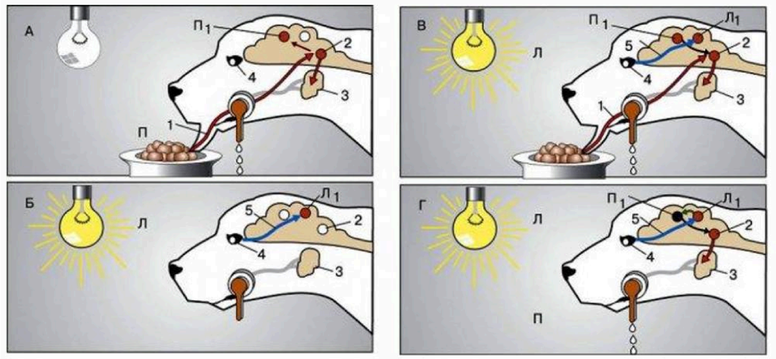


Вегетативная дуга со встав. нейроном



Вегетативная дуга без встав. нейрона

Линия 13-16 Анатомия



А - безусловный слюноотделительный рефлекс,

Б - ориентировочный рефлекс на свет,

В - выработка условного слюноотделительного рефлекса на свет,

Г - условно-рефлекторное отделение слюны на свет.

1 - рецепторы языка;

2 - слюноотделительный центр продолговатого мозга;

3 - слюнная железа;

4 глаз;

5 - зрительные пути;

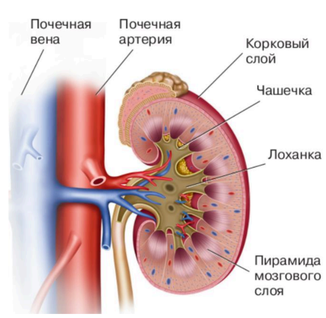
П - пища,

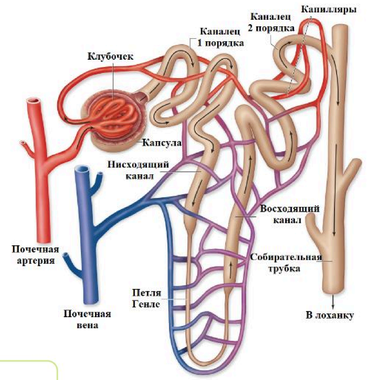
П1 - пищевой центр в коре больших полушарий;

Л - лампочка,

Л1 - зрительная зона в коре больших полушарий

Линия 13-16 Анатомия

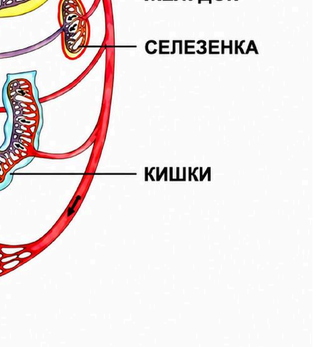




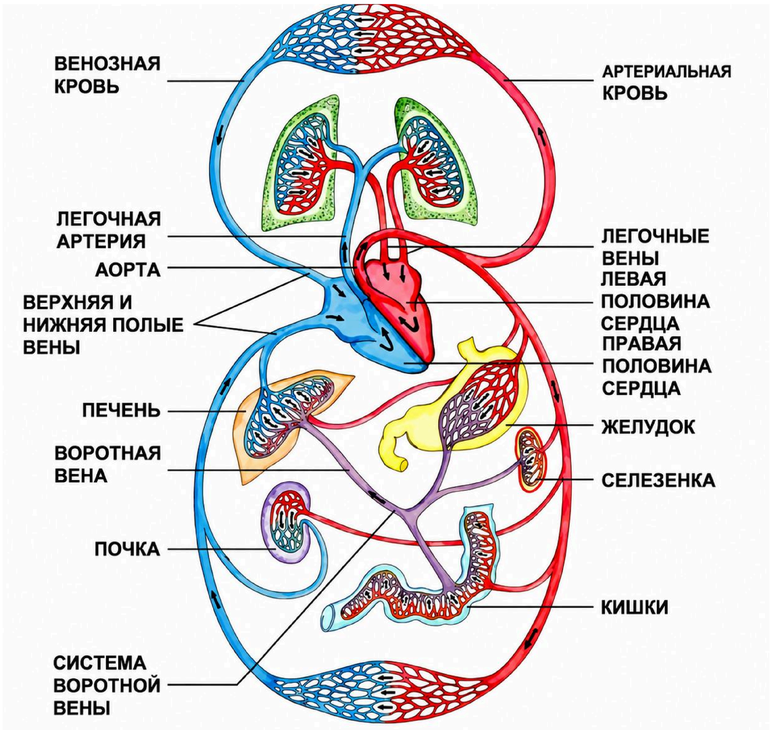
Последовательность кровотока:

Почечная артерия → мелкие артерии → приносящая артериола → клубочковая капиллярная сеть → выносящая артериола → капилляры вокруг канальцев → мелкие вены →почечная вена.

Этап	Процессы
Фильтрация	Вода и низкомолекулярные вещества пассивно переходят из плазмы крови в полость капсулы нефрона. Образуется **первичная моча.**
Реабсорбция	Всасываются обратно в кровь вода (пассивно), ионы, глюкоза, аминокислоты, витамины (активно).
Секреция	Активный транспорт веществ из крови в канальцы. В мочу поступают протоны, некоторые ионы, токсины, лекарства. Образуется **вторичная моча.**



Линия 13-16 Анатомия

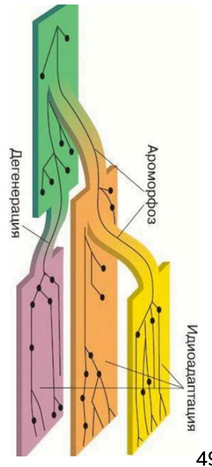


Линия 17-19 Эволюция

Адаптация	Применение
Средства пассивной защиты	*Пример: иглы у ежа, панцирь черепахи, колючки, раковины, хитиновый покров*
Покровительственная окраска	Цвет тела сливается с окружающей средой. *Пример: белая шерсть песца, зелёная окраска кузнечика.*
Расчленяющая окраска	Контрастные полосы/пятна, нарушающие силуэт. *Пример: полосы у тигра, зебры*
Маскировка	Форма и цвет имитируют объекты среды. *Пример: палочник похож на ветку*
Мимикрия	Подражание ядовитым, опасным видам. *Пример: муха-журчалка имитирует осу, безвредные змеи — ядовитых.*
Физиологические адаптации	Изменения в организме для выживания. *Пример: накопление жира верблюда, спячка медведя.*
Биохимические адаптации	Выработка веществ для защиты или нападения. *Пример: яд у змей, антифризы/ненасыщенные липиды*
Этологические адаптации	Особенности поведения для выживания. *Пример: стадность у зебр, запасание пищи у белки.*

Направление эволюции	Критерии	Примеры таксонов
Биологический прогресс	Эволюционный успех в развитии группы: • увеличение числа соподчиненных таксонов • увеличение численности особей группы • расширение ареала • совершенствование приспособленности • широкая экологическая ниша	Млекопитающие Птицы Насекомые Костные рыбы Грызуны Серая крыса Сизый голубь
Биологический регресс	Эволюционный упадок в развитии группы: • низкое число подчиненных таксонов • малая численность особей внутри группы • узкий ареал, эндемики/реликты • низкая пластичность и приспособляемость • узкая экологическая ниша	Саговники Гинкго Кистеперые рыбы Яйцекладущие Хоботные Гаттерия

Критерий вида	Суть
Морфологический	Строение, окраска, размеры тела
Физиологический	Жизнедеятельность, процессы, беременность, размножение
Генетический	Кариотип, последовательности ДНК, хромосомы
Биохимический	Вещества, реакции, ферменты, яды, токсины, белки
Географический	Ареал обитания, *регион, страна, остров*
Экологический	Ниша, местообитания, питание, роль в экосистеме, образ жизни

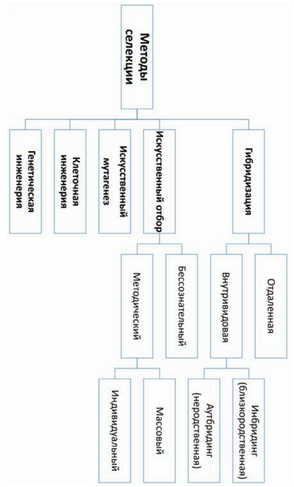


Линия 17-19 Эволюция и изменчивость

Признак	Искусственный отбор	Естественный отбор
Исходный материал	Индивидуальные признаки организма	
Отбирающий фактор	Человек	Условия среды
Критерии	Полезность признака для человека	Приспособленность к условиям среды
Источник разнообразия	Наследственная изменчивость: мутации (включая искусственные мутации) + комбинации	Наследственная изменчивость: мутации + комбинации
Сроки	Относительно короткие (десятки лет)	Длительные (тысячи, миллионы лет)
Результат	Новые сорта, породы, штаммы, полиплоиды и тд	Новые виды, адаптации, усложнение или упрощение организации
Формы отбора	Бессознательный, методический (массовый и индивидуальный)	Движущий, стабилизирующий, дизруптивный (+ половой)

Индивидуальный отбор	Массовый отбор
Сохраняются отдельные особи (ценные производители)	Сохраняется группа особей с нужными человеку свойствами
Отбор ведется по генотипу с оценкой качества потомства в ряду поколений (испытание по потомству) и по фенотипу (отбор по экстерьеру)	Отбор ведется по фенотипу (по соответствию сортовым/ породным свойствам
Применяется для животных и самоопыляемых растений	Применяется в селекции растений, редко для животных

Тип мутации	Определение	Пример
Генные (точечные)	Изменение последовательности ДНК в одном гене	1. Серповидноклеточная анемия 2. Фенилкетонурия 3. Альбинизм
Хромосомные	Изменение структуры хромосом (перестройки)	1. Делеция – потеря участка (синдром «кошачьего крика») 2. Дупликация – удвоение участка 3. Инверсия – поворот участка 4. Транслокация – перенос участка
Геномные	Изменение числа хромосом	1. Анеуплоидия: • Трисомия 21 (синдром Дауна) • XXY (синдром Клайнфельтера) • X0 (синдром Шерешевского-Тернера) • XXX (трисомия X) 2. Полиплоидия – кратное увеличение наборов: • Полиплоидные растения



Линия 17-19 Эволюция

Ламарк

- Стремление к совершенству
- Признаки образуются от прямого воздействия среды
- Упражнения органов
- Благоприобретенные признаки наследуются
- Эволюция происходит на уровне конкретных особей
- Принцип эволюции — градация от простого к сложному

Отрицал эволюцию на уровне вида, не знал про естественный отбор

Дарвин

- Наследуются случайные изменения (наследственная изменчивость)
- Борьба за существование
- Естественный отбор — выживание приспособленных
- Половой отбор
- Искусственный отбор
- Эволюция идет на уровне видов дивергентно

Не знал про популяции, мутации, генотипы и комбинации генов

СТЭ

- Мутационная и комбинативная изменчивость
- Дрейф генов, популяционные волны, миграции и изоляции
- Естественный отбор — избирательное воспроизведение генотипов
- Микроэволюция и макроэволюция
- Пути достижения биологического прогресса (идиоадаптация, ароморфоз, общая дегенерация)
- Эволюция на уровне популяций может идти дивергентно, конвергентно или параллельно

Не отвергает Дарвина, но дополняет новыми терминами и принципами

Форма борьбы за существование	Внутривидовая	Межвидовая	С факторами среды
Прямая (приводит к гибели особи)	Внутривидовой каннибализм, гибель самца в борьбе за самку	Отношения хищник-жертва, паразит-хозяин и т.п.	Гибель организмов при воздействии низких или высоких температур, засухи и т.п.
Косвенная (конкуренция) у особей со сходными потребностями	Соперничество за территорию, пищу, самку между особями одного вида	Конкуренция между видами за пищу, территорию и др. ресурсы	Определяет границы распространения видов

Отбор	Действие
Движущий	Сохраняет крайнее значение (одно)
Стабилизирующий	Сохраняет среднее значение признака
Дизруптивный	Устраняет средние формы, сохраняя крайние

Фактор эволюции	Характеристика	Дополнительно
Мутации и комбинации	Материал для естественного отбора	Мутации: альбинизм, серповидноклеточная анемия
Дрейф генов	Случайное изменение частот аллелей в малых популяциях	Эффект основателя, бутылочное горлышко
Популяционные волны	Колебания численности популяции	Резкое сокращение популяции северных оленей из-за эпидемии
Изоляция	Препятствия для свободного скрещивания	Географическая (горы, реки), экологическая (ниши, питание, образ жизни), репродуктивная
Миграция	Перенос генов между популяциями	Делает популяции похожими друг на друга

Линия 17-19 Эволюция

Человекообразные обезьяны	Человек
• Передвижение на **четырёх конечностях** (квадропедальность), у некоторых – (**перепрыгивание** с ветки на ветку) • Объём мозга **меньше** (у шимпанзе ~400 см³), менее развитые ассоциативные зоны • **Мощные челюсти, крупные клыки, выступающие надбровные дуги, покатый лоб** • Противопоставленный большой палец, но **менее развитая мелкая моторика** • **Примитивные формы общения** (жесты, звуки) • Использование **простых орудий** (палки, камни) без их модификации	• **Прямохождение** (бипедальность) • Объём мозга ~1350 см³, развитые **лобные, затылочные** доли и **большая площадь коры,** абстрактное мышление, преобладание **мозгового отдела** над лицевым • **Вертикальный лоб, подбородочный выступ, слабые челюсти, мелкие зубы** • Противопоставленный **большой палец,** точный захват • Сложная **речь,** культура, религия, искусство • Изготовление **сложных орудий,** технологическое развитие • **Вторая сигнальная система**

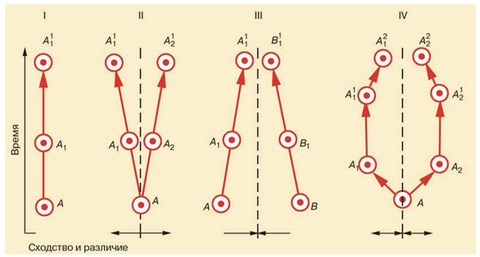
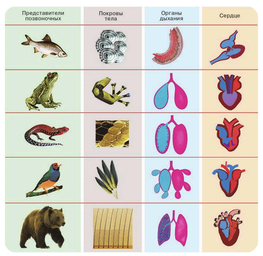


Схема форм эволюции: I — филетическая; II — дивергентная; III — конвергентная; IV — параллельная



ароморфозы позвоночных

Линия 17-19 Эволюция

Название стадии	Представитель (название вида)	Время существования	Объём мозга, см³	Особенности
—	Проконсул	18–15 млн. лет	150	Сочетал признаки мартышковых и человекообразных обезьян
—	Дриопитек	12–9 млн. лет	300	Древняя человекообразная обезьяна, общий предок шимпанзе, горилл и людей
Протоантропы (предшественники людей)	Австралопитеки (А. афарский, А. африканский и др.)	6–2 млн. лет	350–450	Использовали прямохождение. Каменных орудий не изготавливали. Жили в саванне. Питались растительной и животной пищей.
Ранние Homo	Человек умелый	2–1,5 млн. лет	600–700	Изготавливали каменные орудия (олдувайская галечная культура). В рационе увеличилось потребление животной пищи (охота и падаль).
Архантропы (древнейшие люди)	Питекантропы, синантропы (Человек прямоходящий)	1,2 млн. лет — 150 тыс. лет	800–1200	Изготавливали каменные рубила. Охотились на крупных животных. Имели зачатки речи. Могли поддерживать огонь (но не умели его добывать).
Палеоантропы (древние люди)	Неандертальцы (Человек неандертальский); Человек денисовский, Человек гейдельбергский	130–30 тыс. лет	1200–1600	Изготавливали кремниевые и костяные наконечники, скребла, одежду из шкур животных. Имели примитивную речь. Питались преимущественно мясной пищей. Жили в пещерах. Использовали огонь. Имели погребальные обряды. Жили в период оледенения, имели черты адаптации к холодному климату.
Неоантропы (новые люди)	Кроманьонцы (Человек разумный)	50 тыс. лет	1300–1500	Освоили все континенты. Изготавливали каменные ножи, наконечники, метательные орудия, рыболовные крючки, одежду. Имели членораздельную речь. Умели разводить и поддерживать огонь, строить жилища. Имели развитое абстрактное мышление, разнообразные ритуалы и обряды, предметы искусства (наскальная живопись, скульптуры, украшения).

Абиотические	Биотические	Антропогенные
Факторы неживой природы: свет, температура, влажность, рельеф, минеральный состав почвы, концентрация растворенного кислорода в воде и т.д.	**Взаимное влияние живых** организмов друг на друга: хищничество, паразитизм, конкуренция, симбиоз, квартирантство и т.д.	**Влияние хозяйственной деятельности человека:** вырубка лесов, осушение болот, загрязнение атмосферы, интродукция новых видов и т.д.

Тип доказательств	Суть	Пример
Палеонтологические	Ископаемые переходные формы, остатки, филогенетический ряд	Археоптерикс (птица+рептилия)
Эмбриологические	Закон зародышевого сходства, биогенетический закон	Жаберные щели, хорда эмбрионов
Сравнительно-анатомические	Рудименты, атавизмы. гомологичные и аналогичные органы	Конечности кита и лошади - гомологи, крылья птицы и бабочки - аналоги

Линия 17-19 Эволюция

Эра, возраст (млн. лет назад)	Период, возраст, (млн. лет назад)	Эволюция растений	Эволюция животных
Архей, 4000-2500	—	Возникновение прокариот (в т.ч. цианобактерий). Возникновение фотосинтеза. Появление первых эукариот (на границе с протерозоем).	
Протерозой, 2500-541	—	Кислородная революция (повышение концентрации кислорода в атмосфере). Вымирание большинства анаэробных прокариот. Возникновение полового процесса. Возникновение многоклеточности.	
		Возникновение золотистых, зеленых, бурых, красных и др. водорослей	Возникновение губок, кишечнополостных, плоских, кольчатых червей, моллюсков.

Эра, возраст (млн. лет назад)	Период, возраст, (млн. лет назад)	Эволюция растений	Эволюция животных
Палеозой, 541-252	Кембрийский, 541-485	Расцвет одноклеточных и многоклеточных водорослей.	Возникновение всех известных типов животных (в т.ч. членистоногих и хордовых). Появление трилобитов.
	Ордовикский, 485-444		Доминирование кишечнополостных, трилобитов и иглокожих. Появление головоногих моллюсков.
	Силурийский, 444-419	Выход первых растений (риниофитов) на сушу.	Появление ракоскорпионов. Возникновение позвоночных (рыб).
	Девонский, 419-359	Возникновение и распространение мхов, хвощей, плаунов, папоротников.	Доминирование хрящевых и костных рыб. Возникновение кистеперых рыб. Возникновение первых амфибий (стегоцефалов). Выход на сушу беспозвоночных (паукообразных, насекомых).
	Каменноугольный, 359-299	Расцвет древовидных хвощей, плаунов, большинства папоротников. Возникновение голосеменных.	Появление летающих насекомых. Доминирование на суше членистоногих и амфибий. Возникновение рептилий.
	Пермский, 299-252	Вымирание древовидных хвощей, плаунов, папоротников. Распространение голосеменных. Появление хвойных.	Вымирание трилобитов и других морских беспозвоночных. Распространение рептилий.

Эра, возраст (млн. лет назад)	Период, возраст, (млн. лет назад)	Эволюция растений	Эволюция животных
Мезозой, 252-66	Триасовый, 252-201	Доминирование голосеменных.	Доминирование рептилий. Возникновение млекопитающих
	Юрский, 201-145		Распространение динозавров, ихтиозавров, птерозавров. Возникновение птиц.
	Меловой, 145-66	Возникновение покрытосеменных (цветковых).	Вымирание динозавров и многих морских беспозвоночных. Возникновение плацентарных млекопитающих
Кайнозой, 66-0	Палеогеновый, 66-23	Распространение цветковых растений.	Распространение птиц и млекопитающих.
	Неогеновый, 23-2,58	Иссушение климата, появление саванн и степей.	Появление австралопитеков и рода Человек.
	Четвертичный, 2,58-0	Появление холодостойких трав и кустарников. Появление листопадных и хвойных лесов.	Расцвет и вымирание мамонтов, шерстистых носорогов и др. Появление человека разумного.

Риниофиты

Переходная форма между **водорослями** и **наземными** растениями

Семенные папоротники

Переходная форма между **папоротникообразными** и **голосеменными**

Ихтиостега (стегоцефалы)

Переходная форма между **рыбами и земноводными**

Сеймурия (зверозубые ящеры)

Переходная форма между **земноводными и пресмыкающимися**

Археоптерикс

Переходная форма между **пресмыкающимися и птицами**

Зверозубые ящеры

Переходная форма между **пресмыкающимися и млекопитающими**

Линия 17-19 Гомологи и аналоги

Гомологичные органы растений

– видоизменения одних и тех же органов с разными или одинаковыми функциями

- Клубень георгина и боковые корни ромашки (корни)
- Корнеплод моркови и главный корень астры (корни)
- Корнеплод репы и корень одуванчика (корни)
- Клубень картофеля и ус земляники (побеги)
- Корневище ландыша и клубни картофеля (побеги)
- Клубень картофеля и луковица тюльпана (побеги)
- Корневище ландыша и побег примулы (побеги)
- Шишки ели и стробила хвоща (побеги)

Аналогичные органы растений

- видоизменения разных органов, но с одинаковой функцией и внешним сходством

- Клубень картофеля и клубень георгина (побег-корень)
- Луковица тюльпана и корнеплод свёклы (побег-корень)
- Колючки боярышника и колючки барбариса (побег-лист)
- Усики гороха и усики винограда (лист-побег)
- Колючки барбариса и выросты стебля ежевики (лист-выросты коры)
- Усики клубники и воздушные корни орхидеи (побег-корень)
- Шипы розы и иголки кактуса (выросты коры-лист)
- Шипы розы и колючки боярышника (выросты коры-побег)
- Вайя папоротника и побег сосны (побеги)
- Колючка кактуса и ловчий аппарат росянки (листья)
- Колючки кактуса и усики гороха (листья)
- Иголка кактуса и лист яблони (листья)
- Листья паслена и усы гороха (листья)
- Стеблевые чешуи хвоща и колючки барбариса (листья)
- Ловчие листья росянки и сочные чешуи лука (листья)
- Лепестки розы и листья капусты (листья)
- Листья и прицветники бугенвиллии (листья)
- Шип крыжовника и игла кактуса (выросты коры-лист)
- Корнеплод моркови и корневище папоротника (корень-побег)
- Корень мака и корневище ландыша (корень-побег)
- Споры мха и семена сосны (споры-семена)
- Эндосперм голосеменных и эндосперм покрытосеменных (гаплоидный женский гаметофит и триплоидный результат слияния спермия и диплоидной центральной клетки зародышевого мешка)
- Кедровые орешки и грецкие орехи (семена и плоды)

Гомологичные органы животных

- одни и те же органы (структуры) животных одного типа, имеющие одинаковые или разные функции

- Волосы человека и шерсть собаки
- Когти кошки и ногти обезьяны
- Чешуя ящерицы и перо птицы
- Роговые чешуи ящерицы и панцирь черепахи
- Чешуя акулы и зубы акулы
- Передние конечности лошади и крылья птицы
- Ласты дельфина и плавники рыбы
- Крыло птицы и ласты кита
- Предплечье лягушки и курицы
- Ноги мыши и крылья летучей мыши
- Крылья совы и крылья летучей мыши
- Задние конечности кенгуру и задние конечности тушканчика
- Ласты ихтиозавра и рука человека
- Нос обезьяны и хобот слона
- Стремечко рептилий и человека
- Киль летучей мыши и киль птицы
- Хвост бобра и хвост белки
- Антенны рака и хелицеры паука
- Конечности рака и конечности пчелы

Аналогичные органы животных

– органы (структуры) животных разных типов, имеющие одинаковую функцию

- Роющие конечности крота и медведки
- Крылья птицы и крылья бабочки
- Крылья воробья и саранчи
- Крыло летучей мыши и крыло бабочки
- Усы таракана и рыбы сома
- Глаз зайца и глаз пчелы
- Глаза осьминога и собаки
- Глаз кальмара и глаз крота
- Плавник кита и плавник рака
- Жабры рака и жабры рыбы
- Легкие лягушки и легкие паука
- Панцирь черепахи и раковина улитки
- Усы таракана и вибриссы кошки
- Щупальца осьминога и щупальца гидры
- Глаза кальмара и глаза пчелы
- Присоски осьминога и присоски бычьего цепня
- Присоски морской звезды и кальмара
- Присоски пиявок и ленточных червей
- Челюсти пиявки и челюсти насекомых

СУТЬ:

У животных: *если животные из одного типа = могут иметь гомологичные органы, если нет = не могут иметь гомологов (глаз осьминога и глаз позвоночного)*

У растений: *если это видоизменения одного и того же органа = гомологи (клубень картофеля и луковица тюльпана)*

Линия 17-19 Эволюция и экология

Тип видообразования	Причина	Пример
Географическое	Разрыв ареала (преграды, расширение)	Разные виды ландышей (Европа и Сибирь)
Экологическое	Внутри одного ареала, новые экологические ниши	Разные расы рыб-цихлид в озере Виктория

Этапы географического видообразования	Этапы экологического видообразования
Миграция существующих популяций вида на новые территории, расширение ареала исходного вида или формирование прерывистых ареалов	Существование разных экологических условий в пределах ареала исходного вида, освоение новых экологических ниш в пределах старого ареала
Географическая изоляция между популяциями, существование в новых условиях среды обитания	Экологическая изоляция между возникшими расами (внутривидовыми группировками)
Накопление мутаций в изолированной популяции	Накопление мутаций в пределах каждой внутривидовой группировки
Часть мутаций, полезных в новых условиях, поддерживается естественным отбором	Часть мутаций, полезных для существования в данной экологической нише, поддерживается естественным отбором
Распространение новых признаков в популяции	Распространение новых признаков в экологической расе (внутривидовой группировке)
Репродуктивная изоляция и возникновение нового вида	

Критерий	Агроценоз	Естественный биоценоз
Происхождение	Искусственно созданная человеком система	Естественная экосистема
Видовое разнообразие	Ограничено (монокультуры)	Высокое
Устойчивость	Неустойчив, требует постоянного ухода	Устойчив, саморегулируется
Круговорот веществ	Незамкнутый (изымается человеком)	Замкнутый
Пищевые цепи	Короткие, неразветвленные	Длинные
Энергетика	Использует дополнительную энергию (техника, удобрения) + солнечный свет	Использует только солнечную энергию
Естественный отбор	Действует совместно с искусственным	Действует
Примеры	Пшеничное поле, рыболовный пруд, яблоневый сад, чайная плантация	Лес, озеро, луг, болото и т.д.

Линия 17-19 Биосфера

Функция	Суть процесса	Примеры
Энергетическая	Аккумуляция и преобразование энергии	Фотосинтез растений, пищевые цепи (с точки зрения энергетики)
Газовая	Поддержание газового состава атмосферы	Выделение O_2 растениями, поглощение CO_2
Концентрационная	Накопление химических элементов	Образование кораллов, кремниевых скелетов диатомей
Окислительно-восстановительная	Изменение степени окисления элементов	Железобактерии окисляют Fe^{2+} до Fe^{3+}
Деструкционная	Разложение органики до неорганики	Деятельность грибов и бактерий-редуцентов
Транспортная	Миграция атомов, круговорот веществ	Вылов рыбы
Средообразующая	Формирование условий среды	Образование почвы, создание микроклимата в лесу

Тип вещества	Характеристика и примеры
Живое вещество	Все живые организмы биосферы. *Пример: растения, животные, микроорганизмы.*
Биогенное вещество	Продукты жизнедеятельности организмов. *Пример: нефть, уголь, известняк, торф, природный газ, ракушечник, янтарь.*
Косное вещество	Неорганические вещества, не созданные живыми организмами. *Пример: горные породы, минералы, лава, глина, песок, гранит, базальт, яшма.*
Биокосное вещество	Совместный результат живых и неживых процессов. *Пример:* ***почва, ил.***
Радиоактивное вещество	Элементы с нестабильными атомными ядрами. *Пример: уран, радий, плутоний.*
Рассеянные атомы	Химические элементы в свободном состоянии. *Пример: газы атмосферы, ионы в воде.*

Тип ресурсов	Примеры
Неисчерпаемые	Солнечная энергия, ветер, приливы, геотермальная энергия, атмосфера, вода Мирового океана.
Исчерпаемые	**Возобновляемые**: Леса, почва, питьевая вода, биоресурсы, атмосферный кислород. **Невозобновляемые**: Нефть, природный газ, каменный уголь, руды, фосфаты.

Линия 17-19 Экология

Тип	Характеристика		Примеры
+ +	Симбиоз	**Мутуализм** – обязательные взаимовыгодные взаимодействия	Водоросль (или цианобактерии) и гриб в лишайнике, термиты и кишечные бактерии, бобовые и клубеньковые бактерии, растения и насекомые-опылители
		Протокооперация – необязательные взаимовыгодные взаимодействия	Некоторые актинии и раки-отшельники, муравьи и тля, буйволы и воловьи птицы
– –	**Конкуренция** (межвидовая)		Рыжий и черный таракан, щука и окунь, кролики и кенгуру (Австралия), серая и черная крысы
O O	**Нейтрализм** – отсутствие взаимного влияния организмов в одном сообществе		Белки и лоси в лесу, ковыль и шмели в степи
+ O	Комменсализм – не наносит вреда	**Квартирантство** – использование других видов в качестве убежища	Лишайники на коре деревьев, жуки в норах грызунов, растения-эпифиты на деревьях, гнезда мелких птиц в гнездах орлов
		Нахлебничество – потребление остатков пищи	Акулы и рыбы-прилипалы, львы и гиены
		Сотрапезничество – потребление разных частей одного ресурса	Бактерии-сапротрофы (разлагают мертвую органику) и высшие растения (потребляют минеральные соли)
– O	**Аменсализм** – один вид подавляет другой без противодействия		Ландыш и другие растения (фитонциды)
+ –	**Хищничество (выедание)** – поедание одного вида другим		Лев и антилопа, волк и заяц (истинное хищничество), синица и насекомые, еж и черви (собирательное хищничество), корова и травы, жираф и листья (пастбищное хищничество)
	Паразитизм – жизнь за счет питательных веществ хозяина		Вирусы, свиной цепень (облигатный), трутовик и береза (факультативный), комар и человек (временный), малярийный плазмодий, лямблии (эндопаразитизм), блохи, вши (эктопаразитизм)

Первичная	Вторичная
Начинается на «голом» месте (скалы, песок) **БЕЗ ПОЧВЫ!**	Происходит после разрушения существовавшей экосистемы с почвой (пожар, вырубка).
Пример: обрастание голых скал с развитием на них леса на склонах Уральских гор	**Пример:** восстановление экосистемы после наводнения, пожара, вырубки, вспашки и т. д.
Длится сотни лет.	Идёт быстрее (есть почва и семена).

Тип пирамиды	Что показывает	Особенности
Численности	Количество особей на каждом уровне	Может быть перевёрнутой (например, одно дерево → тысячи насекомых).
Биомассы	Масса живого вещества (г/м², кг/га)	В наземных экосистемах сужается кверху, в водных – может быть перевёрнутой.
Энергии	Передача энергии между уровнями (кДж)	Всегда правильная (сужается кверху), так как подчиняется **правилу 10%.**

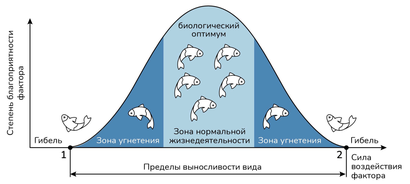
Линия 17-19 Экология

Закон	Краткая формулировка	Пример / Объяснение
Закон оптимума	Любой экологический фактор имеет определенные пределы положительного влияния на живой организм	Рыба в реке оптимально живет при +18, при температуре ниже +10 и выше +25 обмен веществ замедляется
Закон минимума Либиха	Итоговый результат зависит от фактора, находящегося в минимуме	Недостаток фосфора в почве ограничивает рост растений, даже если других элементов достаточно
Закон толерантности Шелфорда	Существование вида определяется диапазоном толерантности к каждому фактору	Форель живет только в чистой воде с определенным содержанием кислорода
Закон конкурентного исключения Гаузе	Два вида с одинаковыми экологическими потребностями не могут сосуществовать	В эксперименте инфузория вытеснила другой вид при совместном выращивании
Закон пирамиды энергий Линдемана	С каждого трофического уровня передается только 10% энергии	Из 1000 ккал растений травоядные получают 100 ккал, хищники - 10 ккал
Закон биогенной миграции атомов Вернадского	Миграция химических элементов осуществляется через живые организмы	Круговорот углерода через фотосинтез и дыхание
Правило Аллена	У теплокровных животных в холодном климате уменьшаются выступающие части тела	У песца короткие уши, у фенека (пустынная лисица) - длинные
Правило Бергмана	Теплокровные животные в холодном климате крупнее	Императорский пингвин из Антарктиды намного крупнее Галапагосского пингвина из экватора
Правило Глогера	Организмы, обитающие во влажном теплом климате темнее и ярче	Человеческие расы, белый и бурый медведи
Правило Уоллеса	По мере продвижения с севера на юг видовое разнообразие увеличивается	Видовой состав африканских саванн, Австралии, Южной Америки по сравнению с тундрой
Правило Тинемана	В суровых условиях мало видов, но много особей каждого из видов	Бедность видового состава тундры и разнообразие в тропическом лесу

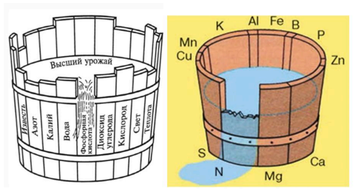
КРУГОВОРОТ АЗОТА

1. **Фиксация N_2 -** азотфиксирующие бактерии, включая **цианобактерии**, превращают молекулярный азот в аммиак (аммоний)
2. **Аммонификация** - разложение белков гнилостными (аммонифицирующими) бактериями до аммиака (аммония)
3. **Нитрификация** - окисление аммиака (аммония) до нитритов / нитратов нитрифицирующими бактериями
4. **Усвоение** аммония, нитритов и нитратов **растениями** и **автотрофными бактериями** и синтез азотсодержащей органики, **передача её по цепи питания**
5. **Денитрификация** нитратов (нитраты → молекулярный азот) денитрифицирующими бактериями

Оптимумы



Бочка Либиха



Линия 22 Эксперимент

X - независимая (задаваемая) переменная, Y - зависимая (изменяющаяся) переменная

Тип вопроса	Шаблон ответа	Тип вопроса (зачем...?)	Шаблон ответа
Формулировка нулевой гипотезы	"x НЕ влияет на y" "y НЕ зависит от x"	**Использование группы особей**	"Увеличивает достоверность результата" "Исключает влияние индивидуальной изменчивости"
Отрицательный контроль	"Необходимо _____ (исключить фактор x), при этом **остальные параметры эксперимента оставить без изменений**"	**Повторение эксперимента**	"Уменьшает погрешность измерений" "Исключает случайные факторы"
Цель отрицательного контроля	"Позволяет установить, действительно ли x влияет на y" "Проверить, насколько y обусловлено другими факторами"	**Достоверность эксперимента**	"Особи разных _____ могут иметь разную _____" "Не позволяет установить зависимость y от x в явном виде"

Содержание

Науки ... 1
Свойства живого ... 2
Генетика ... 3
Уровни живого ... 4
ЖЦ Клетки и 10% ... 5
Митоз и мейоз ... 6
Гаметогенез ... 7
Биохимия клетки ... 9
Строение клетки ... 10
Сравнение клеток ... 11
Энергетический и пластический обмен ... 12
Матричные процессы ... 13
Онтогенез ... 14
Вирусы ... 15
Грибы ... 16
БОТАНИКА ... 17
Сравнение отделов ... 18
Строение цветка ... 20
Агротехнические приёмы ... 20
Соцветия ... 21
Семейства покрытосеменных ... 22
Типы плодов ... 23
Органы растений ... 24
БЕСПОЗВОНОЧНЫЕ ... 25
Метаморфоз насекомых ... 26
Типы червей ... 27
Сравнение членистоногих ... 28
Моллюски ... 29
Хордовые ... 30
Ароморфозы беспозвоночных ... 33
ПОЗВОНОЧНЫЕ ... 33
Дыхательные системы ... 34
Кожа, железы и перья ... 35
Ароморфозы позвоночных ... 36
АНАТОМИЯ ... 37
Кожа и половая система ... 38
Эндокринная система ... 39
Опорно-двигательная система ... 40
Сосуды и иммунитет ... 41
Состав крови ... 42
Рефлексы ... 43
Выделительная система ... 45
Нервная система ... 46
Кровеносная система ... 48
ЭВОЛЮЦИЯ ... 49
Изменчивость ... 50
Эволюционные теории ... 51
Человек и человекообразные обезьяны ... 52
Антропогенез ... 53
Геологическая эволюция ... 54
Гомологи и аналоги ... 55
Видообразование ... 56
ЭКОЛОГИЯ ... 57
Вещества биосферы ... 57
Взаимоотношения организмов ... 58
Экологические законы ... 59
Эксперимент ... 60