

УЧЕБНИК ПО БИОЛОГИИ ЕГЭ, ОГЭ

Алёна Бриз



ЕДИНЫЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭКЗАМЕН

Алёна Бриз

Учебник для подготовки к ЕГЭ и ОГЭ по биологии

УДК 373.167.1:57+57(075.3)

ББК 28я721-1

Б87

Учебник для подготовки к ЕГЭ и ОГЭ по биологии, Алёна Бриз.

Издательство "РПК Аврора", 2024 г., 564 стр.

ISBN 978-5-6050275-5-3

Автор учебника – преподаватель Алёна Бриз, которая уже 10 лет готовит детей к ЕГЭ по биологии и сама сдавала ЕГЭ 3 раза. По данному учебнику обучается уже больше 7000 детей по всей России.

Забудь про зубрёжку – есть учебник по биологии, в котором вся информация изложена простым и понятным языком.

Хватит учить лишнее – в своём учебнике я собрала самую нужную и важную информацию, которая будет на ЕГЭ и ОГЭ 2024.

Учись легко, ведь в моём учебнике всё структурировано: есть сноски/лайфхаки/выделенные тезисы по тексту.

Учись с удовольствием – ведь в учебнике много цветных иллюстраций, примеров и таблиц для запоминания.

Любовь с первой страницы – вот к чему я стремилась в своём учебнике.

УДК 373.167.1:57+57(075.3)

ББК 28я721-1

© Алёна Бриз, 2024

© Издательство "РПК Аврора", 2024

ISBN 978-5-6050275-5-3



ЗНАКОМЬСЯ, ЭТО Я !

Привет, это Алёна Бриз!

Я преподаватель по биологии, уже
10 лет готовлю ребят к ЕГЭ!

Может мы знакомы с тобой по моим онлайн-курсам или карманному справочнику, а может это наша первая встреча, поэтому расскажу о себе. Я закончила медицинский и врач по образованию. Ушла из медицины, потому что поняла, что это не моё.

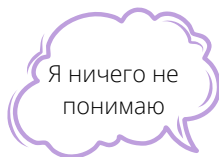
А вот писать книги я мечтала с детства. И в этом учебнике я собрала весь свой 11-летний опыт преподавания и подготовки ребят к ЕГЭ.

Почему я написала этот учебник?

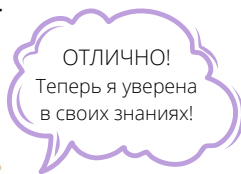
Чтобы помочь тебе подготовиться и дать только самую нужную информацию, без воды. Чтобы тебе не пришлось отделять: вот это ПРОСТО прочитать, а вот это нужно УЧИТЬ. В моём учебнике ты можешь уверенно учить ВСЁ! Здесь все темы, которые попадают на ЕГЭ и ОГЭ от начала и до конца.

Я старалась объяснить всё сложное простым языком, чтобы ты понял, что биология - это не **СКУЧНО и СЛОЖНО**, а **ИНТЕРЕСНО и ПРОСТО**.

До прочтения
учебника:



После прочтения
учебника:



Наслаждайся и влюбляйся в био !

Многие не знают, но кроме учебника по теории и карманного справочника у меня есть своя онлайн - школа, в которой мы готовим ребят к ЕГЭ и ОГЭ по биологии.

Онлайн-школа Breeze - это не просто школа, это целая биологическая семья, в которой ты получишь заботу и поддержку, обретишь новые знания и окружение единомышленников.

За 4 года мы выпустили уже больше 2500 учеников. Наши ученики поступают в топовые ВУЗы страны: МГУ, Сеченова, Пирогова, Евдокимова, Алмазова и другие.



В нашей школе есть кураторы наставники, школьный психолог и лучшие преподаватели, которые направят все силы на твой результат.

А ещё у меня есть социальные сети, в которых я каждый день выкладываю полезности для подготовки. Сканируй кюар – коды и подписывайся!



В моём телеграмм-канале каждый день выходят полезные конспекты, тесты на закрепление тем и напоминки для ЕГЭ!



На моём ютуб канале раз в неделю выходят полезные видео уроки по теории, проходят вебинары с разбором сложных тем и реальных заданий с ЕГЭ.



В моей группе ВК ты найдешь посты с полезной теорией и разборы реальных заданий первой и второй части.

А на нашем волшебном сайте ты найдешь другие продукты, которые помогут тебе прийти к заветным 80+ баллам!

Наши карманные справочники, которые помогут тебе повторить всю биологию перед экзаменом от начала и до конца!



Наш легендарный курс повторения всей биологии за неделю до экзамена, на котором мы повторяем всю биологию от и до!

Наша подписка на пробники, с помощью которой ты закрепíš теорию из учебника, практикуясь на реальных заданиях ЕГЭ и сможешь отследить свой прогресс в баллах!

Здесь тебя ждёт информация о доступных скидках на другую нашу продукцию и курсы. Сканируй кьюар – код.



Пособие является интеллектуальной собственностью и зарегистрировано в реестре правообладателей, а так же обладает индивидуальным серийным номером. Поэтому распространение, копирование и воспроизведение в электронной или механической форме, а так же любым другим способом без разрешения издателя строго запрещено. Несогласованное воспроизведение пособия или его части без согласования с издателем влечет за собой уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Поэтому настоятельно просим вас не заниматься бесплатным распространением или перепродажей данного учебника.

В учебник были вложены сотни часов моей работы и работы команды, огромное количество любви и, конечно же, моих знаний. Чужой труд нужно ценить! И в благодарность за это пользоваться учебником самому, радоваться, не пытаясь при этом нажиться на чужом труде.

А если ты хочешь, чтобы твой друг, одноклассник или знакомый тоже узнал о книге, то просто отправь его на наш сайт **www.biologyege.ru**, где он сможет его приобрести!

Спасибо за понимание.

СОДЕРЖАНИЕ

Биология как наука

- Науки и области их специализации.....9
- Методы исследования в биологии.....16
- Уровни организации живой материи.....23
- Свойства всего живого.....28

Цитология

- Строение клетки и её органоидов, отличия клеток разных царств.....31
- Транспорт в клетках.....47

Химический состав клетки

- Органические вещества клетки.....52
- Неорганические вещества.....61
- Ферменты.....63

Обмен веществ

- Пластический и энергетический обмен.....66
- Энергетический обмен, этапы.....68
- Фотосинтез.....71

Синтез белка

- Ген и свойства генетического кода.....79
- Этапы синтеза белка.....81
- Строение генов эукариот и прокариот.....87

Деление клеток

- Кариотип и наборы клеток.....91
- Интерфаза и репликация.....94
- Митоз.....98
- Мейоз.....101

Размножение

- Половое и бесполое размножение.....107
- Гаметогенез: овогенез и сперматогенез.....109
- Онтогенез: эмбриональный и постэмбриональный периоды.....113

Экология

- Методы применяемые в экологии.....124
- Экологические факторы.....126
- Законы и правила в экологии.....131
- Биогеоценоз и его компоненты.....138
- Цепи питания.....141
- Экологические пирамиды.....143
- Биогеоценоз и агроценоз.....144

Биосфера

- Компоненты биосферы.....148
- Функции живого вещества.....150
- Природные ресурсы.....151
- Круговороты веществ.....152
- Глобальные проблемы биосферы.....157

Сукцессия

- Первичная и вторичная сукцессия, этапы и различия.....162

СОДЕРЖАНИЕ

Эволюция

- История эволюции, эволюционные теории.....165
- Факторы эволюции: изменчивость, борьба за существование, естественный отбор, изоляция, дрейф генов, популяционные волны, миграция.....171
- Систематика и бинарная номенклатура.....185
- Вид, критерии вида, видообразование.....187
- Доказательства эволюции.....192
- Биологический прогресс и регресс.....197
- Пути достижения биологического прогресса: ароморфоз, идиоадаптация, общая дегенерация.....198
- Формы эволюции.....203

Антропогенез

- Систематическое положение человека.....206
- Этапы антропогенеза.....209

Происхождение жизни на Земле

- Теории возникновения жизни.....215
- Последовательность биохимической эволюции.....218
- Этапы развития жизни на Земле.....221

Генетика

- Методы генетики.....235
- Законы Менделя. Неполное доминирование.....239
- Анализирующее скрещивание.....242
- Сцепленное наследование, сцепленное с полом наследование.....244
- Хромосомная теория наследственности.....247
- Возвратное и реципрокное скрещивание.....250
- Кодоминирование.....251
- Неаллельные гены и их взаимодействия.....253

Селекция

- Задачи и методы селекции.....257
- Центры происхождения культурных растений.....261
- Биотехнология, генная и клеточная инженерия.....264

Ботаника

- Систематика растений.....268
- Разновидности и взаимопревращение пластид.....269
- Ткани растений.....271
- Строение растения, вегетативные и генеративные органы.....276
- Приспособления растений к жизни в различных условиях.....290
- Жизненные формы растений.....293
- Отделы растений, классы и семейства.....294
- Циклы развития водорослей.....310
- Циклы развития споровых.....315
- Циклы развития семенных.....321

СОДЕРЖАНИЕ

Зоология

• Систематика животных.....	331
• Подцарство Простейшие.....	332
• Тип Кишечнополостные.....	336
• Тип Плоские, Тип Круглые и Тип Кольчатые черви, циклы развития червей-паразитов.....	339
• Тип Членистоногие и его классы.....	350
• Тип Моллюски и его классы.....	368
• Тип Хордовые, классификация.....	376
• Подтип Бесчерепные: Ланцетники.....	377
• Класс Круглоротые.....	378
• Надкласс Рыбы.....	379
• Класс Земноводные.....	383
• Класс Пресмыкающиеся.....	387
• Класс Птицы.....	391
• Класс Млекопитающие.....	397
• Систематика животных.....	401
• Эволюция систем животных.....	408

Анатомия

• Наука анатомия, ткани человека, системы органов.....	411
• Гомеостаз и нервно-гуморальная регуляция.....	418
• Покровная система.....	419
• Дыхательная система.....	422
• Мочевыделительная система.....	433
• Пищеварительная система.....	438
• Обмен веществ, витамины.....	447
• Опорно-двигательный аппарат.....	452
• Нервная система.....	468
• Сенсорная система.....	487
• Эндокринная система.....	502
• Кровеносная система.....	511
• Иммуитет.....	533
• Половая система.....	538
• Терморегуляция.....	540

Прочие Царства

• Царство Бактерии.....	543
• Царство Вирусы.....	548
• Царство Грибы.....	550
• Лишайники.....	555

Эксперименты в биологии

• Эксперимент, этапы эксперимента.....	558
• Гипотеза, нулевая гипотеза.....	559
• Переменные в эксперименте.....	560
• Отрицательный контроль.....	561
• Выборка в эксперименте и статистические тесты.....	562



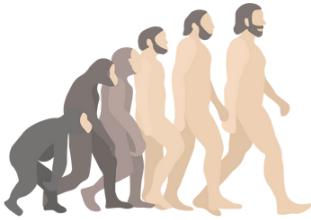
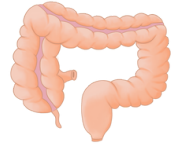
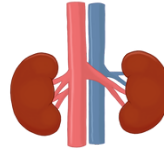
НАУКИ В БИОЛОГИИ

НАУКИ В БИОЛОГИИ



Анатомия человека – наука, изучающая форму и строение человеческого организма и составляющих его органов и систем.

Пример: строение печени человека.



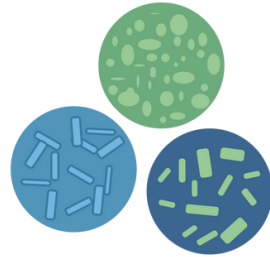
Антропология – наука, изучающая происхождение и историческое развитие человека.

Пример: факторы антропогенеза.



Бактериология – наука, изучающая строение, образ жизни и классификацию бактерий.

Пример: особенности строения бактериальной клетки.



Вирусология – наука, изучающая строение, образ жизни и классификацию вирусов.

Пример: строение вируса герпеса.



Ботаника – наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни растений.

Пример: образ жизни растений.



Зоология – наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни животных.

Пример: особенности разных отрядов животных.



Микология – наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни грибов.

Пример: строение плесневого гриба мукора.



НАУКИ В БИОЛОГИИ



Лихенология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни лишайников.

Пример: изучает роль водоросли и гриба в лишайнике.



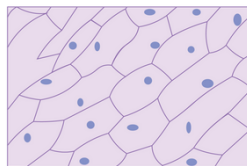
Цитология - наука о строении клетки, её особых структур и органоидов, а также химический состав клетки.

Пример: изучает строение рибосом эукариот.



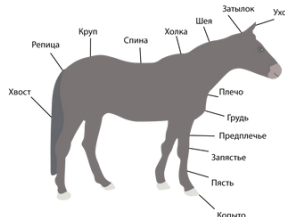
Гистология - наука, изучающая строение, классификацию и функции тканей.

Пример: изучает строение многослойного плоского эпителия.



Морфология - наука, изучающая как внешнее строение организма (форму, структуру, цвет), так и его внутреннее строение.

Пример: особенности внешнего строения, окраски и формы тела лошади.



Систематика - наука, которая классифицирует организмы в связи с их происхождением и групповой принадлежностью.

Пример: делит животных и растений на группы в связи с их происхождением.

Растения	Животные
Отдел	Тип
Класс	Класс
Порядок	Отряд
Семейство	Семейство
Род	Род
Вид	Вид



Эволюционное учение - наука, изучающая движущие силы, механизмы и общие закономерности эволюции всех живых организмов.

Пример: влияние естественного отбора на видообразование.



Экология - наука, изучающая взаимоотношения человека, животных, растений и микроорганизмов между собой и с окружающей средой.

Пример: влияние абиотических факторов на живые организмы.

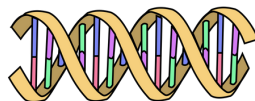


НАУКИ В БИОЛОГИИ



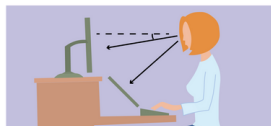
Генетика - наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости, а также строение генов и различные генетические вариации.

Пример: изучение генных и геномных мутаций.



Гигиена - наука, занимающаяся улучшением и сохранением здоровья человека, соблюдением режима труда и отдыха.

Пример: изучение гигиены рабочего места.



Селекция - наука, занимающаяся выведением человеком новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов.

Пример: выведение нового сорта яблони.



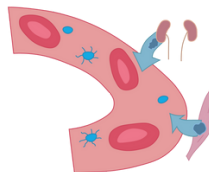
Палеонтология - наука, изучающая ископаемые остатки древних организмов, их возраст и происхождение.

Пример: филогенетический ряд лошади.



Физиология - наука, изучающая процессы, которые происходят в органах и тканях живых организмов.

Пример: процесс пищеварения в желудке.



Биохимия - наука о химическом составе живых клеток и организмов, а также о лежащих в основе их жизнедеятельности химических процессах.

Пример: цикл Кребса и его реакции.



Эмбриология - наука, изучающая закономерности развития зародыша и этапы его развития, закладку у него различных органов и тканей.

Пример: этапы и механизмы дробления.



Иммунология - это наука, изучающая строение и функционирование иммунной системы человека, механизмы ее самозащиты, иммунодефицитные заболевания, а также различные методы иммунотерапии.

Пример: изучает механизм образования антител.

НАУКИ В БИОЛОГИИ



Этология - наука о поведении животных, изучающая генетически обусловленное поведение (инстинкты) животных и эволюцию поведения.

Пример: необычное поведение опоссума при виде хищников.



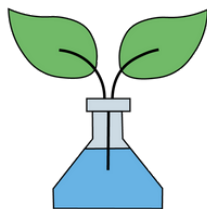
Генная инженерия - наука, изучающая выделение нужных генов из генома одного организма и введение в геном другого организма, создание организмов с генетически измененными признаками.

Пример: производство человеческого инсулина.



Биотехнология - наука, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности в промышленном производстве.

Пример: использование дрожжей и спиртового брожения в промышленности.



Арахнология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни пауков.

Пример: строение паука-крестовика.



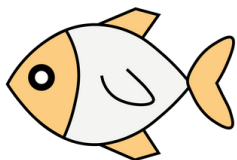
Орнитология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни птиц.

Пример: особенности образа жизни скворца.



Ихтиология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни рыб.

Пример: строение акулы-молота.



Энтомология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни насекомых.

Пример: изучение образа жизни пчёл.



НАУКИ В БИОЛОГИИ



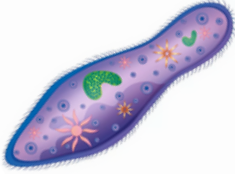
Герпетология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни земноводных и пресмыкающихся.

Пример: особенности строения разных отрядов пресмыкающихся.



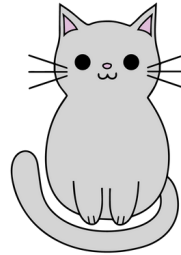
Протозоология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни простейших.

Пример: строение Амебы обыкновенной.



Териология - наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни млекопитающих.

Пример: особенности образа жизни разных семейств млекопитающих.

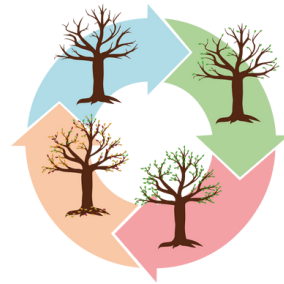


Агробиология - наука о биологических закономерностях, действующих в земледелии, растениеводстве и животноводстве, их использовании в практике сельскохозяйственного производства.



Фенология - наука о сезонных периодических изменениях в природе и их влиянии на живые организмы.

Пример: изменение длины светового дня и его влияние на организмы.



Альгология - раздел ботаники, изучающий строение, образ жизни и классификацию водорослей.

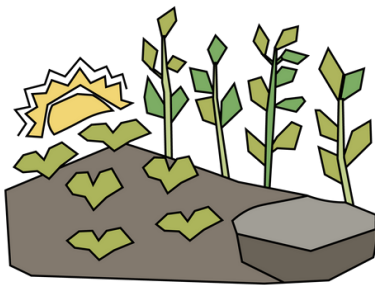
Пример: отличия разных отделов водорослей.



НАУКИ В БИОЛОГИИ



Агрономия - это наука, изучающая принципы и методы сельского хозяйства, включая растениеводство, животноводство, почвоведение, агротехнику и другие аспекты сельскохозяйственного производства.
Пример: определение сроков посева растений.



Зоогеография - раздел биогеографии, изучающий распространение животных на нашей планете Земля.
Пример: распространение сумчатых в Австралии.



Биогеография - наука, изучающая закономерности географического распространения и распределения животных, растений и микроорганизмов на планете Земля.
Пример: распространение древесных форм по материку.



Бриология - раздел ботаники, изучающий строение, образ жизни и классификацию мхов.
Пример: строение мха Кукушкина льна.



Биофизика - раздел биологии, изучающий физические аспекты существования живой природы на всех её уровнях, начиная от молекул и клеток и заканчивая Биосферой в целом.





МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ



Метод исследования – путь исследования, который проводит учёный решая какую-либо задачу или проблему.

Эмпирические (практические) методы:

1. Наблюдение
2. Описание (описательный)
3. Эксперимент
4. Измерение
5. Сравнение (сравнительный)

Теоретические методы:

1. Статистический
2. Классификация
3. Анализ
4. Синтез
5. Обобщение
6. Моделирование

К основным (универсальным) методам в биологии относятся: наблюдение, описание, сравнение, эксперимент, исторический метод.

Исторический метод - установление взаимосвязей между фактами, процессами, явлениями, происходившими на протяжении исторически длительного времени. Он стал широко применяться со второй половины 19 века благодаря работам Чарльза Дарвина, который с его помощью обосновал закономерности появления и развития организмов.

Обобщение — это метод, в результате которого устанавливаются общие свойства и признаки объектов. Обобщение осуществляется как переход от частного или менее общего понятия и суждения к более общему понятию или суждению

Например: обобщение признаков классов Членистоногих.

Классификация – метод познания действительности, делящий объект исследования на определенные классы посредством выделения признаков их сходства или различия.

Анализ - это мысленное расчленение предмета или явления на образующие их части компоненты, то есть выделение в них отдельных частей, признаков и свойств.

Синтез - это мысленное соединение отдельных элементов, частей и признаков в единое целое. Анализ и синтез *неразрывно связаны*, они находятся в единстве друг с другом в процессе научного познания.

Измерение – определение количественных характеристик объекта, процесса с использованием специального оборудования и шкалы измерения.

Например: измерение скорости фотосинтеза.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ

Наблюдение – наблюдение за процессами и их изменениями в живой природе.

Например: смена времен года.

Описание, описательный метод – сбор фактического материала и его описание на основе наблюдения.

Например: описание процесса фотосинтеза.

Сравнение, сравнительный метод – выявление сходств и различий между исследуемыми объектами, явлениями.

Например: сравнение хламидомонады и хлореллы.

Моделирование – метод при котором создаётся образ, модель объекта, с помощью которых учёный может выяснить, как поведет себя моделируемый процесс или объект в тех или иных условиях.

Например: получение 3D модели клетки.

Микроскопия (электронная, световая) – изучение под микроскопом строения клеток

и тканей. Используется в цитологии для изучения органоидов и структур клетки. Используется в гистологии для изучения строения тканей.

Например: изучение кожицы лука под микроскопом.



Генеалогический метод – метод составления родословных семьи. Используется для того чтобы изучить: передачу признака из поколения в поколение, рецессивность или доминантность признака, сцепленность признака с полом. Применяется в генетике.

Например: передача дальтонизма по наследству.

Биохимический метод – исследование химического состава и реакций в живых организмах. Применяется для изучения состава крови, мочи и других биологических жидкостей организма. Применяется в физиологии, биохимии, анатомии.

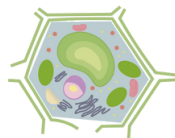
Например: анализ крови на концентрацию гемоглобина.



ХЛАМИДОМОНАДА



ХЛОРЕЛЛА

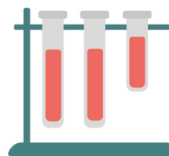


Световой микроскоп:

1. Пучок света направляется через препарат (изображение увеличивается с помощью линз).
2. Максимальная разрешающая способность равна 0.25 мкм.
3. Изображение цветное.
4. Например, можно рассмотреть крупные структуры: ядро, пластиды, митохондрии.

Электронный микроскоп:

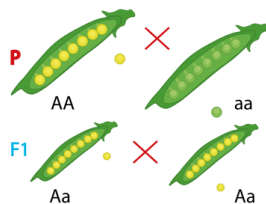
1. Поток электронов проходит через препарат (оно сканируется и готовое изображение выводится на монитор).
2. Разрешающая способность до 2 нм.
3. Изображение черно-белое.
4. Например, можно рассмотреть мелкие структуры клетки - рибосомы.



МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ

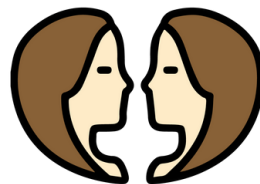
Гибринологический метод – скрещивание различных организмов между собой с целью получения потомства и изучения их генотипов и фенотипов. Используется в генетике.

Например: скрещивание разных сортов гороха.



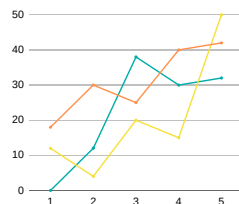
Близнецовый метод – метод, который изучает влияние условий окружающей среды на развитие фенотипа близнецов.

Например: отличия во внешности у однояйцевых близнецов в связи с разным местом проживания.



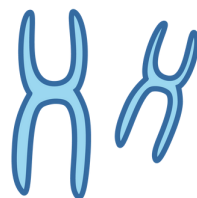
Популяционно – статистический, статистический метод – метод, который изучает распространение признака в популяции, частоту встречаемости определенных признаков, заболеваний.

Например: распространенность Синдрома Дауна 1 на 700 рождённых детей.



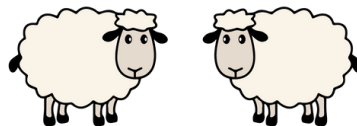
Цитогенетический метод (кариотипирование) – метод, который изучает наследственный материал клетки: строение и структуру хромосом. Используется для изучения кариотипа, для определения хромосомных и геномных мутаций.

Например: изучение под микроскопом количества хромосом.



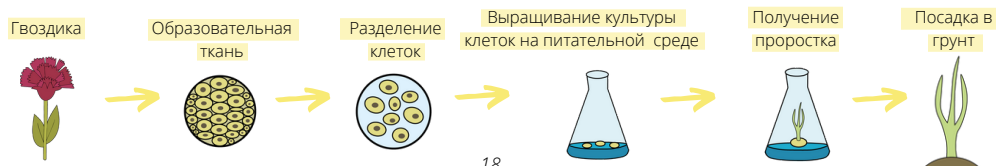
Клонирование – метод получения генетически идентичных организмов из клеток исходного организма.

Например: клон овцы Долли.



Метод культуры клеток и тканей (микрклональный метод) – выращивание вне организма на искусственных питательных средах частиц органов, тканей или отдельных клеток растений с последующей пересадкой в грунт.

Например: выращивание клеток кожицы лука.



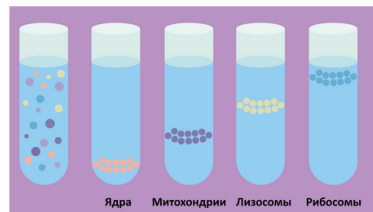
МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ

Центрифугирование – это метод разделения различных неоднородных смесей на составные компоненты при помощи центробежной силы. Производится с помощью специального аппарата – **центрифуги**, куда помещается содержимое клетки, которое разгоняется до различных скоростей. Метод основан на разной скорости оседания частиц (например органоидов) в связи с их разной массой и плотностью. Органоиды оседают в разных фракциях: самые тяжелые – на дне пробирки, самые лёгкие – в верхних частях пробирки.



ЦЕНТРИФУГА

Самая тяжёлая структура клетки – это **ядро**, оно оседает на самой низкой скорости и в самой первой фракции на дне пробирки. Второй фракцией после ядер оседают **митохондрии**. Самые лёгкие органоиды – это **рибосомы**, они оседают на самых высоких скоростях и в верхней фракции пробирки.



Например: избирательное изучение органоидов клетки, выделение лизосом из клетки, выделение эритроцитов из плазмы крови.

Метод меченых атомов – метод исследования организмов, основанный на использовании радиоактивных и стабильных изотопов в качестве метки какого-либо элемента, что позволяет **проследить за его движением и превращением в организме.**

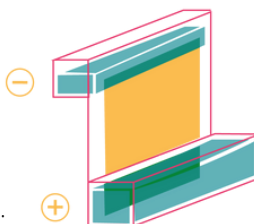
Основан на использовании изотопов веществ, которые отличаются молекулярной массой. Изотопы не отличаются химическими свойствами от обычных атомов, некоторые из них даже обладают радиоактивностью. Например, изотоп O_2 с молекулярной массой 18, вместо 16, изотоп углерода C 16, изотоп фосфора P 32, изотоп азота N 13. Подобные атомы называются мечеными, так как обладают радиоактивным свечением, которое можно обнаружить с помощью специального оборудования.



Чтобы проследить за превращениями какого-либо вещества, в него вводят меченый атом, то есть заменяют в его молекуле один из атомов соответствующим радиоактивным изотопом. Он сигнализирует о своем местонахождении радиоактивным свечением. Это позволяет проследить за течением химических реакций, их последовательностью, движением определённых веществ в организме.

Например: изучение протекания процессов фотосинтеза с помощью изотопа кислорода.

Электрофорез – метод разделения смеси веществ на составные компоненты с помощью использования электрического тока.



МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ

Хроматография – метод разделения смеси веществ на отдельные составные компоненты. Разделяемая смесь пропускается через **адсорбент**, проходя через который, компоненты смеси оседают в разных фракциях.

Суть метода состоит в **различной скорости** движения веществ разделяемой смеси в адсорбенте, в который помещают эту смесь. Компоненты смеси обладают разной массой, плотностью и размером частиц, поэтому обладают разной скоростью движения. В результате каждое вещество исследуемой смеси «собирается» на своем уровне, формирует свою фракцию.

Например: выделение типов хлорофилла а и b из смеси.

Систематический метод – метод, распределяющий организмы на группы в связи с их происхождением и групповой принадлежностью.

Например: систематика растений.

Палеонтологический метод – метод изучения ископаемых остатков древних организмов, определения их возраста и происхождения.

Например: изучение ископаемых остатков трилобита.

Эмбриологический метод – метод, изучающий закономерности развития зародыша и этапы его развития, закладку у него различных органов и тканей.

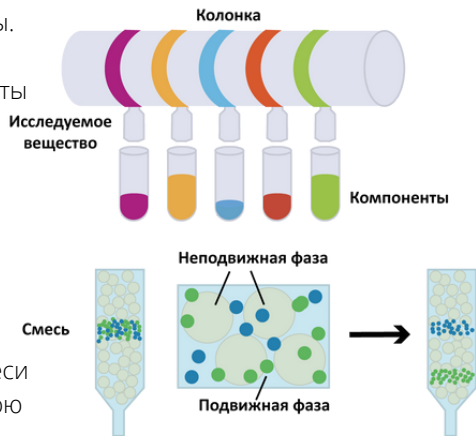
Например: развитие зародыша птицы в яйце.

Эксперимент – метод исследования какого либо явления или живого объекта в контролируемых и управляемых наблюдателем условиях.

Например: влияние недостатка витамина D на развитие рахита.

Секвенирование – метод определения аминокислотной последовательности у белков или нуклеотидной последовательности у нуклеиновых кислот ДНК и РНК.

Например: определение последовательности аминокислот в белке.

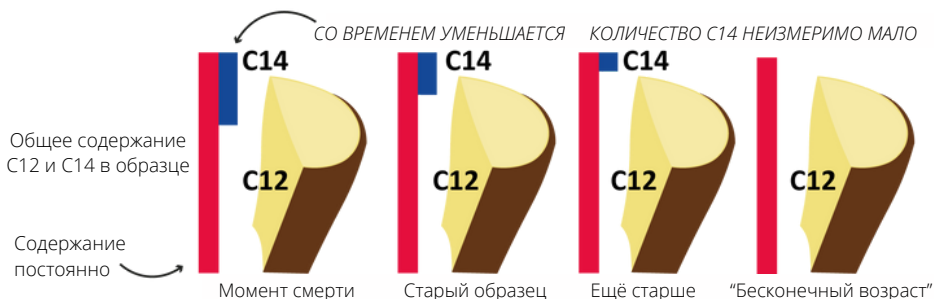


Царство
Растений
Отдел
Класс
Порядок
Семейство
Род
Вид



МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В БИОЛОГИИ

Радиоуглеродное датирование - метод датирования органических остатков **путем измерения** содержания радиоактивного изотопа углерода C^{14} . Радиоактивный углерод реагирует с кислородом (O_2) в атмосфере с образованием **радиоактивного диоксида углерода**. Этот радиоактивный CO_2 вдыхается и накапливается растениями, которые потребляются травоядными животными, на которых охотятся плотоядные или всеядные, например, люди. Следовательно, углеродное содержание каждого организма в атмосфере состоит **в основном из атомов C^{12} и небольшого количества атомов C^{14}** .



Однако когда организм умирает, он перестает потреблять углерод. Теперь, поскольку C^{14} радиоактивен, он начинает распадаться. Соотношение атомов C^{14} к C^{12} в организме теперь уменьшается. Чем старше организм, тем больше разлагается C^{14} , поэтому соотношение становится меньше и меньше. Это соотношение используется археологами для датировки, например, дерева или окаменелостей.

Для заметок:



УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

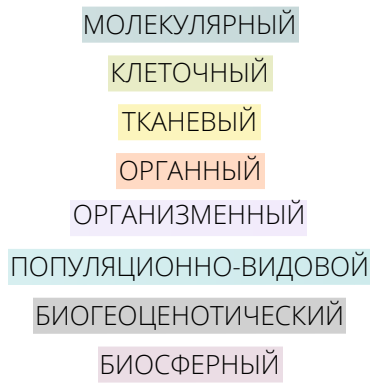
УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ



Уровни организации живой материи -

иерархически соподчинённые уровни организации живых организмов и их составных структур, отражающие уровни их усложнения.

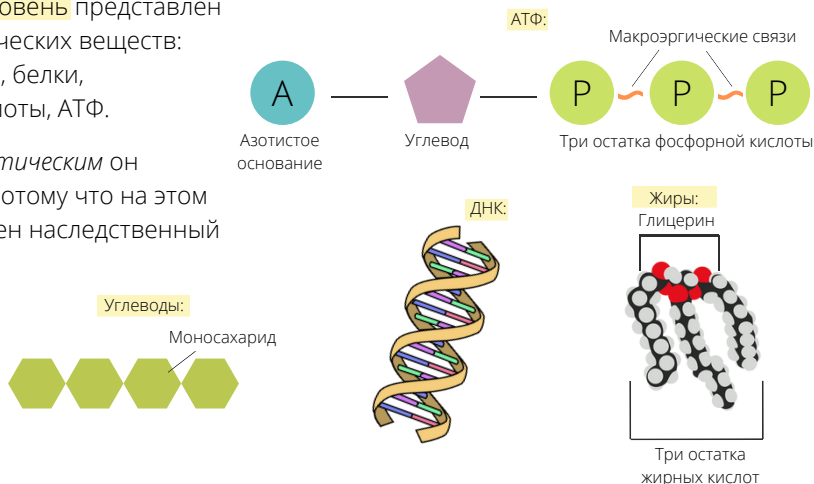
Чаще всего выделяют **восемь основных** структурных уровней жизни: молекулярный, клеточный, тканевый, органный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический и биосферный.



МОЛЕКУЛЯРНЫЙ ИЛИ МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИЙ УРОВЕНЬ

Молекулярный уровень представлен молекулами химических веществ: липиды, углеводы, белки, нуклеиновые кислоты, АТФ.

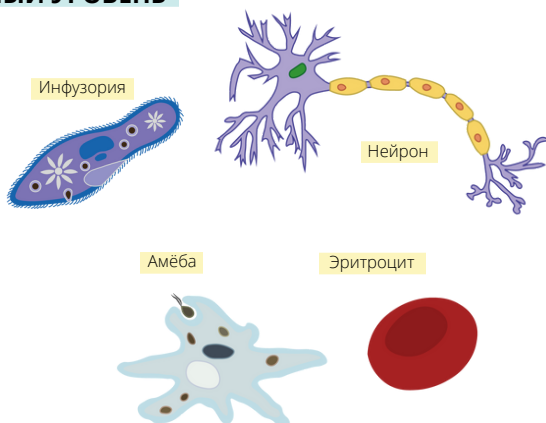
Молекулярно-генетическим он еще называется потому что на этом уровне расположен наследственный материал ДНК.



КЛЕТочный УРОВЕНЬ

Клеточный уровень представлен органоидами клетки и самой клеткой целиком. Так же к этому уровню относят одноклеточные организмы, представленные одной клеткой: инфузория, амёба, бактерия, хламидомонада и т.д.

Примеры: лизосома, митохондрия, ЭПС, нейрон, клетка мышечной ткани, эритроцит, эпителиальная клетка.

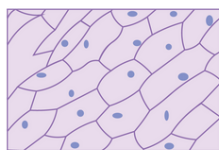


УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

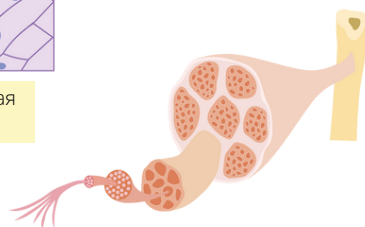
ТКАНЕВЫЙ УРОВЕНЬ

Тканевый уровень представлен тканями. Ткань – группа клеток, схожих по строению, происхождению и по выполняемым функциям.

Примеры: нервная ткань, мышечная ткань, эпителиальная ткань.



Эпителиальная
ткань



Мышечная ткань

ОРГАННЫЙ УРОВЕНЬ

Органый уровень представлен органами. Орган – это составная часть многоклеточного организма, имеющая определенное строение, происхождение и функции.

Примеры: печень, лёгкие, желудок.



Печень



Желудок

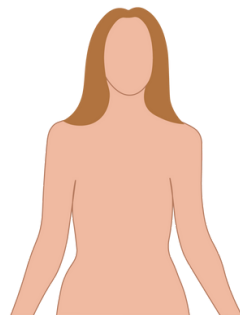
ОРГАНИЗМЕННЫЙ УРОВЕНЬ

Организменный уровень представлен системами органов и целостным организмом. Примером является любая система органов или живой организм.

Примеры: нервная система, пищеварительная система, человек, лиса, водоросль, гриб.



Косатка



Человек



Гриб

Запомни!

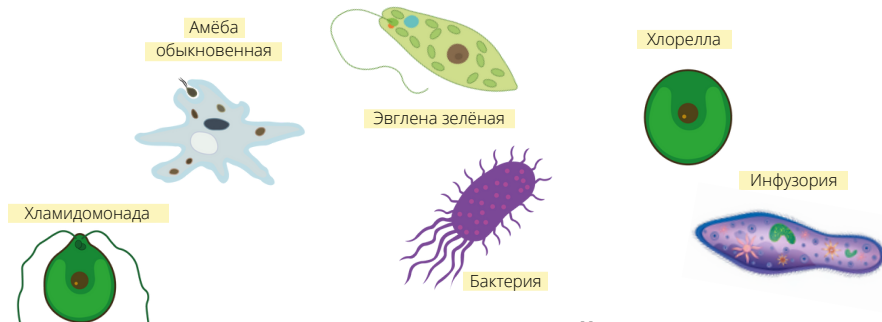
У одноклеточных организмов клеточный и организменный уровни совпадают.



УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

ОРГАНИЗМЕННЫЙ УРОВЕНЬ

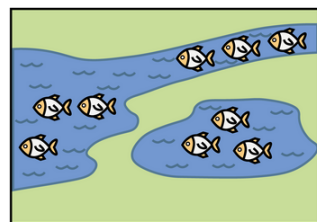
Организмы, у которых клеточный и организменный уровень совпадают:



ПОПУЛЯЦИОННО - ВИДОВОЙ УРОВЕНЬ

Популяционно – видовой уровень представлен популяциями, группами организмов одного вида. Популяции в свою очередь образуют вид. *Популяционный уровень* - популяция, небольшая группа одинаковых особей: стая волков, стадо слонов, прайд львов. *Видовой уровень* - это все популяции вместе взятые, образующие вид. Вид - все особи, а популяция - только группа особей данного вида. Популяция - маленькая группа, вид - огромная группа. Название вида состоит из двух слов: слон африканский, тигр уссурийский.

Примеры: стая фламинго, грядка васильков, Гиена Африканская, Рысь Сибирская, стая чёрных дроздов.



Запомни!

Просто формулировка «Слон» – это организменный уровень.
Формулировка "Стадо слонов" - популяционный уровень.
Формулировка «Слон Африканский» – это уже видовой уровень.



БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ИЛИ ЭКОСИСТЕМНЫЙ УРОВЕНЬ

Биогеоценотический или экосистемный уровень представлен функциональными группами организмов разных видов. Различные виды организмов в свою очередь образуют природное сообщество, в котором они непрерывно взаимодействуют между собой и обмениваются веществами.

Примеры: симбиоз, паразитизм, хищничество, комменсализм, смешанный лес, болото, берёзовая роща.



Запомни!

Популяционно – видовой – взаимодействуют особи одного вида.
Экосистемный – взаимодействуют особи разных видов!



УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ ИЛИ ЭКОСИСТЕМНЫЙ УРОВЕНЬ

Примеры паразитизма



Трутовик и берёза



Повилика и другие растения



Головня и пшеница



Спорынья и пшеница



Бычий цепень и человек

Примеры симбиозов:



Микориза
(гриб+дерево)

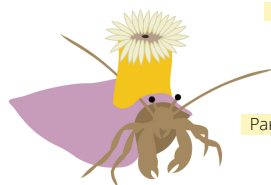


Муравей и тля



Насекомое-опылитель и
растение

Лишайник



Рак-отшельник и актиния

Примеры природных сообществ



УРОВНИ ОРГАНИЗАЦИИ ЖИВОЙ МАТЕРИИ

БИОСФЕРНЫЙ УРОВЕНЬ

Биосферный уровень представлен совокупностью всех живых организмов на Земле. Включает в себя все природные сообщества планеты. На этом уровне происходят все глобальные мировые процессы.

Примеры: круговорот воды, глобальный круговорот веществ.



Запомни самое главное правило!

Чем крупнее уровень, тем больше предыдущих уровней он в себя включает.

Например:



Тканевый включает только молекулярный и клеточный. А вот биосферный включает в себя все предыдущие уровни вместе взятые.

МОЛЕКУЛЯРНЫЙ

КЛЕТОЧНЫЙ

ТКАНЕВЫЙ

ОРГАННЫЙ

ОРГАНИЗМЕННЫЙ

ПОПУЛЯЦИОННО-ВИДОВОЙ

БИОГЕОЦЕНОТИЧЕСКИЙ

БИОСФЕРНЫЙ



СВОЙСТВА ВСЕГО ЖИВОГО

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВСЕГО ЖИВОГО

Живой организм – открытая биологическая система, которая постоянно обменивается веществами и энергией с окружающей средой.

Любая система *состоит из элементов, частей (подсистем) и имеет определенную структуру*. Для живых систем характерны следующие свойства, которые отличают их от неживой природы:

Обмен веществ – способность организма к самостоятельному расщеплению и синтезу веществ. **Живые организмы** — открытые системы, совершающие постоянный обмен веществом и энергией с окружающей средой. *Примеры:* фотосинтез у растений, хемосинтез у хемобактерий.

Запомни!

Исключением являются Вирусы – у них нет собственного обмена веществ, в отличие от других живых организмов!



Наследственность – способность организма передавать свои генетические признаки последующим поколениям. *Примеры:* передача чёрного окраса щенятам от родителей, наследование зелёной окраски гороха потомством.

Изменчивость – способность организма приобретать новые признаки и свойства в течение жизни организма. *Примеры:* разная форма листьев у растения стрелолиста, появление гривы у взрослых самцов - львов.

Размножение или самовоспроизведение – способность организма к воспроизведению новых, себе подобных особей. *Примеры:* почкование у дрожжей, партеногенез у пчёл.

Запомни!

Вирусы неспособны размножаться самостоятельно за пределами живой клетки.

Рост и развитие – способность к **количественному** и **качественному** росту, развитие организма в процессе онтогенеза. *Примеры:* рост эмбриона в яйце, превращение головастика во взрослую особь лягушки.

Раздражимость – способность организмов реагировать на внешнее и внутреннее раздражение с помощью рефлексов, тропизмов, таксисов. *Примеры:* фототаксис у эвглены зелёной, тропизмы у растений, раздражимость у животных, рефлексы человека.

Саморегуляция или гомеостаз – способность организма поддерживать постоянство своего химического состава и интенсивность протекания различных биологических процессов – **гомеостаз**. *Примеры:* поддержание кислотно-щелочного равновесия организма, нервно-гуморальная регуляция работы органов и тканей.

СВОЙСТВА ВСЕГО ЖИВОГО

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ВСЕГО ЖИВОГО

Химический состав – живые существа состоят из тех же химических элементов, что и неживые, но в живых организмах есть молекулы веществ, характерные только для них и это **нуклеиновые кислоты, белки, липиды**.

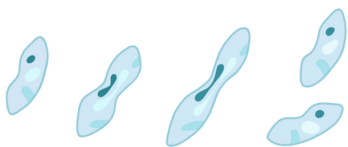
Примеры: наличие кольцевой ДНК у бактерий; наличие белков, углеводов и липидов в клеточной мембране живых организмов.

Дискретность и целостность. Любая биологическая система (клетка, организм, вид и т.д.) состоит из отдельных частей, то есть она **дискретна**. Взаимодействие этих частей образует целостную систему, например, в состав организма входят отдельные органы, связанные структурно и функционально в **единое целое**.

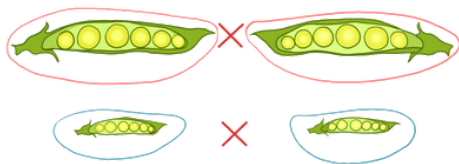
Примеры: митохондрия имеет кольцевую ДНК и способна к самостоятельному делению и синтезу собственных белков, но в то же время является органоидом клетки, который вырабатывает энергию и не может существовать за пределами живой клетки.

Ритмичность - периодические изменения интенсивности физиологических процессов в организме, в связи с различными периодами колебаний в природе. Ритмичность направлена на **согласование функций организма** с окружающей средой, т.е. на приспособление к постоянно меняющимся условиям существования.

Примеры: суточные ритмы сна и бодрствования человека; сезонные ритмы активности и спячки у некоторых млекопитающих (сусликов, ежей, медведей) и др.



Пример свойства *размножения*:
деление инфузорий.



Пример свойства *наследственности*:
наследование окраски у гороха.



Пример свойства *изменчивости*:
разные формы листьев у стрелолиста.



ЦИТОЛОГИЯ

ИСТОРИЯ ЦИТОЛОГИИ



Цитология – наука, изучающая строение клетки, её составных структур и органоидов, а также химический состав клетки.

КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ЦИТОЛОГИИ

1590 г. – братья Ганс и Захарий Янсен изобрели микроскоп.

1665 г. – Роберт Гук впервые разглядел под микроскопом и употребил термин «клетка».

1650 - 1700 гг. – Антони ван Левенгук впервые наблюдал под микроскопом одноклеточные организмы: бактерий и простейших, так же описал сперматозоиды и эритроциты.

1827 г. – Карл Бэр открыл яйцеклетку и установил, что многоклеточные организмы развиваются из зиготы.

1831 г. – Роберт Броун впервые описал ядро.

1839 г. – Клеточная теория Маттиаса Шлейдена и Теодора Шванна.

1858 г. – Рудольф Вирхов доказал, что новые клетки образуются в результате деления предыдущих клеток.

1866 – 1888 гг. – Изучены процессы клеточного деления и описаны хромосомы.

1890 г. – Открытие митохондрий.

1898 г. – Открытие Аппарата Гольджи учёным Камилло Гольджи.

1930 г. – Изобретение электронного микроскопа.

Положения клеточной теории Шлейдена и Шванна:

1. Клетка – структурно-функциональная единица любого живого организма.
2. Клетки всех организмов схожи по химическому составу, строению и функциям.
3. Новая клетка образуется только в результате деления предыдущей клетки (Р. Вирхов).
4. Клетки в многоклеточных организмах образуют ткани, ткани образуют органы, органы – организм в целом.

Биологический смысл клеточной теории (Клеточная теория доказывает, что):

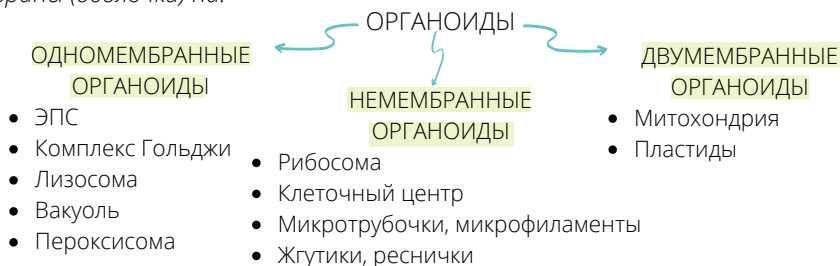
- Все организмы на Земле имеют общее происхождение.
- Родство всех живых организмов между собой.

Клетка состоит из **плазматической мембраны, цитоплазмы с органоидами и ядра**.



Органоид клетки – постоянный компонент клетки, выполняющий в ней определенные функции.

Органоиды клетки классифицируются *по наличию или отсутствию собственной мембраны (оболочки) на:*



СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Плазматическая или клеточная мембрана

– биологическая мембрана, обеспечивающая защиту внутреннего содержимого клетки, избирательный транспорт веществ и придающая клетке определённую форму.

Состоит из трех компонентов:

1. **Фосфолипиды** – составляют основу плазматической мембраны. Расположены в два слоя, образуя тем самым билипидный слой (липидный бислой). Отвечают за текучесть плазматической мембраны.

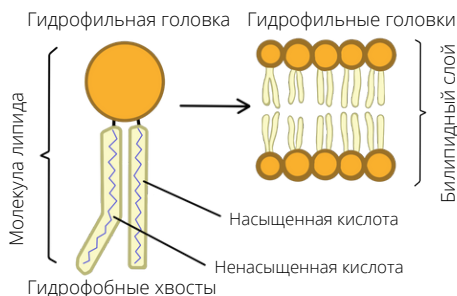
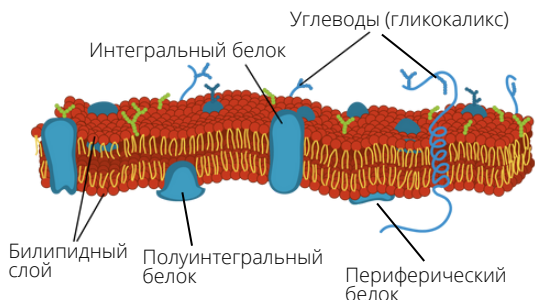
Фосфолипиды включают компоненты: глицерин, фосфорная кислота, два остатка жирных кислот. Фосфолипиды имеют **гидрофильную головку** и **2 гидрофобных конца**. Глицерин и фосфат образуют гидрофильную часть фосфолипидов, которая хорошо реагирует с водой. Остатки жирных кислот (насыщенная и ненасыщенная) образуют гидрофобную часть, которая не реагирует с водой. Гидрофильные головки ориентированы наружу, а гидрофобные концы ориентированы внутрь мембраны.

Текучесть мембран зависит от липидного состава и температуры окружающей среды. Ненасыщенные жирные кислоты обеспечивают текучесть плазматической мембраны. При понижении температуры меняется текучесть мембраны, так как «затвердевают/замерзают» насыщенные жирные кислоты, поэтому увеличивается количество ненасыщенных жирных кислот, чтобы сохранить её текучесть.

В 1972 г. американские ученые Сингер и Николсон предложили жидкостно – **мозаичную модель плазматической мембраны**. Согласно этой модели в билипидный слой мозаично погружены молекулы белков, которые могут располагаться на поверхности мембраны, частично погружаться в неё или даже пронизывать мембрану полностью. С наружной стороны мембраны с белками и липидами соединены углеводы, которые образуют **гликопротеидные** и **гликолипидные комплексы** с ними.

Липидный бислой имеет жидкостную структуру, обладающую **текучестью** (как мы уже упомянули выше). Липиды могут перемещаться, меняя своё положение, отсюда мембрана обладает подвижностью и пластичностью, то есть способна **изменять свою форму без потери внутренних контактов**.

Липидный бислой обладает также **избирательной проницаемостью** для веществ. Через мембрану свободно проходят гидрофобные вещества, как бы растворяясь в липидном бислое. Крупные полярные молекулы или заряженные ионы не могут проникнуть через плазматическую мембрану.



СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Другое свойство плазматической мембраны это её способностью к **самозамыканию**. Во внешней и внутренней среде клетки находится вода. В месте повреждения мембраны происходит спонтанное замыкание, которое препятствует доступу воды в гидрофобный слой. *Например*, если клетку разделить на пополам, то каждая часть тут же замкнется. Этот процесс также имеет место при делении клеток.

Функции фосфолипидов:

1. Строительная (структурная) функция.
2. Барьерная функция – избирательная проницаемость веществ.
3. **Белки** - молекулы, которые расположены по периферии билипидного слоя, частично погружены в него или пронизывают полностью. Делятся на: периферические, полуинтегральные и интегральные.

Периферические белки – располагаются на поверхности мембран.

Полуинтегральные белки – частично погружены в мембрану.

Интегральные белки – пронизывают мембрану полностью, образуя в ней транспортные каналы. По транспортным каналам вещества могут проникать в клетку: заряженные ионы, водорастворимые и полярные молекулы. Белки играют в мембране роль белков – рецепторов, ферментов и белков – переносчиков

Функции белков:

1. Транспортная функция – участвуют в транспорте веществ в клетку.
2. Строительная или структурная функция.
3. **Углеводы** – представлены моно – или олигосахаридами, расположены на наружной поверхности мембраны. Соединены с белками (гликопротеиды) или липидами (гликолипиды). Один конец углеводов соединяется с мембраной, а другой конец свободен и напоминает антенну, торчащую на поверхности мембраны.

Этот надмембранный комплекс, содержащий углеводы, называется гликокаликс. Он встречается только у животных клеток. Гликокаликс обеспечивает распознавание соседних клеток, а также обеспечивает сцепление сходных клеток.

Функции углеводов:

1. Строительная или структурная функция.
2. Сигнальная или рецепторная функция - распознавание соседних клеток.

Общие функции плазматической мембраны:

1. Обладает избирательной проницаемостью, обеспечивая транспортную и барьерную функции.
2. Имеет жидкостно - мозаичную структуру, обладает текучестью и подвижностью.
3. Имеет рецепторную функцию, которая обеспечивает связь между соседними клетками.
4. Способность мембраны к самозамыканию при повреждении.

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

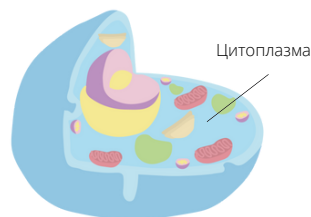
Живое содержимое клетки представлено цитоплазмой и ядром, которые вместе образуют **протоплазму**. Термин «протоплазма» был введен ученым Яном Пуркинье в 19 веке для обозначения внутреннего живого содержимого клетки. Позднее жидкое содержимое клетки с находящимися в ней органоидами определили как цитоплазму, а ядро выделили в отдельную клеточную структуру.

Цитоплазма – внутренняя среда клетки, которая представляет собой полужидкую коллоидную массу, заполняющую всё внутреннее пространство клетки. Цитоплазма включает: *гиалоплазму, цитоскелет, органоиды и клеточные включения*. Жидкое содержимое цитоплазмы, заполняющее пространство между органоидами называется **цитозолем (гиалоплазмой)**. Он представляет собой водный раствор различных веществ. На долю воды приходится до 90% содержимого цитозоля.

В цитозоле находятся белковые нити, которые образуют **цитоскелет**. Говоря простым языком, цитоскелет — это клеточный каркас или скелет клетки, находящийся в цитоплазме. Цитоскелет включает в себя *микротрубочки, микрофиламенты* и т.п. (о них поговорим подробнее чуть позже в немембранных органоидах).

Функции цитоскелета :

1. Поддерживает форму клетки, придавая ей каркас.
2. Обеспечивает связь между мембраной и органоидами.
3. Участвует в формировании органоидов движения (жгутиков, ресничек).
4. Обеспечивает перемещение органоидов внутри клетки.
5. Участвует в делении клетки и образовании веретена деления.



Цитоплазма живых клеток находится в постоянном движении - **циклозе**, это обеспечивает связь органоидов между собой.

Цитоплазма эукариотической клетки делится внутриклеточными мембранами на отдельные отсеки – **компарменты**. Клеточные отсеки нужны для того, чтобы разделить процессы, происходящие в клетке, предотвратить смешение веществ и пересечение химических процессов.

В цитоплазме находятся мембранные и немембранные органоиды. Мембранные органоиды делятся на *одномембранные* и *двумембранные*. Далее мы поговорим подробнее про каждую из групп.

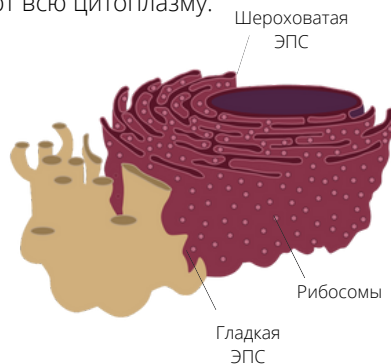
СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

ОДНОМЕМБРАННЫЕ ОРГАНОИДЫ

Эндоплазматическая сеть или эндоплазматический ретикулум (ЭПС) – система замкнутых канальцев и полостей, которые пронизывают всю цитоплазму.

Бывает двух видов – **гладкая ЭПС**, которая не имеет на своей поверхности рибосомы и **шероховатая** (или гранулярная) ЭПС, имеющая на поверхности рибосомы.

На мембране гладкой ЭПС происходит *синтез липидов и углеводов*, а на рибосомах шероховатой ЭПС *синтезируются белки*. Рибосомы синтезируют белки, которые затем поступают в канальцы ЭПС, где претерпевают изменения и транспортируются в аппарат Гольджи.



Функции:

1. Синтез органических веществ клетки: липидов, белков и углеводов.
2. Транспорт веществ во все части клетки.
3. Делит клетку на компартменты.

Аппарат или Комплекс Гольджи – одномембранный органоид, который состоит из утолщенных мембранных мешочков, цистерн и пузырьков.

С наружной стороны аппарат Гольджи связан с эндоплазматической сетью, от которой постоянно отшнуровываются мембранные пузырьки с синтезируемым в нём веществом. Пузырьки сливаются в цистерны аппарата Гольджи, в которых происходит **модификация веществ, созревание и их упаковка**. Цистерны постепенно передвигаются к вогнутому краю аппарата, от которого отшнуровываются пузырьки. Пузырьки с содержащимся внутри веществом подходят к плазматической мембране и встраиваются в неё. Секретируемое вещество выносится из клетки путём экзоцитоза. Из структур аппарата Гольджи образуются органоиды *лизосомы*, а также *пероксисомы*.

Функции:

1. Хранение и накопление синтезируемых веществ клетки.
2. Упаковка и созревание синтезируемых веществ.
3. Выведение, секреция веществ из клетки (экзоцитоз).
4. Образование органоидов лизосом.



Запомни!

Комплекс Гольджи хорошо развит в железистых и нервных клетках. В клетках желёз, например, поджелудочной, слюнных желёз происходит образование ферментов и гормонов, которые накапливаются и упаковываются в секреторных пузырьках Комплекса Гольджи, затем выводятся из клетки в полость органа или кровоток. В нейронах он хорошо развит, так как накапливает в пузырьках вещества нейромедиаторы, которые участвуют в передаче нервного импульса в синапсах.

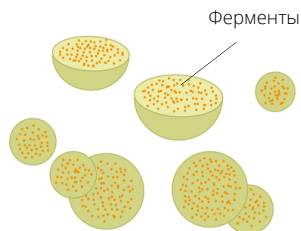


СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Лизосома – одномембранный органоид, который представляет собой мембранный пузырек, заполненный гидролитическими ферментами. Ферменты осуществляют расщепление поступающих в клетку сложных органических веществ.

Образовавшиеся в лизосомах в результате расщепления низкомолекулярные органические вещества просачиваются через мембрану лизосом и используются клеткой. Непереваренные остатки удаляются из клетки экзоцитозом.

Лизосомы переваривают ненужные клетке внутриклеточные структуры, отмершие или старые органоиды. Этот процесс называется **автофагия**.



Функции:

1. Расщепление высокомолекулярных органических веществ до низкомолекулярных.
2. Переваривание отмерших, разрушенных или старых органоидов клетки.
3. Защитная функция.

Таким образом эти одномембранные органоиды клетки тесно связаны между собой. На ЭПС синтезируются белки – **ферменты и гормоны**. В аппарате Гольджи эти вещества упаковываются, транспортируются из клетки наружу. Из аппарата Гольджи формируются **лизосомы**, которые обеспечивают внутриклеточное переваривание веществ, а также вынос непереваренных остатков из клетки.

Пероксисома – небольшой мембранный пузырек шарообразной формы, по размерам чуть больше лизосомы. Пероксисома заполнена ферментами, важнейший из которых это **каталаза**.

Каталаза катализирует разложение пероксида водорода на кислород и воду. Пероксид водорода образуется в ряде окислительно-восстановительных реакций и ядовит для клеток организма, поэтому должен быть разрушен мгновенно.

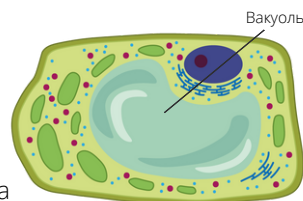
Вакуоль – органоид, представляющий собой полость, окруженную мембраной и заполненную клеточным соком. В клеточном соке растворены сахара, пигменты, минеральные соли, ферменты и т.д.

Характерны для растительных клеток. В молодых растительных клетках вакуоли мелкие и их много, по мере роста клетки мелкие вакуоли сливаются между собой с образованием одной крупной.

Также вакуоли поддерживают **тургорное давление клетки** – вакуоль давит на наружную мембрану клетки, растягивая её.

Функции:

1. Накопление питательных веществ и конечных продуктов обмена веществ растительной клетки.
2. Поддержание водно - солевого равновесия растительной клетки.
3. Обеспечивает рост и тургорное давление клетки растения за счёт растяжения вакуолей.



СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

НЕМЕМБРАННЫЕ ОРГАНОИДЫ

Рибосома – самый маленький органоид в клетке. Не имеет мембраны. Состоит из двух субъединиц – малой и большой. Каждая субъединица состоит из рибосомальной РНК и белка.

Рибосомы содержатся в клетках и **Прокариот** и **Эукариот**. Выделение их методом центрифугирования показало, что они делятся на две группы: рибосомы 70S и рибосомы 80S.

Рибосомы Прокариот оседают со скоростью, составляющей около 70 единиц Свенберга (S). За это они получили название 70S-рибосом (мелкие). Рибосомы Эукариот крупнее, их называют 80S-рибосомами. Рибосомы митохондрий и хлоропластов являются 70S рибосомами, что является доказательством их родства с клетками прокариот и подтверждает симбиотическую гипотезу их происхождения.

Свободные рибосомы располагаются в цитоплазме одиночно или цепями – **полисомами**, которые образуются при синтезе белка. Другие рибосомы располагаются на поверхности шероховатой (гранулярной) ЭПС, синтезируемый ими белок поступает в каналцы ЭПС и транспортируется.

Функции:

1. Синтез белка (трансляция белка).

Клеточный центр или centrosома – немембранный органоид, который состоит из двух цилиндрических тел **центриолей** и **центросферы**.

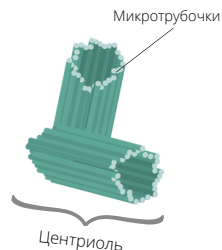
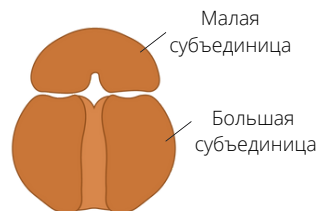
Центриоль в свою очередь состоит из *деяти триплетов микротрубочек*, которые образованы белком **тубулином**. Центриоли располагаются перпендикулярно друг другу. Центросфера представляет собой уплотненный участок цитоплазмы вокруг центриолей.

Центриоли и центросфера участвуют в процессе деления клетки. Они образуют веретено деления, которое обеспечивает равномерное распределение хромосом между двумя дочерними клетками. В профазе деления центриоли удваиваются и расходятся к полюсам клетки.

Клеточный центр содержится в животных клетках, а также в клетках низших растений.

Функции:

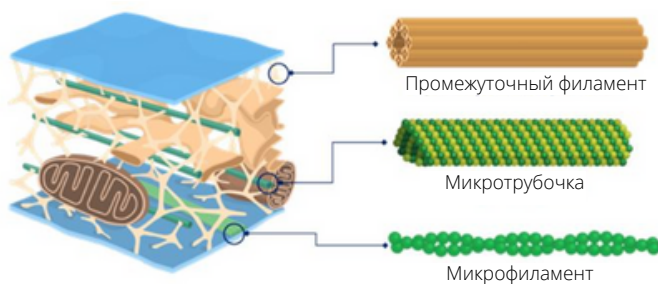
1. Участвует в образовании веретена деления.
2. Участвует в образовании цитоскелета клетки.
3. Участвует в образовании органоидов движения: микротрубочек, жгутиков, ресничек.
4. Обеспечивает движение органоидов по цитоплазме.



СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Микротрубочки - полые цилиндрические органоиды, которые состоят из множества молекул белка тубулина. Микротрубочки формируют опорно-двигательный аппарат клетки — **цитоскелет**, который выполняет опорную функцию. Микротрубочки обеспечивают движение цитоплазмы, а также внутриклеточный транспорт отдельных органоидов. Микротрубочки участвуют в образовании клеточного центра, ресничек и базальных телец.

Жгутики, реснички - органоиды движения, которые обеспечивают передвижение одноклеточных организмов (водорослей, жгутиконосцев, инфузорий). Имеются у эукариотических клеток, которые образуют ткани в многоклеточных организмах, например, реснитчатый эпителий верхних дыхательных путей. Реснички и жгутики у эукариот представляют собой *выросты цитоплазмы*, снаружи окруженные плазматической мембраной. Внутри выростов находятся *микротрубочки*, с помощью которых и происходит движение ресничек и жгутиков.



КЛЕТОЧНЫЕ ВКЛЮЧЕНИЯ

Включения – химические вещества, являются непостоянным компонентом клетки, возникают и исчезают в процессе её жизнедеятельности. Основное место их локализации – цитоплазма. Включения делятся на **запасные** и **отбросные** (конечные).

Запасные - выведены из обмена временно, т.е. сохраняются для дальнейшего использования.

Отбросные - выведены из обмена окончательно, т.е. это конечные продукты обмена.

Примеры запасных включений: крахмальные зёрна, белковые зёрна (глыбки), капли масла (жир).



Крахмальные зёрна картофеля

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

ДВУМЕМБРАННЫЕ ОРГАНОИДЫ

Митохондрии и пластиды относят к полуавтономным органоидам клетки, потому что они имеют свою собственную ДНК и способны к делению независимо от ядра клетки, и к самостоятельной передаче наследственной информации.

Их относят к двумембранным органоидам, так как они отделены от остального содержимого клетки двумя мембранами.

Митохондрия – двумембранный полуавтономный органоид, характерный для эукариотических клеток. Имеет продолговатую, вытянутую форму и крупный размер (можно разглядеть в световой микроскоп), занимает большую часть цитоплазмы.

Имеет две мембраны: внешняя мембрана гладкая, а внутренняя образует складки – кристы. На внутренней мембране располагаются дыхательные ферменты, которые обеспечивают процесс окислительного фосфорилирования, в результате которого образуются молекулы АТФ.

Заполнена внутри матриксом, в котором располагаются кольцевая молекула ДНК, РНК и рибосомы. В матриксе также содержатся ферменты, которые участвуют в процессах кислородного дыхания клетки.

Митохондрии по-другому называют «энергетические станции клетки», ведь в них происходит окончательное расщепление веществ при участии кислорода на третьем этапе энергетического обмена! Выделившаяся в результате энергия запасается в виде большого количества АТФ.

Митохондрии способны к синтезу собственных митохондриальных белков и передаче наследственной информации при делении.

Функции:

1. Синтез и накопление энергии в клетке в виде АТФ.
2. Клеточное дыхание или биологическое окисление веществ при участии кислорода.



Запомни!

Митохондрии хорошо развиты в клетках, работа которых связана с высокими энергетическими затратами, например, в мышечных клетках и сперматозоидах.



СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

ПЛАСТИДЫ

Пластиды – органоиды, характерные для растительных клеток. Делятся на три разновидности: хлоропласты, хромопласты и лейкопласты.

Хлоропласт – двумембранный полуавтономный органоид зеленого цвета, который придаёт ему пигмент **хлорофилл**. Имеет вытянутую, выпуклую с двух сторон форму, крупный размер (можно увидеть в световой микроскоп).

Имеет две мембраны: наружная мембрана гладкая, а внутренняя образует выросты – **ламеллы** и **тилакоиды**. Тилакоиды представляют собой дисковидной формы мешочки, уложенные в стопки граны. Граны напоминают стопку монет, а монетами выступают, как вы уже догадались, тилакоиды. Многочисленные граны объединяются между собой тонкими мембранными выростами – **ламеллами**.

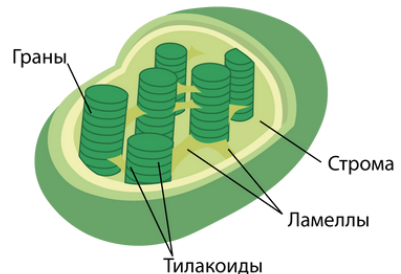
Внутри хлоропласт заполнен стромой, **строма** – полужидкое содержимое, которое аналогично матриксу митохондрий.

В состав мембран хлоропластов входит фотосинтезирующий пигмент **хлорофилл**. В хлоропластах протекает процесс фотосинтеза: на мембранах тилакоидов происходят реакции световой фазы, а в строме – темновой фазы.

В строме хлоропласта также расположены своя кольцевая молекула ДНК, РНК и рибосомы. Поэтому они способны к **самостоятельному делению**, так же как и митохондрии.

Функции:

1. Преобразование солнечной энергии в энергию химических связей в процессе фотосинтеза.
2. Синтез органических веществ в результате фотосинтеза.
3. Образование углеводов в растительной клетке.



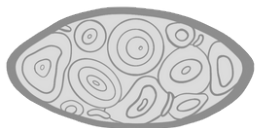
Хромопласты – двумембранные органоиды продолговатой формы, которые содержат каротиноиды: жёлтые, оранжевые, красные, иногда коричневые пигменты. В отличие от хлоропластов они не способны к фотосинтезу. *Придают окраску* спелым плодам и цветам, опадающим листьям при листопаде. Образуются из хлоропластов.

Об этом подробнее мы поговорим в разделе «Ботаника».

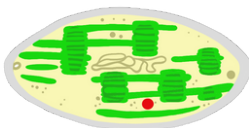
СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Лейкопласты – бесцветные пластиды округлой формы. Основная функция лейкопластов – это накопление питательных веществ. Накапливают в себе крахмал в виде крупных зёрен.

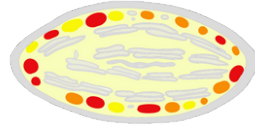
Содержатся в большом количестве в корнях, видоизменённых побегах – клубнях, луковицах и т.д. На свету лейкопласты превращаются в хлоропласты.



Лейкопласты



Хлоропласты



Хромопласты

Ядро – особый структурный компонент клетки, который располагается в цитоплазме. Ядро характерно для всех эукариотических клеток (*искл.* эритроциты млекопитающих). Прокариотическая клетка не имеет оформленного ядра, в ней выделяется ядерная зона – **нуклеоид**, которая содержит кольцевую ДНК.

Состоит из:

- Двумембранной оболочки
- Ядерного сока или кариоплазмы
- Ядрышек
- Хромосом или хроматина

Ядерная оболочка отделяет содержимое ядра от гиалоплазмы. Она состоит из двух мембран: *наружной и внутренней*. В некоторых местах ядерной оболочки имеются сквозные отверстия *поры*. Благодаря им происходит обмен различными веществами между ядром и гиалоплазмой. *Например*, через ядерные поры из ядра в гиалоплазму выходят молекулы иРНК, тРНК, рибосомы.

Ядерный сок или кариоплазма – это водный раствор, в котором содержатся различные органические и неорганические вещества. По составу и свойствам ядерный сок схож с гиалоплазмой. Он заполняет внутреннее пространство ядра и является средой для протекания всех ядерных процессов. В ядерном соке расположены *хроматин и ядрышки*.

Хроматин — это комплекс молекул ДНК с белками гистонами. Хроматин представлен *деспирализованной ДНК* и находится в неделящейся клетке.

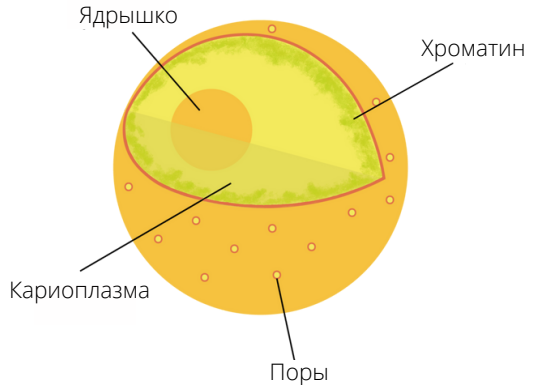
Хромосомы представляют собой спирализованные молекулы ДНК в комплексе с белками гистонами. Хромосомы располагаются в делящейся клетке. По химической организации как хроматин, так и хромосомы не отличаются. Каждой молекуле ДНК соответствует одна хромосома.

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Ядрышко представляет собой плотное округлое образование, которое состоит из белков, РНК, ДНК. В ядрышке осуществляется *синтез рРНК*. Здесь рРНК соединяются с белками и образуют субъединицы рибосом.

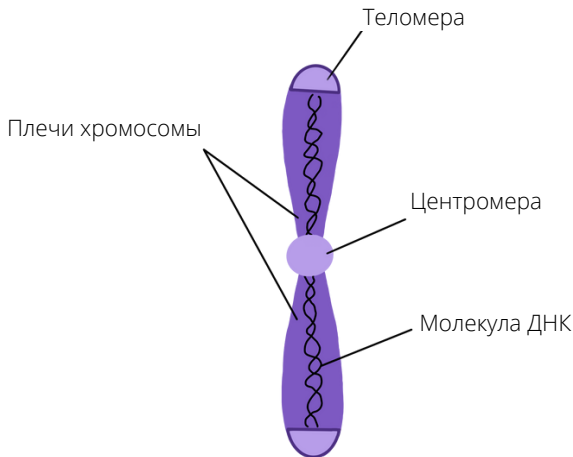
Функции:

1. Ядро осуществляет *хранение и передачу* наследственной информации клетки из поколения в поколение.
2. *Координирует* работу других органоидов и компонентов клетки.
3. *Управляет* обменом веществ клетки.
4. Здесь происходит *синтез* всех видов РНК, сборка субъединиц рибосом.



СТРОЕНИЕ ХРОМОСОМ

Хромосомы состоят из **двух плеч**, разделённых между собой перетяжкой **центромерой**. Центромера делит хромосому на плечи одинаковой или разной длины. Внутри хромосомы содержится одна спирализованная молекула ДНК.



В зависимости от расположения центромеры выделяют **три типа хромосом**:

- У *равноплечих* хромосом центромера находится посередине или практически посередине, поэтому плечи практически равны по длине.
- У *неравноплечих* хромосом плечи имеют разную длину.
- У *палочковидных* хромосом одно плечо длинное, а второе очень короткое, почти незаметное.

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ



Концевые участки плеч хромосом называются **теломерами**. Теломеры защищают хромосому от повреждений и от «слипания, склеивания» с другими хромосомами.

В результате удвоения молекул ДНК, предшествующего каждому делению клетки, теломеры укорачиваются. В стареющем организме деление происходит все реже и реже. Когда после определенного числа делений теломеры исчезают совсем, клетка теряет способность к делению и запускает программу разрушения*. Считается, что это является одной из причин биологического старения.

Что поддерживает длину теломер? Это делает фермент **теломераза**.

Теломераза - фермент, предотвращающий укорачивание концевых участков хромосом теломер.

По сути теломераза удлинняет теломеры, поэтому клетки, в которых активна теломераза, способны делиться неограниченное количество раз.

Например, у многих раковых клеток укороченные теломеры, и теломераза в них активна, что приводит к их неограниченному делению.

Хромосомы отличаются друг от друга по *строению, форме, размерам*. Совокупность всех признаков (форма, число, размер) хромосом называется **кариотип**.

* **Апоптоз** – генетически запрограммированная гибель клетки. В результате апоптоза клетка распадается на отдельные апоптотические тельца, ограниченные плазматической мембраной. Апоптоз в норме направлен на сохранение оптимального клеточного состава, на избавление клеточных популяций от избыточных, «больных» и «состарившихся» клеток.

СТРОЕНИЕ КЛЕТКИ

Клетки всех существующих ныне организмов можно разделить на две группы: прокариотические и эукариотические. Прокариотические клетки не имеют оформленного ядра и имеют более примитивное строение, чем эукариотические клетки. Давайте ниже рассмотрим подробнее их строение.

Признаки Прокариот:

1. Безъядерные, не имеют оформленного ядра.
2. Наследственный материал представлен крупной кольцевой молекулой ДНК, которая расположена в ядерной зоне – нуклеоиде. Также прокариоты имеют дополнительные мелкие молекулы ДНК – **плазмиды**.
3. Не имеют мембранных органоидов.
4. Плазматическая мембрана имеет складчатую структуру, образуя мембранные складки или впячивания. Складки плазматической мембраны аналогичны таковым в кристах митохондрий.
5. Органоиды движения – **жгутики**. Некоторые бактерии имеют тонкие выросты – пили. Они короче жгутиков, имеют другое строение и служат для прикрепления прокариотических клеток друг к другу.
6. Имеют клеточную стенку из **муреина**.
7. Имеют рибосомы 70s.

К прокариотам относится: Царство Бактерии.

Эукариотические клетки имеют оформленное ядро и более сложное строение, чем прокариотические клетки. Давайте ниже рассмотрим подробнее их строение.

Признаки Эукариот:

1. Ядерные, имеют оформленное ядро.
2. Наследственный материал представлен линейными ДНК, которые расположены в ядре.
3. Имеют немембранные и мембранные органоиды.
4. Имеют рибосомы 80s.

К эукариотам относятся:

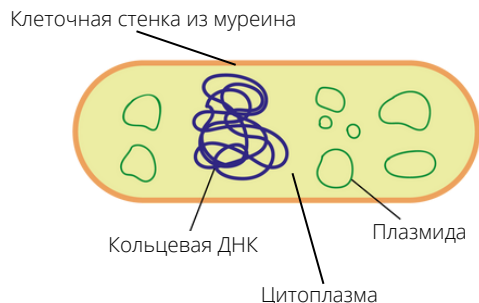
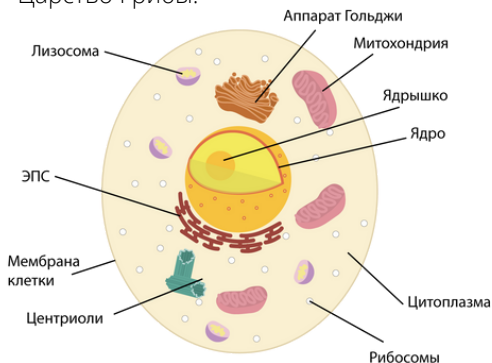
Царство Животные, Царство Растения, Царство Грибы.

Общие черты Прокариот и Эукариот:

- Наличие цитоплазмы, плазматической мембраны, рибосом.

Отличия Прокариот и Эукариот:

- Наличие ядра.
- Место расположения ДНК.
- Форма ДНК.
- Наличие органоидов, помимо рибосом.



ОТЛИЧИЯ КЛЕТОК

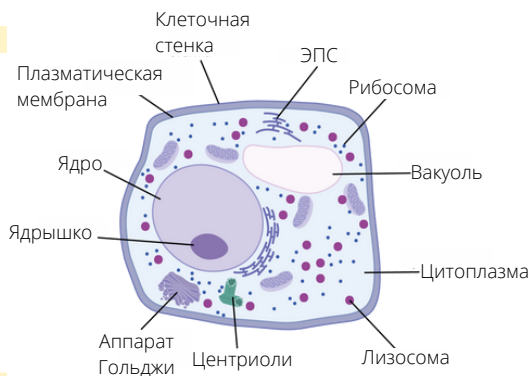
Признаки растительной клетки:

- Эукариотическая клетка.
- Наличие вакуолей и хлоропластов.
- Клеточная стенка из **целлюлозы**.
- Запасной углевод **крахмал**.
- Клеточный центр есть только у низших растений, у высших отсутствует.
- Наличие или отсутствие мембранных органоидов.
- Гликокаликс отсутствует.



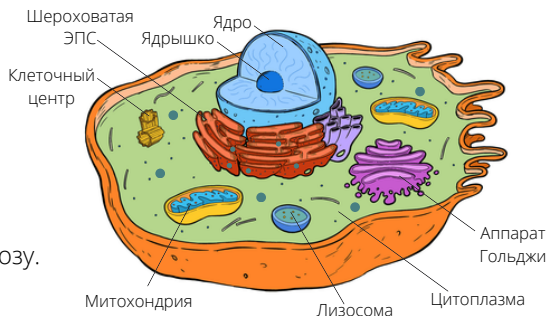
Признаки грибной клетки:

- Эукариотическая клетка.
- Отсутствие хлоропластов.
- Наличие вакуолей у некоторых представителей.
- Клеточная стенка из **хитина**.
- Запасной углевод **гликоген**.
- Гликокаликс отсутствует.



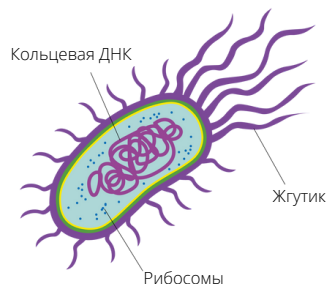
Признаки животной клетки:

- Эукариотическая клетка.
- Отсутствие вакуолей и хлоропластов.
- Клеточная стенка **отсутствует**.
- Запасной углевод **гликоген**.
- Клеточный центр есть у всех.
- Гликокаликс есть.
- Способность к фагоцитозу и пиноцитозу.



Признаки бактериальной клетки:

- Прокариотическая клетка.
- Отсутствуют мембранные органоиды.
- Имеют рибосомы 70S.
- Имеют складки плазматической мембраны.
- Наследственный материал - **кольцевая ДНК**, **плазмиды**.
- Клеточная стенка из муреина.
- Имеют жгутики, пили.



ОТЛИЧИЯ КЛЕТОК

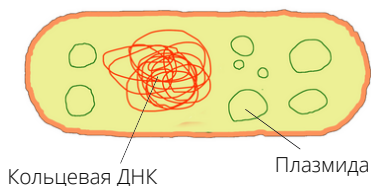
ПЛАЗМИДА У ПРОКАРИОТИЧЕСКИХ БАКТЕРИАЛЬНЫХ КЛЕТОК

Плазмиды - дополнительные мелкие молекулы ДНК у прокариот, помимо основной кольцевой молекулы.

Плазмиды обычно содержат гены, повышающие **приспособленность** бактерий к окружающей среде (например, обеспечивают устойчивость к антибиотикам).

Плазмиды используются в генной инженерии.

Наиболее распространенным методом генной инженерии является создание рекомбинантных, т. е. содержащих чужеродный ген, бактериальных плазмид. Об этом подробнее поговорим в разделе «Генная инженерия».



КЛЕТОЧНАЯ СТЕНКА

Клеточная стенка - надмембранная неживая структура клетки, которая выполняет опорную и защитную функцию. Клеточная стенка состоит преимущественно из полисахаридов. У растений она образована **целлюлозой**, у грибов - **хитином**. Имеет поры, через которые происходит поступление веществ. Поры выстланы плазматической мембраной и пронизаны тонкими цитоплазматическими нитями - **плазмодесмами**.

Плазмодесмы — мостики, которые связывают цитоплазмы соседних растительных клеток в единую непрерывную систему - **симпласт**, по которой осуществляется транспорт веществ.

Функции клеточной стенки:

- Поддерживает форму клеток благодаря жесткой структуре.
- Защита клетки от внешних воздействий.
- Даёт опору и механическую прочность клетке.



Клеточная стенка из целлюлозы у растений

Симбиотическая теория происхождения митохондрий и пластид:

Предположительно, митохондрии и хлоропласты были когда-то свободноживущими прокариотами, наподобие бактерий. Эти прокариоты, случайно проникнув в клетку хозяина, вступили с ней в симбиоз – взаимовыгодные для обоих отношения. Бактерии-митохондрии были **гетеротрофами**, а бактерии-хлоропласты были **автотрофами**. Видимо, условия внутри клетки хозяина оказались благоприятными для прокариот. Прокариоты же, в свою очередь, своим присутствием в клетке резко повысили способность клетки синтезировать АТФ и придали ей способность к аэробному дыханию.

Какие факты свидетельствуют в пользу этой гипотезы?

Митохондрии и хлоропласты имеют свою кольцевую ДНК, бактерии тоже имеют **кольцевую ДНК**.

Митохондрии и хлоропласты содержат рибосомы 70S, бактерии тоже содержат мелкие рибосомы 70S.


Митохондрии и хлоропласты способны к самостоятельному делению, как и прокариоты.

ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

ТРАНСПОРТ В КЛЕТКАХ

Между внешней средой и клеткой постоянно происходит обмен веществ, клетка должна получить питательные вещества. Существует несколько механизмов транспорта веществ через плазматическую мембрану, которые объединяются в пассивный и активный транспорт.


ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ

 **Пассивный транспорт** — перенос веществ по градиенту концентрации, не требующий затрат энергии.

Пассивный транспорт может происходить непосредственно через фосфолипидный слой, через белки - переносчики или через белковые каналы.

Основные разновидности пассивного транспорта:

- Простая диффузия.
- Облегчённая диффузия.
- Осмос.

 **Диффузия** — пассивное перемещение вещества из области большей его концентрации в область с низкой концентрацией.

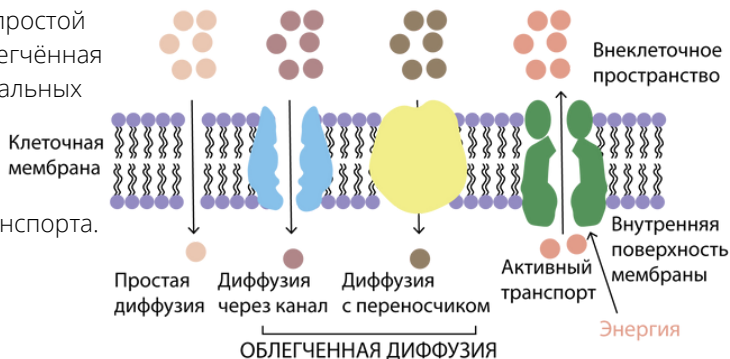
Направление простой диффузии определяется только разностью концентраций вещества по обеим сторонам мембраны. Путём простой диффузии в клетку проникают гидрофобные (жирорастворимые) вещества (кислород, азот) и полярные маленькие молекулы (вода, углекислый газ, мочевины).

Пример простой диффузии: диффузия O_2 и CO_2 при газообмене в лёгких и тканях организма.

Вещества, которые имеют высокую полярность и органическую природу (аминокислоты, глюкоза) попадают в клетку путем **облегчённой диффузии**. Облегчённой диффузией называется диффузия вещества по градиенту его концентрации, которая происходит через специальные гидрофильные каналы, которые могут образовывать мембранные белки.

Участие белков - переносчиков или трансмембранных каналов обеспечивает более высокую скорость облегчённой диффузии по сравнению с простой пассивной диффузией. Облегчённая диффузия не требует специальных энергетических затрат за счёт АТФ. Эта особенность отличает облегчённую диффузию от активного транспорта.

Пример облегчённой диффузии: поступление аминокислот, глюкозы в клетку.



ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

ТРАНСПОРТ В КЛЕТКАХ

ПАССИВНЫЙ ТРАНСПОРТ



Осмоз — процесс односторонней диффузии через полупроницаемую мембрану молекул растворителя (воды) в сторону большей концентрации растворённого вещества из объёма с меньшей концентрацией растворённого вещества. Перенос растворителя через мембрану обусловлен осмотическим давлением. Это осмотическое давление возникает из-за того, что система пытается выровнять концентрацию раствора в обеих средах, разделённых мембраной.

Пример осмоса: движение воды при переливании гипертонического или гипотонического раствора NaCl в пробирку с эритроцитами крови.

Классическим примером осмоса являются явление **плазмолиза и деплазмолиза**. При добавлении 10% раствора поваренной соли к препарату кожицы лука наблюдается плазмолиз. Если поместить клетку в воду или гипотонический раствор (например, дистиллированную воду), то происходит обратный процесс – деплазмолиз.

Плазмолиз – отделение протопласта (содержимого клетки) от клеточной стенки при погружении клетки в гипертонический раствор. Плазмолиз характерен главным образом для растительных клеток, имеющих прочную целлюлозную оболочку.

Деплазмолиз – возвращение протопласта клеток растений из состояния плазмолиза в исходное состояние, при перенесении клеток, подвергшихся плазмолизу, в воду или гипотонические растворы.



Деплазмолиз



Плазмолиз

АКТИВНЫЙ ТРАНСПОРТ



Активный транспорт – процесс трансмембранного переноса веществ против их градиента концентрации (из зоны с меньшей концентрации, в зону с большей концентрацией) с затратами энергии АТФ.

Активный транспорт осуществляется специальными белками – переносчиками. Белок переносчик связывает переносимую молекулу или ион, изменяет свою конфигурацию и прокачивает вещество внутрь клетки.

Виды активного транспорта:

- Калий-натриевый насос.
- Эндоцитоз: фагоцитоз и пиноцитоз.
- Экзоцитоз.

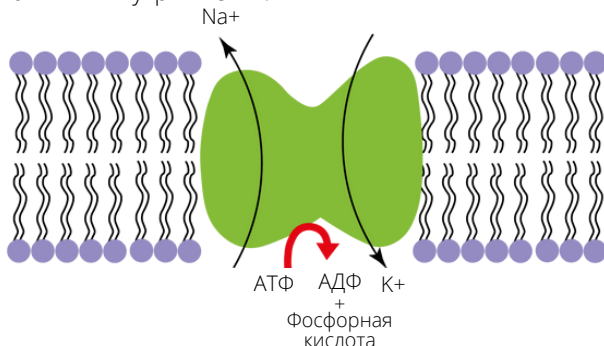
КАЛИЙ-НАТРИЕВЫЙ НАСОС

Механизм активного транспорта лучше всего изучен для калий - натриевого насоса (K⁺/Na⁺ насоса) — транспортного процесса, который **выкачивает ионы натрия** через мембрану клетки наружу и в то же время **закачивает в клетку ионы калия**. Этот насос отвечает за поддержание различной концентрации ионов натрия и калия по обе стороны мембраны, а также за наличие отрицательного электрического потенциала внутри клеток.

ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

ТРАНСПОРТ В КЛЕТКАХ

Рассмотрим работу насоса. Когда 2 иона калия связываются с белком - переносчиком снаружи и 3 иона натрия связываются с ним внутри, активируется АТФ-азная функция белка. Это ведет к расщеплению 1 молекулы АТФ до АДФ с выделением энергии. Эта освобожденная энергия вызывает химическое и конформационное изменение молекулы белка - переносчика, в результате чего 3 иона натрия перемещаются наружу, а 2 иона калия — внутрь клетки.



Эндоцитоз и его разновидности - **фагоцитоз** и **пиноцитоз** также относятся к активному транспорту.

ЭНДОЦИТОЗ



Эндоцитоз – транспорт высокомолекулярных веществ, также крупных частиц внутрь клетки; происходит поглощение жидких или твёрдых веществ клеткой, с образованием мембранных пузырьков везикул.

При эндоцитозе определенный участок плазматической мембраны захватывает и как бы обволакивает внеклеточный материал, заключая его в мембранную вакуоль, возникшую вследствие впячивания мембраны. Образовавшаяся вакуоль называется **фагосома**.

Фагосома - фагоцитарный пузырек (или везикула, вакуоль), образующийся в процессе фагоцитоза, внутри которого находятся вещества подлежащие перевариванию.

Лизосома участвует во внутриклеточном переваривании поступивших в клетку веществ. Лизосомы сливаются с мембраной фагоцитарного пузырька, и гидролитические ферменты переваривают поступившие в клетку вещества.

Полимеры расщепляются до мономеров, которые затем попадают в цитоплазму и используются клеткой на собственные нужды. Не все вещества в фагоцитарном пузырьке нужны клетке. Ненужные остатки удаляются из неё за счет обратного эндоцитозу процессу – **экзоцитоза**.

Эндоцитоз делится на *фагоцитоз* и *пиноцитоз*.
Давай разбираться в чём отличие между ними?

ТРАНСПОРТ ВЕЩЕСТВ

ТРАНСПОРТ В КЛЕТКАХ

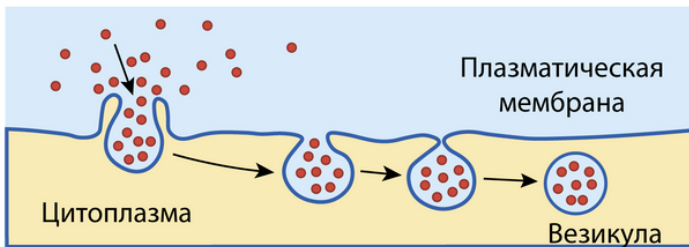
ЭНДОЦИТОЗ И ЭКЗОЦИТОЗ


Фагоцитоз – поглощение твёрдых частиц клеткой.

Пример: лейкоциты поглощают бактерии в процессе фагоцитоза.

Пиноцитоз – поглощение жидких веществ клеткой.

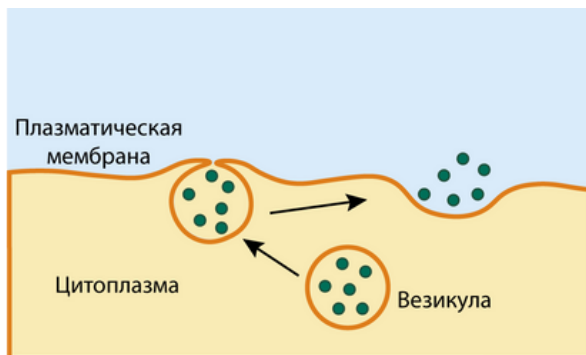
Пример: пиноцитоз в эпителиальных клетках кишечника и почечных канальцах.



 **Экзоцитоз** – процесс выведения макромолекул из клетки во внешнюю среду с помощью секреторных пузырьков везикул.

Благодаря ему клетка выводит внутриклеточные продукты или непереваренные остатки, заключенные в вакуоли или пузырьки везикулы. Пузырек подходит к цитоплазматической мембране, сливается с ней, а его содержимое выделяется в окружающую среду. Таким образом из желёз выводятся гормоны в кровь, ферменты в полости органов.

Пример: выделение нейромедиаторов в синапсах нейронов, выделение гормонов поджелудочной железы в кровь, выделение непереваренных остатков пищи амёбой в окружающую среду.





ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

Все вещества клетки делятся на **органические** и **неорганические**:

ОРГАНИЧЕСКИЕ

- Белки
- Липиды
- Углеводы
- Нуклеиновые кислоты
- АТФ

ВЕЩЕСТВА

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ

- Вода
- Минеральные соли

Прежде чем перейти к разбору органических веществ, введём такое понятие как «мономер» и «полимер».

«Моно» переводится как «один». **Мономер** – маленькая, простая молекула, которая входит в состав полимера.



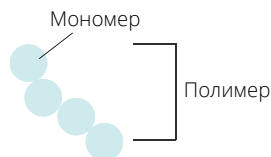
«Поли» переводится как «много». **Полимер** – большая, сложная молекула, в которой мономер повторяется много много раз. То есть полимер состоит из повторяющихся мономеров.

Например:

Белок – полимер, его мономер – аминокислота.

Полисахарид – полимер, его мономер – моносахарид.

Нуклеиновая кислота – полимер, её мономер – нуклеотид.



ЛИПИДЫ

Липиды – органические вещества, основу которых составляют высшие жирные кислоты или высокомолекулярные спирты. Все липиды **нерастворимы** в воде из-за своей неполярности, но хорошо растворяются в органических растворителях (бензине, эфире, ацетоне).

В состав липидов могут входить высшие жирные кислоты, глицерин, высшие одноатомные и циклические спирты и др.

Разберем самых распространенных представителей липидов – фосфолипиды и триглицериды.

Триглицериды – сложные эфиры глицерина и трёх остатков высших жирных кислот. Их подразделяют на *твёрдые жиры* и *жидкие масла*. Масла жидкие из-за высокого содержания ненасыщенных жирных кислот, а животные жиры твёрдые из-за высокого содержания насыщенных жирных кислот.

Фосфолипиды похожи по строению на триглицериды, только один остаток высшей жирной кислоты у них замещён на фосфорную кислоту, они образуют *билипидный слой плазматической мембраны*.

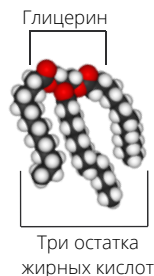
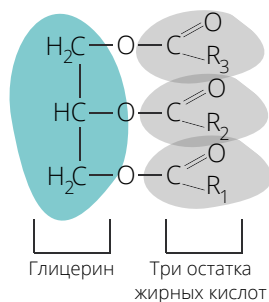
Воски – сложные эфиры одноатомных и двухатомных высокомолекулярных спиртов и высших жирных кислот.

Стериды – сложные эфиры циклического спирта холестерина и высших жирных кислот.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

Функции липидов:

- **Структурная, строительная функция:** входят в состав плазматических мембран.
- **Энергетическая функция:** при их расщеплении выделяется большое количество энергии. Самые энергоемкие это жиры и масла. При окислении 1 г жира выделяется 38,9 кДж энергии.
- **Запасающая функция:** жиры и масла служат в клетках растений и животных резервом энергии и источником воды, которая образуется в большом количестве при их расщеплении (депо воды в организме).
- **Защитная функция:** защищают ткани и органы от ударов, механических воздействий.
- **Терморегуляторная функция:** откладываясь в подкожно-жировой клетчатке защищают организм от переохлаждения.
- **Регуляторная функция:** гормоны коркового слоя надпочечников (кортизон и кортикостерон) и половые гормоны (женские и мужские) являются стероидами, таким образом они влияют на обмен веществ и работу органов в нашем организме, осуществляя гуморальную регуляцию.



УГЛЕВОДЫ

Углеводы - органические вещества, условно состоящие из углерода и воды — отсюда их название.

Углеводы *делятся на две группы*: простые углеводы или моносахариды, и сложные углеводы, которые включают в себя дисахариды, олигосахариды и полисахариды.

Моносахариды («моно» – один) – простые углеводы, в состав которых входит 3-8 атомов углерода. Самые распространенные в организме это пентозы (из пяти атомов) и гексозы (из шести атомов).

Примеры моносахаридов: глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза.



Дисахариды («ди» - два) – образованы двумя остатками простых сахаров (из двух моносахаридов).

Примеры дисахаридов: сахароза, лактоза, мальтоза.



Моносахариды и дисахариды – это бесцветные кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде, сладкие на вкус.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

Полисахариды («поли» - много) – периодические полимеры, мономерами которых являются повторяющиеся остатки моносахаридов, чаще всего глюкозы.

Моносахарид

Примеры: крахмал, гликоген, целлюлоза, хитин.



В отличие от простых сахаров полисахариды не имеют сладкого вкуса, при гидролизе образуют моносахариды, из которых были построены.

Лайфхак!

Как отличать моносахариды и дисахариды? Все заканчиваются на «оза» ...

Запоминаем дисахариды! Сахароза как сахар, лактоза как молоко, Мальтоза как страна Мальта. Поэтому дисахариды – это сахар, молоко и страна Мальта.




Функции углеводов:

1. **Структурная, строительная функция** – моносахариды и дисахариды входят в состав плазматических мембран, образуя комплекс гликокаликс. Полисахарид целлюлоза образует клеточные стенки растений, а полисахарид хитин входит в состав клеточных стенок грибов и покровов членистоногих.
2. **Энергетическая функция:** углеводы являются наиболее удобным источником энергии. Основные пути получения энергии у всех живых организмов рассчитаны на использование глюкозы. При окислении 1 г углеводов даёт 17,6 кДж энергии, в два раза меньше чем при окислении жиров. Но углеводы расщепляются значительно быстрее и проще усваиваются организмом.
3. **Запасающая функция:** осуществляется за счёт запасных углеводов - крахмала, который образуется и накапливается в клетках растений, и гликогена - запасного углевода животной клетки.

БЕЛКИ

 **Белки, протеины или полипептиды** - непериодические полимеры, мономерами которых являются аминокислоты.

Все белки имеют разную, уникальную последовательность аминокислот, отсюда следуют их разные свойства и выполняемые функции.

 **Аминокислоты** – мономеры белков, соединены между собой пептидными связями. *Пептидные связи* образуются между аминогруппой одной аминокислоты и карбоксильной группой другой аминокислоты.

Состоят из:

- Радикал (у всех аминокислот он разный).
- Аминогруппа NH_2 .
- Карбоксильная группа COOH .

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

Всего в состав белков входит **20** основных аминокислот. Аминокислоты могут быть *заменимые* и *незаменимые*.

Заменимые синтезируются в организме в достаточных количествах, а **незаменимые** не могут синтезироваться, поэтому должны поступать в организм с пищей.

Структура белка:

Белки имеют несколько структурных уровней организации, с каждым уровнем молекула обретает более сложную пространственную структуру.

Первичная структура белка – последовательность аминокислот, связанных пептидными связями в цепь.

Форма первичной структуры – линейная, связи в ней – пептидные.



Вторичная структура белка – цепь аминокислот закручивается в пространстве, соединяясь за счёт водородных связей. Существуют два типа вторичной структуры: α – спираль и β -структура.

α – *спираль* – полипептидная цепь, закрученная в спираль и удерживаемая водородными связями.

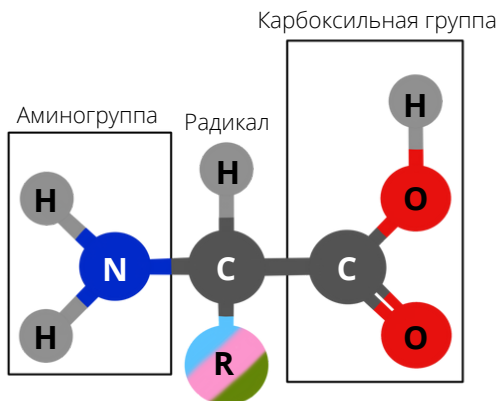
β -*структура* – слоистая, складчатая структура, образованная параллельно расположенными соседними участками полипептидных цепей. Слои в этой структуре также связаны водородными связями друг с другом.



Форма вторичной структуры – спиральная или складчатая, связи в ней водородные.

Третичная структура белка – это пространственная конфигурация белка в виде компактных глобул. Она поддерживается за счет ковалентных дисульфидных мостиков (S-S), ионных, водородных связей и гидрофобных взаимодействий.

Форма третичной структуры – глобулярная (или шаровидная) и фибриллярная (или вытянутая), связи в ней – дисульфидные, водородные, ионные связи и гидрофобные взаимодействия.



ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

Четвертичная структура белка – это структура белка, образованная при взаимодействии не одной, а нескольких полипептидных цепей, их взаимное расположение в пространстве и называется четвертичной структурой белка.

Связи в четвертичной структуре *ионные, водородные*, а также *гидрофобные* взаимодействия. Она свойственна не всем белкам.

Например, белок гемоглобин имеет четвертичную структуру.

Особенность всех структур и форма белковой молекулы определяются её первичной структурой.



Свойства и функции белков:

Разнообразие белков обусловлено *уникальной последовательностью аминокислот*, которая определяет различия пространственной структуры, свойств белков и их различных функций.

Изменение структуры и потеря белком его свойств и функций, которое происходит под воздействием каких-либо внешних факторов, называется **денатурацией**.



Денатурация белка – процесс разрушения пространственной структуры белка под действием высокой или низкой температуры, сильных кислот или щелочей, радиоактивного излучения с потерей природных свойств и функций. Делится на *обратимую* и *необратимую*.

Обратимая денатурация – денатурация, при которой не затронута первичная структура белка, поэтому белок может восстановиться в обратную сторону.

Необратимая денатурация – денатурация, при которой затронута и разрушена первичная структура белка, поэтому его восстановление невозможно.

Например, под действием радиации и высоких температур происходит необратимая денатурация белков, а при воздействии низких температур (замораживании) – обратимая денатурация.

Ренатурация – процесс восстановления белка, обратный денатурации. Возможен только при обратимой денатурации, когда первичная структура белка не была затронута.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

Функции белков:

1. **Структурная или строительная функция:** белки входят в состав плазматических мембран, рибосом и в состав микротрубочек.
2. **Энергетическая функция:** при окислении 1 г белков образуется 17,6 кДж энергии, столько же сколько при окислении углеводов.
3. **Защитная функция:** белки, которые образуют антитела, защищающие организм от чужеродных белков, бактерий и вирусов.
4. **Транспортная функция:** белки связывают и переносят вещества внутри клетки и организма, например гемоглобин эритроцитов переносит кислород и углекислый газ.
5. **Двигательная функция:** сократительные белки, которые входят в состав мышечной ткани, обеспечивают движение организма и клеток. Например, белки актин и миозин.
6. **Ферментативная функция:** ферменты – это биологические катализаторы, которые ускоряют химические реакции, протекающие в клетке и организме.
7. **Регуляторная функция:** белки гормоны регулируют обмен веществ в клетке и организме, осуществляя гуморальную регуляцию. Например, белок инсулин регулирует углеводный обмен.
8. **Запасающая функция:** некоторые белки выполняют эту функцию, например желточный белок альбумин, казеин молока.
9. **Рецепторная функция:** белок родопсин, входящий в состав рецепторов сетчатки глаза, обеспечивает появление нервного импульса в ответ на воздействие света.

Для заметок:

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ



Нуклеиновые кислоты, полинуклеотиды - биологические азотсодержащие неперiodические полимеры, мономеры нуклеиновых кислот - нуклеотиды.



ВИДЫ РНК И ИХ СТРОЕНИЕ

РНК – **рибонуклеиновая кислота**. Молекулы РНК состоят из одной полинуклеотидной цепи. В отличие от ДНК в РНК вместо тимина содержится урацил, поэтому водородные связи возникают между А и У, Ц и Г. В состав РНК входит углевод рибоза.

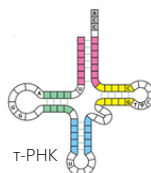
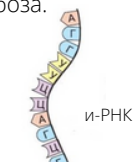
В клетке РНК находятся в ядре, хлоропластах, митохондриях и рибосомах.

Выделяют три вида РНК:

Информационная РНК называется так, потому что она содержит информацию о первичной структуре белка (об аминокислотах в белке). иРНК синтезируется на основе ДНК в ходе *транскрипции* белка, копируя с неё информацию, после чего используется в ходе трансляции как матрица для синтеза белка. Отсюда получила ещё одно название - **матричная**.

Транспортная РНК обеспечивает взаимодействие аминокислоты, рибосомы и матричной РНК в ходе трансляции белка. Она транспортирует аминокислоты к месту синтеза белка – рибосоме. Имеет участок *антикодона* – для взаимодействия с иРНК, а также участок для *присоединения аминокислоты*. Имеет форму трилистника.

Рибосомная РНК в комплексе с белками входит в состав рибосомы, образуя малую и большую субъединицы. Так как входит в состав рибосомы, то участвует в *трансляции* белка: в образовании пептидных связей между аминокислотами в белке. Проще говоря – в соединении аминокислот в одну цепь.



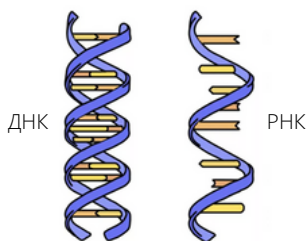
ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

СТРОЕНИЕ ДНК

ДНК – дезоксирибонуклеиновая кислота. Молекулы ДНК состоят из двух спирально закрученных полинуклеотидных цепей. Цепи соединены водородными связями, которые образуются между комплементарными азотистыми основаниями. В отличие от РНК в ДНК *вместо урацила содержится тимин*, поэтому водородные связи возникают между А и Т, Ц и Г. В состав ДНК входит углевод дезоксирибоза.

Функции ДНК:

1. Хранение и передача наследственной информации. Количество молекул ДНК и их нуклеотидная последовательность являются генетическим признаком вида и специфичны для каждого организма.
2. В молекулах ДНК закодирована информация о первичной структуре белков клетки. ДНК является матрицей для синтеза РНК и новых молекул ДНК.



Отличия ДНК и РНК:

1. ДНК – состоит из двух цепочек, РНК – из одной.
2. ДНК содержит азотистое основание Тимин, а РНК содержит Урацил.
3. ДНК содержит углевод дезоксирибозу, а РНК содержит рибозу.
4. ДНК способна к репликации, а РНК – не способна.

РИБОЗИМЫ Т. ЧЕКА

Рибозимы (ферментативные или каталитические РНК) — это молекулы РНК, обладающие каталитическим действием. Были открыты американским биохимиком Томасом Чеком в 1980-х годах.

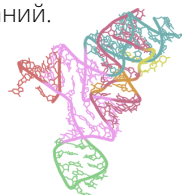
Рибозимы способны выполнять **функции ферментов**. До открытия рибозимов единственными органическими катализаторами считались ферменты белки. Рибозимы могут катализировать различные химические реакции, включая растворение и синтез РНК и ДНК.

Одним из наиболее известных типов рибозимов является **рибосомный рибозим**, который играет ключевую роль в синтезе белка. Он способен катализировать образование пептидной связи между аминокислотами в процессе трансляции.

Открытие рибозимов продемонстрировало, что РНК может быть как **генетическим материалом** (подобно ДНК), так и **биологическим катализатором** (подобно белкам ферментам), и внесло вклад в **Гипотезу РНК-мира**, которая предполагает, что РНК сыграла важную роль в эволюции и появлении первых живых клеток.

Изучение рибозимов имеет важное значение для понимания механизмов клеточного метаболизма и развития новых методов лечения различных заболеваний.

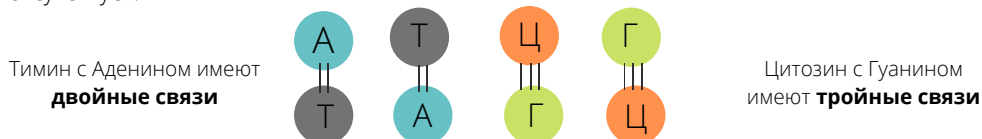
Например, рибозимы могут быть использованы для **ингибирования** определенных генов, что может быть полезно в лечении рака и других генетических заболеваний.



ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

ЧТО ТАКОЕ ПРИНЦИП КОМПЛЕМЕНТАРНОСТИ?

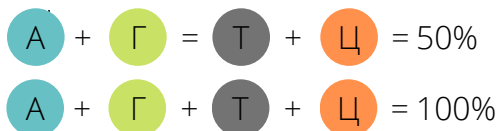
Это принцип, по которому нуклеотиды в ДНК и РНК образуют водородные связи между собой. В ДНК Аденин всегда связывается с Тиминем (А - Т), Гуанин с Цитозином (Г - Ц). При синтезе РНК Аденин в ДНК заменяется на Урацил в РНК (А - У), так как Тимин в РНК отсутствует.



ЧТО ТАКОЕ ПРАВИЛО ЧААРГАФА?

В 1905 американский биохимик Эдвин Чааргаф обнаружил:

1. Число пуриновых оснований равно числу пиримидиновых оснований
 - **Пуриновые основания:** Аденин, Гуанин.
 - **Пиримидиновые основания:** Тимин, Цитозин, Урацил.
2. Количество Аденина равно количеству Тимина. Количество Гуанина равно количеству Цитозина.



АТФ



АТФ – аденозинтрифосфорная кислота или мононуклеотид.

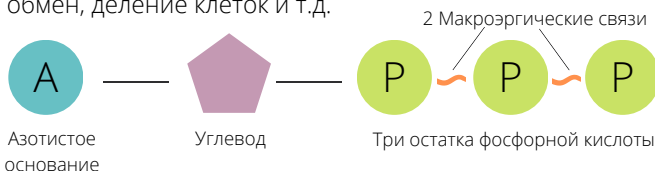
Состоит из:

1. Азотистое основание – аденин.
2. Углевод рибоза.
3. Три НЗРО₄ (фосфорные кислоты).
4. Две макроэргические связи.

Макроэргическая связь – связь, при разрыве которой выделяется гораздо больше энергии, чем при разрыве других связей - более 30 кДж! Наличие двух таких связей – отличительная особенность строения АТФ.

В каких процессах используется накопленная в АТФ энергия?

АТФ используются в процессах, которые идут с затратой энергии: активный транспорт, пластический обмен, деление клеток и т.д.



Функция АТФ: энергетическая. Синтез АТФ осуществляется в митохондриях и хлоропластах.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

МИНЕРАЛЬНЫЕ СОЛИ

В состав живых организмов входят четыре основных элемента – кислород, азот, углерод и водород. Остальные химические элементы представлены в разном процентном соотношении и делятся на три группы:

Макроэлементы – это элементы, которые содержатся в организме человека в относительно **больших количествах**. На их долю приходится больше 90% массы всех веществ в клетке. К ним относятся: кислород, углерод, водород, азот, фосфор, калий, сера, хлор, кальций, магний, натрий, железо.

Микроэлементы – элементы, содержащиеся в организме в **низких концентрациях** – в десятых, сотых и тысячных доле процента.

Сюда относятся: цинк, йод, фтор, марганец, медь, кремний, бром, алюминий.

Ультрамикроэлементы – элементы, содержание которых в клетке составляет **менее тысячной доли процента**. К ним относятся: селен, серебро, ртуть, золото и др.

Минеральные вещества в клетке диссоциированы на **ионы** и представлены **катионами⁺ и анионами⁻ минеральных солей**. Ионы некоторых металлов и неметаллов (Mg, Ca, Fe, Zn, Cu, Mn, I, P) являются компонентами многих ферментов, гормонов и витаминов.

Ионы фосфора P входят в состав нуклеиновых кислот - ДНК, РНК, так же АТФ и костной ткани.

Ионы железа Fe^{2+} входят в состав гемоглобина, миоглобина и участвуют таким образом в переносе O_2 и CO_2 .

Ионы магния Mg^{2+} входят в состав хлорофилла.

Ионы йода I нужны для нормальной работы щитовидной железы и секреции её гормонов в кровь.

Ионы Na^+ и K^+ способствуют проведению нервных импульсов и возбудимости клетки. Эти ионы входят в состав натрий-калиевого насоса и обеспечивают транспорт веществ через плазматическую мембрану.

Ионы кальция Ca^{2+} участвуют в свертываемости крови и в процессах мышечного сокращения, так же входит в состав костей и зубов.

С растворимыми ионами связано также поддержание постоянства внутренней среды клетки. Они служат компонентами так называемых буферных систем, которые избирательно связывают избыточные ионы H^+ и OH^- и позволяют клетке поддерживать pH внутренней среды на определенном уровне. В клетке действуют три буферные системы: карбонатная, фосфатная и белковая.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

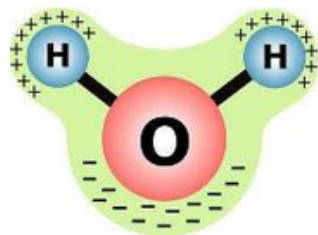
ВОДА



Вода – неорганическое вещество, молекулы которого состоят из двух атомов водорода и одного атома кислорода, связанных водородными связями. Является важнейшим компонентом клетки, на неё приходится от 60 до 90% от всей массы клетки. Биологическое значение воды обусловлено её физико-химическими свойствами.

Свойства воды:

- Молекула воды полярна, поэтому способна выступать в качестве растворителя. Вода обладает свойством растворять **полярные молекулы** других веществ. Вещества, растворимые в воде, называются **гидрофильными** (соли, сахара, простые спирты, аминокислоты, неорганические кислоты). Вещества, нерастворимые в воде, называются **гидрофобными** (жиры, масла, парафин).
- Вода обладает высокой **теплопроводностью**. Благодаря этому свойству тепло равномерно и быстро распределяется по всему объёму воды, находящейся в клетках, препятствуя их перегреванию в отдельных точках. Для испарения воды необходима дополнительная энергия, способная разрушить водородные связи. Использование значительного количества энергии на разрыв водородных связей при испарении способствует охлаждению поверхности. Это свойство воды предохраняет организм от перегрева.



ФУНКЦИИ ВОДЫ



ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

ФЕРМЕНТЫ



Ферменты или энзимы – это специализированные белки, катализирующие химические реакции в клетках. Вещество, которое связывается с ферментом для осуществления химической реакции, называют субстратом. Ферменты активизируют субстрат, делают его доступным для проведения химической реакции.

Любой фермент имеет **активный центр** – это главная составная часть фермента. Здесь происходит видоизменение субстрата, проходит реакция, образуются продукты или продукт реакции.

Строение и свойства ферментов:

- Ферменты имеют белковую природу, представляют собой глобулярные белки.
- Ферменты обладают специфичностью. Каждый фермент действует только на определенное вещество - **субстрат**. То есть ферменты могут ускорять только одну химическую реакцию или реакции одного типа.
- Ферменты активны в определенной среде – каждый фермент имеет свой оптимальный диапазон pH. Например, фермент желудка пепсин активен в кислой среде, которая создается соляной кислотой HCl.
- Ферменты не изменяются в результате химической реакции.
- При повышении температуры скорость реакции, катализируемой ферментом, сначала увеличивается, а затем уменьшается, так как с повышением температуры растёт вероятность денатурации белка, поэтому активность фермента снижается.

Часто ферменты образуют комплексы с небелковыми компонентами.

КОФЕРМЕНТЫ



Кофермент – небелковая часть фермента; низкомолекулярное, термостабильное соединение, находящееся в активном центре фермента и участвующее в катализе.

Примеры коферментов:

- Металлы: марганец, железо, цинк и т.д.
- Витамины: витамин PP (никотиновая кислота), витамин B1 (тиамин).
- Производные нуклеотидов: НАД, НАДФ.

НАД, Никотинамидадениндинуклеотид

- Кофермент, имеющийся во всех живых клетках.
- НАД представляет собой динуклеотид и состоит из двух нуклеотидов, соединённых своими фосфатными группами. Один из нуклеотидов в качестве азотистого основания содержит аденин, другой — никотинамид.
- В метаболизме НАД задействован в окислительно-восстановительных реакциях, перенося электроны из одной реакции в другую.

НАДФ, Никотинамидадениндинуклеотидфосфат

- Кофермент, отличающийся от НАД содержанием ещё одного остатка фосфорной кислоты, обнаружен во всех типах клеток.
- В хлоропластах растительных клеток НАДФ восстанавливается на световых реакциях фотосинтеза и затем обеспечивает водородом синтез углеводов на темновых реакциях.

ХИМИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА КЛЕТКИ

ТЕОРИЯ КЛЮЧА И ЗАМКА ФИШЕРА

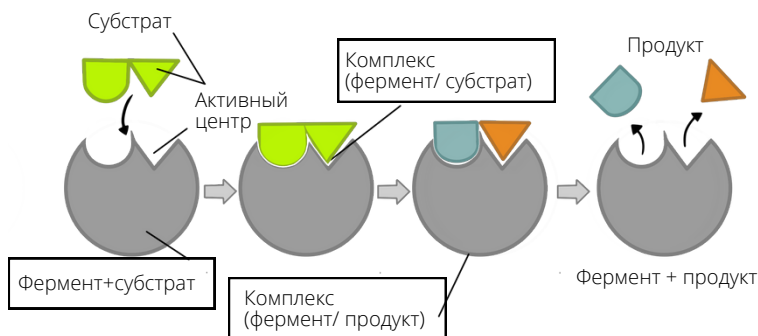


В 1890 году Э. Г. Фишер, исследуя специфичность ферментов, предположил, что она обусловлена особой формой молекулы фермента, которая точно соответствует форме молекулы субстрата. Эта гипотеза получила название «Ключа и замка», где ключ сравнивается с субстратом, а замок – с ферментом.

Теория гласит: субстрат подходит к ферменту, как ключ подходит к замку. Избирательность действия фермента связана со строением его активного центра. Именно этим обусловлено свойство каждого фермента катализировать только определенную реакцию с данным субстратом или группой похожих реакций.

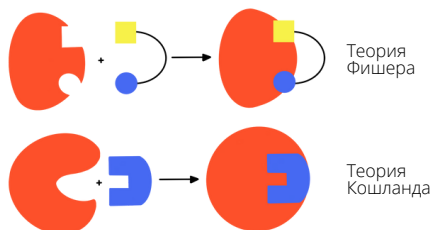
Рассмотрим механизм действия фермента:

1. Происходит соединение фермента с субстратом, образуется **фермент – субстратный комплекс**.
2. В активном центре фермента происходит преобразование субстрата, изменяется его конфигурация.
3. Происходит собственно химическая реакция. После её окончания комплекс распадается, освобождается продукт (продукты) химической реакции, а фермент вновь восстанавливается каким был до начала реакции. Теперь он может взаимодействовать с новой молекулой субстрата.



Теория Кошланда (гипотеза "рука-перчатка") подразумевает гибкость активного центра. Субстрат в момент взаимодействия с активным центром фермента вызывает *изменение конфигурации каталитического центра* таким образом, чтобы его форма соответствовала форме субстрата.

Предложенная Д.Э. Кошландом теория специфичности ферментов меняет установившееся представление (Э. Фишер) о жестком соответствии структуры фермента и субстрата.





ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ



Обмен веществ, метаболизм – совокупность всех реакций синтеза и распада, протекающих в клетке, связанных с выделением или поглощением энергии. Обмен веществ состоит из двух противоположных и взаимосвязанных процессов – **ассимиляции** и **диссимиляции**.

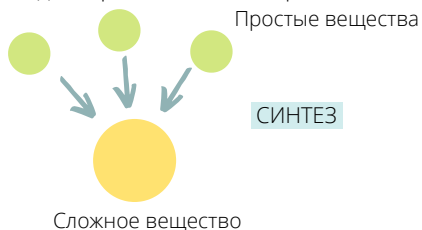
Классифицируется на пластический обмен и энергетический обмен:

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

Пластический обмен

(Анаболизм, Ассимиляция)

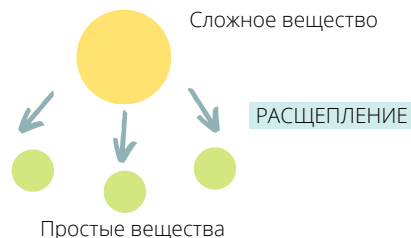
- Совокупность реакций синтеза высокомолекулярных веществ из низкомолекулярных, сопровождающихся поглощением, затратой энергии АТФ.
- Энергия АТФ тратится, используется.
- Примеры: фотосинтез, хемосинтез, синтез белка, репликация ДНК.
- Происходит в рибосомах и хлоропластах.



Энергетический обмен

(Катаболизм, Диссимиляция)

- Совокупность реакций расщепления высокомолекулярных веществ до низкомолекулярных, сопровождающихся выделением, запасанием энергии АТФ.
- Энергия АТФ выделяется, накапливается.
- Примеры: энергетический обмен.
- Происходит в лизосомах и митохондриях.



Как связаны пластический и энергетический обмен ?

- Энергия АТФ, которая образуется в результате энергетического обмена, используется на реакциях пластического обмена.
- Для реакций расщепления энергетического обмена нужны вещества, которые синтезируются в результате пластического обмена.
- В результате пластического обмена образуются ферменты, которые участвуют в реакциях энергетического обмена.

СИНТЕЗ И РАСЩЕПЛЕНИЕ АТФ

Все энергетические затраты любой клетки обеспечиваются за счёт молекул АТФ. Как мы сказали, в пластическом обмене энергия АТФ **затрачивается**, а в энергетическом – образуется, **выделяется**. Так же мы говорили, что АТФ содержит **2 макроэргические связи** и **3 фосфорные кислоты**.

Лайфхак!

АТФ тратится – энергии становится меньше, мы её расходует.

АТФ синтезируется – энергии становится больше, мы её получаем.



ОБМЕН ВЕЩЕСТВ

АТФ тратится так:

Энергия (Е) выделяется при разрыве макроэргических связей.

АТФ сначала гидролизуется (расщепляется) до АДФ, а затем и до АМФ, при этом теряя один остаток фосфорной кислоты на каждом этапе:

- $\text{АТФ} + \text{H}_2\text{O} = \text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{энергия (Е)}$
- $\text{АДФ} + \text{H}_2\text{O} = \text{АМФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{энергия (Е)}$
- $\text{АМФ} + \text{H}_2\text{O} = \text{аденин} + \text{рибоза} + \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{энергия (Е)}$

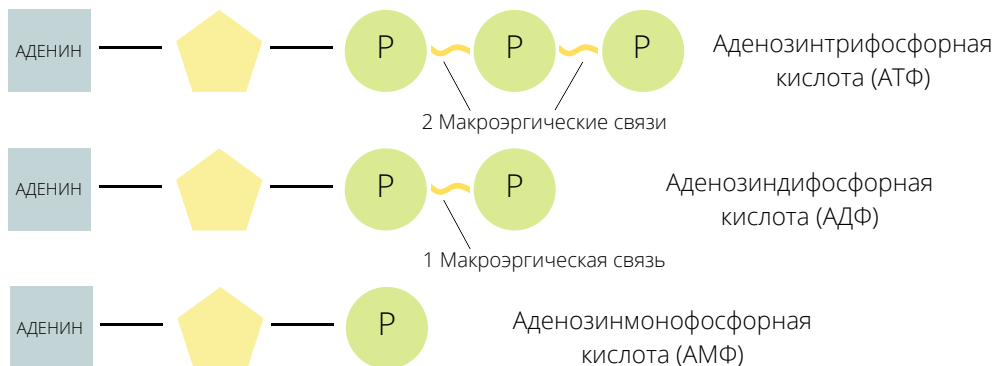
При распаде АТФ до АДФ клетка за счёт разрыва макроэргической связи получит приблизительно 40 кДж энергии!

АТФ синтезируется так:

АТФ синтезируется в результате реакции фосфорилирования, то есть присоединения одного остатка фосфорной кислоты к молекуле АДФ:

- $\text{АДФ} + \text{H}_3\text{PO}_4 + 40 \text{ кДж} = \text{АТФ} + \text{H}_2\text{O}$

Что такое АМФ, АДФ и АТФ?



Запомни!

АТФ (три) – 3 фосфорные кислоты.

АДФ (ди) – 2 фосфорные кислоты.

АМФ (моно) – 1 фосфорная кислота.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН



Энергетический обмен, диссимилиция, катаболизм – совокупность реакций расщепления высокомолекулярных веществ до низкомолекулярных, сопровождающихся выделением, запасанием энергии АТФ.

При этом выделяется и накапливается **энергия АТФ**.

Энергетический обмен состоит из трех этапов:

1. Подготовительный этап.
2. Бескислородный этап.
3. Кислородный этап.

По каждому этапу нужно знать **ГДЕ** он происходит, **ЧТО** на нём происходит с веществами и **СКОЛЬКО** при это энергии выделилось. То есть по три факта на каждый этап.

1 этап - Подготовительный этап

Где происходит: Пища поступает в организм человека в виде сложных высокомолекулярных соединений. Прежде чем усваиваться клетками эти органические вещества должны превратиться в низкомолекулярные соединения, более доступные для усвоения. Происходит на клеточном уровне в лизосомах, а на организменном уровне – в пищеварительном тракте.

Что происходит: При непосредственном участии воды, под действием гидролитических ферментов лизосом органические вещества расщепляются до:.

Белки + H_2O - аминокислоты

Жиры + H_2O - глицерин + высшие жирные кислоты

Полисахариды + H_2O - глюкоза

Сколько энергии выделилось: Вся энергия, выделяющаяся на подготовительном этапе, рассеивается в виде тепла.

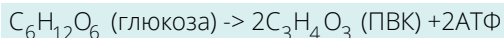
2 этап – Бескислородный, гликолиз, анаэробный, брожение.

Этот этап происходит в бескислородных условиях, поэтому его называют бескислородным или анаэробным.

Где происходит: В цитоплазме.

Что происходит: Бескислородный этап состоит из нескольких последовательных реакций превращения молекулы глюкозы в две молекулы пировиноградной кислоты (ПВК, пирувата).

В процессе превращения глюкозы в две молекулы ПВК образуется две молекулы АТФ, а остальная энергия рассеивается в виде тепла.



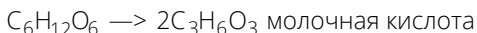
Сколько энергии выделилось: АТФ = 2

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

Дальнейшая судьба ПВК зависит от наличия O_2 в клетке. Если O_2 есть, то ПВК поступает в матрикс митохондрий и окисляется при участии O_2 . Если O_2 нет, то ПВК подвергается брожению и может превращаться в молочную кислоту, спирт и т.д. Бескислородные процессы окисления у анаэробных организмов называют брожением.

МОЛОЧНОКИСЛОЕ БРОЖЕНИЕ:

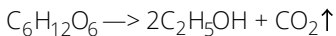
У молочнокислых бактерий ПВК превращается в **молочную кислоту**:



В мышцах человека при больших нагрузках и недостатке кислорода происходит **молочнокислое брожение**, накапливается продукт молочная кислота и возникают болевые ощущения. У нетренированных людей это происходит быстрее, чем у тренированных людей.

СПИРТОВОЕ БРОЖЕНИЕ:

В клетках дрожжей происходит **спиртовое брожение** и ПВК превращается в этиловый спирт и углекислый газ:



Запомни!

Молочнокислое брожение лежит в основе квашения капусты, силосования кормов, получении кисломолочных продуктов: творога, сметаны. Спиртовое лежит в основе производства вина, спирта, пива (из-за выделения этилового спирта) и используется в хлебопечении (из-за выделения CO_2 тесто пузырится и поднимается).

3 этап – Кислородный, аэробный, биологическое окисление, внутриклеточное дыхание, окислительное фосфорилирование.

У аэробных организмов за гликолизом следует третий, завершающий этап энергетического обмена — **полное кислородное расщепление или клеточное дыхание**. Аэробный этап происходит только в присутствии кислорода.

Где происходит: В митохондриях.

Что происходит: Пировиноградная кислота преобразуется в уксусную кислоту, соединяясь с веществом переносчиком коэнзимом А (КоА). Образующийся ацетил – КоА вступает в серию циклических реакций. Циклические реакции, в которых происходит преобразование ПВК, называются **цикл трикарбоновых кислот** или **цикл Кребса**. Он происходит в матриксе митохондрий.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

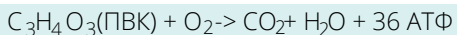
Ацетил – КоА реагирует с щавелевоуксусной кислотой, образуя **лимонную кислоту** (цитрат), кофермент А, протоны (они акцептируются НАД⁺, который превращается в НАД⁺Н) и углекислый газ. Далее лимонная кислота окисляется и вновь превращается в **щавелевоуксусную кислоту**, которая реагирует с новой молекулой ацетил фермент КоА, и весь цикл повторяется снова. Во время этого процесса накапливается энергия в виде НАД⁺Н и ФАД⁺Н₂.

Следующий этап это **окислительное фосфорилирование**, которое происходит на внутренней мембране митохондрий. В нём энергия, запасенная в НАД⁺Н и ФАД⁺Н₂ превращается в энергию связей АТФ. Атомы водорода, накопившиеся в процессе биологического окисления на молекулах переносчиков, отдают свои электроны, превращаясь в протоны. Электроны перемещаются по цепи переноса электронов к конечному акцептору – молекулярному кислороду. Система белков-переносчиков электронов называется **электронтранспортной цепью**, а сами такие белки - **цитохромами**.

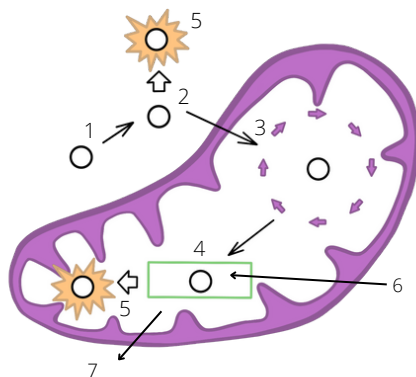
Протоны (ионы водорода) поступают в межмембранное пространство митохондрий. За счет их движения возрастает разность потенциалов по обе стороны внутренней мембраны митохондрий. По достижению определенного значения разности потенциалов протоны начинают двигаться через канал АТФ-синтазы, и их энергия используется для синтеза молекул АТФ. То есть образование АТФ происходит за счёт присоединения фосфата к АДФ (фосфорилирование АТФ) с помощью фермента **АТФ – синтазы**.

Вернувшись в матрикс, Н⁺ реагируют с кислородом, образуя молекулы воды. Во время кислородного этапа образуется 36 молекул АТФ, а конечными продуктами распада глюкозы являются углекислый газ и вода.

Энергетический выход: АТФ=36



*Кислород на этом этапе нужен и участвует, поэтому называется **кислородный этап!***



1. Глюкоза, вступающая в гликолиз.

2. Гликолиз – образование ПВК и выделение 2 АТФ.

3. Цикл Кребса (цикл трикарбоновых кислот).

4. Электрон-транспортная цепь (окислительное фосфорилирование, транспорт электронов по мембране).

5. Молекула АТФ.

6 – кислород

7 – углекислый газ и вода

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

В сумме за три этапа выделилось: $0+2+36 = 38 \text{ АТФ}$

Суммарная реакция энергетического обмена: $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6\text{O}_2 = 6\text{CO}_2 + 6\text{H}_2\text{O} + 38\text{АТФ}$

Запомни!

38 АТФ выделилось при расщеплении одной молекулы глюкозы



Лайфхак!

Этапы энергетического обмена вкратце:

1. Расщепление биополимеров до мономеров.
2. Выделение всей энергии в виде тепла.
3. Расщепление глюкозы до 2ПВК.
4. Выделение 2 АТФ.
5. Расщепление ПВК до CO_2 и H_2O .
6. Выделение 36 АТФ.



Фотосинтез – процесс синтеза органических веществ из неорганических, осуществляемый с использованием энергии Солнца.

Неорганические вещества, такие как углекислый газ и вода превращаются в органическое вещество глюкозу, а также в процессе фотосинтеза выделяется кислород, необходимый для дыхания организмов.

Фотосинтез протекает в две фазы: **световую** и **темновую**.

Световая фаза протекает только при участии энергии света. Реакции световой фазы происходят на мембранах тилакоидов хлоропластов. Ведь именно здесь располагается фотосинтезирующий пигмент – **хлорофилл**.

Хлорофилл способен поглощать кванты света, что приводит к возбуждению его электронов. Среди хлорофиллов выделяют две основные разновидности: **хлорофилл а** и **хлорофилл b**, незначительно отличающиеся по составу. Хлорофиллы поглощают синие и красные лучи спектра и отражают зелёные (что придаёт растению зелёный цвет). В состав хлорофилла входит атом магния.

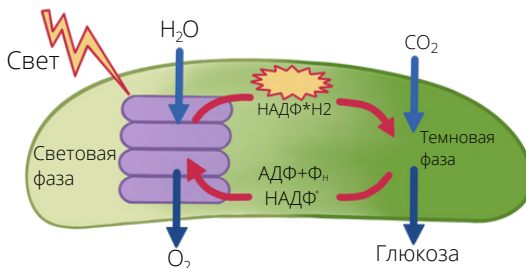
В хлоропластах есть две фотосистемы: **фотосистема I** и **фотосистема II**. Фотосистемы — это пигмент-белковые комплексы, играющие ключевую роль в световой фазе фотосинтеза. Каждая фотосистема способна поглощать кванты света и испускать возбужденные электроны, которые попадают на электронно-транспортную цепь ферментов, расположенных на мембране тилакоидов. Данные процессы в обеих фотосистемах протекают синхронно.

ФОТОСИНТЕЗ

Световая фаза фотосинтеза

В световой фазе происходит несколько важных процессов:

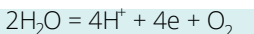
- Возбуждение хлорофилла и перемещение электронов.
- Фотолиз воды и образование кислорода.
- Синтез молекул АТФ.
- Соединение водорода с переносчиком НАДФ⁺ с образованием НАДФ⁺Н₂.



Рассмотрим каждый из процессов подробнее.

Энергия света поглощается хлорофиллом и переводит его в возбужденное состояние. Электроны из фотосистемы I и II поступают на цепь переноса электронов, то есть в молекулах хлорофилла остаются незаполненные места для электронов, назовём их «дырки». «Дырки» в фотосистеме I заполняются электронами из фотосистемы II, а «дырки» в фотосистеме II – электронами, которые образуются в процессе **фотолиза воды**.

Параллельно с этим в хлоропластах происходит **фотолиз воды** – её расщепление под действием солнечного света. При этом образуются протоны, свободный кислород и два электрона, которые захватываются хлорофиллом фотосистемы II, потерявшим своим электроны и он восстанавливается.

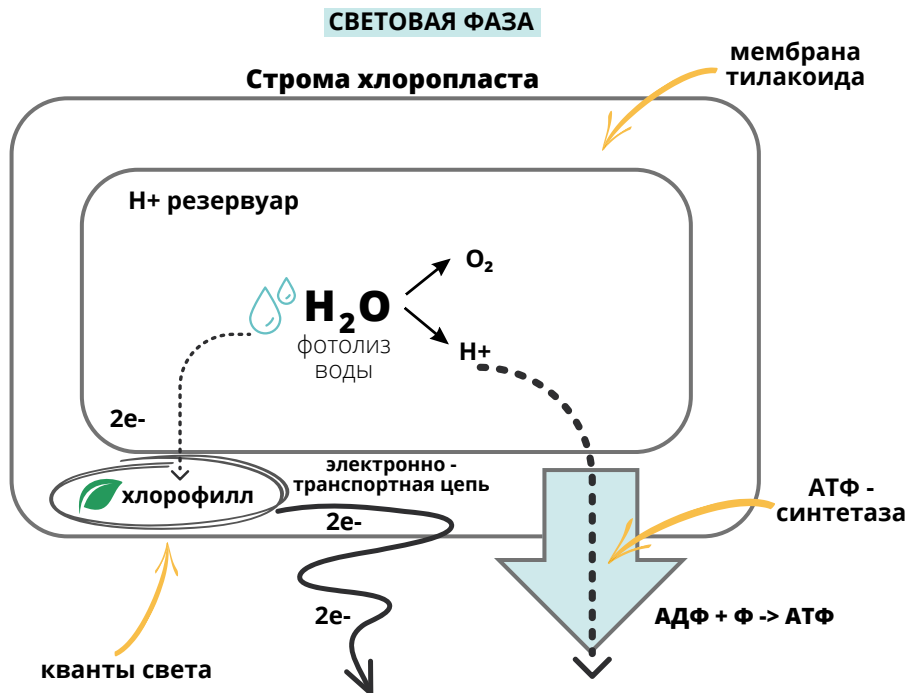


Фотолиз воды идёт на внутренней поверхности мембраны тилакоида, которая непроницаема для ионов водорода. Они скапливаются в Н⁺ резервуаре в тилакоидном пространстве, а электроны скапливаются с внешней стороны. В результате по обе стороны мембраны накапливаются **противоположные заряды**.

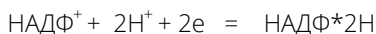
На мембране имеются специальные протонные каналы, через которые ионы водорода могут переходить в строму хлоропласта. Эти каналы связаны с ферментом АТФ – *синтетазой*, которая катализирует синтез молекул АТФ.

При достижении критической разницы зарядов, часть протонов (Н⁺) проталкивается на внешнюю сторону мембраны через канал АТФ-синтетазы. В результате этого выделяется энергия, которая может быть использована для фосфорилирования молекул АДФ: АДФ + Ф = АТФ (см. рисунок ниже).

ФОТОСИНТЕЗ



На наружной мембране тилакоида скапливаются молекулы переносчика водорода в окисленном виде НАДФ⁺. Они принимают электроны от фотосистемы I и за счёт их энергии соединяются с ионом Н⁺ с образованием НАДФ*2Н.



Таким образом, в результате световой фазы на мембране тилакоидов синтезируются молекулы АТФ и НАДФ*2Н. Энергия Солнца преобразуется в энергию возбужденных электронов, а далее запасается в молекулах АТФ и НАДФ*2Н.

В результате световой фазы образуется:

- Свободный кислород О₂.
- АТФ.
- НАДФ * 2Н.

Кислород удаляется из клетки как побочный продукт фотосинтеза. АТФ и НАДФ * 2Н в дальнейшем транспортируются в строму хлоропласта и принимают участие в **темновой фазе** фотосинтеза.

ФОТОСИНТЕЗ

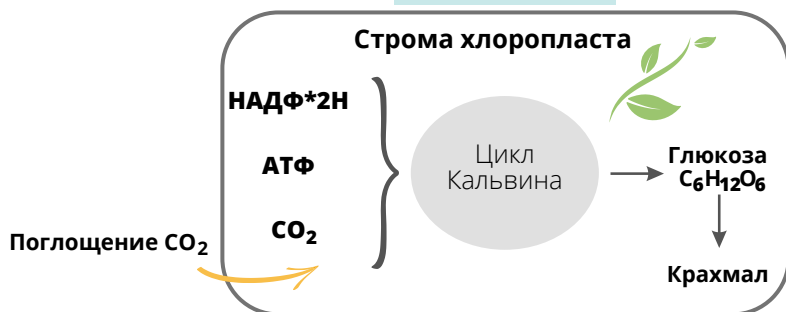
Признаки световой фазы:

1. Необходим свет, поэтому происходит только при наличии света.
2. Происходит с образованием АТФ.
3. Происходит в тилакоидах.
4. В процессе выделяется кислород.

Ключевые процессы световой фазы фотосинтеза:

1. Возбуждение хлорофилла.
2. Фотолиз воды.
3. Выделение кислорода.
4. Накопление АТФ.
5. Накопление НАДФ*2Н.

ТЕМНОВАЯ ФАЗА



Что происходит на темновой фазе? В строме хлоропласта с помощью энергии АТФ и восстановителя НАДФ*2Н, полученных в световую фазу, происходит поглощение углекислого газа из атмосферы и образование глюкозы, из которой в ходе других процессов образуется крахмал.

Процессы темновой фазы **не нуждаются** в наличии света (отсюда и название фазы) и происходят в строме хлоропласта. Реакции этой фазы имеют циклический характер и носят название **Цикл Кальвина**. В цикле Кальвина происходит связывание молекул углекислого газа, активирование соединений за счёт АТФ, восстановление углерода водородом НАДФ*2Н и синтез глюкозы.

В строме хлоропласта присутствует пятиуглеродный углевод (рибоза), связанный с двумя остатками фосфорной кислоты – **рибулозодифосфат**. Первая реакция связана с соединением молекул углекислого газа с рибулозодифосфатом. Происходит фиксация неорганического углерода и образуется **шестиуглеродное соединение**. Это соединение неустойчиво и сразу распадается на две триозы (С₃ – углеводы). Дальше, с затратой АТФ и НАДФ*2Н, полученных в ходе световых процессов, трехуглеродное соединение модифицируется — происходит **активирование молекулы** за счёт соединения с одним фосфатом из молекулы АТФ. Энергия АТФ таким образом расходуется на синтез триозофосфатов. Затем происходит их восстановление молекулами НАДФ*2Н.

В каждом цикле присоединяется только одна молекула углекислого газа, поэтому для создания шестиуглеродной молекулы глюкозы цикл должен повториться шесть раз, то есть должно усвоиться шесть молекул СО₂.

Таким образом, в результате темновой фазы образуется углевод **глюкоза**, которая в дальнейшем может быть преобразована в крахмал, служащий для запасания питательных веществ у растений.

ФОТОСИНТЕЗ

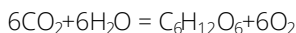
Признаки темновой фазы:

- Наличие света не обязательно, может проходить и на свету, и в темноте.
- Расходуется энергия АТФ.
- Происходит в строме хлоропласта.
- O_2 не выделяется.
- CO_2 поглощается из атмосферы.

Ключевые процессы:

- Поглощение и связывание CO_2 .
- Образование глюкозы.
- Использование АТФ.
- Образование крахмала.

Суммарное уравнение фотосинтеза:



Лайфхак!

Этапы фотосинтеза вкратце:

1. Возбуждение хлорофилла.
2. Фотолиз воды.
3. Выделение O_2 .
4. Образование энергии АТФ.
5. Соединение водорода с переносчиком НАДФ, образование НАДФ*2H.
6. Фиксация и восстановление CO_2 .
7. Использование энергии АТФ на синтез углеводов.
8. Синтез глюкозы.



Факторы, влияющие на скорость фотосинтеза

Интенсивность фотосинтеза зависит от нескольких факторов: *длины волны, концентрации углекислого газа, интенсивности света и температуры.*

Длина волны: наиболее интенсивно фотосинтез протекает под действием волн сине-фиолетовой и красной частей солнечного спектра.

Концентрация углекислого газа: чем выше концентрация CO_2 , тем интенсивнее идёт процесс фотосинтеза.

Интенсивность света: степень освещенности также влияет на скорость, до определенного момента скорость фотосинтеза увеличивается пропорционально количеству света, но далее уже не зависит от него.

Температура: все реакции фотосинтеза катализируются ферментами, для которых оптимальной температурой является интервал 25-30 °C. Снижение температуры приведёт к снижению скорости действия ферментов, а при сильном повышении температуры произойдет денатурация ферментов и скорость фотосинтеза начнет резко падать.

ХЕМОСИНТЕЗ

Значение фотосинтеза

Благодаря фотосинтезу зеленые растения и некоторые бактерии из неорганических веществ – углекислого газа и воды – при участии солнечного света синтезируют органические вещества. Эти органические вещества служат источником энергии для всего живого на Земле.

В атмосферу поступает побочный продукт фотосинтеза - кислород, который необходим для дыхания всех аэробных организмов.

Также растения, поглощая углекислый газ из атмосферы, препятствуют увеличению его концентрации в воздухе, предотвращая перегрев Земли (парниковый эффект).

Фотосинтез участвует в образовании озона (O₃) и озонового слоя, который защищает всё живое от воздействия губительного УФ - излучения.



Хемосинтез – синтез органических веществ из неорганических за счёт энергии окисления неорганических веществ.

Хемосинтез лежит в основе автотрофного питания хемотрофов. При окислении неорганических веществ выделяется энергия, которую организмы используют для фиксации углекислого газа в органических веществах без участия света. Все хемосинтезирующие организмы являются бактериями.

В зависимости от того, какое вещество окисляется с выделением энергии, различают железобактерии, серобактерии, водородные бактерии, нитрифицирующие бактерии. Процессы хемосинтеза происходят на внутренних складках плазматической мембраны.

Давайте разберем химические процессы у некоторых хемосинтезирующих бактерий.

Нитрифицирующие бактерии осуществляют процесс нитрификации. Нитрификация - это окисление аммиака, образующегося в процессе гниения, сначала до солей азотистой, а затем азотной кислоты.

Серобактерии окисляют сероводород (H₂S) до свободной кристаллической серы, а затем окисляют серу до серной кислоты.

Железобактерии окисляют двухвалентное железо в трёхвалентное, этот процесс сопровождается выделением энергии.

Все перечисленные бактерии являются аэробами, а значит окисляют неорганические вещества в присутствии кислорода. Выделяющаяся при этом энергия запасается в молекулах АТФ, которые в дальнейшем используются для образования органических веществ.

ХЕМОСИНТЕЗ

Запомни!



Нитрификация – процесс окисления аммиака до солей азотистой и азотной кислоты. Осуществляется нитрифицирующими бактериями.



Денитрификация – процесс восстановления нитратов до газообразных оксидов и молекулярного азота. Осуществляется денитрифицирующими бактериями.

ЗНАЧЕНИЕ ХЕМОСИНТЕЗА

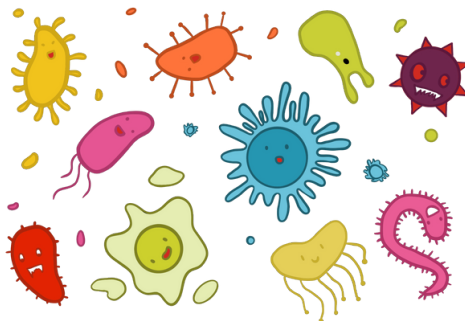
Хемосинтезирующие бактерии являются неотъемлемым звеном круговорота в природе таких элементов как: *азота, серы, водорода, железа*.

Например, нитрифицирующие бактерии обеспечивают переработку (нейтрализацию) ядовитого вещества - **аммиака**. Они также обогащают почву нитратами, которые очень важны для нормального роста и развития растений.

Железобактерии в древности участвовали в образовании залежей железных и марганцевых руд на нашей планете.

СХОДСТВА И РАЗЛИЧИЯ ХЕМОСИНТЕЗА И ФОТОСИНТЕЗА

- 1) Сходство: в результате этих процессов синтезируется органическое вещество **глюкоза**.
- 2) Различия: **фотосинтез** происходит в клетках растений и цианобактерий, а **хемосинтез**— в клетках хемосинтезирующих бактерий.
- 3) В результате фотосинтеза выделяется побочный продукт - **кислород**, а в результате хемосинтеза— **нет**.
- 4) В **фотосинтезе** используется световая энергия, а при **хемосинтезе** – энергия окисления неорганических веществ.





СИНТЕЗ БЕЛКА

СИНТЕЗ БЕЛКА



Биосинтез белка (матричный синтез) – процесс синтеза молекулы белка из аминокислот при участии рибосом. Так же в синтезе участвуют нуклеиновые кислоты: ДНК и все виды РНК.

Каждая клетка имеет набор **специфических белков**, характерных именно для этой клетки, причём в разных клетках одного и того же организма могут синтезироваться совершенно разные наборы белков, специфичные именно для этого вида клеток.

Информация о том, какие белки должны синтезироваться в клетках данного организма, закодирована в **последовательности нуклеотидов ДНК**.

Ген – участок ДНК, несущий информацию об одном белке, признаке организма. Каждый ген имеет **своё место расположение** в цепи ДНК.

То есть в последовательности нуклеотидов ДНК записана информация о последовательности аминокислот в белках. О том, какие аминокислоты будут в каждом белке и в какой последовательности они будут идти. Такой способ записи информации называется **генетическим кодом**.



Генетический код – система перевода последовательности нуклеотидов в нуклеиновых кислотах (ДНК и РНК) в аминокислотную последовательность белка. Информация об одной аминокислоте кодируется тремя нуклеотидами – **триплетом** или **кодоном**.

Кодон или триплет — единица генетического кода, последовательность из трёх нуклеотидов, кодирующих включение одной аминокислоты.



Свойства генетического кода:

Триплетность – каждая аминокислота кодируется тремя нуклеотидами.

Универсальность – все живые организмы используют единый генетический код, то есть один и тот же кодон кодирует одну и ту же аминокислоту для разных живых организмов.

Вырожденность, избыточность – одна аминокислота кодируется более чем одним кодоном.

Однозначность, специфичность – определенный кодон соответствует только одной аминокислоте.

Неперекрываемость – один и тот же нуклеотид не может входить в состав двух и более кодонов одновременно.

Непрерывность – между кодонами нет знаков препинания, то есть информация считывается непрерывно.



СИНТЕЗ БЕЛКА

И СНОВА ПРО ДНК



Молекула ДНК образована двумя полинуклеотидными цепочками, закрученными в спираль. Цепочки в молекуле ДНК противоположно направлены, то есть *антипараллельны*. Цепи *комплементарны* друг другу: напротив цитозина одной цепи находится гуанин другой цепи, напротив аденина — тимин.

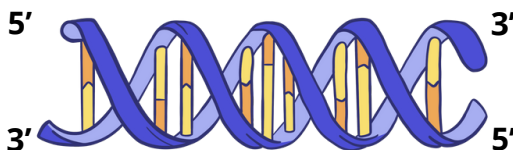


Одна цепь ДНК называется **смысловая**, она чаще всего обозначается с 5' по 3' штрих конец. Вторая цепь ДНК **транскрибируемая**, она чаще всего обозначается с 3' по 5' штрих конец. **Смысловая или кодирующая цепь ДНК** — цепь, которая несет последовательность нуклеотидов, кодирующих наследственную информацию.

Транскрибируемая или матричная цепь ДНК — цепь, которая служит матрицей для синтеза мРНК, тРНК, рРНК.

смысловая ДНК

транскрибируемая ДНК



ШТРИХ-КОНЦЫ

5' - обозначает начало цепи

3' - обозначает конец цепи

Концы располагаются антипараллельно друг другу, т.е. если одна цепь с 5' по 3' конец, то другая с 3' по 5'.

ДНК смысловая
ДНК транскрибируемая

5' АГГ ТЦЦ ТТТ ААА 3'
3' ТЦЦ АГГ ААА ТТТ 5'



ТРАНСКРИПЦИЯ

НУ И НАКОНЕЦ СИНТЕЗ БЕЛКА



Синтез белка состоит из двух этапов:

1. *Транскрипция* (от лат. переписывание) – процесс синтеза РНК на ДНК, который происходит в ядре. Это первый этап синтеза белка.
2. *Трансляция* (от лат. Передача) - процесс синтеза полипептидной цепи, который осуществляется на рибосомах. Это второй этап синтеза белка.

ТРАНСКРИПЦИЯ

Процесс синтеза белка заключается в соединении аминокислот **пептидными связями** в определенной последовательности – синтезе первичной структуры белка.

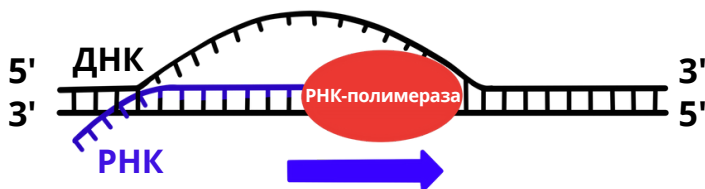
В синтезе белка – соединении аминокислот между собой участвуют **рибосомы**, которые располагаются в цитоплазме. Информацию о последовательности аминокислот, как мы уже говорили, хранит в себе цепь ДНК. Как же доставить информацию от ДНК, которая находится в ядре на рибосомы в цитоплазме?

Перед началом синтеза определенного белка в ядре образуется информационная РНК, именно она является посредником, переносящим информацию от ДНК к рибосомам. Молекула иРНК синтезируется с использованием в качестве матрицы определённого участка ДНК – гена. Затем молекула иРНК покидает ядро и перемещается в цитоплазму. Синтез иРНК осуществляется в ядре с помощью фермента **РНК-полимеразы**.

Транскрипция состоит из трёх этапов: *инициация, элонгация и терминация*. Первый этап – **инициация** – это начало реакции. Синтез иРНК осуществляется в ядре при участии фермента РНК-полимеразы. Фермент соединяется с промотором ДНК, эта зона содержит определенный набор нуклеотидов, который является старт-сигналом. С них и начинается синтез РНК.

Участок спирали ДНК раскручивается, при этом разрушаются водородные связи между двумя её цепями. Одна из цепей ДНК служит матрицей для синтеза иРНК, она и называется **транскрибируемой** или **матричной**.

Вторая цепь ДНК, которая не принимает непосредственного участия в транскрипции называется **смысловая** или **кодирующая**.



ТРАНСКРИПЦИЯ



Второй этап – **элонгация** – это основная часть транскрипции. На одной из цепей ДНК по принципу комплементарности выстраиваются нуклеотиды. Фермент РНК – *полимераза*, продвигается по цепи ДНК и соединяет между собой нуклеотиды. Это происходит так: напротив Г из молекулы ДНК становится Ц из молекулы РНК, напротив А в ДНК – У из молекулы РНК. Не забываем, что вместо тимина РНК несёт урацил. Напротив Т из молекулы ДНК будет А из молекулы РНК, напротив Ц из молекулы ДНК будет Г из молекулы РНК.

В результате формируется цепочка, которая по сути является точной копией смысловой цепи ДНК, отличие только в том, что в РНК урацил, а в ДНК тимин. Так информация о последовательности аминокислот в белке переводится с языка ДНК на язык РНК. Процесс удлинения РНК **продолжается до стоп-сигнала** – одного из трёх стоп-кодонов, который прекращает синтез РНК.

ДНК	А	Т	Г	Ц
иРНК	У	А	Ц	Г

Третий этап – **терминация**. Это стадия окончания синтеза цепи РНК. Фермент РНК-полимераза отделяется от ДНК, в это же время освобождается синтезированная молекула РНК. ДНК восстанавливает **двойную спираль**.

На разных участках ДНК синтезируются разные виды РНК: *рибосомная, транспортная, информационная*, которые в последствии будут участвовать **в синтезе белка**.

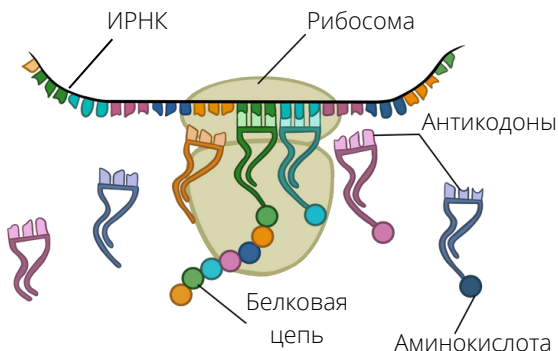
После окончания транскрипции происходит **процессинг** или **созревание** иРНК. В процессинге происходит **сплайсинг** – вырезание некодирующих участков интронов и сшивание кодирующих участков экзонов между собой. Таким образом «незрелая» матричная РНК становится зрелой. Только после этого она может принимать участие в следующем этапе синтеза белка – **трансляции**.

ТРАНСЛЯЦИЯ



Трансляция – (от лат. передача) – процесс синтеза полипептидной цепи, который осуществляется на рибосомах.

Синтезированная в процессе транскрипции иРНК выходит из ядра и направляется к месту синтеза белка – рибосоме. Происходит соединение иРНК и двух субъединиц рибосомы. Одна иРНК может соединяться с несколькими рибосомами, образуя *полисому*, где одновременно идёт синтез молекул одного белка.



ТРАНСЛЯЦИЯ

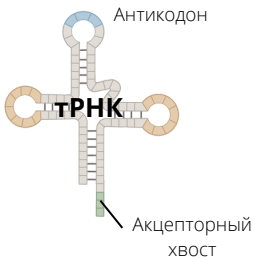
Прежде чем рибосома начнет синтез белковой цепи, к ней должна присоединиться молекула тРНК с определенной аминокислотой - МЕТ (метионин) - с неё всегда начинается синтез белка. Такая тРНК называется *инициаторная*. По принципу комплементарности эта тРНК своим антикодоном соединяется с первым кодоном на иРНК и входит в рибосому. Этот кодон на иРНК называют **старт-кодоном**.

Далее следующая тРНК приносит новую аминокислоту, по принципу комплементарности антикодон тРНК соединяется с кодоном иРНК, и вторая тРНК входит в рибосому. Между первой и второй аминокислотой происходит образование пептидной связи, при этом первая тРНК освобождается и, покидая рибосому, тянет за собой иРНК, которая продвигается ровно на один кодон. В этот момент к рибосоме приходит следующая (третья) молекула тРНК с аминокислотой, третья аминокислота включается в растущую цепочку с образованием **пептидной связи**, а вторая тРНК отсоединяется от неё и уходит за следующей аминокислотой.

Таким образом молекулы тРНК переносят новые аминокислоты, цепь иРНК последовательно движется через рибосому, и постепенно наращивается цепь аминокислот с образованием пептидных связей. Синтез полипептидной цепи продолжается до того момента, пока рибосома не попадёт на один из **стоп-кодонов** на иРНК: УАА, УАГ, УГА. Он сигнализирует о завершении синтеза белка.

Синтез белка заканчивается образованием первичной структуры белка – последовательности из аминокислот, связанных пептидными связями. Синтезированная молекула поступает в ЭПС, где приобретает другие структуры строения.

Как тРНК присоединяет и транспортирует аминокислоты?



тРНК, как мы уже говорили ранее, имеет участок **антикодон** – триплет нуклеотидов, который соответствует кодону иРНК. Своим антикодоном тРНК способна соединяться по принципу комплементарности с соответствующим кодоном на иРНК.

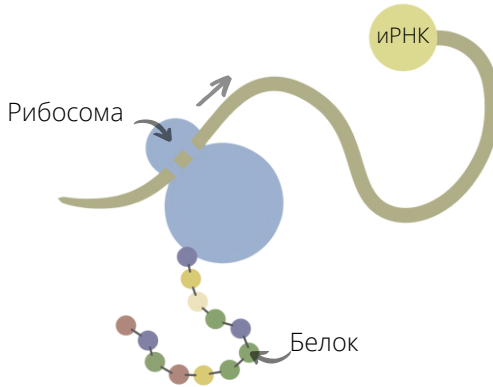
Другой участок тРНК - **акцепторный хвост** - служит для присоединения аминокислоты. Молекула тРНК присоединяет только ту аминокислоту, которая подходит к ней по принципу комплементарности. Далее присоединенную аминокислоту тРНК доставляет к рибосоме и иРНК.

ТРАНСЛЯЦИЯ

Почему синтез белка называется матричным синтезом?

Матричный синтез — это синтез новых молекул в соответствии с информацией, заложенной в другой уже существующей молекуле. А **матрица** – это и есть эта существующая молекула, с которой списывается информация.

Например: участок молекулы ДНК является матрицей для синтеза и-РНК, а молекула и-РНК является матрицей для синтеза молекулы белка в рибосомах.



Последовательность синтеза белка:

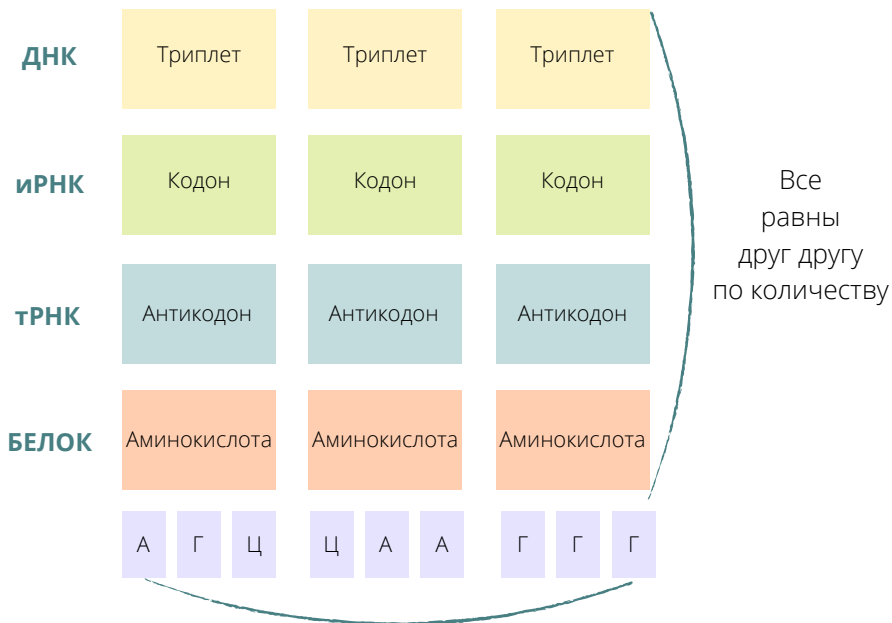
- Синтез иРНК на ДНК.
- Выход иРНК из ядра.
- Соединение рибосомы с иРНК.
- Транспорт аминокислоты на тРНК.
- Взаимодействие антикодона тРНК и кодона иРНК.
- Образование пептидной связи и присоединение аминокислоты в цепь.
- Отсоединение тРНК от аминокислоты.
- Синтез белковой цепи, движение рибосомы по иРНК.
- Попадание рибосомы на стоп-кодон, конец синтеза белка.

Для заметок:

СИНТЕЗ БЕЛКА

ЛАЙФХАК ДЛЯ ЗАДАНИЯ 3 ПЕРВОЙ ЧАСТИ

Число триплетов ДНК, кодонов иРНК, антикодонов тРНК и аминокислот равно друг другу!
И только количество нуклеотидов в них всегда будет в три раза больше, потому что каждый из них **состоит из трех нуклеотидов**:



Нуклеотидов в 3 раза больше, так как в каждом триплете, кодоне, антикодоне по 3 нуклеотида и аминокислота кодируется 3-мя нуклеотидами.

Например, если триплетов ДНК **3**, то кодонов иРНК тоже **3**, антикодонов тРНК тоже **3** и аминокислот тоже будет **3** штуки.

А вот нуклеотидов будет $3 * 3 = 9$ штук.

Наоборот, зная нуклеотиды, чтобы найти кодоны, аминокислоты, триплеты или антикодоны, **мы делим** количество нуклеотидов на **3**.

Иногда в задании просят посчитать количество нуклеотидов в *двух цепях ДНК*. Это значит, что после того, как мы умножили на 3, нужно умножить еще на 2, так как таких цепей будет уже две.

Лайфхак – вместо того, чтобы умножать на 3 и затем на 2, можно **сразу умножить на 6!**



СИНТЕЗ БЕЛКА

Инструкция по использованию таблицы генетического кода

Генетический код (иРНК)

Первое основание	Второе основание				Третье основание
	У	Ц	А	Г	
У	Фен	Сер	Тир	Цис	У
	Фен	Сер	Тир	Цис	Ц
	Лей	Сер	—	—	А
	Лей	Сер	—	Три	Г
Ц	Лей	Про	Гис	Арг	У
	Лей	Про	Гис	Арг	Ц
	Лей	Про	Глн	Арг	А
	Лей	Про	Глн	Арг	Г
А	Иле	Тре	Асн	Сер	У
	Иле	Тре	Асн	Сер	Ц
	Иле	Тре	Лиз	Арг	А
	Мет	Тре	Лиз	Арг	Г
Г	Вал	Ала	Асп	Гли	У
	Вал	Ала	Асп	Гли	Ц
	Вал	Ала	Глу	Гли	А
	Вал	Ала	Глу	Гли	Г

Перед тобой таблица генетического кода иРНК, в котором закодирована информация об аминокислотах в белке. Нуклеотиды смотрим по цепи **иРНК** с **5'** по **3'** штрих конец.

Например, у нас есть кодон **5'-АГЦ-3'**, **А** смотрим по первому столбику, где написано "первое основание", **Г** смотрим по второму столбику "второе основание", **Ц** смотрим по третьему столбику "третье основание". А и Г дают квадрат пересечения, а Ц указывает на строчку. Таким образом определяем аминокислоту **"СЕР"**.

Стоп-кодоны **УАА, УАГ, УГА** обозначены прочерком. Аминокислоты МЕТ и ТРИ имеют только по одному кодирующему кодону, в отличие от других аминокислот. Таблица генетического кода во всех задачах **одна и та же**.

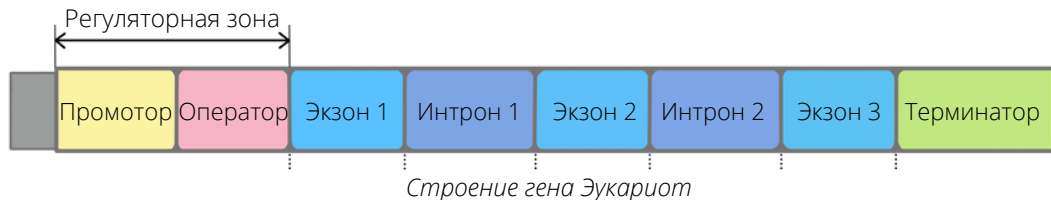
Не забывай писать между аминокислотами пептидные связи, они обозначаются "-", например: МЕТ-ГЛИ-ФЕН-СЕР. Их отсутствие считается ошибкой.

ГЕНЫ ПРОКАРИОТ И ЭУКАРИОТ



СТРОЕНИЕ ГЕНОВ ЭУКАРИОТ

Рассмотрим строение гена у прокариот и эукариот, их сходства и различия. Ген, кроме кодирующей части также включает в себя регуляторные и иные структурные элементы, имеющие разное строение у прокариот и эукариот.



Кодирующая последовательность – основная структурно-функциональная единица гена, именно в ней находятся триплеты нуклеотидов, кодирующие аминокислотную последовательность. Она начинается со старт-кодона и заканчивается стоп-кодоном.

В начале гена находится регуляторная область, включающая в себя **промотор и оператор**.

Промотор – участок, который распознаёт фермент РНК-полимераза, взаимодействует с ним и начинает синтез цепочки иРНК (начинается транскрипция).

Оператор — это последовательность нуклеотидов ДНК, с которой связывается регуляторный белок — репрессор или активатор, которые могут подавлять или стимулировать процесс транскрипции.

Терминатор – участок ДНК в конце гена, на котором останавливается синтез РНК (конец транскрипции).

Так же ДНК имеет *кодирующие* участки **экзоны** и *некодирующие* участки **интроны**.

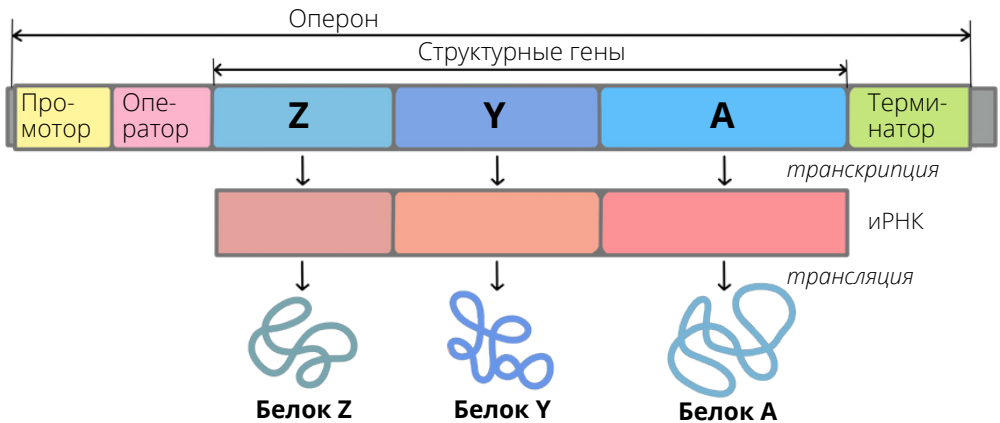
Экзон – информативная последовательность гена, несёт информацию о последовательности аминокислот в будущем белке.

Интрон – неинформативная последовательность гена, которая не несёт информации о последовательности аминокислот. Их вырезание происходит в сплайсинге иРНК.

Как правило интроны состоят из так называемой «мусорной» ДНК – это остатки от попавших в геном клетки ДНК вирусов, поврежденные участки генов и т.п. У Эукариот практически не встречается объединение генов в опероны (как у Прокариот, читай ниже), и кодирующая последовательность гена эукариот чаще всего разделена на транслируемые участки – **экзоны**, и нетранслируемые участки – **интроны**.

ГЕНЫ ПРОКАРИОТ И ЭУКАРИОТ


СТРОЕНИЕ ГЕНОВ ПРОКАРИОТ. РЕГУЛЯЦИЯ АКТИВНОСТИ ГЕНОВ У ПРОКАРИОТ.



Строение гена Прокариот


Регуляция активности генов у прокариот является важным механизмом, который позволяет им адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды. Одной из гипотез, объясняющих этот процесс, является *Гипотеза оперона*, предложенная Франсуа Жакобом и Жаком Маном.

Для прокариот, в отличие от эукариот, характерно объединение нескольких генов в единую функциональную единицу – **оперон**.

 **Оперон** - группа генов прокариот, объединенных под одним общим промотором. Все эти гены транскрибируются на одну общую молекулу иРНК (мРНК). Такая иРНК (мРНК), содержащая информацию о нескольких белках, называется **полицистронной**.

***Цистрон** (по-другому ген) – участок молекулы ДНК, который несёт информацию только об одном белке.

Гипотеза оперона предполагает, что гены в опероне регулируются совместно и контролируются одним регуляторным участком ДНК, называемым **оператором**.

 **Оператор** — это последовательность нуклеотидов ДНК, с которой связывается регуляторный белок — репрессор или активатор. Впервые оператор был описан в составе лактозного оперона кишечной палочки *E. coli* как участок, перекрывающийся с промотором и находящийся перед генами в составе оперона.

ГЕНЫ ПРОКАРИОТ И ЭУКАРИОТ

Регуляция оперона осуществляется специальными белками, называемыми **репрессорами** и **активаторами**. Репрессоры связываются с оператором и блокируют доступ РНК-полимеразы к промотору, тем самым **подавляя транскрипцию** всех генов оперона. Активаторы, напротив, связываются с оператором и улучшают связывание РНК-полимеразы с промотором, **стимулируя транскрипцию** всех генов оперона.

Для прокариот также характерно явление *сопряжения транскрипции и трансляции*. Такое сопряжение не встречается у эукариот из-за наличия у них ядерной оболочки, отделяющей цитоплазму, где происходит трансляция, от генетического материала, на котором происходит транскрипция. У прокариот во время синтеза РНК на матрице ДНК с синтезируемой молекулой РНК может сразу связываться рибосома.

Таким образом, трансляция начинается еще до завершения транскрипции. Более того, с одной молекулой РНК может одновременно связываться несколько рибосом, синтезируя сразу несколько молекул одного белка.

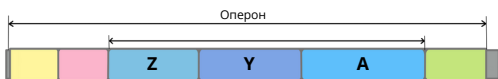
Гипотеза оперона Ф. Жакоба и Ж. Ману является одной из основных теорий, объясняющих **регуляцию активности генов** у прокариот. Она позволяет понять, как прокариоты могут эффективно регулировать свою генетическую активность в зависимости от условий окружающей среды.

ПРОКАРИОТЫ

1. ДНК кольцевая



2. Гены собраны в кластеры - опероны



3. Интроны отсутствуют

4. Трансляция сопряжена с транскрипцией

ЭУКАРИОТЫ

1. Ядерная ДНК линейная



2. Опероны практически отсутствуют

3. Есть деление на экзоны и интроны



4. Сопряжение трансляции и транскрипции отсутствует



ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

НАБОРЫ КЛЕТОК



Кариотип - полный набор хромосом, характерный для данного вида, его качественная и количественная характеристика. Хромосомы разных кариотипов отличаются по форме, величине, качеству и набору содержащейся в них генетической информации.

Например, кариотип человека – 46 хромосом, кариотип шимпанзе – 48 хромосом. У каждой хромосомы в кариотипе есть своя пара - гомологичная хромосома - точно такая же по набору признаков. Поэтому полный набор хромосом можно разделить на пары **гомологичных хромосом**, число пар будет равно половине полного набора.

Исследование кариотипа различных организмов показали, что в клетках могут содержаться двойной и одинарный наборы хромосом.

Двойной или диплоидный набор – набор хромосом, в котором у каждой хромосомы есть парная – гомологичная хромосома. Гомологичные хромосомы одинаковы по величине, форме и наследственным признакам. Количество пар равно половине диплоидного набора.

Например: диплоидный набор соматических клеток человека – 46, значит количество пар $46/2 = 23$ пары.

Одинарный или гаплоидный набор – набор хромосом, в котором отсутствуют парные хромосомы, гомологичных хромосом в клетке нет. Каждая хромосома представлена в единственном виде.

Например: характерен для низших растений, например зеленых водорослей. Также половые клетки разных организмов всегда имеют гаплоидный набор.

Хромосомный набор обозначается буквой **n**. Для обозначения количества ДНК в клетке, используют букву **c**.

Диплоидный набор хромосом обозначается **2n**, гаплоидный набор хромосом - **n**. Количество ДНК в диплоидном наборе - **2c**, а в гаплоидном – **c**.

Для заметок:

НАБОРЫ КЛЕТОК

Запомни правило!

Если мы знаем гаплоидный набор клеток организма и нас просят узнать его диплоидный набор, мы **УМНОЖАЕМ** гаплоидный набор на 2.

Если мы знаем диплоидный набор организма и нас просят найти гаплоидный набор его клеток, то мы **ДЕЛИМ** диплоидный набор на 2.

ТИПЫ КЛЕТОК

Все клетки организма делятся на:

Соматические клетки
или клетки тела

Например: нервные клетки,
клетки кожи, мышечные
клетки.

Имеют **диплоидный** набор
хромосом $2n$.



Половые клетки
или Гаметы

Яйцеклетка



Сперматозоид



Имеют **гаплоидный** набор
хромосом n .

Частные случаи наборов:

Зигота – оплодотворенная яйцеклетка, имеет диплоидный набор $2n2c$, так как образуется за счёт слияния яйцеклетки nc и сперматозоида nc .

Эндосперм покрытосеменного растения – запас питательных веществ семени, имеет триплоидный набор $3n3c$.

Эндосперм голосеменного растения – запас питательных веществ семени, имеет гаплоидный набор nc .


Спора, микроспора, макроспора – имеет гаплоидный набор nc .

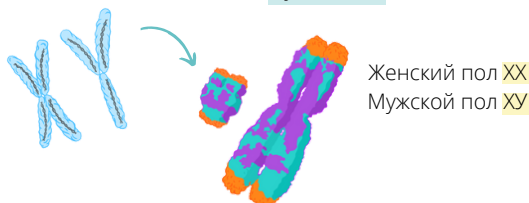
Эритроцит человека – не имеет ядра, поэтому и хромосом в нём НОЛЬ.

А вот **лейкоцит человека** – имеет ядро, поэтому хромосом там 46.

НАБОРЫ КЛЕТОК

ПОЛОВЫЕ ХРОМОСОМЫ

 В кариотипе организма есть хромосомы, которые участвуют в кодировке пола организма. Пол организмов кодируется двумя половыми хромосомами – X и Y. Все остальные хромосомы, которые не участвуют в кодировке пола и одинаковые у мужских и женских организмов, называются аутосомами.



Например:

У человека 46 хромосом. Две из них кодируют пол. Значит остальные $46 - 2 = 44$ штуки - не половые и пол НЕ кодируют. Это и есть **аутосомы**.

То есть набор соматической клетки человека выглядит так:

- $46 = XX + 44$ аутосомы у женщин.
- $46 = XY + 44$ аутосомы у мужчин.

Набор половых клеток в два раза меньше, а значит и половых хромосом в них тоже в два раза меньше, т.е не ДВЕ, а ОДНА.

Яйцеклетка имеет набор:

$23 = X + 22$ аутосомы.

Сперматозоид имеет набор:

$23 = X + 22$ аутосомы или $23 = Y + 22$ аутосомы.

Запомни!

В соматических клетках и зиготе **ДВЕ** половые хромосомы!

В половых клетках **ОДНА** половая хромосома!



Запомни!


Чтобы узнать число аутосом в соматической клетке и зиготе, мы вычитаем **из диплоидного набора 2 половые хромосомы**.

Чтобы узнать число аутосом в половой клетке, мы вычитаем **из гаплоидного набора 1 половую хромосому**.

Что имеем в итоге ?

- Сколько половых хромосом в соматической клетке ? ДВЕ.
- Сколько половых хромосом в зиготе ? тоже ДВЕ.
- Сколько половых хромосом в яйцеклетке ? ОДНА.
- Сколько половых хромосом в сперматозоиде ? ОДНА.
- Сколько аутосом в соматической клетке организма? диплоидный набор минус ДВА.
- Сколько аутосом в гамете организма? гаплоидный набор минус ОДИН.

ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

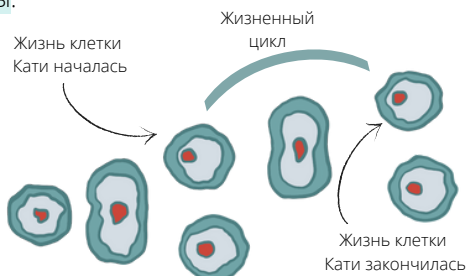
 **Жизненный цикл клетки** – это совокупность **всех фаз** развития, пройдя которые клетка или организм достигают зрелости и способны дать начало **следующему** поколению.


Клеточный цикл – период жизни клетки от момента её возникновения до момента деления на **две дочерние** клетки.

Клеточный цикл состоит из:

1. Подготовки клетки к делению или **интерфазы**.
2. Собственно деления клетки.

Ты говоришь, что у тебя неинтересная жизнь? Тогда представь жизнь клетки Кати: она появляется, всю жизнь она готовится к делению, а потом снова делится. Конец.



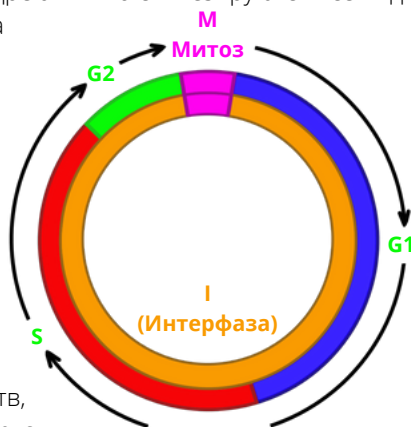
 **Интерфаза** – часть клеточного цикла между двумя последовательными делениями. В интерфазе клетка растёт, **увеличивает** объем цитоплазмы, **удваивает** органоиды, накапливает вещества и энергию перед делением. Но самый главный процесс, происходящий в интерфазе, это, конечно же, удвоение наследственного материала **репликация ДНК**.

Состоит из трех периодов:

G1 – Пресинтетический период (набор $2n2c$) характеризуется интенсивными процессами обмена веществ. В клетке увеличивается количество органоидов: лизосом, митохондрий, хлоропластов и т.д. В ядре активно синтезируются все виды РНК, в ядрышках образуются рибосомы. Клетка интенсивно растёт.

S – Синтетический период (набор $2n4c$) характеризуется удвоением ДНК. В начале периода каждая хромосома состояла из одной молекулы ДНК, а под конец S-периода она состоит из двух идентичных молекул ДНК, то есть из двух сестринских хроматид.

G2 – Постсинтетический период (набор $2n4c$) характеризуется интенсивным обменом веществ, накоплением энергии АТФ в клетке. Увеличивается число органоидов клетки, удваиваются центриоли клеточного центра. Клетка подготавливается к делению.



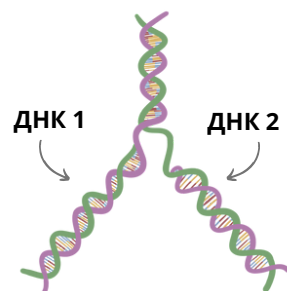
ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

Интерфаза в среднем составляет не менее 90% от общего времени клеточного цикла. Её продолжительность чаще всего зависит от пресинтетического периода. Этот период в клеточном цикле может практически отсутствовать, когда клетки быстро делятся, например при дроблении зиготы. А может продолжаться значительное время, почти всю жизнь организма. Например, клетки головного мозга у взрослого человека находятся в пресинтетическом периоде всю жизнь и больше не делятся.

Репликация ДНК происходит в синтетическом периоде интерфазы. Количество ДНК после удвоения становится 4с (до удвоения было 2с).



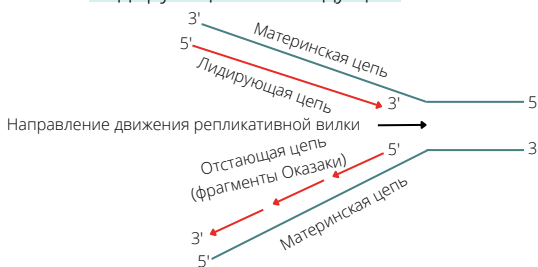
Репликация - удвоение молекул ДНК, которое осуществляется в синтетическом (S) периоде клеточного цикла. Процесс репликации ДНК подразделяют на три этапа: *инициацию, элонгацию и терминацию.*



1. Инициация (запуск). Фермент *хеликаза* разъединяет цепи исходной материнской молекулы, разрывая водородные связи между комплементарными азотистыми основаниями. При этом две цепи расходятся под определенным углом и образуют так называемую **репликативную вилку**, напоминающую букву Y. Далее с разошедшимися цепями связывается главный фермент репликации - *ДНК-полимераза*.

2. Элонгация (наращивание дочерних цепей ДНК). Молекулы ДНК-полимеразы начинают двигаться вдоль материнских цепей, используя их в качестве матриц для построения новых дочерних цепей. Особенность ДНК-полимеразы состоит в том, что она может двигаться вдоль существующей цепи ДНК только **в направлении $3' \rightarrow 5'$** . При этом наращивание дочерней цепи всегда происходит *антипараллельно*: от 5'-конца к 3'-концу.

Способность ДНК-полимеразы к перемещению вдоль цепи ДНК только в одном направлении приводит к следующему. Вдоль одной материнской цепи (той, у которой направление $3' \rightarrow 5'$ совпадает с направлением перемещения репликативной вилки) фермент движется непрерывно. Дочерняя цепь ДНК, которая при этом синтезируется, называется **лидирующей или ведущей**.



ДЕЛЕНИЕ КЛЕТКИ

В то же время движение ДНК-полимеразы, которая работает над созданием другой дочерней цепи, не может быть непрерывным. По мере смещения репликативной вилки фермент «забегает вперед» и затем, возвращаясь назад, синтезирует новую цепь отдельными фрагментами - их называют *фрагментами Оказаки*.

Таким образом, вторая дочерняя цепь строится прерывисто с существенным отставанием от лидирующей цепи. Поэтому данная цепь получила название отстающей или *запаздывающей*. Впоследствии фрагменты отстающей цепи сшивает друг с другом фермент *ДНК-лигаза*.*

3. Терминация (остановка). Когда репликативная вилка достигает соседнего участка ДНК, на котором также осуществлялась репликация, ферменты завершают свою работу. В результате репликации образуются две молекулы ДНК, идентичные друг другу и исходной материнской молекуле. В состав каждой из них входит одна цепь материнской молекулы ДНК и одна только что синтезированная дочерняя цепь.

За репликацией ДНК происходит удвоение хромосом. Каждая из них теперь состоит из двух сестринских хроматид, объединенных общей центромой, при этом общее количество хромосом **не изменяется**. Поэтому набор хромосом остается $2n$ и не меняется на $4n$.

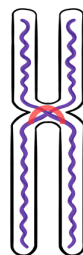
Таким образом количество хромосом осталось прежним, но каждая из них состоит теперь из двух сестринских хроматид.

До и После удвоения мы считаем хромосому за одну, так как они объединены общей центромой.

Центромера



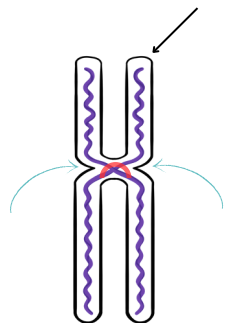
До удвоения



Общая центромера

После удвоения

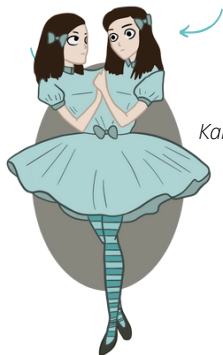
Сестринские хроматиды



Сиамики близнецы

Настя


Катя




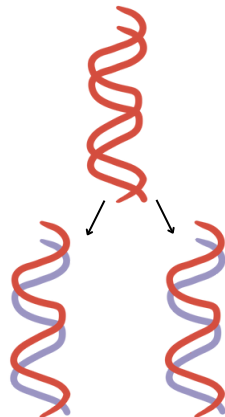
Каждая хромосома состоит теперь из двух сестринских хроматид, как сиамики близнецы Катя и Настя. Они как и удвоенная хромосома представляют собой два организма, объединенных в один.

ДЕЛЕНИЕ КЛЕТОК

ПОЛУКОНСЕРВАТИВНЫЙ ХАРАКТЕР РЕПЛИКАЦИИ ДНК

 **Эксперимент Мезельсона и Сталя** – эксперимент, проведённый двумя молекулярными биологами — Мэтью Мезельсоном и Франклином Сталем в 1958 году. Он показал, что репликация ДНК имеет полуконсервативный характер. Это означает, что каждая дочерняя двойная спираль ДНК состоит из одной старой (матричной) цепи и из одной вновь синтезированной цепи.

 **Полуконсервативная репликация** – процесс, когда две цепи исходной молекулы ДНК расходятся. Каждая из них служит матрицей для образования новой цепи ДНК, а возникающие между нуклеотидами водородные связи соединяют старую и новую цепи и восстанавливают целостность молекулы. В результате каждая новая клетка получает молекулу ДНК, которая состоит из одной старой и одной новой цепи.



В качестве объекта эксперимента учёные использовали кишечную палочку *Escherichia coli*. Бактерии длительное время выращивались на питательной среде, содержащей тяжёлый изотоп азота ^{15}N . Затем данные бактерии были перенесены на питательную среду, содержащую лёгкий изотоп азота ^{14}N для однократного деления. Все клетки, полученные после этого деления, содержали примерно равные количества цепей ДНК с лёгким (^{14}N) и тяжёлыми ^{15}N изотопами азота. В процессе длительного выращивания в среде богатой тяжёлым изотопом азота (^{15}N) бактерии использовали именно его для построения ДНК. Но при переносе бактерий в среду с лёгким изотопом (^{14}N), после однократного деления (согласно принципу полуконсервативной репликации) бактерии содержали *одну цепь* ДНК с тяжёлыми изотопами азота (матричную) и *вторую* с лёгкими (дочерними).

Все клетки, полученные после этого деления, содержали примерно равные количества цепей с лёгким (^{14}N) и тяжёлыми (^{15}N) изотопами азота. В процессе опыта учёные использовали **методы меченых атомов** (изотопы N) и **центрифугирования**. Этот метод разделяет молекулы ДНК на фракции при помощи вращения их на высоких скоростях в присутствии других молекул, например, хлорида цезия. В результате от верха вращающейся пробирки до её доньшка образуется градиент плотности. Центрифугирование в градиенте плотности позволяет обнаруживать очень малые различия в плотности, такие, как, например, между ДНК меченой тяжёлым изотопом ^{15}N и лёгким изотопом ^{14}N .

МИТОЗ

МИТОЗ

Митоз (непрямое деление) – это процесс образования двух дочерних клеток с набором хромосом идентичным исходной материнской клетке.

Митоз состоит из **четырёх последовательных фаз**, которые обеспечивают равномерное распределение генетической информации и органоидов между двумя дочерними клетками.

Фазы митоза называются: *профаза, метафаза, анафаза и телофаза*.

Запомни! слово **П-М-А-Т** по заглавным буквам фаз:

П рофаза

М етафаза

А нафаза

Т елофаза



Разберем признаки митоза подробнее.

- Митоз состоит из одного деления, а делению предшествует одна **интерфаза**. Образовавшиеся в результате митоза клетки идентичны друг другу: по набору хромосом и наследственным признакам, размерам и набору органоидов.
- Митоз приводит к увеличению числа клеток, лежит в основе роста организма, регенерации, возобновления клеток в процессе их старения.
- Митоз лежит в основе бесполого размножения: деления одноклеточных эукариот, вегетативного размножения растений.
- Процессы кроссинговера и конъюгации в митозе **отсутствуют**.
- Так как наследственный материал из поколения в поколение остается идентичным, митоз выгоден в постоянных/неизменяющихся условиях среды.

Биологический смысл митоза:

- Разделение наследственного материала строго поровну между дочерними клетками.
- Образование генетически идентичных клеток, что позволяет сохранить идентичность наследственного материала из поколения в поколение.

Амитоз (прямое деление) – прямое деление клетки, без образования хромосом и веретена деления. При амитозе не происходит спирализации хромосом. Ядро перешнуровывается перетяжкой, поэтому при амитозе не происходит строгого распределения наследственного материала поровну между клетками.

Амитоз встречается крайне редко, он происходит в клетках специализированных тканей человека и животных, например хрящевой ткани. Амитозом делятся также клетки раковых опухолей.

МИТОЗ

МИТОЗ

ПРОФАЗА $2n4c$

Процессы:

1. Спирализация (компактизация) хромосом.
2. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки и начинают образовывать нити веретена деления.
3. Ядерная мембрана и ядрышки растворяются на время деления.

Набор хромосом и ДНК в фазе не изменяется.

МЕТАФАЗА $2n4c$

Процессы:

1. Хромосомы выстраиваются в ряд по экватору клетки, образуя метафазную пластинку.
2. Нити веретена деления присоединяются к общим центромерам хромосом, образуется **двухполюсное** веретено деления (потому что к каждой хромосоме нити присоединяются с обеих полюсов, то есть с двух сторон).

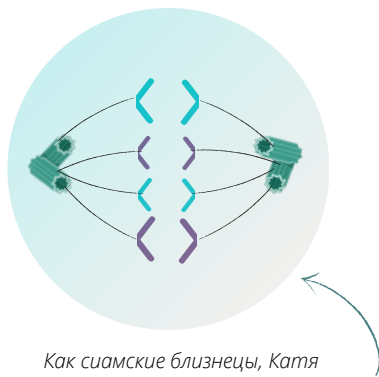
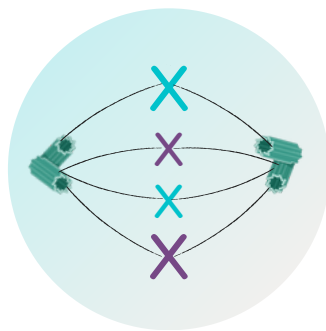
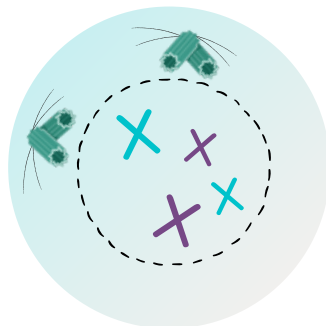
Набор хромосом и ДНК в фазе не изменяется.

АНАФАЗА $4n4c$

Процессы:

1. Нити веретена деления сокращаются и разрывают общие центромеры хромосом.
2. К полюсам клетки расходятся **сестринские хроматиды** или **однохроматидные хромосомы**: одна уходит к одному полюсу, другая ко второму. Каждая из них становится самостоятельной хромосомой.

Набор из $2n4c$ становится $4n4c$. Потому что хромосом в клетке теперь в два раза больше.



Как сиамские близнецы, Катя и Настя отсоединяются друг от друга и становятся самостоятельными девушками, вот так и сестринские хроматиды разрываются и расходятся.

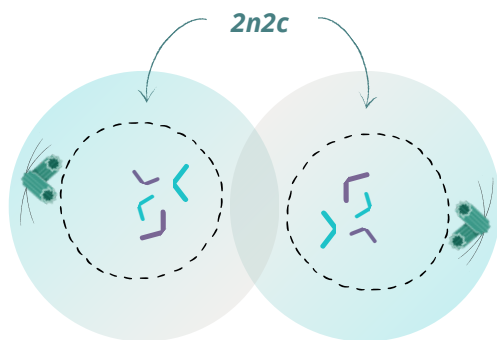
МИТОЗ

МИТОЗ

ТЕЛОФАЗА $2n2c$

Процессы:

1. Происходит деление цитоплазмы (цитокинез), органоидов и химических веществ между клетками.
2. Возвращается ядерная мембрана и ядрышки.
3. Растворяется веретено деления.
4. Деспирализация (декомпактизация) хромосом.



В итоге в конце Телофазы образуется 2 клетки с набором $2n2c$, т.к. мы делим между двумя клетками набор $4n4c$.

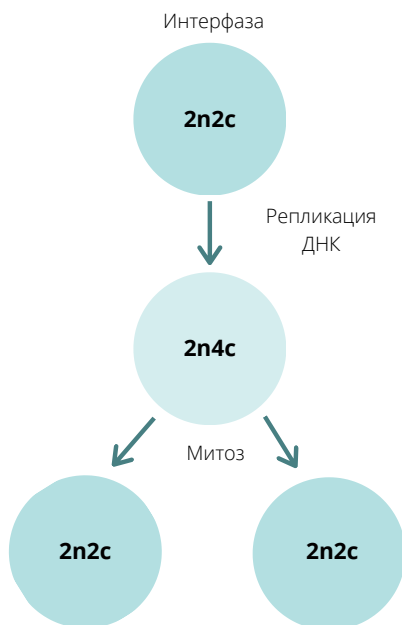
НАБОРЫ В МИТОЗЕ

Интерфаза:

- Пресинтетический ($2n2c$)
- Синтетический ($2n4c$)
- Постсинтетический ($2n4c$)

Митоз:

- Профаза ($2n4c$)
- Метафаза ($2n4c$)
- Анафаза ($4n4c$)
- Телофаза ($2n2c$)



Мейоз – это редукционное деление, при котором хромосомный набор клетки уменьшается вдвое. То есть набор в образующихся дочерних клетках в два раза меньше, чем в исходной материнской клетке.

Благодаря мейозу формируются половые клетки животных, а также гаплоидные споры в жизненных циклах растений.

Мейоз состоит из двух последовательных делений, которые соответственно называются **мейоз I** и **мейоз II**. В первом делении происходит уменьшение числа хромосом в два раза, поэтому его называют **редукционным** (редукция - уменьшение, сокращение). Во втором делении число хромосом не изменяется, поэтому его называют **эквационным** (уравнивающим).

В каждом делении мейоза выделяют четыре фазы: *профаза, метафаза, анафаза и телофаза*.

Разберем признаки мейоза подробнее.

- В результате мейоза образуется четыре клетки с гаплоидным набором п.
- Мейозу, как и митозу, предшествует одна интерфаза. Между первым и вторым делениями мейоза **не происходит удвоения ДНК**.
- В мейозе происходят процессы **кроссинговера и конъюгации**, которые ведут к появлению новых сочетаний наследственных признаков и комбинативной изменчивости, поэтому он выгоден в изменяющихся условиях среды.

Биологический смысл мейоза:

- Обеспечивает образование половых клеток (гамет) с гаплоидным набором хромосом.
- Участвует в поддержании постоянства числа хромосом из поколения в поколение, ведь во время слияния гамет (оплодотворения) восстанавливается диплоидный набор хромосом.
- Обеспечивает **комбинативную изменчивость** - появление новых сочетаний наследственных признаков, благодаря:
 - Кроссинговеру и конъюгации.
 - Независимому расхождению хромосом.

Для заметок:

МЕЙОЗ

ПРОФАЗА 1 2n4c

МЕЙОЗ 1 - редукционное деление

Процессы:

1. Спирализация (компактизация) хромосом.
2. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки и начинают образовывать нити веретена деления.
3. Ядерная мембрана и ядрышки растворяются на время деления.
4. Гомологичные хромосомы плавают парами – бивалентами.

Бивалент – пара гомологичных хромосом.

Между гомологичными хромосомами в биваленте происходят **конъюгация** и **кроссинговер**.

Конъюгация – сближение гомологичных хромосом.

Кроссинговер – обмен участками между гомологичными хромосомами.

Он происходит для обмена генами, и как результат появляются новые комбинации наследственного материала. Лежит в основе комбинативной изменчивости.

Набор хромосом и ДНК в фазе не изменяется.

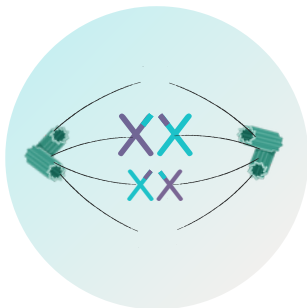


МЕТАФАЗА 1 2n4c

Процессы:

1. Хромосомы выстраиваются парами – бивалентами по экватору клетки, образуется метафазная пластинка.
2. Образуется **однополюсное** веретено деления, т.к. к каждой хромосоме теперь нити присоединяются только с одного полюса, то есть с одной стороны.

Набор хромосом и ДНК в фазе не изменяется.

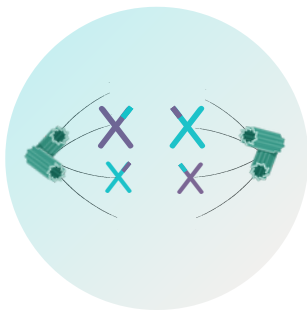


АНАФАЗА 1 2n4c

Процессы:

1. Нити веретена деления сокращаются и оттягивают каждый к своему полюсу **гомологичную хромосому** (двуххроматидную) целиком. Расходятся они независимо друг от друга, что ведёт к дополнительным новым комбинациям наследственного материала и комбинативной изменчивости.

Проще говоря, в анафазе 1 к полюсам клетки **расходятся гомологичные хромосомы и набор 2n4c не изменяется.**



Сиамские близнецы Катя и Настя не отсоединяются друг от друга, а уходят вместе! Так и сестринские хроматиды не разываются, а уходят вместе в составе двуххроматидной хромосомы.

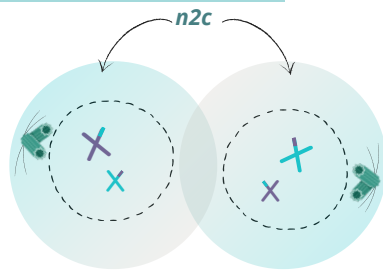
МЕЙОЗ

ТЕЛОФАЗА 1 $n2c$

Процессы:

1. Происходит деление цитоплазмы, органоидов и химических веществ между клетками.
2. Возвращается ядерная оболочка и ядрышки.
3. Растворяется веретено деления.
4. Деспирализация (декомпактизация) хромосом.

В итоге в конце телофазы 1 образуется 2 клетки с набором $n2c$ (т.к. мы делим между двумя клетками набор $2n4c$), в каждой из них находятся двуххроматидные хромосомы.



МЕЙОЗ 2 - эквационное деление

Мейоз 2 полностью идентичен митозу и протекает в двух клетках синхронно.

Схожие черты:

1. Хромосомы располагаются в профазе поодиночке, а не парами бивалентами.
2. В Метафазе хромосомы выстраиваются в один ряд, а не парами в два ряда.
3. В Анафазе к полюсам клетки расходятся сестринские хроматиды, а не гомологичные хромосомы.

ПРОФАЗА 2 $n2c$

Процессы:

1. Спирализация (компактизация) хромосом.
2. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам клетки и начинают образовывать нити веретена деления.
3. Ядерная мембрана и ядрышки растворяются на время деления.

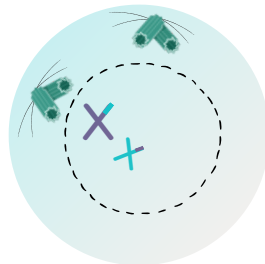
Набор хромосом и ДНК в фазе не изменяется

МЕТАФАЗА 2 $n2c$

Процессы:

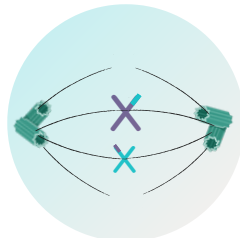
1. Хромосомы выстраиваются в ряд по экватору клетки, образуя метафазную пластинку.
2. Нити веретена деления присоединяются к общим центромерам хромосом, образуется двухполюсное веретено деления (потому что к каждой хромосоме нити присоединяются с обеих сторон).

Набор хромосом и ДНК в фазе не изменяется



Отличия Профазы 1 и Профазы 2:

- В Профазе 1 происходит конъюгация и кроссинговер и хромосомы плавают парами – бивалентами.
- В Профазе 2 не происходит конъюгации и кроссинговера. Хромосомы плавают поодиночке, а не парами.



Как понять, что это мейоз 2, а не митоз? В мейозе будут нарисованы две хромосомы, а в митозе - четыре, так как в митозе у каждой хромосомы есть пара - гомологичная хромосома, а в мейозе 2 - нет.

МЕЙОЗ

МЕЙОЗ 2

АНАФАЗА 2 $2n2c$

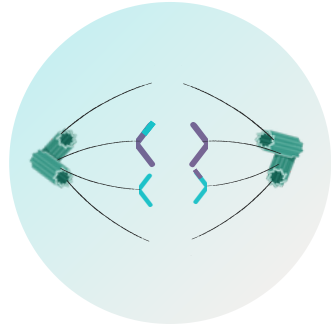
Процессы:

1. Нити веретена деления сокращаются и разрывают общие центромеры хромосом.
2. К полюсам клетки расходятся сестринские хроматиды или однохроматидные хромосомы – одна уходит к одному полюсу, другая ко второму. Каждая из них становится самостоятельной хромосомой.

Набор хромосом из $n2c$ становится $2n2c$. Потому что хромосом в клетке становится в два раза больше.

Как понять, что это мейоз 2, а не митоз?

В мейозе сестринские хроматиды полосатые из-за кроссинговера, а в митозе нет. В мейозе 2 на картинке будут расходиться две сестринские хроматиды, а в митозе - четыре.



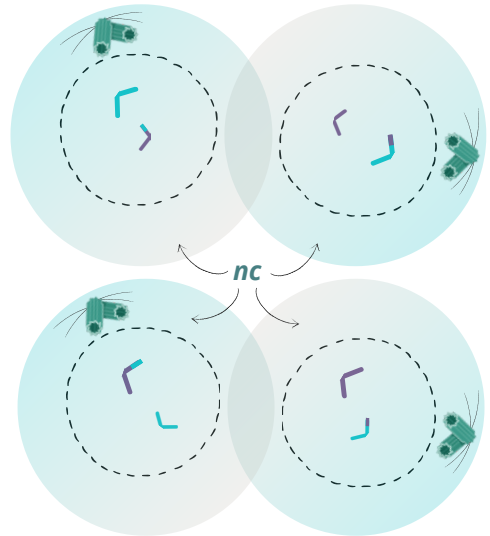
Как сيامские близнецы Катя и Настя отсоединяются друг от друга и становятся самостоятельными девушками, так и сестринские хроматиды разрываются и расходятся к полюсам.

ТЕЛОФАЗА 2 nc

Процессы:

1. Происходит деление цитоплазмы, органоидов и химических веществ между клетками.
2. Возвращается ядерная оболочка и ядрышки.
3. Растворяется веретено деления.
4. Деспирализация (декомпактизация) хромосом.

В итоге в конце Телофазы образуется 4 клетки с набором nc (т.к. мы делим между двумя клетками набор $2n2c$), с разным генетическим материалом.



МЕЙОЗ

НАБОРЫ В МЕЙОЗЕ

Интерфаза

Интерфаза:

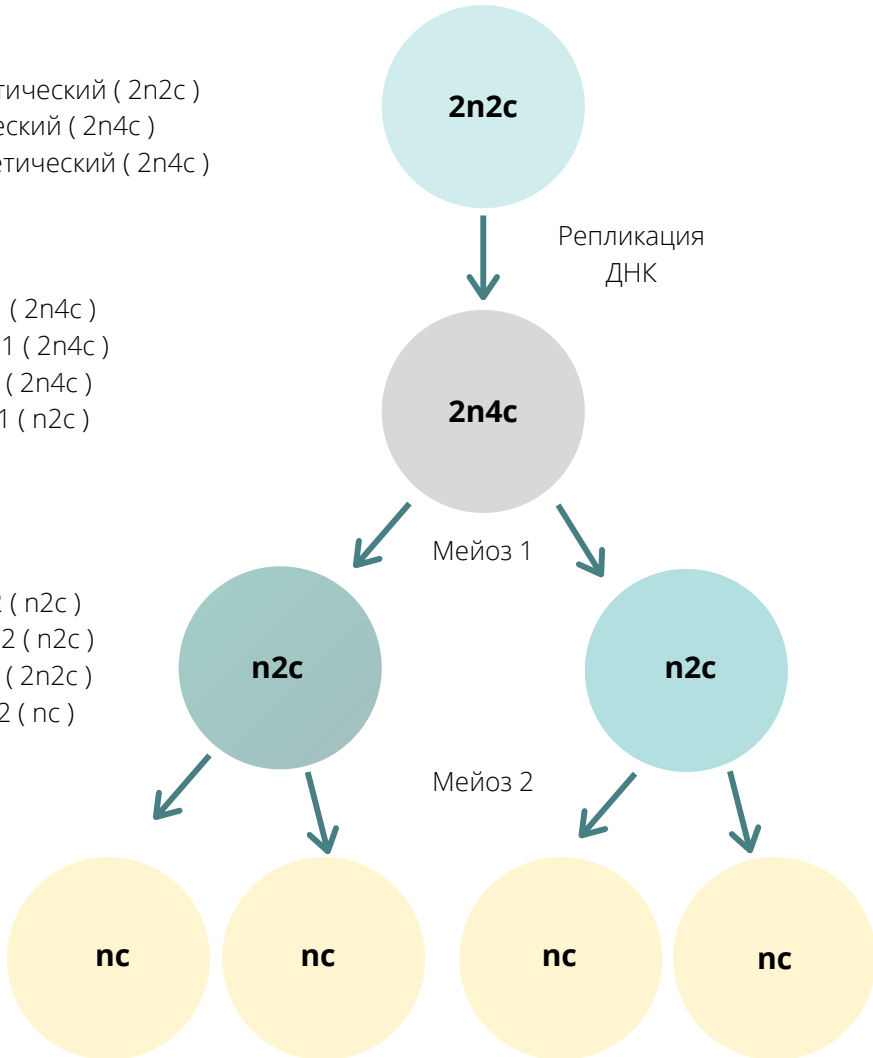
- Пресинтетический ($2n2c$)
- Синтетический ($2n4c$)
- Постсинтетический ($2n4c$)

Мейоз 1:

- Профаза 1 ($2n4c$)
- Метафаза 1 ($2n4c$)
- Анафаза 1 ($2n4c$)
- Телофаза 1 ($n2c$)

Мейоз 2:

- Профаза 2 ($n2c$)
- Метафаза 2 ($n2c$)
- Анафаза 2 ($2n2c$)
- Телофаза 2 (nc)





РАЗМНОЖЕНИЕ

РАЗМНОЖЕНИЕ



Размножение – способность организма воспроизводить себе подобных, это свойство присуще всем живым организмам. Существуют две основные формы размножения: бесполое и половое.

БЕСПОЛОЕ

1. Участвует одна особь.
2. Наследственный материал потомков (генотип) остаётся неизменным.
3. В основе бесполого размножения лежит митоз.
4. Происходит без образования половых клеток гамет.
5. Скорость размножения высокая - быстрое увеличение числа особей.
6. Выгодно в постоянных, неизменяющихся условиях среды.

РАЗМНОЖЕНИЕ

ПОЛОВОЕ

1. Участвует обычно две особи.
2. Наследственный материал потомков (генотип) изменяется, комбинируется.
3. В основе полового размножения лежит мейоз.
4. Происходит с образованием половых клеток гамет.
5. Скорость размножения низкая - медленное увеличение числа особей.
6. Выгодно в непостоянных, изменяющихся условиях среды.

Бесполое размножение

Бесполое размножение – образование нового организма из клетки или группы клеток исходного материнского организма. В размножении участвует только одна родительская особь, которая передает свою наследственную информацию дочерним особям. Различают несколько способов бесполого размножения.

Бинарное деление – процесс деления прокариотических клеток с образованием двух одинаковых по размеру дочерних клеток.

Пример: деление бактерий.

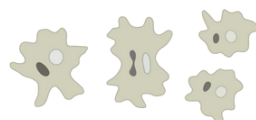
Деление митозом – процесс деления эукариотических клеток с образованием двух одинаковых по размеру дочерних клеток.

Примеры: деление митозом у простейших животных: амёбы обыкновенной, инфузории туфельки.

Споровое размножение – размножение с помощью специализированных клеток спор. Эта форма размножения распространена у споровых растений (водорослей, мхов, папоротников, хвощей и плаунов) и грибов.

Примеры: споровое размножение у грибов, папоротников, мхов, водорослей, хвощей, плаунов.

Вегетативное размножение – размножение с помощью вегетативных органов у растений: листьев, побегов, корней, почек. Так же растения размножают с помощью клубнелуковиц, клубней, корнеплодов, корневищ, усов, черенков, лукович, делением кустов.



Деление амёбы



Деление инфузории



Споровое размножение папоротника



Размножение усами у клубники

РАЗМНОЖЕНИЕ

Почкование – дочерние особи формируются из выростов тела материнского организма (почек), которые вырастают на нём же и в конечном счете отделяются от материнского организма и становятся самостоятельными организмами.

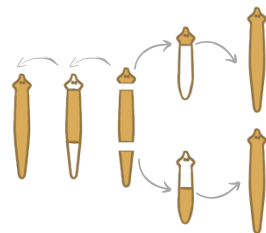
Примеры: почкование у дрожжей и коралловых полипов.



Почкование гидры

Фрагментация – разделение материнской особи на две части и более, каждая из которых может дать начало новому дочернему организму. Этот способ основан на регенерации – способности организмов восстанавливать недостающие части тела.

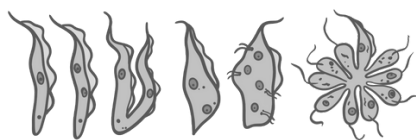
Примеры: фрагментация у кишечнорастных, плоских червей, морских звезд.



Фрагментация планарии

Шизогония – множественное деление. Характеризуется многократным делением ядра исходной клетки, после чего последняя распадается на соответствующее число одноклеточных клеток.

Примеры: шизогония у малярийного плазмодия.



Шизогония малярийного плазмодия

Клонирование – искусственный метод размножения. Клоном называют дочернюю особь, идентичную в генетическом отношении родительской особи.

Примеры: клон овечки Долли.

Половое размножение

Партеногенез (непорочное зачатие) – развитие новой особи из неоплодотворенной яйцеклетки. Несмотря на то, что в этом процессе не участвует мужская половая клетка, партеногенез относят к половому размножению, так как дочерний организм развивается из половой клетки - яйцеклетки.

Партеногенез выполняет важную функцию регуляции соотношения полов у пчел: из неоплодотворенной яйцеклетки развиваются самцы трутни, а из оплодотворенной развиваются самки рабочие пчёлы и пчела - матка. Партеногенез встречается также у муравьев, термитов, тлей.

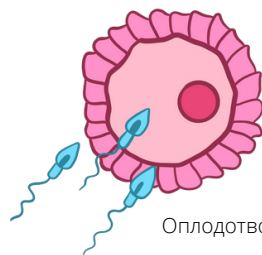
Примеры: партеногенез пчел, муравьев, тли.



ГАМЕТОГЕНЕЗ

Слияние гамет – слияние различающихся по полу клеток *гамет* с оплодотворением и образованием зиготы.

Примеры: размножение хордовых животных, размножение у семенных растений.



Оплодотворение

Гермафродитизм – это явление заключается в наличии у особи как мужских, так и женских половых органов (назван по имени мифического обоеполого существа - Гермафродита). Аналогичное явление у растений называется однодомностью: и мужские, и женские цветки в таком случае расположены на одном растении.



Гермафродитизм моллюсков и червей



Примеры: гермафродитизм у плоских и кольчатых червей, моллюсков.

Конъюгация – обмен наследственным материалом малыми ядрами у инфузорий - туфельек при непосредственном контакте. Конъюгацию относят к половому процессу, а не к размножению, так как:

1. Не происходит увеличения числа особей.
2. Не происходит образования половых клеток гамет.
3. Не происходит оплодотворения и образования зиготы.



Конъюгация инфузорий

Но! Происходит обмен наследственным материалом, а значит формируются новые сочетания генов.

В половом размножении участвуют **гаметы** **половые клетки**. Они образуются в результате такого процесса, который называется **гаметообразованием**, давай рассмотрим его дальше.



ГАМЕТОГЕНЕЗ



Гаметообразование – процесс образования половых клеток гамет.

В основе гаметообразования лежит мейоз.

Делится на: Овогенез - процесс образования яйцеклеток в женских половых железах - яичниках. Сперматогенез - процесс образования сперматозоидов в мужских половых железах - семенниках.

Гонады или половые железы – органы, в которых происходит гаметообразование.

ГАМЕТОГЕНЕЗ

ОТЛИЧИЯ СПЕРМАТОГЕНЕЗА И ОВОГЕНЕЗА

- Сперматогенез происходит в **семенниках**.
- В сперматогенезе **есть** Зона формирования.
- В результате сперматогенеза формируется четыре полноценные половые клетки - **сперматозоида**.
- Овогенез происходит в **яичниках**.
- В овогенезе **нет** Зоны формирования.
- В результате овогенеза образуется одна полноценная половая клетка **яйцеклетка** и три направительных тельца.
- Окончательно процесс овогенеза завершается только после **оплодотворения**.

СПЕРМАТОГЕНЕЗ



Сперматогенез – процесс образования мужских гамет *сперматозоидов*, происходит в несколько этапов в мужских гонадах *семенниках*.

Зона размножения - **митоз**

В этой зоне клетки сперматогенной ткани семенников многократно делятся *митозом* для увеличения численности.

Первичные половые клетки (имеют диплоидный набор, $2n2c$) делятся митозом на **сперматогонии** ($2n2c$).

Зона роста - **интерфаза мейоз 1**

Сперматогонии развиваются в **сперматоциты 1-го порядка**.

Сперматоциты 1-го порядка растут, в них происходит репликация ДНК и набор в клетках становится $2n4c$.

Зона созревания - **мейоз 1 и мейоз 2**

Состоит из двух последовательных делений мейоза.

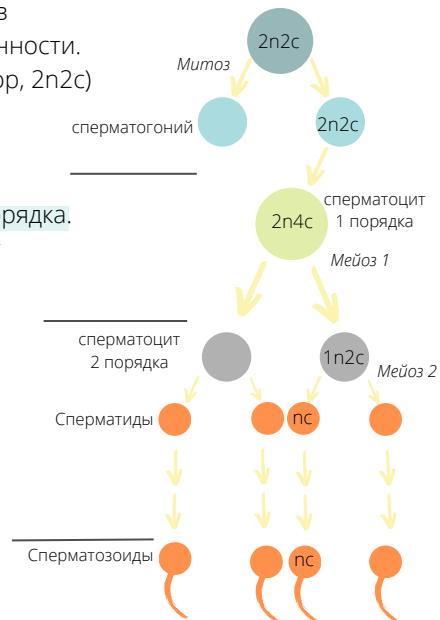
В результате первого деления мейоза образуются **два сперматоцита 2-го порядка** с набором $n2c$.

После второго деления мейоза образуются **4 сперматиды** с набором nc .

Зона формирования

Незрелые сперматиды превращаются в зрелые **сперматозоиды** nc , приобретая все свойственные ему структуры (акросому, хвостик и шейку).

В итоге в результате сперматогенеза образуются **четыре полноценные половые клетки** **сперматозоида**.




Этапы:

Первичная половая клетка
Сперматогоний
Сперматоцит 1 порядка
Сперматоцит 2 порядка
Сперматида
Сперматозоид

ГАМЕТОГЕНЕЗ

ОВОГЕНЕЗ

 **Овогенез** – процесс образования женских гамет *яйцеклеток*, происходит в несколько этапов в женских гонадах *яичниках*.

Зона размножения - митоз

В этой зоне клетки овогенной ткани многократно делятся митозом для увеличения численности. **Первичные половые клетки** (имеют диплоидный набор, $2n2c$) делятся митозом на овогонии ($2n2c$).

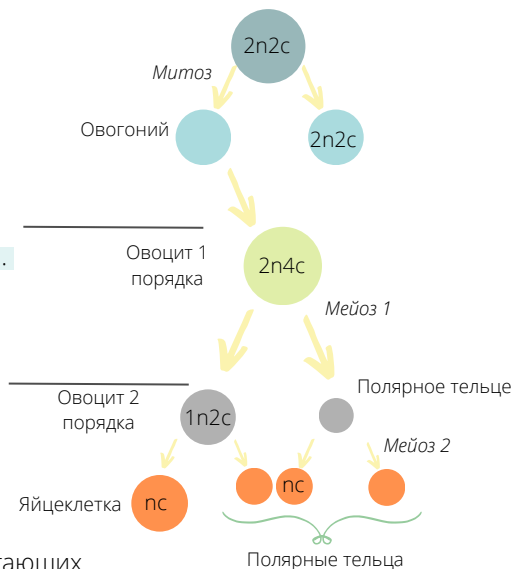
Зона роста - интерфаза мейоза 1

Овогонии развиваются в овоциты 1-го порядка. Овоциты 1-го порядка растут, накапливают вещества, в них происходит репликация ДНК и набор в клетках становится $2n4c$.

Зона созревания - мейоз 1 и мейоз 2

Состоит из двух последовательных делений мейоза. Овоцит 1-го порядка приступает к мейозу, но весь процесс деления длится долго (несколько дней или лет). Например, у млекопитающих деление, которое началось в эмбриональном периоде, приостанавливается на профазе 1 до периода полового созревания самки. Позже под влиянием половых гормонов мейоз возобновляется. В мейозе 1 клетки делятся неравномерно и образуется одна крупная клетка – овоцит 2-го порядка, куда переходят все питательные вещества, и одна мелкая клетка – **полярное (направительное) тельце**. Второе деление мейоза также происходит ассиметрично, в результате из овоцита 2-го порядка образуется крупная клетка **яйцеклетка (или овотида)** и вторичное полярное тельце. А из первичного полярного тельца образуется два мелких вторичных полярных тельца.

У большинства позвоночных животных второе деление мейоза овоцита 2-го порядка **приостанавливается** на стадии метафазы 2, а образование яйцеклетки завершается только после оплодотворения.



Зона формирования

Отсутствует.

Этапы:

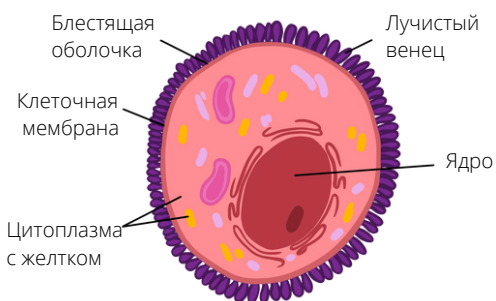
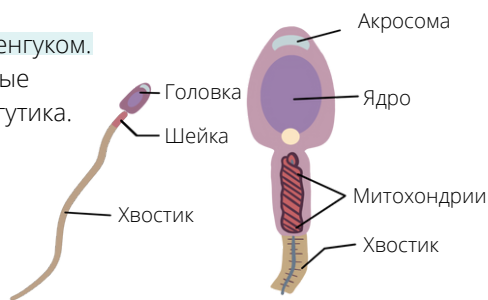
Первичная половая клетка
Овогоний
Овоцит 1 порядка
Овоцит 2 порядка
Овотида (яйцеклетка)

ГАМЕТОГЕНЕЗ

Поговорим подробнее про строение сперматозоида и яйцеклетки?

Сперматозоиды были открыты в 1677 г. **А. Левенгуком**. Они представляют собой небольшие подвижные клетки, которые состоят из головки, шейки и жгутика.

В головке находится ядро с гаплоидным набором хромосом. На заостренном конце головки располагается пузырек акросома. **Акросома** – органоид, который содержит ферменты для расщепления оболочки яйцеклетки. В шейке располагаются центриоли и спирально закрученная митохондрия, которая обеспечивает энергией движение сперматозоида. Жгутик служит для осуществления движения сперматозоида и по строению схож со жгутиком простейших.



Яйцеклетка была открыта в 1827 г. ученым **Карлом Бэр**ом. Она представляет собой крупную, округлую и неподвижную клетку. Яйцеклетка содержит ядро, все органоиды и много питательных веществ в виде желтка. Яйцеклетка всегда значительно крупнее сперматозоида. Её питательные вещества обеспечивают развитие зародыша на начальной стадии (*наприм.* рыбы, земноводные) или на всём протяжении эмбриогенеза (*наприм.* птицы, пресмыкающиеся).



Оплодотворение – процесс слияния яйцеклетки и сперматозоида.

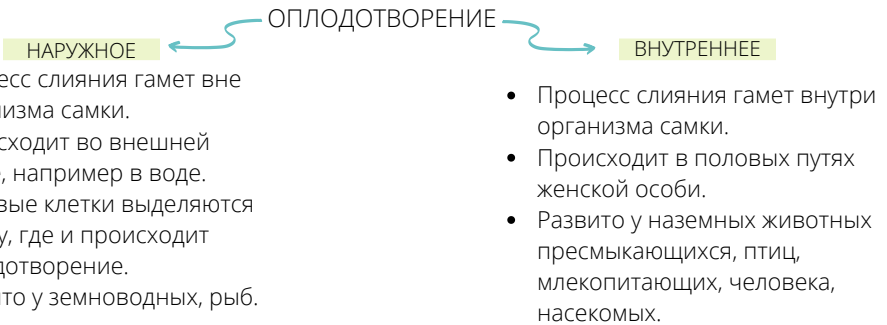
В результате оплодотворения образуется зигота с набором $2n2c$, она и даёт начало будущему организму.

Запомни! С какого момента начинается жизнь? Она начинается с рождения или вылупления - скажешь ты. Запомни, новая жизнь начинается с образования зиготы, а не с рождения! Зигота – это и есть новый будущий организм. Ведь ещё до рождения ты уже существовал в животе у мамы, а птенец внутри яйца, ведь так?



ОНТОГЕНЕЗ

Делится на **наружное** и **внутреннее** оплодотворение



Самооплодотворение – процесс слияния гамет, образованных одной и той же особью. Развито у особей, имеющих и мужские и женские половые железы, гермафродитов (кольчатые черви, моллюски).

Биологическое значение оплодотворения:

- Восстановление диплоидного набора хромосом.
- Объединение наследственного материала отцовской и материнской особи.

ОНТОГЕНЕЗ

Онтогенез – индивидуальное развитие организма, совокупность последовательных морфологических и биохимических преобразований, претерпеваемых организмом от оплодотворения или от момента отделения от материнской особи и до конца жизни.


Онтогенез включает в себя два периода:

1. Эмбриональный период.
2. Постэмбриональный период.



ОНТОГЕНЕЗ

ЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД

 **Эмбриональный период** – период развития организма, который длится от образования зиготы до рождения или вылупления организма из яйцевых оболочек.

Состоит из периодов:

1. Дробление.
2. Гастрюляция.
3. Органогенез (нейруляция).

ДРОБЛЕНИЕ

После слияния яйцеклетки и сперматозоида образовавшаяся клетка зигота начинает интенсивно делиться **митозом** на клетки бластомеры. Этот процесс называется **дроблением**. Особенности дробления в том, что клетки практически не увеличиваются в размере и не растут, также клетки делятся очень быстро и интерфаза между делениями практически отсутствует. По началу в процессе дробления формируется морула.

Морула - стадия эмбрионального развития на этапе дробления, когда зародыш представляет собой компактную совокупность клеток без полости внутри.

В конце периода происходит процесс бластуляции: из морулы образуется бластула.

Бластула - это однослойный зародыш, состоящий из 32 клеток – бластомеров, содержащий полость **бластоцель** внутри.

Стенки бластулы состоят из бластомеров, которые окружают центральную полость **бластоцель**. Соединяясь друг с другом, бластомеры образуют бластодерму из одного слоя клеток.



ТИПЫ ЯЙЦЕКЛЕТОК

- По количеству желтка (lecitos - греч. желток):

1. Полилецитальные - содержат большое количество желтка.
2. Мезолецитальные - содержат среднее количество желтка.
3. Олиголецитальные - содержат мало желтка.
4. Алецитальные - не содержат желтка.

- По распределению желтка:

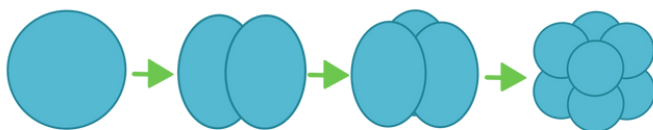
1. Изолецитальные - желток распределен равномерно.
2. Центролецитальные - желток расположен в центре яйцеклетки.
3. Телолецитальные - желток смещён к вегетативному полюсу клетки.



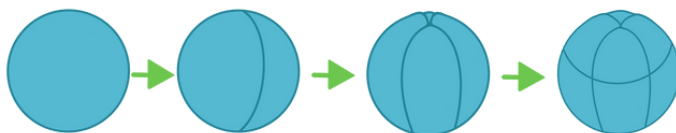
Дробление делится на *полное* и *неполное* дробление. Тип дробления зависит от количества желтка и его расположения в яйце.

Полное дробление – яйцо полностью дробится на бластомеры.

- Полное равномерное дробление происходит если желтка в яйце мало и он равномерно распределен в цитоплазме (изолецитальные яйца). Бластомеры дробятся синхронно, имеют одинаковые размеры. Такое дробление происходит у иглокожих и ланцетника.

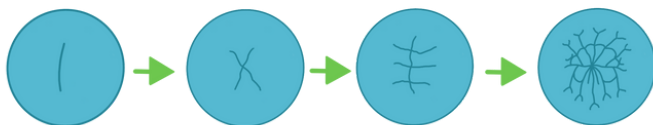


- Полное неравномерное дробление происходит если желток в яйце распределен неравномерно (телолецитальные яйца). Яйцо дробится целиком, но бластомеры разной величины: те, которые содержат желток, будут крупнее. Такое дробление происходит у земноводных.



Неполное дробление – дробится только часть яйца в верхней части (зародышевый диск).

Неполное дискоидальное дробление происходит, если желтка в яйцах настолько много, что борозды дробления не могут разделить его целиком (полилецитальные яйца). У яйца дробится только часть цитоплазмы с ядром (на анимальном полюсе). Большая часть яйца, заполненная желтком, не дробится. Такое дробление происходит у пресмыкающихся, птиц и рыб.

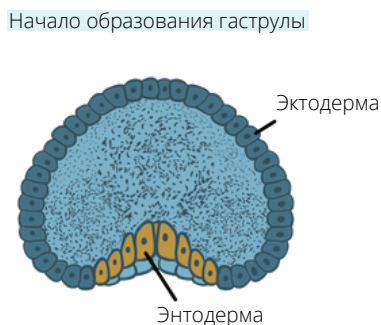
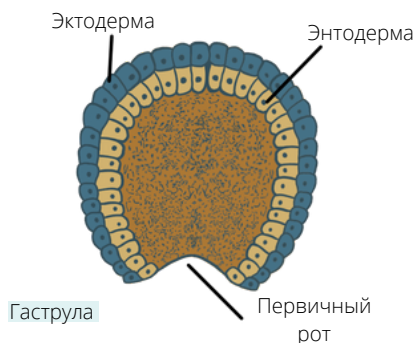




Гастроуляция – процесс образования двухслойного зародыша гастролы за счёт впячивания нижних клеток бластулы.

Стенка бластулы начинает впячиваться внутрь полости, в результате зародыш становится двухслойным.

Двухслойный зародыш называется - *гастрола*. Полость гастролы называется *гастроцель* (полость первичной кишки), а отверстие, соединяющее гастроцель и внешнюю среду - первичный рот или *бластопор*. При впячивании части бластулы клетки бластодермы мигрируют внутрь и становятся **энтодермой** (внутренний). Оставшаяся часть бластодермы снаружи называется **эктодермой** (наружный). На стадии развития двух зародышевых листков заканчивается развитие у губок и кишечнополостных. У остальных животных далее идёт формирование третьего, промежуточного зародышевого листка – **мезодермы**. Этот зародышевый листок характерен для всех трёхслойных животных. Мезодерма образуется за счёт миграции части клеток эктодермы и энтодермы. С двух сторон от первичной кишки (гастроцеля) образуются клетки мезодермы, один слой которой примыкает к эктодерме, а второй граничит с энтодермой. Между ними формируется вторичная полость – *целом*.



Животные делятся на **первичноротых** и **вторичноротых** по способу развития рта.

СПОСОБ РАЗВИТИЯ РТА

ПЕРВИЧНОРОТЫЕ

- Организмы, у которых первичный рот зародыша становится ртом взрослой формы называются первичноротыми.
- К первичноротым относятся большинство беспозвоночных: кишечнополостные, плоские, круглые и кольчатые черви, моллюски и членистоногие.

ВТОРИЧНОРОТЫЕ

- В случае если рот взрослой формы возникает не из первичного рта зародыша, а прорывается на обратной стороне тела, то такие животные называются вторичноротыми.
- Фактически у вторичноротых в процессе эмбриогенеза рот и анальное отверстие меняются местами.
- Вторичноротыми являются хордовые: рыбы, земноводные, пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие, а также иглокожие (морские звезды, морские ежи).

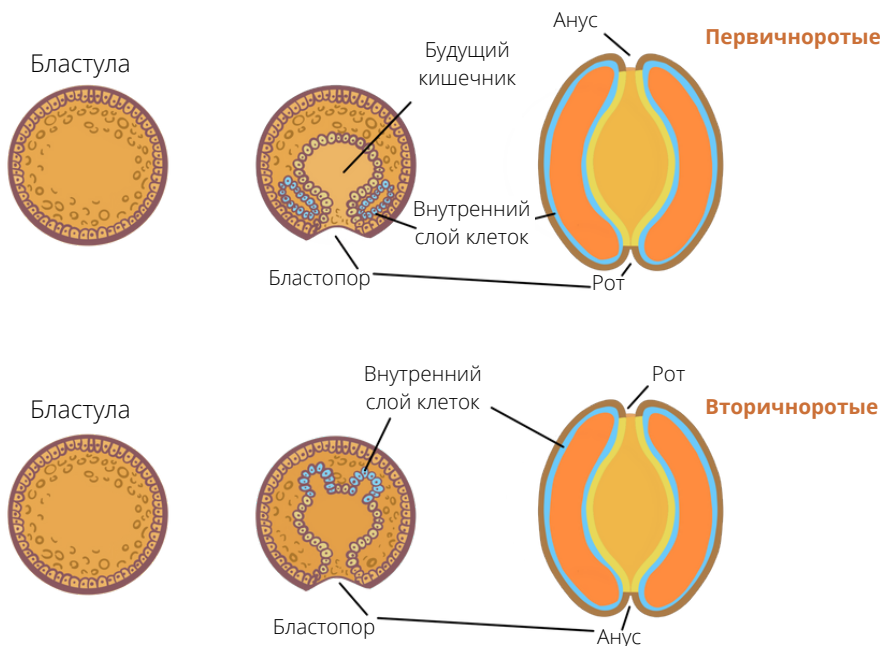
ОНТОГЕНЕЗ

Лайфхак! Кто появился पहले? Беспозвоночные или хордовые?

Сначала беспозвоночные, а затем уже хордовые.

Первые беспозвоночные – они *первичноротые*.

Вторые хордовые – они *вторичноротые*.



НЕЙРУЛЯЦИЯ И ОРГАНОГЕНЕЗ

После образования мезодермы происходит нейруляция - верхняя часть эктодермы утолщается, образуя нервную пластинку. Края нервной пластинки сворачиваются, она отделяется от эктодермы с образованием **нервной трубки**. В дальнейшем из неё будут развиваться головной и спинной мозг.

То есть, **нейруляция** — образование нервной пластинки и её замыкание в нервную трубку в процессе зародышевого развития хордовых. Зародыш в этой стадии называется **нейрулой**.

Одновременно с нейруляцией из мезодермы под нервной трубкой формируется еще один осевой орган – **хорда**. Под хордой располагается **кишечная трубка**. Так в конце стадии нейрулы у зародыша формируется **осевой комплекс органов**: нервная трубка, хорда и кишечная трубка.

Далее из трёх зародышевых листков формируются все ткани и органы будущего организма, происходит процесс **органогенеза**.

ОНТОГЕНЕЗ



Эктодерма - наружный зародышевый листок.

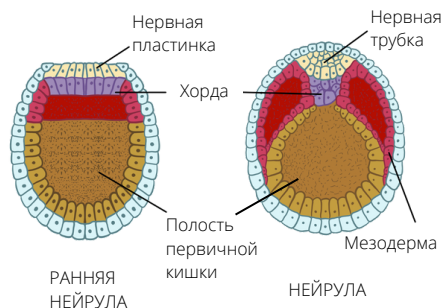
Из него развиваются следующие органы и ткани:

Ткани:

- Эпителиальная ткань.
- Нервная ткань.

Системы органов:

- Нервная система: головной и спинной мозг и периферическая нервная система: нервы, рецепторы и нервные узлы.
- Покровная система: эпидермис кожи, волосы, ногти, сальные, потовые железы.
- Сенсорная система: все органы чувств.
- Эмаль зуба.



Энтодерма - внутренний зародышевый листок.

Из него развиваются следующие органы и ткани:

Ткани:

- Эпителий дыхательной и пищеварительной системы.
- Эпителий мочевого пузыря и мочеиспускательного канала.

Системы органов:

- Пищеварительная система: рот, глотка, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник; пищеварительные железы: печень, поджелудочная, слюнные железы.
- Дыхательная система: носовая полость, носоглотка, гортань, трахея, бронхи, легкие.
- Эндокринные железы: щитовидная железа, паращитовидные железы.



Мезодерма - промежуточный зародышевый листок.

Из него развиваются следующие органы и ткани:

Ткани:

- Соединительная ткань: кровь, лимфа, тканевая жидкость, костная, жировая, хрящевая ткани.
- Мышечная ткань: поперечнополосатые скелетная и сердечная и гладкая мускулатура внутренних органов.

Системы органов:

- Опорно-двигательный аппарат (кости, хрящи, связки, сухожилия, мышцы).
- Мочевыделительная: почки.
- Половая система: половые железы.
- Сердечно-сосудистая система: сердце, все кровеносные сосуды.
- Дентин зуба.
- Надпочечники.

ОНТОГЕНЕЗ

ЭМБРИОНАЛЬНАЯ ИНДУКЦИЯ

Процесс развития организма определяется **кариотипом** – набором хромосом и генов данного организма. Все клетки развиваются из зиготы, поэтому они имеют одинаковый набор хромосом и генетическую информацию. Однако в разных зародышевых листках функционируют разные сочетания генов, и это приводит к формированию различных тканей и органов. Т.о. генотип организма постоянен во всех клетках, но меняется активность разных его генов – **экспрессия**.

Эмбриональная индукция – это процесс, когда одна группа клеток зародыша стимулирует развитие других органов и тканей. Например, клетки мезодермы и хорды выделяют специальные вещества, которые действуют на эктодерму и побуждают развитие нервной трубки.

Запомни! Стадии развития зародыша:

- Зигота
- Морула
- Бластула
- Гастроула
- Ранняя Нейрула
- Нейрула



К завершению эмбрионального периода у зародыша формируются все органы и ткани. Заканчивается эмбриональный период рождением, вылулплением организма. И начинается **постэмбриональный период**.

КТО ТАКИЕ АНАМНИИ И АМНИОТЫ?



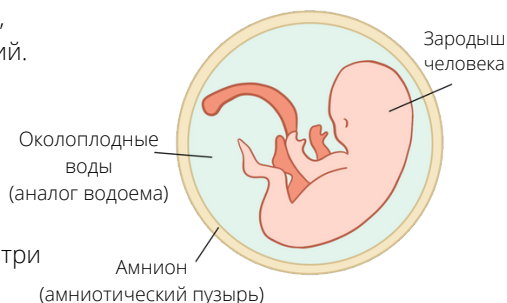
Анамнии – низшие первичноводные позвоночные животные. Эта группа животных не имеет зародышевой оболочки - *амниона* и особого зародышевого органа - аллантоиса.

Анамнии привязаны к воде, в которой проводят большую часть жизни или начальный этап развития. К анамниям *относятся* круглоротые, хрящевые и костные рыбы, земноводные.



Амниоты – высшие позвоночные животные, для которых на ранних стадиях характерно образование зародышевых оболочек и особого эмбрионального органа - *аллантоиса*.

Амниоты отрываются от привычного водоема, обретают независимость, в отличие от анамний. Теперь этот "водоем" образуется внутри материнского организма: зародыш находится в плодном пузыре (амнионе), заполненном амниотической жидкостью (околоплодными водами), своеобразном аналоге водоема. К амниотам (высшим позвоночным) *относятся* три класса: пресмыкающиеся, птицы и млекопитающие.



ОНТОГЕНЕЗ

АНАМНИИ

Проводят всю жизнь или личиночную стадию в воде

Кожа слизистая, проницаема для воды

Дышат жабрами (личинки, а иногда и взрослые особи)

Наружное оплодотворение

Развитие без образования зародышевых оболочек

Развитие зародыша в водной среде с метаморфозом

Круглоротые, Хрящевые рыбы, Костные рыбы, Земноводные

АМНИОТЫ

Проводят всю жизнь на суше

Кожа сухая, непроницаема для воды

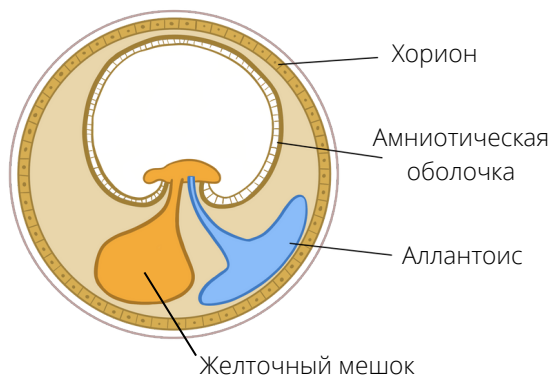
Дышат легкими

Внутреннее оплодотворение

Развитие с образованием амниотической оболочки, аллантаиса и серозы

Развитие зародыша в наземно-воздушной среде, без метаморфоза

Пресмыкающиеся, Птицы, Млекопитающие



Первые амниоты – пресмыкающиеся. Появление оболочек связано с развитием зародыша в наземно-воздушной среде.

Эмбриональные оболочки

1) **Хорион** – наружная зародышевая оболочка, препятствует чрезмерной потере воды амнионом; служит для обмена между зародышем и окружающей средой (участвует в дыхании, питании, выделении, фильтрации и синтезе гормонов).

2) **Амнион** – зародышевая оболочка, заполненная амниотической жидкостью (водная среда для развития зародыша), защищает от высыхания и механических повреждений.

3) **Аллантаис** – зародышевая оболочка, которая развивается как вырост задней кишки. Выполняет дыхательную функцию: газообмен зародыша с окружающей средой. Выделительная: участвует в выведении жидких продуктов обмена веществ зародыша.

ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫЙ ПЕРИОД



Постэмбриональный период – период развития организма, начинающийся с момента рождения или выхода организма из яйцевых оболочек и продолжающийся вплоть до его гибели.

Прямое развитие (без превращения, без метаморфоза) – из яйцевых оболочек вылупляется или рождается небольшой организм, но уже со всеми заложенными основными органами, т.е. похожий на взрослую особь. Организму остается только расти и развиваться. Личиночная стадия отсутствует.

Две стадии:

1. Яйцо
2. Взрослая особь

Примеры: птицы, млекопитающие, пресмыкающиеся.

Непрямое развитие (с превращением, с метаморфозом) – из яйцевых оболочек выходит организм устроенный проще и имеющий специальные органы – это **личинка**. Личинка питается, растет и со временем превращается во взрослый организм. При метаморфозе разрушаются личиночные органы и возникают органы, присущие взрослым животным.

Делится на:

- Неполное превращение
- Полное превращение

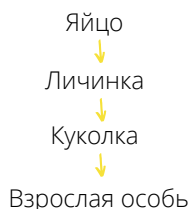
НЕПРЯМОЕ РАЗВИТИЕ ДЕЛИТСЯ НА

Полное превращение

(полный метаморфоз)

Тип метаморфоза, при котором насекомое по мере своего развития проходит 4 последовательные стадии (включая стадию куколки). Смена стадий часто сопровождается резким изменением внешнего облика насекомого.

4 СТАДИИ



Пример: все насекомые с полным превращением.

Яйцо



Личинка



Куколка



Взрослое насекомое



Неполное превращение

(неполный метаморфоз)

Тип метаморфоза, при котором насекомое по мере своего развития проходит 3 последовательные стадии (стадия куколки отсутствует).

Различия между представителями разных стадий менее выражены, чем при полном.

3 СТАДИИ



Пример: все насекомые с неполным превращением, земноводные.

ОНТОГЕНЕЗ

СТРАТЕГИИ РАЗМНОЖЕНИЯ

Существует две различные природные стратегии размножения живых организмов, обеспечивающие оптимальную численность для данного вида:

r – стратегия и K – стратегия.



r- стратегия – рождение как можно большего количества детёнышей в единицу времени, при этом низкая выживаемость потомства.

Признаки:

- Низкая продолжительность жизни
- Мелкий размер тела
- Скорость размножения высокая
- Быстрое развитие до половой зрелости
- Низкая выживаемость потомков
- Высокое число особей в помёте
- Несколько актов размножения во время жизни

Присуща большинству насекомых, грызунов, однолетних растений.



Признак	r-стратегия	K-стратегия
Размер тела	Мелкий	Крупный
Скорость размножения	Высокая	Низкая
Размер потомков	Мелкие	Крупные
Развитие до половой зрелости	Быстрое	Медленное
Число актов размножения за период	Часто много	Часто один
Продолжительность жизни	Низкая	Высокая
Выживаемость потомков	Низкая	Высокая
Количество особей в помёте	Высокое	Низкое

K – стратегия – рождение небольшого числа детёнышей, при этом высокая забота о выживаемости каждого из них.

Признаки:

- Высокая продолжительность жизни
- Крупный размер тела
- Скорость размножения низкая
- Медленное развитие до половой зрелости
- Высокая выживаемость потомков
- Низкое число особей в помёте
- Чаще всего 1 акт размножения во время жизни

Характерна для крупных млекопитающих, таких как киты, слоны и т.д.



ЭКОЛОГИЯ



Экология – наука, изучающая взаимодействие организмов между собой и с окружающей средой. Для решения задач экологии учёные используют разные методы исследований: полевые наблюдения или мониторинг, эксперименты и моделирование. Поговорим подробнее про каждый из них.

Экологический мониторинг (мониторинг) – это биологический метод, применяемый в науке экологии. Заключается в наблюдении за природными и антропогенными объектами с целью получить достоверные и своевременные данные о фактах загрязнения территории, за которой ведется контроль. Благодаря собранной информации появляется возможность спрогнозировать будущую экологическую обстановку в исследуемом регионе.

Мониторинг делится на *локальный, региональный и глобальный*.

Локальный мониторинг – отслеживание санитарно - эпидемиологических условий природной среды, проводящийся на уровне города или района. Объекты наблюдения: приземной слой атмосферы, реки и грунтовые воды, почва, промышленные и бытовые сточные воды и др. **Региональный мониторинг** охватывает территории регионов или нескольких регионов, а национальный мониторинг объединяет системы регионального мониторинга внутри одной страны.

Глобальный мониторинг осуществляется на мировом уровне и включает в себя наблюдение за глобальными условиями и изменениями в окружающей среде на Земле. Основные показатели глобального мониторинга: радиационный баланс, газовый состав атмосферы и степень ее загрязненности, общее состояние почвы, растительного и животного мира, загрязненность крупных озер, рек, океанов и морей.

Эксперименты позволяют следить за жизнью как отдельных видов организмов, так и целых природных сообществ, в которые исследователи сознательно вносят некоторые изменения. Бывают *природные и лабораторные* эксперименты.

Природный эксперимент учёные проводят тогда, когда хотят изучить влияние внесенных в то или иное сообщество изменений на жизнь тех или иных организмов обитателей. Например, как влияет уменьшение численности хищников на численность травоядных животных. Лабораторные эксперименты ученые проводят над отдельными видами, например над растениями, создавая специальные условия – уровень влажности, освещенности, концентрации углекислого газа и т.д.

Моделирование даёт возможность создавать модели, которые являются заместителями реальных биологических объектов и процессов, исследуя которые ученые получают сведения о жизнедеятельности природных сообществ и экосистем.

Например: комнатный аквариум является реальной мини-моделью экосистемы пресного водоёма.

СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Все живые организмы существуют в определенной среде обитания, которая оказывает на них прямое или косвенное воздействие.

Водная среда обитания – объединяет Мировой океан, пресные водоемы и подземные воды. *Основные характеристики водной среды это:*

- Высокий уровень плотности среды, которая создает для обитающих в ней организмов возможность опоры.
- Освещенность только в верхних слоях, по мере погружения вглубь свет убывает, что ограничивает распространение организмов.
- Низкое содержание кислорода.
- Незначительные перепады температуры в среде.
- Сильные перепады давления.



Примеры организмов: водоросли, кишечнополостные, различные моллюски, рыбы, водные членистоногие, водные млекопитающие и т.д.

Наземно-воздушная среда обитания – самая различающаяся по набору экологических условий среда, что обуславливает высокое разнообразие организмов, которые её населяют.

Основные характеристики наземно-воздушной среды это:

- Низкая плотность среды и давление.
- Высокий уровень освещенности.
- Высокое содержание кислорода.
- Значительные суточные и сезонные перепады температуры.
- Неравномерное распределение влаги.

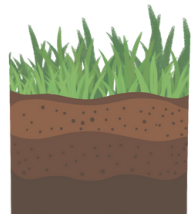


Примеры организмов: наземные пресмыкающиеся, различные группы насекомых и птиц, различные группы наземных млекопитающих и т.д.

Почвенная среда обитания – представляет собой рыхлый поверхностный слой суши, образованный деятельностью различных организмов и влиянием климата.

Основные характеристики почвенной среды это:

- Высокая плотность среды.
- Отсутствие света.
- Низкое содержание кислорода и высокое содержание углекислого газа.
- Незначительные перепады температуры.



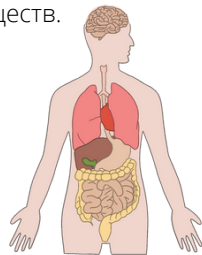
Примеры организмов: почвенные животные – кроты, черви, насекомые, клещи и т.д.

СРЕДЫ ОБИТАНИЯ

Внутриорганизменная среда обитания – среда, представленная телами самих организмов: растениями, животными, человеком. Они используются другими организмами, паразитическими бактериями, грибами и беспозвоночными животными, а также симбиотическими бактериями, простейшими, в качестве места для жизни и источника питательных веществ.

Основные характеристики внутриорганизменной среды это:

- Высокая плотность среды.
- Отсутствие света.
- Низкое содержание кислорода или его полное отсутствие.
- Стабильный температурный режим среды.
- Достаточное количество воды и пищи.
- Защищенность от неблагоприятных внешних воздействий.



В то же время, организмы паразиты и симбионты испытывают ряд трудностей: ограниченность жизненного пространства, сложность распространения паразита и симбионта (от одного хозяина к другому).

Примеры организмов: паразитические черви, болезнетворные бактерии, грибы.

Каждая из сред обитания характеризуется экологическими факторами, которые влияют на организмы, обитающие в ней.

Экологические факторы – отдельные свойства или компоненты среды, которые оказывают прямое или косвенное влияние на живые организмы.

Все экологические факторы делятся на 3 группы:

1. **Абиотические** – все условия неживой природы. Сюда относятся: свет, влажность, давление, температура, рельеф местности, состав почвы и т.д.

2. **Биотические** – влияние живых организмов друг на друга.

3. **Антропогенные** – влияние, оказываемое человеком, на живые организмы и неживую природу. Человек может оказывать как полезное, так и вредное влияние.

Например: высадка деревьев, рыхление почвы, создание заповедников, браконьерство, загрязнение атмосферы и водоемов, вырубка лесов, создание прудов, рыболовство, распашка степей, осушение болот и т.д.

ЛАЙФХАК!

Не путай биотический и абиотический факторы в этих случаях:

Осенний листопад – биотический фактор. Потому что лист – орган растения и падает он с живых деревьев!

Снегопад – абиотический фактор. Осенний листопад – нет.

Использование растениями света для фотосинтеза – абиотический фактор. Да, свет используют живые растения, но фактор в данном случае – свет, а это неживая природа.

Гибель деревьев при пожаре – абиотический фактор. Да, в пожаре погибают живые деревья, но фактор в данном случае – пожар, а это неживая природа.

Затопление деревьев при разливе реки – абиотический фактор. Да, затопило живые деревья, но фактор в данном случае – разлив реки, а это неживая природа.

Конкуренция деревьев за свет между собой – биотический фактор. Фактор в данном случае конкуренция между живыми организмами деревьями.



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Поговорим подробнее про биотические факторы.

Биотические взаимодействия (факторы) – все формы взаимоотношений организмов, сложившихся в среде обитания.

Конкуренция – соперничество организмов между собой за схожие пищевые или другие ресурсы. Бывает *внутривидовая конкуренция* – между особями одного вида и *межвидовая конкуренция* – между особями разных видов.

Внутривидовая конкуренция проявляется более остро, так как у особей, которые принадлежат к одному виду, экологические потребности будут одинаковы. В результате такой конкуренции особи в популяции ослабляют друг друга, что приводит к гибели менее приспособленных особей. Межвидовая конкуренция происходит, если разные виды обитают на одной территории и используют одни и те же ресурсы среды.

Примеры конкуренций: волк и лиса, щука и окунь, куница и соболь, самцы оленей в брачный период, белка и клёст, карась и карп, окунь и щука.

Хищничество – взаимодействие, при котором одни организмы (хищники) ловят, умерщвляют и поедают других (жертвы). Слово «хищник» используется не только к плотоядным животным, но и к травоядным, подразумевая, что сюда относятся все формы взаимоотношений, когда одни организмы используют в пищу другие. Хищничество благоприятно для хищника и неблагоприятно для жертвы (еще бы! ведь она погибает), однако благодаря хищничеству происходит взаимная регуляция численности хищников и жертв, гибнут прежде всего слабые и больные особи.

Примеры хищничества: лиса и заяц, лев и антилопа, медведь и лосось, божья коровка и тля, уж и лягушка, инфузория туфелька и бактерии.

Паразитизм – взаимодействие, при котором один организм (паразит) использует другой организм (хозяина) в качестве среды своего обитания и источника пищи. Паразиты в процессе эволюции приспособились к паразитическому образу жизни: приобрели органы прикрепления, сложные циклы развития, высокую плодовитость и т.д.

Различают формы паразитизма: облигатный, факультативный, внутренний и наружный.

При **облигатном (обязательном)** паразитизме паразит не может существовать вне организма хозяина. Например, ленточный червь бычий цепень обитает в тонком кишечнике человека и питается полупереваренной пищей, всасывая её всей поверхностью тела. Вне организма человека живут только личинки и яйца червя, но не взрослая особь.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

При **факультативном (необязательном)** паразитизме паразит поселяется в организме хозяина, приводит к его гибели и продолжает существовать в его мертвом теле (звучит жутко!). *Например*, гриб-трутовик, обитающий на стволах берез, приводит к гибели дерева-хозяина и некоторое время продолжает жить на упавшем стволе.

Внутренний паразитизм характеризуется обитанием организма-паразита в теле своего хозяина, питанием его тканями или содержимым пищеварительного тракта. *Например*: круглые черви-аскариды, малярийный плазмодий, дизентерийная амёба.

Наружный паразитизм характеризуется обитанием паразита на коже, покровах организма-хозяина, поэтому паразит обладает достаточной подвижностью, чтобы переходить от одного хозяина к другому. *Например*: блохи, вши, клещи и др.

Симбиоз – это взаимовыгодное сожительство двух или более организмов, построенное на пищевых связях. Степень сожительства бывает различной – от временных контактов (**кооперации**) до состояния, когда присутствие партнера становится обязательным условием жизни каждого из них (**мутуализм**).

Кооперация (необязательный симбиоз) – когда организмы могут сотрудничать для достижения общей цели, а могут и существовать отдельно друг от друга.

Например: рак отшельник и актиния, носорог и воловьей птицы, насекомые опылители и цветковые растения.

Мутуализм (обязательный симбиоз) – когда присутствие партнёра становится обязательным условием существования каждого из них.

Например: микориза или грибокорень, растения семейства Бобовые и клубеньковые бактерии, гриб и водоросль в лишайнике.

Комменсализм – форма взаимодействия, когда один организм (комменсал) использует другой организм (хозяина) без нанесения ему вреда.

Комменсализм, основанный на потреблении остатков пищи хозяина – это **нахлебничество**, а комменсализм, основанный на предоставлении организму комменсалу убежища – **квартиранство**.

Примером нахлебничества являются: рыбы-прилипалы по отношению к акулам, которые довольствуются остатками пищи, недоеденными акулой.

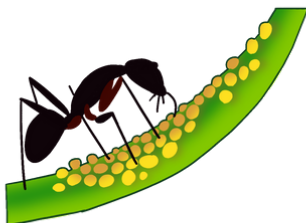
Примером квартиранства являются: растения – эпифиты, которые используют стволы и ветви деревьев в качестве опоры, как это делают орхидеи, мхи, лишайники, бромелии и т.д.

Нейтрализм – взаимодействие, при котором организмы не оказывают какого-либо воздействия друг на друга в природном сообществе.

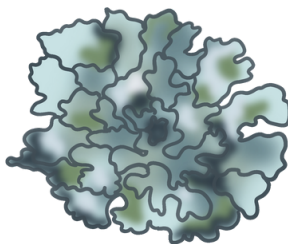
Например: белки и лоси в смешанном лесу.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Примеры симбиозов



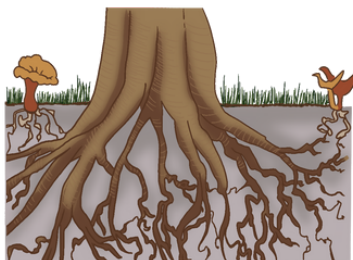
Муравей и тля



Лишайник



Клубеньковые бактерии
и бобовые растения



Микориза (гриб+дерево)



Насекомое опылитель
и растение



Рак отшельник и
актиния

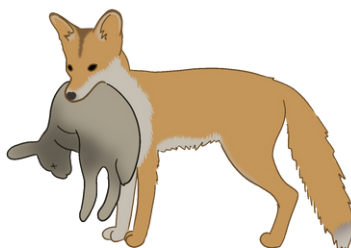
Примеры хищничества



Лев и антилопа



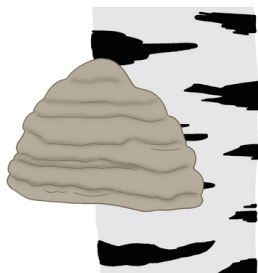
Медведь и лосось



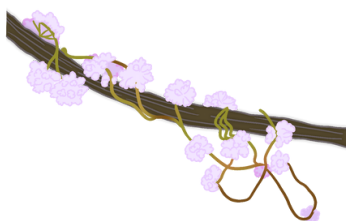
Лиса и заяц

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

Примеры паразитизма



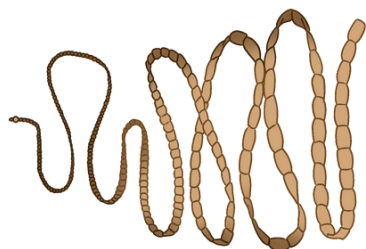
Трутовик и береза



Повилика и другие растения



Головня и пшеница

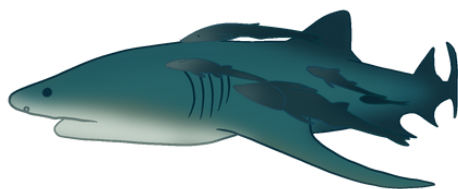


Бычий цепень и человек



Спорынья и пшеница

Примеры комменсализма



Акула и рыба-прилипала



Эпифит орхидея и стволы деревьев

ЗАКОНЫ В ЭКОЛОГИИ

Наряду с разнообразием влияния экологических факторов существуют общие закономерности их действия и ответных реакций организмов. Давайте рассмотрим эти закономерности ниже.



ЗАКОН МИНИМУМА ЛИБИХА

Закон ограничивающего (лимитирующего) фактора или Закон минимума Либиха – один из фундаментальных законов в экологии, гласящий, что наиболее значим для организма тот фактор, который более всего *отклоняется от оптимального его значения*.

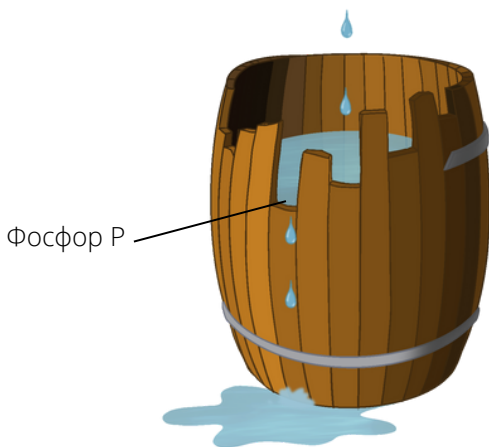
Именно от этого, минимально представленного в данный конкретный момент экологического фактора, зависит **выживание** организма.

В другие отрезки времени ограничивающим могут быть другие факторы. В течение жизни особи видов встречаются с самыми разными ограничениями своей жизнедеятельности. Так, фактором, ограничивающим распространение оленей, является глубина снежного покрова при поиске ягеля, для растений пустыни ограничивающим фактором выступает недостаток влаги.

Это закон учитывается в *практике сельского хозяйства*. Немецкий химик Ю. Либих установил, что продуктивность культурных растений, в первую очередь, зависит от того питательного вещества (минерального элемента), который представлен в почве наиболее слабо. Например, если фосфора в почве лишь 20% от необходимой нормы, а кальция - 50% от нормы, то ограничивающим фактором будет недостаток фосфора; необходимо в первую очередь внести в почву именно фосфорсодержащие удобрения.

Это правило Ю. Либих назвал "**правилом минимума**", так как изучал влияние недостаточных доз удобрений. Позднее выяснилось, что **избыток минеральных солей** в почве тоже снижает урожайность, так как при этом нарушается способность корней всасывать растворы солей.

По имени учёного названо образное представление этого закона — так называемая «*бочка Либиха*». Суть модели состоит в том, что вода при наполнении бочки начинает переливаться через наименьшую доску в бочке, и длина остальных досок уже **не имеет значения**. Наименьшая доска в бочке и есть *ограничивающий, лимитирующий фактор* в данный момент времени.



ЗАКОНЫ В ЭКОЛОГИИ

Есть пословица: «Где тонко, там и рвется» — по большому счету она передает главную суть закона Либиха. Вот примеры закона из разных областей:

- Пример из дикой природы:

Зимой для зайца лимитирующий фактор – пища. Летом – нужно спастись от хищников, когда пищи предостаточно.

- Пример из жизни:

Поругался (ась) с парнем (девушкой) и мысли теперь только об этом. Уроки в голову не лезут, кушать не хочется, фильмы не смотрятся. Ссора в данный момент времени это ограничивающий фактор, забирающий всё внимание. И так пока не помиришься!

Таким образом, закон минимума Либиха является **универсальным экологическим и жизненным законом**.

ЗАКОН ОПТИМУМА



Закон оптимума выражается в том, что любые экологические факторы положительно влияют на организмы **лишь в определенных пределах**. Недостаточное либо избыточное их действие сказывается на организмах отрицательно.

Рассмотрим действие закона оптимума на конкретном примере: животные и растения плохо переносят и сильную жару и сильные морозы, оптимальными для них являются средние температуры - так называемая **зона оптимума**. Зона оптимума, оптимум - благоприятная сила воздействия экологического фактора для организма данного вида.

Чем сильнее отклонения от оптимума, тем в большей степени данный экологический фактор угнетает жизнедеятельность организма. Эта зона носит название **зоны пессимума** или *зоны угнетения*.

В ней имеются критические точки - "максимальное значение фактора" и "минимальное значение фактора"; за их пределами наступает гибель организмов.

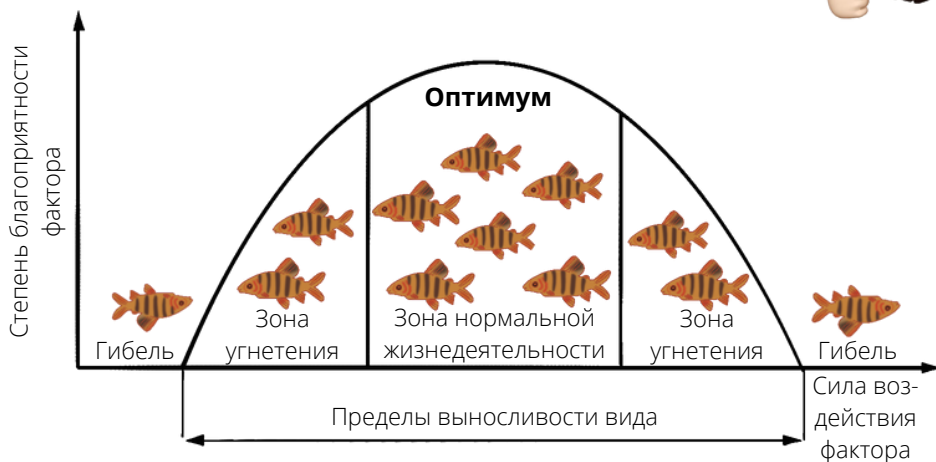
Закон оптимума универсален. Он определяет границы условий, в которых возможно существование видов, а также меру изменчивости этих условий. Виды чрезвычайно разнообразны по способности переносить изменения факторов. В природе выделяются два крайних варианта — *узкая специализация и широкая выносливость*.

ЗАКОНЫ В ЭКОЛОГИИ

ЗАКОН ОПТИМУМА

У специализированных видов критические точки значения фактора сильно сближены, такие виды могут жить только в относительно постоянных условиях. Так, многие глубоководные обитатели — рыбы, иглокожие, ракообразные — не переносят колебания температуры даже в пределах 2-3 °С. Растения влажных местообитаний (калужница болотная и др.) моментально вянут, если воздух вокруг них не насыщен водяными парами.

Виды с узким диапазоном выносливости называют **стенобионтами**, а с широким — **эврибионтами**.



ЗАКОН ТОЛЕРАНТНОСТИ ШЕЛФОРДА



Закон толерантности Шелфорда - лимитирующим фактором, ограничивающим развитие организма, может быть как минимум, так и максимум воздействия экологического фактора. Диапазон между которыми определяет *степень выносливости* (толерантности) организма к данному фактору.

Толерантность — способность организмов выдерживать изменения условий жизни. Это свойство живых организмов имеет очень важное значение, оно *позволяет приспосабливаться* к постоянно изменяющимся условиям. У разных видов толерантность по отношению к тем или иным факторам выражена в разной степени.

Закон толерантности Шелфорда **дополняет** закон минимума Либиха, где речь идёт лишь о минимуме.

Пример: непереносимыми для живых организмов могут быть не только недостаток, но и избыток тепла, света и воды. Для растения может оказаться губительным как недостаток, так и избыток влаги в почве.

ЗАКОНЫ В ЭКОЛОГИИ

ПРАВИЛО АЛЛЕНА, ПРАВИЛО БЕРГМАНА



Правило Аллена — правило, установленное Дж. Алленом в 1877 г.

Согласно этому правилу среди родственных форм теплокровных животных, ведущих сходный образ жизни, те, которые обитают в более холодном климате, имеют относительно меньшие выступающие части тела: уши, ноги, хвосты.

То есть:

Теплый климат – большие уши, ноги, хвосты. Выступающие поверхности тела увеличивают теплоотдачу, за счет этого организмы не перегреваются.

Холодный климат – маленькие уши, ноги, хвосты. Площадь выступающих поверхностей меньше, поэтому теплоотдача снижается и организмы не переохлаждаются.



Холодный климат

Умеренный климат

Тёплый климат



Правило Бергмана — правило, сформулированное в 1847 г. немецким биологом Карлом Бергманом.

Правило гласит, что среди сходных форм теплокровных животных наиболее крупными являются те, которые живут в условиях более **холодного климата**. Особи, живущие в **тёплом климате** имеют меньшие размеры тела.



Тёплый климат

Умеренный климат


Холодный климат

Теплопродукция (выделение тепла клетками организма) *пропорциональна объёму тела*. Теплоотдача (потеря тепла, его передача в окружающую среду) *пропорциональна площади поверхности тела*.

С увеличением объема тела площадь поверхности растёт относительно **медленно**, что увеличивает отношение "теплопродукция / теплоотдача" и таким образом компенсируется потеря тепла с поверхности тела в холодном климате.

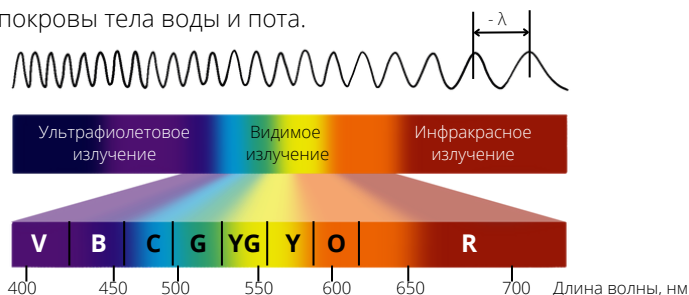
СВЕТ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

СВЕТ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

 Свет является важнейшим абиотическим фактором. Он является основным источником энергии для фотосинтеза, играет важную роль в поведении, пространственной ориентировке организмов, поддержании их теплового и водного баланса. Основным источником света на Земле является Солнце. Солнечная радиация различается по интенсивности и качеству: ультрафиолетовые лучи, видимые лучи, инфракрасные лучи.

Солнечный спектр:

- *Ультрафиолетовые лучи* губительны для живых организмов, задерживаются озоновым экраном. В небольших дозах полезны для животных и человека, так как способствуют образованию витамина D в коже, имеют длину волны менее 0,3 мкм.
- *Видимые лучи* используются фотосинтезирующими организмами – растениями и цианобактериями в процессе фотосинтеза, а также помогает организмам ориентироваться в окружающей среде в поисках пищи, мест обитания или партнера.
- *Инфракрасные лучи* – основной источник тепловой энергии. Они вызывают нагревание тел организмов, повышают в них уровень теплообмена и увеличивают испарение через покровы тела воды и пота.



Классификация организмов по отношению к свету

Растения по отношению ко свету делятся на:

- **Светолюбивые или гелиофиты** – растения открытых мест обитания с обильным солнечным освещением. Например: луговые и степные растения (пшеница, василек, полынь).
- **Теневыносливые растения или факультативные гелиофиты** – растения, которые лучше растут на свету, но и выдерживают его недостаток. Например: земляника лесная.
- **Тенелюбивые или сциофиты** – растения, которые плохо переносят освещение прямыми солнечными лучами.

Например: мох, плаун, папоротник.



P.s. подробнее смотри в разделе «Ботаника».

СВЕТ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР


СВЕТ КАК ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКТОР

Животные по отношению ко свету делятся на:

- **Дневные** – животные, которые бодрствуют, занимаются поиском пищи и партнеров днём. *Например:* белка, орёл, лось.
- **Сумеречные** – активный период их суточной жизнедеятельности приходится на сумерки, вечерние или утренние. *Например:* майский жук.
- **Ночные** – животные, которые бодрствуют, занимаются поиском пищи и партнеров ночью. *Например:* сова.



P.s. Про ночное и дневное зрение смотри подробнее в разделе «Зоология».

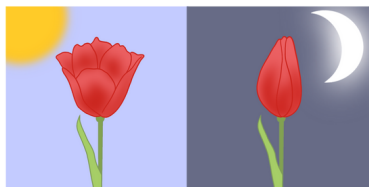
 **Фотопериодизм** – приспособительная реакция организмов на сезонные изменения длины светового дня и ночи, выражающаяся в изменении различных физиологических процессов. *Например,* растения реагируют на сезонные изменения длины дня и ночи началом роста и сменой фаз развития: распускание почек, цветение, листопад, образование плодов. Животные также обладают фотопериодизмом, который проявляется в чередовании различных сезонных явлений: прилетах и отлетах птиц, весенней и осенней линьках, впадении в спячку, гнездовании и т.д.

Одно из фундаментальных свойств живой природы это **цикличность** большинства происходящих в ней процессов. Изучение фотопериодизма показало, что живые организмы способны ориентироваться во времени, то есть обладают *биологическими часами*, что помогает им заранее подготовиться к предстоящим изменениям среды.

Биологические ритмы или биоритмы – это периодически повторяющиеся изменения биологических процессов и явлений в живых организмах и природной среде. Делятся на **внешние**, происходящие в окружающей среде, и **внутренние**, происходящие в самих живых организмах.

Внутренние ритмы – это ритмы физиологических и биохимических процессов, протекающих в организмах. Ритмический характер имеют такие процессы как деление клеток, синтез белков, деятельность различных органов – сердца, почек и лёгких. Выделяют *суточные (циркадные) и годовичные (цирканные) ритмы*.

Суточная ритмичность, обусловленная сменой дня и ночи, выражена у большинства растений и животных. Годичные ритмы обеспечивают смену важнейших биологических процессов: линьки, миграции, периодов размножения и роста. Годичные ритмы выстроены таким образом, чтобы процессы размножения и выращивания молодняка пришлись на наиболее благоприятный календарный сезон.





БИОЦЕНОЗ И ЕГО СОСТАВНЫЕ КОМПОНЕНТЫ

В природе организмы связаны между собой и с абиотической средой. Совместно проживающие и взаимодействующие друг с другом популяции растений, животных, микроорганизмов и грибов образуют биологическую систему – **биоценоз**. То есть биоценоз – это сообщество разных популяций живых организмов.

Размеры биоценоза определяются условиями его абиотической среды – **биотопом**. Биотоп – однородный участок суши или водоёма, на котором длительное время существует биоценоз.

Биоценоз включает в себя *фитоценоз* – вся совокупность растений сообщества, *зооценоз* – вся совокупность животных, *микробиоценоз* – совокупность микроорганизмов сообщества, связанных как с растениями, так и с животными.



СВЯЗИ ПОПУЛЯЦИЙ В БИОЦЕНОЗАХ

Структура биоценоза поддерживается во времени и пространстве за счет разнообразных связей между популяциями. Связи возникают с целью удовлетворить **определенные потребности одной популяции за счет другой**. Выделяют *четыре типа связей*: трофические, форические, топические, фабрические.

- **Трофические связи** — связи между популяциями, в результате которых особи одной популяции получают пищу за счет особей другой популяции. Это может происходить путем поедания самих особей, питания отмершими органическими остатками или продуктами жизнедеятельности особей другого вида.

Например, птицы питаются насекомыми, дождевые черви питаются опавшими листьями.

- **Форические связи** — связи между популяциями, когда особи одной популяции участвуют в расселении/распространении особей другой популяции.

Например, птицы, питаясь ягодами боярышника, распространяют семена этих растений вместе с экскрементами. Млекопитающие переносят блох, клещей, вшей. Эволюция животных и растений протекала взаимосвязанно, поэтому они вырабатывали приспособления для форических связей.

Например, плоды и семена некоторых растений имеют крючки, зацепки для прикрепления к шерсти животных с целью распространения.

ЭКОСИСТЕМА И ЕЁ КОМПОНЕНТЫ

- **Топические связи** — связи между популяциями, когда особи одной популяции используют особей другой популяции в качестве места обитания или испытывают их влияние на свою среду обитания.

Например, растения эпифиты используют стволы деревьев как субстрат, птицы используют деревья как места для гнездования.

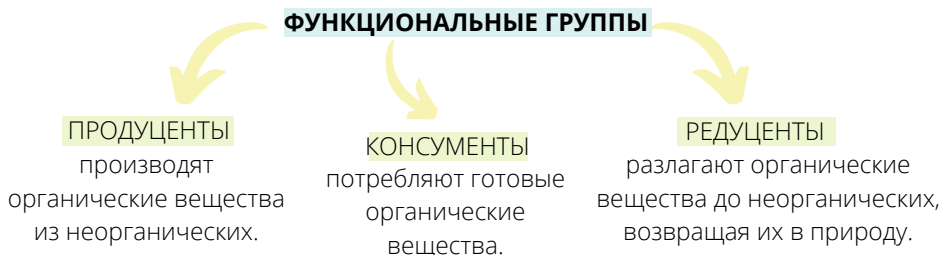
- **Фабрические связи** — связи между популяциями, когда особи одной популяции используют выделения или мертвые части тел особей другой популяции в качестве материала для строительства гнезд, нор и т. д.


Например, муравьи используют растительный опад как основной строительный материал для муравейников. Птицы применяют сухую траву, веточки, пух, шерсть зверей для строительства гнезд.

Сообщество живых организмов входит в состав более масштабной надорганизменной структуры – экологической системы, которая состоит из живого и неживого компонентов.

Экологическая система, экосистема, биогеоценоз – совокупность совместно обитающих организмов и неорганических компонентов, при взаимодействии которых осуществляется круговорот веществ. Термин «*экосистема*» впервые был предложен в 1935 г. английским экологом А. Тенсли. Позднее в 1940 г. русский ученый В. Н. Сукачев ввел похожее понятие – «*биогеоценоз*».

Биогеоценоз состоит из *биоценоза* и *абиотической среды*. Абиотическая среда включает в себя неживой (косный) компонент: свет, температуру, воздух, влагу и т.д. Биоценоз образован тремя функциональными группами организмов: *продуцентами*, *редуцентами* и *консументами*.



 **Продуценты** – организмы, способные синтезировать органические вещества из неорганических. Их еще называют *производителями*.

К продуцентам относятся все **АВТОТРОФЫ** по способу питания:

- **Фототрофы** - используют энергию Солнца: растения, цианобактерии. Осуществляют фотосинтез.
- **Хемотрофы** - используют энергию химических реакций: S-бактерии, N-бактерии, Fe-бактерии, H-бактерии. Осуществляют хемосинтез.

ЭКОСИСТЕМА И ЕЁ КОМПОНЕНТЫ



Консументы – организмы, являющиеся потребителями готовых органических веществ. Их еще называют *потребителями*.

К консументам относятся **гетеротрофные** организмы:

Травоядные животные, которые питаются продуцентами (консументы 1-го порядка)

Плотоядные животные, которые питаются другими животными (консументы 2, 3 и 4 порядков).

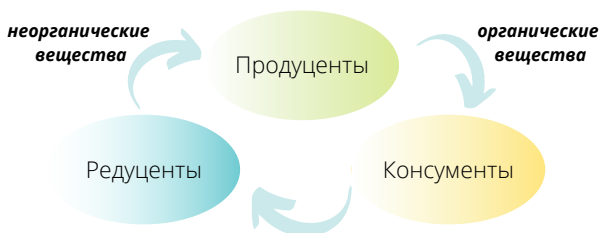
Также важно заметить, что к консументам относятся **паразитические организмы**, так как они также питаются готовыми органическими веществами за счёт организма хозяина.



Редуценты – питаются мертвыми органическими веществами, разлагают органические вещества до неорганических, осуществляя процесс гниения. Поэтому их ещё называют *разлагателями* или *разрушителями*.

К ним относятся **сапротрофы** по способу питания: грибы, бактерии-гниения, бактерии брожения.

*Круговорот взаимодействия
трех групп организмов*



Таким образом, экосистема состоит из продуцентов, консументов и редуцентов. Чтобы окончательно понять, какие организмы относятся к каждой функциональной группе, поговорим о *способах питания организмов*.



Способ питания организма – механизм, с помощью которого организм обеспечивается **питательными веществами**. По способу питания организмы делятся на три группы: *автотрофы, гетеротрофы и автогетеротрофы*.

- **Автотрофы** – организмы, способные самостоятельно синтезировать органические вещества из неорганических. Выполняют в сообществе роль продуцентов.

Делятся на **фототрофов**, которые используют энергию Солнца, у них происходит процесс фотосинтеза. К ним относятся практически все растения и цианобактерии.

И **хемотрофов**, которые используют энергию химических реакций, у них происходит процесс хемосинтеза. К ним относятся хемотробактерии: железобактерии, водородбактерии, серобактерии.

- **Гетеротрофы** – организмы, потребляющие готовые органические вещества, так как сами не способны синтезировать органические вещества из неорганических.

Делятся на хищников, сапротрофов и паразитов.

ЭКОСИСТЕМА И ЕЁ КОМПОНЕНТЫ

Хищники – организмы, которые питаются **другими живыми организмами**. Сюда относятся травоядные животные, которые поедают растения (продуцентов) и плотоядные животные, которые поедают других животных (консументов). Выполняют роль консументов.

Паразиты – организмы, которые **используют организм хозяина** в качестве среды своего обитания и источника пищи. Потребляют готовые органические вещества, получаемые из пищи хозяина. Выполняют роль консументов..

Сапротрофы – питаются **мертвыми органическими веществами**, при этом разлагают органические вещества до неорганических, осуществляя процесс гниения. К ним относятся: грибы, бактерии-гниения, бактерии брожения, молочнокислые бактерии.

Отдельную группу гетеротрофов составляют организмы - **симбионты**. Например, клубеньковые бактерии живут в корнях растений и питаются за счет органических веществ живого растения. Однако они связывают азот из воздуха и обеспечивают им растение. То есть в данном случае имеет место *симбиоз*.

Другие гетеротрофные бактерии-симбионты обитают в пищеварительном аппарате животных, помогая переваривать пищу.

- **Автогетеротрофы** – организмы, способные питаться и как автотрофы, и как гетеротрофы. **К ним относятся:**
 - *Эвглена зелёная* – простейшее животное, которое питается как гетеротроф, поедая другие мелкие организмы, и как автотроф, осуществляя фотосинтез на свету.
 - *Растения-хищники: росянка и венерина-мухоловка* – болотные растения, которые питаются как автотрофы, осуществляя фотосинтез, а также питаются как гетеротрофы за счёт специальных листьев – **ловушек**.

Запомни!

Не путаем организмы - симбионты и автогетеротрофы.

Автогетеротроф - ОДИН организм, который питается как автотроф, так и как гетеротроф.

Симбионты - ДВА организма, в составе симбиоза приносят друг другу пользу, но каждый питается своим способом.



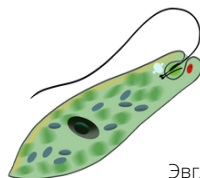
Примеры автогетеротрофов



Росянка



Венерина мухоловка



Эвглена зелёная

ЦЕПИ ПИТАНИЯ

ТРОФИЧЕСКИЕ УРОВНИ

Основу существования экосистемы составляют происходящие в ней круговорот веществ и поток энергии, осуществляемые по **трофическим уровням** – группам организмов одного типа питания.

Первый трофический уровень составляют продуценты, создающие органические вещества из неорганических. **Второй трофический уровень** образован травоядными животными – консументами 1-го порядка, которые поедают органические вещества, созданные продуцентами. **Третий трофический уровень** занят плотоядными животными – консументами 2-го порядка, которые поедают травоядных животных. **Четвёртый трофический уровень** занимают консументы 3-го порядка, а **пятый уровень** составляют консументы 4-го порядка.

При поедании одних организмов другими органические вещества пищи и заключенная в них энергия переходят с одного трофического уровня на другой. Часть полученной энергии затрачивается на процессы жизнедеятельности, часть рассеивается в виде тепла. В итоге с одного уровня на другой в среднем переходит около 10% органических веществ и заключенной в них энергии.

ЦЕПИ ПИТАНИЯ

Круговорот веществ и передача энергии осуществляется по **пищевым цепям**.

Цепи питания, пищевые цепи, трофические цепи – ряд организмов, связанных друг с другом пищевыми связями. Различают два типа пищевых цепей: **пастбищные** или цепи выедания и **детритные** или цепи разложения. Пастбищные начинаются с продуцентов, а детритные с отмерших остатков – детрита.

Рассмотрим звенья цепи питания:

- Первое звено составляют продуценты.
- Второе звено – **консументы 1 порядка** – травоядные животные.
- Третье звено – **консументы 2 порядка** – плотоядные животные, мелкие хищники, которые питаются консументами 1 порядка.
- Четвертое звено – **консументы 3 порядка** – плотоядные животные, хищники покрупнее, которые питаются консументами 2 порядка.
- Пятое звено – **консументы 4 порядка** – плотоядные животные, самые крупные хищники, которые питаются консументами 3 порядка.

Запомни!

Консументы 1 порядка – **травоядные животные**,

Все остальные консументы 2,3,4 порядка – **плотоядные животные**



ЦЕПИ ПИТАНИЯ

Цепи делятся на:

Детритные цепи питания (или цепи разложения)



Пастбищные цепи питания (или цепи выедания)



Запомни!

В детритной цепи питания муха и дождевой червь это **организмы детритофаги**. Они питаются мертвым органическим материалом детритом. Но не разлагают его при этом, в отличие от редуцентов.



Трофические цепи образуют в экосистеме **трофическую (пищевую) сеть** – это сложное переплетение нескольких пищевых цепей, где организмы – звенья одной цепи – являются составными частями другой цепи.

ОСНОВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭКОСИСТЕМ

Для характеристики экосистем используют показатели, которые количественно отображают поток энергии в пищевых цепях на разных трофических уровнях. Главными из таких показателей являются **биомасса** и **продукция**.

Общее количество биомассы всех живых организмов, накопившейся в данной экосистеме за весь предыдущий период ее существования, называется **биомассой экосистемы**.

Продукция экосистемы — количество биомассы, вновь воспроизведенной (созданной) организмами экосистемы за единицу времени (обычно за год). В зависимости от того, какие вещества и энергия используются для возобновления биомассы в экосистеме, различают *первичную* и *вторичную* продукцию.

Первичная продукция - биомасса, созданная автотрофными организмами (продуцентами) из минеральных веществ в процессе фото- или хемосинтеза.

Вторичная продукция - биомасса, созданная на уровне консументов, то есть прирост биомассы травоядных и плотоядных животных.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПИРАМИДЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПИРАМИДЫ

Различают **три типа** экологических пирамид – пирамида *чисел*, *биомассы* и *энергии*. Основанием пирамид служит первый трофический уровень, а последующие уровни образуют уровни и вершину.

Пирамида чисел отражает число особей на каждом трофическом уровне экосистемы. Согласно правилу пирамиды чисел общее число особей, участвующих в пищевых цепях, с каждым уровнем уменьшается.

Пирамида биомассы показывает количественные соотношения биомасс организмов каждого трофического уровня экосистем.

Пирамида энергии отражает количество энергии, содержащейся в пище на каждом трофическом уровне. Согласно *правилу пирамиды энергии*, которое сформулировал американский ученый Р. Линдемэн, с более низкого трофического уровня на более высокий переходит около 10% потока энергии. Это правило получило название «правила 10%»

Пирамиды состоят из уже знакомых нам уровней:

Состоит из 5 трофических уровней:

- 1 трофический уровень – Продуценты
- 2 трофический уровень – Консументы 1 порядка
- 3 трофический уровень – Консументы 2 порядка
- 4 трофический уровень – Консументы 3 порядка
- 5 трофический уровень – Консументы 4 порядка



ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ НИША

Любому виду организма необходима определенная совокупность условий среды обитания: абиотических и биотических факторов.

Экологическая ниша - это совокупность биотических и абиотических факторов среды, в пределах которых обитает тот или иной вид организмов, его место в природе и образ жизни. В каждом биогеоценозе все виды живых организмов занимают определенные экологические ниши, расселяясь так, чтобы не мешать друг другу.

При определении экологической ниши следует учитывать большое число факторов, поэтому место вида в природе, описываемое этими факторами, представляет собой **многомерную модель**. Такой подход позволил американскому экологу Г. Хатчинсону дать следующее определение экологической ниши: это часть воображаемого многомерного пространства, отдельные измерения которого (векторы) соответствуют факторам, необходимым для нормального существования вида.

Например: одна ось модели - это температура среды, вторая ось - это влажность, а третья - это кислотность почвы, в итоге получается объемная фигура, иллюстрирующая экологическую нишу данного вида.

Хатчинсон выделял *потенциальную* и *реализованную* ниши.

БИОГЕОЦЕНОЗ И АГРОЦЕНОЗ

Потенциальная ниша – это те условия среды, в которых вид может существовать и даже процветать при отсутствии конкуренции, а **реализованная ниша** – это часть потенциальной ниши, которую он способен отстоять у конкурентов при их наличии. Если защитить организм от конкуренции, то он освоит потенциальную нишу. Например, культурные растения практически оказываются в условиях потенциальной ниши, ведь человек защищает их от сорняков.

ПРИНЦИП КОНКУРЕНТНОГО ИСКЛЮЧЕНИЯ

Не существует двух различных видов, занимающих одинаковые экологические ниши. Перекрытие экологических ниш по ограниченному ресурсу (пище, пространству) приводит к жесткой конкуренции, приводящей к вытеснению одного вида другим, более приспособленным. Это явление получило название **Принципа конкурентного исключения** или **принципа Гаузе**.

Отечественный учёный Г.Ф. Гаузе провёл ряд экспериментов с тремя видами инфузорий. Первый и второй виды питались бактериями, находящимися в толще воды, а третий вид питался дрожжевыми клетками, обитающими в донном иле. При совместном выращивании особей первого и второго видов численность первого сократилась, а через некоторое время первый вид был полностью вытеснен вторым видом. Однако отдельно друг от друга оба вида могли жить совместно с третьим видом инфузорий.

Это связано с тем, что первый и второй вид используют один и тот же пищевой ресурс – **бактерии**, и по принципу конкурентного исключения второй вид полностью вытеснил первый. Третий вид инфузорий использует другой пищевой ресурс – **дрожжевые клетки**, поэтому он занимает другую экологическую нишу и может сосуществовать и с первым, и со вторым видом.

БИОГЕОЦЕНОЗ И АГРОЦЕНОЗ

Биогеоценозы существуют на определенной территории земной поверхности и способны выдерживать изменения, вносимые их компонентами. Всё это благодаря признакам, которыми обладают биогеоценозы, обсудим их подробнее ниже.

Но для начала вспомним еще раз определение биогеоценоза?

Биогеоценоз - биологическая система, включающая сообщество живых организмов (биоценоз), совокупность абиотических факторов среды (биотоп) в пределах однородной территории, связанных между собой круговоротом веществ и потоком энергии. По-другому его называют *природная или естественная экосистема*.

БИОГЕОЦЕНОЗ И АГРОЦЕНОЗ

Признаки биогеоценоза:

- Сообщество сформировалось **естественным путём**, без участия человека.
- Ведущую роль в сообществе играет **естественный отбор**.
- Характеризуется **многообразием видов**, входящих в состав сообщества.
- За счёт большого многообразия видов, входящих в состав сообщества, цепи питания **длинные**, а пищевые сети **разветвленные**.
- Главный источник энергии - **солнце**. Солнечный свет запускает процесс фотосинтеза у продуцентов, в результате которого они образуют органические вещества из неорганических.
- Круговорот веществ замкнутый, **сбалансированный**. Замыкают круговорот веществ редуценты, минерализуя органические вещества до неорганических и возвращая их продуцентам.
- Биогеоценоз способен к **саморегуляции**, то есть способности восстанавливать существовавшее ранее равновесие и связи между его основными компонентами после природного или антропогенного воздействия.
- Биогеоценоз обладает **устойчивостью**, то есть способностью выдерживать изменения, вызванные разными воздействиями.
- В состав входят **все функциональные группы организмов**: продуценты, консументы, редуценты. Они связаны круговоротом веществ и энергии, обеспечивая целостность биогеоценоза.
- Примерами биогеоценозов являются сообщества: смешанный лес, заливной луг, верховое болото, море, дубовая роща, река, озеро, тропический лес, степь, саванна, хвойный лес и многие другие.

В процессе исторического развития человека, он постепенно преобразовывал природу для своих нужд. Интенсивная хозяйственная деятельность привела к частичной замене природных экосистем *антропогенными*.

Антропогенные, искусственные, агроэкосистемы или агроценозы – природные сообщества, структура которых создается, поддерживается и контролируется деятельностью человека.

Антропогенные экосистемы занимают около 10% площади поверхности суши на Земле. Они состоят из *абиотической среды* и *агробιοценозов* – сообществ организмов, обитающих на землях сельскохозяйственного или лесного пользования, которые заняты посевами культурных растений или лесными посадками деревьев.

Признаки агроценоза:

- Сообщество сформировалось **при непосредственном участии** человека.
- В агроценозах действует преимущественно **искусственный отбор**, направленный человеком на максимальное повышение урожайности сельскохозяйственных культур.

БИОГЕОЦЕНОЗ И АГРОЦЕНОЗ

- Характеризуется **бедным видовым составом**. Особенно это касается растений, которые обычно представлены одним видом или даже одним сортом культивируемого растения, то есть монокультурой. Например: поле подсолнечника, поле картофеля или пшеницы.
- За счёт бедного видового состава организмов, цепи питания **короткие**, а пищевые сети **неразветвленные**.
- Помимо солнечной энергии, используются **дополнительные источники энергии**, вносимые человеком: минеральные и органические удобрения, полив и т.д.
- Круговорот веществ **несбалансированный**, так как основная часть веществ выносится из круговорота вместе с урожаем.
- Агроценоз **не способен к саморегуляции**, так как он регулируется и поддерживается человеком (полив, борьба с сорняками, внесение удобрений). В случае отсутствия регуляции и поддержки агроэкосистема разрушается и превращается в биогеоценоз.
- Агроценоз **не обладает** такой устойчивостью, как биогеоценоз.
- Агроценоз обладает **высокой продуктивностью**. Высокая продуктивность обеспечивается подбором высокоурожайных растений, внесением удобрений, различными агротехническими приёмами (рыхление почвы и т.д.).
- Примерами агроценозов являются: сад, огород, пруд, поле пшеницы, поле подсолнечника, гречишное поле, кукурузное поле, маковое поле, яблоневый сад, шалфейное поле, лесопосадка, поле картофеля.

Урбоэкосистемы или **городские экосистемы** – экосистемы, в состав которых, помимо природных компонентов (воды, воздуха, растений, животных и т.п.), входит созданная человеком особая среда – техносфера, представленная промышленными предприятиями, жилыми зданиями, транспортом и т.д.

Урбоэкосистемы имеют особенный видовой состав растений и животных, которые адаптировались к жизни в новых условиях и в соседстве с человеком.

Для заметок



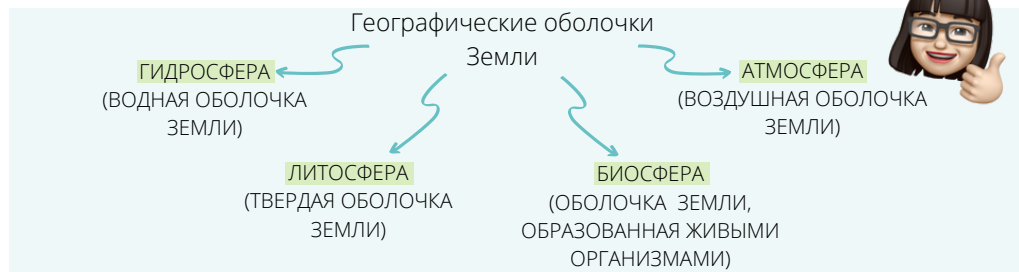
БИОСФЕРА

БИОСФЕРА

Возникновение и развитие жизни на Земле привело к образованию биосферы.

Биосфера - оболочка Земли, образованная живыми организмами и их жизнедеятельностью.

С экологической точки зрения биосфера представляет собой глобальную экосистему, которая объединяет все гидроценозы и биогеоценозы нашей планеты и в которой постоянно происходит круговорот веществ и передача энергии.



Области биосферы определяются распространением организмов в географических оболочках Земли. В атмосфере заселён её нижний слой – **тропосфера**.

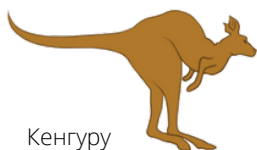
Ограничивающими факторами жизни в атмосфере являются низкое содержание кислорода и ультрафиолетовое излучение. В литосфере организмы населяют главным образом почву. Ограничивающими факторами в литосфере служит высокая температура, плотность среды и отсутствие света. Гидросфера образована морями, океанами, реками, озерами, здесь организмы встречаются практически повсеместно.

Полноценное учение о биосфере создал наш русский ученый В.И. Вернадский. В составе биосферы выделяют живое, биогенное, косное, биокосное, космогенное вещества. Основным компонентом биосферы является живое вещество. Давайте поговорим о каждом компоненте подробнее!



Живое вещество - совокупность всех живых организмов, населяющих нашу планету, независимо от групповой принадлежности. Примером живого вещества является любой живой организм.

Примеры: сосна, медведь, мухомор, бактерия, кенгуру, улитка.



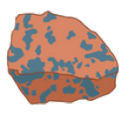
КОМПОНЕНТЫ БИОСФЕРЫ

Косное или абиогенное вещество - вещество, образованное абиогенными процессами, без участия живых организмов.

Примеры: гранит, базальт, горные породы, золото, минералы, марганец, глина, песок.



Базальт



Гранит



Песок



Глина



Минерал



Золото

Биогенное вещество - вещество, которое было создано в процессе жизнедеятельности живых организмов. Биогенное вещество образовано соединениями и полезными ископаемыми.

Примеры: известняк, нефть, природный газ, торф, каменный уголь, кислород.



Торф



Нефть



Известняк



Кислород

Биокосное вещество - вещество, образованное в результате совместной деятельности живых организмов и абиогенных процессов.

Примеры: почва, воздух, морской ил, грунт водоема.



Почва



Грунт водоема



воздух

Космогенное вещество - представлено метеоритами и космической пылью, непрерывно выпадающими на Землю из космоса.

Примеры: астероиды, метеориты, космическая пыль.



Астероид



Метеорит

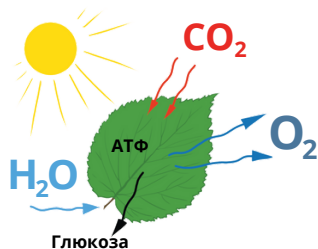
Живое вещество выполняет в биосфере ряд важнейших функций.

ФУНКЦИИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

ФУНКЦИИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

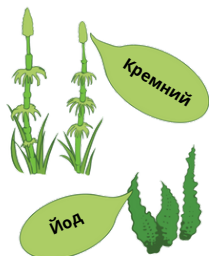
1. **Газовая функция** – влияние живых организмов на состав атмосферы, связанное с выделением или поглощением газов, что влияет на их соотношение и концентрацию в ней.

Примеры: выделение углекислого газа в процессе дыхания, выделение кислорода в процессе фотосинтеза, образование метана при разложении органических веществ.



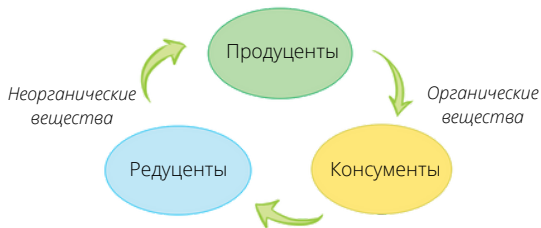
2. **Концентрационная функция** – способность живых организмов накапливать химические элементы в своих телах.

Примеры: водоросль ламинария накапливает йод, хвощи накапливают кремний, скелеты позвоночных накапливают кальций и фосфор.



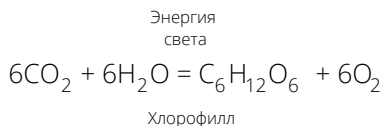
3. **Энергетическая функция** – проявляется в запасании энергии растениями в ходе фотосинтеза, её передаче в пищевых цепях и рассеивании в виде тепла. Происходит взаимодействие организмов в круговороте веществ, в результате которого они обмениваются веществами и энергией.

Примеры: круговорот веществ, передача энергии от продуцентов к консументам и от них редуцентам, преобразование солнечной энергии в химическую в процессе фотосинтеза.



4. **Окислительно - восстановительная функция** – окисление и восстановление ряда химических соединений в процессе жизнедеятельности организмов.

Примеры: фотолиз воды в световой фазе, окисление углеводов в процессе дыхания, восстановление углекислого газа на темновой фазе.



5. **Транспортная функция** – связана с ростом, размножением и передвижением в пространстве организмов. Эти процессы приводят к биогенной миграции атомов, круговороту веществ и распространению живого вещества по планете.

ФУНКЦИИ ЖИВОГО ВЕЩЕСТВА

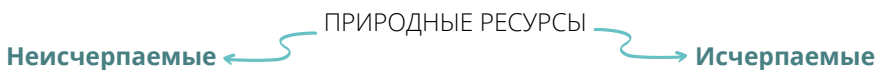
6. **Деструктивная функция** – процессы разложения тел организмов после их смерти, связанная с деятельностью редуцентов. В результате органические вещества минерализуются до неорганических соединений.

7. **Средообразующая функция** – изменение параметров среды обитания в результате жизнедеятельности организмов.

8. **Информационная функция** – накопление наследственной информации живыми организмами и передача ее другим поколениям.

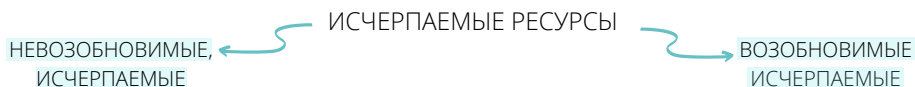
ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

Природные ресурсы - это компоненты природной среды, природные объекты и природно-антропогенные объекты, которые используются или могут быть использованы при осуществлении хозяйственной и иной деятельности человека в качестве источников энергии.



- Климатические - показатели климата: температура воздуха, влажность и т.д.
- Ядерная и солнечная энергия.
- Энергия ветра.
- Энергия приливов и отливов.
- Энергия морских течений.

Исчерпаемыми называют ресурсы, которые могут закончиться в результате их использования.



Ресурсы, процесс формирования которых проходил вместе со становлением нашей планеты, их запасы на Земле конечны и не подлежат восстановлению.

Нельзя будет восстановить

- Ископаемое топливо: нефть, природный газ, уголь, торф.
- Металлическое минеральное сырье: руды черных, белых и благородных металлов, железо, медь.
- Неметаллическое минеральное сырье: известняк, песок, глина, гранит, фосфаты.

Подлежат восстановлению

- Атмосферный воздух
- Плодородные почвы
- Растительный мир
- Животный мир
- Пресная вода
- Озоновый слой

КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА

ОСНОВНЫЕ БИОМЫ ЗЕМЛИ

Одна из наиболее существенных черт организации биосферы связана с её *зональностью*, проявляющейся в распределении на поверхности Земли влаги, почвы, тепла, растений, животных и микроорганизмов.

Зональность биосферы проявляется в существовании природно-климатических зон, в пределах каждой из которых формируется свой *биом суши*.

Биом суши - совокупность экосистем одной природно-климатической зоны, характеризующаяся каким-либо основным типом растительности или другой характерной особенностью ландшафта.

Основные биомы суши это: хвойные леса или тайга, тундра, смешанные и широколиственные леса, степи, саванны, пустыни, влажные тропические леса, биомы высокогорья.

КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА

Стабильность биосферы поддерживается постоянно происходящим в ней круговоротом веществ. Поговорим про круговороты таких химических элементов, как углерода, азота и кислорода.

Круговорот углерода начинается с процесса **фотосинтеза** у организмов – автотрофов (продуцентов), они поглощают углерод в составе CO_2 из атмосферы. Происходит восстановление неорганического углерода в процессе фотосинтеза с образованием органического вещества **глюкозы**. Из которой в дальнейшем образуется крахмал и другие вещества.

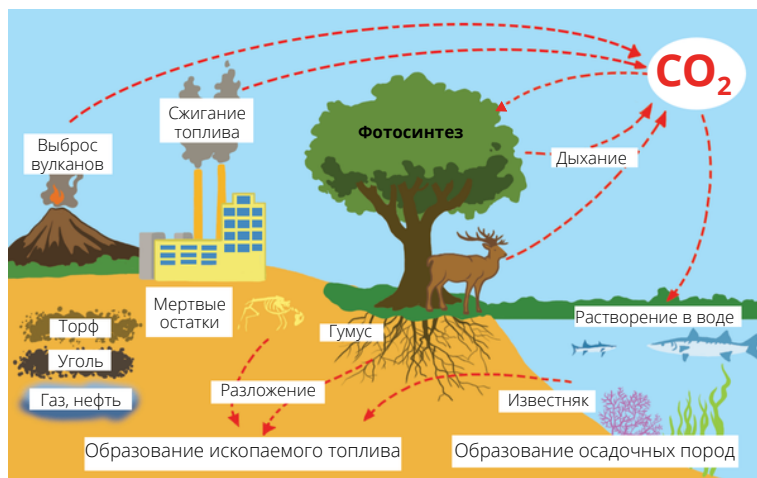
Растения поедаются животными, в результате углерод перемещается в тела **консументов** (сначала консументов 1 порядка - травоядных, затем их поедают плотоядные консументы 2, 3 и 4 порядков). Консументы расщепляют органические вещества и в процессе дыхания выделяют углерод в виде углекислого газа, возвращая его обратно в атмосферу.

Мёртвые тела животных и растений и продукты их выделения служат пищей для **редуцентов**, которые завершают цикл, разлагая мёртвую органику до углекислого газа, возвращая его обратно в атмосферу.

Однако круговорот углерода замкнут не полностью. Часть углерода на продолжительное время выводится из круговорота, концентрируясь в залежах **торфа, каменного угля, нефти и горючих сланцев**, образующихся при разложении детрита (мёртвого органического материала) без доступа кислорода, а также в мощных отложениях **осадочных пород** (известняк, мел, ракушечник) на дне морей и океанов, образованных из остатков раковин и скелетов отмерших морских организмов.

Некоторое количество углекислого газа выделяется при **извержениях вулканов**, а часть органического углерода превращается в CO_2 в результате **лесных пожаров**.

КРУГОВОРОТ УГЛЕРОДА



При сжигании ископаемого топлива, используемого человеком для получения энергии, образуется **углекислый газ**. Так же выхлопные газы разного вида транспорта, вырубка лесов способствуют его повышению в атмосфере. Углекислый газ относится к парниковым газам, накопление которого ведёт к усугублению парникового эффекта и нагреванию нашей планеты.

КРУГОВОРОТ АЗОТА

В атмосфере содержится много азота (до 78 %) в форме молекулярного азота N_2 . Однако большинство живых организмов не могут использовать его непосредственно. Поэтому важным звеном в круговороте азота является его *фиксация* и *перевод* в доступную для других организмов форму. Фиксация азота осуществляется микроорганизмами – **азотфиксирующими бактериями** (говорящее название). Азотфиксирующие бактерии превращают недоступный молекулярный азот N_2 атмосферы в соединения азота, доступные для растений. Этот процесс называется **биологическая (почвенная) фиксация**.

Азотфиксирующие микроорганизмы делятся на две группы: *живущие самостоятельно и симбионты высших растений*. Свободноживущие азотфиксаторы — **цианобактерии**. Самые известные азотфиксаторы-симбионты, связывающие азот, находятся в клубеньках бобовых растений. На использовании **клубеньковых бактерий** основан традиционный метод повышения плодородия почвы. На поле сначала выращивают горох или другие бобовые культуры, потом их запахивают в землю, и накопленный в их клубеньках связанный азот переходит в почву. Затем поле засевают другими культурами, которые могут использовать азот для построения аминокислот, белков и своего роста.

КРУГОВОРОТ АЗОТА



Растения поглощают соединения азота из почвы. Соединения азота растения используют для построения собственных **аминокислот, белков, нуклеиновых кислот** (в состав всех этих веществ входит азот). Растения поедаются *травоядными животными* (консументами 1 порядка), а те — *хищными* (консументами 2,3,4 порядка), таким образом азот попадает из организмов растений в организмы животных.

После гибели живых организмов (растений, животных) их тела, а также продукты выделения живых организмов (экскременты) разлагаются **редуцентами**. Редуценты обеспечивают процесс **гниения** (аммонификации), разлагая органические вещества до **аммиака** NH_3 и **аммония** NH_4 . Аммиак – ядовитое соединение, которое далее подвергается окислению. В дальнейшем он подвергается нитрификации и денитрификации.

Нитрификация – процесс окисления аммиака до нитритов и нитратов. Осуществляется нитрифицирующими бактериями.

Денитрификация – процесс, обратный нитрификации, когда происходит восстановление нитратов до газообразных оксидов азота и молекулярного азота. Осуществляется денитрифицирующими бактериями.

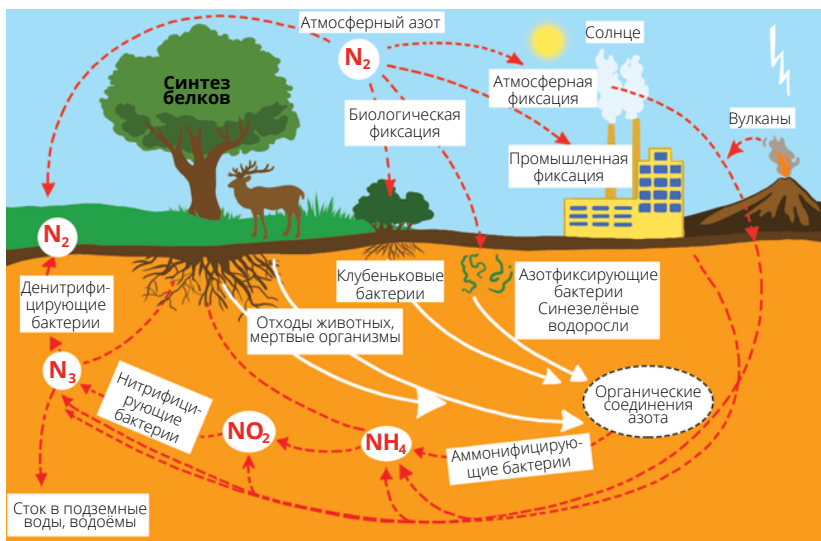
Таким образом, благодаря денитрифицирующим бактериям молекулярный азот возвращается обратно в атмосферу.

КРУГОВОРОТ АЗОТА

КРУГОВОРОТ АЗОТА

Атмосферная фиксация. В атмосфере связанный азот образуется при разрядах молний, вызывающих взаимодействие азота с кислородом с образованием оксида азота, а затем диоксида азота. Диоксид азота растворяется в водяных парах, образуя азотную кислоту (HNO_3), которая вместе с осадками попадает в почву. На долю атмосферной фиксации азота приходится около 3% ежегодной азотфиксации в биосфере.

Промышленная фиксация. Цивилизация существенно усилила поступление связанного азота в биосферу. При высокотемпературных процессах сгорания топлива на электростанциях и в транспортных двигателях азот воздуха окисляется и в виде оксидов попадает в атмосферу. Большое количество азота ежегодно связывается промышленным путем при производстве минеральных азотных удобрений. Азот из таких удобрений усваивается растениями в аммонийной и нитратной формах. В результате антропогенные потоки связанного азота стали примерно равны природным. Уже сейчас это приводит к серьезным *локальным и региональным последствиям*.



Этапы круговорота азота:

- Поглощение атмосферного азота бактериями.
- Превращение свободного азота в его соединения.
- Усвоение соединений азота растениями.
- Потребление соединений азота животными.
- Денитрификация соединений азота бактериями.

КРУГОВОРОТ КИСЛОРОДА

КРУГОВОРОТ КИСЛОРОДА

Кислород играет исключительно важную роль в Биосфере. Основная часть кислорода участвует в процессах дыхания **аэробных** живых организмов и в обмене веществ, небольшое его количество — в процессах образования **озонового экрана**.

Практически весь атмосферный кислород имеет **биогенное происхождение** и был образован растениями и цианобактериями.

Уменьшение количества кислорода происходит в атмосфере в результате процессов дыхания, окисления горных пород, горения при лесных пожарах, сжигания человеком ископаемого топлива. Уменьшение кислорода в атмосфере компенсируется деятельностью продуцентов в процессе фотосинтеза. Таким образом, в природе непрерывно совершается круговорот кислорода.

Кислород выделяется в процессе **фотосинтеза** растениями, а поглощается в процессе **дыхания** всеми группами живых организмов: растениями, животными, грибами и т.д.



ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОСФЕРЫ

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОСФЕРЫ

С самого начала своего возникновения биосфера представляла собой биологическую систему, в которой происходящие круговороты веществ и потоки энергии поддерживали существование и развитие жизни на нашей планете. На определенном этапе эволюции в биосфере появился человек, который стал играть в ней важнейшую роль.

Наиболее существенное влияние человека в современной биосфере сказалось на круговоротах веществ и потоках энергии. Нарушение баланса в биосфере в связи с неразумной деятельностью человека, сверхпотреблением ресурсов и нанесением вреда природе привело к формированию нескольких насущных проблем.

Глобальные проблемы Ноосферы - нарушение баланса в Биосфере в связи с неразумной деятельностью человека, сверхпотреблением ресурсов и нанесением вреда природе.

Давайте рассмотрим каждую из них подробнее.

1. **Парниковый эффект** – накопление в атмосфере «парниковых» газов (углекислый газ, метан, водяные пары, оксиды азота), которое ведёт к нагреву нашей планеты и глобальному повышению температуры. Как следствие происходит изменение климата, таяние ледников и подъем уровня Мирового океана.

Накопление углекислого газа, основного парникового газа, происходит в следствие сжигания человеком ископаемого топлива. В 1992 году страны приняли **Климатическую конвенцию** - международное соглашение о совместной борьбе с повышением уровня парниковых газов и глобальным изменением климата.

2. **Кислотные дожди** – осадки, при которых наблюдается понижение (pH) из-за загрязнений воздуха кислотными оксидами. Это следствие выбросов промышленными предприятиями оксидов серы, азота, углерода, которые взаимодействуют с водяным паром и превращаются в смесь сернистой, азотистой, азотной и серной кислоты, а затем выпадают на поверхность Земли.

Наиболее сильно от кислотных дождей страдают наземные растения, ведь повреждаются их наружные покровы, снижается их продуктивность. Попадая в почву, осадки приводят к повышению кислотности почвы.

3. **Истощение озонового слоя.** Озон образуется из атмосферного молекулярного кислорода, благодаря энергии грозových разрядов. Максимальной концентрации озон достигает на высоте 20-25 км, где его молекулы образуют тончайший озоновый слой в 3-4 мм, который служит защитой от проникновения в нижние слои атмосферы губительных для всего живого ультрафиолетовых лучей.

Количество озона в озоновом слое непостоянно и зависит от соотношения интенсивности процессов его образования и разрушения. Процессу разрушения озонового слоя способствуют атомы хлора, образующиеся из фреонов.

Фреоны – хлорфторуглеводороды, применяемые в холодильных установках, лаках и красках бытовой химии.

Меры по защите озонового слоя связаны с переводом промышленного производства на озонобезопасные вещества, постепенное и затем полное прекращение в мире производства фреонов.

4. **Эрозия почв** - это процесс, в ходе которого разрушается верхний слой почвы, из которого растения и другие организмы получают наибольшее количество питательных веществ и воды.

Эрозия является последствием сельского хозяйства. Распаханный плодородный слой подвергается ветровой и водной эрозии – разрушению водой и ветром, смыву или развеиванию частиц почвы и осадению их в новых местах. Таким образом **снижается** плодородие почвы.

Основные методы борьбы с эрозией это **правильная обработка почвы**; высадка деревьев, трав и кустарников, которые защищают территорию от ветров; **севооборот** - чередование различных культур на полях; использование технологий снегозадержания.

5. **Химическое загрязнение водоемов** – накопление в водоемах вредных примесей неорганической природы, таких как соединения мышьяка, свинца, кадмия, ртути, хрома и меди. Загрязнение происходит за счёт выбросов различных соединений с химических заводов, деятельности сельского хозяйства и вымывании минеральных удобрений из агроэкосистем, за счёт бытовых сточных вод городов и т.д.

6. **Загрязнение атмосферы** – изменение газового состава атмосферы, в следствие развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства, сжигания топлива, которые сопровождаются выбросами веществ-загрязнителей.

Выбросы промышленных предприятий содержат оксиды азота, серы и углерода, углеводороды и т.д. Выхлопные газы автомобилей содержат сотни различных углеводородов, а сжигание человеком ископаемого топлива приводит к накоплению в атмосфере угарного газа.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ БИОСФЕРЫ

Основные методы борьбы с загрязнением направлены на **предупреждение выбросов** в атмосферу: установка на предприятиях газоочистного оборудования; создание и внедрение на производствах замкнутых циклов, полностью исключая вредных выбросы в атмосферу; установка фильтров на двигателях автотранспорта.

Важным методом борьбы с загрязнением атмосферы является **озеленение городов**, за счёт которого растения обогащают воздух кислородом, задерживают пылевые частицы, поглощают значительное количество углекислого газа и выделяют фитонциды.

7. Сокращение площади лесов – сокращение площади лесов, связанная с потребностью человека в территориях для занятия земледелием, животноводством, строительством и др.

Среди мер по охране лесных ресурсов важное место занимает *лесовозобновление*. Другая важная мера это борьба с потерями древесины при её промышленной заготовке, а также борьба с лесными пожарами.

8. Вымирание видов или сокращение биоразнообразия – снижение численности или полное исчезновение различных видов растений или животных, за счёт прямого или косвенного влияния человека.

Прямое влияние испытывают виды организмов, которые человек добывает в ходе промысла (рыбной ловли, охоты, сбора) ради шерсти, мяса, пуха, пера и т.п., в результате чего их численность снижается вплоть до полного исчезновения. Косвенное влияние человек оказывает, изменяя среду обитания организмов: при вырубке лесов, осушении болот, строительстве городов, дорог, промышленных предприятий и т.п.

ПОНЯТИЕ НООСФЕРЫ

Ноосфера - новое состояние Биосферы, при котором разумная деятельность человека становится определяющим фактором её развития. Термин был введён в науку в 1927 г. французским ученым Э. Леруа.

Несмотря на то, что человечество составляет незначительную часть биомассы Земли, антропогенные воздействия стали **мощнейшей** природной силой, превосходящей по масштабам все известные геологические процессы. В эволюции живой природы происходит постепенный переход от биологических факторов, управляющих её развитием, к эволюции, управляющим фактором которой становится человеческое сознание (ноогенез).

ОХРАНА ПРИРОДЫ

ОХРАНА РАСТИТЕЛЬНОГО И ЖИВОТНОГО МИРА

Охрана природы – это система мер, направленных на сохранение, рациональное использование и воспроизводство природных ресурсов Земли.

Красная книга — список редких и находящихся под угрозой исчезновения или исчезнувших животных, растений и грибов. Основанием для внесения вида в Красную книгу служит его численность, а также размеры занимаемого ареала. Наряду с этим изучают такие характеристики, как: характер питания, уровень рождаемости и смертности и т.п.

В Красной книге указываются практические мероприятия по охране и восстановлению вида: запрет промысла, разведение в неволе и т.д.

Предполагается, что со временем вследствие принятых мер он перестанет нуждаться в защите. При переиздании Красной книги отдельные виды могут исключаться из нее, если угроза их исчезновения миновала.

Особо охраняемые природные территории – территории, которые организуются в разных странах мира для сохранения растительного и животного мира, а также связанных с ними компонентов абиотической среды биосферы. К ним относятся: заказники, заповедники, национальные парки.

Заказники – охраняемые наземные и водные участки, на которых при ограниченном использовании природных ресурсов охраняют промысловые виды растений и животных.

Заказники обычно организуются сроком на 10 лет и служат для сбора грибов, ягод, лекарственных растений, рыбной ловли и т.д.

Ограниченная хозяйственная деятельность в заказниках допускается только в тех пределах, в которых это не наносит вреда охраняемым объектам (лекарств. растениям, грибам, гнездовьям птиц и т.п.)

Заповедники – участки поверхности суши или водного пространства, в пределах которых вся растительность, животные и почва и т.п., полностью и навсегда изъяты из хозяйственного использования и находятся под охраной государства. В заповедниках запрещены: охота, рыбная ловля, сбор растений и грибов.

Национальный парк – особо охраняемые территории, которые включают в себя природные комплексы и объекты, имеющие экологическую, историческую и эстетическую ценность.


Национальные парки выполняют **три основные цели**: экологическую (поддержание экологического баланса и сохранение природных экосистем), научную (разработка и внедрение методов сохранения природного комплекса), туристическую (регулируемый туризм и отдых людей).

В отличие от заповедников, где запрещена деятельность человека, на территорию национальных парков допускаются туристы. Первый в мире национальный парк был основан в 1872 году в США и это Йеллоустонский национальный парк.



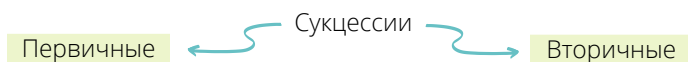
СУКЦЕССИЯ

СУКЦЕССИЯ


 **Сукцессия** - последовательная закономерная смена одного биологического сообщества другим на определенном участке среды в результате влияния природных факторов, воздействия человека или изменения процессов внутри самого сообщества. Термин «сукцессия» был предложен Г. Каулсоном в 1898 г. для обозначения обозначения смены фитоценозов – сообществ растений.

Причины сукцессий:

- Изменения климата.
- Человеческая деятельность.
- Природные катаклизмы (землетрясения, ураганы, цунами).
- Изменение структуры, процессов внутри самого сообщества.

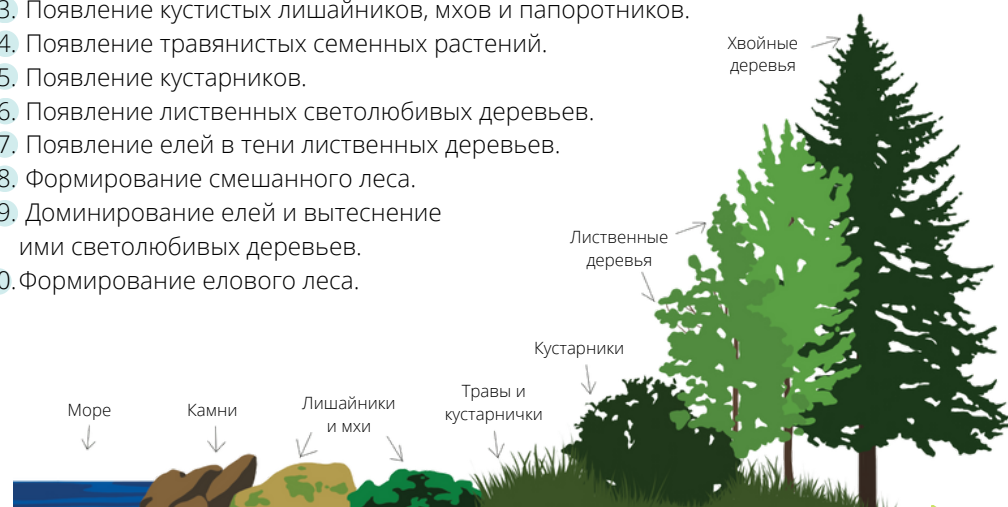


ПЕРВИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ

 **Первичная сукцессия** - сукцессия, развивающаяся на лишенных жизни территориях — скалах, обрывах, сыпучих песках, застывшей лаве и др. При заселении таких участков живые организмы за счёт своего метаболизма изменяют условия проживания и сменяют друг друга. Основная роль принадлежит накоплению отмерших остатков растений и продуктов разложения из-за деятельности редуцентов. Постепенно на этой территории формируется плодородный слой почвы и появляются новые организмы.

Этапы первичной сукцессии:

1. Выветривание горных пород.
2. Заселение территории бактериями, водорослями, лишайниками, образование плодородного слоя почвы за счёт их деятельности.
3. Появление кустистых лишайников, мхов и папоротников.
4. Появление травянистых семенных растений.
5. Появление кустарников.
6. Появление лиственных светолюбивых деревьев.
7. Появление елей в тени лиственных деревьев.
8. Формирование смешанного леса.
9. Доминирование елей и вытеснение ими светолюбивых деревьев.
10. Формирование елового леса.



СУКЦЕССИЯ



Вторичная сукцессия - процесс формирования нового сообщества на месте ранее существовавшего сообщества после его нарушения или уничтожения. Вторичная сукцессия протекает быстрее, чем первичная.

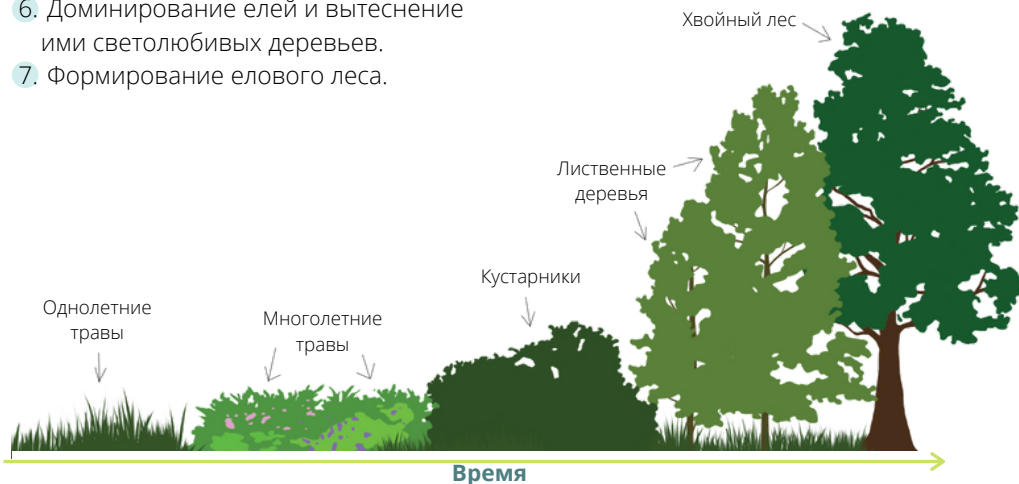
Уничтожение сообщества происходит по причинам:

- Лесного пожара.
- Вырубки леса.
- Раскорчевки площадей, занятых лесом.
- Устройства пруда.
- Цунами, землетрясения и других природных явлений.

ВТОРИЧНАЯ СУКЦЕССИЯ

Этапы вторичной сукцессии:

1. Появление травянистых растений.
2. Появление кустарников.
3. Появление светолюбивых лиственных деревьев.
4. Появление елей в тени лиственных деревьев.
5. Формирование смешанного леса.
6. Доминирование елей и вытеснение ими светолюбивых деревьев.
7. Формирование елового леса.



Отличия первичной и вторичной сукцессии:

- Первичная образуется на безжизненных территориях, а вторичная на месте уже существовавшего сообщества.
- В первичной происходит этап формирования плодородного слоя почвы, во вторичной сукцессии эта стадия отсутствует, так как почва уже есть.
- Первичная сукцессия протекает дольше, чем вторичная.



ЭВОЛЮЦИЯ

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТЕОРИИ



Эволюция – процесс исторического развития всех живых организмов.

Эволюционное учение – изучает механизмы, процессы и этапы эволюционного развития организмов.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЭВОЛЮЦИОННОЙ ТЕОРИИ

Английский ученый *Чарльз Дарвин* внес неоценимый вклад в биологическую науку, создав теорию развития животного мира, основанную на определяющей роли естественного отбора как движущей силы эволюционного процесса. Фундаментом для создания теории эволюции послужили его наблюдения во время кругосветного путешествия на корабле «Бигль».

Главный труд всей жизни ученого «О происхождении видов путём естественного отбора» был издан 24 ноября 1859 года и разошелся тиражом в 1250 экземпляров, что по тем временам для научного труда считалось неслыханно.

В этой работе Дарвин показал, что виды растений и животных *не постоянны, а изменчивы*, что существующие ныне виды произошли естественным путем от других видов, существовавших ранее.



Наблюдаемая в живой природе целесообразность создавалась и создается путем *естественного отбора* полезных для организма ненаправленных изменений.

Таким образом, в борьбе за существование выживают формы, наиболее **приспособленные** к данным условиям среды.

В 1868 году Дарвин публикует *второй* капитальный труд - «Изменение домашних животных и культурных растений», который явился дополнением к основному труду. *Третий* большой труд по теории эволюции – «Происхождение человека и половой отбор» Дарвин опубликовал в 1871 году.

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ЧАРЛЬЗА ДАРВИНА

Основные положения теории Чарльза Дарвина:

1. Основа эволюционного процесса - наследственная изменчивость.
2. Каждый вид способен к неограниченному размножению, однако ограниченность жизненных ресурсов препятствует этой способности.
3. Главные движущие силы эволюции - борьба за существование и естественный отбор, материал для которых составляет наследственная изменчивость (новые признаки у особей). В результате выживают наиболее приспособленные особи.
4. В результате естественного отбора приспособленные особи выживают, размножаются и таким образом накапливают приспособительные признаки.

Именно в результате накопления особями таких различий, *возникают новые виды*, отличающиеся друг от друга по строению, физиологии и пр. Этим можно объяснить разнообразие форм клювов у вьюрков, на которые обратил внимание Дарвин.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТЕОРИИ

Галапагосские или Дарвиновские вьюрки – это группа птиц, населяющая Галапагосские острова.

Галапагосские острова возникли после извержения подводных вулканов. Со временем острова покрылись растительностью, проросшей из семян, принесенных на острова ветром, морем или залетными птицами. Ближайшая суша была очень далеко, поэтому заселить острова могли только приплывшие на острова морские животные, выносившие рептилии, которых занесло сюда течением, и птицы.

Исходный вид вьюрка, как и все вьюрковые, питался семенами, различными плодами и насекомыми. Галапагосские вьюрки, чтобы полнее использовать не очень обильные пищевые ресурсы островов, разделились на группы, которые стали питаться разными кормами. Одни предпочли семена, другие сочные плоды кактусов, третьи стали добывать насекомых. Образ жизни и способ питания отразились на **внешности** вьюрков. Они все меньше походили и друг на друга, и на своего предка, обитавшего в иных условиях.

Приспособление к разным кормам привело к тому, что вьюрки стали сильно отличаться друг от друга **по форме и размерам клюва**.



Но! Важно знать, что первая эволюционная теория принадлежала не Чарльзу Дарвину, а другому учёному биологу Жану Батисту Ламарку. Давайте рассмотрим её положения.

Основные положения теории Ж. Б. Ламарка

1. Первые организмы произошли из неорганической природы путем **самозарождения**. Их дальнейшее развитие привело к усложнению живых существ.
2. У всех организмов существует стремление к **совершенствованию**, изначально заложенное в них Богом. Этим объясняется механизм усложнения живых существ.
3. Процесс самозарождения жизни продолжается **постоянно**, что объясняет одновременное наличие в природе и простых, и более сложных организмов.



ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТЕОРИИ

4. Закон **упражнения и неупражнения** органов: постоянное употребление органа. Ведет к его усиленному развитию, а неупотребление — к ослаблению и исчезновению.
5. Закон **наследования** **благоприобретенных признаков**: изменения, возникшие под действием постоянных упражнений и неупражнений органов, наследуются. Так, по мнению Ламарка, сформировалась длинная шея жирафа и слепота крота.

Запомни! Движущая сила эволюции по Ламарку – *стремление организмов к совершенству*.



Интересный факт!

Наибольшую известность из примеров, приведённых Ламарком, приобрёл пример с жирафами. Жирафам приходится постоянно вытягивать шею, чтобы дотянуться до листьев, растущих у них над головой. Поэтому их шеи становятся длиннее, вытягиваются.



КЛАССИЧЕСКИЙ ДАРВИНИЗМ

Но вернёмся к Чарльзу Дарвину! Основная его заслуга состоит в том, что он вскрыл ряд закономерностей, установил причины, следствия и результаты эволюции. Дальнейшее развитие его теории происходило в несколько этапов.

Первый этап (1859 – 1900 гг.) - это период становления дарвинизма. Концепция о неизменности видов окончательно бы отвергнута, сформировался «классический дарвинизм», в основе которого лежала дарвиновская теория естественного отбора.

У теории Дарвина было много сторонников из известных ученых, но были и её противники. Действительно, в его теории было немало слабых мест, так как наука того времени ещё не могла ответить на многие вопросы...

В чем суть неопределенной изменчивости, как она возникает? Если виды произошли за счёт дивергенции, значит когда-то на Земле был только один вид? Эти вопросы задавали оппоненты Дарвина.

Английский инженер Ф. Дженкин опубликовал одно из существенных возражений против эволюционной теории Ч. Дарвина.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТЕОРИИ

КОШМАР ДЖЕНКИНА



Кошмар Дженкина – это возражение против теории Дарвина, выдвинутое английским инженером Ф. Дженкином.

Дарвин говорил о том, что благоприятный признак закрепляется естественным отбором, передается из поколения в поколение и распространяется/закрепляется в популяции. Дженкин же утверждал, что случайно появившийся у отдельной особи полезный признак в группе организмов (популяции) постепенно *будет исчезать / размываться из-за скрещивания с обычными особями* (без этого признака).

Он подсчитал, что при наличии какого-то полезного признака у одного из родителей, у потомка оказывается лишь половина (%) признака. В следующем поколении наследуется только 1/4 часть признака.

В результате через несколько поколений признак должен совсем исчезнуть. Однако в природе происходит стойкое повторение у отдельных особей некоторых признаков через ряд поколений.

Чарльз Дарвин **не мог опровергнуть** или объяснить «Кошмар Дженкина», он высказывал идею о «неразбавленности наследственности».

Это затруднение было преодолено с развитием науки генетики, с созданием Хромосомной теории наследственности Томаса Морган и Синтетической теории эволюции (СТЭ). Ведь именно они пояснили, каким образом расположены гены в хромосомах и каким образом происходит передача признаков из поколения в поколение.

Хромосомную теорию наследственности смотри на странице 247.

Для заметок:

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТЕОРИИ

КРИЗИС КЛАССИЧЕСКОГО ДАРВИНИЗМА

Второй этап развития эволюционной теории Ч. Дарвина связан с кризисом классического дарвинизма.

Конец 19 – начало 20 века характеризовалось развитием экспериментального направления в биологии. Усилия ученых были направлены на поиск причин появления мутаций и их роли в эволюционном процессе.



Ученые генетики – Г. Де Фриз, В. Иоганнсен, У. Бэтсон сделали ряд важных открытий в области закономерностей наследственности и изменчивости организмов и противопоставили их теории Ч. Дарвина, отвергая саму идею естественного отбора.

Искусственно полученные и изученные мутации послужили основой для формирования *мутационной теории эволюции*, автором которой был Гуго Де Фриз. Основой эволюции он считал мутации, в результате которых появляются новые формы организмов. Роль естественного отбора отвергалась, так как считалось, что каждая произошедшая мутация уже может привести к образованию нового вида. А возникновение приспособлений объяснялось появлением одноразовых, случайных мутаций, а не постепенным их отбором.

Т.о. бурное развитие генетики в начале 20-го века привело к созданию новых эволюционных теорий. Открытие мутаций подтверждало идею Ч. Дарвина о существовании в природе материала для отбора, объясняло причины неопределенной наследственной изменчивости.

СИНТЕТИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ЭВОЛЮЦИИ

В 20-40-х годах XX века начался следующий этап развития дарвинизма. Развитие разных областей биологии привели к формированию синтетического направления в теории эволюции, который соединяет дарвинизм с генетикой и экологией.

Наиболее важные открытия были сделаны американским ученым *Т. Морганом* и его школой, которые открыли линейное расположение генов в хромосомах, кроссинговер и сформулировали хромосомную теорию наследственности.

Большой вклад внёс русский ученый *С.С. Четвериков*. Из его работ стало ясно, что отбору подвергаются не отдельные признаки и отдельные особи, а генотип всей популяции. Через фенотипические признаки отдельных особей осуществляется отбор генотипов популяции, ведущий к распространению полезных изменений.

На стыке генетики и эволюции возникает новая область биологии – *эволюционная генетика*. Благодаря исследованиям отечественных и зарубежных ученых были сформированы представления об элементарной единице эволюции – *популяции*, эволюционном материале – мутациях и комбинациях, элементарном эволюционном явлении – *изменении генофонда популяции*.

ЭВОЛЮЦИОННЫЕ ТЕОРИИ

Также русский ученый В.Н. Сукачев установил, при изучении экологических факторов эволюции, что борьба за существование является одним из основных факторов эволюции и приводит к приспособительным изменениям.

Таким образом, на стыке нескольких биологических наук и благодаря трудам ученых из разных стран, в 40-х годах 20-го века сформировалась **синтетическая теория эволюции (СТЭ)**.

Основные положения синтетической теории эволюции

- Материалом для эволюции служит наследственная изменчивость, то есть мутации и комбинации генов.
- Направляющим фактором эволюции является естественный отбор, возникающий на основе борьбы за существование.
- Наименьшей единицей эволюции является популяция, а не особь или вид.
- Вид состоит из различающихся по некоторым признакам, но генетически однородных единиц – популяций и подвидов. Генетическая однородность вида поддерживается скрещиванием особей, образующих его популяции.
- Эволюция в основном идёт путём дивергенции, то есть у потомков по сравнению с предковой формой в процессе эволюции наблюдается постепенное расхождение признаков.
- Эволюция носит постепенный и длительный характер. Видообразование как этап эволюционного процесса представляет собой последовательную смену одной популяции другой и называется микроэволюцией.
- Эволюция на уровне, превышающем вид, то есть образование семейств, отрядов, классов и т.п., называют макроэволюцией.

Для заметок:

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ ЭВОЛЮЦИИ



Факторы или движущие силы эволюции – механизмы эволюции, которые вызывают и закрепляют изменения в генетической структуре популяций.

- Наследственная изменчивость
- Естественный отбор
- Борьба за существование
- Изоляция
- Популяционные волны
- Дрейф генов
- Миграция

Давайте обсудим разновидности и роль каждого фактора в эволюционном процессе.

НАСЛЕДСТВЕННАЯ И НАСЛЕДСТВЕННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

1.Изменчивость – способность организмов изменять свои признаки, она зависит от генотипа и воздействия окружающей среды. Способность организма изменяться под воздействием окружающей среды обеспечивает его **приспособление** к условиям существования.

У организмов наблюдаются различия в степени интенсивности развития признака. **Вариационный ряд изменчивости** - ряд значений признака, расположенных в порядке возрастания или убывания. Например, вариационный ряд длины листьев.

Вариационная кривая - это графическое выражение пределов вариаций любого признака у особей с одинаковой наследственностью. По характеру вариационной кривой судят о степени изменчивости признака. Две крайние точки графика означают пределы изменчивости признака, его верхнюю и нижнюю границы. Пределы изменчивости признака называются по-другому **норма реакции**.



Норма реакции – это предел изменчивости признака, который обусловлен генотипом организма. Если признак **изменяется в широких пределах** – это *широкая норма реакции*, **если в узких пределах**, незначительно – это *узкая норма реакции*. Широкой нормой реакции обладают такие признаки, как масса тела человека, надой молока у коров. Узкая норма реакции характерна для таких признаков, как рост человека, жирность молока у коров.

Лайфхак! Представим, что у тебя есть мопс, но ты мечтаешь о добермане. Сколько ты мопса не откармливай, он не вырастет до размера добермана, а будет просто упитанным мопсом. И наоборот, сколько не мори голодом добермана, он не уменьшится до размера мопса. Почему? Потому что у размера тела есть пределы, в которых этот признак изменяется. Это и есть *норма реакции*.



ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

МОДИФИКАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ

В зависимости от характера воздействия факторов внешней среды на организм произошедшие с ним изменения могут наследоваться или не наследоваться. Если изменения затрагивают только **фенотип**, то они не наследуются. В этом случае генотип сохраняется и возникшие в процессе индивидуального развития организма изменения не передаются потомству. Если изменения затрагивают генотип, то есть меняются гены организма, то изменения передаются по наследству. Исходя из этого выделяют **два вида** изменчивости: *ненаследственная и наследственная*.

Ненаследственная (фенотипическая или модификационная) изменчивость

– это изменчивость, которая возникает у организмов под влиянием условий внешней среды, но не приводит к изменению генотипа, а способствует формированию различных фенотипов. Изменения фенотипа являются результатом реакции организма на изменяющиеся условия среды.

Признаки модификационной изменчивости

1. Изменения не передаются по наследству и носят фенотипический характер, так как они не затрагивают генотип, то и не передаются по наследству.
2. Изменения проявляются у многих особей, то есть носят массовый (групповой) характер.
3. Изменения адекватны условиям среды, являются приспособительными. Они способствуют выживанию особей и ведут к образованию модификаций.
4. Изменения носят постепенный характер.
5. Модификации образуют вариационный ряд изменчивости в пределах нормы реакции. То есть модификационная изменчивость ограничена нормой реакции.

Давай рассмотрим примеры модификационной изменчивости.

Если двух бычков одного приплода содержать в разных условиях, то они будут по-разному прибавлять в весе и развиваться.

Классическим примером этой изменчивости также служит растение стрелолист, на котором формируются три разные формы листьев в связи с их расположением относительно воды.



Ещё примеры:

- Потемнение кожи у человека при воздействии ультрафиолетовых лучей.
- Накопление подкожного жира у медведей при избыточном питании.
- Усиление роста побегов в благоприятных условиях.
- Угнетение роста и развития побегов при сильном затенении.
- Изменение густоты шерсти у зайца зимой и летом.
- Изменение интенсивности окраски шерсти у белки в течение года.
- Формирование у стрелолиста разных форм листьев в воде и на воздухе.
- Изменение размера кочана капусты в зависимости от интенсивности полива.



ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Наследственная или генотипическая изменчивость - изменчивость, которая затрагивает генотип и передается по наследству.

Виды наследственной изменчивости:

1. Мутационная
2. Комбинативная

Мутационная изменчивость

Мутации – внезапные, скачкообразные изменения в генотипе организма, передающиеся по наследству.

Мутационная изменчивость – это наследственные изменения генотипического материала (хромосом, генов).

Признаки мутационной изменчивости:

1. Изменения передаются по наследству, так как затрагивают генотип.
2. Изменения носят индивидуальный характер и возникают у единичных особей.
3. Изменения неадекватны условиям среды, то есть носят независимый характер. Могут быть нейтральными, полезными, но чаще всего являются вредными.
4. Изменения носят скачкообразный характер, нет последовательности в изменении свойств.
5. Мутации приводят к появлению нового признака у организма или к его гибели.
6. Изменения не ограничены нормой реакции.

Классификация мутаций

По характеру изменения генотипа мутации делятся на *генные, хромосомные и геномные*.

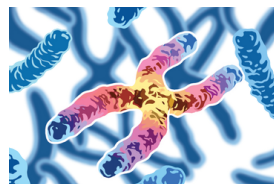
1. **Генные или точковые мутации** – изменения в нуклеотидной последовательности ДНК. В результате происходят изменения единичных нуклеотидов, поэтому такие мутации еще называют **точковыми**.



Примерами генных мутаций являются выпадение, вставка, замена или обмен нуклеотидов в ДНК. В результате может измениться вся структура будущего белка, возникнет совершенно новый белок, а значит и признак.

Число хромосом и структура хромосом при этом не изменяется.

Результатами генных мутаций являются такие заболевания как серповидно-клеточная анемия, дальтонизм, фенилкетонурия, гемофилия, альбинизм.



2. **Хромосомные мутации (хромосомные перестройки или аберрации)** – изменения структуры и размеров хромосом.

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Виды хромосомных перестроек:

- **Делеция** - это потеря участка хромосомы, в результате отрыва её части.
- **Дупликация** - это удвоение генов в определенном участке хромосомы.
- **Инверсия** - это поворот участка хромосомы на 180 градусов, при этом меняется последовательность сцепления генов.
- **Транслокация** – перенос участка одной хромосомы на другую негомологичную хромосому.

Число хромосом при хромосомных мутациях не изменяется.

Примером хромосомной мутации является делеция в коротком плече 5-й хромосомы, в результате возникает синдром «кошачьего крика».

3. **Геномные мутации** – изменение числа хромосом в кариотипе. Они являются результатом нарушения веретена деления, которое приводит к нерасхождению хромосом в мейозе. Встречаются **два вида** таких мутаций: *полиплоидия и анеуплоидия*.

Полиплоидия – кратное увеличение числа хромосом ($3n$, $4n$ и т.д.).

Анеуплоидия – увеличение или уменьшение числа хромосом в кариотипе на одну, две и т.д. В результате нарушений мейоза могут возникнуть гаметы с **аномальным числом хромосом**, которые при оплодотворении образуют: моносомию ($2n - 1$), трисомию ($2n + 1$) и т.д.

Примером геномной мутации является трисомия по 21-й паре хромосом – **Синдром Дауна**.

Лайфхак! Как отличить Генную мутацию от Геномной ?

При Генной изменяется ГЕН, участок ДНК, а не число хромосом.

При Геномной изменяется ГЕНОМ – набор хромосом! То есть изменяется их число.

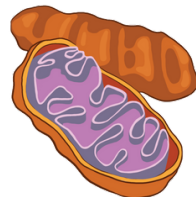


По степени приспособленности мутации делят на: *полезные, нейтральные, вредные*.

По локализации в клетке мутации бывают *ядерными и цитоплазматическими*.

Ядерные мутации связаны с изменением наследственного материала, содержащегося в ядре. Цитоплазматические мутации связаны с нарушением ДНК в таких органоидах как *хлоропласты и митохондрии*.

То есть **цитоплазматические мутации** – наследственные изменения в кольцевой ДНК митохондрий и хлоропластов. Так как эти органоиды сохраняются только в яйцеклетках, то такие мутации передаются только по **материнской линии**.



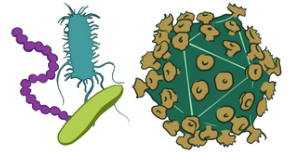
ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

В зависимости от типа клеток, в которых происходят мутации, они делятся на **половые** и **соматические**. Если изменения связаны с хромосомами половых клеток, то они передаются следующим поколениям при половом размножении. Мутации могут происходить и в соматических клетках, но они не наследуются. Есть и исключения, например, у растений соматические мутации передаются по наследству при вегетативном размножении.

По способу возникновения различают *спонтанные* и *индуцированные мутации*. Спонтанные происходят в природе самопроизвольно. Индуцированные мутации возникают при воздействии на организмы **мутагенов**.

О них поговорим ниже.

Мутагены – различные факторы, воздействие которых может вызвать наследственные изменения – мутации.



Виды мутагенов:

Физические: радиация, температура, электромагнитное излучение.

Химические: ароматические углеводороды, пестициды, формальдегиды и т.д.

Биологические: бактерии и вирусы.



Примеры мутационной изменчивости:

- Появление в отдельных соцветиях цветков с пятью лепестками вместо четырёх.
- Появление слепого щенка в потомстве.
- Появление в потомстве щенка-альбиноса.
- Рождение детёныша обезьяны с лишним пальцем.
- Появление коротконогой овцы в стаде овец с нормальными конечностями.

Комбинативная изменчивость - появление новых сочетаний признаков в следствие комбинаций генов. У потомков появляются новые сочетания признаков, которые не были характерны для родителей.

Основой комбинативной изменчивости являются следующие факторы:

- Рекомбинация генов в результате кроссинговера в процессе мейоза.
- Оплодотворение, за счёт которого происходит объединение отцовских и материнских генов.
- Независимое расхождение хромосом в анафазе мейоза.

Примеры:

- Сочетание генов родителей.
- Рождение в семье детей с карими и голубыми глазами в соотношении 1 : 1.
- Появление у здоровых родителей детей, больных гемофилией.



ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Альбинизм - врожденное заболевание, наследуемое по рецессивному типу и связанное с нарушением синтеза пигмента - меланина у животных или хлорофилла (у растений). Альбинизм возникает в результате **генной** мутации в участке ДНК, ответственном за синтез меланина/хлорофилла.

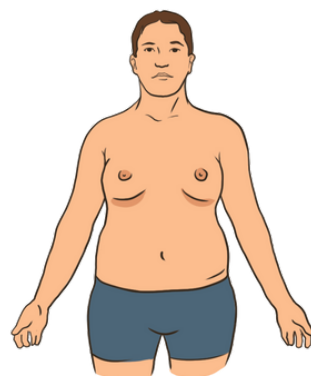
Растения с утратой хлорофилла утрачивают способность улавливать солнечный свет, поэтому полный альбинизм для них заканчивается летально. У животных мутация приводит к тому, что меланин не синтезируется: кожа альбиносов не способна загорать, для них характерен большой риск ожогов и рака кожи. Радужка пропускает свет и становится красноватого оттенка, за счет кровеносных сосудов, расположенных на глазном дне.



Серповидно-клеточная анемия - заболевание, вызванное избыточным количеством аномального **унаследованного** гемоглобина. Это наследственное заболевание, вызванное **генной** мутацией. Под действием генной мутации изменяется структура гемоглобина, он образует нерастворимые волокнистые нити. Образование волокнистых нитей гемоглобина изменяет форму эритроцита в форму серпа.



Синдром Клайнфельтера представляет собой наследственное заболевание (**геномная мутация**), развивающееся вследствие полисомии по X и Y хромосомам (половым хромосомам). Возможны несколько вариантов генотипов: XXY (самый частый), XYY, XXXY, XXXXY, XXXYY. Причина его появления связана с нерасхождением хромосом во время мейоза. В подростковом возрасте развивается увеличение грудной железы, сохраняющаяся всю жизнь. Синдром проявляется только после полового созревания, приводит к *бесплодию*.



ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

НАСЛЕДСТВЕННЫЕ ЗАБОЛЕВАНИЯ

Синдром Дауна - наследственное заболевание, возникающее в результате **геномной мутации**: трисомия по 21-ой паре хромосом. Это означает, что вместо двух хромосом в 21-ой паре появляется одна лишняя - третья хромосома. Причина ее появления связана с *нерасхождением хромосом во время мейоза*. Риск рождения ребенка с синдромом Дауна возрастает с увеличением возраста матери.

Синдром проявляется характерными признаками: плоское лицо, приоткрытый рот, поперечная ладонная складка, гиперподвижность суставов, кожная складка, прикрывающая угол глазной щели. Внешне дети с Синдромом Дауна очень похожи друг на друга.



БОРЬБА ЗА СУЩЕСТВОВАНИЕ

2. Борьба за существование – сложные и многообразные взаимоотношения особей внутри вида, между видами и с неблагоприятными условиями неживой природы, определяющие способность данной особи к выживанию и оставлению потомства.

Борьба за существование возникает из-за несоответствия между стремлением организмов к избыточному размножению и ограниченности природных ресурсов.

Выделяют **три разновидности**: *внутривидовая, межвидовая и борьба с неживой природой*.

Внутривидовая борьба за существование – возникает между особями **одного вида** и является наиболее ожесточенной, так как она обусловлена одинаковыми жизненными потребностями. Между организмами возникает конкуренция за территорию, пищу, самку и убежище.

Примеры:

- Соперничество двух самцов оленей за самку.
- Борьба за охотничьи угодья между леопардами.
- Борьба за место гнездовья между воронами.



Межвидовая борьба за существование –

происходит между особями **разных видов**, при этом один вид подавляет другой, угнетает его, а иногда приводит к гибели.

Примеры:

- Конкуренция между гепардами и львами за добычу.
- Охота волков на косулю.
- Борьба культурных растений с сорняками за влагу.
- Вытеснение черной крысой серой крысы.

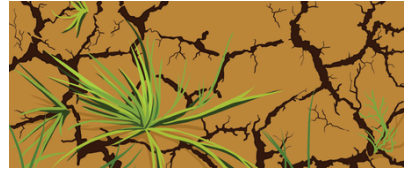


ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Борьба с неживой природой – борьба организмов с неблагоприятными условиями окружающей среды, такими как засуха, холод, ветер и т.д. В борьбе с неживой природой выживают и оставляют потомство наиболее жизнеспособные особи.

Примеры:

- Борьба северных оленей с толстым слоем снега в поисках лишайника ягеля.
- Борьба растений с засушливыми условиями в пустыне.



Лайфхак! Почему борьба между серой крысой и черной крысой – это межвидовая, а не внутривидовая ?

Потому что это два разных вида! Серая крыса – это не цвет, а название вида. Серая крыса – один вид, черная крыса – второй вид.



Изменчивость, как мы выяснили ранее, ведёт к появлению большого разнообразия признаков. Отличительные признаки несущественны при благоприятных условиях среды. Однако в неблагоприятных условиях любое различие может увеличить шансы той или иной особи на выживание или наоборот – способствовать её гибели. Вредные изменения понижают шансы особи на выживание, а полезные – увеличивают.

Ч. Дарвин обратил внимание, что в природе происходит избирательное уничтожение одних особей и преимущественное размножение других. Процесс сохранения одних особей за счёт гибели других он назвал *естественным отбором*.

3. Естественный отбор – процесс, в результате которого выживают и оставляют после себя потомство особи, более приспособленные к данным условиям среды, а менее приспособленные погибают.

В основе действия естественного отбора лежит борьба за существование. Материалом для естественного отбора служат признаки, возникающие в результате неопределенной изменчивости.

Формы естественного отбора



ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Виды естественного отбора:

1. **Стабилизирующий отбор** – это отбор, направленный на сохранение особей с исходным, средним значением признака. Действует в постоянных, стабильных условиях среды. Отсекает особей с новым, отличным от среднего значением признака.

Например, размер ушных раковин зайцев – русаков варьируется в незначительных пределах, в отличие от их размера тела. Короткоухие зайцы летом чаще погибают от перегрева, а длинноухие – зимой от переохлаждения. Фактором отбора выступают сезонные колебания температуры.

Другой пример, это сохранение видов – реликтов или «живых ископаемых» практически без изменений на протяжении миллионов лет: голосеменного растения гинкго, кистеперой рыбы латимерии, ящерицы гаттерии.

Ещё примеры:

- Гибель яиц птиц с слишком тонкой и слишком толстой скорлупой.
- Слабое выживание слишком мелких и слишком крупных детёнышей млекопитающих.
- Сходное строение органов зрения у хордовых животных.
- Отбор новорожденных млекопитающих со средним весом.

2. **Движущий отбор** – это отбор в пользу особей, имеющих полезные отклонения от ранее установившегося в популяции среднего значения признака. Действует в меняющихся условиях среды.

Примером движущего отбора служит так называемый промышленный или индустриальный меланизм у бабочки березовой пяденицы. В их популяции существует две основные формы бабочек: светлая и тёмная. Светлая окраска крыльев имитирует лишайники, которые покрывает кору деревьев в сельской местности, что помогает светлым бабочкам маскироваться. Однако в окрестностях городов преобладающей формой являются темные бабочки. Это связано с тем, что вблизи городов воздух загрязнен и поэтому лишайники на стволах деревьев отсутствуют, а кора деревьев потемнела от копоти. Исчез светлый маскирующий фон, светлые особи стали заметнее на фоне темной коры, и насекомоядные птицы стали склевывать их чаще, чем темных особей.

Другой наглядный пример движущего отбора, это появление у болезнетворных бактерий, насекомых-вредителей устойчивости к антибиотикам и ядохимикатам. Благодаря естественному отбору выживают и дают потомство особи, у которых благодаря мутациям формируется устойчивость к их воздействию.

Ещё примеры:

- Увеличение размеров ушной раковины у зайцев в ряду поколений.
- Увеличение длины ствола у светлюбивых растений в ряду поколений.
- Развитие устойчивости к антибиотикам у бактерий.
- Увеличение числа тёмных бабочек в районах с сильным загрязнением воздуха.

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

3. **Разрывающий или дизруптивный отбор** – отбор действует в популяции тогда, когда условия среды настолько изменились, что основная масса особей оказывается неприспособленной к ним. И преимущество в таком случае приобретают особи с крайними отклонениями от среднего значения признака. Вариационная кривая признака при этом разделяется на две.

Впервые действие разрывающего отбора было изучено на формировании **двух рас растения погремка большого**. Раннецветущая зацветает до покосов в июне, позднецветущая раса – после покосов в августе. Фактором отбора выступил человек, который скашивал траву на лугах в середине лета.

Другим примером служит **возникновение в водоемах рас быстро и медленно растущих хищных рыб** – окуней и щук. Часто молодняку рыб не хватает корма – мальков других видов, и в этих условиях преимущество получают особи, которые растут быстрее других и первыми поедают мальков. А с другой стороны преимущество получают и особи с самым медленным темпом роста, которые длительное время питаются другой пищей, например, дафниями и циклопами.

Ещё примеры:

- Появление размножающихся осенью и весной популяций полёвок.
- Появление видов вьюрков с различной формой клюва на островах.
- Существование быстро и медленно растущих хищных рыб в одном озере.
- Существование раннецветущего и позднецветущего подвидов погремка.
- Сохранение фенотипов с крайними отклонениями внутри одной популяции.
- Разделение единого ареала вида географическими преградами.
- Формирование нескольких видов ландыша после схода языков ледника.

Благодаря действию естественного отбора формируются приспособления особей к различным условиям среды. А видообразование чаще всего начинается под действием движущего или разрывающего отбора, что приводит к появлению новых групп в популяции. Затем действует **стабилизирующий отбор**, сохраняющий приобретенные изменения, которые далее передаются из поколения в поколение.

Лайфхак! Как отличить движущий отбор от разрывающего? В движущем обычно сохраняется **ОДИН** новый признак, а в разрывающем **ДВА** и больше.



Искусственный отбор – отбор, проводимый *человеком* и направленный на сохранение особей с **выгодными** человеку признаками.

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Сравнительная характеристика Естественного и Искусственного отборов:

Искусственный отбор:

1. Осуществляется **человеком**.
2. Действует в природе с появлением человека (относительно **недавно**).
3. Сохраняет особей с выгодными человеку признаками.
4. Ведет к **появлению** сортов растений, пород животных, штаммов микроорганизмов.
5. Материалом для отбора служит **наследственная изменчивость**.

Естественный отбор:

1. Осуществляется **природой**.
2. Действует в природе с появлением живых организмов, действует **миллионы лет**.
3. Сохраняет особей с выгодными в данных условиях среды признаками.
4. Ведет к появлению новых **видов**.
5. Материалом для отбора служит **наследственная изменчивость**.

4. Изоляция - разобщение особей в результате возникновения **барьеров** к свободному скрещиванию. Значение изоляции как фактора эволюции состоит в том, что под её воздействием закрепляются возникшие у особей генетические различия. В зависимости от природы изолирующих барьеров различают две формы изоляции: *географическую и биологическую*.

Географическая, пространственная

изоляция - изоляция, связанная с наличием физической (географической) преграды между организмами.

Примеры:

Горы, пустыни, крупные водоемы, изолирующие организмы друг от друга.



Биологическая, репродуктивная изоляция

бывает нескольких видов: экологическая, этологическая, генетическая и морфофункциональная. При **экологической изоляции** скрещивание становится невозможным из-за различий в условиях обитания, которые определяют разные сроки размножения особей. Например, существование пяти популяций форели в озере Севан в Армении.



Этологическая изоляция связана с особенностями поведения самок и самцов во время размножения.

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Генетическая изоляция происходит в случае, если произошло спаривание между особями разных видов. Хромосомный набор гамет особей разных видов **несовместим**, что препятствует образованию зиготы. В редких случаях, если зигота всё-таки развивается в новый организм, полученный межвидовой гибрид остается бесплодным.

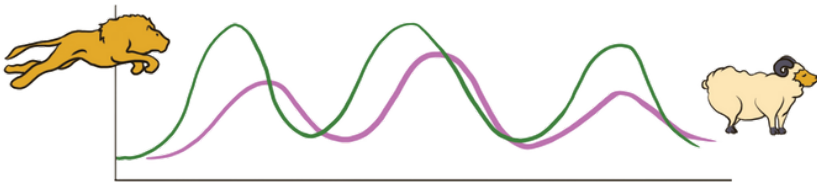
Морфофункциональная изоляция объясняется особенностями строения и функционирования органов размножения организмов разных видов.

5. Популяционные волны (волны жизни) – изменения **численности** особей в популяциях, возникающие под действием *условий среды* и ведущие к изменению генетической структуры популяции. Впервые на их значение для эволюции обратил внимание основоположник популяционной генетики ученый С.С. Четвериков.

Причины:

- Повышение рождаемости, повышение смертности особей.
- Сезонные миграции особей (осенью улетают на юг, весной прилетают обратно).
- Периодические изменения количества доступных ресурсов среды – пищи, воды;
- Периодические изменения численности хищников, паразитов;
- Существенные изменения климатических факторов – наводнения, сильные морозы, ураганы.

Эволюционное значение популяционных волн заключается в том, что при росте числа особей в популяции **увеличивается** концентрация мутаций и мутантных особей. Таким образом доля наследственной изменчивости в такой популяции возрастает. При снижении численности особей в популяции генофонд **обедняется**, так как в ней остаются особи с определенными генотипами и в дальнейшем восстановление её численности будет происходить только за их счёт. А некоторые гены могут вообще **навсегда исчезнуть** из генофонда популяции. Такие процессы в популяции получили название **дрейфа генов**. Поговорим про него подробнее.



6. Дрейф генов – явление ненаправленного изменения **частот аллелей** в популяции при её небольшой численности.

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Эффекты основателя и бутылочного горлышка - способы дрейфа генов. Оба предполагают резкое уменьшение численности особей в популяции, что приводит к уменьшению ее генетического разнообразия. Ведь в маленькой популяции представлены не все варианты-аллели каждого гена. Грубо говоря, не все признаки вида. Даже если потом численность группы восстанавливается, утраченные аллели вернуться уже не могут.

В результате, популяция, пережившая дрейф генов не важно каким способом, уже отличается от исходной популяции. И это отличие вовсе не следствие давления естественного отбора в дарвиновском понимании, а следствие *случайности*.

Эффект основателя

Он заключается в том, что новую популяцию могут основать несколько особей, несущих лишь малую часть генетической информации исходной популяции.

От основной популяции отделяется небольшая группа особей и уходит в новые места обитания, мигрирует на новую территорию. При этом захватить с собой всё генетическое разнообразие признаков вида отделившиеся особи не могут. В будущем они дают начало новой популяции, которая будет ограничена набором признаков эмигрировавших особей.

Эффект «бутылочного горлышка»

Иногда численность популяций сокращается до нескольких особей. Это может произойти вследствие климатических изменений, увеличения популяции хищников, болезней или природных катаклизмов.

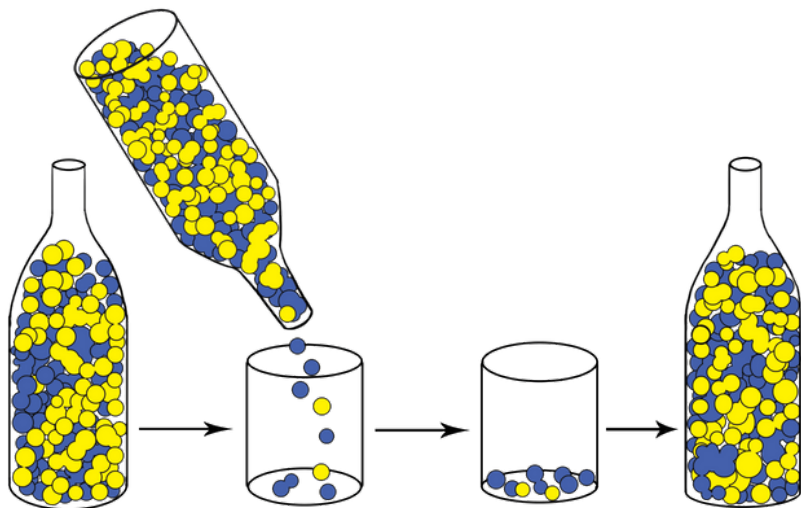
В результате последующим поколениям передает свои гены только небольшое количество выживших особей. Выжившие особи не обязательно имеют все наборы признаков изначального генофонда, и частота аллелей может сильно измениться.

В чем же отличие бутылочного горлышка от эффекта основателя, если они приводят к одному и тому же?

Главное отличие в том, что через бутылочное горло пролазит сама исходная популяция, а эффект основателя возникает, когда новая популяция формируется из выходцев старой популяции. В случае бутылочного горлышка численность группы резко уменьшается, например, из-за катастроф или болезней. Позже, когда численность опять приходит в норму, оказывается, что часть признаков была утрачена, так как в период кризиса случайно выжившие особи не содержали всех вариаций генов.

ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Эффект бутылочного горлышка



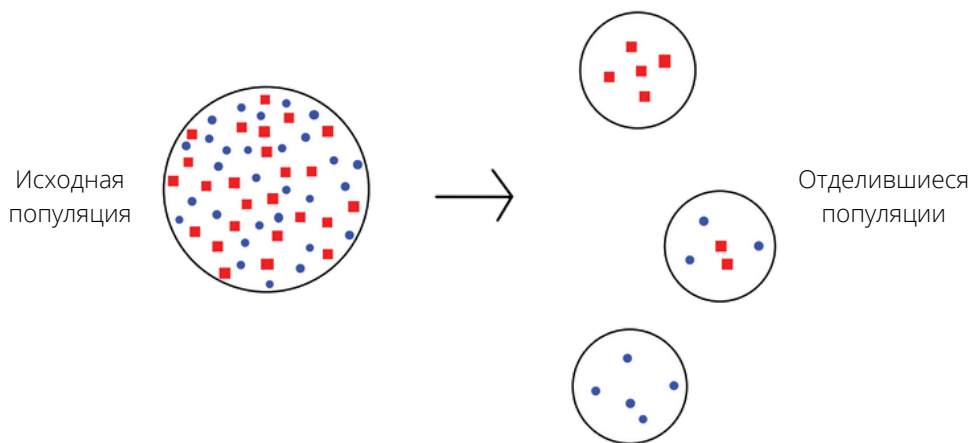
В исходной популяции частоты встречаемости синих и желтых аллелей были примерно одинаковы

Случайные события резко уменьшили размер популяций

Частоты аллелей в группе выживших организмов отличались от исходной популяции (синих осталось больше)

После восстановления численности в дочерней популяции синих аллелей стало гораздо больше, чем желтых

Эффект основателя



ФАКТОРЫ ЭВОЛЮЦИИ

Оказалось, что генофонд популяции обогащается не только за счёт комбинаций и мутаций. Генетическое разнообразие поддерживается и благодаря миграции особей.

7. Миграция – это обмен генами между разными популяциями одного вида в результате свободного скрещивания их особей. Миграция животных обычно происходит в виде сезонных перемещений взрослых особей или расселения молодняка. У растений обмен генами осуществляется при переносе пыльцы, распространении семян и плодов.

Таким образом, под влиянием движущих сил (факторов) эволюции: наследственной изменчивости, популяционных волн, дрейфа генов, миграции и изоляции особей, естественного отбора и борьбы за существование, изменяется генетический состав популяции.

Все они, за исключением естественного отбора действуют **ненаправленно**, и только естественный отбор является **направляющим** фактором эволюции.



СИСТЕМАТИКА. БИНАРНАЯ НОМЕНКЛАТУРА

Систематика – наука о разнообразии живых организмов и их классификации.

Важной частью систематики является **таксономия**, целью которой является разделение организмов на группы таксоны и расположение этих групп в порядке, отражающем их родственные связи и иерархию.

Основными таксонами являются царство, тип (отдел), класс, отряд (порядок), семейство, род и вид. Каждая предыдущая группа в этом списке объединяет несколько предыдущих: так, семейство объединяет несколько родов и, в свою очередь, принадлежит к какому-либо отряду или порядку.

Основоположником современной систематики является шведский учёный **Карл Линней**. В 1735 г. он разработал учение о виде и ввёл понятие «бинарная номенклатура».



Вклад Карла Линнея:

- Ввёл термин «вид».
- Ввёл понятие «бинарная номенклатура».
- Установил иерархию систематических групп.

Бинарная номенклатура, переводится как «двойная» – способ обозначения названия вида организма двумя лат. словами, первое из которых означает родовое название, второе – видовое название.

Например: Слон Африканский. Слон – родовое название, Африканский – видовое название.

Запомни!

Название рода состоит из одного слова, а название вида из двух слов.

СИСТЕМАТИКА

СИСТЕМАТИКА. БИНАРНАЯ НОМЕНКЛАТУРА

Сравним систематические группы растений и животных:

Империя
Клеточные

Надцарство
Эукариоты

Царство
Растения

Подцарство
Высшие

Отдел
Покрытосеменные

Класс
Двудольные

Порядок
Бобоцветные

Семейство
Бобовые

Род
Горох

Вид
Горох Посевной

Империя
Клеточные

Надцарство
Эукариоты

Царство
Животные

Подцарство
Многоклеточные

Тип
Хордовые

Класс
Млекопитающие

Отряд
Хищные

Семейство
Кошачьи

Род
Тигр

Вид
Тигр
Уссурийский

Запоминалки для систематики:

для растений: **О**тдельной **К**лумбой **П**осадили **С**ине-**Р**озовые **В**асильки.
(Отдел, Класс, Порядок, Семейство, Род, Вид).

для животных: **Т**ак **К**руто **О**бнаглела **С**мелая **Р**ыжая **В**орона.
(Тип, Класс, Отряд, Семейство, Род, Вид).

Органический мир на нашей планете представлен огромным разнообразием видов организмов. По каким критериям определяют принадлежность особей к тому или иному виду? Рассмотрим на следующей странице.

ВИД И КРИТЕРИИ ВИДА

ВИД. ПОПУЛЯЦИЯ. КРИТЕРИИ ВИДА.



Вид – совокупность особей, способных к свободному скрещиванию с получением *плодовитого* потомства; имеющие одинаковое число *хромосом*; схожие *морфологически* – по внутреннему и внешнему строению; населяющие определенную территорию – *ареал*; ведущие схожий *образ жизни*; схожие по *физиологическим* процессам и биохимическому составу.

Критерии вида – признаки, отличающие один вид от другого. Различают несколько основных критериев вида.

1. Генетический – одинаковое число, размер и форма хромосом, характерные для данного вида (его кариотип).

Примеры:

- У вида Человек Разумный 46 хромосом
- Кариотип вида Мышь Полевая имеет 24 хромосомы
- Хромосомный набор соматической клетки дрозофилы равен 8

2. Географический – территория (ареал), в пределах которого встречаются особи данного вида.

Примеры:

- Ареал Кенгуру – Австралия
- Ареал обитания бурого медведя – восточная часть Тайги

3. Экологический – особенности местообитания, способа питания, которые образуют экологическую нишу вида.

Примеры:

- Моллюск питается мягкими тканями растений
- Тигр охотится в ночное время
- Окунь обитает в придонной области пресных водоемов
- По способу питания куница – хищник, предпочитающий мелких грызунов

4. Физиологический – схожие физиологические процессы, происходящие у особей одного вида.

Примеры:

- Пищеварение тигра длится 5 часов
- Удаление избытка воды через почки в виде слабоконцентрированной мочи речными рыбами
- Молоком детеныши выкармливаются до полутора месяцев
- В помёте животного от 3 до 10 детёнышей

6. Биохимический – схожие биохимические вещества и процессы, происходящие у особей одного вида.

Примеры:

- Настой из коры дуба содержит сахар, пектин, различные кислоты
- В листьях липы содержится красители, пентозан, дубильные вещества

5. Морфологический – схожее внешнее и внутреннее организмов особей, принадлежащих к одному виду.

Примеры:

- Воробей имеет мелкий клюв
- Раковина виноградной улитки спирально закрученная
- Многолетнее растение с мощным корнем и длинным корневищем

7. Этологический (поведенческий) – особенности поведения особей, присущие только данному виду.

Примеры:

- Вынашивание икры во рту тилапией
- Замирание при опасности у опоссума

ВИД И КРИТЕРИИ ВИДА

Разберём критерии вида на примере Тигра Уссурийского

Экологический

Тигры охотятся в ночное время суток.

Генетический

В кариотипе тигра 38 хромосом.

Морфологический

Тигры имеют крупные размеры тела, достигающие до 2,5 - 3 метров.



Физиологический

Беременность тигрицы длится 100-110 дней.

Биохимический

В слюне тигра содержатся антибактериальные вещества и ферменты.

Географический

Уссурийские тигр населяет Дальний Восток России и Северо-Восточный Китай.



Лайфхак! Как не путать экологический и физиологический критерий?

Экологический – образ жизни особи: характер питания, режим сна и охоты, место обитания.

Физиологический – процессы, происходящие в тканях и органах особей. И это: беременность, количество родившихся детёнышей, выделение молока, слюны и т.д.

Для заметок:

ВИД И КРИТЕРИИ ВИДА

ПОПУЛЯЦИЯ. ВИДООБРАЗОВАНИЕ

В природе особи одного вида распределены неравномерно и образуют более или менее обособленные группировки, между которыми существуют определенные связи. Такие внутривидовые группировки называются **популяциями**.



Популяция – структурная единица вида. Популяция – часть особей вида, длительно населяющая определенную территорию и относительно изолированная от других особей, способная к свободному скрещиванию с получением плодовитого потомства и обладающая собственным генофондом.

Характеристики популяции:

1. Численность.
2. Плотность.
3. Генофонд. *Генофонд* – совокупность генов популяции.
4. Возрастная структура.
5. Половая структура.



Чарльз Дарвин считал, что элементарная единица эволюции – ВИД. Значит все особи вида изменяются одновременно. **Неправильно!**

По синтетической теории эволюции элементарная единица – ПОПУЛЯЦИЯ! Значит генетические изменения происходят на уровне популяции особей. **Правильно!**

ЗАКОН ХАРДИ-ВАЙНБЕРГА

Английский математик Дж. Харди и немецкий врач В. Вайнберг установили, что в идеальных популяциях действует закон генетического равновесия: соотношение частот встречаемости доминантного и рецессивного генов остается неизменным из поколения в поколение.

При этом идеальная популяция имеет следующие признаки:

- Число особей достаточно большое;
- Особи свободно скрещиваются;
- Не происходят мутации;
- Нет миграции из соседних популяций;
- Отсутствует естественный отбор.

Таким образом, частота аллелей в популяции остается **постоянной**, если скрещивание особей случайно, и на популяцию не действуют какие-либо внешние факторы.



Частота генотипов по определённому гену в популяции остается постоянной в ряду поколений и соответствует уравнению $p^2 + 2pq + q^2 = 1$

(при условии наличия только двух аллелей данного гена), где p^2 — частота (доля от единицы) гомозигот по одному аллелю (например, доминантному – AA), q^2 — частота гомозигот по другому аллелю (aa), $2pq$ — частота гетерозигот (Aa), p — доля в популяции доминантного аллеля (A), q — частота рецессивного аллеля (a). При этом $p + q = 1$, или $A + a = 1$.

Запомни!

Популяция – это элементарная единица эволюции.

ВИДООБРАЗОВАНИЕ

Таким образом, закон Харди-Вайнберга позволяет рассчитать частоты аллелей и генотипов в популяции, что является важной ее характеристикой, так как именно популяция рассматривается как единица эволюции.

Однако закон носит вероятностный характер и реализуется только в неограниченно больших, идеальных популяциях. В естественных условиях идеальных популяций не существует. Мутации происходят постоянно, имеют место миграции особей из других популяций и происходит естественный отбор.

При внешней фенотипической однородности популяции существует её генетическая неоднородность (так как многие мутации рецессивны и скрыты у гетерозигот).

ВИДООБРАЗОВАНИЕ. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭВОЛЮЦИИ

Видообразование – это направляемый естественным отбором процесс превращения генетически изолированных популяций в новые виды. Ключевым фактором в видообразовании служит изоляция. В результате изоляции одной популяции между её особями и особями других популяций прекращается обмен генами, который поддерживает генетическую однородность вида. Это приводит к постепенному изменению признаков у особей в изолированной популяции и превращению её в новый вид.

Выделяют две разновидности: *аллопатрическое* и *симпатрическое* видообразование.

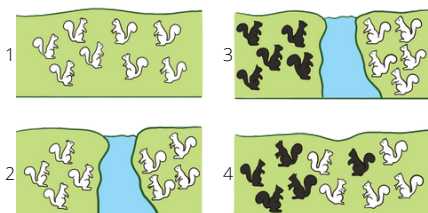
1. Географическое или Аллопатрическое видообразование

происходит за счёт географической изоляции – изменения ареала вида.

- Ареал может разрываться преградой.
- Ареал может расширяться на новые территории из-за миграции особей.

Примеры:

- Изоляция популяций в лесу автодорогой.
- Распад ареала ландыша на изолированные участки в связи с оледенением.
- Формирование лиственницы даурской в результате расширения ареала лиственницы сибирской на восток.



Географическое видообразование

2. Симпатрическое видообразование

Делится на экологическое и внезапное.

Экологическое видообразование

происходит за счёт экологической изоляции и связано с изменением экологической ниши вида.

- Изменяется экологическая ниша вида.
- Изменяются сроки размножения.
- Изменяется режим сна.
- Изменяется характер питания.
- Изменяется место обитания.

Примеры:

- Возникновение особей с разными сроками размножения внутри популяции.
- Обитание двух популяций окуня в прибрежной зоне и на большой глубине озера.
- Образование разных видов синиц на основе пищевой специализации.
- Обитание разных популяций черного дрозда в глухих лесах и вблизи жилья человека.

ВИДООБРАЗОВАНИЕ

Внезапное или мгновенное симпатрическое видообразование

Причинами внезапного видообразования могут быть *полиплоидия* или *межвидовая гибридизация*. В этих случаях сразу возникает репродуктивная изоляция особей и новый вид формируется быстро внутри одной популяции.

Полиплоидия - кратное увеличение числа наборов хромосом в клетках организма, кратное гаплоидному числу хромосом. Пример: виды пшеницы составляют ряд с наборами 14, 28, 42 хромосомы.

Гибридогенное видообразование — скрещивание организмов двух разных видов. Образующееся потомство в большинстве случаев оказывается **бесплодным**. Однако при дальнейшем использовании полиплоидии бесплодие межвидовых гибридов может быть преодолено. Примером служит известный опыт Г.Д. Карпеченко с редечной – капустным гибридом. Смотри подробнее в разделе «Селекция».

В результате географической или экологической изоляции изолированные популяции прекращают обмен генами. У каждой из популяций происходят свои мутации, появляются новые признаки, между особями происходит борьба за существование.

На каждую из них действует естественный отбор, закрепляя признаки, полезные в данных условиях среды, которые затем начинают передаваться из поколения в поколение. Признаки распространяются в популяции. Постепенно отличия между изолированными популяциями накапливаются. Между ними возникает *репродуктивная изоляция*.

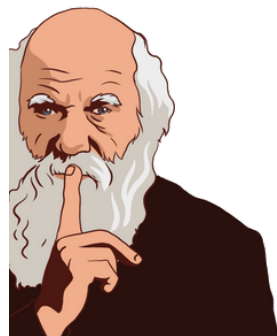
Как мы поймём, что сформировались новые виды? Особи теряют способность к свободному скрещиванию с получением плодотворного потомства.

Этапы видообразования:

1. Пространственная или экологическая изоляция популяций.
2. Появление мутаций в каждой из популяций.
3. Борьба за существование между особями.
4. Давление естественного отбора, сохранение особей с полезными признаками.
5. Передача признака из поколения в поколение и распространение признака в популяции.
6. Накопление отличий между популяциями.
7. Репродуктивная изоляция между особями популяций.
8. Формирование нового вида.


Результаты эволюции:

1. Многообразие видов.
2. Приспособленность организмов к условиям внешней среды.
3. Высокий уровень организации организмов (сложность строения).



ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

Методы изучения или доказательства эволюции

 **Доказательства эволюции** – научные данные, подтверждающие происхождение всех живых существ на Земле от общего предка и обосновывающие течение эволюции. К ним относятся:

Палеонтологические
доказательства

Эмбриологические
доказательства

Сравнительно-анатомические
доказательства

Биогеографические
доказательства

Палеонтологические доказательства

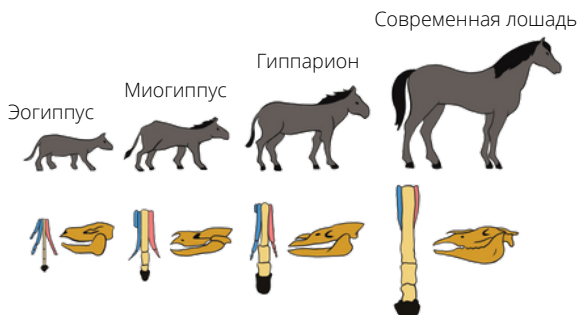
Палеонтология занимается изучением ископаемых остатков вымерших организмов, восстановлением их облика, выявлением сходств и различий древних и современных видов. Сопоставление палеонтологических находок дает возможность проследить эволюцию органического мира во времени, установить связи вымерших форм с ныне существующими.

1. Переходные формы – организмы, сочетающие в себе признаки древних групп организмов и новых, более прогрессивных форм организмов.

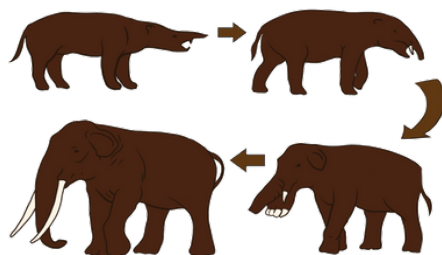
Примеры: археоптерикс, стегоцефал, зверозубые ящеры, кистеперые рыбы, семенные папоротники, вольвокс, ихтиостега, риниофиты.

2. Филогенетический ряд – ряд сменяющих друг друга стадий развития групп организмов в процессе эволюции.

Примеры: филогенетические ряды развития лошади (открыл В. О. Ковалевский), ряды развития слона, носорога, бегемота, китообразных.



Филогенетический ряд лошади



Филогенетический ряд слона

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

Изменения, произошедшие в ряду лошади:

1. Размеры тела увеличились.
2. Длина конечности увеличилась.
3. Количество пальцев сократилось, конечности стали однопальными.
4. Сформировалось копыто.

3. Ископаемые остатки организмов

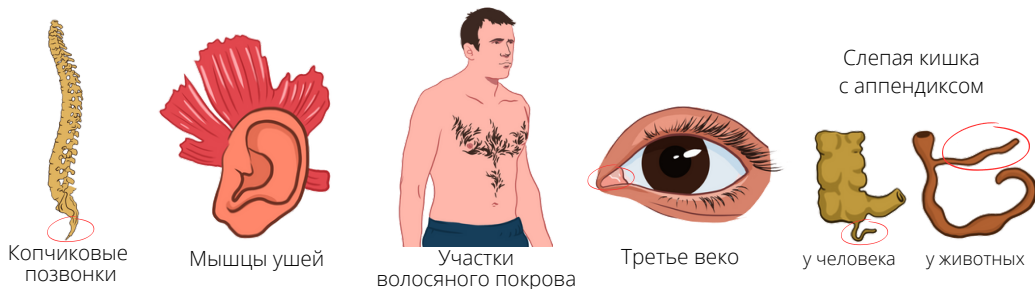
Сравнительно - анатомические доказательства



Сравнительная анатомия или морфология – наука, изучающая общие закономерности строения и развития органов и систем органов при помощи их сравнения у разных систематических групп.

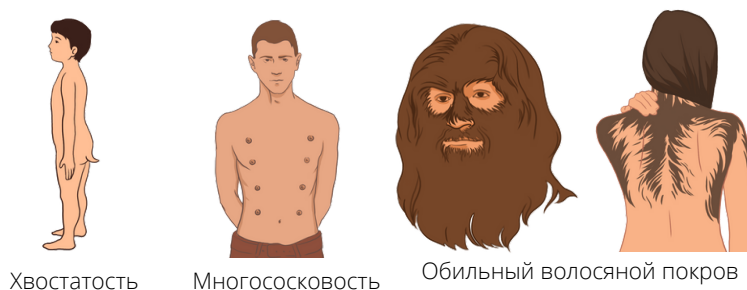
1. Рудименты – органы, утратившие своё основное значение в процессе эволюционного развития организма.

Примеры: аппендикс, копчик, зубы мудрости, третье веко, задняя ушная мышца.



2. Атавизмы – проявление у отдельных особей того или иного вида признака, свойственного отдаленным предкам, но утраченного этим видом в ходе эволюции,.

Примеры: наличие хвоста, многососковость, обильный волосяной покров.



3. Аналогичные органы – органы, не имеющие общего происхождения и единого плана строения, развивающиеся из разных зародышевых зачатков, но выполняющие схожие функции у разных систематических групп организмов.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

Примеры аналогичных органов:

- Крыло бабочки и крыло птицы
- Колючки боярышника и колючки барбариса
- Усики гороха и усики винограда
- Глаза осьминога и собаки
- Усы рыбы сома и усики жука
- Плавник кита и плавник рака
- Роющие конечности крота и медведки
- Колючки барбариса и колючки ежевики
- Глаз зайца и глаз пчелы
- Крыло летучей мыши и бабочки



Крыло бабочки и крыло птицы



Роющие лапы крота и медведки



4. Гомологичные органы – органы, имеющие общее происхождение и сходный план строения, развивающиеся из одинаковых зародышевых зачатков, и выполняющие как сходные, так и разные функции у разных систематических групп организмов.

Примеры:

- Ловчие листья росянки и колючки барбариса
- Почечные чешуи и усики гороха
- Строение зубов тигра и бобра
- Конечности дельфина и лошади
- Крылья стрекозы и пчелы
- Ходильные конечности раков и ложноножки гусениц
- Чешуя ящерицы и перо птицы
- Когти кошки и ногти обезьяны
- Ласты кита и роющие конечности крота
- Нос обезьяны и хобот слона
- Предплечье лягушки и курицы
- Волосы человека и шерсть собаки

- Косточки среднего уха хордовых животных
- Клубень, луковица, корневище растений
- Колючки кактуса и листья капусты
- Передние конечности летучей мыши и лягушки
- Крыло бабочки и крыло стрекозы
- Ласты кита и рука человека
- Косточки среднего уха
- Конечности крокодила и летучей мыши
- Прицветники и плодолистики цветковых растений
- Грызущий и колюще-сосущий ротовой аппарат у насекомых
- Листья и прицветники бугенвиллии
- Плодолистик и мегаспорофилл растения
- Листья и тычинки цветка
- Надземные столоны у земляники и живучки ползучей



Человек



Лягушка



Летучая мышь



Дельфин



Лошадь



Конечности насекомых

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ



Запомни! Как отличить Гомологичные и Аналогичные органы?

Во-первых, конечно общее или разное происхождение, и функция разная – схожая. *НО!* Это не всегда вспомнишь, поэтому:

В **гомологичных** часто сравниваются органы позвоночных между собой (конечность лягушки – конечность птицы, конечность лошади – конечность кита и т.д.) и органы беспозвоночных между собой (конечность жука – конечность рака), так как они имеют общее происхождение.

А в **аналогичных** органах наоборот дают противопоставление беспозвоночный – позвоночный (конечность кита – конечность рака, конечность крота – конечность медведки, крыло птицы – крыло насекомого), так как эти организмы не имеют общего происхождения.

В **аналогичных** приводят в пример схожие органы по функциям – усики гороха и усики винограда, колючки боярышника и колючки барбариса. Схожи функции и внешний вид, но происхождение то разное. А в **гомологичных** приводят в пример отличающиеся по функциям органы – копыто лошади и плавник кита, крыло птицы и лапа лягушки. Различны функции и внешний вид, но происхождение-то общее.

Эмбриологические доказательства

Эмбриология – наука, изучающая закономерности развития зародыша и этапы его развития, закладку у него различных органов и тканей.

1. Биогенетический закон Геккеля – Мюллера.

Каждое живое существо в своём индивидуальном развитии (*онтогенезе*) повторяет формы, пройденные его предками или его видом (*филогенез*).

2. Закон зародышевого сходства Карла Бэра.

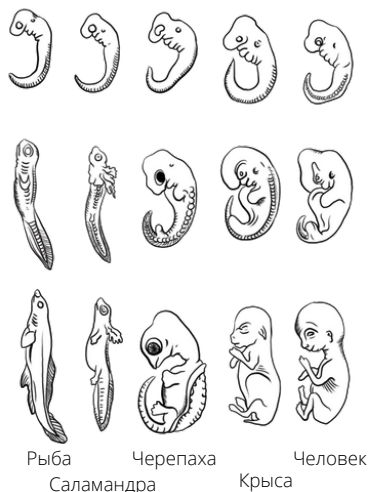
Эмбрионы всех позвоночных организмов на начальных стадиях развития *сходны* между собой.

3. Развитие организма из **зиготы**.

Новый живой организм развивается из оплодотворенной сперматозоидом яйцеклетки, которая называется *зигота*.

4. Сходство процессов **гаметогенеза**.

Стадии и механизмы *гаметогенеза* у разных организмов схожи между собой.



Биогеографические доказательства

Биогеография – наука, изучающая закономерности возникновения и расселения живых существ на Земле.

Сопоставляя и сравнивая флору и фауну современных континентов, ученые восстанавливают ход эволюционного процесса.



ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

Согласно теории дрейфа континентов когда-то вся суша Земли представляла собой единый суперматерик Пангею, который впоследствии разделился на два материка: Северный – Лавразию и Южный – Гондвану. В результате раскола и дрейфа литосферных плит из Северного материка сформировались Северная Америка и Евразия, а из Южного – Австралия, Африка, Южная Америка, Антарктида.

Это и обусловило различие флоры и фауны континентов.

К этой группе доказательств относятся:

1. Флора и Фауна материков.
2. Флора и Фауна островов.
3. Виды – эндемики.

Виды эндемики – виды животных и растений, представители которых обитают на относительно ограниченном ареале, представлены небольшой географической областью.

Например: кенгуру встречается только в Австралии, севанская форель только в озере Севан в Армении

О животном и растительном мире прошлых эпох также свидетельствуют виды – **реликты** или «живые ископаемые» – отдельные виды ныне живущих организмов, имеющие примитивные признаки и сохранившиеся от вымерших групп.

Например: ящерица гаттерия, кистеперая рыба латимерия.

Давайте подытожим всё сказанное ранее в этой главе.

Эволюционный процесс состоит из микроэволюции и макроэволюции.

Микроэволюция протекает на **популяционно – видовом уровне**: от возникновения наследственных изменений у единичных особей, до формирования приспособлений и появления новых видов.

Элементарным эволюционным материалом является **наследственная изменчивость**.

Элементарная единица эволюции это популяция. Движущими силами эволюции являются мутации и комбинации, естественный отбор, борьба за существование, изоляция, миграции, популяционные волны и дрейф генов.

Направляющий фактор эволюции – **естественный отбор**, который проявляется через борьбу за существование. *Выделяют три формы отбора:* стабилизирующий, движущий и разрывающий.

Результатом эволюции является формирование у особей приспособленности (адаптации) к условиям среды. Выработка приспособленности ведёт к различиям в признаках организмов и формированию новых видов. Ключевым фактором видообразования является **изоляция**. В зависимости от природы изолирующего механизма различают аллопатрическое и симпатрическое видообразование.

А теперь поговорим про макроэволюцию.

МАКРО И МИКРОЭВОЛЮЦИЯ

Макроэволюция – процесс формирования крупных систематических групп: родов, семейств, отрядов (порядков), классов, типов (отделов), царств.

Макроэволюция не имеет особых механизмов, она происходит на основе микроэволюции.

Микроэволюция	Макроэволюция
Мелкие эволюционные изменения	Крупные эволюционные изменения
Ведет к появлению мелких таксонов (популяций, подвидов)	Ведет к появлению крупных таксонов (родов, семейств, отрядов, классов, царств)
Осуществляется за счёт идиоадаптаций	Осуществляется за счёт ароморфозов и общей дегенерации
Происходит в более короткие временные сроки	Происходит в долгие временные сроки
Исторически проследить можем	Исторически проследить <i>не</i> можем

Особенностью эволюции является её **прогрессивная направленность** – развитие организмов от низших форм к высшим. Однако в процессе эволюции происходит не только усложнение, но и упрощение или исчезновение некоторых органов или даже систем органов. Например, паразитические черви, которые утратили в процессе эволюции ряд органов, также хорошо приспособлены к среде обитания, как и свободноживущие формы.

Большой вклад в исследование макроэволюции внёс ученый А. Н. Северцов. Он сформулировал понятия биологического прогресса и регресса, установил основные направления и пути.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И РЕГРЕСС

Биологический прогресс — эволюционный успех в развитии систематической группы, который приводит к:

- Увеличению рождаемости особей вида;
- Расширению территории его распространения;
- Видообразованию на его основе;
- Повышению приспособленности особей.

В результате вид процветает.

Биологический регресс — эволюционный упадок в развитии систематической группы, который приводит к:

- Сокращению ареала вида;
- Уменьшению численности особей из-за неприспособленности к среде обитания;
- Снижению числа популяций, вымиранию вида.

Причиной исчезновения видов является отставание темпов эволюции группы от скорости изменений условий среды.

Виды исчезают, не сумев приспособиться к условиям окружающей среды.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И РЕГРЕСС

Признаки биологического прогресса:

1. Численность особей увеличивается.
2. Ареал расширяется.
3. Приспособленность особей увеличивается.
4. Многообразие признаков.
5. Число популяций увеличивается.
6. Процветание вида.


Примеры: мышь полевая, воробей домовый, голубь сизый, одуванчик обыкновенный.

Признаки биологического регресса:

1. Численность особей уменьшается.
2. Ареал сужается.
3. Приспособленность особей уменьшается.
4. Многообразие признаков снижается.
5. Число популяций уменьшается.
6. Вымирание вида.

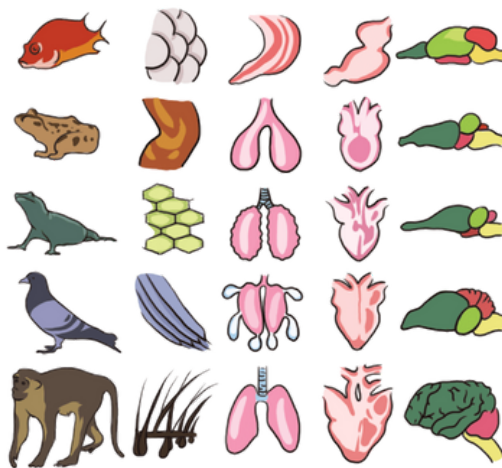
Примеры: бизон, лошадь Пржевальского, латимерия, гаттерия, гинкго, уссурийский тигр, страус Эму, снежный барс.

ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

 Ученые А.Н. Северцов и И.И. Шмальгаузен установили, что биологический прогресс в эволюции может достигаться следующими путями: ароморфозом, идиоадаптацией и общей дегенерацией. Рассмотрим каждый из них подробнее.

1. Ароморфоз или арогенез –

крупные эволюционные изменения, происходящие в строении организмов, сопровождающиеся повышением их уровня организации. Помогает организму освоить новую, более сложную среду обитания и ведёт к появлению крупных таксонов: семейств, отрядов, классов, царств.



Ароморфозы в строении хордовых животных

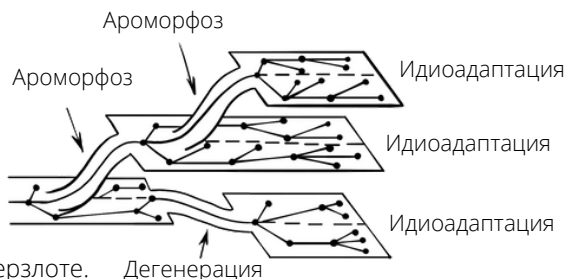
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И РЕГРЕСС

2. Идиоадаптация или аллогенез или приспособление –

мелкое эволюционное изменение, частное приспособление организмов к условиям обитания. Происходит без изменения уровня организации и ведет к появлению мелких таксонов, таких как подвид, вид, род.

Примеры:

- Редукция зрения у крота.
- Атрофия конечностей у гадюки.
- Роющие лапы крота.
- Мимикрия у насекомых.
- Выживаемость бактерий в вечной мерзлоте.
- Появление рогов у коров.
- Приспособленность растений к опылению ветром.
- Развитие плотной кутикулы на листьях растений, обитающих в пустыне.
- Длинный клюв у птиц болот.
- Появление перепонки между пальцами у водоплавающих птиц.
- Развитие маскирующей окраски у тигров.
- Обтекаемая форма тела у китов.
- Длинный корень у верблюжьей колючки.



ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Приспособления (идеоадаптации) бывают морфологические, физиологические, биохимические и этологические. Рассмотрим подробнее морфологические приспособления. К ним относят различные типы защитной окраски и формы тела, встречающиеся у разных организмов.

- **Покровительственная окраска** – окраска, которая помогает слиться со средой и стать незаметным.
Пример: белый цвет меха у зайца – беляка, зеленый окрас кузнечика.
- **Предупреждающая окраска**, окраска, сигнализирующая другим организмам «не трогай меня, я опасен». Предупреждает о ядовитости или несъедобности организма.
Пример: божья коровка, оса, лягушка – древолаз.
- **Маскировка** – способ защиты посредством не только окраски, но и формы тела. Различают два типа маскировки. Первый заключается в том, что организм по своему внешнему виду напоминает какой-либо неподвижный объект – ветку, камень и т.д.
Пример: маскировка палочника или богомола.
Второй тип маскировки – **мимикрия**, основан на подражательном сходстве незащищенных организмов защищенным.
Пример: муха-журчалка, внешне похожая на пчелу.
- **Расчленяющая окраска** – окраска, когда на теле имеются яркие пятна или полосы, врагу становится сложно определить границы тела потенциальной жертвы. Пример: окраска зебры.

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И РЕГРЕСС

- **Отпугивающая или угрожающая окраска** – окраска, которая проявляется только в момент опасности и дезориентирует врага.

Пример: кобра, бабочка - махаон.

Относительный характер приспособленности организмов к окружающим условиям заключается в том, что признак, сформировавшийся в определённых условиях обитания, будет полезен только в тех условиях, в которых он сформировался. При изменении окружающих условий ранее полезный признак может стать бесполезным или даже вредным.



Мимикрия у насекомого



Покровительственная окраска



Редукция зрения у крота



Разные формы клюва у птиц



Предупреждающая окраска

Для заметок:

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И РЕГРЕСС

Список ароморфозов животных:

- Появление многоклеточности
- Появление полового размножения
- Появление третьего слоя в теле у плоских червей - мезодермы
- Появление выделительной системы у плоских червей
- Появление первичной полости тела у круглых червей
- Появление анального отверстия и сквозной пищеварительной системы у круглых червей
- Появление вторичной полости целома у кольчатых червей
- Появление кровеносной системы у кольчатых червей
- Появление членистых конечностей у членистоногих
- Появление отделов тела у членистоногих
- Появление хорды у ланцетника
- Появление двухкамерного сердца у рыб
- Появление легких и легочного дыхания у земноводных
- Появление трехкамерного сердца и второго круга кровообращения у земноводных
- Появление пятипалых конечностей у земноводных
- Появление среднего уха у земноводных
- Появление рогового покрова у пресмыкающихся
- Появление внутреннего оплодотворения у пресмыкающихся
- Появление оболочек яиц у пресмыкающихся
- Появление трехкамерного сердца с неполной перегородкой у пресмыкающихся
- Появление перьев и крыльев у птиц
- Появление четырехкамерного сердца у птиц
- Появление теплокровности
- Появление четырехкамерного сердца у млекопитающих
- Появление волосяного покрова у млекопитающих
- Появление альвеолярных легких у млекопитающих
- Появление живорождения у млекопитающих
- Появление коры головного мозга у млекопитающих
- Появление наружного уха у млекопитающих
- Появление молочных, потовых, сальных желез у млекопитающих
- Выкармливание детенышей молоком и забота о потомстве у млекопитающих

Список ароморфозов растений:

- Появление фотосинтеза
- Появление многоклеточности
- Появление полового процесса
- Появление вегетативных органов - стебля, листьев, корней
- Появление механических, покровных, проводящих тканей
- Преобладание спорофита над гаметофитом
- Появление семени
- Появление защиты семян внутри завязи цветка
- Появление пыльцевой трубки
- Появление независимого от воды оплодотворения
- Появление генеративных органов - цветка и плода
- Появление триплоидного эндосперма
- Появление двойного оплодотворения

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОГРЕСС И РЕГРЕСС

ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

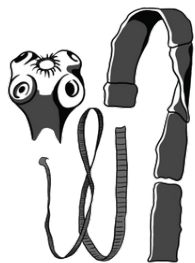


Общая дегенерация или катагенез – упрощение организации и образа жизни организмов, сопровождающееся утратой ряда органов или систем органов.

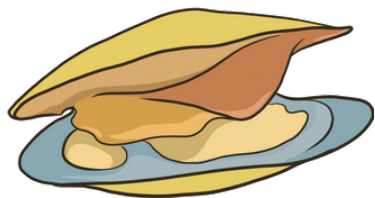
Вызвана переходом организмов к сидячему или паразитическому образу жизни.

Примеры:

- Утрата пищеварительной системы у цепней - 1.
- Атрофия органов чувств у червей паразитов - 1.
- Отсутствие головы у двусторчатых моллюсков - 2.
- Отсутствие листьев и настоящих корней у повилики - 3.
- Отсутствие хлорофилла у растения петров крест.
- Редукция нервной системы асцидий до одного узелка - 4.



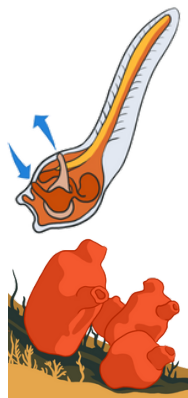
1



2



3



4

Лайфхак! Почему атрофия конечностей у гадюки и редукция зрения у крота это идиоадаптация?

Атрофия конечностей у гадюки и редукция зрения у крота – это идиоадаптация, а не общая дегенерация. Потому что организмы не перешли к сидячему или паразитическому образу жизни, а атрофия с редукцией - это идиоадаптации, которые помогли им приспособиться к условиям среды и передвигаться быстрее.



Запомни!

При ароморфозе – уровень организации становится *выше*;

При идиоадаптации – уровень организации *не изменяется*;

При общей дегенерации – уровень организации становится *ниже*.

ФОРМЫ ЭВОЛЮЦИИ

ФОРМЫ ЭВОЛЮЦИИ

Выделяют следующие формы направленной эволюции: дивергенция, конвергенция, параллелизм.

1. Дивергенция – форма эволюции, в результате которой происходит **расхождение признаков** в процессе эволюции у родственных групп организмов в связи с приспособлением к разным условиям. То есть особи становятся друг на друга *не похожи*, приобретая новые признаки.

Примеры:

- Различия в форме черепа у млекопитающих.
- Разнообразие пород голубей.
- Различные формы клюва у птиц.
- Различия в строении конечностей хордовых животных.
- Появление разных ротовых аппаратов и конечностей у насекомых.



2. Конвергенция – форма эволюции, в результате которой происходит **схождение признаков** в процессе эволюции у неродственных групп организмов в связи с приспособлением к схожим условиям среды. То есть особи становятся друг на друга *похожи*.

Примеры:

- Сходство функций крыла бабочки и летучей мыши.
- Обтекаемая форма тела дельфина и акулы.
- Сходство в форме и функциях конечностей крота и медведки.



3. Параллелизм – форма эволюции, при которой происходит **независимое развитие сходных признаков** у родственных групп организмов в схожих условиях среды. Параллелизм чем-то напоминает конвергенцию, но в этом случае сходные признаки возникают у генетически близких организмов.

Примеры:

- Развитие приспособлений к водному образу жизни у представителей семейств Ушастых тюленей, Моржей и Настоящих тюленей: обтекаемой формы тела, конечностей, видоизмененных в ласты, подкожной жировой клетчатки.



Как отличить Дивергенцию от Конвергенции?

При дивергенции признаки становятся непохожими друг на друга, *расходятся*. При конвергенции признаки наоборот становятся похожими друг на друга, *сходятся*.

Козволюция – совместная эволюция двух или более взаимодействующих между собой видов. Например, растения, поедаемые насекомыми, в процессе козволюции вырабатывают яды – алкалоиды, которые делают их несъедобными, ядовитыми для растительноядных животных. А у последних, в свою очередь, постепенно появляется невосприимчивость к алкалоидам. И так продолжается дальше.



ΑΝΤΡΟΠΟΓΕΝΕΣ

АНТРОПОГЕНЕЗ

Антропология - наука, изучающая происхождение и историческое развитие человека.

Антропогенез - процесс происхождения и эволюционного становления человека как вида, развитие его трудовой деятельности, речи и формирования человеческого общества. В антропогенезе определяют место человека в системе животного мира, реконструируют исторический путь, по которому шло развитие высших приматов, выделяют стадии эволюции человека, а также влияние условий и причин происхождения человека современного типа.

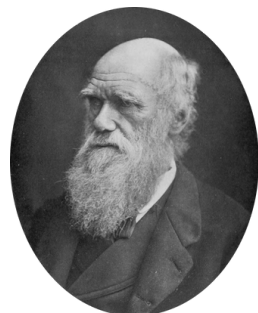
СИМИАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА

Теория происхождения человека была разработана **Чарльзом Дарвином** на основе результатов многолетних исследований и наблюдений. Работа Дарвина «Происхождение человека и половой отбор» вышла спустя 12 лет после «Происхождения видов». В своих знаменитых трудах, написанных в 1871-1872, ученый утверждает, что человек – является частью природы. И соответственно появление на Земле людей – это не исключение из основных правил эволюции органического мира. Поэтому на человека также распространяются основные положения эволюционной теории.

Дарвин пытался обосновать положение о том, что между человеком и современными обезьянами существовало некое связующее звено — общий предок, от которого они ведут своё происхождение. Чарльз Дарвин утверждал, что люди и обезьяны имеют общего предка, а конкретно в книге «Происхождение человека и половой отбор» он написал: «Обезьяны затем разветвились на два больших ствола, обезьян Нового и Старого света, а от последнего, в отдаленном промежутке времени, вышел Человек, чудо и слава Вселенной».

На основании сравнительно - анатомических, эмбриологических доказательств, указывающих на огромное сходство человека и человекообразных обезьян, Дарвин обосновал идею их родства, а следовательно, и общности их происхождения от древнего исходного предка. Так родилась **симиальная или обезьянья теория антропогенеза**.

Прямым доказательством родства человека и обезьян стали **останки ископаемых существ** — как общих предков человека и человекообразных обезьян, так и промежуточных форм между обезьяньим предком и современным человеком.



Чарльз Дарвин

АНТРОПОГЕНЕЗ

СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА

Систематическая принадлежность к царству Животные обусловлена рядом признаков. Наличие на определенной стадии эмбрионального развития у зародыша хорды, нервной трубки, жаберных щелей и полости глотки определяет его принадлежность к типу Хордовые. Развитие позвоночного столба, черепной коробки дают основание отнести человека к подтипу Позвоночные. Теплокровность, наличие молочных

желез и волос на теле говорят о принадлежности к классу Млекопитающие. Развитие плода и его питание через плаценту – к подклассу Плацентарные.

Человек является представителем отряда Приматы: имеет конечности хватательного типа, на пальцах развиты ногти, имеется крупный головной мозг. Как и у высших приматов, у человека встречаются четыре группы крови, резус - фактор, одна пара молочных желез, характерны низкая плодовитость и долгий период взросления.

Человек относится к семейству Гоминиды, роду Человек, который представлен одним единственным видом Человек разумный.

Сходство человека с животными

Сравнительно – анатомические свидетельства

Человек сходен с человекообразными обезьянами общим планом строения тела, а также целым набором морфологических черт. Прежде всего к ним относят многочисленные рудименты, имеющиеся у всех людей, а также атавизмы, которые изредка встречаются у отдельных представителей.

Всего у человека насчитывают свыше 90 рудиментов, вот некоторые из них: зубы мудрости, волосяной покров на теле, копчиковые позвонки, третье веко, задние ушные мышцы. Атавизмы – это случаи возврата к признакам предков, они происходят гораздо реже. Примерами атавизмов являются: густой волосяной покров, наличие хвостатости и многососковость.

Также у человека, как и у высших человекообразных обезьян, развиты ногти, и происходит полная смена молочных зубов.

Эмбриологические свидетельства

О родстве человека с другими позвоночными свидетельствуют и процессы эмбрионального развития. В эмбриогенезе человек проходит все стадии, характерные для позвоночных: дробление, бластула, гастрюла и т.д. У зародыша человека закладываются хорда, нервная трубка, жаберные щели и т.д. Это наглядно иллюстрирует биогенетический закон Геккеля – Мюллера и закон зародышевого сходства Бэра.

Царство: Животные

Тип: Хордовые

Подтип: Позвоночные

Класс: Млекопитающие

Отряд: Приматы

Семейство: Гоминиды

Род: Человек

Вид: Человек Разумный

АНТРОПОГЕНЕЗ

Генетические свидетельства

Диплоидный набор у высших человекообразных обезьян 48, а у человека диплоидный набор равен 46 хромосомам.

Отличия человека и животных

Прямохождение – характерная особенность человека, в связи с которой у него развился целый комплекс различных признаков. Давайте рассмотрим каждый из них.

1. Верхние конечности человека утратили функцию опоры при передвижении и превратились в руки. Противопоставление большого пальца кисти остальным пальцам способствовало развитию её подвижности и способности к разным точным движениям: письмо, игра на музыкальных инструментах и т.п. Рука превратилась в *орган труда*.
2. Позвоночник человека принял *S-образную форму*, а нижние конечности стали значительно крупнее верхних и приобрели сводчатую стопу, что способствовало амортизации при хождении.
3. Для поддержания органов брюшной полости в поясе нижних конечностей *тазовые кости стали широкими*.
4. Уплотнение грудной клетки в передне – заднем направлении.

Строение черепа

У человека по сравнению с человекообразными обезьянами *челюстные кости имеют меньший размер*. Верхняя челюсть не выступает вперёд, а на нижней челюсти развился *подбородочный выступ*.

У человека мозговой отдел черепа преобладает над лицевым, а также отсутствует надбровный костный валик.

Головной мозг и работа нервной системы

У человека гораздо мощнее развиты большие полушария; а мозг имеет массу 1350 – 1500 г, тогда как у гориллы и шимпанзе он всего лишь около 500 г. Поверхность больших полушарий имеет площадь около 1200 см², а у шимпанзе – 400 см².

Высшая нервная деятельность человека характеризуется наличием не только первой сигнальной системы, *но и второй сигнальной системы*, которая отражает способность человека воспринимать видимую и слышимую речь, состоящую из слов.

АНТРОПОГЕНЕЗ

ОТЛИЧИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЧЕЛОВЕКООБРАЗНЫХ ОБЕЗЬЯН

Признак (орган)	Человек	Человекообразные обезьяны
1. Образ жизни	Семьи	Стада
2. Положение при ходьбе	Вертикальное	Передвижение на 4-х конечностях
3. ВНД	Рефлексы, инстинкты, память, абстрактное мышление, речь	Рефлексы, инстинкты, память, элементарное мышление
4. Скелет череп	Мозговое отдел больше лицевого	Лицевой отдел больше мозгового
надбровные дуги	Отсутствуют	Есть
верхняя челюсть	Не выступает вперед	Выступающая
позвоночник	S - образный (с изгибами)	Без изгибов
таз	Широкий	Узкий
кисть рук	Большой палец противопоставлен остальным	Большой палец не противопоставлен остальным
нижние конечности	Значительно крупнее верхних	Конечности примерно одинаковые по размеру
стопа	Имеется свод	Свод отсутствует
5. Мозг	1500 гр.	500 гр.

Движущие силы антропогенеза

Антропогенез был вызван теми же движущими силами, которые обеспечили эволюцию органического мира.

Главными из них считают наследственную изменчивость и естественный отбор. Их принято называть **биологическими факторами антропогенеза**.

Поскольку человек является не только биологическим, но и социальным существом, его эволюции способствовали и специальные факторы – **социальные**.

К ним относят общение, орудийная деятельность, групповое сотрудничество и появление у наших предков постоянных жилищ.

ЭТАПЫ АНТРОПОГЕНЕЗА

ФАКТОРЫ АНТРОПОГЕНЕЗА

БИОЛОГИЧЕСКИЕ

Факторы эволюции, влияющие на все живые организмы. Участвуют в формировании человека как биологического вида:

- Наследственная изменчивость
- Естественный отбор
- Борьба за существование
- Изоляция
- Дрейф генов
- Популяционные волны

СОЦИАЛЬНЫЕ

Факторы эволюции, которые участвуют в формировании человека как общественного существа:

- Общественный образ жизни
- Культура
- Язык, общение
- Орудийная деятельность

ЭТАПЫ АНТРОПОГЕНЕЗА

Дриопитек 25 млн лет назад

Австралопитек (протоантроп) 5,5 млн назад

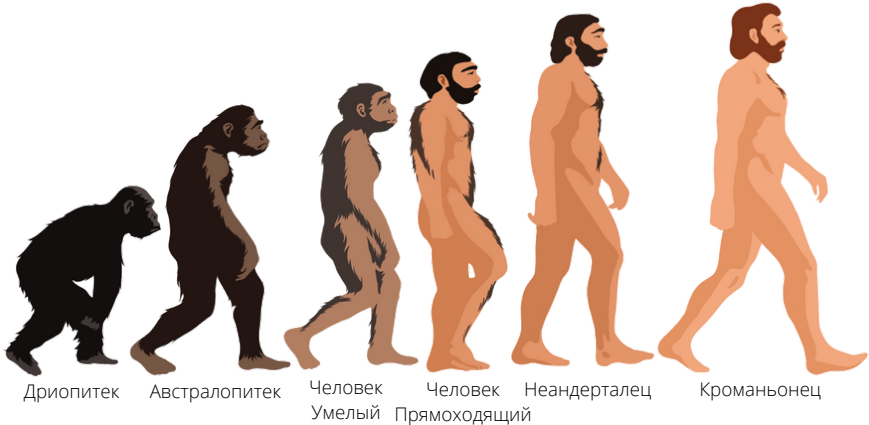
Человек умелый (Homo habilis) 2,5 млн. лет назад

Человек прямоходящий (Homo erectus, архантроп) 2-0,5 млн лет назад

Неандерталец (палеоантроп) около 300 тыс. лет назад

Кроманьонец (неоантроп) 40 – 30 тыс. лет назад

Человек разумный (Homo sapiens) настоящее время



Для заметок:

ЭТАПЫ АНТРОПОГЕНЕЗА

ОПИСАНИЕ ЭТАПОВ

Ближайшими общими предками человека и человекообразных обезьян были **дриопитеки**. Они обитали 30 – 25 млн лет назад на территории Восточной, Западной Африки и Южной Азии.

Дриопитеков считают родоначальниками эволюционного древа приматов, от которого берут начало ветви, ведущие к человекообразным обезьянам и человеку.



Дриопитек

Дриопитеки обитали на границе леса и саванны, где и могло произойти их разделение на понгид и гоминид. Первые продолжили жить на деревьях, вторые перешли к прямохождению. Древесный образ жизни дриопитеков способствовал совершенствованию и координации сложных движений, характерных для обезьян, обитающих на деревьях. А хорошо развитая хватательная функция передних конечностей позволила манипулировать предметами и предопределила развитие руки. Из семейства Гоминиды выделилась эволюционная ветвь, которая дала начало группе **австралопитеков**.

Австралопитеки или протоантропы — высокоразвитые двуногие приматы, использовавшие предметы естественного происхождения в качестве орудий.

Костные остатки австралопитеков впервые обнаружены в 1924 г. в **Южной Африке**. Они были ростом с шимпанзе и массой около 50 кг, объем мозга достигал **500 см³**. Они жили около 5,5 млн лет назад в открытых степях и питались растительной и животной пищей. Орудиями их труда были камни, кости, палки, челюсти без следов искусственной обработки.



Австралопитек

Австралопитеки дали начало более прогрессивной форме, получившей название **Человек Умелый**. Костные остатки его были обнаружены в 1959 г. в Танзании (Восточная Африка). Возраст находки составил **1,75 млн лет**. Объем головного мозга Человека умелого достигал **650 - 680 см³**, а рост был 120 - 130 см.

Хотя в нем сочетались признаки, как обезьян, так и человека, переход этого существа к изготовлению **галечных орудий** (хорошо выделанных каменных) свидетельствует о **появлении** у него **трудовой деятельности**. Жили представители этого вида гоминид в пещерах, занимались собирательством семян и плодов, но наряду с этим охотились на мелких животных. Изучение тазовых и бедренных костей свидетельствует о его прямохождении.



Человек Умелый

ЭТАПЫ АНТРОПОГЕНЕЗА

К стадии **Архантропа** относят многочисленные находки ископаемых древнейших людей, которых ученые объединяют видовым названием **Человек прямоходящий**.

Первый представитель архантропов это **питекантроп** или **японский человек**, его кости обнаружены на о. Ява (Индонезия) в 1892 г. В 1907 г. недалеко от г. Гейдельберга (Германия) были найдены остатки **гейдельбергского человека**. Несколько позже существовал **синантроп** или **китайский человек**. Многочисленные его остатки были найдены в 1927 г. в пещере близ Пекина.



Человек
прямоходящий

Человек прямоходящий существовал около 1,9 - 0,5 млн лет назад на территории Европы, Азии и Африки. Объем головного мозга у них достигал **800 – 1200 см³**, а рост был около 150 – 170 см. Они могли подолгу и без напряжения ходить прямо, используя руки только для орудийной деятельности. Архантропы охотились на различных животных, включая крупных, такие как слоны и носороги.

Они умели **добывать огонь**. Также у архантропов значительно улучшилась техника изготовления орудий, появились рубила и скрёбла.

Палеоантропы, неандертальцы или древние люди появились на смену архантропам. Ископаемые остатки которого обнаружили в 1856 г. в долине Неандерталь под Дюссельдорфом (Германия). Сравнительный анализ ДНК современных людей и неандертальцев показал, что неандертальцы это отдельная тупиковая ветвь эволюции гоминид.



Неандерталец

Объем их мозга достигал **1200 - 1400 см³**, а рост был 150 – 160 см. Череп имел мощный надглазничный валик, лоб был низким, а лицо широким и скуластым. Особенности строения нижней челюсти показывают, что у них была речь.

Неандертальцы жили в пещерах, где устраивали убежища из ветвей, шкур убитых на охоте зверей. Охотились они группами, в основном на крупных животных - мамонтов, хищных млекопитающих. Неандертальцы изготавливали разнообразные каменные орудия: ручные рубила, скребла, наконечники. Они внезапно исчезли около **40 – 30 тыс. лет назад**.

ЭТАПЫ АНТРОПОГЕНЕЗА

Неандертальцев сменили люди современного типа — **кроманьонцы** или **неоантропы**, они появились около 40-35 тыс. лет назад и по физическому строению практически не отличались от современных людей.

Ископаемые остатки впервые были найдены в 1868 г. во Франции, в пещере под названием Кро-Маньон, отсюда они и получили своё название *кроманьонцы*.

Объем головного мозга достигал 1400 – 1600 см³. Они имели высокий лоб, на их черепе не было надглазничного валика. На нижней челюсти имелся характерный подбородочный выступ, указывающий на их способность к членораздельной речи.



Кроманьонец

Жили неоантропы в пещерах, гротах или в жилищах, которые строили из стволов деревьев, костей и шкур убитых на охоте животных. Орудия стали разнообразными и совершенными, появились ножи, копья, наконечники, сделанные из камня, рога и кости.

Считается, что именно кроманьонцы истребили значительную часть крупных млекопитающих, таких как мамонты, шерстистые носороги и т.д. Они приручили первых домашних животных и начали осваивать земледелие, что позволило избавиться от голода и добывать разнообразную пищу.

Биологические факторы антропогенеза уступают место социальным. Из первобытного стада формируется первобытное человеческое общество. Биологическая эволюция человека как вида замедляется и сменяется социальной эволюцией.

Все представители современного человека подразделяются на расы.



Человеческие расы — это исторически сложившиеся группы людей, объединенные общностью происхождения и сходством внешних признаков.

Вид **Человек разумный (Homo sapiens)** в настоящее время разделен на три расы: *европеоидная, монголоидная и негроидная*.

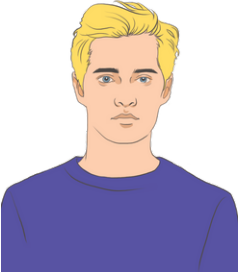
Расы появились в результате расселения и географической изоляции популяций неоантропов, живших в разных природно-климатических условиях. С формированием социальных взаимоотношений и ослаблением действия биологических факторов темпы эволюции человека как вида **резко снизились** и ни одна из рас **не достигла видового обособления**.

Различия между расами заключаются в морфологических особенностях:

РАСЫ ЧЕЛОВЕКА

Европеоиды имеют

- Узкое лицо
- Узкий выступающий нос
- Тонкие губы
- Мягкие волосы
- Цвет кожи от белого до смуглого
- Цвет глаз от светлого до темного
- Сильно растущие борода и усы



РАСЫ ЧЕЛОВЕКА

Монголоиды имеют

- Плоское широкое лицо
- Глаза узкие, раскосые
- Жесткие черные прямые волосы
- Желтовато-смуглый цвет кожи
- Сильно выступающие скулы
- Борода и усы растут слабо



Негроиды имеют:

- Темный цвет кожи
- Черные курчавые волосы
- Широкий плоский нос
- Темный цвет глаз
- Толстые губы
- Борода и усы растут слабо



Различия между расами связаны с адаптацией к условиям окружающей среды. Так, темная кожа **негроидов** предохраняла организм от ярких солнечных лучей, курчавые волосы создают воздушные прослойки, защищающие от жары.

Светлая кожа **европеоидов** пропускает ультрафиолетовые лучи и этим предохраняет от рахита, узкий выступающий нос способствует согреванию вдыхаемого воздуха.

Монголоидная раса характеризуется адаптациями к суровому, с частыми пылевыми бурями климату Центральной Азии, отсюда развитое третье веко и такой разрез глаз.

О единстве **вида Homo sapiens** свидетельствует то, что все расы человека равноценны в биологическом отношении и находятся на одном и том же уровне эволюционного развития. Представители всех рас способны к достижению одинаковых высот в развитии культуры и цивилизации. Также о видовом единстве свидетельствует неограниченная **возможность к размножению** с образованием **плодовитого потомства**.





ПРОИСХОЖДЕНИЕ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОГО



Вопрос происхождения жизни на Земле — один из самых сложных вопросов современного естествознания, на который до настоящего времени **нет однозначного ответа**.

Существует несколько теорий происхождения жизни на Земле:

- Теория самопроизвольного, спонтанного зарождения.
- Теория креационизма.
- Теория стационарного состояния.
- Теория панспермии.
- Теория биохимической эволюции, теория А.И. Опарина - Холдейна.

Теория креационизма Теория креационизма предполагает, что жизнь возникла в результате сверхъестественного события в прошлом. В основе креационизма лежит религиозное учение о сотворении мира Богом из ничего. Креационисты рассматривают возникновение жизни как единойжды свершившееся и поэтому недоступное для наблюдения событие.

Теория панспермии предполагает, что жизнь была занесена на Землю из космоса. Вероятно, живые организмы внеземного происхождения попадали на Землю с метеоритами, астероидами, космической пылью.

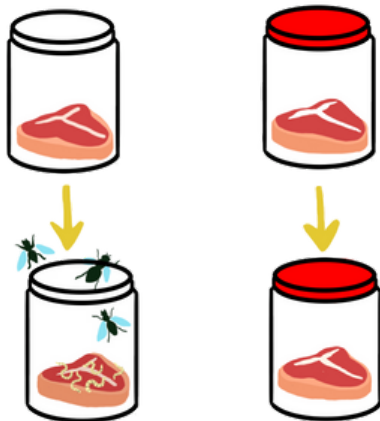
Теория самопроизвольного, спонтанного зарождения жизни предполагает, что живое способно самозарождаться из неживого. Была опровергнута в ряде опытов итальянским биологом **Франческо Реди** и французским ученым **Луи Пастером**.

ОПЫТ Ф.РЕДИ

Доктор Франческо Реди в 1668 г взял несколько банок с широким горлом и поместил в каждую из них **кусок мяса**. Некоторые банки он накрыл сверху плотной материей, другие оставил открытыми.

Через некоторое на открытые банки налетели мухи и отложили свои яйца, из которых спустя время **развились личинки**. В накрытых банках личинок не оказалось, так как мухи садились на материю и отложили яйца только на неё.

Таким образом, с помощью простого опыта было доказано, что личинки мух не могут самозародиться на гнилом мясе, а **появляются из отложенных мухами яиц**.



ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОГО

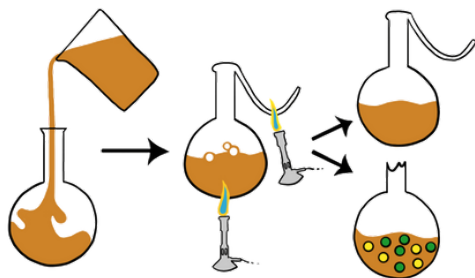
ОПЫТ ЛУИ ПАСТЕРА

Он подвергал длительному кипячению в колбе с открытым горлышком питательную среду (мясной бульон), в которой могли размножаться микроорганизмы. Через несколько дней в колбе наблюдалось размножение микроорганизмов - в результате **попадания в неё бактерий и их спор**.

В следующем опыте, чтобы микроорганизмы и их споры не могли проникнуть в содержимое колбы извне, на её горлышко он насадил тонкую S-образную стеклянную трубочку.

В результате микроорганизмы и их споры **оседали в изгибах трубочки** и не могли проникнуть внутрь колбы.

Микроорганизмы и их споры, находившиеся в содержимом колбы, **погибали** при длительном кипячении, жидкость оставалась стерильной, и в ней **не появлялись микроорганизмы**.



Опыт Пастера окончательно доказал несостоятельность **абиогенеза** - теории, что живое может зарождаться из неживого.

Принцип «Всё живое только из живого» был доказан!

Теория стационарного состояния гласит, что Земля никогда не возникала, а существовала вечно. Все виды живых организмов также существовали всегда.

Теория биохимической эволюции (теория А.И. Опарина – Д. Холдейна) - наиболее распространенная и признанная в научном мире теория эволюции. В 1924 г. советским ученый А.И. Опарин выдвинул коацерватную гипотезу, согласно которой начальные этапы химической эволюции были связаны с формированием в первичном океане Земли белковых структур - протобионтов. В 1929 году английский ученый Джон Холдейн развил идеи Опарина и сформулировал гипотезу первичного бульона. По этой гипотезе первичные органические вещества синтезировались из неорганических за счёт энергии солнечной радиации, попадавшей на Землю.



Опарин А.И.

Сущность этой теории состоит в том, что биологической эволюции - т.е. появлению, развитию и усложнению различных форм живых организмов, предшествовала химическая эволюция - длительный период в истории Земли, связанный с абиогенным образованием органических молекул, которые через стадию коацерватов привели к появлению первых живых организмов.

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОГО



ЭКСПЕРИМЕНТ МИЛЛЕРА И ЮРИ

Эксперимент Миллера - Юри - эксперимент, в котором моделировались условия раннего периода развития Земли для проверки возможности биохимической эволюции.

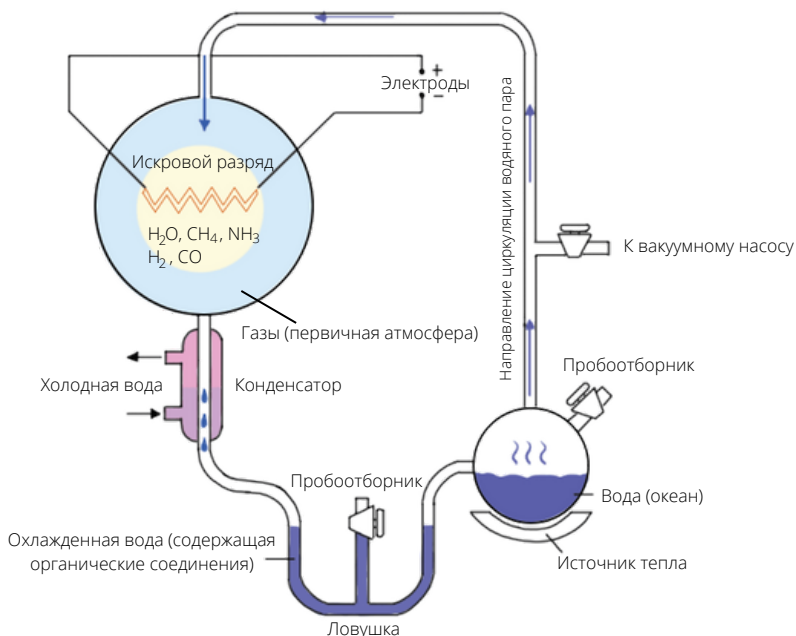
Проводился тест гипотезы биохимической эволюции, сформулированный Александром Опариным и Джоном Холдейном, о том, что условия, существовавшие на примитивной Земле, способствовали химическим реакциям, которые могли привести к **синтезу органических молекул из неорганических**.

Был проведён в 1953 году Стэнли Миллером и Гарольдом Юри.

Аппарат, спроектированный для проведения эксперимента, включал смесь газов, соответствующую представлениям о составе атмосферы ранней Земли (метан, водные пары, аммиак, водород, углекислый газ) и пропускавшие через неё электрические разряды (имитируя удары молнии по Земле). После двух недель работы система жидкость в колбе стала приобретать темный красно-коричневый оттенок. Миллер провёл анализ этой жидкости и обнаружил в ней различные аминокислоты.



Ценность эксперимента состоит в том, что он показал, что вспышки молний в атмосфере древней Земли за несколько сот миллионов лет могли вызвать образование органических молекул из неорганических.



ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОГО

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ БИОХИМИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ

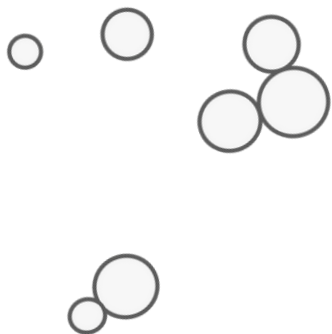
В водах первичного океана в бескислородных условиях при высокой температуре, за счет энергии мощных электрических разрядов гроз и солнечной радиации (главным образом ультрафиолетового излучения), которые попадали на Землю, произошло образование концентрированного «**органического бульона**». Из растворенных в горячей воде неорганических веществ абиогенным путем возникли различные простые органические соединения (глюкоза, аминокислоты, азотистые основания и др.).

Взаимодействуя друг с другом, органические вещества образовывали **биополимеры** – сложные органические вещества – *углеводы, липиды, белки и нуклеиновые кислоты*.

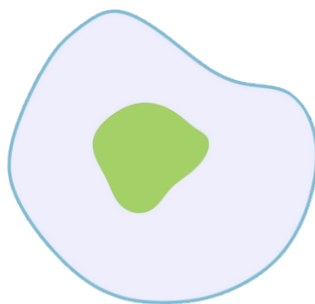
Химическая эволюция в дальнейшем шла по пути образования многомолекулярных комплексов **коацерватов**. Происходили процессы концентрации, смешивания и объединения белковых молекул в океане в мелкие обособленные структуры коацерваты или коацерватные капли, которые представляли собой коллоидные сгустки.

В 1955 г. американский ученый Сидней Фокс экспериментально получил устойчивые полипептидные структуры при нагревании сухой смеси аминокислот с последующим охлаждением и растворением в воде. Он назвал их **протеноидами** (белковоподобными веществами), которые затем образовывали шаровидные структуры – **микросферы**. Микросферы представляют собой малые капли сферической формы.

Таким образом, изучая промежуточные стадии абиогенеза (предшествующие первым живым организмам), **Сидни Фокс** предположил, что микросферы и были предшественниками первых живых клеток. Микросферы С. Фокса часто сравнивают с коацерватами А. И. Опарина. Согласно Опарину, коацерваты являлись предшественниками первых живых клеток.



Микросферы Фокса



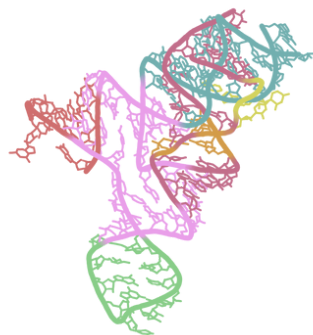
Коацерваты Опарина

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОГО

На данный момент наукой доказано, что первыми полимерами были не полипептиды, а **нуклеиновые кислоты**. В 1982 г. американский биохимик Томас Чек открыл особого вида молекулы РНК, обладающие ферментативной активностью – **рибозимы**. До открытия рибозимов единственными органическими катализаторами считались ферменты белки. Рибозимы могут катализировать различные химические реакции. (подробнее про тему Рибозимы читай в разделе «Химический состав») Открытие рибозимов внесло вклад в гипотезу РНК-мира, которая предполагает, что РНК сыграла важную роль в эволюции и появлении первых живых клеток.

Гипотеза РНК - мира основана на идее, что жизнь на Земле начиналась не с ДНК или белков, а с ансамблей РНК. Ведь РНК - это уникальный биополимер, которому свойственны функции ДНК и белков одновременно: хранение наследственной информации, способность катализировать химические реакции и участие в синтезе белка. Все эти примеры говорят в пользу того, что именно РНК выполняла все биологически значимые функции в первых живых системах, а уже затем часть функций перешла к ДНК (хранение наследственной информации) и белкам (ферменты, структурные функции).

Коацерваты и микросферы не были «живыми», так как не обладали генетической информацией, обеспечивающей им воспроизводство и точное копирование. **Первыми носителями** генетической информации стали молекулы РНК, которые вступали во взаимодействие с протеноидами. Протеноиды притягивали к себе определенные нуклеотиды, которые образовывали молекулы РНК.



Таким образом сохранялась информация о структуре наиболее устойчивых молекул протеноидов и только затем возникли более сложные **белково – липидные мембранные комплексы**. Позднее эта информация перешла в ДНК.

Следующий и завершающий этап химической эволюции это формирование мембран и возникновение на Земле первых одноклеточных организмов. Возникшие белково – липидные мембраны совершенствовались, приобретая избирательную проницаемость и устойчивость, что привело к возникновению первых организмов – **пробионтов**.

Пробионтов можно считать предшественниками первых настоящих клеток, однако в них не происходили сложные процессы обмена веществ и точное генетическое копирование. Переход от пробионтов к первым клеткам, которые обладали этими важнейшими признаками живого, означал появление первой настоящей жизни и начало биологической эволюции.

ТЕОРИИ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИВОГО

Этапы кратко:

- **Первый этап** – синтез низкомолекулярных органических соединений из неорганических веществ.
- **Второй этап** – образование биополимеров – белков и нуклеиновых кислот.
- **Третий этап** – объединение полимеров в высокомолекулярные комплексы и образование обособленных систем, способных взаимодействовать с окружающей средой – **коацерватов**.
- **Четвертый этап** – этап перехода химической эволюции в биологическую, происходит возникновение примитивных одноклеточных организмов, обладающих свойствами живого. Важнейшим из них является **наличие механизма воспроизведения и передачи наследственной информации**.

P.s. В 1977 г. при глубоководных погружениях были обнаружены разломы в океанических желобах, так называемые **«черные курильщики»**. На глубине в несколько тысяч метров при давлении в сотни атмосфер из них выделяются газы с температурой +300°C, которые характерны для вулканических областей.

Благодаря им вода в таких местах насыщена соединениями серы, железа, марганца и т.д. Вокруг «черных курильщиков» обнаружены представители различных видов, родов, семейств и классов беспозвоночных животных. Помимо беспозвоночных разнообразны и микроорганизмы, среди которых преобладают серобактерии. Существование таких «оазисов жизни» на дне океана в условиях, напоминающих первобытную Землю, позволяет ученым изучить начальные стадии органического мира.

Для заметок:

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Этапы развития Земли включают в себя: Катархей, Архей, Протерозой, Палеозой, Мезозой и Кайнозой.

- Катархей
- Архей
- Протерозой
- Палеозой
- Мезозой
- Кайнозой

Запомни!

Красивая
Аня
просит
палку
молочной
колбасы

КАТАРХЕЙ - 5 МЛРД ЛЕТ НАЗАД

Ученые считают, что возраст Земли составляет около 5 млрд лет. Первые 1,5 млрд лет после её образования организмов не существовало. Это был доорганизменный этап развития Земли – **катархей**. Около 4 млрд лет назад начала формироваться поверхность Земли, её атмосфера и гидросфера.

АРХЕЙ - 3,5 МЛРД ЛЕТ НАЗАД

Начался около 3,5 млрд лет назад с бурлящих вулканов на раскаленной безжизненной Земле, на которую непрерывно падали метеориты из космоса и били разряды молний, продлился примерно 1,5 млрд лет. К окончанию этого периода в морях нашей планеты уже появились первые живые существа.

Какими были первые живые организмы на Земле? Они обитали в водной среде, насыщенной абиогенно синтезированными органическими веществами, поэтому первые организмы были **гетеротрофами** и питались готовыми веществами. Атмосфера Земли не содержала кислорода, вследствие чего дыхание первых организмов было **анаэробное**, то есть их метаболизм осуществлялся путём брожения. По строению первые организмы были **прокариотами** – это были бактерии и цианобактерии.

Истощение запасов абиогенных органических веществ привело к обострению конкуренции за пищевые ресурсы и ускорило эволюцию первых одноклеточных организмов. Возникает новый способ обмена веществ – это способность к **автотрофному питанию**. Первые организмы использовали в качестве источника углерода CO₂, а в качестве энергии – энергию химических реакций. Такой тип метаболизма встречается у современных хемобактерий.



ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Крупнейший ароморфоз в развитии жизни на Земле – это **появление фотосинтеза**. Автотрофные фотосинтезирующие прокариоты – цианобактерии - выделяли в процессе фотосинтеза свободный кислород. Его накопление привело к появлению энергетически более выгодного типа обмена веществ – **аэробному дыханию** и появлению **аэробов**. В дальнейшем из кислорода сформируется озоновый экран, который защитит поверхность Земли от губительных ультрафиолетовых лучей и создаст условия для выхода организмов на сушу. Благодаря фотосинтезу создаются запасы органических веществ, которые необходимы для питания гетеротрофных организмов.

Следующий важнейший этап эволюции — появление **эукариотических** одноклеточных организмов. Большинство учёных считают, что первые эукариотические клетки возникли из прокариотических.

Авторы *симбиотической гипотезы* утверждают, что эукариотическая клетка возникла в результате нескольких актов симбиоза первичных прокариотных организмов. Одна группа анаэробных гетеротрофных пробионтов вступила в симбиоз с аэробными гетеротрофными бактериями, т.о. появились эукариотные клетки, у которых роль энергетических органоидов выполняли митохондрии. Другая группа анаэробных гетеротрофных пробионтов объединилась не только с аэробными гетеротрофными бактериями, но и с первичными фотосинтезирующими цианобактериями. Образовались эукариотные клетки, у которых роль энергетических органоидов стали выполнять **митохондрии и хлоропласты**.

В пользу этой гипотезы свидетельствует внешнее сходство митохондрий и хлоропластов со свободноживущими бактериями, наличие в этих органоидах собственных ДНК, РНК и рибосом, способность к делению.



Появление эукариот стало вторым крупнейшим ароморфозом в развитии жизни на Земле. У эукариот кардинальным образом изменились почти все функции, присущие прокариотам: размножение, питание, рост, ведь для их обеспечения у них развилась целая система новых органоидов.

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

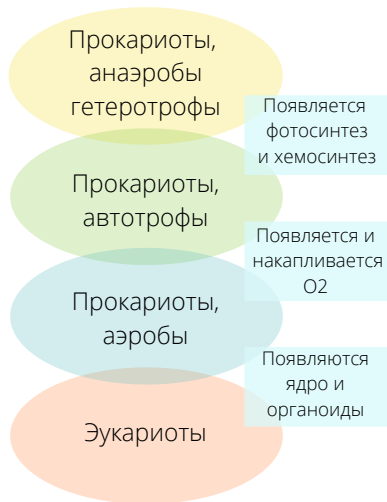
Дальнейшая эволюция эукариот привела к возникновению **полового процесса**, который значительно увеличил разнообразие живых организмов и ускорил их дальнейшее эволюционное развитие.

Еще одним крупным ароморфозом в развитии органического мира стало появление **многоклеточности**. Главное её преимущество перед одноклеточностью заключается в том, что все клеточные структуры и механизмы повторялись много раз, что увеличивало шансы многоклеточных организмов на выживание. Промежуточной стадией на пути к многоклеточности была колониальная форма живого. В ней все клетки имеют одинаковое строение и выполняют одни и те же функции.



СОБЫТИЯ АРХЕЯ

- Возникновение первых организмов прокариотов - анаэробов гетеротрофов.
- Возникновение фотосинтеза и автотрофных организмов цианобактерий, способных к фотосинтезу.
- Накопление в атмосфере кислорода, возникновение аэробного дыхания.
- Появление эукариотов - гетеротрофов и автотрофов.
- Появление полового процесса.
- Возникновение многоклеточности.



ПРОТЕРОЗОЙ - 2,5 МЛРД ЛЕТ НАЗАД

Протерозойская эра – это самый продолжительный этап в истории Земли, который начался около 2,5 млрд лет назад.

Поверхность Земли в это время представляла собой голую пустыню. Содержание кислорода в атмосфере еще было низким, озоновый экран только начал свое формирование, поэтому живые организмы могли обитать **только в водной среде**.

Господство различных прокариот постепенно сменяется расцветом эукариотических организмов. На смену цианобактериям приходят одноклеточные, затем колониальные и многоклеточные водоросли. Формируются отделы зеленых, бурых и красных водорослей.

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

На смену простейшим одноклеточным животным приходят **многоклеточные организмы** - примитивные губки и кишечнополостные, организм которых имел *двуслойное* строение и состоял из эктодермы и энтодермы. Древние кишечнополостные дали начало плоским червям, которые в результате ароморфозов обрели *третий зародышевый слой мезодерму* и *двустороннюю симметрию тела*.

От древних плоских червей произошли более совершенные **круглые черви**, имеющие сквозную пищеварительную трубку и первичную полость тела. От плоских червей также появились **кольчатые черви**, которые имели вторичную полость тела и кровеносную систему.

Далее происходит появление **членистоногих, моллюсков и иглокожих**, обитающих в воде.

Суша конца протерозоя была безжизненной, но по берегам водоемов в результате деятельности бактерий и одноклеточных водорослей началось **почвообразование**.

Поговорим отдельно про строматолиты и вендскую фауну.

СТРОМАТОЛИТЫ



Строматолиты - известковые образования в виде столбов, которые были обнаружены в Америке, Африке, в Сибири и на Урале, также в Австралии. Строматолит представляет ископаемую карбонатную (или известковую) осадочную породу, образовавшуюся на дне мелководного водоёма.

Строматолиты являются продуктами жизнедеятельности **цианобактерий**. На их поверхности расположены фотосинтезирующие цианобактерии, а под их слоем — разнообразные бактерии других групп и археи.

Минеральные вещества, которые оседают на поверхность строматолита и образуются за счет его жизнедеятельности, откладываются тонкими пластами.

ВЕНДСКАЯ ФАУНА

Вендский период – завершающий период Протерозоя, предшествующий Кембрию Палеозоя.

Вендобионты – древние организмы, на следы которых обратил внимание в 1946 году австралийский геолог Реджинальд Спригг, находясь в Южной Австралии. Он определил их как «отпечатки неизвестных науке животных».



Представители вендской фауны

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Отличительной особенностью животных вендобионтов было **отсутствие** минерального скелета, панциря или раковины. Это были исключительно мягкотелые животные. Однако покровы их тела достигали значительного уплотнения и поэтому сохранились отпечатки на окаменевшем морском иле.

Они очень сильно отличались от современных представителей животного царства и не были похожи ни на одно известное нам существо. Их формы были самые разнообразные: напоминали листья папоротника, перья, гофрированные ленты и даже стеганные одеяла. Большинство ученых считает, что никакого сложного внутреннего строения вендобионты не имели, были относительно тонкослойными и питание у большинства из них происходило за счет диффузии всей поверхностью тела. На данный момент описано порядка сотни видов вендобионтов.

СОБЫТИЯ ПРОТЕРОЗОЯ

- Дифференцировка клеток у многоклеточных организмов.
- Возникновение третьего зародышевого листка.
- Формирование двусторонней симметрии тела.
- Образование различных систем органов.
- Формирование первичной полости тела.
- Появление анального отверстия и сквозной пищеварительной системы.
- Формирование вторичной полости тела.
- Возникновение кровеносной системы.
- Появление членистых конечностей и хитинового покрова.



ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

ПАЛЕОЗОЙ - 570 МЛН ЛЕТ НАЗАД

Палеозойская эра началась около 570 лет назад. В эту эру на Земле шли интенсивные процессы горообразования. В палеозое выделяют **шесть основных периодов**:

1. Кембрийский, Кембрий
2. Ордовикский, Ордовик
3. Силурский, Силур
4. Девонский, Девон
5. Каменноугольный, Карбон
6. Пермский, Пермь

В палеозое происходила дальнейшая дивергентная эволюция обитателей морей. В воде продолжалась эволюция водорослей и беспозвоночных.

В первые периоды палеозоя растительный мир был представлен различными водорослями: зелёными, бурыми, красными. Расцвета достигли морские беспозвоночные – трилобиты, головоногие моллюски, гигантские ракоскорпионы.



Трилобит — вымершее морское членистоногое, внешне сходное с современными мокрицами. Имеет сегментированное тело, членистые конечности, хитиновый покров.



Ракоскорпион — вымершее морское членистоногое, имеет сегментированное тело, членистые конечности, хитиновый покров.



Возникли первые позвоночные — **бесчелюстные рыбы**, всё туловище которых покрывал панцирь из костных пластин.

В силуре произошло важное событие – выход растений на сушу. На берегах водоемов появились первые наземные споровые растения – **риниофиты**. Деятельность наземных бактерий привела к образованию почвы, которая снабжала риниофиты питательными веществами.



ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Риниофиты - первые наземные растения, у которых сформировались:

- 1) Покровная ткань, способствующая защите от испарения.
- 2) Слабо развитая проводящая система, обеспечивающей транспорт веществ.
- 3) Механическая ткань, выполняющая опорную функцию.
- 4) Дифференциация тела и появление органов (стебель, листья).



В девоне произошли значительные климатические изменения, появились значительные по размерам пустынные и полупустынные области, резко сократились площади морей. Концентрация кислорода достигла современной – 21%.

В девоне возникли и освоили сушу основные группы **споровых растений** – плауновидные, папоротниковидные и хвощевидные. Значительно изменился и животный мир. Вымерли большая часть примитивных беспозвоночных и почти все бесчелюстные. В морях появились челюстные рыбы, которые заняли господствующее положение. В основном это были хрящевые рыбы, но появились и рыбы с костным скелетом.



Латимерия

Запомни!

Латимерия – кистепёрая рыба, имеет мощные, мясистые плавники, послужившие зачатком будущей пятипалой конечности у земноводных. Она имеет примитивные лёгкие, которые являются рудиментарными.



Среди них выделилась группа **кистеперых рыб**, от которых берут начало предки земноводных – **ихтиостеги**. От ихтиостег произошли первые настоящие земноводные – **стегоцефалы**.

В карбоне на планете устанавливается тёплый и влажный климат. Возникли первые леса, образованные гигантскими древовидными хвощами, папоротниками и хвощами. На месте этих лесов из остатков отмерших растений впоследствии образовались залежи каменного угля, что и дало название периоду (каменноугольный). **Появились семенные папоротники.**

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Запомни!

Семенной папоротник - переходная форма между папоротниками и голосеменными.

Признаки голосеменных: наличие семени.

Признаки папоротников: наличие листьев – вай.



Семенной папоротник



Среди наземной фауны преобладали **членистоногие** – скорпионы, пауки, клещи. Появились первые летающие насекомые, которые достигали огромных размеров. Так гигантская стрекоза **меганевра** имела размах крыльев около 80 см!



Своего расцвета достигли стегоцефалы. **Стегоцефал** – древнее, вымершее земноводное, от которого произошли современные земноводные. Имеет органы дыхания лёгкие, трёхкамерное сердце, два круга кровообращения, пятипалые конечности, голую кожу, покрытую слизью. Длина тела этих земноводных колебалась от нескольких сантиметров до 4 метров. Так как их размножение было связано с водой, обитали они в прибрежной части суши.



Стегоцефал



Скелет стегоцефала

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

В конце карбона появились первые пресмыкающиеся – **котилозавры** - ящеры, от которых впоследствии произошли остальные рептилии.

В пермском периоде климат становится сухим и более холодным. Крупные споровые растения постепенно вымирают, исчезают леса древовидных плаунов, хвощей и папоротников. Им на смену приходят **голосеменные растения**.

Происходит массовое **пермское вымирание**, из-за поднятия морского дна вымерла большая часть водных животных. Вымерли коралловые полипы, исчезли трилобиты, уменьшилась численность и видовой состав моллюсков и некоторых рыб. На суше стегоцефалов почти полностью сменили пресмыкающиеся, которые в последующую эру широко распространились по Земле.

Происходит возникновение **зверозубых ящеров**, териодонтов, которые в будущем дадут начало **млекопитающим**. Зверозубые ящеры сочетали в себе признаки пресмыкающихся и млекопитающих.

Запомни!

Зверозубые ящеры, зверозубые пресмыкающиеся – древняя группа пресмыкающихся, являются предками современных млекопитающих. Сочетают в себе признаки обоих классов.

Признаки Пресмыкающихся:

- Плотная ороговевшая кожа

Признаки Млекопитающих:

- Дифференцированные зубы
- Наличие шерсти
- Наличие усов вибрисс



Зверозубый ящер

СОБЫТИЯ ПОЛЕОЗОЯ:

- Формирование тканей и органов у растений.
- Преобладание спорозита в цикле развития.
- Появление пятипалых конечностей.
- Появление лёгких.
- Появление трёхкамерного сердца и двух кругов кровообращения.
- Появление внутреннего оплодотворения.
- Появление зародышевых оболочек.
- Появление рогового покрова на коже.
- Появление семени.
- Появление пылевой трубки.



ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

МЕЗОЗОЙСКАЯ ЭРА - 230 МЛН ЛЕТ НАЗАД

Мезозойская эра началась около 230 млн лет назад и состояла из **трёх периодов**:

1. Триасовый, триас
2. Юрский, юра
3. Меловой, мел

В Мезозое происходил расцвет **голосеменных растений**, ведущее место занимали: хвойные, гинкговые и саговниковые растения. *Гинкго* – крупное дерево с широкими листьями и мощной кроной – сохранилось до наших дней и по праву считается живым ископаемым.

В морях обитали кораллы и головоногие моллюски – *белемниты* и *аммониты*, имеющие гигантские размеры.



В триасе появляются первые млекопитающие – **триконодонты**. Это были мелкие яйцекладущие животные длиной около 60 см, тело которых было покрыто густой шерстью.

На суше, в воде и в воздухе господствующее положение постепенно занимают разнообразные **пресмыкающиеся**. Именно поэтому мезозойскую эру еще называют *эрой рептилий*.

В юрском периоде появилось много наземных и водных пресмыкающихся: ящериц, черепах, крокодилов, а также крупных форм, которые получили название **динозавры**.

Представители крупных видов динозавров заселили Африку, Евразию и Северную Америку.



ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Возникли два основных эволюционных ствола динозавров: *ящеротазовые* и *птицетазовые*. Среди ящеротазовых динозавров особо выделялись хищные тираннозавры, которые достигали около 12 м в длину и весили около 6 тонн (!). Они охотились на других динозавров, а также питались падалью.

Воздушную среду освоили летающие ящеры – **птерозавры** (птеродактили), которые были **первыми летающими позвоночными**.

Некоторые представители пресмыкающихся заново приспособились к жизни в водной среде. Среди водных форм известны хищники **ихтиозавры**.



В конце юрского периода появились первоптицы – **археоптерикс**, которые сочетали в себе признаки рептилий и птиц.

Запомни!

Археоптерикс – переходная форма между Пресмыкающимися и Птицами.

Сочетает в себе признаки обоих классов:

Признаки пресмыкающихся:

- *Наличие зубов*
- *Наличие длинного тяжелого хвоста*
- *Наличие развитых пальцев на крыльях*

Признаки птиц:

- *Наличие перьевого покрова*
- *Наличие крыльев*
- *Расположение пальцев на ногах - 3 вперед, 1 назад*
- *Наличие цевки*



Археоптерикс

В меловом периоде происходит появление первых **покрытосеменных** (цветковых) растений.

У цветковых появляются **генеративные органы** - цветки и плоды, происходит опыление насекомыми. Увеличение видового разнообразия цветковых растений способствовало росту видового разнообразия насекомых. Возникли новые виды цикад, жуков, стрекоз и других наземных насекомых.

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

В морях мелового периода обитали аммониты и белемниты, всё большее распространение получают **костистые рыбы**. Одновременно происходит массовое вымирание беспозвоночных организмов: исчезают большая часть моллюсков, морских ежей, вымирают раковинные простейшие – **фораминиферы**, что приводит к образованию мощных меловых отложений, давших название этому периоду.

На суше всё еще продолжалось господство пресмыкающихся. Появились первые настоящие **птицы**. От триконодонтов произошли **сумчатые и плацентарные млекопитающие**. Для них были характерны прогрессивные черты: живорождение, питание эмбрионов через плаценту, забота о потомстве, теплокровность, развитый головной мозг – все эти черты обеспечили млекопитающим биологический прогресс.

СОБЫТИЯ МЕЗОЗОЯ:

- Появление четырёхкамерного сердца.
- Появление теплокровности.
- Появление крыльев и перьев.
- Появление молочных желез.
- Живорождение и внутриутробное развитие зародыша.
- Появление шерсти.
- Дифференцировка зубов.
- Значительное развитие головного мозга.
- Появление цветков и плодов.



КАЙНОЗОЙСКАЯ ЭРА - 67 МЛН ЛЕТ НАЗАД

Кайнозойская эра началась 67 млн лет назад и продолжается до настоящего времени. В ней выделяют **три периода**:

1. Палеоген.
 2. Неоген.
 3. Антропоген (четвертичный период).
- «третичный период»

Антропоген начался 2 млн лет назад.

В начале эры на территории Земли преобладал теплый климат, но в конце третичного периода наступило похолодание, захватившее и четвертичный период. С севера периодически наступали ледники, ледниковые и межледниковые эпохи поочередно сменяли друг друга.

Кайнозой считается временем расцвета таких организмов, как: покрытосеменные растения, насекомые, двустворчатые и брюхоногие моллюски, костистые рыбы, птицы и млекопитающие. В антропогене, около 2 млн лет назад на Земле появились **первые представители рода Человек**.

ЭТАПЫ ПОЯВЛЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

В растительном мире кайнозоя господствующее место заняли покрытосеменные растения. Они потеснили других представителей флоры - значительно сократились по численности папоротникообразные и голосеменные. В середине неогена были широко распространены **однодольные покрытосеменные растения** (в основном злаки). Позже, в неогене, окончательно сформировался современный растительный мир, в котором преобладающими стали двудольные покрытосеменные растения.

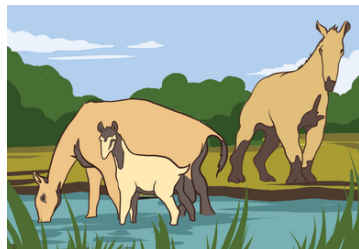
Животный мир кайнозоя изменился коренным образом. Динозавры исчезли, а их место в экологических нишах заняли птицы и млекопитающие. *Почему вымерли динозавры?*

Существует несколько гипотез, но большинство учёных придерживаются мнения, что на нашу планету упал астероид, что и привело к массовой гибели динозавров.



В палеогене развиваются **различные отряды млекопитающих** в связи с приспособлением к различным условиям обитания – Парнокопытные, Непарнокопытные, Хоботные, Ластоногие, Хищные, Китообразные, Грызуны и Приматы. Происходит развитие различных групп птиц.

Среди хищников ярким представителем был саблезубый тигр – **махайрод**, который охотился на крупных копытных млекопитающих. В третичном периоде появились предки слонов – **мастодонты**. А к концу третичного периода появляются первые человекообразные обезьяны – **дриопитеки**.



В четвертичном периоде из-за резкого похолодания климата постепенно вымерли теплолюбивые животные, такие как древние слоны, пещерные львы. А выжить удалось тем млекопитающим, тело которых покрывала густая шерсть, например **мамонт** и **шерстистым носорогам**.

В четвертичном периоде происходит распространение **покрытосеменных** – возникновение смешанных, лиственных лесов, степей, саванн, влажных тропических лесов - происходит формирование ныне существующих природных сообществ. Животный и растительный мир приобретает современный облик.

Появляется и развивается **человек**, человеческое общество и культура.



Саблезубый тигр



Мамонт



ГЕНЕТИКА

МЕТОДЫ ГЕНЕТИКИ



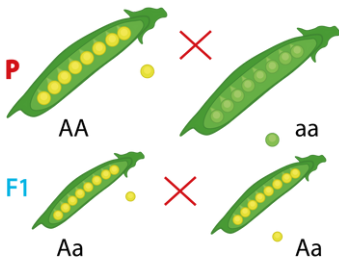
Генетика – наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГЕНЕТИКЕ

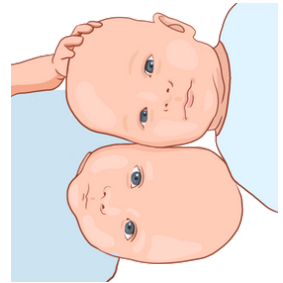
Генеалогический метод – метод составления родословной семьи. Используется для того чтобы изучить: как передаётся признак из поколения в поколение, рецессивность или доминантность признака, сцепленность признака с полом.



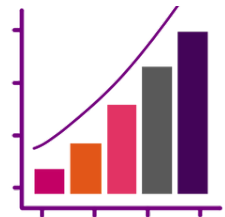
Гибридологический метод — скрещивание различных по своим признакам организмов с целью изучения характера наследования этих признаков у потомства. Основы метода были заложены Г.Менделем при скрещивании различных сортов гороха. Ведется целенаправленный подбор родителей, различающихся по одной, двум и т. д. парам альтернативных признаков, анализ потомства по фенотипу и генотипу, сбор результатов.



Близнецовый метод — позволяет изучить роль генотипа и среды в формировании конкретных признаков организма. Метод показывает, каким образом среда влияет на формирование фенотипа организма на примере близнецов.



Популяционно – статистический, статистический - метод, который изучает распространение признака в популяции, частоту встречаемости определенных признаков, заболеваний.



Цитогенетический метод, кариотипирование - это метод, который изучает наследственный материал клетки: строение и структуру хромосом. Используется для изучения кариотипа, для определения хромосомных и геномных мутаций.

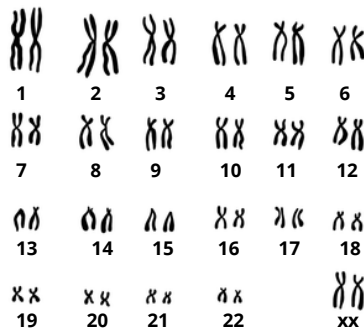


ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ

Давайте познакомимся с основными генетическими понятиями и символами.

Кариотип – полный набор хромосом, характерный для данного вида, его качественная и количественная характеристика.

Например, кариотип шимпанзе – 48 хромосом.



Гомологичная хромосома – парная хромосома.

У каждой хромосомы есть парная хромосома, такая же по набору генов, строению и размеру.

Ген – участок ДНК, несущий информацию об одном признаке организма. Например, ген цвета глаз. Каждый ген имеет своё месторасположение в цепи ДНК - *локус*.

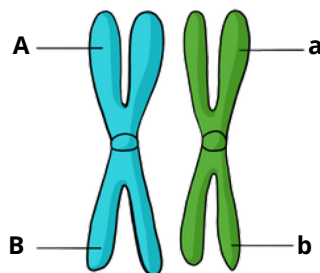
Локус – место расположения гена в ДНК. У каждого гена оно индивидуально. Локусы гена в гомологичных хромосомах одинаковые, так как у них одинаковый набор признаков.

Например, ген цвета глаз и ген цвета волос имеют разное месторасположение, каждый из них имеет свой локус.

Аллель (аллельные гены) – гены, занимающие одинаковые локусы в гомологичных хромосомах и отвечающие за разные вариации одного и того же признака.

Например, ген цвета глаз имеет две аллели: голубой цвет глаз и карий цвет глаз. Ген текстуры волос имеет две аллели: прямые и кудрявые волосы. Признак всегда кодируется двумя (или даже большим количеством) аллелями – одну аллель организм получает от отца, а вторую от матери.

Одна аллель находится в одной гомологичной хромосоме, другая во второй гомологичной хромосоме. Аллели имеют одинаковые локусы, то есть располагаются в одном месте в гомологичных хромосомах, т. к. это варианты одного гена.



Аллели одного признака обозначаются одной и той же буквой, например **A** и **a** или **B** и **b**.

Например, аллели **A** и **a** имеют одинаковые локусы, аллели **B** и **b** имеют одинаковые локусы, как мы видим на картинке.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ

Неаллельные гены – это гены, расположенные в разных участках (локусах) хромосом и кодирующие разные признаки. *Например*, голубой цвет глаз и прямые волосы, праворукость и карие глаза, леворукость и кудрявые волосы.

Гомозиготный организм (гомозигота) – это организм, имеющий одинаковые аллели одного гена. *Например*, гомозигота по доминантному признаку АА, гомозигота по рецессивному признаку аа.



Гетерозиготный организм (гетерозигота) – это организм, имеющий разные аллели одного гена. Например, гетерозигота Аа имеет доминантную аллель А и рецессивную а.



Дигомозигота – это организм с двумя одинаковыми парами аллельных генов. ААВВ – доминантная дигомозигота, ааbb – рецессивная дигомозигота.



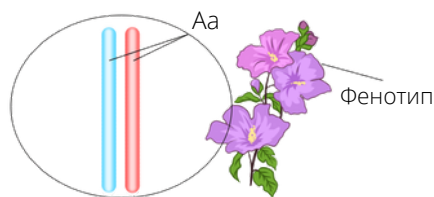
Дигетерозигота – это организм, с двумя парами разных аллельных генов – АаВb.



Генотип – совокупность всех генов, характерных для данного организма. *Например*, генотип особи – гетерозигота по данному признаку Аа.

Фенотип – совокупность всех внутренних и внешних признаков организма. Фенотип формируется за счёт взаимодействия генотипа с внешней средой.

Например, фенотип особи – фиолетовая окраска цветов.



Доминантный признак – сильный признак, подавляющий рецессивный. Проявляется у всех особей первого поколения при скрещивании чистых линий. Обозначается заглавной буквой, *например* – А, В, С. Проявляется в гомозиготном состоянии АА, а так же в гетерозиготном Аа.

Рецессивный признак – слабый признак, подавляемый доминантным. Обозначается маленькой буквой, *например* – а, b, c. В гетерозиготном состоянии не проявляется, так как подавляется доминантным признаком. Проявляется только в гомозиготном состоянии аа.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТЕРМИНЫ

Чистая линия – генотипически однородные особи, полученные в результате самоопыления или самооплодотворения особи. Чистая линия гомозиготна по большинству генов.

Например: aabb – чистая линия, AABb – чистая линия.

Альтернативные признаки (контрастные признаки) – противоположные, взаимоисключающие качества одного гена, признака.

Например, голубые глаза – карие глаза, зеленый горох – желтый горох.

Моногибридное скрещивание – скрещивание организмов, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков.

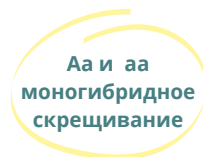
Например, окраска гороха – зелёная и жёлтая.

Дигибридное скрещивание – скрещивание организмов, различающихся по двум парам альтернативных признаков.

Например, окраска цветков (белая или окрашенная) и форма семян (гладкая или морщинистая).

Наследственность – это способность организма сохранять, передавать свою генетическую информацию и признаки потомству.

Изменчивость – способность организма изменяться в процессе индивидуального развития под воздействием факторов среды.



Мы познакомились с основными генетическими терминами, теперь введем основные генетические обозначения и символы!

- **Дано** – записываем все данные задачи, обозначаем доминантный и рецессивный признаки, искомые организмы.
- **P** – родители, скрещиваемые особи.
- **♀** – зеркало Венеры, обозначение женской особи.
- **♂** – стрела Марса, обозначение мужской особи.
- **X** – значок скрещивания, ставится между родителями.
- **G** – гаметы, которые образует данная особь.
- **F1** – гибриды первого поколения. Потомство, полученное в результате скрещивания родителей P.
- **F2** – гибриды второго поколения. Потомство, полученное в результате гибридов из F1.

ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ

ПЕРВЫЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЯ ИЛИ ЗАКОН ЕДИНООБРАЗИЯ

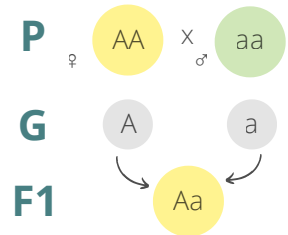
Г. Мендель в первом скрещивании использовал две чистые линии гороха, отличающиеся друг от друга по одной паре признаков – окраске семян. Он скрещивал горох с желтыми и зелеными семенами.

Формулировка:

При скрещивании двух гомозиготных организмов (двух чистых линий), отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, всё первое поколение гибридов F1 окажется **единообразным** и будет нести признак одного из родителей.

A – доминантный признак, желтые семена.

a – рецессивный признак, зеленые семена.



Скрещиваем полностью **доминантную гомозиготу** (желтый горох) с **рецессивной гомозиготой** (зеленый горох).

В F1 – все особи получают одинаковые, единообразные.

100% особей получают гетерозиготами Aa по генотипу.

100 % с жёлтыми семенами по фенотипу.

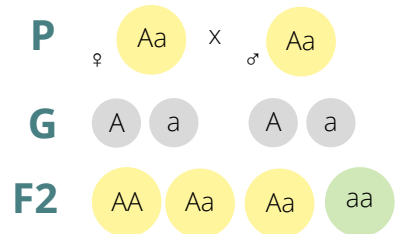
Отсюда название первого закона – **Закон Единообразия**.

ВТОРОЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЯ ИЛИ ЗАКОН РАСЩЕПЛЕНИЯ

Для второго скрещивания были использованы гибриды первого поколения F1.

Формулировка:

При скрещивании двух гетерозиготных потомков первого поколения между собой во втором поколении наблюдается расщепление по фенотипу в соотношении **3:1**, по генотипу **1:2:1**.



Были скрещены две особи из F1 с генотипами Aa и Aa.

В F2 получается четыре особи с генотипами: AA, Aa, Aa и aa.

Расщепление по генотипу 1:2:1.

Расщепление по фенотипу - три особи желтые и одна зеленая, поэтому соотношение 3:1

Второй Закон называется **Законом Расщепления**, так как происходит проявление, отщепление рецессивного признака.

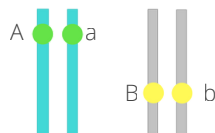
ЗАКОНЫ МЕНДЕЛЯ

ТРЕТИЙ ЗАКОН МЕНДЕЛЯ ИЛИ ЗАКОН НЕЗАВИСИМОГО НАСЛЕДОВАНИЯ

Мендель изучал характер наследования одновременно двух признаков: окраски и формы семян гороха.

Формулировка:

При дигибридном скрещивании особей отличающихся по двум парам альтернативных признаков, оба признака наследуются **независимо** друг от друга и во всех возможных сочетаниях. При этом наблюдается расщепление по фенотипу 9:3:3:1.



Этот закон соблюдается, только если признаки находятся в разных парах гомологичных хромосом. Аллели A и a в одной паре, а аллели B и b в другой паре.

Мендель скрестил организмы, рассматривая одновременно два признака. Жёлтую (A) и зелёную (a) окраску семян и гладкие (B) и морщинистые семена (b).

Сначала скрещивались дигомозигота **AABB** (жёлтые, гладкие семена) и дигомозигота **aabb** (зелёные, морщинистые семена), F1 получилось единообразным и дигетерозиготным **AaBb** – с жёлтыми и гладкими семенами.

Далее Мендель во втором скрещивании взял двух гибридов из F1 – AaBb и скрестил их между собой.

Каждый из этих организмов даёт **4 типа**

разных гамет – **AB, ab, Ab, aB**, поэтому составляем решетку Пеннета.

P: AABB x aabb
G: AB ab
F1: AaBb

P: AaBb x AaBb
G: AB ab AB ab
aB Ab aB Ab

F2:



Решетка Пеннета – таблица, используемая в качестве инструмента для определения сочетаний аллелей родителей. В качестве инструмента, представляющего собой графическую запись для определения сочетаний аллелей родителей. По вертикали обозначаются гаметы женской особи, а по горизонтали – гаметы мужской особи.

В итоге получаем 16 гибридов F2 в соотношении **9:3:3:1**.

9 – жёлтые гладкие семена.

3 – жёлтые морщинистые семена.

3 – зелёные гладкие семена.

1 – зелёные морщинистые семена.

Такое соотношение говорит о том, что признаки наследуются

независимо друг от друга (жёлтые не всегда гладкие, а зелёные не всегда морщинистые) и **во всех** возможных сочетаниях.

	♂			
♀	Жёлтый гладкий	Жёлтый гладкий	Жёлтый гладкий	Жёлтый гладкий
Жёлтый гладкий	AA BB	AA Bb	Aa BB	Aa Bb
Жёлтый морщин.	AA Bb	AA bb	Aa Bb	Aa bb
Жёлтый гладкий	Aa BB	Aa Bb	aa BB	aa Bb
Жёлтый морщин.	Aa Bb	Aa bb	aa Bb	aa bb

НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ

НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ

Рассмотренный в предыдущей части книги пример с наследованием признаков у гороха иллюстрирует явление **полного доминирования**.

Полное доминирование – явление полного подавления доминантным признаком рецессивного. Ген жёлтой окраски семян подавил проявление зелёной окраски. Гетерозиготные особи (Aa) имели **такой же** фенотип, как и гомозиготные особи (AA) по данному признаку.

Однако встречаются случаи, когда доминантный ген **не полностью** подавляет рецессивный ген.

Неполное доминирование – это особый тип взаимодействия аллелей, при котором слабый рецессивный признак не полностью подавляется доминантным.

Таким образом, у особи с гомозиготным доминантным генотипом **AA** проявляется **доминантный** признак.

У особи с гомозиготным рецессивным генотипом **aa** проявляется **рецессивный** признак.

А вот у особи с гетерозиготным генотипом **Aa**, т.к. доминантный ген не полностью подавляет рецессивный, проявляется промежуточный признак – **средний** между доминантным и рецессивным.

Например: наследование окраски цветов у растения ночной красавицы: при скрещивании двух чистых линий aa (белые цветы) и AA (красные цветы) всё первое поколение гибридов оказывается с розовыми цветами (Aa).

Доминантный признак В – широкие листья, рецессивный в – узкие листья. Особи Вв имеют промежуточный фенотип – листья средней ширины.

Запомни!

Наследование окраски у ночной красавицы:

AA – красная окраска цветов.

aa – белая окраска цветов.

Aa – розовая окраска цветов.

У гетерозигот при неполном доминировании проявляется **ПРОМЕЖУТОЧНЫЙ ПРИЗНАК**, что-то среднее между доминантным и рецессивным.

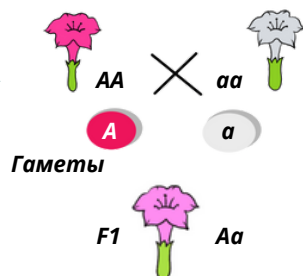
Давайте рассмотрим проявление неполного доминирования в Законах единообразия и расщепления.

НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ

Закон единообразия при неполном доминировании

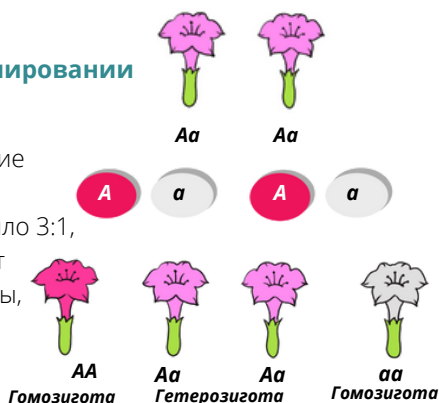
Растение ночная красавица имеет доминантный признак – **A** (красная окраска цветов) и рецессивный признак – **a** (белая окраска цветов).

Скрещиваются две чистые линии – растения с **красными** цветами AA и растения с **белыми** цветами aa. F1 получается единообразное, только не с красными цветами, как это было бы при полном доминировании, а с розовыми цветами, т.к. проявляется **промежуточный** признак.



Закон расщепления при неполном доминировании

При скрещивании гибридов из F1, которые имеют розовые цветы, получается расщепление по генотипу 1:2:1. По фенотипу, в отличие от полного доминирования, где соотношение было 3:1, соотношение так же 1:2:1, т.к. особь **AA** имеет **красные** цветы, особи **Aa и Aa** – **розовые** цветы, особь **aa** – **белые** цветы.



Анализирующее скрещивание



Анализирующее скрещивание – скрещивание особи с доминантным признаком, но неизвестным генотипом, с особью, генотип которой нам известен, с рецессивной гомозиготой aa.

Например, особь гороха с жёлтыми семенами может обладать двумя генотипами. Потому что доминантный признак проявляется как в гомозиготном генотипе AA, так и в гетерозиготном Aa.

Для выяснения генотипа такой особи и **проводится анализирующее скрещивание**. Её скрещивают с особью с известным генотипом – рецессивной гомозиготой aa.



?



Для выяснения генотипа искомой особи, скрестим её с особью, генотип которой известен.

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ

Анализирующее моногибридное скрещивание

Мы имеем два возможных скрещивания:

Исследуемая особь – гомозигота (AA):

При скрещивании с рецессивной особью всё поколение получается схожее с исходной особью по фенотипу (Aa) – проявляется закон единообразия. **Расщепления не происходит.**

Гомозигота



F1: Aa

Исследуемая особь – гетерозигота (Aa):

При скрещивании с рецессивной особью получается **расщепление 1:1** = половина особей Aa, половина aa.

Гетерозигота



F1: Aa (yellow circle) and aa (green circle)

Дигибридное анализирующее скрещивание

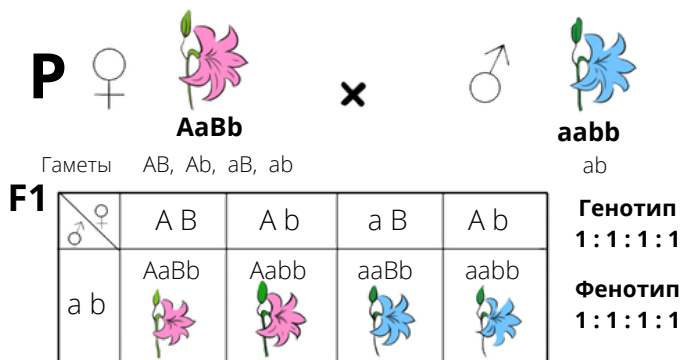
Мы имеем два возможных скрещивания:

Исследуемая особь – дигомозигота (AABB):

Если исследуемая особь AABB - при скрещивании с рецессивной особью всё поколение получается единообразное – AaBb. Проявляется закон единообразия, **расщепления не происходит.**

Исследуемая особь – дигетерозигота (AaBb):

Если исследуемая особь AaBb - при скрещивании с рецессивной особью получается **расщепление 1:1:1:1** – четыре разные группы особей и по фенотипу и по генотипу.



СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ



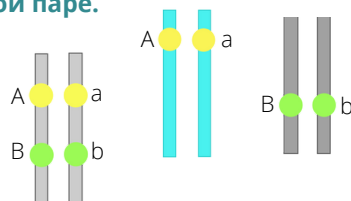
СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ

Сцепленное наследование – совместное наследование признаков, находящихся в одной паре гомологичных хромосом.

Вспомним **Закон Независимого наследования** – признаки наследуются во всех возможных сочетаниях и независимо друг от друга. Этот закон соблюдается потому что признаки находятся в разных парах гомологичных хромосом.

Аллели А и а в одной паре, а аллели В и b в другой паре.

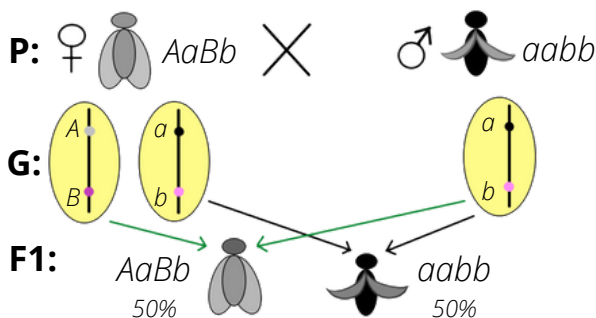
Но! Признаки ведь могут находиться и в **одной паре** гомологичных хромосом!



Признаки, находящиеся в одной паре гомологичных хромосом, образуют **группу сцепления** и наследуются совместно, сцепленно.

Число групп сцепления равно **половине** полного набора хромосом, то есть **гаплоидному набору**.

Рассмотрим скрещивание при сцепленном наследовании признаков:



И что, при сцепленном наследовании вообще никогда не появляются новые признаки?

Спросите вы. Появятся! И поможет нам в этом **кроссинговер**.
Читаем дальше!

Имеем две пары признаков: **А** – серый окрас, **а** – черный окрас, **В** – нормальные крылья, **b** – укороченные крылья. Оба признака находятся в одной паре хромосом.

Признаки **А и В** – сцеплены между собой, признаки **а и b** – тоже.

При скрещивании мух серого цвета с нормальными крыльями (AaBb) и мух черного цвета с укороченными крыльями (aabb), в F1 получаем расщепление 1:1. Половина особей – AaBb, вторая половина – aabb.

Потомки идентичны родительским особям, новых признаков не появилось.

СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ

А теперь зададимся вопросом, какой процесс нарушает сцепление генов между собой?

В Профазе 1 мейоза при образовании гамет, происходит **кроссинговер**.



Кроссинговер – обмен участками между гомологичными хромосомами.

Кроссинговер и нарушает сцепление генов, расположенных в одной хромосоме, способствуя появлению двух новых типов гамет, например, Ab и aB .

Гаметы, сформировавшиеся в результате кроссинговера – aB и Ab , называются **кроссоверные (рекомбинанты)**.

Гаметы, в которых кроссинговер не происходил, называются **некроссоверные (нерекомбинанты)**.

Запомни!

Чем дальше друг от друга находятся сцепленные гены в хромосоме, тем **чаще между ними происходит кроссинговер**. Частота кроссинговера между генами прямо пропорциональна расстоянию между ними.

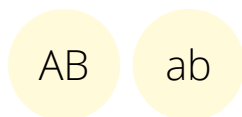


Единица измерения расстояния между генами – **МОРГАНИДА (М)** или 1% кроссинговера.

$$1 \text{ М} = 1\% \text{ кроссинговера.}$$

До кроссинговера

Полное сцепление



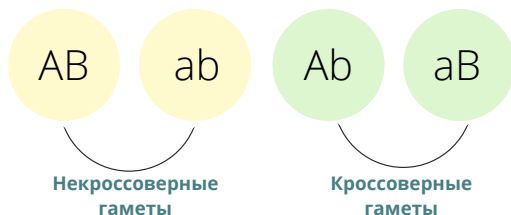
2 типа гамет

Новые признаки в отличие от родителей не появляются

И ПРОЯВЛЯЕТСЯ ЗАКОН СЦЕПЛЕННОГО НАСЛЕДОВАНИЯ В СООТНОШЕНИИ 1:1

После кроссинговера

Неполное сцепление



4 типа гамет

Есть новые сочетания признаков в отличие от родителей

ФОРМИРУЕТСЯ 4 ТИПА ГАМЕТ И 2 НОВЫЕ ГРУППЫ ОРГАНИЗМОВ, ОТЛИЧАЮЩИЕСЯ ОТ РОДИТЕЛЕЙ

СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ

ЧТО МЫ ИМЕЕМ В ИТОГЕ?

У организма, признаки которого были сцеплены, после кроссинговера сцепление генов нарушается и становится неполным, образуется 4 типа гамет: 2 некроссоверные, 2 кроссоверные.

Происходит **появление новых признаков**, таким образом кроссинговер **увеличивает** генетическое разнообразие потомства.

СЕКРЕТЫ РАСЩЕПЛЕНИЯ ПРИ КРОССИНГОВЕРЕ

1. Например, в F2 образуется 4 группы фенотипов, собранных попарно с примерно одинаковым числом особей, например 523 и 489, 120 и 109.
2. Группы с большим числом особей образованы **некроссоверными гаметами** и несут признаки родителей:
То есть у 523 и 489 – были некроссоверные гаметы.
3. Группы с меньшим числом особей образованы **кроссоверными гаметами** и несут новые сочетания признаков:
То есть у 120 и 109 – были кроссоверные гаметы.
4. Процент кроссинговера и расстояние между генами (в морганидах) определяют по **доле особей с кроссоверными гаметами** (число особей в меньших группах делят на общее число особей) **и умножают на 100**. Поэтому процент кроссинговера равен:

$$\frac{120+109}{1241} * 100 = 19\%$$

5. Процент кроссинговера = 19%. Так как 1% = 1 Морганида, то 19% = 19 морганид.
Расстояние между генами равно 19 морганид.

ГЕНЕТИЧЕСКИЕ КАРТЫ

Процент кроссинговера и расстояние между генами (в морганидах) определяют по доле особей с кроссоверными гаметами (число особей в меньших группах делят на общее число особей) и умножают на 100.

Формула:

$$\frac{\text{Кросс. особи} + \text{кросс. особи}}{\text{Общее число особей}} * 100 = \% \text{ кроссинговера}$$

(расстояние между генами А и В)

Генетические карты этих признаков:



(расстояние между генами)

СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ

ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ

Данная теория была сформулирована в начале XX века. Значительный вклад в её развитие внес американский генетик **Томас Морган**.

Суть данной теории заключается в том, что передача наследственной информации в ряду поколений осуществляется путем *передачи хромосом*, в которых в определенной линейной последовательности расположены гены.

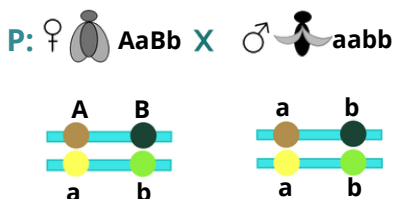


Основные положения хромосомной теории наследственности Моргана:

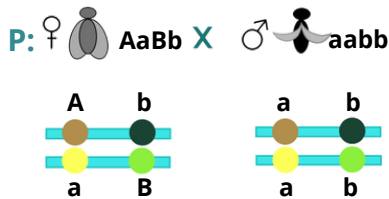
- Гены, отвечающие за **наследование** признаков, расположены в хромосомах.
- Гены располагаются **линейно**, каждый ген имеет своё место в хромосоме – **локус**; в идентичных локусах гомологичных хромосом находятся **аллельные гены**.
- Гены, расположенные в одной хромосоме наследуются совместно, образуя **группу сцепления**.
- Число сцепленных генов равно (n) **гаплоидному** набору хромосом и постоянно для каждого вида (гаплоидный набор человека – 23, значит и групп сцепления 23 штуки).
- Сцепление хромосом нарушается в ходе **кроссинговера** (перекрёста) – процесса обмена участками хромосом в профазе I мейоза.
- Чем **дальше друг от друга** находятся сцепленные группы генов в хромосоме, тем больше вероятность кроссинговера (частота кроссинговера между генами прямо пропорциональна расстоянию между ними).

Положение генов в группах сцепления может быть разным

Цис-положение



Транс-положение



СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ НАСЛЕДОВАНИЕ

Цис-положение (лат. cis- — по эту сторону) - расположение тесно сцепленных рецессивных аллелей двух или нескольких локусов в одной из гомологичных хромосом, а доминантных - в другой гомологичной хромосоме этой пары: $AB \backslash ab$.

Транс - положение (лат. trans- — за, по ту сторону; через) - расположение в хромосоме одновременно и доминантных, и рецессивных аллелей двух или нескольких локусов: $Ab \backslash aB$.

Запомни!


Цис - положение:

A сцеплен с **B**, **a** сцеплен с **b**

Транс - положение:

A сцеплен с **b**, **a** сцеплен с **B**

Генетика пола

 **Половые хромосомы** – хромосомы, которые участвуют в кодировании пола организма, к ним относятся хромосомы X и Y.

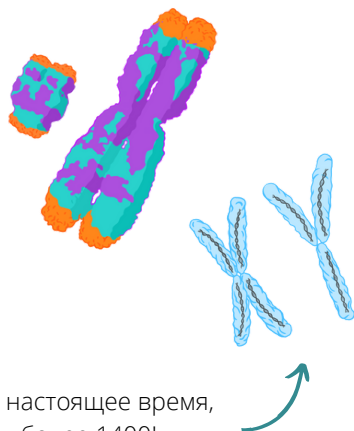
Женский пол кодируется XX, а мужской пол XY.

Исключением являются птицы и бабочки, у них всё наоборот:

XX – мужской пол, а XY – женский пол.

Пол XX называется **гомогаметным**, так как такой организм образует один тип гамет по половым хромосомам – X. Пол XY называется

гетерогаметным, так как такой организм образует два типа гамет по половым хромосомам – X и Y.



Y - хромосома намного меньше X - хромосомы, в ней, в настоящее время, локализовано 78 генов, в то время как в X хромосоме их более 1400!

Признаки X-сцепленного наследования:

- Гены расположены в X-хромосоме.
- Болезнь передается и отца и от матери (т.к. оба имеют X-хромосому).
- Заболевание наследуется и мальчиками и девочками.
- Заболевания наследуются чаще мальчиками, чем девочками.
- *Примеры X-сцепленного наследования:* гемофилия, дальтонизм.

Признаки Y-сцепленного наследования:

- Гены расположены в Y-хромосоме.
- Болезнь передается только от отца.
- Заболевание наследуется только мальчиками.
- Признак наблюдается в каждом поколении по отцовской линии.
- *Примеры Y-сцепленного наследования:* гипертрихоз ушной раковины, перепонка между пальцами.

Запомни! Есть гены, которые содержатся только в Y - хромосоме и

отсутствуют в X - хромосоме, они, следовательно, встречаются только в мужских организмах и никогда в женских, и передаются только сыновьям от отца.

СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ НАСЛЕДОВАНИЕ

Рассмотрим пример сцепленного с X - хромосомой признака дальтонизма:

D – здоровое зрение

d – дальтонизм

Признак находится в X – хромосоме, а значит сцеплен с ней, поэтому записываем: ***XD или Xd***.

XD XD – здоровая женщина с нормальным зрением.

XD Xd – внешне здоровая, но носительница гена дальтонизма.

Xd Xd – женщина дальтоник.

То есть у женщин есть три варианта – отсутствие болезни, носительство и наличие болезни.

Теперь рассмотрим проявление признака у мужчин:

XD Y – здоровый мужчина.

Xd Y – мужчина дальтоник.

То есть у мужчин есть два варианта – отсутствие болезни и наличие болезни. Вариант носительства отсутствует, т.к. Y - хромосома этот признак не несет.

Рассмотрим пример сцепленного с Y - хромосомой признака гипертрихоза:

D – отсутствие гипертрихоза

d – наличие гипертрихоза

XYD – здоровый мужчина.

XYd – мужчина с гипертрихозом.

У женщин признак не проявляется, т.к у женщин просто нет Y - хромосомы, несущей этот признак.

Гены, расположенные в половых хромосомах, могут быть сцеплены между собой и обозначаются сверху и снизу X-хромосомы, между ними также может происходить кроссинговер. Например, признаки дальтонизма и гемофилии находятся в X-хромосоме и сцеплены между собой:

D – нормальное зрение.

d – дальтонизм.

H – нормальная свёртываемость крови.

h – гемофилия.

Гены:

D-H сцеплены.

d-h сцеплены.

Если происходит кроссинговер, то их сцепление нарушается и образуются кроссоверные гаметы.



СЦЕПЛЕННОЕ С ПОЛОМ НАСЛЕДОВАНИЕ

ВОЗВРАТНОЕ И РЕЦИПРОКНОЕ СКРЕЩИВАНИЕ



Возвратное скрещивание – скрещивание потомка с одним из родителей.



Реципрочное скрещивание - два скрещивания, которые характеризуются взаимно противоположным сочетанием анализируемого признака и пола. Так, если в одном скрещивании мать имеет доминантный признак, а отец - рецессивный, то во втором скрещивании, мать несёт уже рецессивный признак, а отец - доминантный. Первое скрещивание – *прямое*, второе – *обратное*. Так как половые хромосомы гомогаметного материнского организма (XX) передаются как сыновьям, так и дочерям, а единственная X-хромосома гетерогаметного мужского пола (XY) — дочерям, то при определенном направлении скрещивания признаки, находящиеся в X-хромосоме, наследуются крест-накрест, т. е. от матери — к сыновьям, а от отца — к дочерям; такое наследование признаков обычно называют наследованием **крест-накрест** или **крисс-кросс** наследованием.

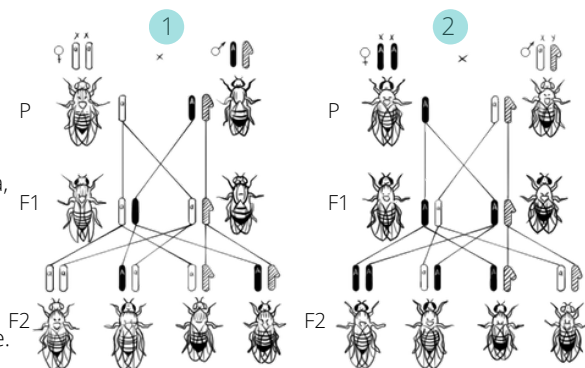
Реципрочное скрещивание

у мух-дрозофил

ХА – красные глаза

Ха – белые глаза

1. В первом случае у самки рецессивный признак - белые глаза, а у самца доминантный – красные глаза.
2. Во втором наоборот у самки доминантный признак – красные глаза, у самца рецессивный – белые.



По результатам реципрочного скрещивания делают выводы о наличии или отсутствии сцепления признака с полом:

1. Если результаты скрещиваний не различаются – сцепление с полом отсутствует. То есть признак будет проявляться в равной степени и у женских и у мужских особей.
2. Если результаты скрещиваний различаются и в одном из скрещиваний наблюдаются явление «крисс-кросс» наследования (материнский признак передается только сыновьям, а отцовский - только дочерям), делают выводы о сцеплении признака с полом (т.е. о локализации соответствующего аллеля в X-хромосоме)

Запомни!

Крисс – кросс наследование – это наследование сцепленных с полом признаков, в результате которого признаки отцов передаются дочерям, а признаки матерей - сыновьям.



КОДОМИНИРОВАНИЕ

НАСЛЕДОВАНИЕ ГРУПП КРОВИ. КОДОМИНИРОВАНИЕ



Кодоминирование – взаимодействие, при котором оба аллельных гена проявляют себя в равной степени доминантными, в результате у гетерозигот проявляются новые признаки и свойства, непохожие на свойства родителей.

Всего три аллели участвуют в кодировании групп крови, называется это явление **множественный аллелизм**, так как ген групп крови кодируется множеством аллелей:

- **i⁰** - рецессивная
- **I^A** – доминантная А
- **I^B** – доминантная В

Первая проявляется только в рецессивном гомозиготном генотипе.

Вторая группа может быть как гомозиготой (I^AI^A), так и гетерозиготой (I^Ai⁰).

Третья группа может быть как гомозиготой, (I^BI^B), так и гетерозиготой (I^Bi⁰).

Четвертая группа проявляется при сочетании двух доминантных аллелей – I^A и I^B.

То есть четвертая группа крови кодируется сочетанием двух доминантных генов, оба проявляются в полной мере, давая новый признак – не вторую и третью группу крови, а новый признак - четвертую!


Такое взаимодействие генов называется **кодоминирование**.

Группа крови	Антигены	Антитела	Генные локусы	Генотип	Взаимодействие генов
I (0)	-	α, β	ρ	$i^0 i^0$	рецессивность
II (A)	A	β	ρ^A	$\rho^A \rho^A, \rho^A \rho$	доминирование
III (B)	B	α	ρ^B	$\rho^B \rho^B, \rho^B \rho$	доминирование
IV (AB)	A, B	-	ρ^A, ρ^B	$\rho^A \rho^B$	кодоминирование

КОДОМИНИРОВАНИЕ

КОДОМИНИРОВАНИЕ И НЕПОЛНОЕ ДОМИНИРОВАНИЕ

Так как проявляются оба родительских признака, фенотипически гибрид получает не усреднённый вариант двух родительских признаков, а новый вариант, отличающийся от признаков обеих гомозигот. Кодоминирование и неполное доминирование, несмотря на фенотипическое сходство, имеют **различные механизмы появления**.

 **Не путай!** Кодоминирование имеет место при **полноценном проявлении** двух аллелей; неполное же доминирование происходит тогда, когда **доминантный аллель не полностью подавляет рецессивный**, то есть у гетерозигот доминантный аллель проявляется слабее, чем у гомозигот по этому аллелю.

Примером проявления неполного доминирования является проявление окраски у кошек, окраска – сцепленный с X-хромосомой признак. Черная окраска определяется геном X^B , рыжая — геном X^b . Гетерозиготы $X^B X^b$ имеют черепаховую окраску.

Кошка с черепаховой окраской



Примером проявления неполного доминирования являются также летальность некоторых генов.

Например: у мышей длина хвоста определяется аллелями B и b , при этом ген b – летален и гомозиготы bb погибают на эмбриональной стадии развития.

Особи с нормальной длиной хвоста имеют генотип - BB , с укороченной длиной хвоста – Bb , а особи, имеющие генотип - bb , погибают в эмбриональном периоде. У особей с генотипом Bb проявилось неполное доминирование признака – укороченный хвост.



НЕАЛЛЕЛЬНЫЕ ГЕНЫ

МНОЖЕСТВЕННЫЙ АЛЛЕЛИЗМ

Множественный аллелизм – явление, когда один признак контролируется тремя и более аллелями, причем две из них могут быть как **доминантными**, так и **рецессивными**. При попадании в одну зиготу двух разных доминантных аллелей, то есть у гетерозигот, обе аллели обуславливают развитие данного признака. Каждый из аллельных генов контролирует синтез определенного белка.

Если доминантный аллель обозначается как А, а рецессивный как а, то множественные аллели обозначаются как А₁, А₂, А₃, А₄ или а₁, а₂, а₃, а₄ и т. д. Множественный аллелизм имеет широкое распространение, например: окраска шерсти у кроликов, цвет глаз у дрозофилы, система групп крови АВО у человека.



Плейотропия — это влияние одного гена на развитие сразу нескольких фенотипических признаков.

Например: ген рыжих волос обуславливает более светлую окраску кожи и появление веснушек.

НЕАЛЛЕЛЬНЫЕ ГЕНЫ И ИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

Неаллельные гены — это гены, расположенные в различных участках (локусах) хромосом и кодирующие разные признаки. Неаллельные гены могут взаимодействовать между собой, когда один признак проявляется под действием совокупности нескольких генов. Выделяют *три формы взаимодействия* неаллельных генов:

- Комплементарность
- Эпистаз
- Полимерия



Комплементарность или комплементарное взаимодействие — тип взаимодействия генов, при котором гены дополняют друг друга, а новый признак формируется лишь при одновременном действии двух доминантных генов, которые по отдельности не приводят к проявлению признака.

Пример:


Наследование окраски цветов у душистого горошка:

Генотип	Признак
A — B —	фиолетовые цветки
A — bb	белые цветки
aaB—	белые цветки
aabb	белые цветки

Ни один из доминантных генов в одиночку не определяет окраску цветка. Фиолетовая окраска появляется только при наличии в генотипе растения *двух доминантных генов* А и В.

НЕАЛЛЕЛЬНЫЕ ГЕНЫ

Неаллельные гены и их взаимодействия

 **Эпистаз** — взаимодействие неаллельных генов, при котором один ген аллельной пары (супрессор) в доминантном или рецессивном **состоянии подавляет** развитие признака, за развитие которого отвечает другая пара генов. Подавляющий ген называется эпистатическим, подавляемый — гипостатическим. В зависимости от **доминантности** или **рецессивности** гена-супрессора эпистаз может быть доминантный или рецессивный.


Пример:

Примером рецессивного эпистаза является *Бомбейский феномен*.

Было обнаружено, что у людей рецессивных по гену h (hh) на поверхности эритроцитов не синтезируются агглютиногены А и В - в результате этого у них фенотипически проявляется первая (0) группа крови.

Ген h подавляет гены I^A и I^B , и на поверхности эритроцитов не образуются агглютиногены А и В.

Поэтому у людей с генотипом hh **всегда обнаруживается первая группа крови** при любом генотипе по системе АВ0.

 **Полимерия** — взаимодействие неаллельных генов, при котором степень проявления признака зависит от нескольких пар неаллельных генов, обладающих схожим действием. Такие гены получили название *полимерные*. Полимерные гены обозначаются одной буквой латинского алфавита, но с разными цифровыми индексами (A_1 , A_2 , A_3 или a_1 , a_2 , a_3).

Пример:

Цвет кожи у человека определяют четыре пары неаллельных генов, ответственных за выработку пигмента меланина. Чем больше имеется доминантных генов, тем больше в коже меланина, и тем темнее её окраска.

Для заметок:

СООТНОШЕНИЯ В ГЕНЕТИКЕ

В задании 4 по генетике тебе могут попасться все соотношения на Законы Менделя, Сцепленное наследование, Неполное доминирование, Кодоминирование, в общем всё. Поэтому давай вспомним соотношения фенотипов и генотипов из всех законов, которые мы разбирали.



ЗАКОН ЕДИНООБРАЗИЯ

для моногибридного скрещивания

P: AA x aa

F1: Aa

Соотношение генотипов: 100%

Соотношение фенотипов: 100%

ЗАКОН РАСЩЕПЛЕНИЯ

при полном доминировании

P: Aa x Aa

F1: AA Aa Aa aa

Соотношение по генотипу: 1:2:1

Соотношение по фенотипу: 3:1

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ

если исследуемая особь гетерозигота

P: Aa x aa

F1: Aa aa

Соотношение по генотипу: 1:1

Соотношение по фенотипу: 1:1

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ

если исследуемая особь дигетерозигота и гены сцеплены

P: AaBb x aabb

F1: AaBb aabb

Соотношение по генотипу: 1:1

Соотношение по фенотипу: 1:1

ЗАКОН ЕДИНООБРАЗИЯ

для дигибридного скрещивания

P: AABB x aabb

F1: AaBb

Соотношение генотипов: 100%

Соотношение фенотипов: 100%

ЗАКОН РАСЩЕПЛЕНИЯ

при неполном доминировании

P: Aa x Aa

F1: AA Aa Aa aa

Соотношение по генотипу: 1:2:1

Соотношение по фенотипу: 1:2:1

ЗАКОН СЦЕПЛЕННОГО НАСЛЕДОВАНИЯ

P: AaBb x aabb

F1: AaBb, aabb

Соотношение по генотипу: 1:1

Соотношение по фенотипу: 1:1

АНАЛИЗИРУЮЩЕЕ СКРЕЩИВАНИЕ

если исследуемая особь дигетерозигота и гены наследуются независимо

P: AaBb x aabb

F1: AaBb Aabb aaBb aabb

Соотношение по генотипу: 1:1:1:1

Соотношение по фенотипу: 1:1:1:1

ЗАКОН НЕЗАВИСИМОГО НАСЛЕДОВАНИЯ

P: AaBb x AaBb

Соотношение по фенотипу: 9:3:3:1



СЕЛЕКЦИЯ

СЕЛЕКЦИЯ



Селекция – наука, изучающая биологические основы и методы создания или улучшения пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов.

ЗАДАЧИ СЕЛЕКЦИИ

1. Создание новых сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов.
2. Повышение **урожайности** сортов и **продуктивности** пород.
3. Повышение у организмов **устойчивости** к заболеваниям, вредителям, холодоустойчивости, засухоустойчивости.
4. Повышение **экологической пластичности** сортов и пород – отзывчивости на удобрения, полив, на корм у животных.



МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ

1. **Искусственный отбор** – отбор, проводимый человеком и направленный на сохранение наиболее ценных в хозяйственном отношении особей растений и животных данного вида/породы/сорта для получения потомства с желаемыми признаками.

Делится на **массовый** и **индивидуальный**

- **Массовый отбор** – сохранение по фенотипу целой группы особей с нужными человеку хозяйственно ценными признаками и выбраковке всех остальных особей, не соответствующих сортовым и породным стандартам. Используется преимущественно в селекции растений.
- **Индивидуальный отбор** – сохранение отдельных особей с необходимыми признаками. Ведётся по генотипу с оценкой качества потомства конкретного животного или растения с ряду поколений. Индивидуальный отбор более эффективен, чем массовый и используется в селекции растений и животных.
- 2. **Подбор родительских пар** – тщательное изучение генотипа и фенотипа родительских особей, подбор пары с необходимыми признаками.
- 3. **Искусственный мутагенез** – это воздействие на организмы различных химических или физических мутагенов с целью получения мутаций. Мутации дают новые признаки, некоторые из которых оказываются полезными в данных условиях и человеку. *Делится на:*
- **Радиационный мутагенез** – воздействие на организмы рентгеновских, ультрафиолетовых лучей, провоцирующих появление у организмов мутаций.
- **Химический мутагенез** – воздействие на организмы химических мутагенов (наприм. иприт, формальдегид), провоцирующих появление у организмов мутаций.

Используются в селекции растений и микроорганизмов.

МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ

4. **Полиплоидия** – метод кратного увеличения гаплоидного набора в клетках организма. Полиплоиды характеризуются хозяйственно ценными признаками: крупными размерами, устойчивостью к неблагоприятным факторам внешней среды, повышенным содержанием ряда веществ.



Роза большелистная
с 14 хромосомами



Роза большелистная
с 28 хромосомами

При обработке растений алкалоидом колхицином разрушается веретено деления клетки, что приводит к нерасхождению хромосом в митозе, в результате чего образуются полиплоиды.

За счёт полиплоидии были получены сорта сахарной свёклы, винограда и разных декоративных растений.

5. **Гибридизация** – получение гибридов от скрещивания генетически разнообразных организмов с хозяйственно полезными признаками.



Инбридинг, близкородственное скрещивание – это скрещивание близкородственных организмов одного вида. Инбридинг осуществляют для перевода генов в гомозиготное состояние и стабилизации признаков сорта или породы. Полученные гомозиготные особи используются в дальнейшем для скрещивания с целью получения гетерозигот, которые отличаются от гомозиготных родительских форм большей продуктивностью (явление гетерозиса).

Проблемой метода является то, что вместе с необходимым признаком в гомозиготное состояние переходят и **неблагоприятные, рецессивные летальные** признаки. Происходит **снижение** жизнеспособности организмов, возникновение аномалий и даже возможна гибель части потомства.



Аутбридинг, неродственное скрещивание – неродственное скрещивание особей одного вида. Аутбридинг используется для повышения или сохранения определенной степени гетерозиготности особей. Вредные рецессивные мутации в таком случае переходят в **гетерозиготное состояние**, что повышает жизнеспособность и продуктивность потомства.

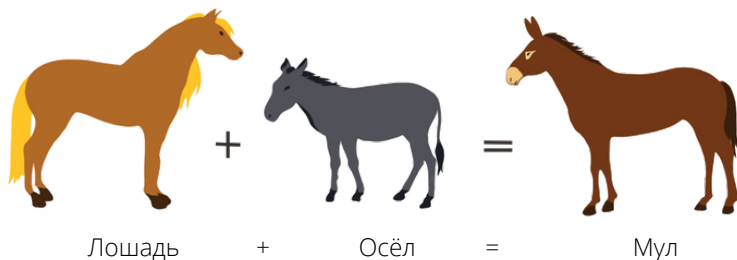


Отдаленная гибридизация – скрещивание особей разных видов с целью получения межвидовых гибридов. Чаще используется в селекции растений, чем животных, так как потомство, полученное от скрещивания животных разных видов бесплодно, потому что у них при созревании половых клеток нарушен мейоз. Но в то же время, межвидовые гибриды могут обладать хозяйственно ценными признаками.

Например, получение гибрида лошади (кобылы) и осла (самца) – мула. Мулы забирают лучшие качества от обоих организмов: величину тела и способность к быстрому движению лошади, выносливость и работоспособность осла. Мулы бесплодны, поэтому гибридизация ограничивается получением потомков в поколении F1.

МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ

За счёт отдаленной гибридизации растений были получены разные виды зерновых культур, например, пшенично – ржаной гибрид – *тритикале*, который характеризуется крупным колосом, зимостойкостью и раннеспелостью.



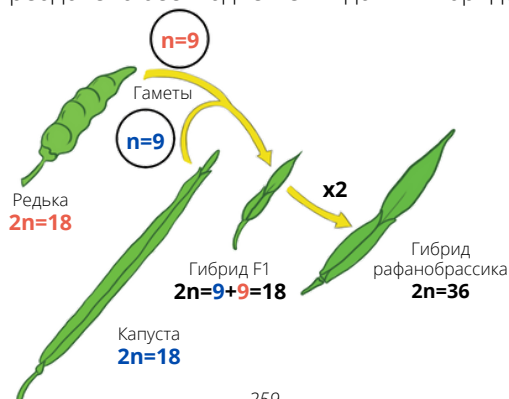
Преодоление бесплодия гибридов

Методику преодоления бесплодности у межвидовых гибридов растений разработал учёный Г. Д. Карпеченко. Он обнаружил, что при скрещивании редьки с капустой бесплодие образующихся гибридов связано с неправильным расхождением хромосом во время мейоза.

Оба вида имеют в диплоидном наборе по 18 хромосом, значит их гаметы несут по 9 хромосом в гаплоидном наборе. Гибрид имеет 18 хромосом, но он совершенно бесплоден, т. к. «редечные» и «капустные» хромосомы в мейозе не конъюгируют друг с другом, так как не имеют гомологичной пары.

Г. Д. Карпеченко действием колхицина удвоил число хромосом гибрида. В результате в гибридном организме оказалось 36 хромосом и это создало возможности для нормального мейоза, т. к. каждая хромосома теперь имела пару.

«Капустные» хромосомы конъюгировали с «капустными», а «редечные» – с «редечными». Каждая гамета несла по одному гаплоидному набору редьки и капусты ($9 + 9 = 18$). Таким образом было преодолено бесплодие межвидовых гибридов.



МЕТОДЫ СЕЛЕКЦИИ

6. **Гетерозис, гибридная сила** – увеличение мощности, жизнеспособности и продуктивности гибридов первого поколения по сравнению с родительскими гомозиготными формами. Этот эффект проявляется, так как многие гены переходят в **гетерозиготное состояние**. С каждым поколением явление гетерозиса снижается, так как гены переходят обратно в гомозиготное состояние, наиболее яркое проявление происходит в F1 – первом поколении.



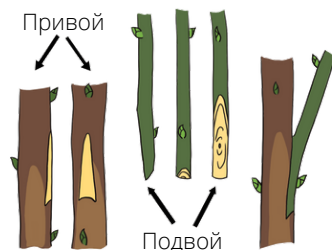
Запомни!

В последующих поколениях эффект гетерозиса уменьшается из поколения в поколение.



7. **Метод ментора** – для воспитания необходимых качеств у одного растения оно прививается к другому растению, уже обладающему этими качествами. Метод основан на воздействии растения **воспитателя - ментора** одного сорта на растение другого сорта после прививки.

Этот метод был разработан И.В. Мичуриным. С помощью него были выведены различные сорта яблони, груши, вишни.



Прививка — перенесение части одного растения (привоя) на другое (подвой).

Привой — растение, часть которого прививается другому (подвою) для придания ему новых свойств.

Подвой — это растение (или его часть), к стеблю или корневой системе которого прививают привой.

8. **Испытание производителя по потомству** – метод проводится для подбора самцов, у которых не проявляются некоторые качества: молочность и жирномолочность у быков, яйценоскость у петухов. Метод основан на **скрещивании самок с самцами** - производителями, затем проводят оценку продуктивности и другие качества дочерей, сравнивая их с материнскими. *Используется в селекции животных.*

9. **Оценка экстерьера**. Экстерьером называют **внешние формы животных**. При оценке экстерьера учитывают как общее сложение животного, его гармоничность и соответствие с развитием отдельных частей, так и развитие отдельных частей. *Используется в селекции животных.*

ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ

Селекция растений

1. Массовый искусственный отбор
2. Искусственный мутагенез
3. Инбридинг, аутбридинг
4. Гетерозис
5. Полиплоидия
6. Метод ментора
7. Отдаленная гибридизация

Селекция животных

1. Индивидуальный искусственный отбор
2. Подбор родительских пар
3. Инбридинг, аутбридинг
4. Гетерозис
5. Испытание производителя по потомству
6. Оценка экстерьера
7. Отдаленная гибридизация

ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ КУЛЬТУРНЫХ РАСТЕНИЙ



Центры происхождения культурных растений – это те районы Земли, где возникли или были окультурены те или иные виды полезных для человека растений и где сосредоточено их наибольшее генетическое разнообразие.

Теорию центров происхождения культурных растений разработал советский ученый *академик Н. И. Вавилов*. Он показал, что наиболее многообразные генотипы культурных растений находятся в центрах их происхождения, где в диком состоянии сохранились их предки.



В связи с этим для сбора мировой коллекции культурных растений Н.И.Вавилов и его сотрудники побывали в экспедициях по всей территории бывшего Советского Союза и во многих зарубежных странах: в Иране, Афганистане, Средиземноморье, Эфиопии, Центральной Азии, Японии, Северной, Центральной и Южной Америке.

Вавилов вывел семь основных центров происхождения культурных растений:

1. **Южноазиатский тропический центр** включает в себя тропическую Индию, Индокитай, Южный Китай, Юго-Восточную Азию. Культурные растения центра: сахарный тростник, рис, банан, манго, огурец – **около 30% всех культурных растений**.
2. **Восточноазиатский центр** – Центральный и Восточный Китай, Япония, Корея, Тайвань. Отсюда произошли яблоня, апельсин, слива, чайный куст – **около 20% культурных растений**.

ЦЕНТРЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ

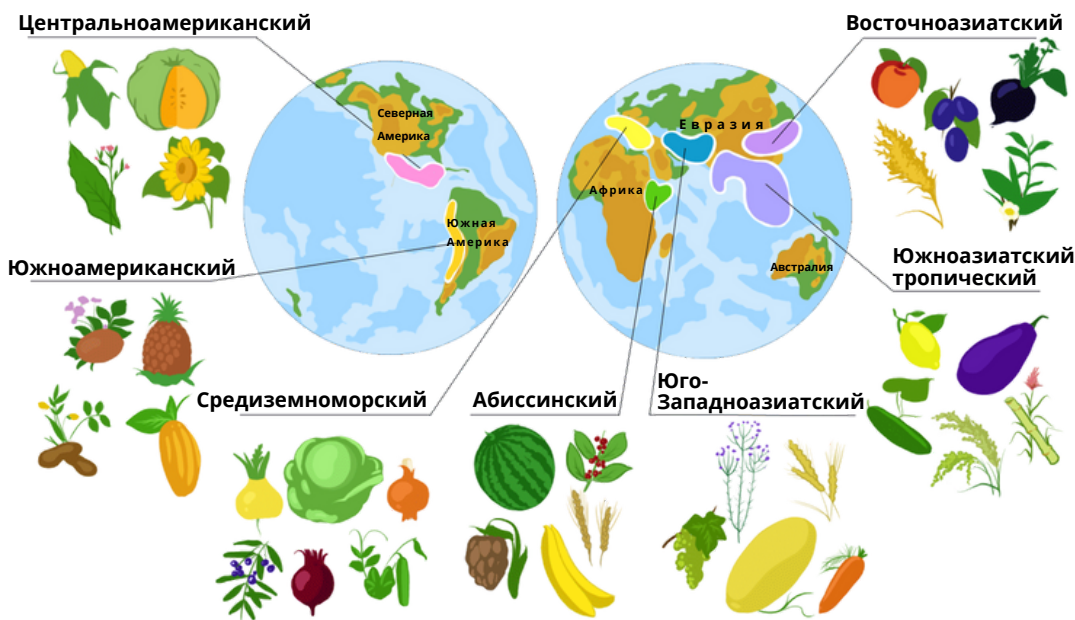
3. **Юго-западноазиатский центр** – Малая Азия, Средняя Азия, Иран, Афганистан, Юго-Западная Индия. Этот центр является прародителем для абрикоса, винограда, груши, злаковых растений, таких как пшеница и рожь, бобовых культур – гороха и чечевицы. Всего порядка **15% культурных растений** происходят из данного центра.

4. **Средиземноморский центр** – страны побережья Средиземного моря. Отсюда вышли капуста, сахарная свекла, маслины, всего **около 10% культурных растений**.

5. **Абиссинский центр** – Абиссинский центр находится в Африке (в Эфиопии), отсюда произошли кофейное дерево, ячмень и пшеница.

6. **Центральноамериканский центр** - Южная Мексика. Родоначальник кукурузы, тыквы, перца, хлопчатника, какао и фасоли.

7. **Южноамериканский центр** - западное побережье Южной Америки. Из этого центра произошли картофель, кокаиновый куст, ананас.



ЗАКОН ВАВИЛОВА

Так же Н.И. Вавилов, изучая наследственную изменчивость у культурных растений и их предков, обнаружил ряд закономерностей, которые позволили сформулировать **закон гомологических рядов наследственной изменчивости**.

ЗАКОН ГОМОЛОГИЧЕСКИХ РЯДОВ В НАСЛЕДСТВЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Закон был сформулирован Н.И Вавиловым и звучит так:

Виды и роды, генетически близкие, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов. Чем ближе генетически расположены в общей системе роды и виды, тем полнее сходство в рядах их изменчивости.

Этот закон можно проиллюстрировать на примере **семейства Злаковые**, к которому относятся пшеница, рожь, ячмень, овес, просо и т.д. Так, черная окраска зерновки обнаружена у ржи, пшеницы, ячменя, кукурузы и других растений. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости позволили самому Н.И. Вавилову найти ряд форм ржи, ранее неизвестных, опираясь на наличие этих признаков у пшеницы. К ним относятся: **остистые и безостые колосья, зерновки красной, белой, черной и фиолетовой окраски и т.д.**

Открытый Н.И.Вавиловым закон справедлив не только для растений, **но и для животных**. Так, альбинизм встречается не только в разных группах млекопитающих, но и птиц, и других животных. Короткопалость наблюдается у человека, крупного рогатого скота, овец, собак, птиц.

Закон Н. И. Вавилова имеет важное значение для селекционной работы, так как он:

- Облегчает поиски наследственных отклонений, ведь зная изменчивость и мутации у одного вида, можно предвидеть возможность их появления у близкородственных видов.
- Облегчает поиски нужных и полезных в хозяйственном плане признаков, ведь обнаружив их у одного вида, **можно определить** их и у близкородственных видов.

Остистая форма



Короткоостая форма



Безостая форма





БИОТЕХНОЛОГИЯ

Биотехнология – наука, изучающая возможности использования живых организмов, их систем или продуктов их жизнедеятельности в промышленном производстве. Термин «биотехнология» был предложен в 1917 г. венгерским инженером Карлом Эреки.

Объекты биотехнологии — микроорганизмы (бактерии, цианобактерии, грибы). Их особенности: короткий жизненный цикл, интенсивное размножение, большое разнообразие биохимических свойств, лёгкое получение мутантов.

В промышленных масштабах используется такое направление биотехнологии, как *микробиологический синтез*.



Главные направления биотехнологии:

1. Микробиологический синтез: **производство** с помощью микроорганизмов и культивируемых эукариотических клеток биологически активных соединений (ферментов, витаминов, гормональных препаратов), лекарственных препаратов (антибиотиков, вакцин, сывороток, высокоспецифичных антител и др.), а также белков, аминокислот, используемых в качестве кормовых добавок.
2. Применение **биологических методов борьбы** с загрязнением окружающей среды (биологическая очистка сточных вод, загрязнений почвы и т. д.) и для защиты растений от вредителей и болезней;
3. Создание **новых полезных штаммов** микроорганизмов, сортов растений, пород животных и т. п.
4. Биотехнологические процессы давно **используются в производстве** хлеба, молочнокислых продуктов, вина, пива.

ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

- **Генная инженерия** – совокупность методов и технологий получения рекомбинантных РНК и ДНК, выделения генов из организма, осуществления манипуляций с генами, введения их в другие организмы и выращивания искусственных организмов после удаления выбранных генов из ДНК.

Генная инженерия является направлением биотехнологии, используя методы таких биологических наук, как молекулярная биология, генетика, микробиология, вирусология.

Открытия в молекулярной биологии позволили выяснить структуру и особенности работы генов. Микробиология помогла обнаружить в клетках бактерий **плазмиды** – небольшие кольцевые молекулы ДНК, которые на данный момент широко используются в генной инженерии. Молекулярная биология предоставила ученым ферменты, которые называются **рестриктазы**. Рестриктазы способны узнавать определенные последовательности нуклеотидов в ДНК и разрезать их так, чтобы на концах молекул образовывались одноцепочечные «хвосты», они по принципу комплементарности могут снова соединяться друг с другом, поэтому их называли «липкими концами».

ГЕННАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

В генной инженерии бактериальные клетки с новым генетическим материалом создают с помощью **метода рекомбинантных плазмид**. Он включает в себя несколько этапов:

1. Разрезание молекулы ДНК ферментами - **рестриктазами** на фрагменты с одинаковыми липкими концами и нужным геном. Такими же ферментами разрезается и плазмидная ДНК, из-за этого липкие концы плазмиды комплементарны нуклеотидным последовательностям липких концов гена.
2. «Вшивание» гена с липкими концами в плазмидную ДНК с помощью ферментов лигаз и получение **рекомбинантной плазмиды**.
3. Введение рекомбинантной плазмиды в бактериальную клетку. Внесенная в бактериальную клетку рекомбинантная плазида начинает работать, и клетка синтезирует **чужеродный белок**. Далее происходит передача измененной ДНК от материнской клетки дочерним при делении. От каждой бактериальной клетки образуется колония, которая подвергается отбору.
4. Отбор колоний бактерий, содержащих рекомбинантные плазмиды с нужным геном.

Методом рекомбинантных плазмид учёные создают штаммы бактерий, которые используются в промышленном масштабе для получения гормона инсулина, различных вакцин, ферментов и т.д.

Создание трансгенных организмов также является важным направлением в генной инженерии. Целью создания трансгенных организмов является получение организма с новыми свойствами. Клетки трансгенного организма производят белок, ген которого был внедрен в геном. Новый белок могут производить все клетки организма, либо определенные клеточные типы.

Создание трансгенных организмов широко используют в сельском хозяйстве для получения **новых сортов растений и пород животных**. Таким образом были получены многие трансгенные растения, которые сейчас находятся в массовом производстве. Это трансгенная соя, кукуруза, картофель, подсолнух и многие другие.

Этапы получения трансгенных организмов:

- Выявление нужного гена в геноме организма-донора (вируса, бактерии, растения, животного, гриба);
- Выделение гена из генома организма-донора;
- Введение гена в генетический вектор (переносчик ДНК), в качестве которого используют вирусы, плазмиды бактерий, хромосомы митохондрий и пластид или транспозоны;
- Перенос вектора новой ДНК в клетку-хозяина;
- Получение целых растений из опытных клеток;
- Анализ ДНК полученных растений на присутствие трансформированного гена;
- Отбор образцов с работающим введённым геном.

Организмы, полученные в результате переноса генов называются **трансгенными** или **генетически модифицированными**.

КЛЕТОЧНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ

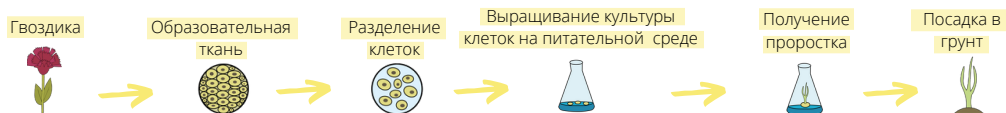
● **Клеточная инженерия** – конструирование новых клеток, на основе культивирования на питательной среде, гибридизации или реконструкции клеток: пересадки хромосом, ядер или других клеточных структур.

В основе клеточной инженерии лежит использование метода культивирования изолированных клеток и тканей на искусственной питательной среде в регулируемых условиях. Этот метод получил название микроклонального размножения растений или метода культуры клеток и тканей.

Его использование стало возможным благодаря способности растительных клеток в результате регенерации формировать целое растение из единичной клетки. Первые положительные результаты были получены на моркови. Кусочек растительной ткани **эксплант** – выделили из корнеплода растения и поместили на питательную среду, содержащую различные вещества, необходимые для роста и развития. В результате деления эксплант образовал однородную неспециализированную клеточную массу – **каллус**.

Клетки каллуса способны давать начало любому типу клеток. При разделении клеток и добавлении в питательную среду фитогормонов, которые обеспечивают рост и дифференцировку клеток, были получены небольшие по размеру растения **регенеранты**, похожие на проростки. Эти растения затем пересадили в грунт, где они развились в полноценные растения.

Таким образом, метод культуры клеток и тканей позволяет размножить какое-либо растение в искусственно созданных условиях, то есть создать его клон. Условия регенерации разработаны для многих культурных растений — картофеля, пшеницы, ячменя, кукурузы, томатов и др.



К методам клеточной инженерии относится также гибридизация, то есть слияние клеток. Разработаны методы гибридизации половых и соматических клеток.

Гибридизация соматических клеток позволяет создавать новые формы живых организмов. Сущность соматической гибридизации заключается в том, что в качестве родительских используют не половые клетки (гаметы), а соматические клетки организмов. Путем соматической гибридизации клеток культурного и дикого картофеля, был выведен новый сорт.

Гибридизация половых клеток используется при невозможности естественного оплодотворения — сначала «в пробирке» проводят оплодотворение яйцеклетки, а затем её имплантируют в материнский организм. Этот приём применяется в ЭКО - технологии преодоления бесплодия у людей.



БОТАНИКА

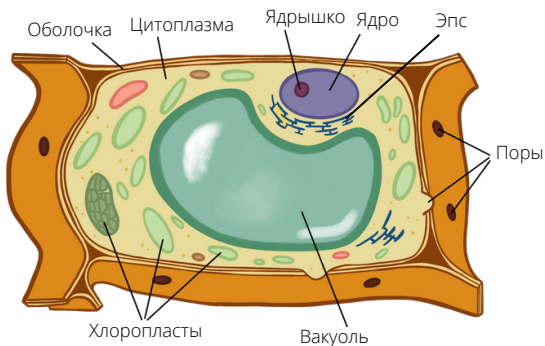
БОТАНИКА



Ботаника – наука, изучающая строение тканей и органов растений, их образ жизни и классификацию.

Признаки растительной клетки:

1. Эукариотическая клетка.
2. Наличие вакуолей и пластид.
3. Клеточная стенка из **целлюлозы**.
4. Запасной углевод **крахмал**.
5. Клеточный центр есть только у низших растений, у высших отсутствует.
6. Отсутствует гликокаликс.



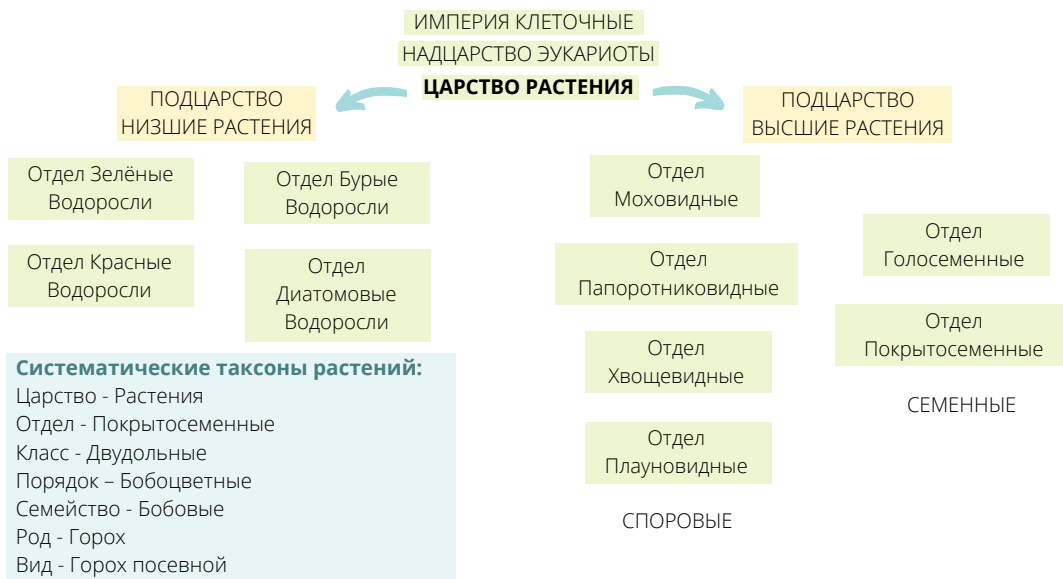
Признаки Царства Растения:

1. Имеют **неограниченный** рост - растения растут медленно и непрерывно, в течение всей жизни.
2. Прикрепленный образ жизни - растения ведут **неподвижный** образ жизни, так как прикреплены в грунту.
3. **Автотрофный** тип питания: имеют пигмент хлорофилл и способны к фотосинтезу.
4. **Осмотрофный** тип питания: поглощают растворимые питательные вещества поверхностью тела.

Почвенное питание - это поглощение веществ корнями.

Воздушное питание - поглощение газов из атмосферы.

СИСТЕМАТИКА РАСТЕНИЙ



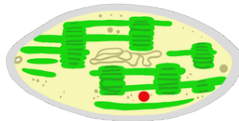
РАЗНОВИДНОСТИ ПЛАСТИД. ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЕ ПЛАСТИД.

Пластиды – двумембранные органоиды, характерные для растительных клеток. *Имеют три разновидности: хлоропласты, лейкопласты и хромопласты.*

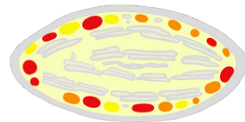
- **Хлоропласты** – зелёные пластиды, содержат пигмент хлорофилл. Содержатся в зелёных частях растений: листьях, стебле. **Осуществляют фотосинтез.**
- **Лейкопласты** – бесцветные пластиды. Основная функция лейкопластов это **накопление питательных веществ**. Накапливают в себе крахмал в виде крупных зёрен. Содержатся в большом количестве в корнях, видоизменённых побегах – клубнях, луковицах и т.д. *На свету лейкопласты превращаются в хлоропласты.*
- **Хромопласты** – пластиды, окрашенные в жёлтые, оранжевые, красные, иногда коричневые цвета. **Придают окраску** спелым плодам и цветам, опадающим листьям при листопаде.



Лейкопласты

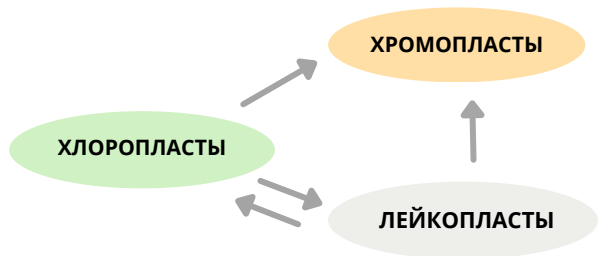


Хлоропласты



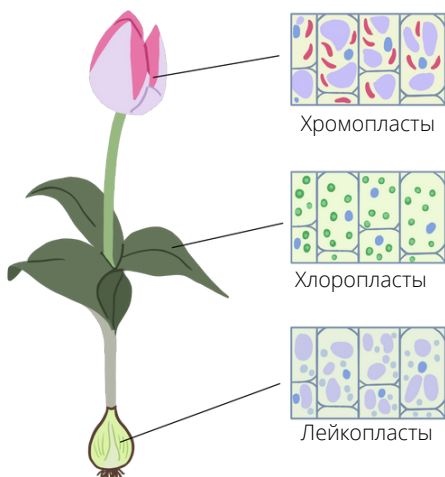
Хромопласты

Первичным, исходным типом пластид являются хлоропласты, из которых при расчленении тела растений на органы произошли пластиды остальных двух типов. В процессе онтогенеза почти все типы пластид могут превращаться друг в друга. Наиболее частые процессы - превращение **лейкопластов в хлоропласты** и **хлоропластов в хромопласты**.



РАЗНОВИДНОСТИ ПЛАСТИД. ВЗАИМОПРЕВРАЩЕНИЕ ПЛАСТИД.

Примером превращения хлоропластов в хромопласты является изменение пластид при осеннем пожелтении листьев. Развитие хромопластов связано с активацией ферментов синтеза каротиноидов. Пожелтение листьев перед листопадом связано с разрушением хлорофилла, он перестает маскировать каротиноиды и они становятся видны, что и обуславливает жёлтую окраску осенних листьев.



Переход хлоропластов в хромопласты так же наблюдается при созревании плодов или формировании окрашенных цветов.

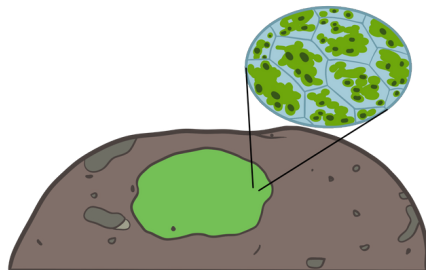
Переход лейкопластов в хлоропласты наблюдается на свету. Примером превращения является позеленение клубня картофеля, если положить его в солнечное место. Клубни картофеля хранятся в тёмном месте, они богаты крахмалом, который запасается в многочисленных лейкопластах. На свету лейкопласты превращаются в хлоропласты, которые содержат пигмент хлорофилл и придают картофелю зелёный цвет.

Также позеленевший клубень содержит в себе ядовитое вещество соланин.



Соланин — ядовитое вещество, которое вырабатывается в растениях семейства паслёновых. В клубнях употребляемого в пищу картофеля содержится до 0,05 % соланина, но в позеленевших клубнях уровень соланина значительно повышается.

Употребление в пищу позеленевшего клубня вместе с кожурой может привести к серьёзному отравлению.



Превращение лейкопластов в хлоропласты на свету у картофеля

ТКАНИ РАСТЕНИЯ

ТКАНИ РАСТЕНИЙ

ПОСТОЯННЫЕ ТКАНИ

(не способны к делению)

Основные
ткани

Проводящие
ткани

Покровные
ткани

Механические
ткани

ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТКАНИ

(способны к делению)

Боковая
образовательная
ткань

Вставочная
образовательная
ткань

Верхушечная
образовательная
ткань

ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ТКАНЬ

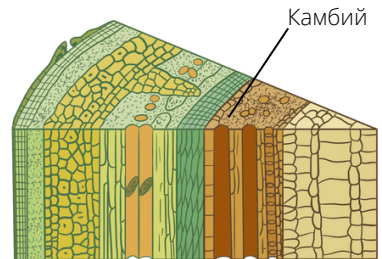
Образовательные ткани образованы **мелкими, молодыми, часто делящимися клетками**. Клетки образовательной ткани активно делятся, растут и дифференцируются. Образовательная ткань обеспечивает рост и регенерацию растения. По месту расположения делится на **боковую, верхушечную и вставочную**.

Боковая обеспечивает рост растения **в толщину**.

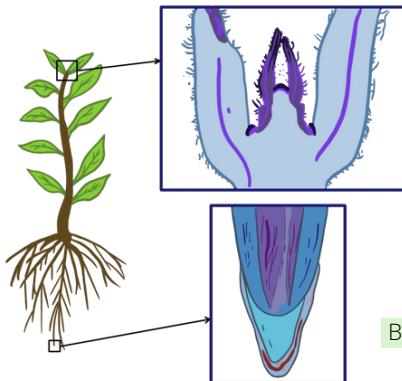
Находится в боковых поверхностях побегов и корней.

Верхушечная обеспечивает рост **корня вглубь почвы и стебля ввысь**. Находится в верхушках побегов, в зоне деления корня.

Вставочная обеспечивает рост в **промежуточных** участках стебля. Встречается у злаковых растений. Находится в основании междоузлий, формируется несколько точек роста, поэтому злаковые растения очень быстро растут.

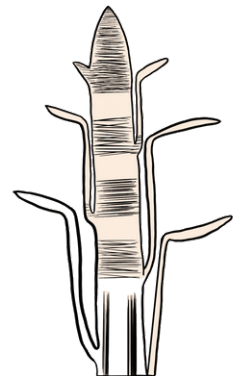


Боковая образовательная ткань - камбий



Верхушка стебля

Верхушка корня



Вставочная образовательная ткань

ТКАНИ РАСТЕНИЯ

ПРОВОДЯЩАЯ ТКАНЬ

Проводящие ткани относят к сложным тканям растений, они включают большое количество элементов с разными функциями. Проводящие ткани обеспечивают транспорт неорганических и органических веществ по растению.

Ксилема (древесина) содержит:

1. Проводящие элементы (сосуды и трахеиды).
2. Механические волокна.
3. Паренхимные клетки.

Механические волокна обеспечивают прочность и опору, паренхимные клетки могут накапливать запасные вещества.

Сосуды - главные элементы ксилемы. Они состоят из мёртвых клеток. Очень хорошо развиты у покрытосеменных растений.

Трахеиды - более примитивные проводящие элементы. Ксилема голосеменных содержит только трахеиды.

Флоэма (входит в луб вместе с паренхимой и лубяными волокнами) состоит из живых безъядерных клеток с общей ЭПС.

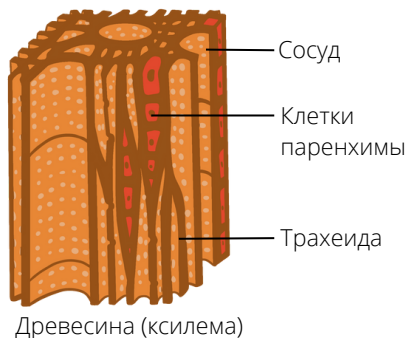
Флоэма содержит:

1. Проводящие элементы (ситовидные трубки).
2. Механические (лубяные) волокна.
3. Паренхимные клетки.

Лубяные волокна обеспечивают прочность и опору, паренхимные клетки могут накапливать запасные вещества.

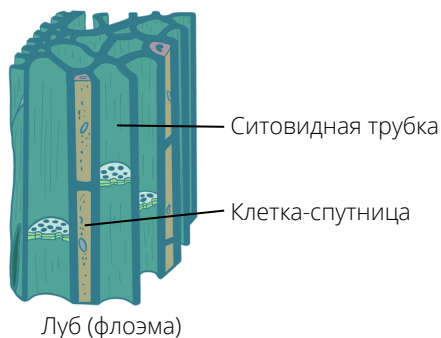
Сосуды

- Состоят из **мёртвых клеток**.
- Образуют слой древесины или ксилему.
- Обеспечивают движение **неорганических** веществ по растению: воды и солей.
- Обеспечивают **восходящий** ток.



Ситовидные трубки

- Состоят из **живых безъядерных** клеток.
- Образуют слой луба или флоэмы.
- Обеспечивают движение **органических** веществ по растению: глюкозы и др.
- Обеспечивают **нисходящий** ток.



ТКАНИ РАСТЕНИЯ

ПРОВОДЯЩАЯ ТКАНЬ

В растении есть два направления движения веществ: восходящий и нисходящий ток. **Восходящий ток** обеспечивает движение неорганических веществ, поглощаемых корнями из почвы к другим частям растения. **Нисходящий ток** обеспечивает движение органических веществ, образовавшихся в процессе фотосинтеза от листьев и стебля к нижним частям растения. Восходящий ток происходит по *сосудам*. Нисходящий ток происходит по *ситовидным трубкам*.

Восходящий ток

Неорганические вещества:
вода и соли движутся **вверх от корней** к другим частям растения



Нисходящий ток

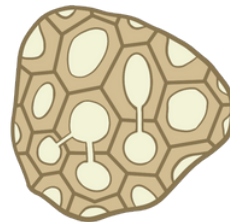
Органические вещества:
глюкоза движется **вниз от листьев** к корням и другим частям растения

МЕХАНИЧЕСКАЯ ТКАНЬ

Механическая ткань состоит из **вытянутых клеток** с отвердевшими стенками.

Функция: даёт опору и каркас растению, поддерживая его.

Мертвые клетки механической ткани (поперечный разрез)



Волокна
(продольный разрез)

1. **Колленхима** - живые клетки с неравномерно утолщенными клеточными стенками. Клетки не одревесневают, находится в молодых листьях и побегах.
2. **Склеренхима** - мертвые клетки с толстыми, равномерно утолщенными и одревесневшими оболочками. Прочная, располагается в многолетних частях растения.
3. **Склериды** - мертвые клетки механической ткани с толстыми одревесневшими оболочками (каменистые клетки). Участвуют в образовании скорлупы орехов, косточек плодов и т.д.

ТКАНИ РАСТЕНИЯ

ПОКРОВНАЯ ТКАНЬ

Покровная ткань находится на границе между телом растения и окружающей средой. Основная функция - защита от механических воздействий, проникновения болезнетворных бактерий, вирусов и грибов. Защита от потери воды и газообмен.

Первичные покровные ткани появляются в первый год жизни растения.

Кожица (эпидермис). Образована одним слоем живых клеток. Образует одноклеточные и многоклеточные выросты в виде волосков, они образуют опушение на стеблях и листьях некоторых растений. Поверхность эпидермиса обычно покрыта воскоподобной кутикулой, что уменьшает испарение воды.

Имеет **устьица**. Устьице образовано полулунными, замыкающими клетками. Через них происходит газообмен и транспирация (испарение воды).

Вторичные покровные ткани характерны для частей растения, которые сохраняются в течение многих лет - стволы растений и кустарников. Они значительно толще и прочнее, что обеспечивает лучшую защиту.

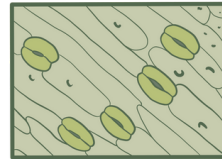
Пробка - многослойная ткань, образована мёртвыми клетками с толстой пробковой стенкой (суберин). Имеет чечевички, похожие на трещины в пробке. Чечевички обеспечивают газообмен.

Функции пробки:

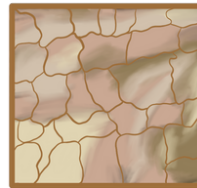
1. Пробка защищает от потери влаги.
2. Предохраняет от резких перепадов температуры.
3. Предохраняет от проникновения болезнетворных микроорганизмов.
4. Обеспечивает газообмен через чечевички.
5. При листопаде пробка образует отдельный слой в основании листа.

Третичные покровные ткани образуются на стволах деревьев.

Корка - слои мертвых клеток, имеют трещины, очень толстое образование. При этом пробка сохраняется в виде поверхностного слоя корки.



Кожица под микроскопом

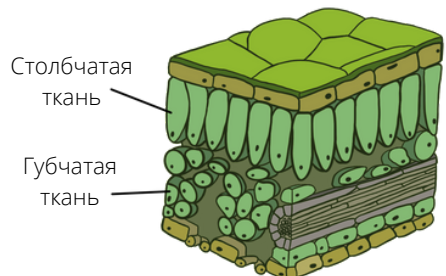


Пробка под микроскопом

ОСНОВНАЯ ТКАНЬ

Основная ткань состоит из живых клеток. Под этим названием объединяется целая группа очень разных по функциям тканей.

1. **Фотосинтезирующая или ассимиляционная** или хлоренхима. Содержится в мякоти листа, образуя здесь два слоя: столбчатый и губчатый слой. Обеспечивает функцию фотосинтеза. Содержит большое количество хлоропластов.



ТКАНИ РАСТЕНИЯ

Запасающая ткань. Имеет крупные тонкостенные клетки, заполненные зернами крахмала. Выполняет функцию запасаания веществ в растении, содержится в корнеплодах, эндосперме, в клубнях.

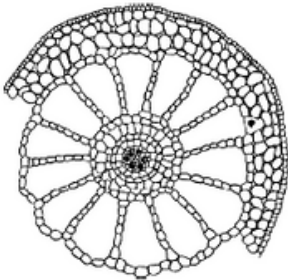
Водоносная ткань - служит для запасаания воды. Хорошо развита у растений, обитающих в засушливых местах (степях и пустынях), состоящая из живых тонкостенных паренхимных клеток, заполненных водой.

Воздухоносная или аэренхима - построена из клеток, соединённых между собой так, что между ними остаются крупные заполненные воздухом пустоты (крупные межклетники). Встречается у водных и болотных растений, запасает воздух для газообмена.

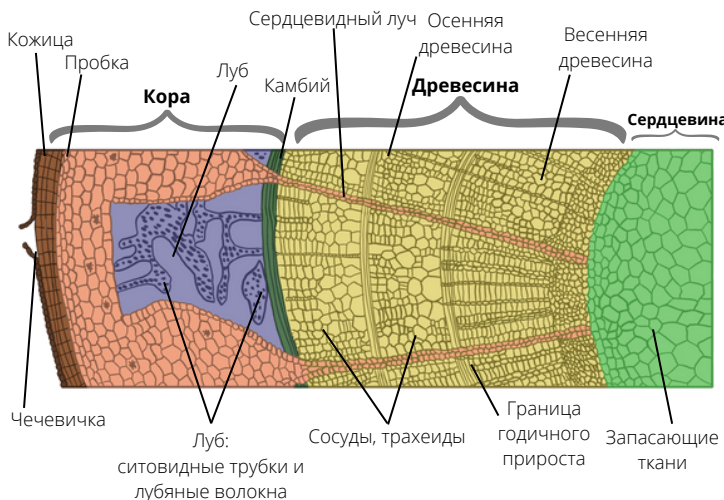
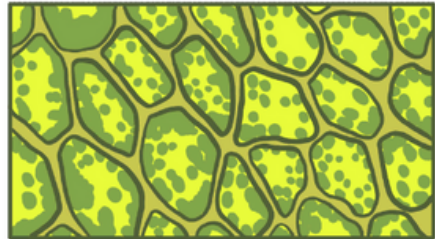
Паренхима - собственно основная ткань. Заполняет пространства между другими тканями и их элементами, может участвовать в накоплении веществ.

Выделительная - участвует в образовании и выделении различных веществ. Выводят продукты обмена растения, а также секретируют вещества, например, нектар у цветковых растений.

Воздухоносная ткань



Фотосинтезирующая ткань



Запомни!

Порядок расположения структур в стебле:

Кожичка
Пробка
Кора
Луб
Камбий
Древесина
Сердцевина



ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ


ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

Растение состоит из вегетативных и генеративных органов.

Вегетативные органы обеспечивают функции: роста, фотосинтеза, транспирацию, газообмен растения, вегетативное размножение.

Генеративные органы обеспечивают половое размножение и распространение растений.



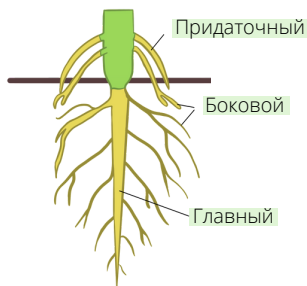
 **Корень** – подземная часть растения, служащая для укрепления его в почве и всасывания из неё воды и питательных веществ.

Классификация корней:

Главный корень - развивается из зародышевого корешка семени.

Придаточные - растут на стебле, листьях.

Боковые корни - это ответвления главного корня.



Внутреннее строение корня

Корневой чехлик выделяет слизь, уменьшая трение, защищает верхушку корня.

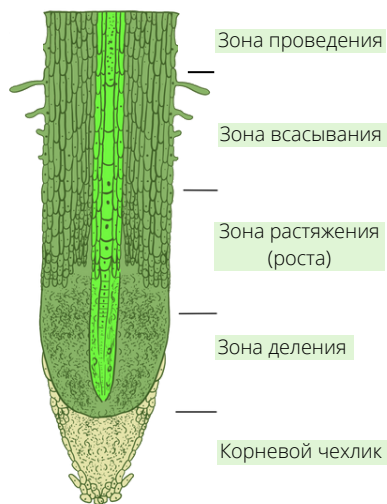
Зоны корня

Зона деления образована верхушечной образовательной тканью, клетки здесь активно делятся.

Зона роста - клетки в этой зоне не делятся, но вытягиваются в длину и растут.

Зона всасывания имеет выросты - корневые волоски, через которые происходит всасывание минеральных веществ.

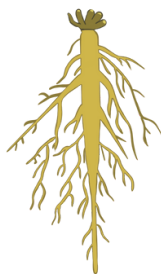
Зона проведения находится между корнем и стеблем, проводит вещества к стеблю и другим органам растения.



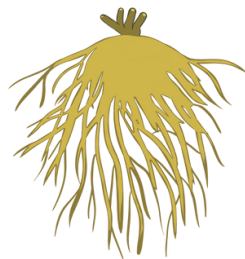
ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

Совокупность всех корней растения называется **корневая система**:

- **Стержневая** – чётко выражен главный корень. Состоит из главного и боковых корней.
- **Мочковатая** – главный корень развит слабо или отсутствует, состоит из боковых и придаточных корней.



Стержневая



Мочковатая

Функции корня:

- Закрепление растения в почве.
- Всасывание воды и минеральных веществ.
- Проведение веществ по растению.
- Накопление и запасание питательных веществ.
- Служит пищей другим организмам.
- Вегетативное размножение растения.
- Дыхание растения.



Видоизменения корней

Видоизменения корней:

- **Корнеплод** – утолщенный главный корень, который запасает в себе питательные вещества. Корнеплоды развиты у моркови, редиса, свеклы.
- **Корневые клубни или шишки** – утолщенные боковые корни. Развиты у сладкого картофеля батата, георгина.

Дыхательные корни у водных растений.

Воздушные корни у орхидей.

Корни-присоски у растений паразитов.



Корнеплоды



Корневые клубни

ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ



Побег – вся надземная часть растения, которая включает в себя *стебель, листья и почки*.

Побег состоит из *узлов и междоузлий*.

Узел - участок стебля, на котором образуются боковые органы (ветви, листья, почки, придаточные корни и другие). Участок между двумя соседними узлами называется

междоузлием.

Пазуха листа - участок между основанием листа и стеблем. В пазухах листьев располагаются пазушные почки, а на вершшке побега – **верхушечная почка**.

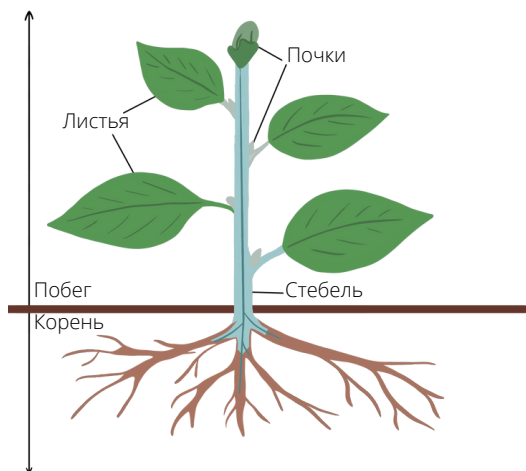


Стебель – основная часть побега, несёт на себе все остальные его части.

В вершшке стебля расположена *верхушечная образовательная ткань*, в боковых поверхностях – *боковая образовательная ткань* – **камбий**. В промежутках – *вставочная*. Они обеспечивают рост стебля в толщину и высоту.

Функции стебля:

- Выносит листья к свету.
- Проведение веществ по растению.
- Запасание веществ.
- Служит пищей другим организмам.
- Вегетативное размножение.
- Фотосинтез.



ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

КЛАССИФИКАЦИЯ ПОБЕГОВ

По длине междоузлий:

Укороченные и удлинненные



укороченный
побег осины

удлинненный
побег осины

По одревеснению:

травянистые, древесные

По расположению в пространстве:

Стоячие, лежащие, вьющиеся, лазающие, ползучие

По ветвлению:

Очередное, супротивное, мутовчатое



прямостоячий



приподнимающийся



ползучий



стелющийся



вьющийся



цепляющийся

ВИДОИЗМЕНЕНИЯ ПОБЕГОВ



Видоизмененными называются такие побеги, которые выполняют некоторые дополнительные функции: защита, лазание, запасание питательных веществ и др.

Подземные побеги:

- Клубень
- Луковица
- Корневище
- Клубнелуковица

Луковица - видоизменённый,

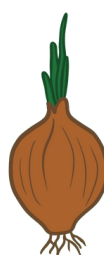
обычно подземный побег растений с утолщённым коротким

стеблем и сочными листьями - *чешуями*, запасющими воду и питательные вещества.

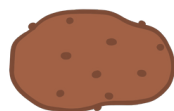
Луковица служит органом вегетативного размножения.



Корневище



Луковица



Клубень

ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

Луковица состоит из:

Видоизмененные листья – **чешуи**.

Сочные чешуи – запасают питательные вещества.

Сухие чешуи – защищают луковицу.

Почки - обеспечивают прорастание новых побегов.

Стебель - **донце**, к которому прикрепляются все части луковицы.

Придаточные корни, отходящие от донца, обеспечивают всасывание воды, закрепление луковицы.

Примеры: луковица тюльпана, лука, чеснока.



Корневище – многолетний подземный побег, с чешуевидными, недоразвитыми листьями, верхушечными или пазушными почками, придаточными корнями. Внешне корневище похоже на корень. Корневище выполняет функцию *запасания* питательных веществ, вегетативного возобновления и размножения растений.

Корневище состоит из:

Стебель, имеющий узлы и междоузлия.

Придаточные корни: обеспечивают всасывание воды и закрепление в почве.

Листья.

Почки.

Примеры: папоротник, ландыш.



Клубень - видоизменённый укороченный побег растения, имеющий шаровидную форму и запасующий питательные вещества.

Клубнелуковица — это подземный укороченный и утолщённый стебель, снаружи покрытый сухими чешуями.

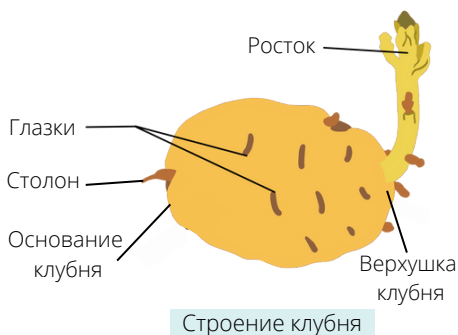
Клубень состоит из:

Утолщенный стебель, запасующий питательные вещества (крахмал).

Почки (глазки).

Узлы, междоузлия.

Примеры: клубень картофеля, топинамбура.



ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

К видоизменённым побегам относятся также:

Почка — зачаточный вегетативный или генеративный побег.

Розеточные побеги — побеги с укороченными междоузлиями.

Кочан капусты — сильно разросшаяся почка.

Цветок — укороченный генеративный побег, предназначенный для семенного размножения цветковых растений.

Шишка — видоизменённый укороченный побег хвойных, предназначенный для семенного размножения голосеменных растений.



Кочан капусты

Надземные видоизмененные побеги:

- Колючки у боярышника.
- Усики у винограда.
- Надземные столоны у земляники.



Колючки боярышника



Усики винограда



Столоны земляники



Лист - боковой вегетативный орган растения, расположенный на стебле.

КЛАССИФИКАЦИЯ

По наличию черешка:

черешковые или сидячие.



По краю листа:

цельнокрайний, зубчатый, двоякопильчатый, волнистый.



Цельнокрайний



Зубчатый



Пильчатый



Городчатый



Выемчатый

По количеству листовых пластинок:

простые или сложные.



Жилкование:

параллельное, дуговое, перистое, пальчатое, сетчатое.



Параллельное



Дуговое

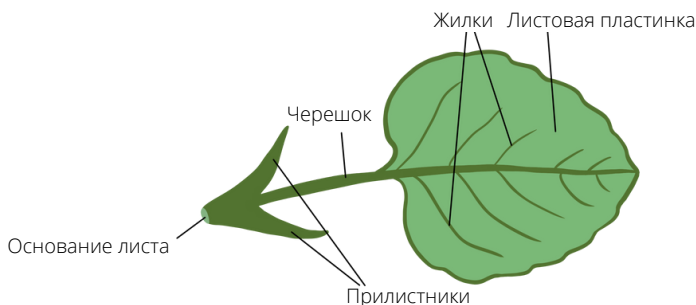


Перисто-сетчатое



Пальчатое

ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ



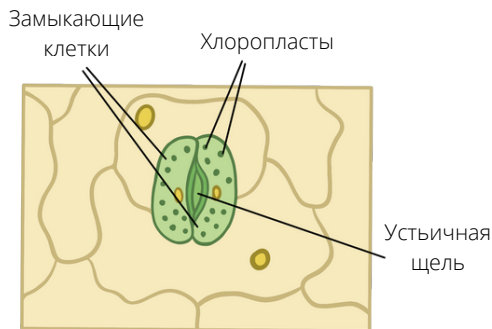
СТРОЕНИЕ ЖИЛКИ ЛИСТА

Жилка листа **состоит из:**

- Сосуды
- Ситовидные трубки
- Механическая ткань

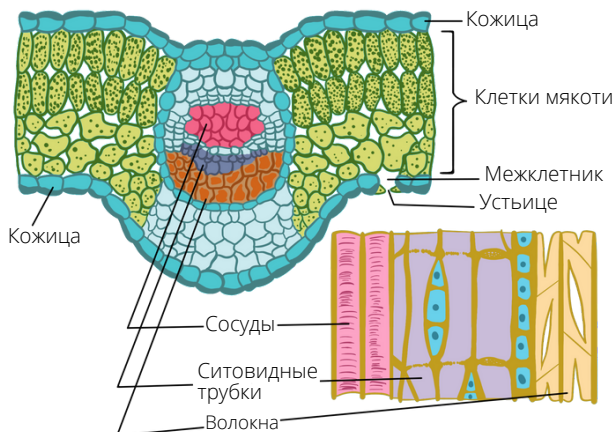
Лист покрыт кожей. **Кожица** – покровная ткань, один слой живых клеток, в которой расположены **устьица**.

Устьица образованы **замыкающими, полулунными клетками и устьичной щелью**. Они содержат большое количество хлоропластов. Осуществляют фотосинтез в отличие от остальных клеток кожицы.



Функция устьиц: газообмен, транспирация.

Внутри листа, под кожей расположена основная ткань – **ассимиляционная** или **фотосинтезирующая** ткань. Состоит из двух слоёв клеток: **столбчатый слой** и **губчатый слой**. Функция основной ткани: фотосинтез.



Функции листа:

- Фотосинтез.
- Транспирация.
- Вегетативное размножение.
- Газообмен - дыхание и обмен газов при фотосинтезе.

Видоизменения листьев :

- Колючки - кактус, барбарис.
- Усики - горох.
- Ловчие листья у хищных растений (венерина мухоловка, росянка).
- Чешуи лука.
- Игольчатые листья у хвойных.

ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ



Ловчие листья венериной мухоловки



Усики гороха



Игольчатые листья хвойных



Колючки кактуса



Почка - зачаточный побег, который содержит зачатки всех будущих частей побега: листьев, стебля, почек.

По внутреннему строению почки делятся на:

Вегетативные
Генеративные

Вегетативные почки содержат зачатки

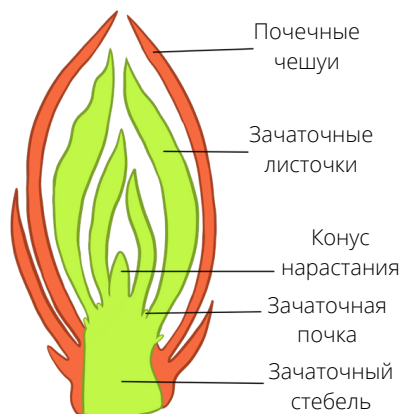
только вегетативных органов.

Содержат: зачаточные листья, зачаточный стебель, конус нарастания, почечные чешуи.

Генеративные почки содержат зачатки

вегетативных органов и цветков.

Содержат: зачаточные листья, зачаточный стебель, конус нарастания, почечные чешуи, зачатки цветков.



ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

По расположению на стебле:

Верхушечные расположены на вершшке стебля.

Боковые: пазушные в пазухе листа и придаточные.

Функции почки:

- Рост растения в длину.
- Ветвление растения.
- Образование новых побегов.

Боковые
почки

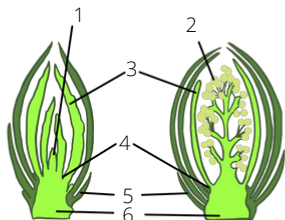
Верхушечная
почка



Вегетативной



Генеративной



Строение почек

- 1 - конус нарастания
- 2 - зачатки цветков
- 3 - зачатки листьев
- 4 - дочерние почки
- 5 - почечная чешуя
- 6 - зачаточный стебель



Цветок - видоизмененный побег, впервые появился у **покрытосеменных** растений.

Цветок расположен на *цветоножке* и имеет расширенную часть – *цветоложе*.

Цветок состоит из:

1. **Околоцветник**, который включает в себя **венчик**, который состоит из лепестков, и **чашечку**, которая состоит из чашелистиков.

Двойной сложный околоцветник - состоит из чашечки и венчика.

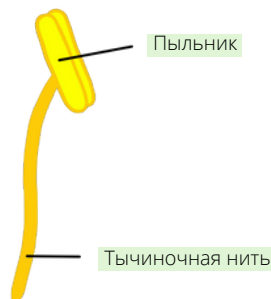
Простой околоцветник состоит либо из одного венчика, либо из одной чашечки.

2. **Пестик** - женская часть цветка.

Составные части пестика: рыльце, столбик, завязь с семязачатками.

3. **Тычинка** - мужская часть цветка.

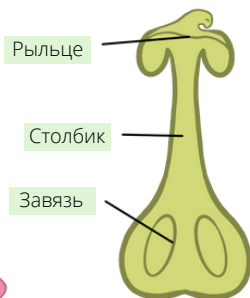
Составные части тычинки: тычиночная нить, пыльник.



Цветок с простым
околоцветником

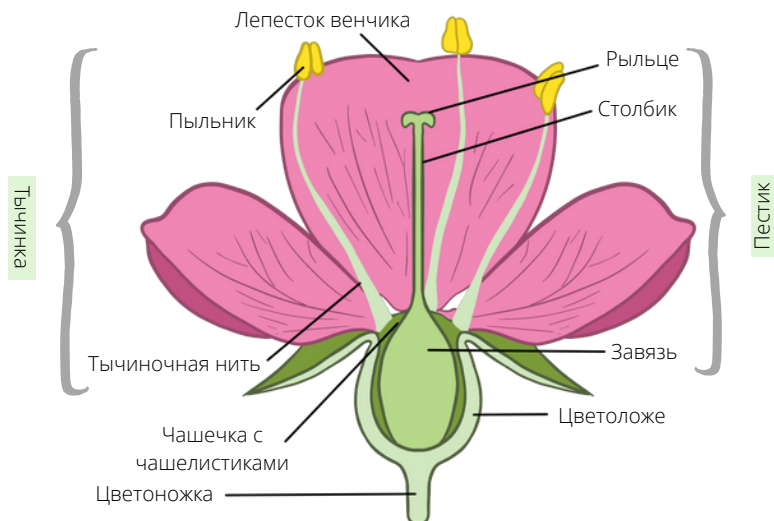


Цветок с двойным
околоцветником



Строение пестика

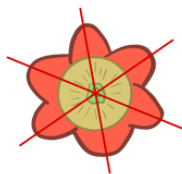
ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ



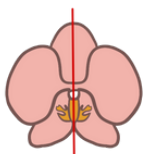
КЛАССИФИКАЦИЯ ЦВЕТОВ

1. Правильный цветок – можно провести *несколько* осей симметрии.

2. Неправильный – можно провести только *одну* ось симметрии.



1



2

1. Двудомное растение - мужские и женские цветы расположены на *разных* растениях.

2. Однодомное - и мужские и женские цветы расположены на *одном* растении.

1



2

Обоеполый цветок имеет женскую и мужскую часть растения в составе:

тычинка + пестик.

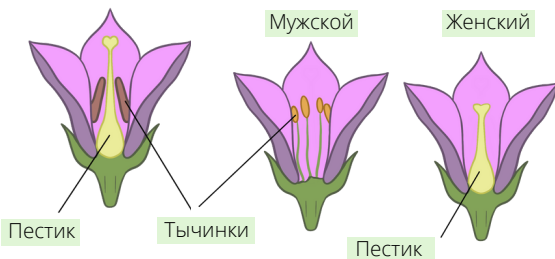
Однополый цветок имеет только одну часть растения мужскую или женскую:

Женский = только пестики.

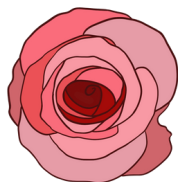
Мужской = только тычинки.

ОБОЕПОЛЫЙ ЦВЕТОК

ОДНОПОЛЫЕ ЦВЕТКИ

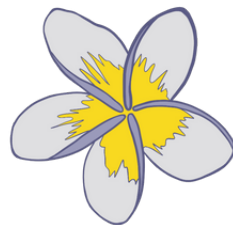


ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ



Насекомоопыляемые цветы имеют:

- Яркий и большой околоцветник.
- Цветки образуют нектар.
- Пыльца крупная, липкая, тяжёлая.
- Цветки распускаются во время или после появления листьев.



Ветроопыляемые цветы имеют:

- Цветки маленькие и невзрачные.
- Длинные тычинки и пестики.
- Пестик имеет пушистое рыльце.
- Пыльца мелкая, лёгкая, сухая.
- Цветки распускаются до появления листьев.

Функции цветка:

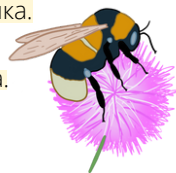
- Образование пыльцы.
- Привлечение опылителей.
- Опыление.
- Оплодотворение.
- Образование семян.
- Образование плодов.



Опыление - перенос пыльцы с пыльника тычинки на рыльце пестика.

Самоопыление - перенос пыльцы на свой же пестик.

Перекрестное опыление - перенос пыльцы на рыльце другого цветка.



Формула цветка - отражает число всех частей цветка и его строение с помощью символов и цифр.

Ч - чашечка

Л - лепестки

Т - тычинка

П - пестик

О - простой околоцветник

↗ - неправильный цветок

* - правильный цветок

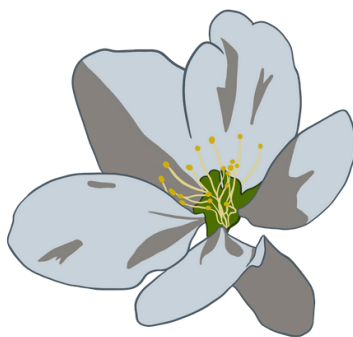
♀ - пестичные (женские) цветки

♂ - тычиночные (мужские) цветки

♂♀ - обоеполые цветки

() - сросшиеся части цветка

Цифры - количество частей цветка



Цветок вишни

* ♀ Ч₅ Л₅ Т_∞ П₁

ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ



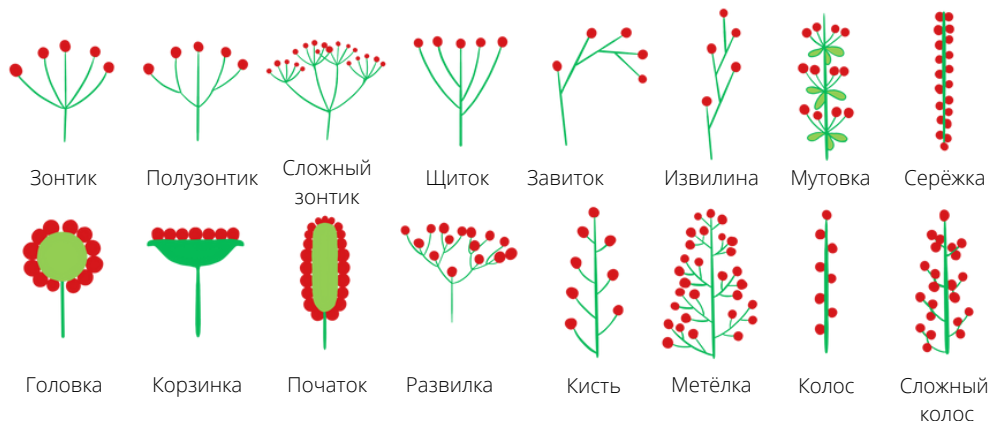
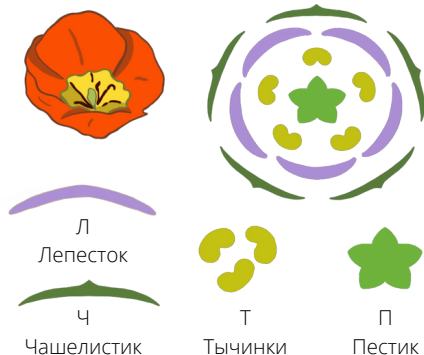
Диаграмма цветка - схематическое изображение расположения частей цветка, их количества и относительных размеров.



Соцветие - группа цветков, расположенных в определённом порядке. Увеличивает возможность привлечения опылителей. Соцветия делятся на простые и сложные:

Простые - цветки расположены на *одной* оси.

Сложные - кроме главной оси, есть *боковые*.



Плод - генеративный орган цветковых растений, образующийся из завязи цветка и содержащий семена. Состоит из *семян* и *околоплодника*. Околоплодник формируется из стенок завязи пестика.

КЛАССИФИКАЦИЯ ПЛОДОВ

По консистенции околоплодника:

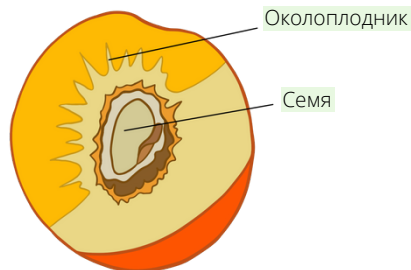
- Сухие плоды
- Сочные плоды

По количеству семян:

- Односемянные плоды
- Многосемянные плоды

Функции плода:

- Плод обеспечивает развитие, созревание и защиту семян.
- Участвует в расселении растения.
- Служит пищей многим животным и человеку.



ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

плоды

СУХИЕ

СОЧНЫЕ

Односемянные

Многосемянные

Односемянные

Многосемянные



Семянка



Коробочка



Костянка



Ягода



Зерновка



Боб



Яблоко



Орех



Стручок



Тыква



Крылатка



Стручочек



Сложная костянка
(многокостянка)



Жёлудь



Многоорешек

ОРГАНЫ РАСТЕНИЯ

Семя - орган полового размножения и расселения голосеменных и покрытосеменных растений.

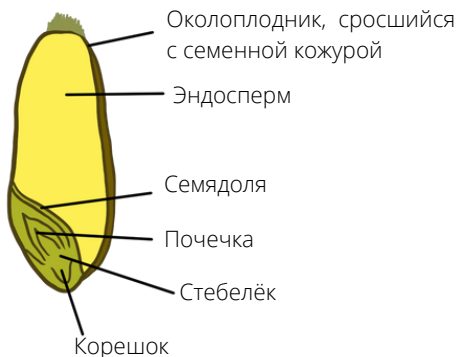
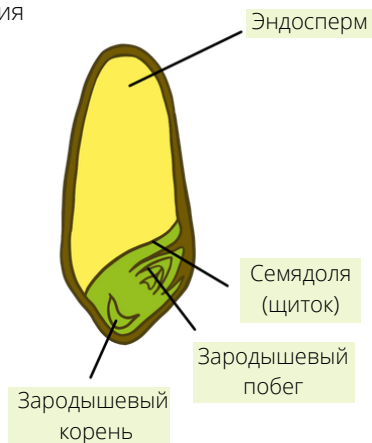
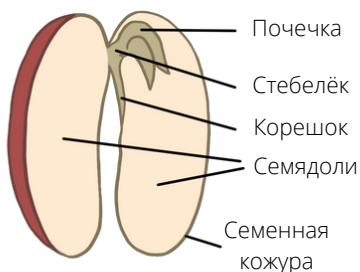
Семя развивается из **семязачатка завязи**.

Семя состоит из:

1. Запас питательных веществ (эндосперм)
2. Зародыш растения:
 - Одна или две семядоли
 - Зародышевый корешок
 - Зародышевый стебелек
 - Зародышевая почечка
 - Зародышевые листья
3. Семенная кожура

Условия прорастания семени:

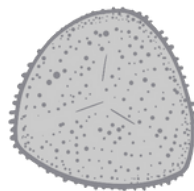
- Вода
- Кислород
- Тепло
- Живой зародыш



ОТЛИЧИЯ СЕМЕНИ ЦВЕТКОВОГО РАСТЕНИЯ И СПОРЫ



- Семя имеет **диплоидный** зародыш и **триплоидный** эндосперм.
- Семя **имеет** запас питательных веществ.
- Семя имеет плотную оболочку, более **жизнеспособно**.
- Семя **многоклеточное**.



- Спора **гаплоидная**.
- **Не имеет** запаса питательных веществ.
- Нет плотной оболочки, **менее** жизнеспособна.
- Спора **одноклеточная**.

ГРУППЫ РАСТЕНИЙ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ГРУППЫ РАСТЕНИЙ

По отношению к **водному режиму** местообитания выделяют экологические группы растений:

Гидатофиты - водные растения, **целиком или большей своей частью** погруженные в воду. *Например*, кувшинка, ряска.

Гидрофиты — водные растения, **прикрепленные к грунту** и погруженные в воду своими **нижними частями**. *Например*, стрелолист, камыш, рогоз.

Гигрофиты — растения **избыточно увлажненных местообитаний**, но таких, где обычно нет воды на поверхности. *Например*, калужница.

Мезофиты — растения, обитающие в условиях **среднего увлажнения**. *Например*, ландыш, дуб, ель, ромашка.

Ксерофиты — растения, живущие в условиях **резкого дефицита влаги** (многие растения степей и пустынь). *Например*, кактус, суккулент, алоэ.



Лайфхак!

Гидатофиты – в воде

Гидрофиты – частично в воде

Гигрофиты – высокая влажность

Мезофиты – средняя влажность

Ксерофиты – низкая влажность



По **отношению к свету** различают три группы растений:

1) **Светолюбивые** (гелиофиты - солнце), живущие только на хорошо освещенных местах (растения тундр, пустынь, степей, безлесных горных вершин). *Например*, сосна, пшеница.

2) **Теневыносливые** (факультативные гелиофиты), которые могут жить при полном освещении, но хорошо переносят и некоторое затенение. *Например*, лесные травы, кустарники, большинство луговых растений.

3) **Тенелюбивые** (сциофиты - тень), которые обитают только в затененных местах. *Например*, кислица, папоротник.



Отношение различных растений **к продолжительности дня** и периодичности солнечного освещения, так называемому **фотопериодизму**, неодинаково.

В связи с этим различают две группы растений:

1) Растения **длинного дня**, живущие в условиях, когда день заметно длиннее ночи (растения высоких широт и высокогорий).

2) Растения **короткого дня** (день примерно равен ночи), растущие в тропиках и субтропиках, а также **ранневесенние и поздне-осенние** растения умеренного климата.



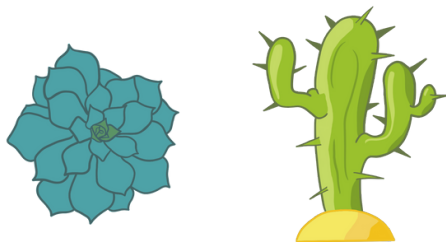
ГРУППЫ РАСТЕНИЙ

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ К ЖИЗНИ В ЗАСУШЛИВЫХ УСЛОВИЯХ

- Корневая система растений **глубоко проникает в почву**, достигает грунтовых вод (верблюжья колючка) или наоборот расположена **поверхностно у кактусов**, чтобы поглощать дождевую воду.
- Листья видоизменены **в колючки или иголки** (для уменьшения транспирации/испарения воды).
- **Листья мелкие**, покрыты восковым налетом или опушены, что так же уменьшает испарение.
- **Могут запасать воду** в сочных, мясистых стеблях, (кактус, алоэ, суккуленты).
- В дневные часы **закрывают устьица** для уменьшения испарения, а **ночью открывают**.

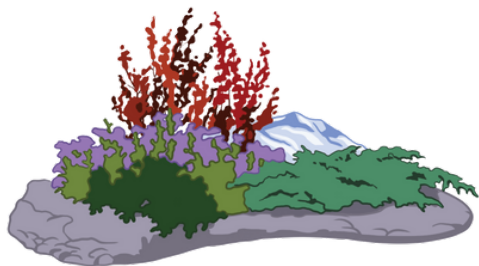


Верблюжья
колючка



ПРИСПОСОБЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ К ЖИЗНИ В ТУНДРЕ

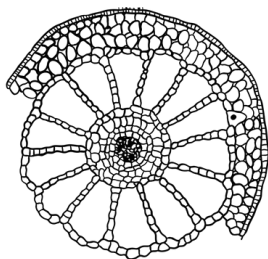
- Растения **низкорослые**, стелются по земле.
- Имеют **небольшие корни**, близко расположенные к поверхности.
- Имеют **мелкие листья**, покрытые восковым налётом, волосками.
- Цветы и плоды созревают в **быстрый срок**, из-за короткого тёплого периода погоды.
- Цветы имеют **яркую окраску** для привлечения опылителей.
- Растения могут переносить заморозки, **морозоустойчивы**.



ГРУППЫ РАСТЕНИЙ

ПРИСПОСОБЛЕНИЯ РАСТЕНИЙ К ЖИЗНИ В ВОДНОЙ СРЕДЕ

- Слабо развитая корневая система и проводящие ткани, так как могут впитывать воду и минеральные соли всей поверхностью тела.
- Слабо развиты механические ткани из-за плотности водной среды.
- Все части растения покрыты слизью, чтобы защищать растение от поедания животными и препятствовать вымыванию веществ из растения.
- Листья рассеченные, что предотвращает их повреждение из-за сильного течения воды.
- Растения имеют различные выросты и придатки, увеличивающие плавучесть.
- Развитая воздухоносная ткань - аэренхима, развитые межклетники. Всё это способствует накоплению воздуха в условиях его нехватки, увеличивает плавучесть растения. Воздушные полости внутри растения, способствуют улучшению газообмена и поддержанию растения на плаву.
- Хорошо развито вегетативное размножение.
- Устьица расположены на верхней стороне листа, чтобы поглощать кислород из воздуха.



Аэренхима и развитые межклетники



Как вы обратили внимание, у каждой из групп растений имеются волоски, выросты или опушенность в связи с приспособлением к своим условиям среды.

Волоски, трихомы – производные покровной ткани (выросты эпидермиса, кожицы), образующие опушение на органах растений, могут присутствовать на всех наземных органах растения.

Функции:

- Уменьшение транспирации.
- Защита от растительноядных животных, от вредителей.
- Защита от перегрева (переохлаждения, перепадов температур).
- Выделение веществ (железистые волоски).



Волоски

ГРУППЫ РАСТЕНИЙ

ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ РАСТЕНИЙ

В пределах каждой экологической группы растений, выделенной на основании их отношений к свету, к температуре и влажности, можно различить такие *жизненные формы как:*

Деревья

Деревья имеют прочный одревесневающий ствол и крону, образованную побегами разного возраста и мощную корневую систему. Продолжительность жизни деревьев исчисляются десятками и сотнями лет. Они многолетние растения. *Пример:* липа, берёза, дуб.

Кустарники

Кустарники имеют несколько деревянистых стволиков разной высоты и толщины. Они образуются у самой поверхности земли из боковых почек основного стволика, развившегося из зачаточного побега семени. Стволики быстро растут, сменяя друг друга. Кустарники живут долго, так как наряду с отмиранием стволиков происходит образование новых. *Пример:* смородина, крыжовник.

Кустарнички

Кустарнички – многолетние низкорослые растения, не имеющие главного ствола и с сильно ветвящимися одревесневшими побегами. *Пример:* черника, брусника, клюква.

Травянистые растения или травы

Травы – растения, которые имеют зеленые неодревесневшие побеги. Травы имеют листья и стебли, отмирающие в конце вегетационного периода на поверхности почвы. Они не имеют постоянного древесного ствола над землей. По продолжительности жизни травы делят на:

- *Однолетние*

Не имеют органов вегетативного возобновления, отмирают после цветения и плодоношения. Жизнь этих растений укладывается в один вегетационный период (весна, лето, осень) или, проще говоря, в один год. *Пример:* кукуруза, фиалка, горох, подсолнух, огурец, тыква, арбуз, василёк.

- *Двулетние*

Растения, которые живут два года. В первый год формируют вегетативные органы (пример: корнеплод, кочан), накапливают в подземных органах питательные вещества и зимуют. Во второй год, используя накопленный запас питательных веществ, они быстро возобновляют рост и развитие, образуют цветки, плоды и семена, и затем отмирают. *Пример:* капуста, морковь, петрушка, свёкла.

- *Многолетние*

Растения, которые живут больше двух лет. Многолетние травы к осени накапливают в подземных органах запас питательных веществ. Надземные побеги у них почти полностью отмирают. На зиму остаются лишь нижние части растения с зимующими почками. Благодаря этому весной надземная часть растения развивается снова. *Пример:* мята, банан, пион.

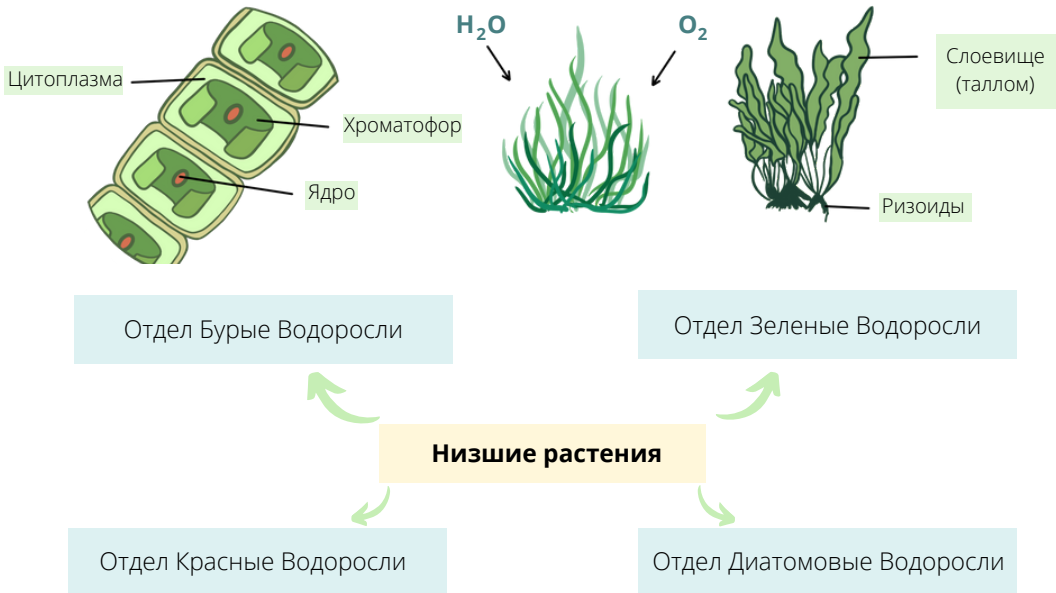
ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

НИЗШИЕ РАСТЕНИЯ. ВОДОРΟΣЛИ



Водоросли – низшие растения, представлены как одноклеточными, так и многоклеточными организмами. Наука о водорослях называется *альгология*.

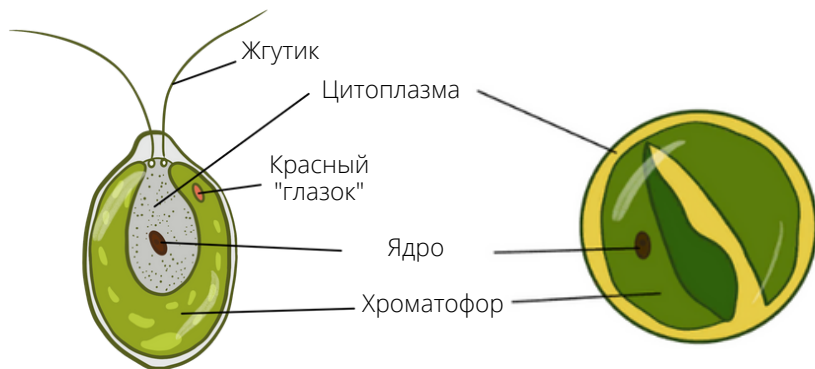
- У водорослей отсутствует разделение организма на стебель, корень и листья.
- Тело водоросли представлено **слоевищем (талломом)** - недифференцированным скоплением клеток.
- Корней не имеют, но есть корневые присоски – **ризоиды**. Ризоиды выполняют функцию прикрепления к субстрату, но не функцию корней. Поэтому *впитывают воду* и минеральные вещества и *дышат* водоросли всей поверхностью тела.
- У водорослей отсутствуют настоящие ткани: механических тканей нет, так как таллом водоросли поддерживается плотностью воды. Нет проводящих тканей, таким образом каждая клетка имеет доступ к воде напрямую, так что в клетку из окружающей воды поступает кислород, а в воду удаляется углекислый газ.
- Имеют **хроматофоры**. Хроматофор - органелла в клетке водоросли, аналогичная хлоропласту и осуществляющая фотосинтез. Отличается от хлоропласта упрощенным строением, меньшим размером и иным составом хлорофилла. Хроматофоры имеют различную форму: *спиральную* (у спирогиры), *незамкнутого кольца* (у улотрикса), *подковообразную* (у хламидомонады). В хроматофорах находятся **пигменты**, которые придают окраску растению.
- Водоросли - **автотрофы**, являются продуцентами водных экосистем.
- В цикле развития у водорослей преобладает гаметофит.
- Размножение половое (гаметами), споровое, частями слоевища (вегетативное).



ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

ЗЕЛЕНЕ ВОДОРОСЛИ

Одноклеточные зелёные водоросли



Хламидомонада

- Имеет жгутики
- Подвижна
- Имеет светочувствительный глазок
- Чашевидный хроматофор

Хлорелла

- Неподвижна
- Не имеет жгутиков
- Не имеет глазка



Хламидомонада - одноклеточная двужгутиковая зеленая водоросль, обитающая в лужах, пресных водоемах, прудах.

Признаки:

Имеет 2 жгутика, способна к активному движению, имеет чашевидный хроматофор и светочувствительный глазок (стигма).

Светочувствительный глазок (стигма) помогает хламидомонаде занять наиболее освещенное место для активного процесса фотосинтеза, который идет в хроматофоре.



Хлорелла - одноклеточная зеленая водоросль без жгутиков, обитающая в самых разных средах: на сырой почве, на стволах деревьев, скалах, в соленой и пресной воде.

Признаки:

Имеет чашевидный хроматофор.

Не имеет светочувствительного глазка стигмы.

Не имеет жгутиков, поэтому неподвижна.

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

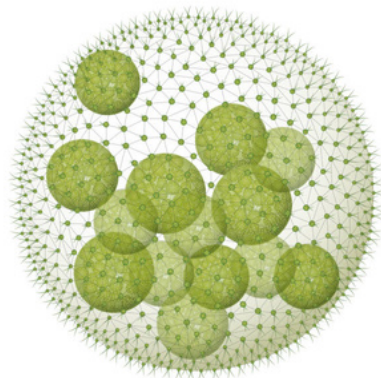
ЗЕЛЕННЫЕ ВОДОРОСЛИ



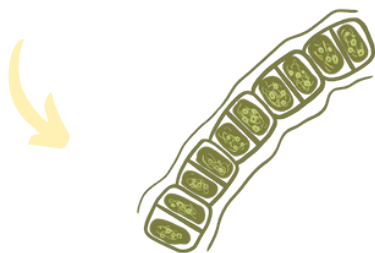
Вольвокс – зелёная подвижная

колониальная водоросль, имеющая шаровидную форму. Одна колония вольвокса может достигать 3мм, а по количеству клеток - от 200 до 10 тысяч.

Вольвокс играет очень важное эволюционное значение, и помогает сделать вывод о том, что развитие живых организмов от одноклеточных форм к многоклеточным происходило через колониальные формы.

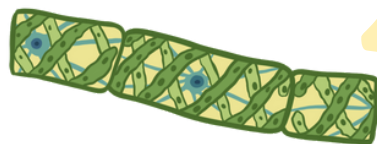


Улотрикс - многоклеточная нитчатая зеленая водоросль. Имеет подковообразный хроматофор.



Улотрикс

Спирогира - многоклеточная нитчатая зеленая водоросль. Имеет спиральный хроматофор.



Спирогира

Бурые водоросли



Ламинария

Мы называем ламинарию в повседневной жизни - **морская капуста**. Она богата йодом, поэтому её рекомендуют употреблять в пищу для нормальной работы щитовидной железы.

Красные водоросли

Красные водоросли - самые глубоководные растения, встречаются на глубине до 200 метров. Имеют фотосинтезирующие пигменты красного цвета, которые способны уловить лучи солнца на такой глубине. Это и объясняет их красную окраску.



Порфира

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

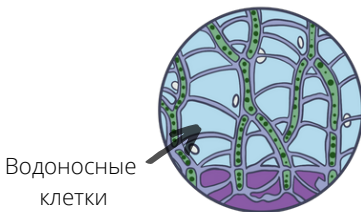
ВЫСШИЕ РАСТЕНИЯ. ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ



Мхи – высшие споровые растения. Мхи изучает наука *бриология*.

В цикле развития мхов преобладает половое поколение **гаметофит**.

- Гаметофит – это *взрослое растение мха*, а спорофит – это *коробочка на ножке или спорогон*, которая развивается прямо на гаметофите. В коробочке происходит образование спор.
- Мхи являются **двудомными растениями**. Женские (архегонии) и мужские (антеридии) половые органы развиваются на разных растениях.
- Тело мхов разделено на органы, они имеют стебель и листья, но корни у них отсутствуют, имеют корневые присоски – **ризоиды**. Ризоиды выполняют функцию прикрепления мха к субстрату, а также поглощают воду и минеральные вещества.
- Мхи имеют механические, покровные и основные ткани (воздухоносную и водоносную), проводящие ткани **отсутствуют**.
- Мох Сфагнум имеет водоносные клетки, которые запасают воду.
- Для размножения мхам *необходима вода*, она участвует в оплодотворении, чтобы сперматозоид достиг яйцеклетки. Поэтому мхи обитают в условиях повышенной влажности.
- Представлены *травянистыми* формами, жизненные формы кустарники и деревья отсутствуют.
- В природных сообществах мхи могут привести к заболачиванию, так как сплошной покров на поверхности почвы задерживает влагу и препятствует проникновению воздуха.
- Представители: мох кукушкин лён, мох сфагнум.



Водоносные
клетки



Спорофит
коробочка на ножке

Гаметофит
взрослое растение

Запомни!

Гаметофит мха – взрослое растение.

Спорофит мха – коробочка на ножке (спорогон).

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

Запомни!

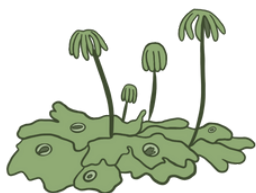
Ароморфозы мхов по сравнению со водорослями:

1. Появление органов: стеблей и листьев.
2. Появление тканей: покровной, механической и основной тканей.



ОТДЕЛ МОХОВИДНЫЕ

Класс
Печеночные мхи



Маршанция

Класс
Листостебельные мхи

Зеленые мхи



Кукушкин лён

Сфагновые мхи



Сфагнум

Запомни!

1. Мох Сфагнум растет верхней частью, а нижняя - отмирает, формируя торф.
2. Торф – полезное ископаемое, используется как горючее топливо.

ОТДЕЛ ПАПОРОТНИКООБРАЗНЫЕ



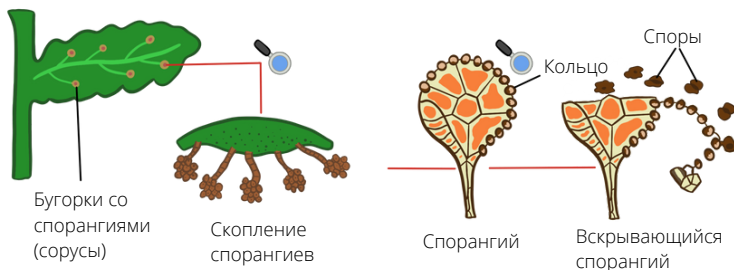
Папоротники – высшие споровые растения.

- В цикле развития у папоротников преобладает бесполое поколение – **спорофит**.
- Спорофит – *это взрослое растение* папоротника, а гаметофит – это *заросток*. Заросток имеет вид маленькой зеленой пластинки диаметром несколько миллиметров, которая развивается из проросшей споры папоротника. Он живет самостоятельно, прикрепляясь к почве ризоидами. На нижней стороне заростка развиваются мужские и женские гаметы.
- Имеют стебель и листья – *вайи*. Споры образуются на нижней стороне листьев, там расположены спорангии со спорами – *споры*.
- У папоротников впервые появились **корни**. Корни папоротников всегда придаточные и растут от видоизмененного побега - корневища. Папоротники впитывают воду и минеральные соли из почвы с помощью корней, а не всей поверхностью тела.
- Появились **проводящие ткани**, которые проводят поглощенные минеральные вещества от корней к другим органам растения.

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

- Для размножения папоротникам необходима вода, она участвует в оплодотворении, чтобы сперматозоид достиг яйцеклетки.
- Представлены в основном *травянистыми жизненными формами*.
- Обитают в местах обитания с повышенной влажностью и затенённостью.
- Представители: папоротник орляк, папоротник страусник, щитовник мужской.

Лист папоротника с нижней стороны



Сорусы папоротника

Запомни!

Ароморфозы папоротников по сравнению со мхами:

1. Появление корней.
2. Появление проводящих тканей.
3. Преобладание в цикле развития спорофита.



Спорофит,
взрослое растение



Гаметофит,
обоеполюй заросток

Запомни!

Спорофит папоротника – взрослое растение.

Гаметофит папоротника – обоеполюй заросток.

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

ОТДЕЛ ПЛАУНЫ



Плауны – высшие споровые растения.

- Многолетние травянистые растения.
- Споры образуются в спороносных колосках на верхушках побегов - *стробилах*, в которых расположены спорангии со спорами.
- В цикле развития преобладает - *спорофит*.
- Спорофит - взрослое растение, гаметофит это заросток.
- Для оплодотворения необходима вода.
- Имеют проводящие ткани.
- Имеют побеги, листья (чешуйчатые), корни.



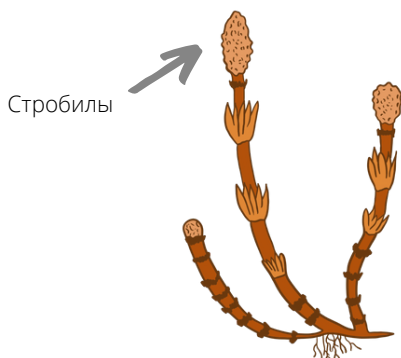
ОТДЕЛ ХВОЩИ



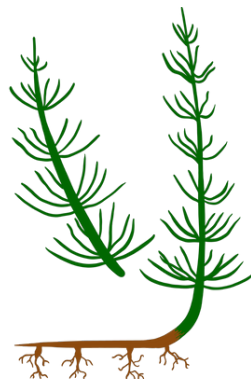
Хвощи – высшие споровые растения.

- Многолетние травянистые растения.
- Побеги разделены на узлы и междоузлия.
- В жизненном цикле преобладает - *спорофит*.
- Спорофит - взрослое растение, гаметофит - заросток.
- Имеют корневище, побеги и листья чешуйчатые, расположены мутовками.
- На верхушках побегов расположены спороносные колоски - *стробилы*. В них расположены спорангии, в которых образуются споры.
- Для оплодотворения нужна вода.
- Индикаторы кислотности почвы - растут только на кислых почвах.
- Представители: хвощ полевой.

Весенний побег хвоща




Летний побег хвоща



ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

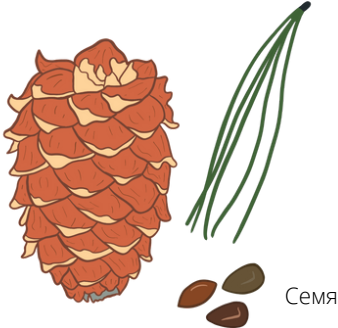
ОТДЕЛ ГОЛОСЕМЕННЫЕ

 **Голосеменные** – высшие семенные растения. У них впервые появился генеративный орган размножения – **семя**.

- Семена расположены открыто, голо на поверхности шишек - отсюда они получили название "голосеменные".
- Цветки и плоды у них *отсутствуют*.
- Голосеменные образуют *пыльцу*, опыление происходит с помощью ветра.
- У голосеменных появилась **пыльцевая трубка**, которая доставляет спермий к яйцеклетке при оплодотворении, поэтому для размножения вода не нужна, как это было у мхов и у папоротников.
- Голосеменные имеют органы *шишки* - женские и мужские. Шишка – это видоизмененный побег.
- Имеют *игольчатые листья*, которые называются **хвоя**.
- Имеют хорошо развитые вегетативные органы и ткани.
- В жизненном цикле преобладает бесполое поколение - *спорофит*.
- *Спорофит* – это взрослое растение. *Мужской гаметофит* - пыльцевое зерно, *женский гаметофит* - это эндосперм. Эндосперм у голосеменных гаплоидный.
- Представлены жизненными формами – деревьями и кустарниками. Травянистых форм нет.
- Представители: ель, сосна, можжевельник, пихта, кедр, секвойя, гинкго.
- Обитают голосеменные обычно в местах с холодным климатом и достаточным количеством влаги.

Шишка

Хвоинка



Запомни!

Шишка – побег, а не плод или почка.

Лайфхак!

Ароморфозы голосеменных:

1. Появление семени.
2. Появление пыльцевой трубки.
3. Образование пыльцы.
4. Независимость оплодотворения от воды.



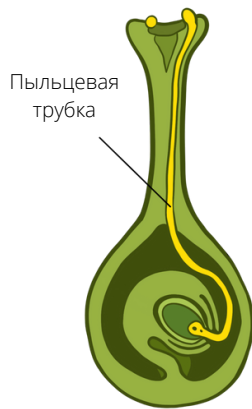
ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

ОТДЕЛ ПОКРЫТОСЕМЕННЫЕ (ЦВЕТКОВЫЕ)



Покрывосеменные или Цветковые – высшие семенные растения. Самый многочисленный отдел в Царстве Растения.

- Имеют орган размножения – *семя*.
- У Покрывосеменных впервые появились генеративные органы – **цветок и плод**.
- Опыление происходит с помощью насекомых, животных, ветра, самоопыления.
- Семязачатки расположены закрыто *внутри завязи цветка*, отсюда они получили название типа *покрывосеменные*.
- Имеют **пыльцевую трубку**, которая доставляет спермий к яйцеклетке, поэтому для размножения вода им не нужна.
- Для них характерен процесс двойного оплодотворения (смотри стр. 322).
- В жизненном цикле преобладает бесполое поколение – **спорофит**.
- Спорофит – это взрослое растение. *Мужской гаметофит* – это пыльцевое зерно, *женский гаметофит* – это 8-ядерный зародышевый мешок.
- Эндосперм у покрывосеменных имеет триплоидный набор.
- Представлены всеми жизненными формами: деревьями, кустарниками и травами.
- Все Покрывосеменные делятся на два класса – **Класс Двудольные** и **Класс Однодольные**.



Деревья, кустарники и травы



Орган плод



Лайфхак!

Ароморфозы покрывосеменных:

1. Появление цветка.
2. Появление плода.
3. Появление двойного оплодотворения.
4. Триплоидный эндосперм.
5. Опыление происходит разными способами.
6. Семязачатки находятся внутри завязи, семена внутри плода.



Орган цветок

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

Класс Двудольные

В семени две семядоли.

Стержневая корневая система.

Жилкование листьев перистое, пальчатое, сетчатое.

Число частей цветка кратно 4 или 5.

Околоцветник двойной, сложный.

Имеют камбий.

Запас питательных веществ расположен в семядолях.

Представлены всеми жизненными формами - деревья, кустарники, травы.

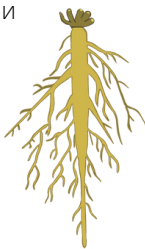
Проводящие пучки расположены

упорядочено по кругу.

Семейства: Паслёновые, Розоцветные, Крестоцветные, Сложноцветные, Бобовые или Мотыльковые.



2 семядоли



Стержневая корневая система



Жилкование перистое, сетчатое, пальчатое



Цветок кратен 4 или 5



Двойной околоцветник



Проводящие пучки Двудольных

Класс Однодольные

В семени одна семядоля.

Мочковатая корневая система.

Жилкование листьев дуговое или параллельное.

Число частей цветка кратно 3.

Околоцветник простой.

Камбий отсутствует.

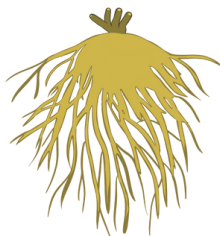
Запас питательных веществ расположен в эндосперме.

Представлены в основном травянистыми формами.

Проводящие пучки расположены

диффузно, беспорядочно.

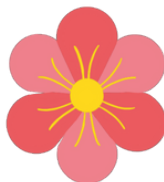
Семейства: Злаковые и Лилейные или Луковые.



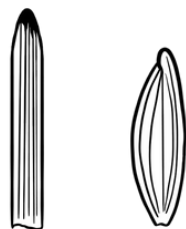
Мочковатая корневая система



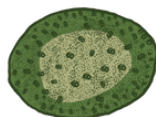
1 семядоля



Цветок кратен 3



Параллельное и дуговое жилкование



Проводящие пучки Однодольных



Простой околоцветник

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

СЕМЕЙСТВА КЛАССА ДВУДОЛЬНЫЕ

Семейство Бобовые:

Плод боб.

Формула: $Ч5Л5Т10П1$.

Соцветие: *головка, кисть*.

Богаты белками, вступают в симбиоз с клубеньковыми бактериями, которые помогают им усваивать азот для построения белка.

Представители: горох, фасоль, соя, клевер.



Строение цветка

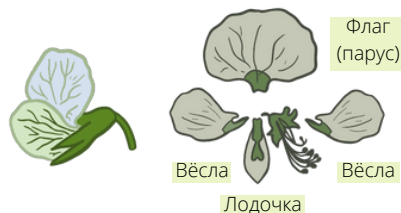
$Ч(5)Л(5)Т(9+1)П(1)$



Плод боб



Клубеньковые бактерии на корнях бобовых



Флаг (парус)

Вёсла

Вёсла

Лодочка

Семейство Пасленовые:

Плод ягода, коробочка.

Формула Цветка: $Ч5Л5Т5П1$.

Соцветие: *кисть*.

Некоторые представители ядовиты.

В основном *овощные растения*: картофель, томат, перец, баклажан, белена.



Цветок Паслёновых



Томат



Перец Болгарский



Картофель



Баклажан



Перец Чили



Соцветие кисть



Плод ягода

Помидор - это ягода

А плод картофеля - это не клубень, а вот эта маленькая зеленая ягода

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

Семейство Крестоцветные:

Плод *стручок* или *стручочек*.

Формула Цветка: $4\overline{4}L4T2+4\overline{P}1$.

Соцветие: *кисть*.

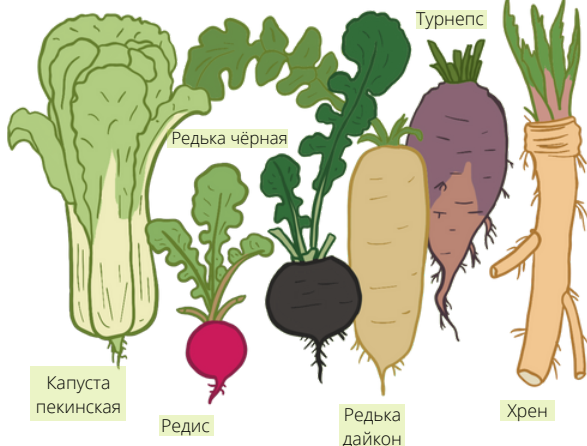
Представители: капуста, горчица, редька, пастушья сумка.



Строение цветка



Соцветие кисть



Плод стручок или стручочек



Строение цветка

Семейство Розоцветные:

Плод *костянка*, *многокостянка*, *яблоко*.

Формула Цветка: $4\overline{5}L5T\infty\overline{P}1$, $4\overline{5}L5T\infty\overline{P}1$.

Соцветие: *зонтик*.

В основном *садовые растения*: яблоня, вишня, слива, абрикос, малина, клубника, шиповник, роза.



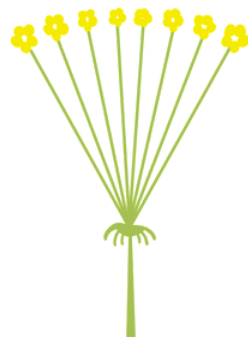
Плод яблоко



Плод многокостянка



Плод костянка



Соцветие зонтик

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ

Семейство Сложноцветные:

Плод Семянка.

Формула Цветка: $4\overline{5}L\overline{5}T\overline{5}P1$.

Соцветие Корзинка.

В основном полевые растения: подсолнух, василек, ромашка, одуванчик.

Цветки: трубчатые, воронковидные, язычковые.



Плод семянка



Соцветие корзинка



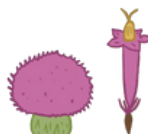
Воронковидный



Язычковый



Ложноязычковый



Трубчатый

СЕМЕЙСТВА КЛАССА ОДНОДОЛЬНЫЕ

Семейство Злаковые:

Плод Зерновка.

Формула Цветка: $O(2)+2T3P1$.

Соцветие: колос, сложный колос, початок, метелка.

Стебель - соломина.

Характерен вставочный рост стебля.

Листья сидячие, влагалищные.

Представители: овес, рожь, ячмень, пшеница, кукуруза, бамбук.



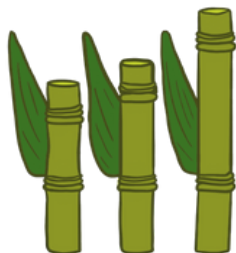
Соцветие метёлка



Соцветие початок



Соцветие колос



Вставочный рост



Цветок злаковых



Плод зерновка

ОТДЕЛЫ РАСТЕНИЙ



Рис



Пшеница



Овёс



Рожь



Ячмень



Просо

Семейство Лилейные (луковые):

Плод ягода или коробочка.

Формула Цветка $O3+3T3+3P1$.

Соцветие: одиночные цветы, зонтик, завиток.

Многие имеют видоизмененные побеги:

луковицы и корневища.

Представители: тюльпан, лилия, лук, чеснок, ландыш.



Соцветие зонтик



Цветок



Плод коробочка



Лук репчатый



Чеснок

Тюльпан



Видоизмененные побеги:
луковицы и корневища

Ландыш



Гиацинт



Лилия



Тюльпан

ДВИЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ

ДВИЖЕНИЯ РАСТЕНИЙ. ТРОПИЗМЫ И НАСТИИ.

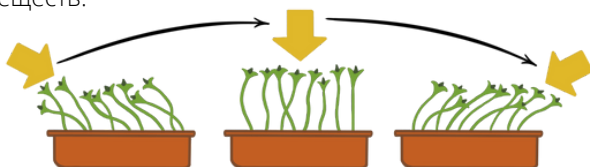
Растительный организм обладает способностью к определенной ориентировке своих органов в пространстве. Реагируя на внешние воздействия, растения меняют ориентировку органов. Движения бывают двух типов: тропические движения, или **тропизмы**— движения, вызванные односторонним воздействием какого-либо фактора внешней среды и настические движения или **настии**— движения, вызванные общим диффузным изменением какого-либо фактора.



Тропизмы – ростовые движения растений, обусловленные изгибанием или искривлением органов в ответ на односторонне действующие факторы среды. Необходимы растению для приспособления положения своих органов к этим факторам внешней среды.

Примеры:

- **Фототропизм** – движения, обусловленные неравномерным освещением разных сторон растения.
- **Гидротропизм** – это изгибы, происходящие при неравномерном распределении воды.
- **Хемотропизм** – движения растений, связанные с односторонним воздействием химических веществ.



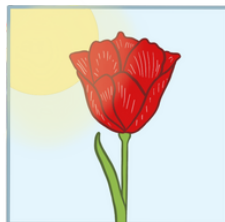
Пример фототропизма у растений



Настии – это движения растений, возникающие на ненаправленный, диффузно рассеянный в среде раздражитель.

Примеры:

- **Термонастии** — движения, вызванные сменой температуры. Тюльпаны открывают и закрывают цветки в зависимости от температуры: при повышении температуры цветки раскрываются, а при снижении температуры закрываются.
- **Фотонастии** — движения, вызванные сменой света и темноты. Цветы одуванчиков закрываются при наступлении темноты и открываются на свету.



Пример настии у растений

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ПРИЁМЫ



Рыхление и прополку сорняков в посевах культурных растений проводят для:

1. Рыхление улучшает снабжение корней и других подземных органов кислородом воздуха (способствует дыханию корней).
2. Рыхление способствует уменьшению испарения и сохранению воды в почве.
3. Прополка ослабляет конкуренции между культурными и сорными растениями.



Прореживание почвы – агроприём, предоставляющий растениям дополнительную площадь.

Если растения растут слишком густо друг к другу, между ними возникает конкуренция за свет, воду и пространство. Растения **страдают от недостатка ресурсов** и урожайность понижается.

Прореживание снижает конкуренцию между растениями и повышает урожайность — корнеплоды, корни растений становятся крупнее.

Например, прореживание моркови, свеклы.



Окучивание — это агроприём, который способствует образованию у растений дополнительных корней.

1. Окучивание стимулирует образование придаточных корней, а значит, увеличивает массу корневой системы.
2. В результате улучшается корневое питание и повышается урожайность растения.

Например, окучивание картофеля.



Пикировка – пересадка рассады в грунт после прищипывания верхушки главного корня. Пикировка обычно сопровождается обрезанием около трети главного, стержневого корня (прищипывание), после пикировки он перестаёт расти в длину, идёт развитие боковых и придаточных корней.


Её проводят для того, чтобы обеспечить рост боковых и придаточных корней, что положительно влияет на питание и рост растений.




ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

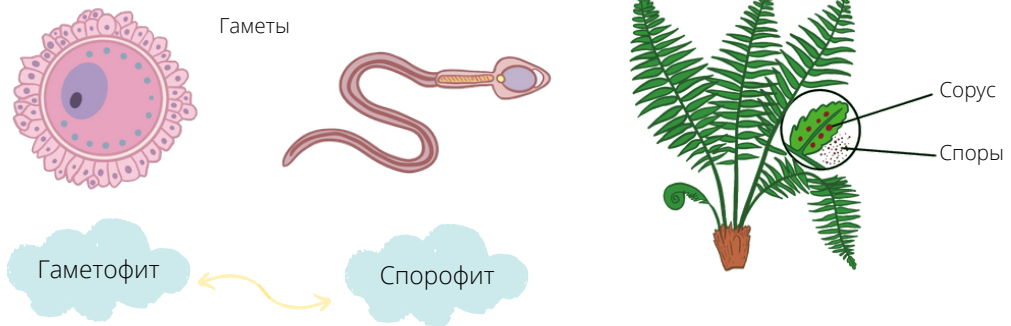
ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

В цикле развития растений происходит чередование поколений – **бесполого спорофита** и **полового гаметофита**.

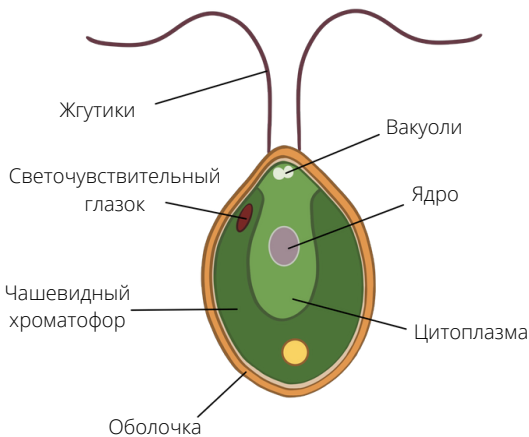
 **Спорофит** – бесполое поколение растения, которое имеет **диплоидный** набор хромосом. На спорофите в процессе мейоза образуются споры. Спорофит развивается из диплоидной зиготы, которая образуется в результате оплодотворения.


 **Гаметофит** – половое поколение растения, которое имеет **гаплоидный** набор хромосом. На гаметофите в процессе митоза образуются гаметы. Гаметофит развивается из гаплоидной споры.

В циклах развития растений мейоз всегда происходит один раз. В зависимости от периода жизни спорофита и гаметофита взрослое растение может быть гаплоидным или диплоидным.



ЦИКЛ ХЛАМИДОМОНАДЫ



 **Хламидомонада** – одноклеточная зелёная водоросль. Она имеет жгутики, подвижна, имеет светочувствительный глазок и чашевидный хроматофор.

У хламидомонады преобладающим поколением является **гаметофит**.

Запомни!

В благоприятных условиях хламидомонада быстро размножается **бесполом путем**, а в неблагоприятных – **половым**.

ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ ХЛАМИДОМОНАДЫ

БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

В благоприятных условиях хламидомонада быстро размножается бесполым путем.

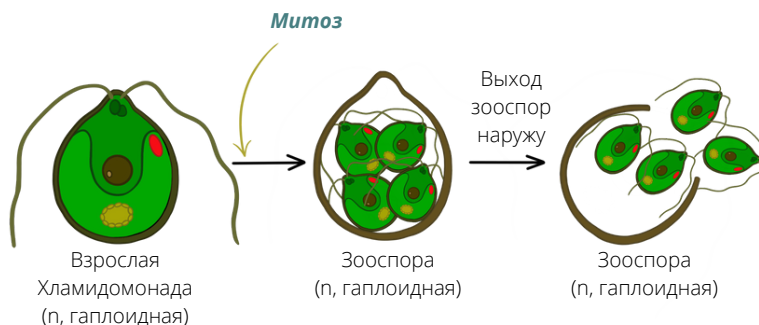
Взрослая хламидомонада имеют гаплоидный набор n .

Достигнув определенных размеров, она отбрасывает жгутики и округляется.

Внутри неё происходит, в зависимости от вида, 1, 2 или 3 митотических деления ядра. Под оболочкой материнской клетки образуются 2, 4 или 8 мелкие зооспоры с гаплоидным набором n .

Оболочка материнской клетки разрывается, и зооспоры выходят в окружающую среду.

Они растут и превращаются во взрослых хламидомонад.



Всю последовательность, наборы и деления нужно знать для того, чтобы вкратце рассказать об этом в 27 задании:

Взрослая хламидомонада – гаметофит, имеет гаплоидный набор n и развивается из гаплоидной зооспоры.

Зооспора имеет гаплоидный набор n и образуется:

- **При половом:** из диплоидной зиготы путём мейоза.
- **При бесполом:** из гаплоидной взрослой особи путём митоза.

Гамета имеет гаплоидный набор n и образуется из гаплоидного гаметофита (взрослой особи) путём митоза.

ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ ХЛАМИДОМОНАДЫ

ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

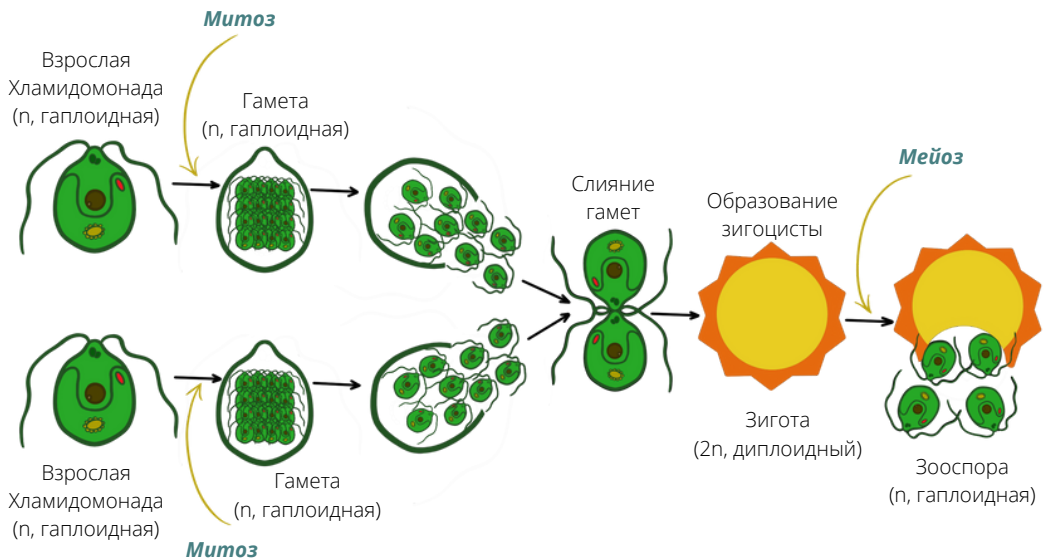
В неблагоприятных условиях у хламидомонады начинается половое размножение.

Взрослые хламидомонады имеют гаплоидный набор n , внутри родительских клеток митозом образуются подвижные гаметы, которые выходят в воду.

Гаметы, происходящие из разных родительских клеток, соединяются попарно и образуют зиготу с диплоидным набором $2n$.

Зигота покрывается плотной оболочкой и превращается в зигоцисту, способную переживать неблагоприятные условия.

При наступлении благоприятных условий в зигоцисте происходит мейоз, и образуется четыре зооспоры (гаплоидный набор n), вырастающие во взрослую хламидомонаду.



ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ УЛОТРИКСА

У улотрикса слоевище состоит из гаплоидных клеток. То есть взрослое растение это **гаметофит**. Водоросли могут размножаться и бесполом, и половым путями.

БЕСПОЛОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

При благоприятных условиях происходит бесполое размножение. Клетки растения спорангии делятся **митозом** и образуют **гаплоидные клетки** с четырьмя жгутиками - зооспоры. Попадая на дно водоема зооспора делится **митозом** и образуется новое слоевище, состоящее из **гаплоидных клеток**.

ПОЛОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ

При неблагоприятных условиях улотрикс размножается **половым способом**. Некоторые клетки слоевища **гаметангии** делятся **митозом** (мейозом они делиться не могут, т.к. они уже гаплоидные) и образуются двухжгутиковые половые клетки с **гаплоидным** набором хромосом. Они выходят из слоевища в воду и происходит попарное слияние гамет разных растений.

Происходит оплодотворение и образуется четырёхжгутиковая **зигота** с **диплоидным** набором хромосом ($n+n=2n$). Она опускается на дно водоема и покрывается толстой защитной оболочкой. В таком виде переносит неблагоприятные условия (зиму). С наступлением благоприятных условий, зигота делится **мейозом**. Таким образом, образуются четыре клетки с **гаплоидным** набором хромосом – споры без жгутиков. Эти клетки делятся митотически и образуют новые растения (новые слоевища).

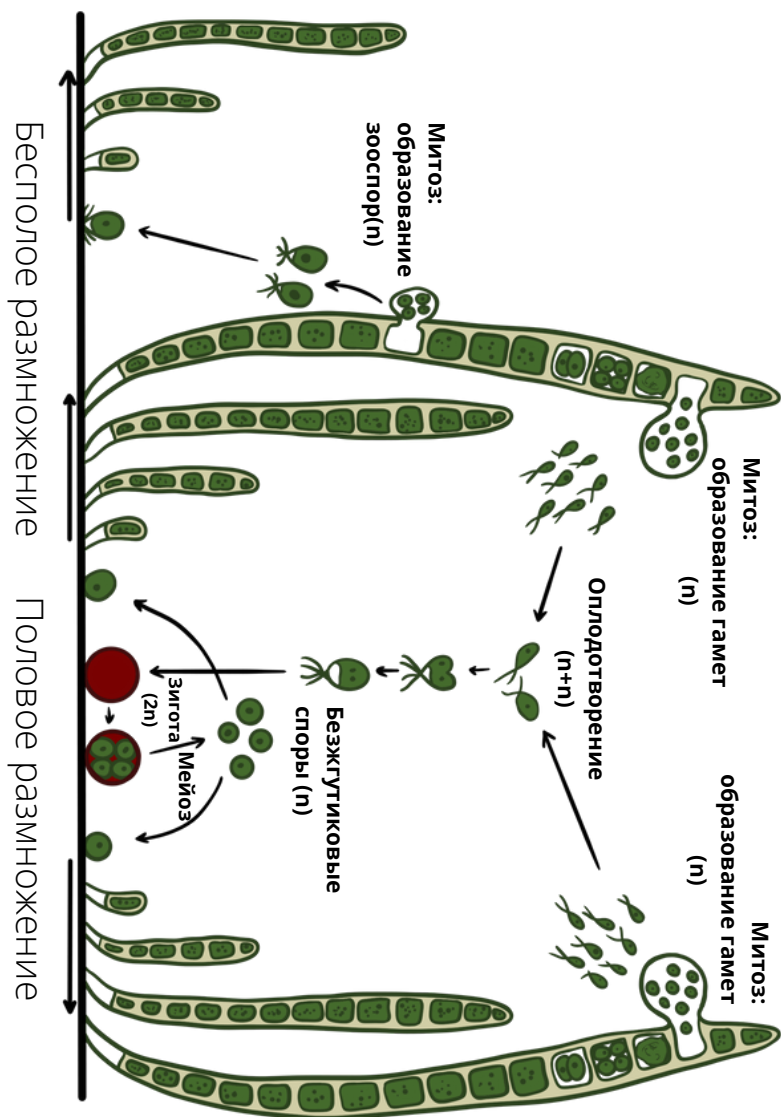
Следовательно, в жизненном цикле многоклеточных водорослей преобладает **гаметофит**. Он представлен слоевищем растения, зооспорами, спорами и половыми клетками. А в состоянии спорофита многоклеточные водоросли пребывают только в виде зиготы.



Запомни!

Ни яйцеклеток, ни сперматозоидов у водорослей нет! *Гаметы* у водорослей – это одинаковые по форме и величине клетки. То есть сливаются однотипные гаметы.

ЦИКЛ УЛОТРИКСА

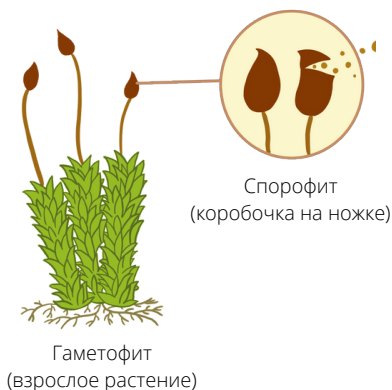


ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ МХОВ

У мхов преобладает половое поколение **гаметофит**.

- **Гаметофит** – взрослое растение мха, имеет гаплоидный набор хромосом n .
- **Спорофит** – коробочка на ножке - спорогон, имеет диплоидный набор хромосом $2n$.



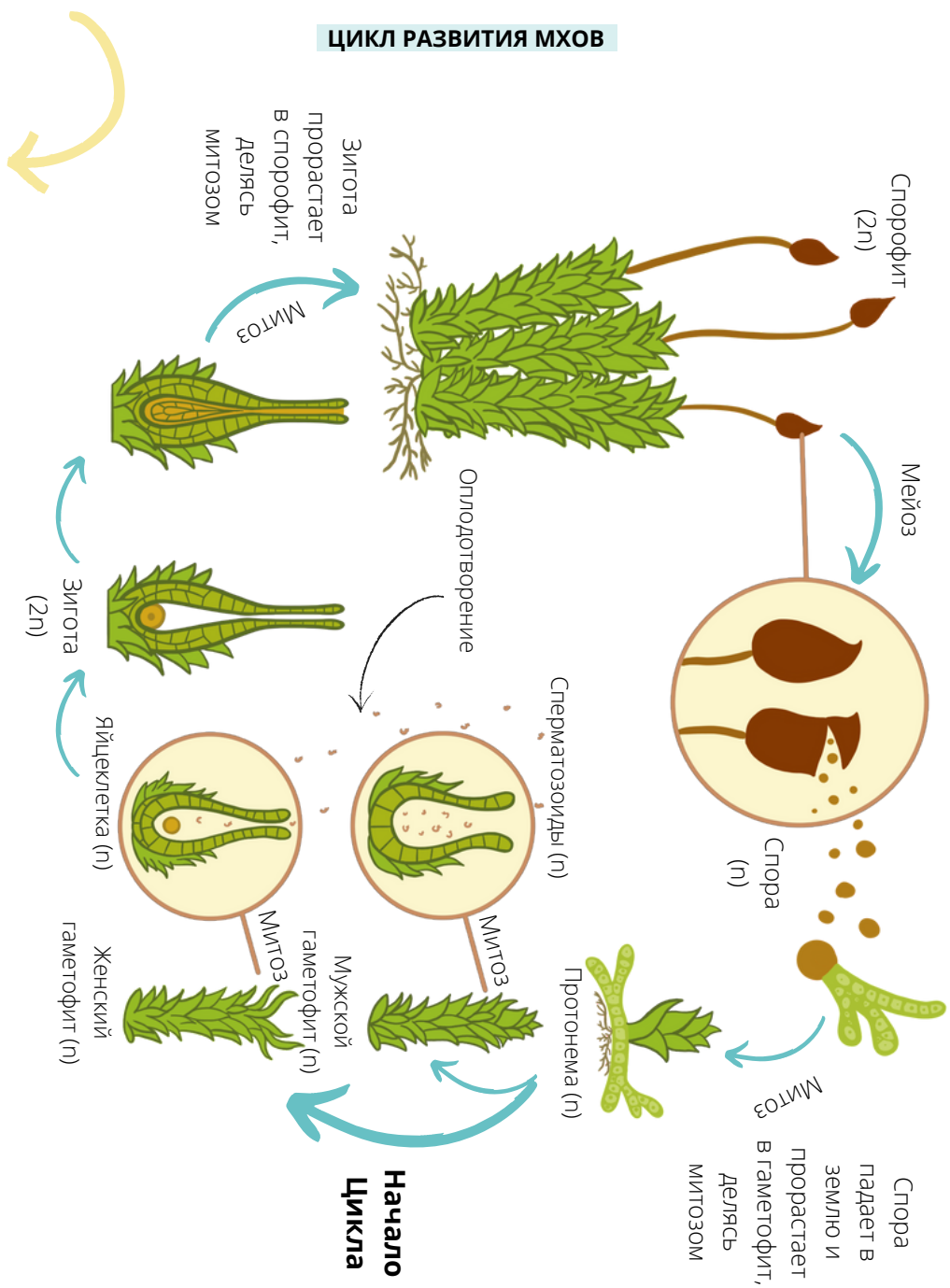
Гаметофит (половое поколение) - взрослое растение мха, которое имеет гаплоидный набор. На мужском растении находятся мужские железы антеридии, там образуются **сперматозоиды**. На женском растении находятся женские железы архегонии, там образуются **яйцеклетки**. Гаметы образуются **митозом** и имеют гаплоидный набор.

Между половыми клетками при участии воды происходит **оплодотворение** и образуется диплоидная **зигота**. Диплоидная зигота делится митозом и прорастает в диплоидный спорофит - коробочку на ножке или спорогон. Спорофит не способен к самостоятельному существованию и питается за счёт гаметофита.

Спорофит диплоидный и является бесполом поколением. В спорангиях происходит мейоз и образуются споры, которые имеют гаплоидный набор.

Спора попадает в землю и делится митозом, прорастая в гаплоидный гаметофит – зеленую нить (протонеум, предросток), а затем уже во взрослое растение мха. То есть споры дают начало новым гаметофитам.

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ МХОВ



ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ МХОВ



Запомни!

Единственный **мейоз при образовании спор.**

В остальных случаях
всегда митоз.

Гаметофит -

гаплоидный (n)

Спорофит -

диплоидный ($2n$)

Споры образуются

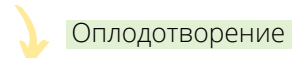
мейозом, хотя бесполое клетки.

А **гаметы** образуются **митозом**,
хотя половые клетки.

Взрослое растение
Гаметофит (n)



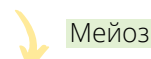
Гаметы - это
яйцеклетки (n) и
сперматозоиды (n)



Зигота ($2n$)



Коробочка на ножке
Спорофит ($2n$)



Спора (n)



Гаметофит (n)

Все формулировки для задания 27

- Гаметофит, взрослое растение (имеет гаплоидный набор n) образуется митозом из гаплоидной споры.
- Гамета (имеет гаплоидный набор n) образуется митозом из гаплоидных клеток гаметофита.
- Зигота (имеет диплоидный набор $2n$) образуется за счет слияния яйцеклетки и сперматозоида.
- Спорофит, коробочка на ножке (имеет диплоидный набор, $2n$) образуется митозом из диплоидной зиготы.
- Спора (имеет гаплоидный набор, n) образуется мейозом из диплоидных клеток спорогенной ткани (спорангия).
- Зелёная нить, протонема, молодой гаметофит (имеет гаплоидный набор, n) образуется митозом из гаплоидной споры.

ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПАПОРОТНИКОВ

У папоротников преобладает бесполое поколение **спорофит**.

- **Спорофит**, бесполое поколение - взрослое растение папоротника, образует споры.
- **Гаметофит**, половое поколение - обоеполый заросток, который образует гаметы.



Спорофит
(взрослое растение)



Гаметофит
(обоеполый заросток)

Спорофит (бесполое поколение) – взрослое растение, имеет диплоидный $2n$. На спорофите в спорангиях происходит мейоз и образуются споры, которые имеют гаплоидный набор n .

Спора попадает в землю и делится митозом, прорастая в гаплоидный n .

Гаметофит (половое поколение) - обоеполый заросток, имеет гаплоидный набор n . На нём расположены и женские половые железы **археогонии** и мужские половые железы **антеридии**, поэтому он и получил название обоеполый.

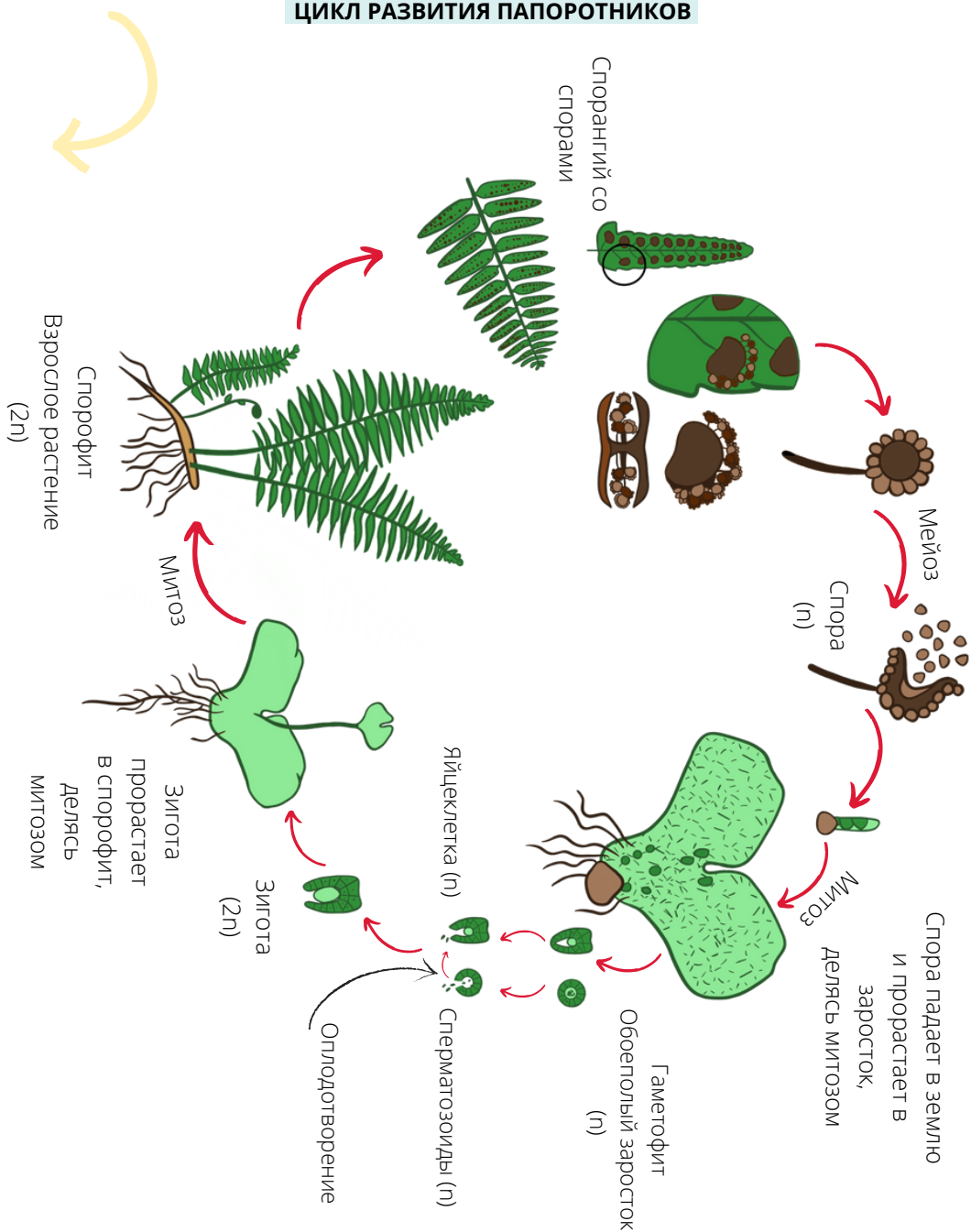
Гаметы – яйцеклетки и сперматозоиды образуются митозом и имеют гаплоидный набор n .

Между половыми клетками с помощью воды происходит оплодотворение и образуется **диплоидная зигота** с набором $2n$.

Диплоидная зигота делится митозом и прорастает в диплоидный спорофит – сначала молодой, а затем во взрослый папоротник.

ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПАПОРОТНИКОВ



ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПАПОРОТНИКОВ



Запомни!

Единственный **мейоз** *при образовании спор.*

В остальных случаях
всегда митоз.

Гаметофит -

гаплоидный (n)

Спорофит -

диплоидный ($2n$)

Споры образуются

мейозом, хотя бесполое клетки.

А **гаметы** образуются **митозом**,
хотя половые клетки.

Взрослое растение

Спорофит ($2n$)



Мейоз

Спора (n)



Митоз

Обоеполюый заросток

Гаметофит (n)



Митоз

Гаметы - это
яйцеклетки (n) и
сперматозоиды (n)



Оплодотворение

Зигота ($2n$)



Митоз

Спорофит ($2n$)

Все формулировки для задания 27

- Спорофит, взрослое растение (имеет диплоидный набор $2n$) образуется митозом из диплоидной зиготы.
- Спора (имеет гаплоидный набор n) образуется мейозом из диплоидных клеток спорогенной ткани (спорангия).
- Гаметофит, обоеполюый заросток (имеет гаплоидный набор n) - образуется митозом из гаплоидной споры.
- Гамета (имеет гаплоидный набор n) образуется митозом из гаплоидных клеток гаметофита.
- Зигота (имеет диплоидный набор $2n$) образуется за счет слияния яйцеклетки и сперматозоида.

ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

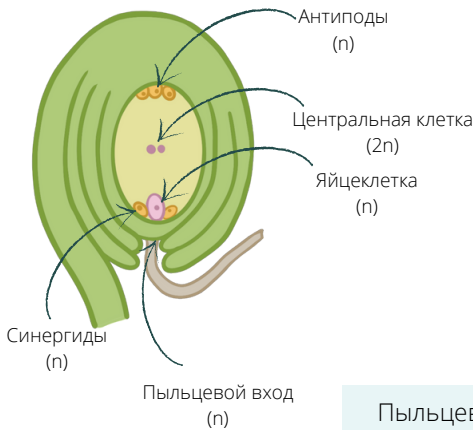
ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ

Спорофитом у цветковых является взрослое растение, оно имеет диплоидный набор $2n$. А значит у него есть спорангии, где будут образовываться споры. Все они находятся в цветке. Мужской спорангий – в пыльниках тычинок и называется он **микроспорангий**, имеет диплоидный набор $2n$. Женский спорангий – внутри завязи пестика и называется он **мегаспорангий**, имеет диплоидный набор $2n$.

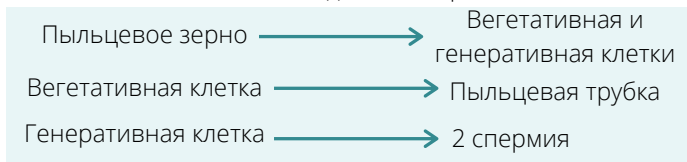
В микроспорангии происходит **мейоз** и образуется **микроспоры**, которая имеет гаплоидный набор n . В мегаспорангии тоже происходит **мейоз** и образуются **мегаспоры**, которые имеют гаплоидный набор n .

3 мегаспоры образовавшиеся в мейозе редуцируются и остается только одна мегаспора. Мегаспора делится многократно **митозом**, что приводит к образованию зародышевого мешка. **Зародышевый мешок** – женский гаметофит, состоит из 8 ядер:

- яйцеклетка (гаплоидный, n).
- 2 клетки лежащие около нее – **синергиды** (гаплоидный n).
- **центральная клетка**, которая образовалась за счёт слияния двух ядер, поэтому имеет диплоидный набор $2n$.
- 3 клетки, лежащие напротив яйцеклетки – **антиподы** (гаплоидный, n).



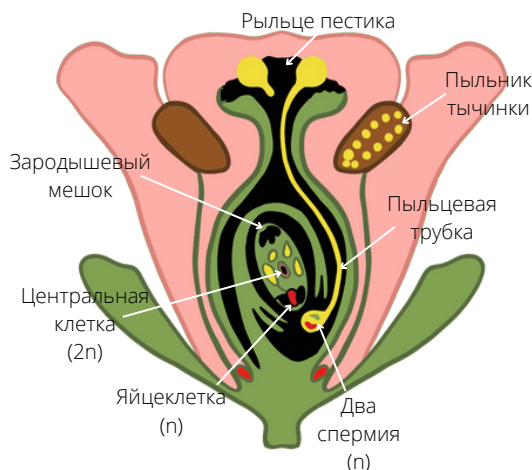
Микроспора делится митозом с образованием **пыльцевого зерна** – мужской гаметофит, который имеет гаплоидный набор n . Пыльцевое зерно состоит из двух клеток: **вегетативной** и **генеративной**, обе имеют гаплоидный набор n . При опылении пыльцевое зерно попадает на рыльце пестика. Вегетативная клетка прорастает в **пыльцевую трубку**, а генеративная делится **митозом** на два **спермия**, которые так же имеют гаплоидный набор n .



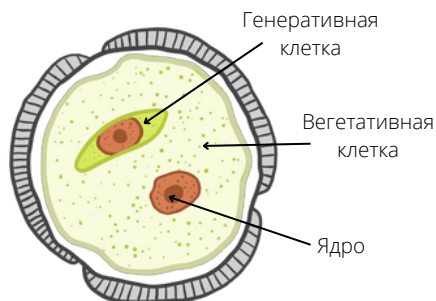
Спермии спускаются по пыльцевой трубке к зародышевому мешку, проникают в него через пыльцевход и происходит **двойное оплодотворение**, которое является специфическим для покрытосеменных растений.

ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ



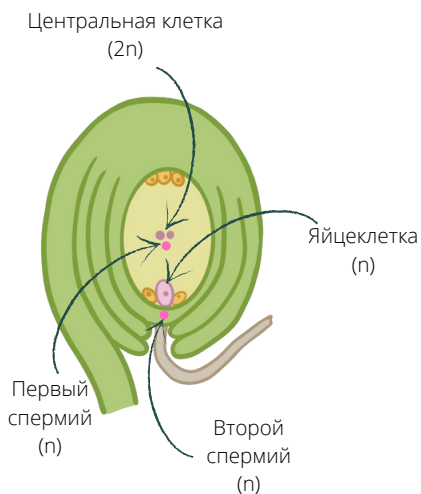
Строение пыльцевого зерна



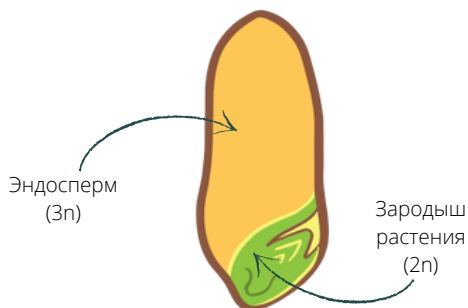
Двойное оплодотворение, было открыто *Навашиным Сергеем Гавриловичем*, уникальное явление, характерное только для цветковых.

Оно связано с тем, что в зародышевый мешок попадают два спермия, один из которых (n) сливается с центральной клеткой (2n), с образованием триплоидной клетки, будущего запасного питательного вещества - *эндосперма* (3n).

Другой спермий (n) сливается с яйцеклеткой (n) с образованием *зиготы* (2n), из которой развивается *зародыш* растения.

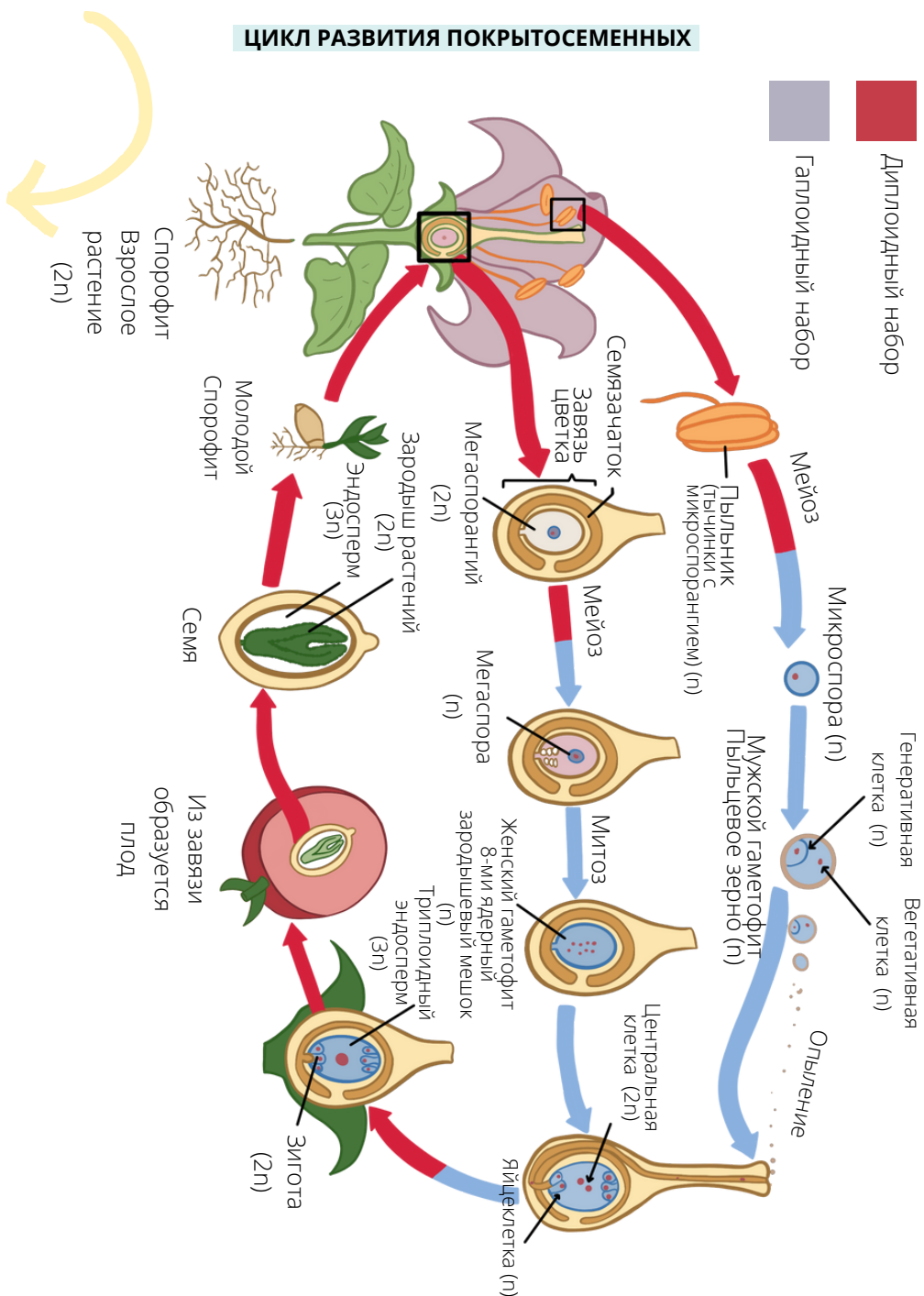


Зигота делится митозом, образуя зародыш семени с набором **2n**. Эндосперм делится митозом и образует запас питательных веществ с набором **3n**. Стенки зародышевого мешка превращаются в семенную кожуру. А завязь цветка в плод.



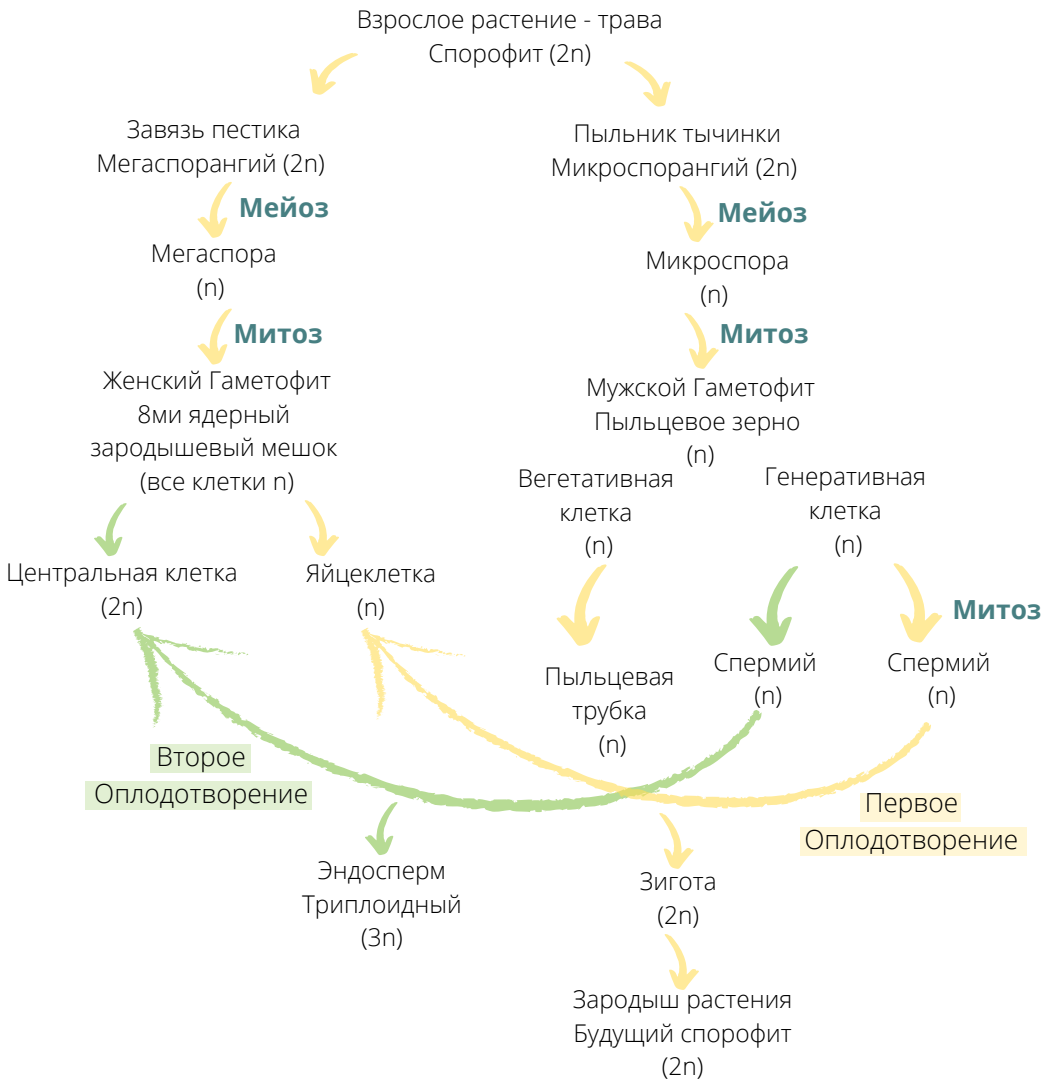
ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ



ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ



ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ПОКРЫТОСЕМЕННЫХ

ДЛЯ ЖЕНСКОГО РАСТЕНИЯ

Все формулировки для задания 27

- **Спорофит**, взрослое растение имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидной зиготы (зародыша).
- **Мегаспорангий** имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидных клеток спорофита.
- **Мегаспора** имеет гаплоидный набор n , образуется мейозом из диплоидных клеток спорогенной ткани (мегаспорангия).
- **Восьмиядерный зародышевый мешок** – женский гаметофит имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной мегаспоры.
- **Яйцеклетка** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной мегаспоры.
- **Зигота** имеет диплоидный набор $2n$, образуется за счет слияния яйцеклетки и спермия.
- **Эндосперм** имеет триплоидный набор $3n$, образуется за счет слияния диплоидной центральной клетки и гаплоидного спермия.
- **Центральная клетка** имеет диплоидный набор $2n$, образуется за счет слияния двух гаплоидных клеток зародышевого мешка.
- **Клетки корня, листьев** являются частью спорофита, поэтому так же имеют диплоидный набор $2n$ и образуются митозом из диплоидной зиготы.

ДЛЯ МУЖСКОГО РАСТЕНИЯ

Все формулировки для задания 27

- **Спорофит**, взрослое растение имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидной зиготы (зародыша).
- **Микроспорангий** имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидных клеток спорофита.
- **Микроспора** имеет гаплоидный набор n , образуется мейозом из диплоидных клеток спорогенной ткани (микроспорангия).
- **Пыльцевое зерно** – мужской гаметофит имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной микроспоры.
- **Вегетативная клетка** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной микроспоры.
- **Генеративная клетка** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной микроспоры.
- **Спермий** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной генеративной клетки.
- **Клетки корня, листьев** являются частью спорофита, поэтому так же имеют диплоидный набор $2n$ и образуются митозом из диплоидной зиготы.

ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ГОЛОСЕМЕННЫХ

Спорофитом у голосеменных является взрослое растение, оно имеет диплоидный набор $2n$. А значит у него есть спорангии, где будут образовываться споры.

Мужской спорангий находится на чешуйках мужских шишек и называется **микроспорангий**, имеет диплоидный набор $2n$. Мужские шишки - мелкие, собранные в тесные группы, желтого цвета.



Мужская шишка



Женская шишка

Женский спорангий находится на чешуйках женских шишек и называется он **мегаспорангий**, имеет диплоидный набор $2n$. Женские шишки – крупнее мужских и красноватого цвета.

В микроспорангии происходит **мейоз** и образуется **микроспора**, которая имеет гаплоидный набор n . Микроспора делится митозом с образованием пыльцевого зерна – мужского гаметофита, который имеет гаплоидный набор n .

В мегаспорангии тоже происходит **мейоз** и образуются **мегаспоры**, которые имеют гаплоидный набор n . 3 мегаспоры образовавшиеся в мейозе редуцируются и остается только одна мегаспора. Мегаспора делится многократно **митозом**, что приводит к образованию **женского гаметофита**, клетки которого имеют гаплоидный набор n . Женским гаметофитом у голосеменных является эндосперм (запас питательных веществ).

Строение семени сосны



Запомни! Поэтому эндосперм голосеменных гаплоидный (n), а не триплоидный ($3n$), так как он образуется в результате деления мегаспоры, а не в результате оплодотворения, как у цветковых растений.

Само размножение осуществляется в два этапа:

- Процесс опыления.
- Процесс оплодотворения.



• Процесс опыления

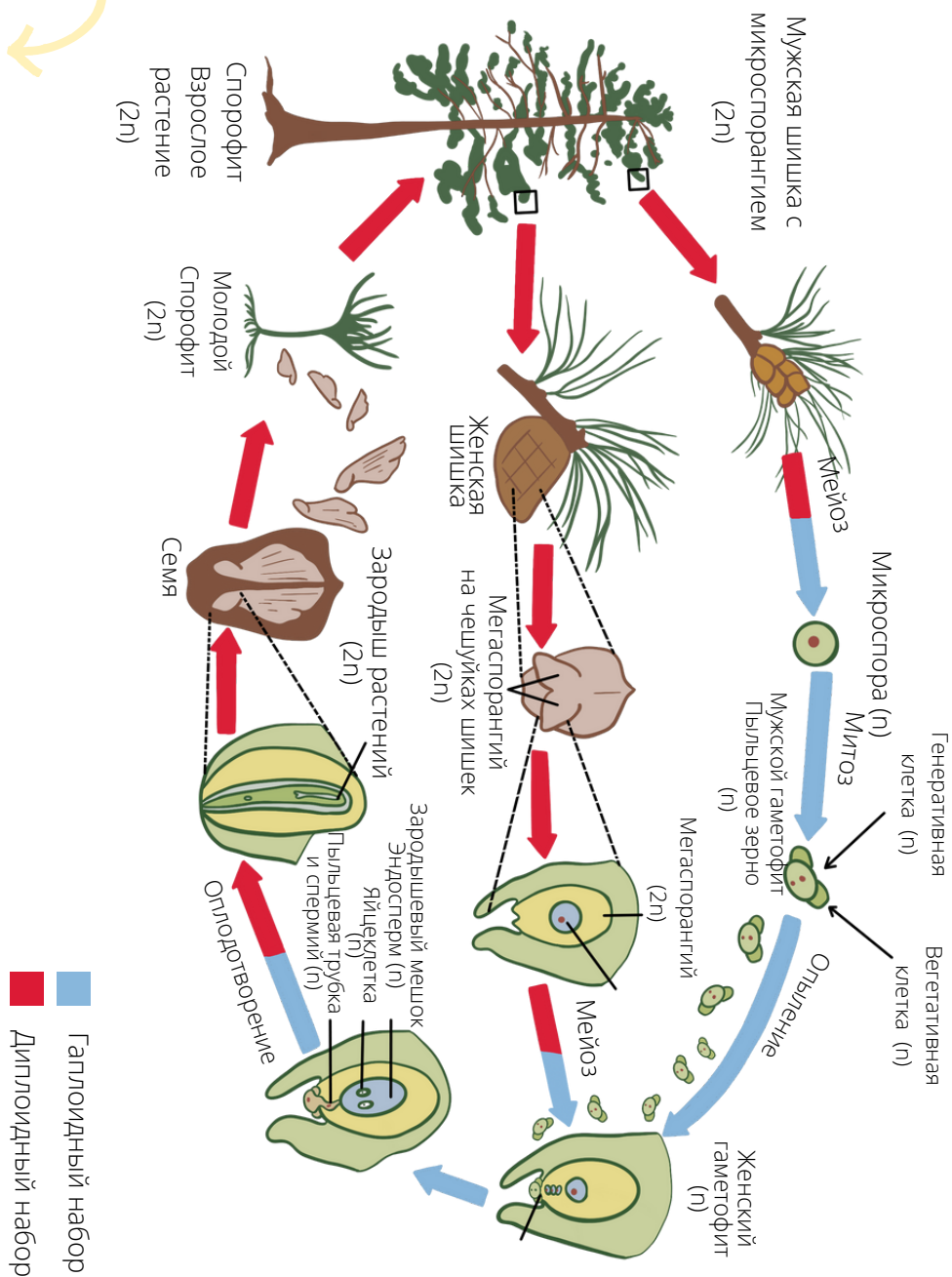
Пыльцевое зерно попадает на женскую шишку, оно состоит из двух клеток: **вегетативной** и **генеративной**, обе имеют гаплоидный набор n . Вегетативная клетка прорастает в **пыльцевую трубку**, а генеративная делится **митозом** на два **спермия**, которые так же имеют гаплоидный набор n . Один из спермиев отмирает, таким образом в оплодотворении участвует только **один** выживший спермий. Он спускается по пыльцевой трубке к яйцеклетке, через пыльцевход попадает в семязачаток.

• Процесс оплодотворения

Процесс оплодотворения происходит в самом семязачатке, через 12 месяцев после опыления. Спермий оплодотворяет яйцеклетку и образуется **зигота** с диплоидным набором $2n$. Из зиготы развивается **зародыш** растения, будущий спорофит. А из семязачатка развивается семя с гаплоидным эндоспермом и зародышем растения внутри.

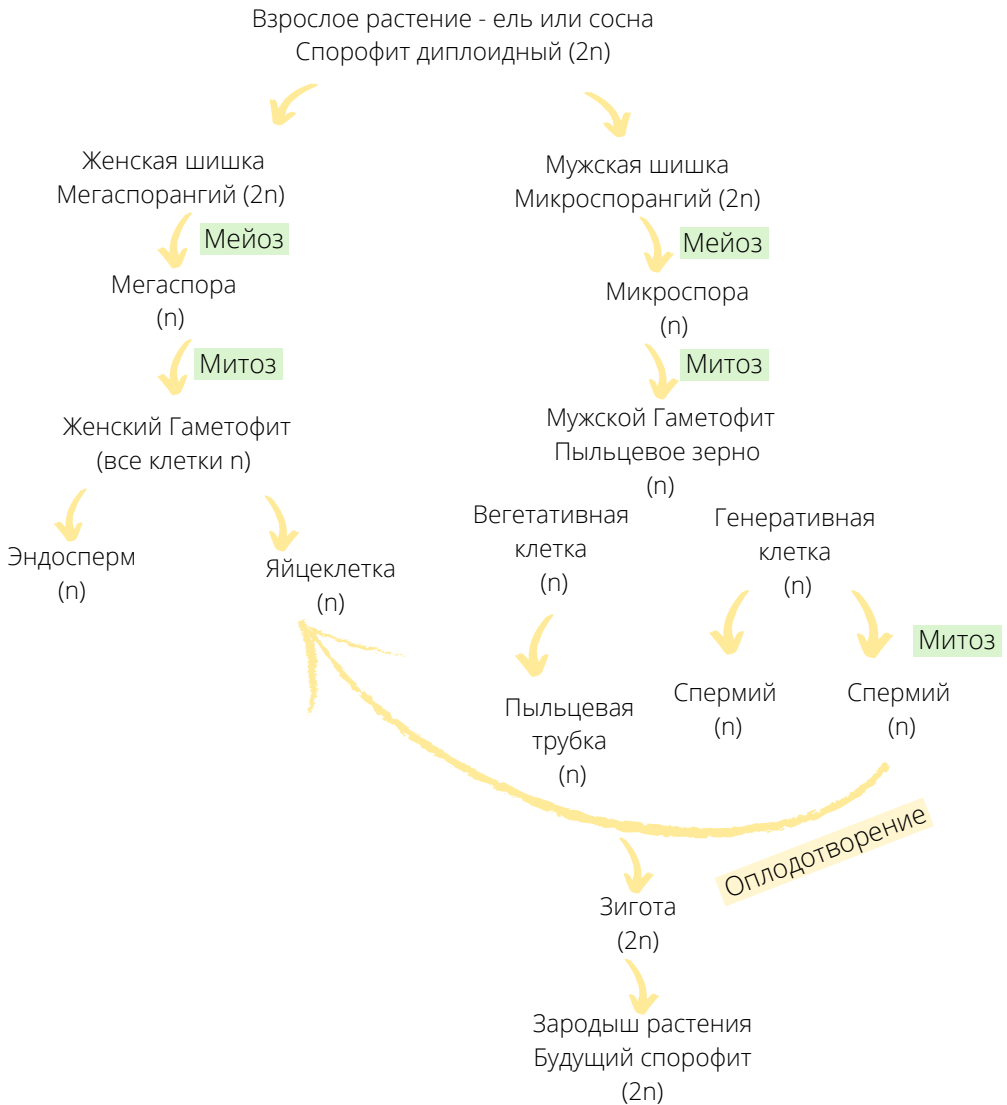
ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ГОЛОСЕЕМНЫХ



ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ГОЛОСЕМЕННЫХ



ЦИКЛЫ РАСТЕНИЙ

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ ГОЛОСЕМЕННЫХ

ДЛЯ ЖЕНСКОГО РАСТЕНИЯ

Все формулировки для задания 27

- **Спорофит**, взрослое растение имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидной зиготы (зародыша).
- **Мегаспорангий** имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидных клеток спорофита.
- **Мегаспора** имеет гаплоидный набор n , образуется мейозом из диплоидных клеток спорогенной ткани (мегаспорангия).
- **Женский гаметофит** (n) имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной мегаспоры.
- **Яйцеклетка** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной мегаспоры.
- **Зигота** имеет диплоидный набор $2n$, образуется за счет слияния яйцеклетки и спермия.
- **Эндосperm** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной мегаспоры.
- **Клетки корня, иголок** являются частью спорофита, поэтому так же имеют диплоидный набор $2n$ и образуются митозом из диплоидной зиготы.

ДЛЯ МУЖСКОГО РАСТЕНИЯ

Все формулировки для задания 27

- **Спорофит**, взрослое растение имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидной зиготы (зародыша).
- **Микроспорангий** имеет диплоидный набор $2n$, образуется митозом из диплоидных клеток спорофита.
- **Микроспора** имеет гаплоидный набор n , образуется мейозом из диплоидных клеток спорогенной ткани (микроспорангия).
- **Пыльцевое зерно** – мужской гаметофит имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной микроспоры.
- **Вегетативная клетка** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной микроспоры.
- **Генеративная клетка** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной микроспоры.
- **Спермий** имеет гаплоидный набор n , образуется митозом из гаплоидной генеративной клетки.
- **Клетки корня, иголок** являются частью спорофита, поэтому так же имеют диплоидный набор $2n$ и образуются митозом из диплоидной зиготы.



ЗООЛОГИЯ

Признаки животной клетки:

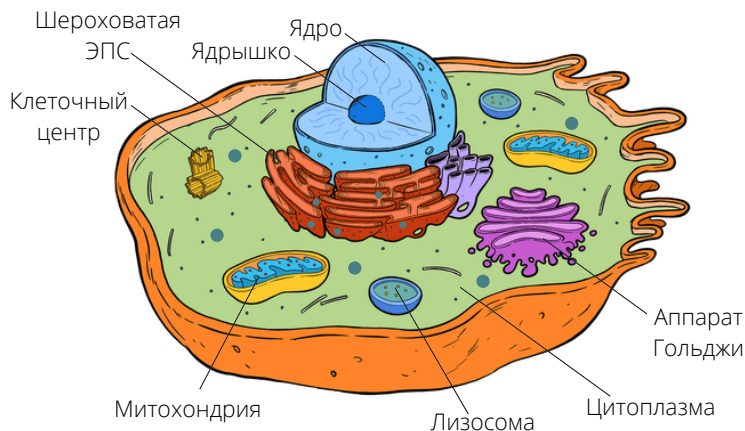
1. Эукариотическая клетка.
2. Отсутствие вакуолей с клеточным соком и пластид.
3. Клеточная стенка отсутствует.
4. Запасной углевод - гликоген.
5. Клеточный центр есть у всех.
6. Гликокаликс есть.
7. Способность к пиноцитозу и фагоцитозу.

Систематика животных

Империя - Клеточные
Надцарство - Эукариоты
Царство - Животные
Тип - Хордовые
Подтип - Позвоночные
Класс - Млекопитающие
Отряд - Хищные
Семейство - Собачьи
Род - Лиса
Вид - Лиса обыкновенная

Признаки Царства Животные:

- **Эукариоты**, или ядерные организмы.
- **Гетеротрофы**: неспособны к синтезу органических веществ из неорганических, для питания используют готовые органические вещества.
- **Голозойный** способ питания: активно заглатывают твёрдые пищевые частицы, которые попадают внутрь тела животного, а затем перевариваются и всасываются в пищеварительной системе. *Исключение*: некоторые животные-паразиты и примитивные животные.
- Продукт азотистого обмена веществ: **мочевина**, или мочевая кислота, или аммиак.
- **Ограниченный** рост: животные растут только на ранних стадиях развития. *Исключение*: рыбы, моллюски, некоторые пресмыкающиеся и земноводные, которые растут всю жизнь.
- Животные способны к активному **передвижению**. *Исключение*: коралловые полипы и другие сидячие животные.



ПОДЦАРСТВО ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ ИЛИ ПРОСТЕЙШИЕ

Этот тип представлен одноклеточными организмами, тело которых состоит из мембраны, цитоплазмы и всех органоидов.

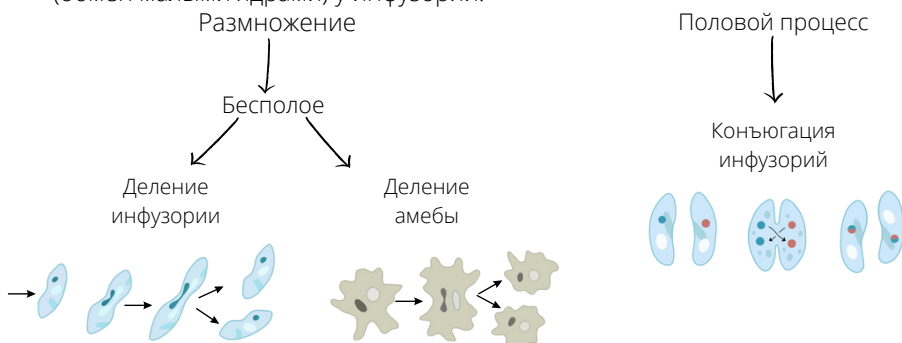
Клетка простейшего — это **целостный** организм, которому присущи все проявления жизни: обмен веществ, раздражимость, рост, размножение. Роль органов у них выполняют органоиды.

- Имеют плазматическую мембрану, цитоплазму, ядро, обычные органоиды, а также **специальные** органоиды:

пищеварительные вакуоли, участвуют в фагоцитозе и пиноцитозе - поглощении и переваривании твёрдых и жидких частиц.

сократительные вакуоли, выполняют выделительную функцию, поддерживают водно-солевой баланс клетки, удаляют избыток воды и солей.

- Имеют *одно или два ядра*.
- Имеют *органомиды движения* - жгутики, реснички, ложноножки.
- Размножение **бесполое** (деление митозом) и **половой процесс** - конъюгация (обмен малыми ядрами) у инфузорий.

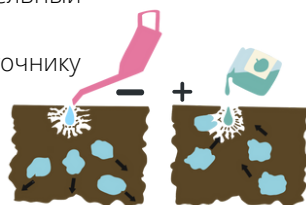


- Характерна раздражимость в виде **таксисов**: положительный таксис - простейшее движется к раздражителю, отрицательный таксис - простейшее движется от раздражителя.

Фототаксис - тип таксиса, движение по направлению к источнику освещения или от него.

Хемотаксис - тип таксиса, движение простейших в ответ на действие химических веществ.

- **Дышат** всей поверхностью тела.
- В неблагоприятных условиях образуют плотную оболочку – **цисту**.



- По типу питания – **гетеротрофы**, питаются за счёт фагоцитоза и пиноцитоза. Обитают во влажной почве, пресных и соленых водоемах.

ТИПЫ ПРОСТЕЙШИХ

Тип Саркожгутиконосцы

Подтип Саркодовые

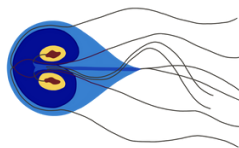
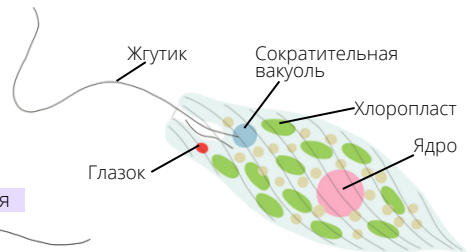
Амеба обыкновенная

- Непостоянная форма тела.
- Имеет выросты ложноножки.
- Имеет одно ядро.
- Одна сократительная вакуоль.

Подтип Жгутиковые

Эвглена зелёная

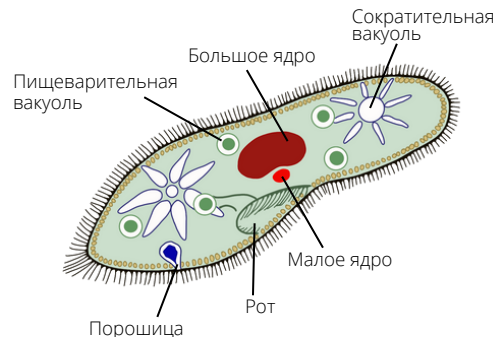
- Постоянная форма тела.
- Имеет жгутик.
- Одно ядро.
- Имеет хлоропласты.
- Имеет светочувствительный глазок.
- Питается как автогетеротроф.



Тип Инфузории

Инфузория туфелька

- Постоянная форма тела.
- Имеет реснички.
- Два ядра - большое и малое.
- Малое участвует в половом процессе, а большое регулирует обмен веществ и работу органоидов в клетке.
- Имеют ротовое отверстие.
- Имеет *порошицу* - отверстие для выделения.
- Размножается делясь митозом – бесполой способ, конъюгация – половой способ.
- Имеет две сократительные вакуоли с приводящими канальцами.



Тип Споровики

Малярийный плазмодий

- Возбудитель заболевания малярии. Имеет сложный цикл развития со сменой хозяев.
- Размножается шизогонией - множественным делением (смотри след. страницу).

ЦИКЛ РАЗВИТИЯ МАЛЯРИЙНОГО ПЛАЗМОДИЯ

Малярийный плазмодий вызывает тяжелое заболевание - малярию.

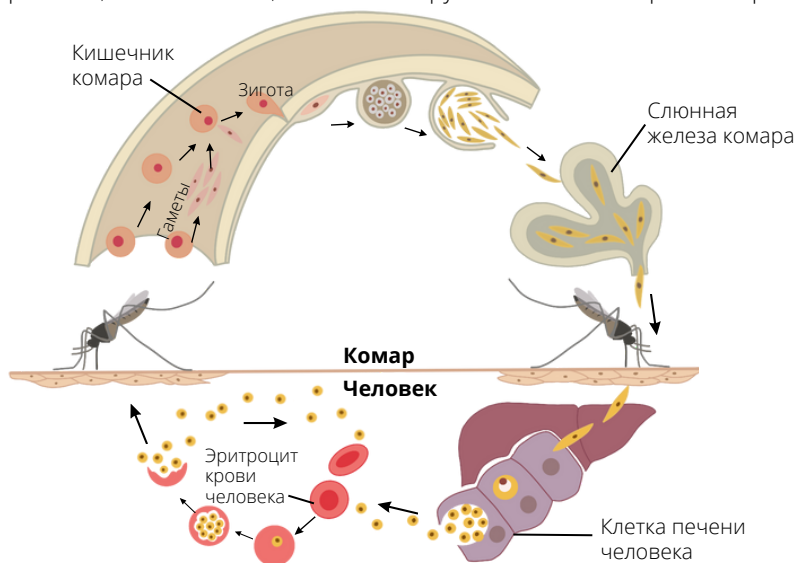
Жизненный цикл и способы заражения



Жизненный цикл плазмодиев состоит из бесполого размножения (шизогонии) и полового размножения.

Существует еще два важных понятия: промежуточный и основной хозяин. Промежуточный хозяин, в организме которого происходит бесполое размножение, для малярийного плазмодия - *человек, млекопитающие*. Основной хозяин, в организме которого осуществляется половое размножение – *комар*.

Заражение человека происходит при укусе комара – это единственный путь заражения, которым малярийный плазмодий проникает в организм. В момент укуса комар впрыскивает в кожу человека слюну, в которой содержатся плазмодии на стадии спорозойта, помимо этого, слюна блокирует способность крови свёртываться.



С током крови спорозойт попадает в печень, где происходит *тканевая шизогония*. Она соответствует инкубационному периоду болезни. В клетках печени из спорозойтов развиваются тканевые шизонты, которые увеличиваются в размерах и начинают делиться шизогонией на тысячи дочерних особей. Клетки печени при этом разрушаются, и в кровь попадают паразиты на стадии мерозойта (подвижного простейшего).

Запомни!

Есть "возбудитель" заболевания - малярийный плазмодий, а есть "переносчик" - малярийный комар.



ЦИКЛ РАЗВИТИЯ МАЛЯРИЙНОГО ПЛАЗМОДИЯ

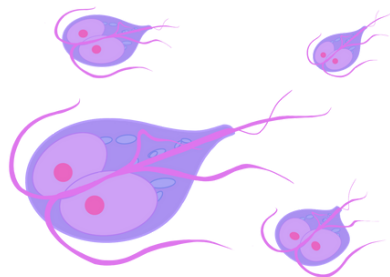
Мерозоиты внедряются в эритроциты, в которых протекает *эритроцитарная шизогония*. Паразит поглощает гемоглобин клеток крови, растет и размножается шизогонией. При этом каждый плазмодий дает от 8 до 24 мерозоитов. Как известно, молекула гемоглобина состоит из неорганической железосодержащей части (гема) и белка (глобина). Пищей паразита служит именно глобин.

Когда пораженный эритроцит лопается, паразит выходит в кровяное русло, а в плазму крови попадает гем. Свободный гем — сильнейший яд для человеческого организма. Именно его попадание в кровь вызывает страшные приступы малярийной лихорадки.


При разрушении эритроцита, мерозоиты попадают в плазму крови, а оттуда — в новые эритроциты. Цикл эритроцитарной шизогонии повторяется несколько раз. Приступ лихорадки приурочен к выходу паразитов в плазму крови и повторяется каждые 3 либо 4 дня, хотя при длительно текущем заболевании чередование периодов может быть нечетким.

Заболевания, вызываемые другими простейшими

- **Протозоозы** — это группа болезней, возбудителями которых являются одноклеточные организмы, относящиеся к простейшим, которые паразитируют в тканях и органах человеческого организма с целью поддержания собственной жизнедеятельности.
- **Амёбиаз (амёбная дизентерия)** – заболевание, вызываемое амёбами, проявляющееся язвенным поражением толстой кишки и развитием абсцессов в различных органах.
- **Лямблиоз** – заболевание, характеризующееся наличием в организме простейших паразитов – лямблий, которые заселяют пищеварительный тракт, присасываясь к стенкам кишечника.
- **Токсоплазмоз** – заболевание человека и животных, вызываемое токсоплазмами, в подавляющем большинстве случаев протекает бессимптомно.



ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

 **Тип кишечнорастворимых** - многоклеточные двуслойные животные с радиальной, лучевой симметрией тела, внутри содержат кишечную полость. Представлены одиночными и колониальными организмами.

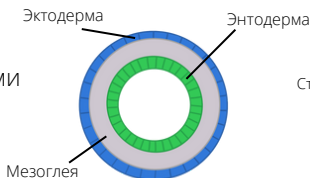
- Состоят из двух слоев клеток - наружного **эктодермы** и внутреннего **энтодермы**, между которыми располагается неклеточное коллоидное вещество - **мезоглия**.

Наружный слой клеток образован:

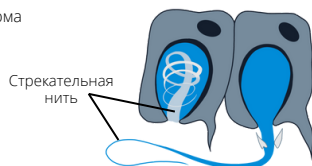
- Кожно-мускульными клетками
- Стрекательными клетками
- Нервными клетками
- Промежуточными клетками

Внутренний слой образован:

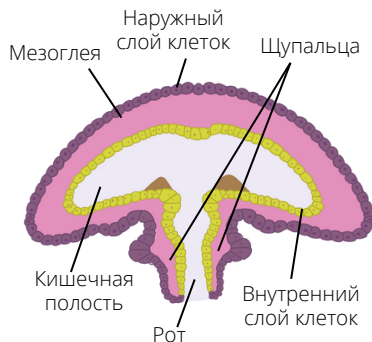
- Железистыми клетками
- Пищеварительно - мускульными клетками



Лучевая (радиальная) симметрия



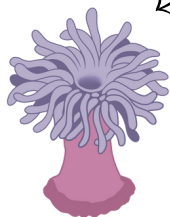
Стрекательные клетки содержат стрекательную нить с ядом. Выполняют функцию защиты от врагов, а также нападения на добычу - ими они жалят жертву.



- Дышат **всей поверхностью** тела.
- Имеют рот, окруженный щупальцами и переходящий в кишечную полость.

По образу жизни делятся на прикрепленные формы:

полипы и свободноплавающие - **медузы**.



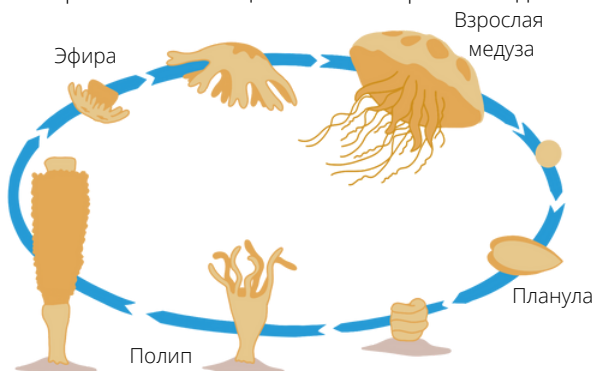
- Ведут неподвижный образ жизни.
- Обитают в полосе прибрежья.
- Размножаются почкованием.
- Гермафродиты.



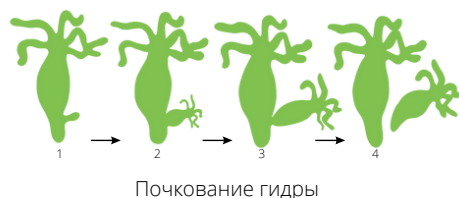
- Ведут подвижный образ жизни.
- Обитают в толще воды.
- Размножаются половым способом.
- Раздельнополые.

ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

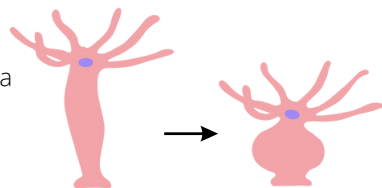
- Пищеварение двухэтапное: **внутриполостное**, которое происходит в полости за счет пищеварительных ферментов выделяемых железистыми клетками, и **внутриклеточное**, которое происходит в пищеварительных клетках, которые имеют жгутики и ложноножки.
- У кишечнополостных есть бесполое и половое размножение. **Бесполое**: почкование - когда дочерние особи формируются из выростов тела материнского организма (почек), которые вырастают на нём же и в конечном счете отделяются от материнского организма и становятся самостоятельными организмами. **Половое**: с образованием яйцеклеток и сперматозоидов.



Чередование бесполого и полового размножения



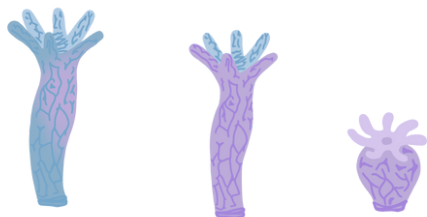
- Способны к регенерации. **Регенерация** - способность кишечнополостных восстанавливать утраченные или поврежденные части тела за счет деления промежуточных клеток.
- Раздражимость проявляется в виде нервного ответа *сокращения тела*.
- Нервная система - **диффузного типа**, нервные клетки образуют нервную сеть по всей поверхности тела, срастаясь своими отростками.



Запомни!

Ароморфозы Кишечнополостных:

1. Появление многоклеточности.
2. Диффузная нервная система.
3. Дифференциация клеток.
4. Лучевая, радиальная симметрия.
5. Двуслойное строение тела: появление эктодермы и энтодермы.



КЛАССЫ КИШЕЧНОПОЛОСТНЫХ

ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

Класс Гидроидные

- Гидра



Класс Коралловые полипы

- Красные кораллы



- Актиния



Класс Сцифоидные

- Медуза Корнерот
- Медуза Аурелия



Симбиоз рака-отшельника и актинии

В природе между актинией и раком отшельником возникает симбиоз. Рак отшельник поедает мелких животных, парализованных стрекательными клетками актинии. В то же время, актиния находится постоянно в движении, благодаря чему ей значительно чаще встречается добыча. Она также выполняет по отношению к раку защитную функцию.

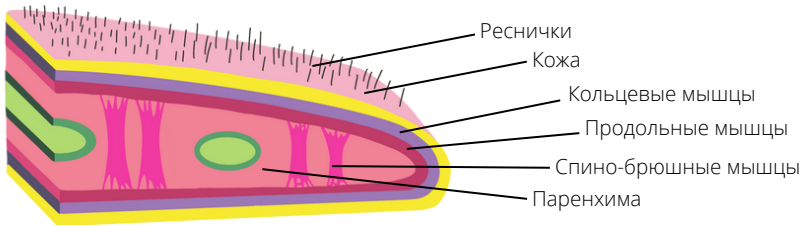


ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

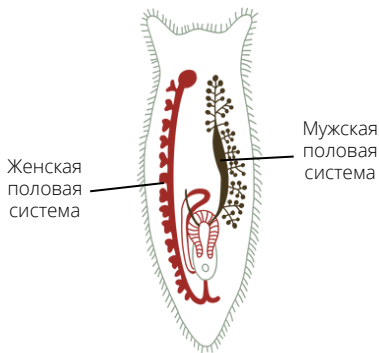
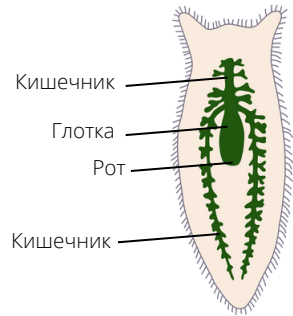


Плоские черви - многоклеточные, **трехслойные** животные с **двусторонней** симметрией тела, тело плоское, имеет листовидную или лентовидную форму. Представлены свободноживущими и паразитическими организмами.

- Развиваются из трёх зародышевых листков: наружного - **эктодермы**, внутреннего - **энтодермы** и промежуточного – **мезодермы**.



- Тело представляет собой **кожно-мускульный мешок**, состоящий из эпителия и трёх слоев мышц - продольного, поперечного и косого. Они обеспечивают различные сокращения тела плоского червя - удлинение, укорачивание и утолщение тела.
- Полость тела **отсутствует**, промежутки между органами заполнены тканью **паренхимой** (образуется из мезодермы).
- Дышат **всей поверхностью** тела. У паразитов - анаэробное дыхание.
- Кровеносная система отсутствует.
- Пищеварительная система представлена пищеварительным каналом, **слепозамкнута**, так как анальное отверстие отсутствует, непереваренные остатки пищи удаляются через ротовое отверстие. У паразитических червей пищеварительная система **отсутствует**, поэтому они впитывают питательные вещества из пищи хозяина всей поверхностью тела.
- Являются двуполовыми животными - **гермафродитами**, то есть одна и та же особь имеет и мужские и женские половые железы.



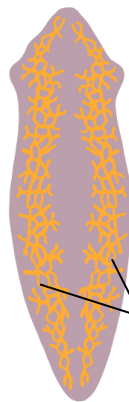
Запомни!

Ароморфозы Плоских червей:

- Третий слой тела – мезодерма.
- Двусторонняя симметрия.
- Появление систем органов:
 - Выделительная система.
 - Половая система.
 - Пищеварительная система.
 - Нервная система ствольного типа.

ТИП ПЛОСКИЕ ЧЕРВИ

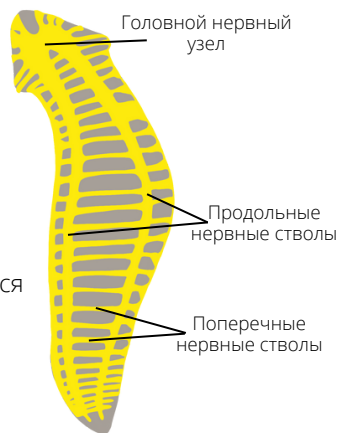
- Нервная система **стволового** или **лестничного** типа. Состоит из парных нервных узлов, от которых отходят два продольных нервных ствола, соединяющихся между собой поперечными нервными стволами.



Клетки с ресничками

Выделительная система

- Выделительная система представлена выделительными трубочками **протонефридиями**, которые имеют на концах звездчатые клетки с пучком ресничек, которые загоняют в каналцы жидкие продукты выделения. Открываются наружу выделительными порами.



Нервная система стоволового типа

Классы плоских червей

Класс Ресничные

Класс Сосальщики

Класс Ленточные



Белая планария



Печеночный сосальщик



Бычий цепень



Класс Ресничные черви представлен свободноживущими (хищными) формами. Представители класса: белая планария, черная планария. Тело их покрыто ресничками, согласованное движение которых обеспечивает плавное передвижение в пространстве.

Класс Ленточные черви объединяет паразитические формы, с чередованием в цикле развития основных и промежуточных хозяев. У ленточных червей полностью отсутствует пищеварительная система, они всасывают питательные вещества всей поверхностью тела.

ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ ЧЕРВЕЙ ПАРАЗИТОВ

Их туловище членистого строения, состоит примерно из 1000 члеников. Головка червя снабжена 4 присосками, присоски помогают червю удерживаться в кишке. Органы чувств отсутствуют. Половое размножение происходит между члениками или в пределах одного членика, а по мере их увеличения в конечном отделе червя они отрываются. Такие членики называют зрелыми, в них находится матка, заполненная яйцами. **Представители:** бычий и свиной цепень, эхинококк, широкий лентец.

Класс Сосальщики объединяет паразитические формы, с чередованием в цикле развития основных и промежуточных хозяев. Сосальщики имеют две присоски. **Представители:** печеночный сосальщик, кошачий сосальщик (кошачья двуустка).

Паразитические черви имеют сложный цикл развития **со сменой хозяев**.

Промежуточный хозяин - организм, в котором размножаются и живут личинки червя.

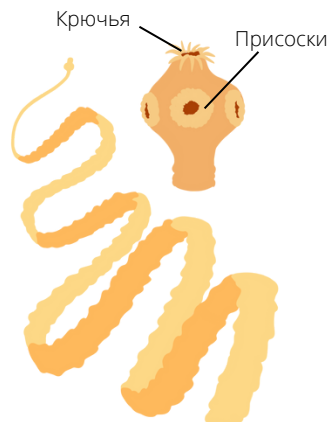
Окончательный хозяин – организм, в котором размножается и живет взрослый червь.

Приспособления червей паразитов для жизни внутри хозяина:

- Высокая плодовитость.
- Наличие крючьев, присосок.
- Плотный покров, на который не действуют пищеварительные ферменты.
- Анаэробны – не нуждаются в кислороде.
- Отсутствие пищеварительной системы, впитывают пищу всем телом.



Хозяин	Бычий цепень	Свиной цепень	Печеночный сосальщик
Промежуточный	Корова	Свинья	Малый прудовик
Основной	Человек	Человек	Рогатый скот



ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ ЧЕРВЕЙ ПАРАЗИТОВ

Свиной и Бычий цепень

Способы заражения: плохо прожаренное или проваренное финнозное мясо.

Стадии жизненного цикла:

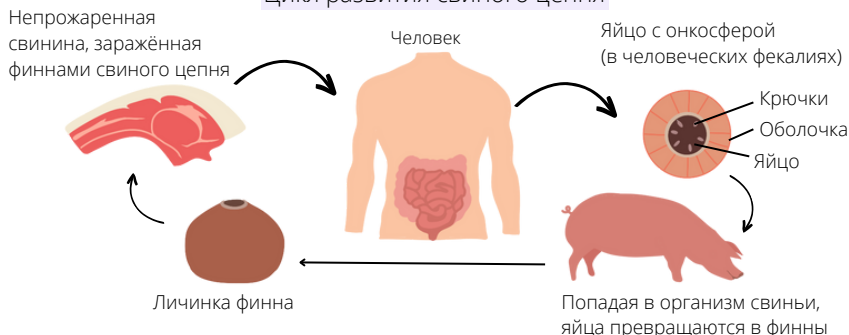
1. Основной хозяин человек, заражённый червем бычьим цепнем, выделяет во внешнюю среду яйца червя вместе с калом.
2. Промежуточный хозяин - крупный рогатый скот заглатывает яйца бычьего цепня (они попадают на пастбища вместе с фекалиями человека). В кишечнике оболочки яиц растворяются, и из них формируется личинка с шестью крючьями и плотной оболочкой **онкосфера**.
3. Личинка с помощью крючьев попадает в капилляры стенок кишечника и с током крови разносится по всему телу, задерживаясь в мышцах.
4. В мышцах личинка спустя несколько месяцев превращается в **финну** – овальные пузырьки, в которых располагается головка с шейкой. При употреблении мышц, содержащих финны («финнозное мясо»), происходит заражение человека.
5. Из финны выворачивается головка червя, с помощью присосок червь закрепляется в слизистой оболочке тонкого кишечника человека.
6. В организме человека червь начинает размножаться половым путем. Бычий цепень отрицательно влияет на организм окончательного хозяина. Он раздражает слизистую оболочку тонкого кишечника, к которой присасывается своими присосками. Также бычий цепень отравляет организм человека продуктами жизнедеятельности, поглощает питательные вещества и витамины.

Цикл развития бычьего цепня



ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ ЧЕРВЕЙ ПАРАЗИТОВ

Цикл развития свиного цепня



Печёночный сосальщик

Способы заражения: питье воды из загрязненного водоема, поедание травы, растущей около воды, например щавеля.

Стадии жизненного цикла:

1. В организме окончательного хозяина обитает зрелый паразит, который продуцирует яйца. Оплодотворенные яйца с фекалиями окончательного хозяина выходят во внешнюю среду.
2. Яйца печеночного сосальщика должны попасть в воду. Откуда выходит личинка, покрытая реснитчатым эпителием. Эта личинка некоторое время плавает в воде, а затем попадает в тело малого прудовика.
3. В теле малого прудовика личинки с ресничками дают начало новому поколению – хвостатым личинкам. Каждая хвостатая личинка некоторое время плавает, а затем оседает на водные растения, отбрасывает хвост и покрывается толстой защитной оболочкой. Так формируется циста, а процесс называется инцистированием.
4. Рогатый скот поедает траву, при этом цисты попадают в пищеварительную систему окончательного хозяина. В кишечнике оболочка цисты растворяется, паразиты попадают в печень, где достигают половозрелого состояния, после чего начинают продуцировать яйца.

Печеночный сосальщик отрицательно влияет на организм окончательного хозяина. Он разрушает клетки печени, отравляет организм хозяина продуктами жизнедеятельности, питается питательными веществами хозяина.

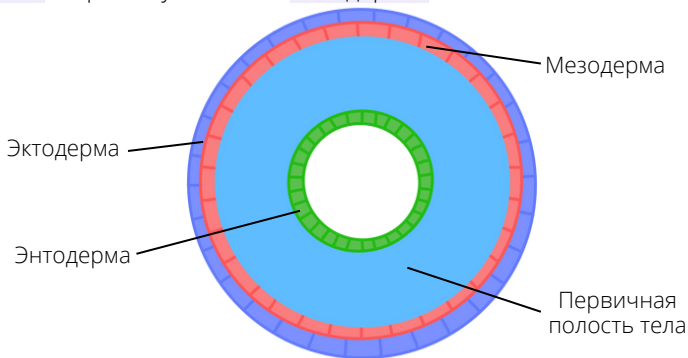


ТИП КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

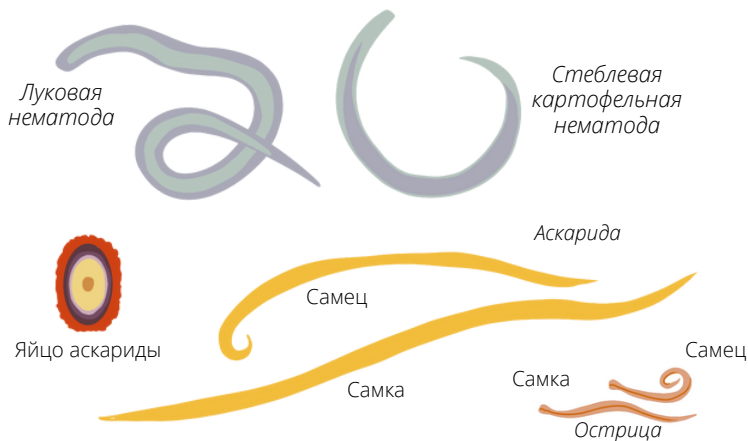


Круглые черви - многоклеточные, трехслойные животные с двусторонней симметрией тела.

- Тело вытянутое в длину и заостренное на концах и веретеновидное по форме. На поперечном срезе оно круглое, что дало название типу. Представлены свободноживущими и паразитическими организмами.
- Развиваются из трёх зародышевых листков: наружного - **эктодермы**, внутреннего - **энтодермы** и промежуточного - **мезодермы**.

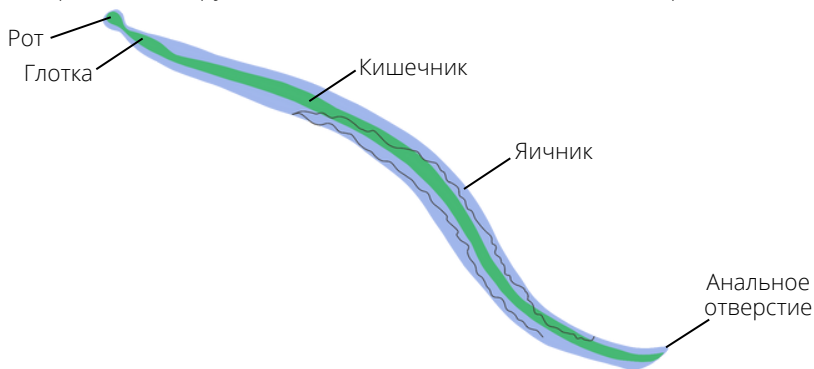


- Тело представляет **кожно-мускульный мешок** и состоит из наружной кутикулы и одного слоя **продольных** мышечных волокон, благодаря сокращениям которых тело может змеевидно изгибаться.
- Дышат всей **поверхностью** тела. У паразитов - анаэробное дыхание.
- Кровеносная система **отсутствует**.
- **Раздельнополые** животные, размножающиеся только **половым** способом. Имеют парные яичники и парные семенники.
- Характерен **половой диморфизм** - самец и самка значительно различаются по размеру. Самка обычно крупнее самца.

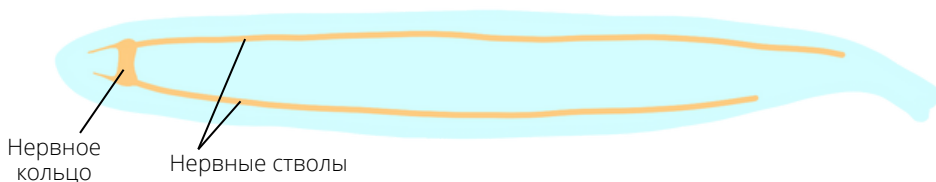


ТИП КРУГЛЫЕ ЧЕРВИ

- Появилась **первичная полость тела** - образовалась при разрушении клеток паренхимы между стенкой тела и внутренними органами, она заполнена жидкостью. Полостная жидкость придает телу упругость и благодаря этому выполняет роль гидроскелета.
- Впервые в животном мире пищеварительная система представлена *сквозной* пищеварительной трубкой, так как появилось *анальное отверстие*.



- Нервная система представлена **окологлоточным нервным кольцом** и отходящими от него несколькими продольными нервными стволами - *стволового типа*.



- Произошли от свободноживущих плоских червей.



Запомни!

Ароморфозы Круглых червей:

1. Появление анального отверстия и сквозной пищеварительной системы.
2. Первичная полость тела.
3. Раздельнополость и половой диморфизм.

ЦИКЛЫ РАЗВИТИЯ КРУГЛЫХ ЧЕРВЕЙ

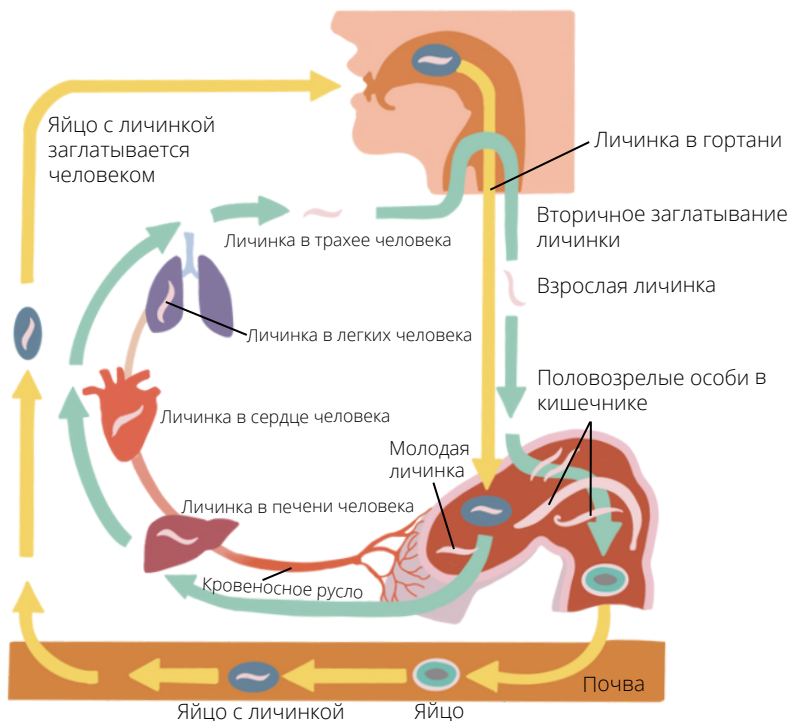
Особенность цикла развития круглых червей состоит в том, что у них нет чередования хозяев, промежуточный и окончательный хозяин - это один организм.

Способы заражения: немытые овощи, фрукты, немытые руки, привычка грызть ногти у детей; также мухи могут переносить яйца червя на своих лапках, садясь на продукты.

Цикл развития аскариды

Стадии:

1. Попадание яиц червя в организм человека вместе с немытыми овощами или фруктами, через немытые руки.
 2. Яйца червя попадают в кишечник, из яиц развиваются личинки, которые через стенку кишечника пробуравливаются и поступают в кровоток.
 3. С током крови личинки попадают в лёгкие, где развиваются и растут. Личинки аскарид аэробны, поэтому им нужна кислородная среда. Личинки могут вызвать у человека воспаление в лёгких, а также сухой кашель.
 4. Во время кашля по дыхательным путям личинки из лёгких поднимаются обратно в полость рта/глотки, происходит их вторичное проглатывание. Только на этот раз человек проглатывает уже не яйца червя, а взрослых личинок.
 5. Личинки попадают в кишечник и превращаются во взрослых червей аскарид.
 6. Аскариды выделяют во внешнюю среду свои яйца вместе с калом хозяина.
- Заражение человека круглым червем аскаридой называется аскаридоз.

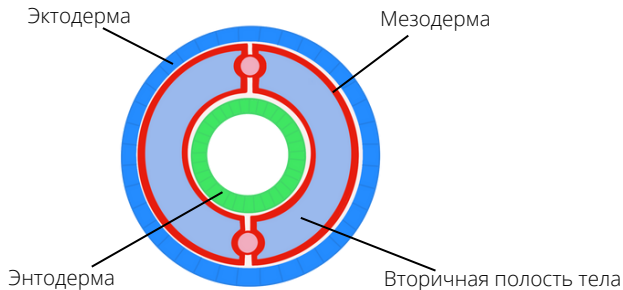


ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

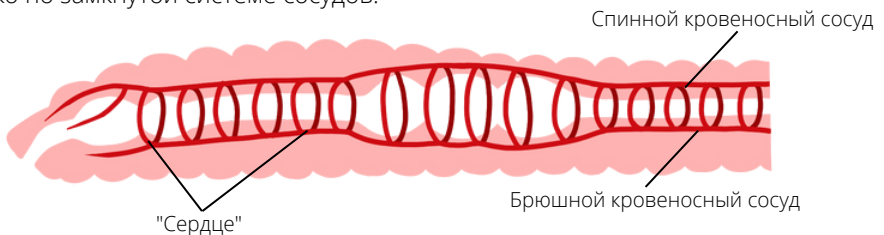


Кольчатые черви - трехслойные животные с двусторонней симметрией тела.

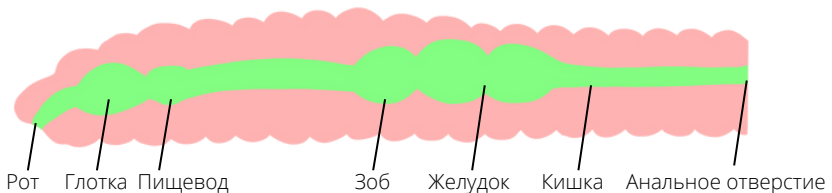
- Тело **сегментировано**, состоит из повторяющихся члеников колец, поэтому и они и называются кольчатые. Тело представляет кожно-мускульный мешок, покрытый кутикулой, под которой расположены два слоя мышц - *продольный и поперечный*.
- Появилась **вторичная полость тела** - **целом**, которая выстлана целомическим эпителием, заполнена целомической жидкостью, которая обеспечивает гидроскелет.



- Впервые появилась **замкнутая кровеносная система**. Состоит из спинного и брюшного сосудов, соединённых кольцевыми сосудами. Кровь циркулирует только по замкнутой системе сосудов.



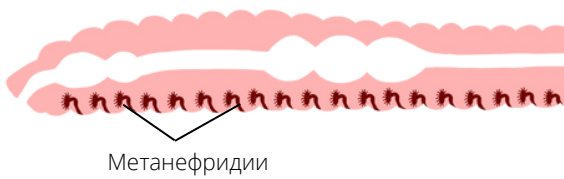
- Кольчатые черви способны к **регенерации** – восстановлению утраченных или поврежденных частей тела за счет деления клеток.
- Пищеварительная система **сквозная**. Имеет рот, пищевод, зоб, желудок, кишечник и анальное отверстие.



- **Дышат всем телом**, а водные представители кольчатых червей дышат жабрами.
- Кольчатые черви - **гермафродиты**, имеют парные яичники и парные семенники.
- Произошли от свободноживущих плоских червей.

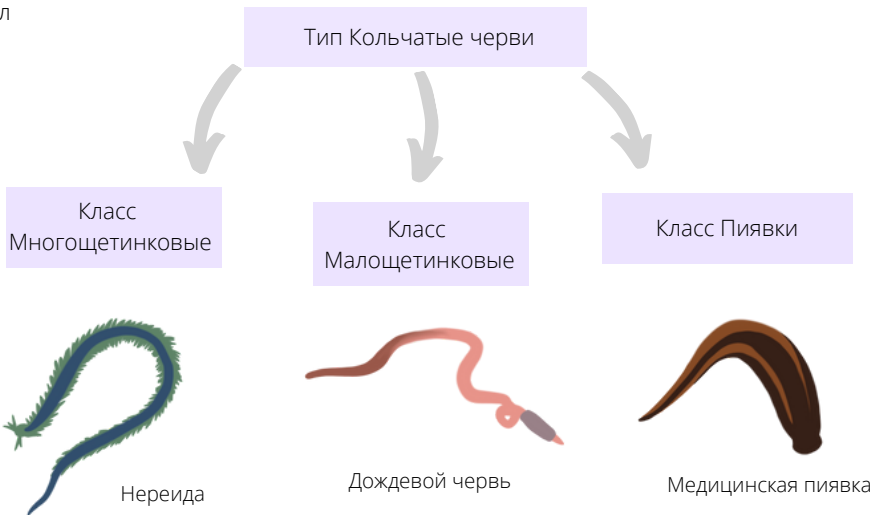
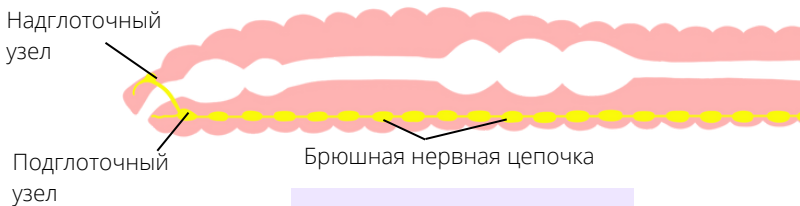
ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

- Органы выделения – выделительные трубочки **метанефридии**.



парные органы выделения, извитые железистые трубки, которые одним концом - воронкой открываются во вторичную полость тела, а другим концом во внешнюю среду. Эволюционно метанефридии образовались из протонефридиев.

- Нервная система **узловой** типа. Состоит из окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки.



- Кольчатые черви имеют мускулистые выросты *параподии* на каждом сегменте тела с обеих сторон, они выполняют функцию передвижения.

Запомни!

Ароморфозы Кольчатых червей:

1. Вторичная полость тела – целом.
2. Замкнутая кровеносная система.
3. Сегментация тела.
4. Органы дыхания жабры у водных червей.
5. Органы выделения – метанефридии.
6. Органы движения – параподии.

ТИП КОЛЬЧАТЫЕ ЧЕРВИ

Значение плоских червей

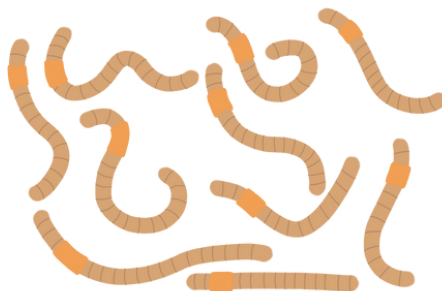
- Свободноживущие ресничные черви являются консументами в цепях питания.
- Паразитические черви ведут к группе заболеваний под названием *гельминтозы*.
- Сосальщики паразитируют на животных, нанося им вред, могут привести к летальному исходу. Ленточные черви паразитируют на животных и человеке, угнетают их жизнедеятельность, нанося им вред.

Значение круглых червей

- Заболевания, которые вызывают паразитические круглые черви, носят название – нематодозы: *аскаридоз* – заражение аскаридой, *энтеробиоз* – заражение острицами.
- Луковичная и картофельная нематоды поедают растения, нанося вред урожаю человека.

Значение кольчатых червей

- Дождевые черви играют важную роль при формировании почвы - верхнего плодородного слоя земли. Они способствуют её перемешиванию, разрыхлению, что очень важно для хорошего развития корней растений. Также за счёт своей жизнедеятельности они повышают плодородие почвы.
- Пиявки широко используются в медицине – гирудотерапии. *Гирудин* - вещество, которое содержится в слюнных железах пиявок, предотвращающее свертывание крови. С помощью пиявок лечат тромбоз вен, артериальную гипертензию и другие заболевания.



ТИП ЧЛЕНИСТОНОГИЕ



Тип Членистоногие - самый многочисленный тип в Царстве животные.

Членистоногие - трехслойные животные с двусторонней симметрией тела, у которых впервые появились членистые конечности и тело разделено на отделы.

Общие признаки типа:

- Имеют членистые конечности, разделенные на суставы, отсюда и название типа.
- Тело разделено на отделы: голова, грудь, брюшко или головогрудь и брюшко.
- Тело покрыто покровом из хитина, он выполняет функцию наружного скелета, ведь внутри к нему прикрепляются мышцы тела.
- Кровеносная система незамкнутая, кровь циркулирует по сосудам, а также в полостях между органами. Состоит из сердца и сосудов. *Сердце* - спинной широкий сосуд, от которого отходят артерии. По кровеносной системе членистоногих циркулирует жидкость *гемолимфа*.

Гемолимфа содержит *гемоцианин*, который содержит большое количество солей меди, что придаёт жидкости голубой оттенок. Он участвует в транспорте кислорода к клеткам тела.

- Органы чувств хорошо развиты. Глаза простые или сложные (фасеточные), есть усики, на которых располагаются органы обоняния и осязания. Многие имеют мозаичное зрение.
- Тип нервной системы Членистоногих - *узловой*. Состоит из надглоточного и подглоточного нервных узлов и брюшной нервной цепочки.
- Органы выделения: зеленые железы (почки) или мальпигиевы сосуды.
- Полость тела *смешанная*.
- Членистоногие *раздельнополы*. Половые железы парные: у мужских особей - семенники, у женских - яичники. Оплодотворение у членистоногих *внутреннее*.
- Произошли от кольчатых червей.
- Органы дыхания: легочные мешки, жабры, трахеи.



Фасеточное, мозаичное зрение – зрение у членистоногих, имеющих сложные глаза, когда общая картинка комбинируется из множества мелких частичных изображений.

Тип Членистоногие

Класс
Паукообразные



Класс
Насекомые



Класс
Ракообразные



Запомни!

Ароморфозы Членистоногих:

1. Членистые конечности.
2. Сегментация тела, тело разделено на отделы.
3. Появление наружного скелета: хитинового покрова.
4. Появление сердца.
5. Появление поперечно-полосатой мускулатуры в аппарате движения.

КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ



Имеют:

- Два отдела тела: головогрудь и брюшко сегментированное.

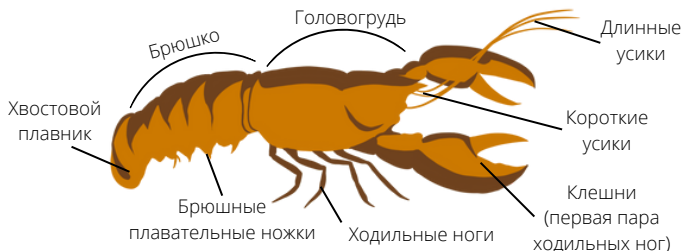
- Две пары усиков – длинные антенны и короткие антеннулы.

- Органами обоняния являются *короткие усы*, а

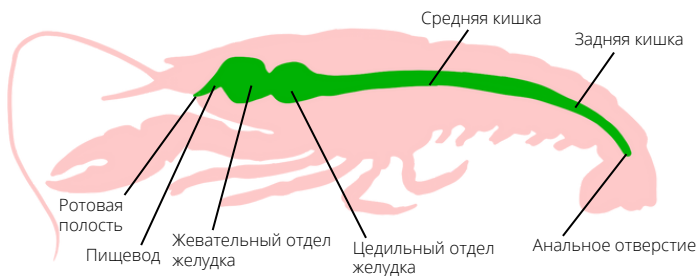
органами осязания *длинные усы*.

- Имеют **сложные**, фасеточные глаза, расположенные на стебельках.

- В пищеварительной системе выделяют три отдела: передний, средний и задний. Пищеварительный канал состоит из отделов: ротовое отверстие, пищевод, желудок, средняя кишка и задняя кишка, анальное отверстие.



Внешнее строение



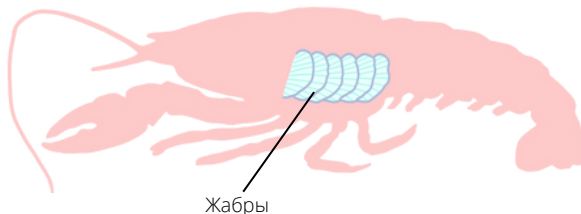
Пищеварительная система

- У желудка **два отдела**: жевательный и цедильный. Жевательный желудок предназначен для измельчения и перетирания пищи, снабжен хитиновыми зубцами. Цедильный отдел выполняет роль "сита", через который проходит только достаточно измельченная пища.

- Органы дыхания - **жабры**.

С помощью жабр растворенный в воде кислород поступает в кровь за счет диффузии, достигая внутренних органов и тканей.

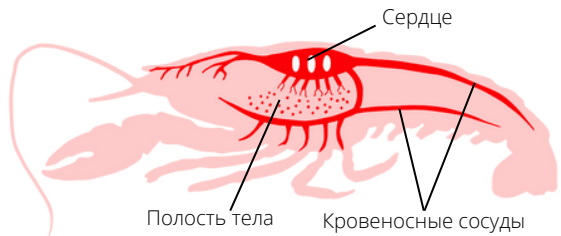
Углекислый газ, напротив, покидает кровь и перемещается во внешнюю среду - в воду.



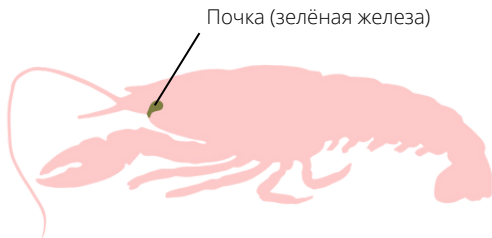
Дыхательная система

КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ

- Кровеносная система незамкнутая, как и у всех членистоногих. Сердце представлено спинным широким сосудом, от него отходит ряд артерий. Кровь (гемолимфа) течёт по сосудам и изливается в полость тела, омывая органы и ткани.



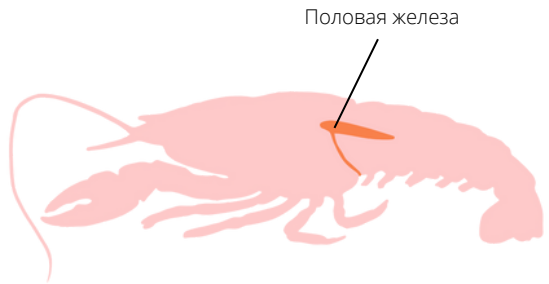
Кровеносная система



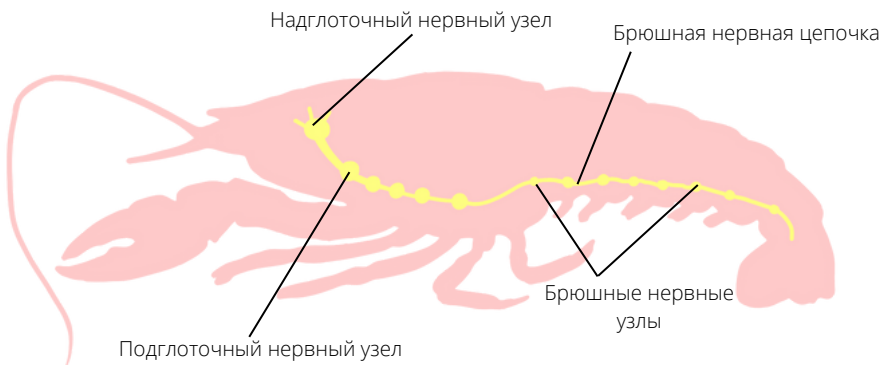
Выделительная система

- Органы выделения представлены зелёными железами (почками), расположенными в головной части тела.

- Ракообразные - раздельнополые животные. Оплодотворение у раков внутреннее: слияние сперматозоидов и яйцеклеток происходит в половых путях самки. Имеются парные мужские половые железы *семенники*, и женские *яичники*.



Половая система



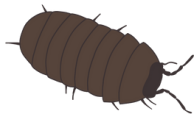
Нервная система

КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ

ПРЕДСТАВИТЕЛИ

Наземные:

- Мокрица
(поэтому не все
ракообразные
водные животные!)



Мокрица

Зоопланктон:

- Дафния
- Водяной ослик
- Циклоп



Дафния



Циклоп

Водные:

- Раки
- Крабы
- Омары
- Креветки
- Лангусты



Краб

Значение ракообразных

- Многие ракообразные употребляются человеком в пищу: раки, крабы, омары. Мелкие ракообразные - циклоп, дафния, водяной ослик - служат пищей для многих животных: гидры, разных видов рыб.
- Раков называют "санитарами водоема": они питаются остатками мёртвых животных, поддерживая чистоту водоема и препятствуя распространению процессов гниения и загрязнения.
- Живущие на суше мокрицы перерабатывают отмирающие и гниющие растения, обогащая почву и повышая её плодородие. Однако, мокрицы едят и живые растения - они объедают корешки, листья и стебли, нанося вред сельскохозяйственным культурам.

КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ

Имеют:

- Два отдела тела: головогрудь и несегментированное брюшко.
- 4 пары ходильных конечностей.
- Усиков нет.
- Глаза простые – несколько пар (обычно до 4).
- Имеют хелицеры - это первая пара головных конечностей.

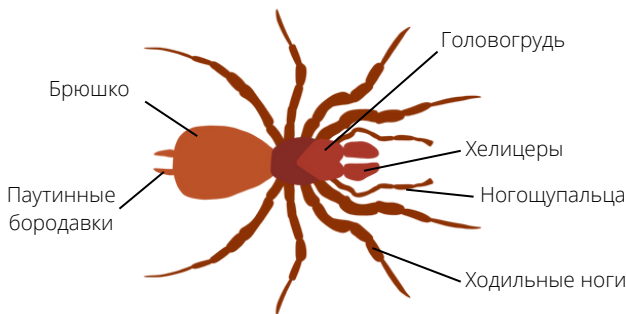
Их основная функция - схватывание и разрывание добычи, измельчение и раздавливание пищи.

За хелицерами располагаются ногощупальца – педипальпы.

Служат для захвата и пережевывания пищи, а также - осязания.



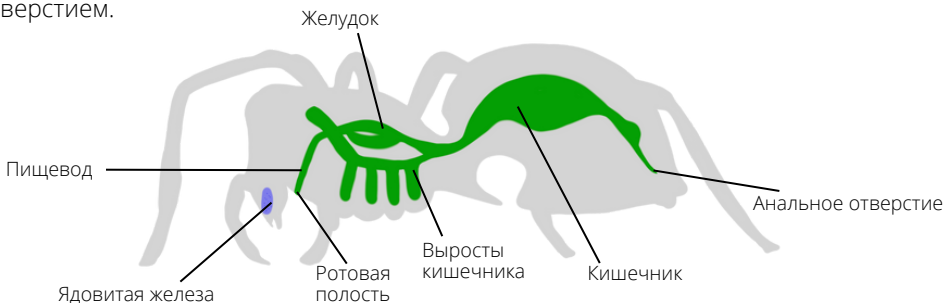
Простые глаза
пауков



Пищеварение внекишечное или внеорганизменное. Поймав добычу, паук вонзает в её тело хелицеры и впрыскивает яд. Жертва заключается в кокон из паутины, после чего паук впрыскивает в жертву секрет слюнных желез, который начинает в прямом смысле переваривать жертву вне кишечника паука. Через некоторое время паук просто всасывает уже переваренные органы и ткани жертвы. Твердую пищу паук не ест.

Пищеварительная система паукообразных состоит из передней, средней и задней кишки. Пищеварительный канал имеет: пищевод, зоб, сосательный желудок.

Благодаря *сосательному желудку* паук вытягивает переваренные органы и ткани жертвы. Средняя кишка имеет многочисленные слепо заканчивающиеся выросты, которые увеличивают всасывание. Задняя кишка завершается анальным отверстием.



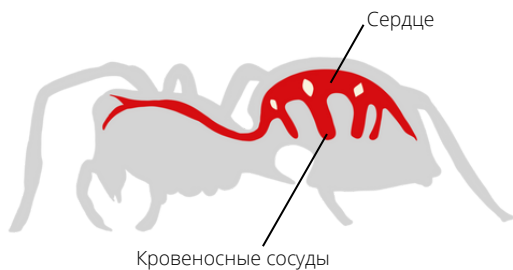
КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ

- Органы дыхания - пара *легочных мешков* и *система трахей*.

Трахеи - это дыхательные трубки паукообразных и насекомых, открывающиеся на поверхности тела отверстиями - *дыхальцами*. Благодаря системе трахей кислород доставляется к тканям и органам паука, а углекислый газ удаляется из организма.



Дыхательная система



Кровеносная система

- Кровеносная система *незамкнутая*. Состоит из сердца и сосудов. *Сердце* - это спинной широкий сосуд, от которого отходят артерии. По кровеносной системе циркулирует жидкость *гемолимфа*.

- Органы выделения - это *мальпигиевы сосуды*. Мальпигиевы сосуды - тонкие, слепо заканчивающиеся выросты кишечника на границе средней и задней кишки. Также у пауков присутствуют особые *коксовые железы*, являющиеся видоизмененными метанефридиями.



Мальпигиевы сосуды

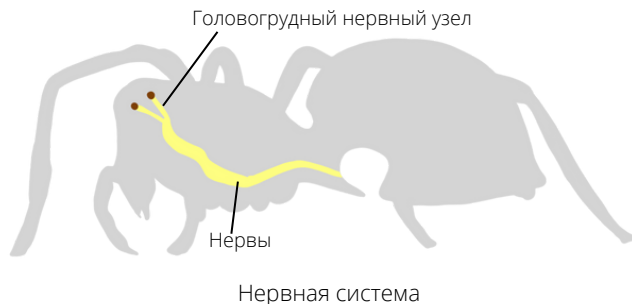
Выделительная система



Половая система

- *Раздельнополые* животные, оплодотворение *внутреннее*. Половые железы самцов это семенники, а у самок яичники.

КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ



ПРЕДСТАВИТЕЛИ

Скорпионы



Клещи



Пауки



Значение паукообразных

- Как и все живые организмы, пауки - звено в цепи питания (консументы). Они уничтожают многих насекомых-вредителей. Яд, выделяемый их ядовитыми железами, может нанести вред здоровью человека, вплоть до летального исхода. Из яда паукообразных (в том числе скорпионов) люди научились изготавливать лекарства, так что у них имеется еще и медицинское значение.
- Клещи являются переносчиками возбудителей тяжелого инфекционного заболевания – клещевого энцефалита. Клещи имеют сезонную активность, самая высокая в весенне – летний период: у них начинается период активного размножения. Частота энцефалитов в это время резко возрастает.
- Чесоточный зудень - внутрикожный паразит, вызывающий чесотку у человека и других млекопитающих. Попав на кожу, он начинает рыть ходы в ней, что приводит к возникновению сильного зуда, усиливающегося по ночам. Питается кровью, размножается прямо в коже.

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Самый многочисленный класс из Типа Членистоногие.

Имеют:

- 3 отдела тела : голова, грудь и брюшко.
- 3 пары конечностей.
- Органы чувств хорошо развиты.
- Глаза сложные (фасеточные).
- Одна пара усиков, на которых

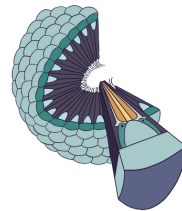
располагаются органы обоняния и осязания. Имеются органы вкуса.



Сложные глаза мухи



Мозаичное зрение



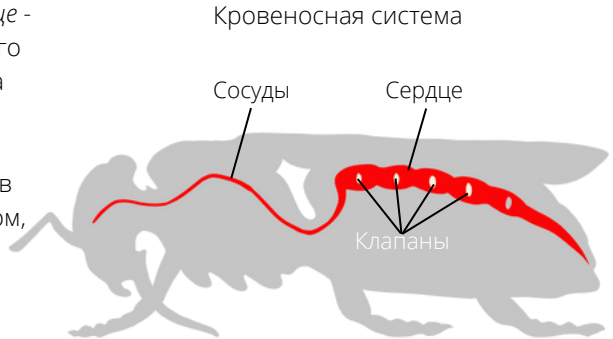
- Имеют крылья, поэтому способны к полёту.
- Имеют разные типы конечностей: прыгательные, бегательные, плавательные, копательные, хватательные. Разные типы конечностей помогают насекомым адаптироваться к своим условиям среды (к жизни в воде, к рытью и т.д.)



Типы конечностей

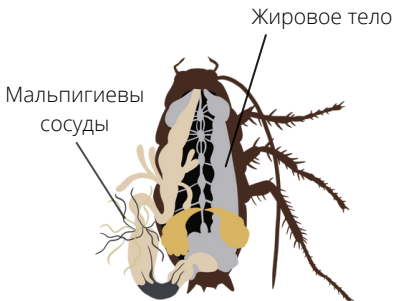
КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

- Кровеносная система незамкнутая. Состоит из сердца и сосудов. *Сердце* - спинной широкий сосуд от которого отходят артерии. Развитая система трахей значительно упрощает строение кровеносной системы, которая практически не участвует в переносе кислорода. Таким образом, основной функцией кровеносной системы становится транспорт питательных веществ к клеткам и тканям организма.



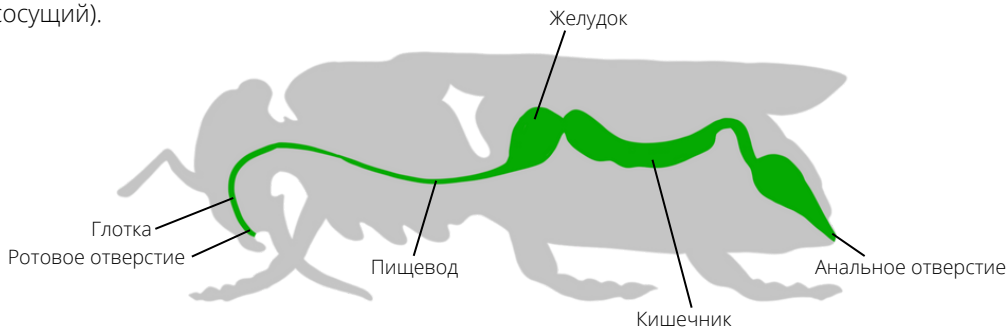
- Дыхательная система представлена разветвленной системой трахей, которые выполняют функцию дыхания. На голове, груди и брюшке у насекомых находятся *дыхальца* - дыхательные отверстия, которыми трахеи открываются во внешнюю среду. Кровеносная система не переносит кислород, так что функция его доставки целиком принадлежит трахеям.

- К органам выделения относятся *выделительные трубочки - мальпигиевы сосуды*, расположены на границе средней и задней кишки. Также к органам выделения у насекомых относится жировое тело. *Жировое тело* - образование из мезодермы, содержащее запасы питательных веществ, которые постоянно расходуются организмом. В жировом теле могут накапливаться и продукты обмена веществ: продукты распада, что нейтрализует их токсическое действие.



КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

- Пищеварительная система состоит из переднего, среднего и заднего отделов. К переднему отделу относятся рот, глотка, пищевод, который часто имеет расширение - зоб, желудок. После желудка начинается средний отдел - кишечник, от которого отходят многочисленные слепо заканчивающиеся выросты, увеличивающие всасывательную поверхность. Далее идёт задний отдел. У большинства насекомых имеются слюнные железы. Насекомые обладают разнообразными ротовыми аппаратами. Строение ротового аппарата отражает способ питания насекомого (грызущий, сосущий, лакающий, лижущий, колюще-сосущий).



Пищеварительная система



Нервная система

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Значение насекомых

Насекомые выполняют множество полезных функций:

- Являются опылителями цветковых растений, в числе которых много культурных видов, употребляемых человеком в пищу.
- Регулируют численность других насекомых.
- Являются звеном в цепях питания, играя роль консументов.
- Участвуют в почвообразовании: способствуют разложению растительных остатков, прокладывают в почве ходы, роют норки.
- Производство шелка - для получения шелка используют коконы тутового шелкопряда.
- Способствуют разложению остатков животных: мясные мухи питаются падалью (трусами животных).
- Производство меда – люди разводят медоносных пчел, занимаясь пчеловодством.



Есть и насекомые, которые приносят человеку больше вреда, чем пользы:

- Некоторые насекомые являются кровососущими эктопаразитами человека и животных - комары, вши, клопы, блохи.
- Переносят инфекционные заболевания - малярия (комар), дизентерия (муха, таракан) и т.д.
- Личинки насекомых, а также взрослые особи наносят значительный вред сельскохозяйственным культурам (саранча, колорадский жук, тля).



КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Общественные насекомые

Большинство насекомых ведёт одиночный образ жизни. Но среди них есть и такие, которые живут сложно организованными группами. Это общественные насекомые. К ним относятся муравьи, пчёлы, шмели, осы, термиты.

Общественные насекомые живут организованными сообществами (семьями). Для общественных насекомых характерно обитание в совместно построенном гнезде. В каждой семье есть отдельные группы, у которых разные обязанности: одни добывают пищу, другие ухаживают за личинками, третьи охраняют гнездо. Члены семьи не способны жить изолированно друг от друга.

Рыжие лесные муравьи

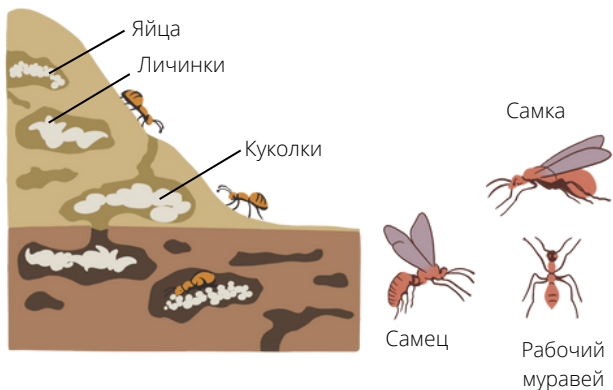
Рыжие лесные муравьи живут большими семьями в муравейниках, состоящих из надземной части и подземного гнезда.

Больше всего в муравейниках бескрылых *рабочих муравьёв* (бесплодных самок). Их в большом муравейнике может быть больше миллиона. Рабочие муравьи добывают корм, ремонтируют и чистят муравейник и обороняют его, ухаживают за коконами с куколками, кормят личинок.

Муравьи общаются, прикасаясь друг к другу усиками, ножками и головой. Кроме того, у них существует «химический язык» — они выделяют особые вещества, которыми метят свои дорожки. По запаху муравьи узнают родственников и врагов.

В глубине гнезда находится самка — *царица*. У неё нет крыльев (она обламывает их после брачного полёта). Всю жизнь она откладывает яйца, а вся забота о муравейнике лежит на рабочих муравьях.

Раз в год, в конце весны - начале лета из куколок выходят молодые крылатые самки и самцы и совершают брачный лёт. После спаривания самцы погибают, а самки опускаются на землю, сбрасывают крылья и основывают новое гнездо. Нередко они попадают в тот муравейник в котором проходило их развитие.



КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Общественные насекомые

Медоносные пчелы

К общественным насекомым относится и **медоносная пчела**. Медоносную пчелу издавна разводит человек, чтобы получать от неё мёд. Находят применение и другие продукты пчеловодства: воск, пчелиный яд, прополис.

Медоносные пчёлы живут большими семьями (до 100 тыс. особей), которые живут в **улье**. Пчелиная семья состоит из **плодной матки** (самки, которая откладывает до 2000 яиц в сутки), самцов (трутней) и большого числа рабочих пчёл (бесплодных самок). **Рабочие пчёлы** строят соты, чистят ячейки, кормят личинок, вентилируют улей, собирают нектар, охраняют улей от врагов. Семью пчёл называют **роем**.

Весной матка откладывает в соты два типа яиц — неоплодотворённые и оплодотворённые. Из неоплодотворённых яйцеклеток развиваются самцы (трутни), из оплодотворённых — самки (рабочие пчёлы и молодая матка). **Партеногенез** – развитие самцов из неоплодотворённых яйцеклеток, поэтому они имеют гаплоидный набор. Самки развиваются за счёт **оплодотворения**, поэтому имеют диплоидный набор.

С выходом молодой матки начинается **роение** - старая матка улетает из улья с частью рабочих пчёл. Улетевший рой ловят и помещают в улей. Трутни в улье живут до осени. Их функция заключается в оплодотворении самки. Осенью их выгоняют из улья рабочие пчёлы и трутни погибают.

Пчёлы способны передавать друг другу информацию, выделяя специальные вещества или двигаясь определённым образом. Так, выполняя своеобразный танец, пчела "рассказывает" другим пчёлам, куда нужно лететь за нектаром.

Поведение общественных насекомых настолько сложное, что наводит многих людей на мысль, что они разумны. Сложное поведение общественных насекомых называется **инстинктивным**.



Самка

Самец (трутень)

Рабочая пчела

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Инстинкты



Инстинкт — совокупность врождённых форм поведения, закреплённых наследственно и свойственных определённому виду животных.

Инстинкты делятся на:

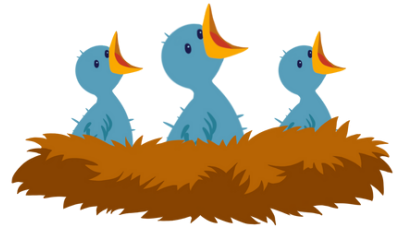
Витальные – обеспечивают физическое выживание: пищевой, питьевой, оборонительный, регуляция сна и бодрствования, экономии сил и энергии.

Социальные или ролевые – обеспечивают взаимодействие особей внутри вида: половой, родительский, иерархический, территориальный.

Инстинкты саморазвития – обеспечивают развитие поведения, приобретение опыта: исследовательский, подражательный, игровой.

Примеры инстинктов:

- Различать врагов.
- Запасать на зиму корм.
- Впадать в спячку.
- Ухаживать за потомством.
- Охотиться.
- Строить жилища.
- Угрожающие позы животных.
- Брачные танцы.



КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Развитие насекомых

*Полное превращение
4 стадии*

Яйцо

Личинка

Куколка

Взрослое насекомое
(имаго)



*Неполное превращение
3 стадии*

Яйцо

Личинка

Взрослое насекомое
(имаго)

*Отряды насекомых с
полным превращением:*

- Отряд Бабочки, Чешуекрылые
- Отряд Блохи
- Отряд Жуки, Жесткокрылые (божья коровка, майский жук)
- Отряд Перепончатокрылые (пчела, оса, шмель, муравей)
- Отряд Двукрылые (муха, комар, слепень)

*Отряды насекомых с
неполным превращением:*

- Отряд Богомолы
- Отряд Тараканы
- Отряд Вши
- Отряд Стрекозы
- Отряд Равнокрылые (тля)
- Отряд Клопы
- Отряд Прямокрылые (саранча, кузнечик, медведка, сверчок)

КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Отряды насекомых с
полным превращением:



1 Отряд Бабочки,
Чешуекрылые



2 Отряд Блохи

3 Отряд Жуки,
Жесткокрылые



4 Отряд Перепончатокрылые

Пчела



Муравей



Шмель

5 Отряд Двукрылые



Слепень



Комар



Муха

Отряды насекомых с
неполным превращением:

1 Отряд Стрекозы



2 Отряд Богомолы



3 Отряд
Равнокрылые



Тля

4 Отряд Тараканы



5 Отряд Клопы



6 Отряд Вши

8 Отряд Прямокрылые



Кузнечик, саранча

Медведка



КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Методы борьбы с насекомыми вредителями

Человек широко использует различные методы борьбы с насекомыми вредителями.

Агротехнический метод борьбы заключается в улучшении условий произрастания культурных растений, одновременно служит фактором подавления и уничтожения вредителей.

Так глубокое рыхление почвы уничтожает почвенных вредителей — личинок различных жуков и т. д. Изменение сроков посева (ранние посевы) может также нарушить питание вредителя, развитие которого приурочено к определенным фазам развития растения-хозяина. Также выведение и посадка полученных в результате селекции сортов растений, которые устойчивы к вредителям.

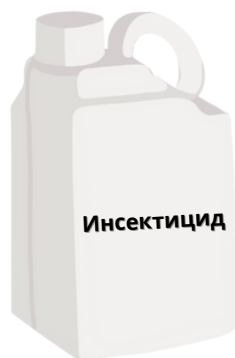
Механический метод. Сбор и уничтожение кладок яиц насекомых, их личинок. Также создание преград перемещению вредителей по посевам; расставление различных ловушек для вылавливания насекомых. Например, клейкие ловчие кольца, накладываемые на деревья в садах.

Физический метод заключается в применении высоких и низких температур, смертельных для вредителя, в применении перегретого пара или в просушивании пораженного вредителем материала. Против вредителей применяется и электрический ток.

Химический метод уничтожает вредителя, вызывая его отравление. Используется высокая техника - самолеты, мощная аппаратура в виде опылителей и опрыскивателей. Применяемые яды **инсектициды** — разнообразны по химическому составу.

Яды применяются в жидком и газообразном состояниях. Они непосредственно распыливаются, распыляются на насекомых вредителей.

Ядохимикаты вредны тем, что передаются по пищевым цепям. Ведь отравленные растения или насекомых поедают травоядные и хищники, в чьих телах накапливаются ядохимикаты. И чем выше трофический уровень, тем больше ядохимикатов накапливается в животном организме.



КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

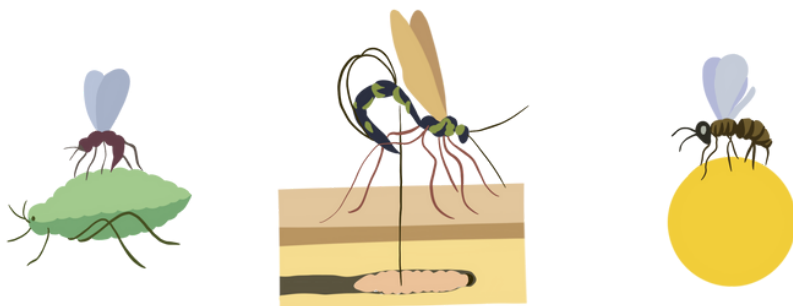
Методы борьбы с насекомыми вредителями

Биологический метод заключается в использовании естественных врагов вредителей:

1. *Насекомые хищники* – божьи коровки против тли, наездники и трихограммы против озимой совки, капустной белянки.
2. *Птицы*.
3. *Болезнетворные бактерии, вирусы*.


Например, **Наездники** имеют длинный и острый яйцеклад, с помощью которого они откладывают свои яйца в тела гусениц.

Яйцееды (трихограммы) откладывают свои яйца в яйца других насекомых, где и происходит их развитие. Трихограмм разводят в специальных лабораториях, а затем выпускают в сады, поля и огороды.

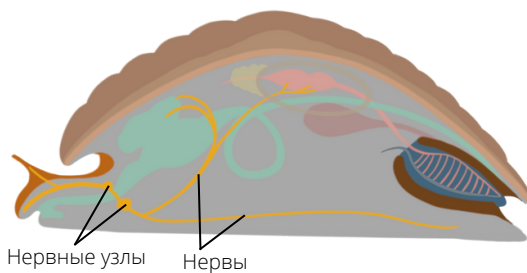
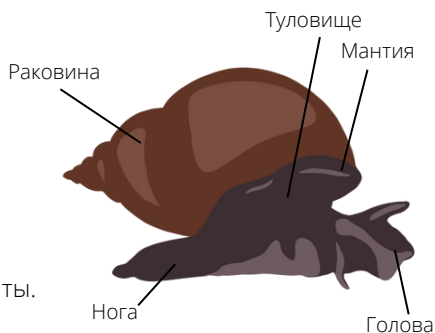


Наездники и трихограммы откладывают свои яйца в личинок и яйца насекомых-вредителей

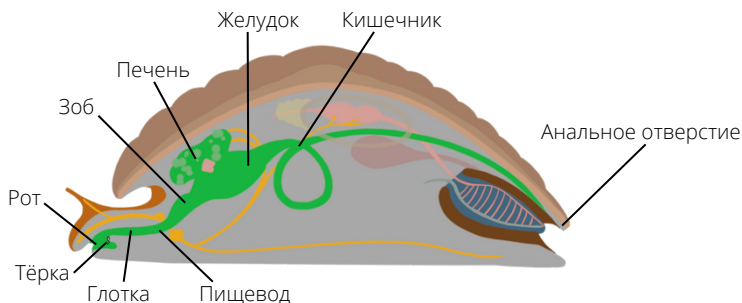
ТИП МОЛЛЮСКИ

 **Моллюски** – трехслойные многоклеточные животные, второй по численности тип в царстве животные.

- Моллюски имеют **мягкое нечленистое тело**. Имеют **двустороннюю симметрию**, у некоторых тело ассиметрично, так как закручено под раковину. Тело разделено на голову, туловище, ногу.
- Тело моллюсков покрыто **раковинной**. Под раковинной расположена кожная складка **мантия**, которая окружает и защищает тело моллюска. Между телом и мантией расположена **мантийная полость**. В мантийной полости располагаются жабры, анальное и выделительное отверстия.
- Есть и **раздельнополые особи** и **гермафродиты**.
- Полость тела **смешанная**.
- Произошли от кольчатых червей.
- Органы чувств у моллюсков развиты хорошо: имеют глаза, органы осязания и равновесия, органы химического чувства.
- Нервная система **разбросанно - узлового типа**, состоит из нескольких крупных узлов, соединённых нервами.

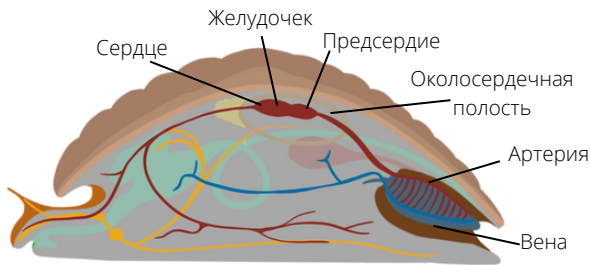


- Пищеварительная система **сквозная**. Состоит из рта, глотки, пищевода, зоба, желудка. Далее идет средний и задний отдел кишечника, оканчивающийся анальным отверстием. Имеют пищеварительные железы - печень, слюнные железы.

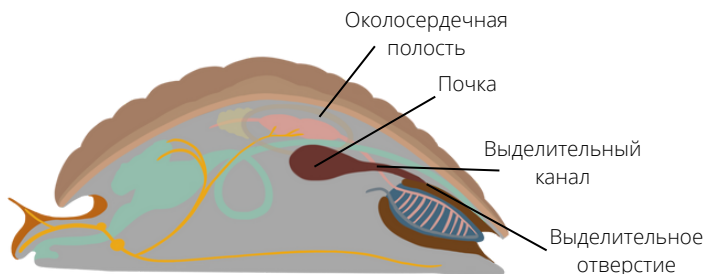


ТИП МОЛЛЮСКИ

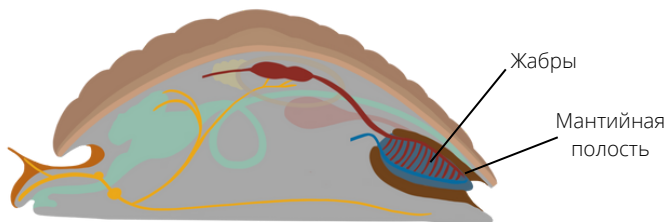
- Кровеносная система незамкнутая, кровь циркулирует по сердцу и сосудам, а также изливается в полости тела. Сердце состоит из желудочка и одного - двух предсердий. Кровь моллюсков не содержит гемоглобина, в ее составе присутствует **гемоцианин** - вещество содержащее медь, слабо связывающее кислород. За счет гемоцианина кровь у моллюсков имеет голубой оттенок.



- Выделительная система представлена парными или непарными почками.



- Дыхательная система представлена либо жабрами, либо лёгкими.



Запомни!

Ароморфозы Моллюсков:

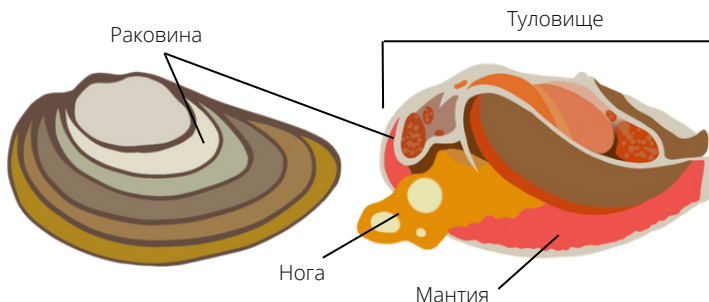
1. Появление наружного скелета раковины.
2. Появление сердца.

ТИП МОЛЛЮСКИ



Класс Двустворчатые

- Водные животные, которые ведут малоподвижный образ жизни.
- Отделы тела: туловище и нога, голова отсутствует.
- Имеют раковину, состоящую из двух створок, что даёт название классу.
- Раздельнополые животные, оплодотворение наружное, происходит в воде.
- Фильтраторы по способу питания, фильтруют воду с помощью вводного и выводного сифона. Через вводной сифон вода втягивается в мантийную полость вместе с органическими остатками животных и растений, мелкими водными организмами - планктоном. Пищевые частицы оседают в мантийной полости и служат пищей для моллюска. Через выводной сифон ток воды покидает мантийную полость моллюска и выходит во внешнюю среду.
- Органы дыхания – жабры, расположены в мантийной полости. Дышат растворенным в воде кислородом.

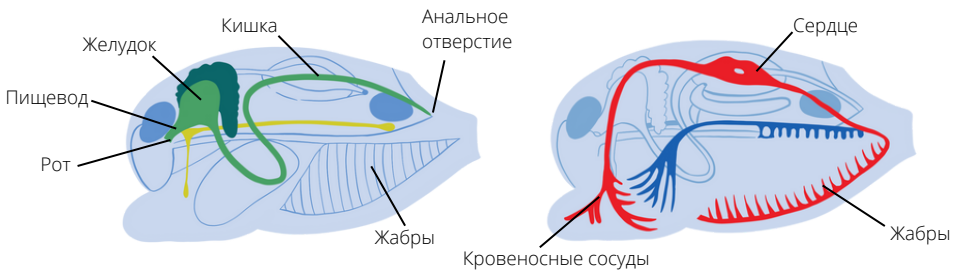


ТИП МОЛЛЮСКИ

Класс Двустворчатые

- Выделительная система представлена *парными почками*.
- Представители: беззубки, мидии, устрицы, перловицы.
- У некоторых моллюсков (в их числе беззубка, перловица) имеется особая **личинка - глохий**, ведущая паразитический образ жизни. Большая часть органов глохидии недоразвита, но у неё уже имеется тонкостенная двухстворчатая раковина. Хлопая ее створками, личинка способна плавать в толще воды. С током воды она попадает в жабры рыб, где с помощью крючков она цепляется и в жабрах происходит её дальнейшее развитие. После некоторого времени у глохидии появляются половые железы, и она становится готова к самостоятельной жизни, покидает жабры рыбы и падает на дно. С помощью рыбы происходит распространение моллюсков.

Личинка
глохий



Класс Брюхоногие



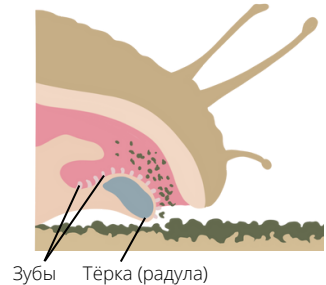
- Наземные или водные животные.
- Отделы тела: голова, туловище и нога, нога занимает *всю брюшную часть тела*, отсюда и название класса.
- На голове расположены щупальца с глазами, ротовое отверстие, органы равновесия.
- Травоядные и хищные животные.
- Пищеварительная система состоит из рта, глотки, пищевода, зоба, желудка. Далее идет средний и задний отдел кишечника, оканчивающийся анальным отверстием. Имеют пищеварительные железы - печень, слюнные железы. В ротовой полости имеют мускулистый язык с хитиновыми зубами, образующими **тёрку (радулу)**. У растительноядных моллюсков тёрка служит для соскабливания растительной пищи, а у хищных помогает удерживать добычу.
- В основном обоеполые животные гермафродиты.

ТИП МОЛЛЮСКИ

Класс Брюхоногие

- Органы дыхания у большинства брюхоногих представлены **жабрами**, у наземных моллюсков имеют лёгкие и легочное дыхание. У вторичноводных организмов, которые перешли к водному образу жизни, сохранилось лёгкое (прудовики, катушки).
- Выделительная система представлена непарным органом выделения - левой почкой.
- Представители: малый прудовик, голый слизень, виноградная улитка, катушка.

Строение тёрки



Слизень



Малый прудовик



Виноградная улитка



Вот так "мило" смотрится тёрка с другой стороны

Класс Головоногие

- **Водные** животные.
- Отделы тела: голова, туловище и нога. Нога разделена на щупальца.
- На спинной стороне тела головоногих находится недоразвитая раковина.
- **Раздельнополые** животные, оплодотворение наружное, происходит в воде.
- Органы дыхания – **жабры**. Дышат растворенным в воде кислородом.
- Выделительная система представлена *парными почками*.
- Хорошо развиты органы чувств: глаза, равновесия, органы химического чувства. По сложности строения и остроте зрения глаза головоногих моллюсков не уступают глазам позвоночных животных.



ТИП МОЛЛЮСКИ

Класс Головоногие

- Обладают *реактивным движением*: сифон у осьминога один, ведет в мантийную полость, куда моллюск набирает в воду. В нужный момент мышцы мантийной полости сильно сокращаются, выталкивая воду, так создается импульс для движения.
- У большинства моллюсков есть *чернильный мешок*. При возникновении опасности чернила выбрасываются в воду. В итоге образуется дымовая завеса, которая дезориентирует нападающего на моллюска хищника.
- Представители: осьминоги, каракатицы, кальмары.



Значение Моллюсков

Брюхоногие моллюски

- Брюхоногие моллюски являются важным звеном различных цепей питания, играя роль *консументов*.
- Брюхоногих моллюсков человек употребляет в пищу. Например, виноградные улитки, которых выращивают на специальных фермах.
- Брюхоногие моллюски (виноградная улитка, слизень) наносят немалый вред сельскому хозяйству, поедая листья и плоды с огородов и садов человека.

Двустворчатые моллюски

- Двустворчатые моллюски являются важным звеном различных цепей питания, играя роль *консументов*.
- Двустворчатые моллюски являются *фильтраторами* по типу питания, их применяют в комплексе мер биологической очистки водоемов от органических загрязнений: одна устрица способна за час профильтровать 10 литров воды.

ТИП МОЛЛЮСКИ

Значение Моллюсков

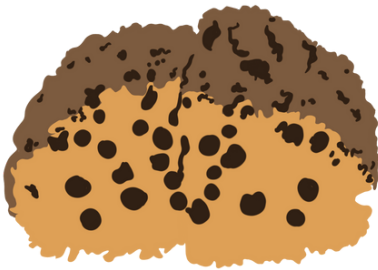
Двустворчатые моллюски

- Двустворчатых моллюсков человек употребляет в пищу (мидии, устрицы, гребешки). Например, устриц человек даже выращивает на специальных устричных фермах.
- Двустворчатые моллюски жемчужницы участвуют в получении жемчуга, из которого в дальнейшем изготавливают ювелирные украшения.

Моллюски, наносящие вред

Всего сто лет назад одной из главных угроз судоходству были не жестокие шторма, коварные мели и рифы, а корабельный червь. На самом деле это морское существо вовсе не червь, а двустворчатый моллюск, раковина которого изменилась и превратилась в приспособление для сверления древесины.

Корабельный червь наносил вред судоходству, проделывая в древесине кораблей ходы, превращая их в решето. В созданных ходах моллюск жил. Уничтожить его практически невозможно, можно только лишить его еды, используя бетон и металл при строительстве водных сооружений. Для защиты от корабельных червей древесину окрашивают ядовитой краской или пропитывают креозотом.



корабельный червь

Головоногие моллюски

- Головоногие моллюски являются важным звеном различных цепей питания, играя роль консументов.
- Головоногих моллюсков человек употребляет в пищу. Например, осьминогов, кальмаров и каракатиц.

ШПАРГАЛКА ПО БЕСПОЗВОНОЧНЫМ



Табличка собрала всю самую необходимую информацию! Пользуйся!

Признаки	Плоские черви	Круглые черви	Кольчатые черви	Ракообразные	Паукообразные	Насекомые	Моллюски
Строение тела	Кожно-мускульный мешок, эпителий и 3 слоя мышц. Тело плоское, листовидной лентовидной формы	Кожно-мускульный мешок, эпителий и 1 слой мышц. Тело круглое в разрезе, веретен овидной формы	Кожно-мускуль- ный мешок, эпителий и 2 слоя мышц. Тело разделено на сегменты, кольца	Тело разделено на отделы, покрыто хитиновым покровом, имеют членистые конечности			Тело мягкое, нечленистое. Разделено на голову, туловище и ногу
Полость тела	Отсутствует	Первичная	Вторичная (целом)	Смешанная			
Пищевари- тельная система	Слепозамкнута, нет анального отверстия	Сквозная, появилось анальное отверстие	Сквозная, есть анальное отверстие		Сквозная, внеоргани- зменное пищеварение	Сквозная, разные типы ротовых аппаратов	Сквозная, есть анальное отверстие
Дыхатель- ная система	Дышат всем телом		Дышат всем телом, водные черви жабрами	Жабры	Легочные мешки и трахеи	Трахеи	Жабры, легкие
Выдели- тельная система	Протонефридии		Метанефридии	Зеленые железы (почки)	Мальпигиевы сосуды		Почки
Нервная система	Стволового или лестничного типа	Стволового типа	Брюшная нервная цепочка				Узлового типа
Кровенос- ная система	Отсутствует	Отсутствует	Замкнутая	Незамкнутая			
Размно- жение	Гермафродиты	Раздельно- полые	Гермафродиты	Раздельнополые			Раздельно- полые и гермафродиты



ТИП ХОРДОВЫЕ

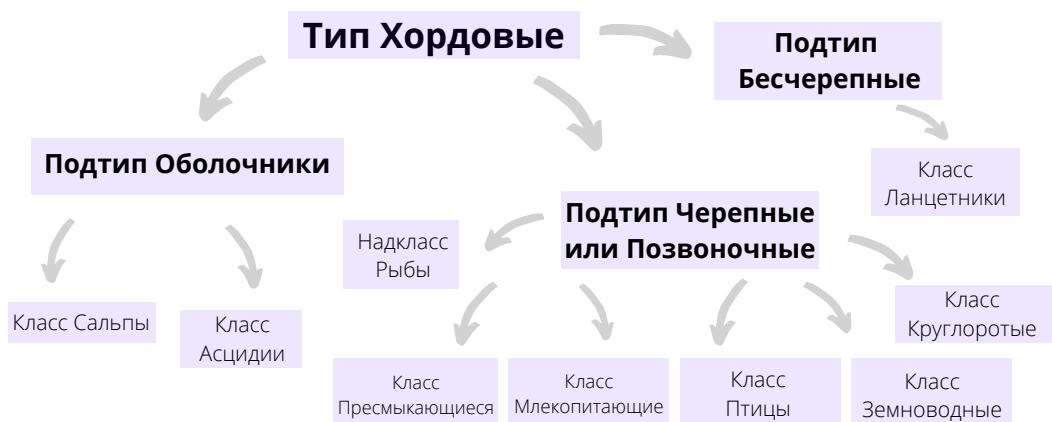
Тип Хордовые

К типу Хордовые относят животных, у которых в процессе зародышевого развития из мезодермы формируется **хорда** - продольный упругий и эластичный тяж, выполняющий функцию осевого скелета.

У низших хордовых хорда сохраняется в течение жизни, а у высших хордовых она есть только в эмбриональном периоде, затем хорда замещается позвоночником.

Общие черты Типа Хордовые

- Имеют *двустороннюю* симметрию тела.
- Кровеносная система *замкнутая*. Движение крови по сосудам осуществляется за счёт сокращения мышечного органа — сердца.
- Дыхательная система у водных форм представлена *жабрами*, а у наземных *лёгкими*.
- Пищеварительная система представлена *сквозной* кишечной трубкой.
- Органы выделения — *почки*. У представителей разных классов они отличаются по форме, расположению и строению.
- Центральная нервная система представлена *нервной трубкой*, которая находится на спинной стороне тела над хордой. У низших хордовых нервная трубка обычно не разделена на отделы, у высших хордовых из нервной трубки развивается спинной и головной мозг. Нервная система *трубчатого типа*.
- Хордовые в основном *раздельнополы*. Для водных форм характерно наружное оплодотворение, для наземных — внутреннее.
- Высшие хордовые - Подтип Позвоночные или Черепные. Низшие хордовые это Подтип Бесчерепные и Подтип Обошчники.



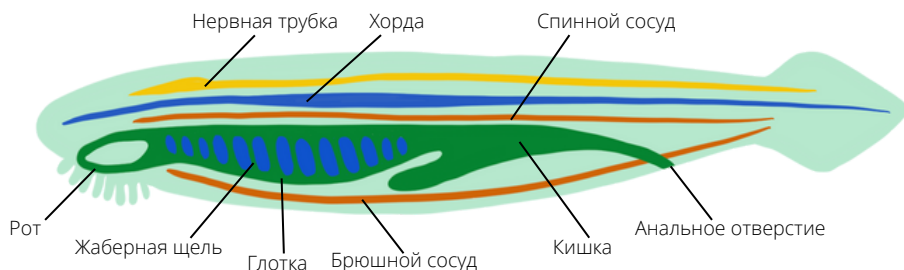
ПОДТИП БЕСЧЕРЕПНЫЕ

Подтип Бесчерепные, Класс Ланцетники

- Водные животные.
- Не имеют черепа.
- Опора в теле в течение всей жизни представлена **хордой**.
- Нервная система представлена нервной трубкой – нервная система **трубчатого типа**, головной мозг **отсутствует**.



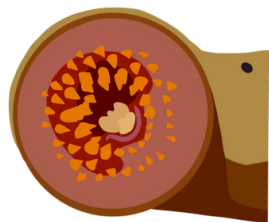
- Кровеносная система **замкнутая**, представлена спинным и брюшным кровеносными сосудами, сердце отсутствует.
- **Хладнокровные** животные, температура тела непостоянная.
- Пищеварительная система представлена **сквозной трубкой**, имеют анальное отверстие.
- Дышат **жабрами**, имеет жаберные щели в глотке.
- **Раздельнополые**, оплодотворение наружное.



КЛАСС КРУГЛОРОТЫЕ

Подтип Черепные, Класс Круглоротые

- Не имеют чешуи и парных конечностей.
- Несмотря на узкие плавники, круглоротые умеют быстро передвигаться в воде. Их особенностью является умение «присасываться» к рыбам и с их помощью передвигаться.
- Хорда сохраняется в течение всей жизни, однако вдоль нее имеют хрящевые зачатки верхних дуг позвонков, но настоящий позвоночник ещё не развит.
- Имеют хрящевой череп.
- Не имеют настоящих челюстей, рот овальный или круглый, снабжённый всасывающими структурами и эпидермальными зубами.
- Органы дыхания: жаберные мешки.
- Появился небольшой мозг, сравнимый по объёму с мозгом рыб, защищён хрящевой черепной коробкой.
- Некоторые круглоротые — полупаразиты.
- Круглоротые проходят в своем развитии стадию слепой личинки — фильтратора пескоройки, живущей в песке.
- Живут в морях и пресных водоёмах, ведя скрытный образ жизни - обычно на дне водоёмов, способны зарываться в грунт, но могут свободно плавать как у поверхности, так и на глубине. В воде круглоротые передвигаются, совершая червеобразные движения. К их пище относятся черви, насекомые и икра рыбы.



К этому классу относятся **Подкласс Миноги** и **Подкласс Миксины**.

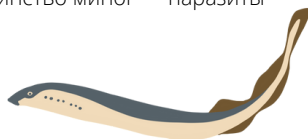
Миксины — морские животные, по форме они напоминают больших червей с очень гибким телом.

Миксина



Миноги - внешне миноги отличаются от миксины наличием спинного плавника. Обитают в морях, реках, ручьях. Большинство миног — паразиты рыб.

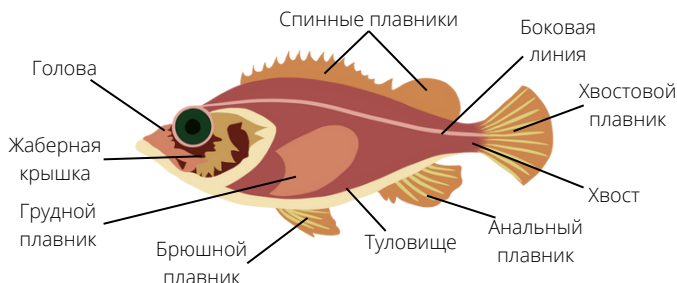
Минога



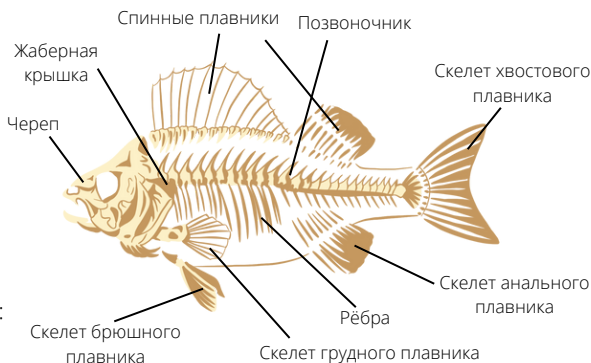
НАДКЛАСС РЫБЫ

Надкласс Рыбы

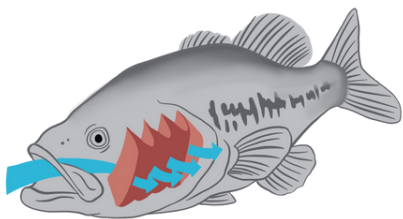
- У рыб обтекаемая форма тела, **тело покрыто чешуей**, кожные железы **выделяют слизь**, которая уменьшает трение при плавании, имеют несколько пар плавников.
- Тело разделено на отделы: голова, туловище, хвост. Органы передвижения - **плавники**. Есть непарные (спинной, анальный и хвостовой) и парные (грудные и брюшные) плавники. Парные плавники соответствуют передним и задним конечностям наземных позвоночных.



- На голове рыбы имеется пара глаз, а перед ними находятся ноздри. Век нет. Ноздри ведут в обонятельные мешочки, которые выстланы чувствительными клетками, способными воспринимать запахи.
- Орган слуха рыб представлен **внутренним ухом**, которое находится в костях черепа.
- Позвоночник разделен на **два отдела**: туловищный и хвостовой. Имеют ребра, парные и непарные плавники.



- Органы дыхания – **жабры**, которые состоят из жаберных дуг, которым прикрепляются жаберные тычинки (для фильтрации) и жаберные лепестки (для газообмена). Дышат растворенным в воде кислородом. С помощью жабр растворенный в воде кислород поступает в кровь за счет диффузии, достигая внутренних органов и тканей. Углекислый газ, напротив, покидает кровь и перемещается во внешнюю среду - в воду.



У костных рыб жабры защищены жаберными крышками, у других отверстия жаберных щелей открываются наружу.



Интересный факт!

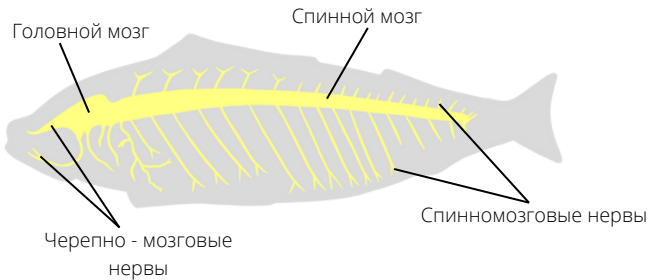
Рыбы спят с открытыми глазами, потому что у них нет век.

НАДКЛАСС РЫБЫ

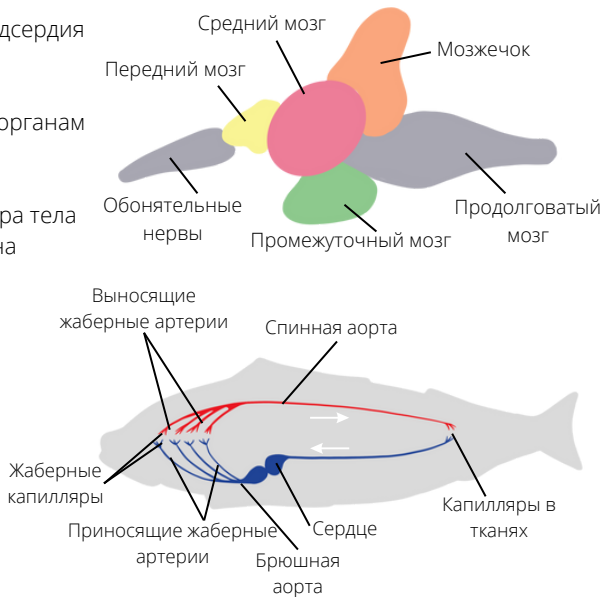
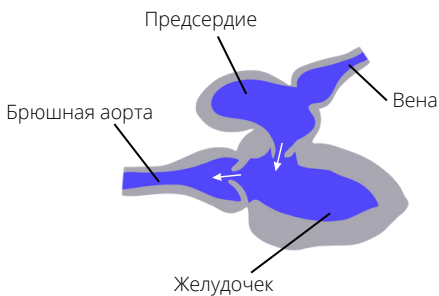
Надкласс Рыбы

- Нервная система включает **головной и спинной мозг**.

- Головной мозг из 5 отделов: передний, средний, мозжечок, продолговатый, промежуточный.



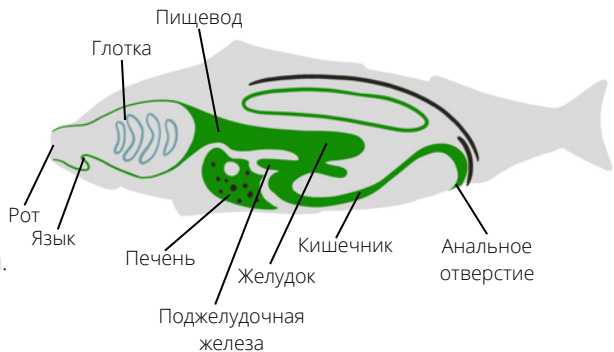
- Сердце двухкамерное**, состоит из предсердия и желудочка, **без перегородки**.
- Имеют один круг кровообращения, к органам и тканям поступает венозная кровь.
- Хладнокровные** животные, температура тела непостоянная. Низкий уровень обмена веществ.



- Пищеварительный канал разделен на отделы: рот, пищевод, желудок, кишечник.

Имеют **пищеварительные железы**: печень, поджелудочную железу.

- Органы выделения представлены парными **туловищными почками**, мочеточниками и мочевым пузырем.



НАДКЛАСС РЫБЫ

Надкласс Рыбы

- Имеют специальный орган – **плавательный пузырь**.

Плавательный пузырь — заполненный газом вырост передней части кишечника у костных рыб. Управляя его объемом, рыба изменяет глубину погружения и всплытия, а также может зависать в толще воды.

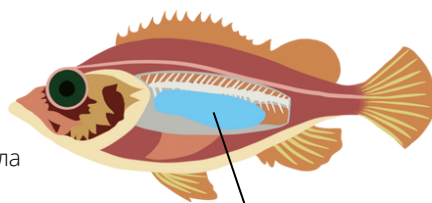
При увеличении плавательного пузыря, плотность тела рыбы уменьшается, она становится легче и поднимается на поверхность. Уменьшение плавательного пузыря ведёт к тому, что плотность тела рыбы увеличивается, она становится тяжелее и погружается на дно.

При отсутствии плавательного пузыря рыбы перемещаются за счет мускульной силы (работы плавников).

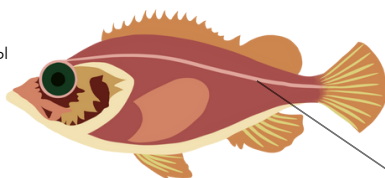
Боковая линия — чувствительный орган у рыб, содержащий рецепторы, которые воспринимают движение и вибрации окружающей воды.

С помощью рецепторов рыба улавливает малейшие колебания, определяя направление потока воды и звука, близость соседей, препятствий и т. д.

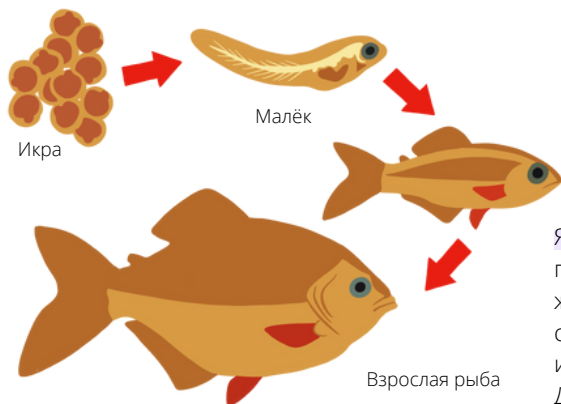
Боковая линия внешне выглядит как тонкая линия на обеих сторонах тела, тянущаяся от жаберных щелей до основания хвоста. Она помогает рыбам ориентироваться в пространстве, удерживаться в стае, вовремя реагировать на опасность, находить пищу и даже партнеров в брачный период.



Плавательный
пузырь



Боковая линия



- Рыбы **раздельнополые** животные.
- У костных рыб **наружное** оплодотворение, которое происходит прямо в воде. Они мечут икру в воду. У хрящевых рыб оплодотворение внутреннее, для них характерно яйцеживорождение.

Яйцеживорождение — способ появления потомства у животных, сочетающий признаки живорождения и яйцерождения. При нём самка животного не откладывает яйца или икру, а вынашивает их внутри себя. Детёныши покидают яйцевую оболочку ещё в теле матери и после этого рождаются.

НАДКЛАСС РЫБЫ

Надкласс Рыбы

Класс Хрящевые рыбы

- Скелет полностью хрящевой.
- Нет жаберных крышек.
- Нет плавательного пузыря.
- Оплодотворение внутреннее, яйцеживорождение.
- Чешуя плакоидная, покрыта эмалью.
- Рот на брюшной стороне тела.



Акула

Скат

Класс Костные рыбы

- Скелет полностью костный.
- Есть жаберные крышки.
- Есть плавательный пузырь.
- Оплодотворение наружное, мечут икру.
- Чешуя костная.



Окунь

Запомни!

Ароморфозы рыб:

1. Развитие головного мозга.
2. Появление двухкамерного сердца и одного круга кровообращения.
3. Развитие подвижных челюстей.
4. Замена хорды хрящевым, а затем и костным позвоночником.
5. Возникновение парных и непарных плавников.
6. Возникновение чешуи.

Значение рыб

Рыбы являются важным звеном в цепи питания (консументами). Рыбы выступают кормом для других более крупных рыб, птиц или млекопитающих. Также рыбы регулируют численность водных организмов, которые для них являются пищей: моллюски, водоросли, членистоногие и т.д.

Рыбы являются объектом промысла людей. Мясо рыбы и икру человек употребляет в пищу, а рыбий жир используется в медицине.

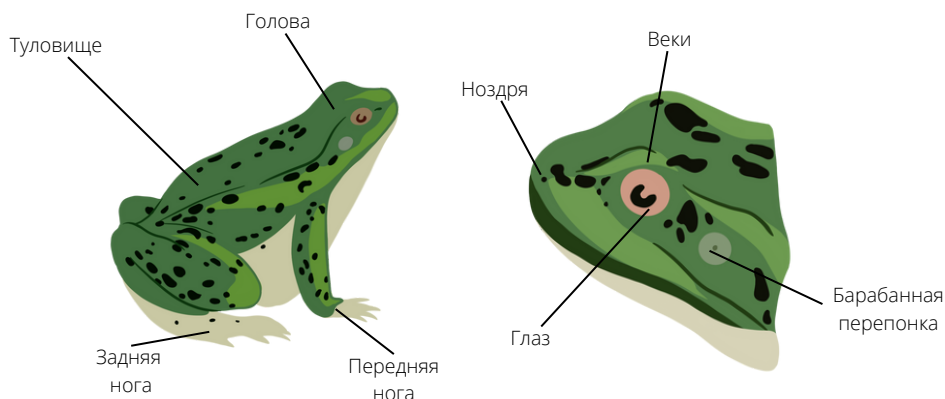
Биологический метод борьбы с комарами, например рыбы плотва и гамбузия поедают личинки комаров.

Очистка водоемов - рыбы амур и толстолобик предотвращают заболачивание водоема, поедая растительность.

КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ

Класс Земноводные или Амфибии

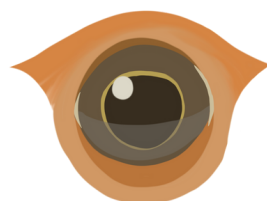
- Тело земноводных состоит из головы, туловища и парных передних и задних конечностей. У земноводных появились **пятипалые передние и задние конечности** с плавательными перепонками.
- Кожа земноводных тонкая, имеет много желез, покрыта слизью. Слизь участвует в **кожном дыхании**; препятствует пересыханию тела на суше; может содержать ядовитые вещества, тем самым выполняя защитную функцию; уменьшает трение при плавании.



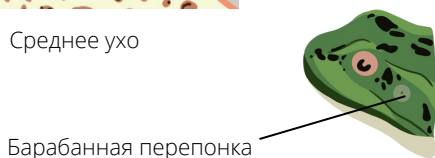
- У земноводных появилось **среднее ухо**, в состав которого входят: слуховая косточка - стремечко, слуховая (евстахиева) труба, барабанная перепонка. Так же у земноводных появились прозрачные веки.



Среднее ухо



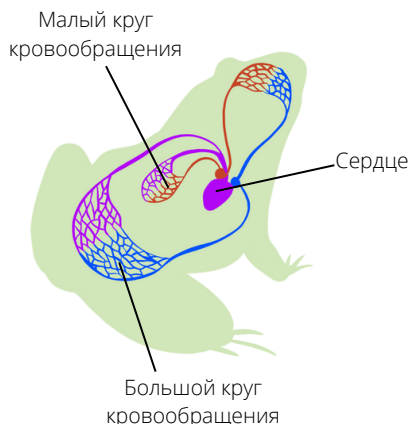
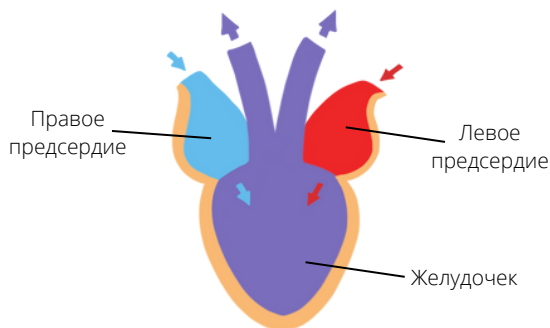
Прозрачные веки



КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ

Класс Земноводные или Амфибии

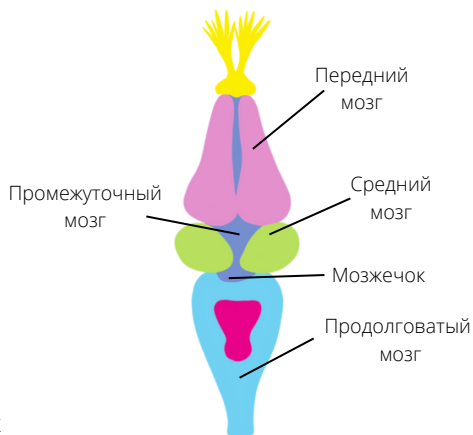
- Имеют **трехкамерное сердце** без перегородки, состоящее из двух предсердий и желудочка; из-за отсутствия перегородки артериальная и венозная кровь смешиваются.
- Появился второй, **малый круг** кровообращения.
- Земноводные - **хладнокровные** животные, имеют **непостоянную** температуру тела.



Появились легкие – полые мешки. Они представляют собой полые тонкостенные мешки, оплетённые густой сетью капилляров. Насыщение крови кислородом происходит не только через лёгкие, но и через кожу. Отсюда имеют два типа дыхания: **кожное и легочное дыхание**.



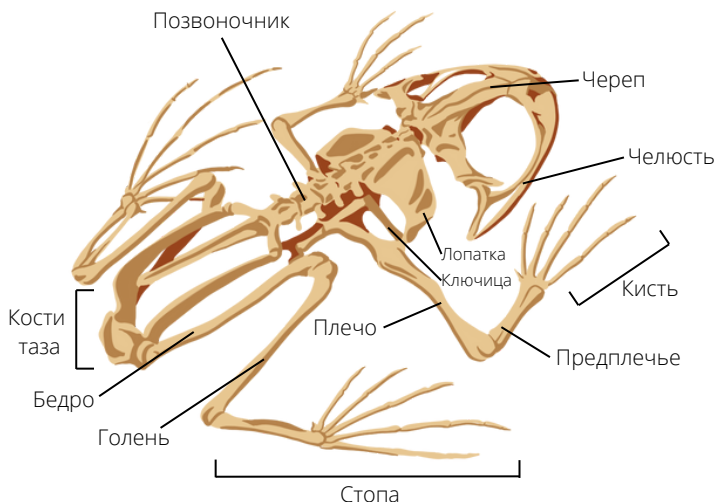
- Имеют спинной и **головной мозг** из пяти отделов: передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый. Передний мозг развит сильнее, чем у рыб, в связи с освоением новой, более сложной среды обитания. А вот мозжечок развит слабее, так как для земноводных характерны более однообразные (прыгательные) движения, в отличие от сложной координации рыб в воде.
- Органы выделения представлены **парными туловищными почками**, мочеточниками и мочевым пузырем. Конечный продукт азотистого обмена взрослых земноводных — мочевины, у личинок — аммиак.



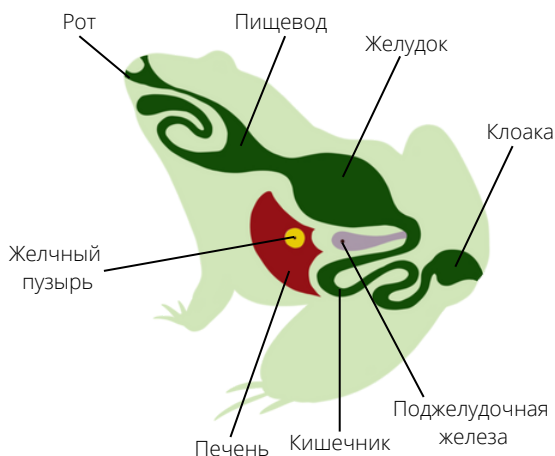
КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ

Класс Земноводные или Амфибии

- Позвоночник разделен на отделы: шейный, туловищный, крестцовый, хвостовой. Шейный отдел имеет один позвонок, неподвижно соединен с черепом, поэтому земноводные не могут поворачивать шею и вертеть головой. Рёбра отсутствуют и не задействованы в процессе вдоха и выдоха.



- Пищеварительный канал разделен на отделы: рот, пищевод, желудок, кишечник. Имеют пищеварительные железы: печень, поджелудочную железу. В пищеварительной системе появилась клоака – расширение задней кишки, в которое открываются половой и выделительный каналы.

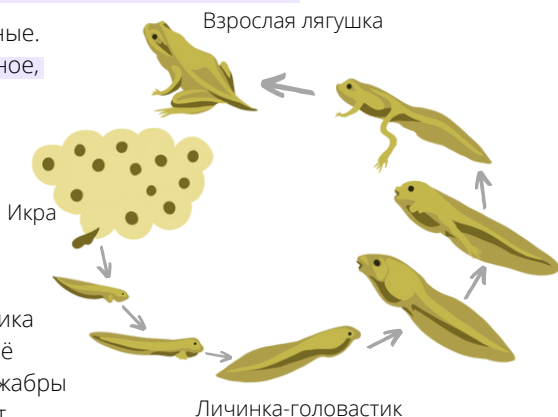


КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ

Класс Земноводные или Амфибии

- Земноводные - **раздельнополые** животные. Оплодотворение у земноводных **наружное**, происходит прямо в воде. Развитие **непрямое**, с **неполным превращением**. Проходят в развитии 3 стадии: яйцо - личинка - взрослая особь.

Личинка - головастик имеет двухкамерное сердце, боковую линию, жабры и один круг кровообращения. Через некоторое время происходит метаморфоз: у сердца головастика появляется ещё одна камера, возникает ещё один круг кровообращения, редуцируются жабры и появляется лёгочное дыхание. Вырастают конечности и пропадает хвост.



Классификация

Отряд Бесхвостые



Лягушка

Отряд Безногие



Червяга

Отряд Хвостатые



Тритон

Запомни!

Размножение и развитие земноводных зависит от воды, так как у них наружное оплодотворение и они мечут икру в воду.



Запомни!

Ароморфозы земноводных:

1. Появление пятипалых конечностей.
2. Трёхкамерное сердце.
3. Второй круг кровообращения.
4. Среднее ухо, барабанная перепонка.
5. Появление лёгких и легочного дыхания.
6. Появление шейного отдела позвоночника.
7. Появление век.

Значение земноводных

Земноводные являются важным звеном в цепи питания (консументами). Они уничтожают многих кровососущих насекомых, а также насекомых, которые наносят вред культурным растениям.

Яд многих земноводных используют для изготовления лекарств. Также лягушки являются классическим объектом для лабораторных исследований, и благодаря им совершены тысячи открытий.

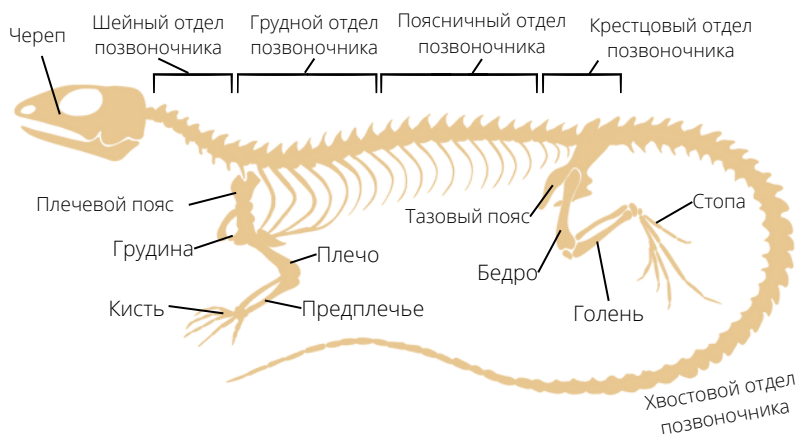
КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Класс Пресмыкающиеся или Рептилии

- Пресмыкающиеся произошли от земноводных. Тело состоит из головы, туловища, пятипалых конечностей и хвоста. Конечности расположены по бокам от туловища, поэтому тело низко пресмыкается над землёй, отсюда и название класса.
- Кожа у них сухая, не имеет желез, **покрыта роговыми покровом**: роговыми чешуями или роговыми пластинами. Покров защищает тело пресмыкающегося от испарения воды.



- Орган слуха устроен так же, как у земноводных: он содержит **внутреннее ухо и среднее ухо**, имеющее барабанную перепонку, слуховую косточку (стремечко) и евстахиеву трубу. Имеют подвижные веки с мигательной перепонкой.

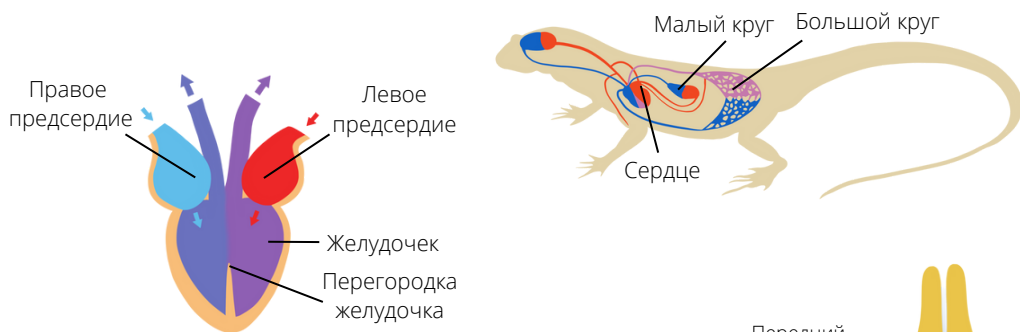


- Позвоночник разделён на отделы: шейный, грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой. Шейный отдел **подвижно соединен** с черепом, поэтому пресмыкающиеся могут поворачивать шею и вертеть головой. Сформировалась **грудная клетка**, имеют **рёбра**.

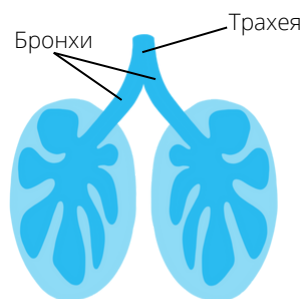
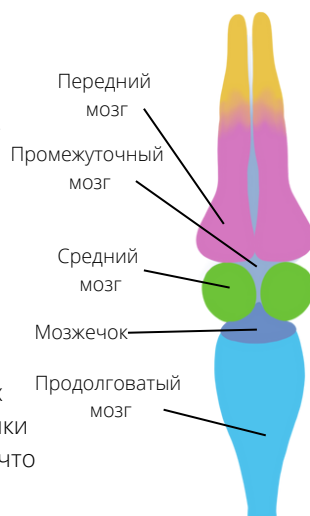
КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Класс Пресмыкающиеся или Рептилии

- Имеют **трехкамерное сердце** с неполной перегородкой, которое состоит из двух предсердий и желудочка. Артериальная и венозная кровь по-прежнему смешиваются, но уже в меньшей мере, чем у земноводных. Имеют два круга кровообращения. **Хладнокровные животные**, имеют непостоянную температуру тела. Обмен веществ более интенсивный, чем у земноводных.



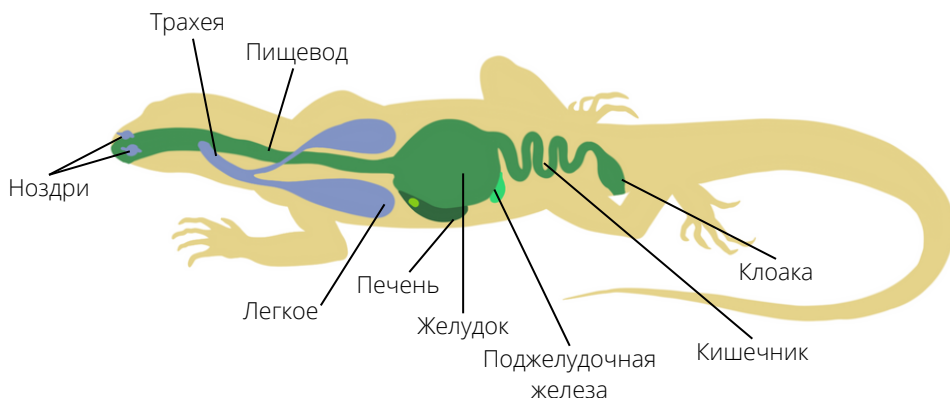
- Нервная система состоит из **спинного и головного мозга**. Головной мозг из 5 отделов: передний, промежуточный, средний, мозжечок, продолговатый. Передний мозг и мозжечок развиты сильнее, чем таковые у земноводных. Это обуславливает разнообразные и сложные формы приспособительного поведения пресмыкающихся.
- Лёгкие ячеистые**. По аналогии с земноводными, лёгкие пресмыкающихся имеют мешкообразное строение, но их внутренняя структура намного сложнее. Внутренние стенки лёгочных мешков имеют складчатое ячеистое строение, что значительно увеличивает их дыхательную поверхность. Кожное дыхание у пресмыкающихся отсутствует.



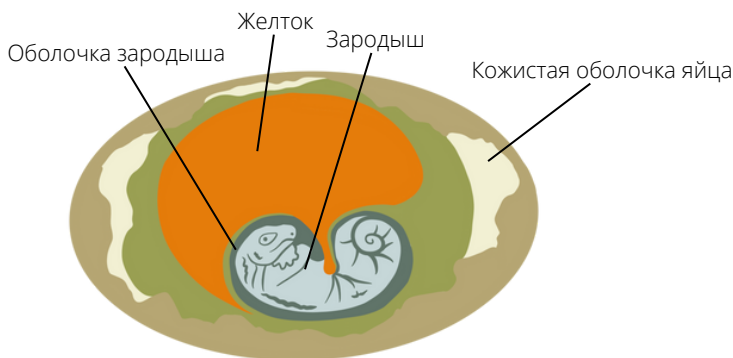
КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Класс Пресмыкающиеся или Рептилии

- Пищеварительный канал разделен на отделы: рот, пищевод, желудок, кишечник. Имеют пищеварительные железы: печень, поджелудочную железу.
- В пищеварительной системе имеют **клоаку** – расширение задней кишки, в которое открываются половой и выделительный каналы.



- Пресмыкающиеся - **раздельнополые животные**. Развитие у пресмыкающихся прямое, без превращения, включает две стадии: яйцо - взрослая особь. **Оплодотворение внутреннее**, не зависит от воды. Они откладывают яйца в кожистой оболочке и развитие зародыша происходит в яйце. У пресмыкающихся впервые появились зародышевые оболочки, поэтому они являются первыми **амниотами**.



- Выделительная система пресмыкающихся представлена **парными тазовыми почками** (не туловищными, как у земноводных), мочеточниками и мочевым пузырём. Почки пресмыкающихся располагаются в тазовой области по бокам от клоаки.

КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Класс Пресмыкающиеся или Рептилии

Классификация

Отряд
Крокодилы



крокодил

Отряд
Чешуйчатые



змея

Отряд
Черепашки



черепаха

Отряд
Клювоголовые



гаттерия

Запомни!

Размножение и развитие пресмыкающихся уже не зависит от воды, в отличие от земноводных, так как у них внутреннее оплодотворение и они откладывают яйца с запасом питательных веществ.



Запомни!

Ароморфозы пресмыкающихся:

1. Трёхкамерное сердце с неполной перегородкой.
2. Внутреннее оплодотворение.
3. Яйцо с запасом питательных веществ.
4. Роговой покров тела.
5. Ячеистые лёгкие.
6. Формирование грудной клетки.

Значение пресмыкающихся

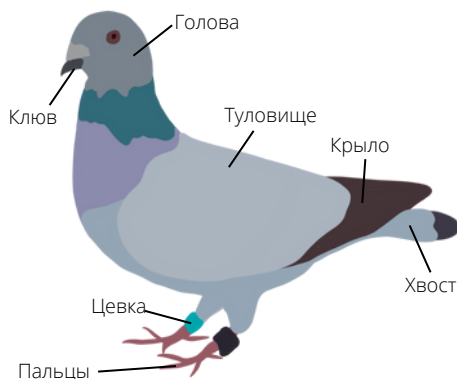
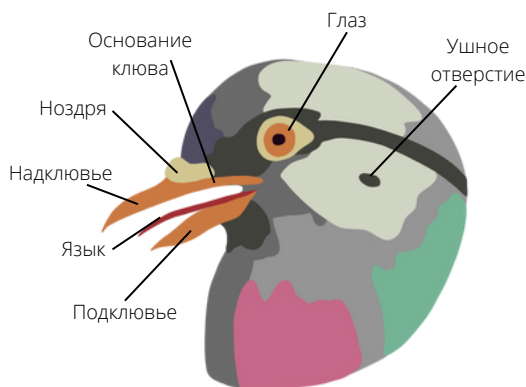
Пресмыкающиеся являются важным звеном в цепи питания (консументами). Регулируют численность насекомых, питаются ими. Среди пресмыкающихся встречаются как хищники, так и растительноядные формы.

Многие рептилии употребляются человеком в пищу. Например, в странах Африки и Азии употребляют в пищу различные блюда из мяса змей, морских черепах и ящериц. Из кожи крокодилов изготавливают различные изделия, наверняка вы слышали про изделия «из крокодиловой кожи».

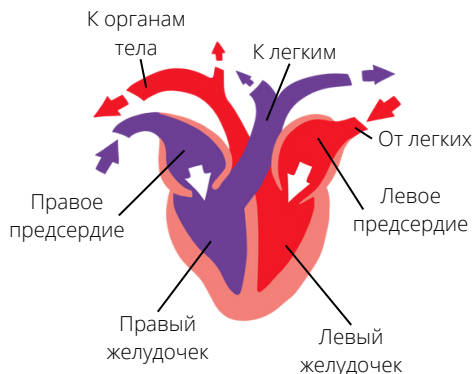
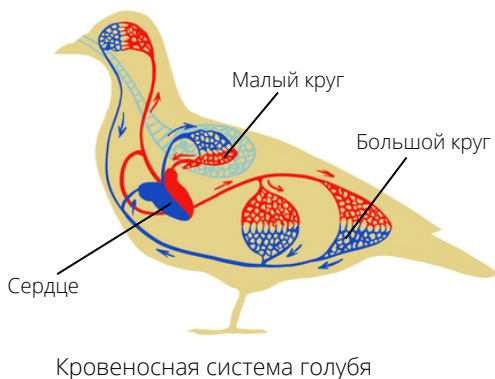
КЛАСС ПТИЦЫ

Класс Птицы

- Птицы произошли от пресмыкающихся.
- Форма тела птиц округлая, **обтекаемая для полета**. Кожа у птиц сухая, имеют только копчиковую железу, которая расположена в верхней части хвоста, над хвостовыми позвонками. Она производит жироподобный секрет, которым птицы смазывают оперение. Это защищает перья от намокания.
- Птицы имеют **клюв**, состоящий из надклювья и подклювья. Имеют среднее ухо и непрозрачные веки с мигательной перепонкой.
- Передние конечности птиц видоизменены **в крылья**. Тело птиц покрыто перьями. Перья являются производными эпидермиса.



- **Сердце четырехкамерное** с полной перегородкой, состоит из двух предсердий и двух желудочков. Артериальная и венозная кровь полностью разделены и не смешиваются. К органам и тканям поступает кровь, насыщенная кислородом, что увеличило интенсивность обмена веществ. Имеют два круга кровообращения. **Теплокровные** животные, имеют постоянную температуру тела.



КЛАСС ПТИЦЫ

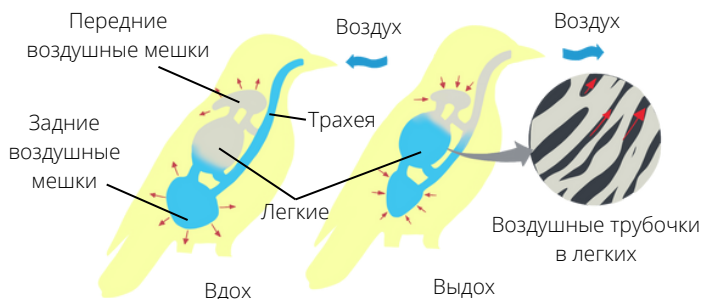
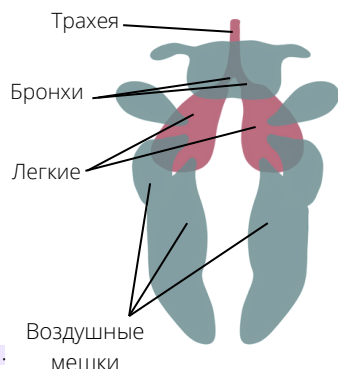
Класс Птицы

- Лёгкие губчатые, имеют выросты – **воздушные мешки**, которые расположены между внутренними органами и охлаждают их при полёте, заполняясь холодным воздухом.

Когда птица находится в состоянии покоя (не в полёте), дыхание происходит без участия воздушных мешков.

В полёте воздух, насыщенный кислородом, проходит через лёгкие птиц 2 раза — при вдохе и при выдохе. При выдохе он перемещается в лёгкие из задних воздушных мешков, отдаёт O_2 тканям и забирает CO_2 от лёгких.

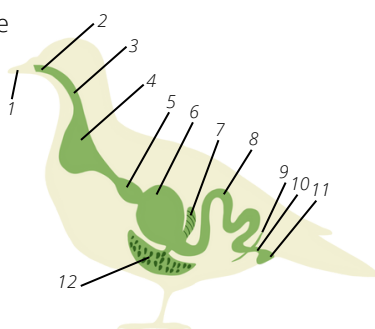
Такой механизм дыхания птиц называется **двойным дыханием**. Всё это ради полета - крайне сложного двигательного акта, в ходе которого тканям и органам требуется много кислорода.



- Пищеварительный канал разделен на отделы: рот, пищевод, зоб, желудок, кишечник. Имеет пищеварительные железы: печень, поджелудочную железу.

В пищеварительной системе имеют **клоаку** – расширение задней кишки, в которое открываются половой и выделительный каналы.

Птицы имеют очень высокий и интенсивный обмен веществ, из-за того что к органам и тканям поступает артериальная кровь.

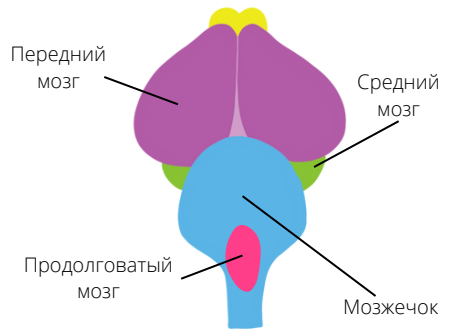


1. Рот
2. Глотка
3. Пищевод
4. Зоб
5. Желестистый желудок
6. Мускульный желудок
7. Поджелудочная железа
8. Тонкая кишка
- 9-10. Толстая кишка
11. Клоака
12. Печень

КЛАСС ПТИЦЫ

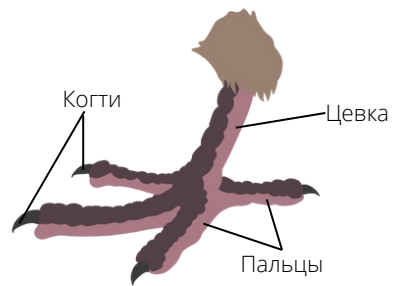
Класс Птицы

- Отделы мозга развиты сильнее, чем у пресмыкающихся, особенно **большие полушария** и **мозжечок**, это связано с разнообразными движениями при полёте и сложным поведением.
- Органы выделения представлены двумя **тазовыми почками**. От них моча по мочеточникам поступает в клоаку. Мочевой пузырь у птиц отсутствует (приспособление к облегчению веса тела).

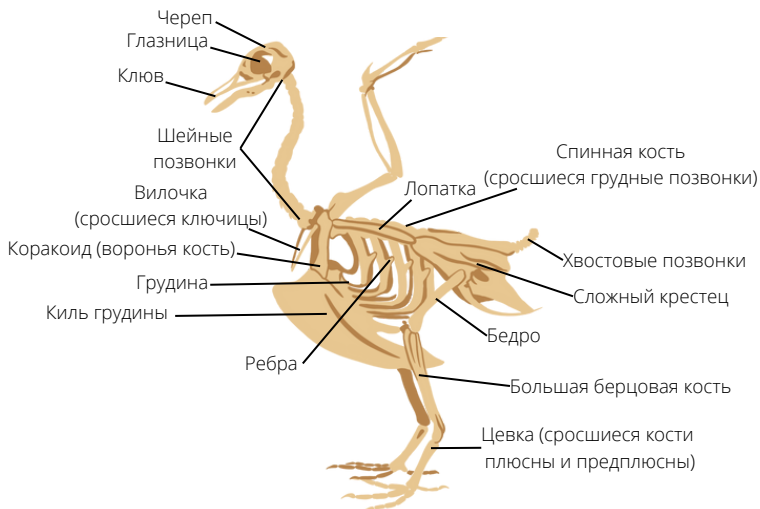


Скелет птиц имеет особенности строения в связи с полетом:

- У птиц **отсутствуют зубы**, что облегчает массу тела.
- Птицы имеют вырост грудины – **киль**, к которому прикрепляются грудные мышцы.
- **Кости полые**, пустые внутри, что также облегчает массу тела.
- Задние отделы позвоночника **срослись**, что исключает лишние движения в заднем отделе тела при полёте и даёт опору.
- В нижней конечности между голенью и стопой имеется дополнительный отдел – **цевка**, который участвует в приземлении птицы, амортизируя посадку.



Скелет

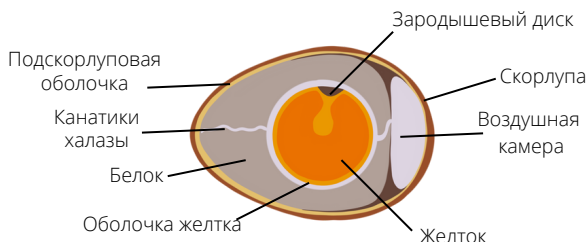


КЛАСС ПТИЦЫ

Класс Птицы

- Птицы - **раздельнополые** животные. Для них характерен половой диморфизм. Оплодотворение у птиц **внутреннее**, птицы откладывают яйца в известковой оболочке скорлупе. У самок птиц атрофирован правый яичник, развит только левый, что дополнительно облегчает массу тела.

Строение яйца



Какое строение имеет яйцо птицы?

Яйца птиц покрыты плотными защитными оболочками, которые формируются по мере прохождения оплодотворенного яйца по яйцеводу. Постепенно яйцо покрывается белковой, волокнистой и скорлуповыми оболочками, которые надежно его защищают. Яйцо включает **желток** - запас питательных веществ для зародыша, представленного зародышевым диском. Желток фиксируется в яйце белковыми жгутиками (нитьями), которые, скручиваясь, образуют **халазы** - канатики из белка. Халазы подвешивают желток в яйце, предохраняют его от механических повреждений и обеспечивают нужное положение, при котором зародышевый диск всегда находится сверху.

Белок в яйце выполняет *защитную и запасающую функции*, обеспечивает зародыш водой. В яйце имеется воздушная (дыхательная) камера, в которой происходит газообмен с окружающей средой, без газообмена дыхание зародыша остановится, он погибнет.

По типу развития птенцов птицы делятся на две основные группы:

выводковые и птенцовые (или гнездовые).

Выводковые — это птицы, чьи птенцы способны видеть, слышать, бегать и самостоятельно питаться почти сразу после вылупления из яйца. Они нуждаются в опеке родителей, но не остаются в гнезде на долгое время, как птенцовые.



У **гнездовых** птиц всё наоборот — их птенцы вылупляются голыми, слепыми и беспомощными. В первые дни они нуждаются в постоянном обогреве, а корм им приносят родители до самого вылета из гнезда и даже дольше. Такие птенцы покидают своё жилище, толком не умея летать.



КЛАСС ПТИЦЫ

Класс Птицы

Классификация

Килегрудные

или летающие

(Надотряд типичные птицы)

- Куринообразные
- Гусеобразные
- Дятлообразные
- Соколообразные



Бескилевые

или бегающие

(Надотряд страусовые)

- Страусы
- Киви



Плавающие

(Надотряд пингины)

- Императорский пингвин



Запомни!

Ароморфозы птиц:

1. Четырёхкамерное сердце с полной перегородкой.
2. Полное разделение артериальной и венозной крови.
3. Теплокровность.
4. Яйцо в жёсткой известковой скорлупе.
5. Перьевой покров и крылья.
6. Губчатые лёгкие.
7. Развитие больших полушарий и мозжечка.



КЛАСС ПТИЦЫ

Птицы и их образ жизни

По образу жизни птицы подразделяются на оседлых, кочующих и перелетных.

Оседлые птицы живут в пределах небольшой территории и редко покидают ее пределы. С наступлением холодов оседлые птицы в поисках пропитания стараются подобраться ближе к городам и селам. К оседлым птицам относятся голуби, воробьи, сороки, галки, вороны.

Кочующими птицами называют тех, которые постоянно перемещаются с места на место в поисках пищи вне сезона размножения. Они могут совершать перелеты на сотни километров, но обычно не покидают той природной зоны, в которой гнездятся. К кочующим птицам относят: снегиря, клеста, синицу, свиристого, поползня.

Перелетные птицы совершают регулярные сезонные миграции между местами гнездовий и зимовок. Они преодолевают тысячи километров. К перелетным птицам относятся ласточки, гуси, утки, лебеди, цапли, скворцы, журавли, аисты и др.

Значение птиц

Птицы являются важным звеном в цепи питания (консументы). Питаются насекомыми, регулируя их численность. Хищные птицы - санитары леса, питаются ослабленными и больными животными.

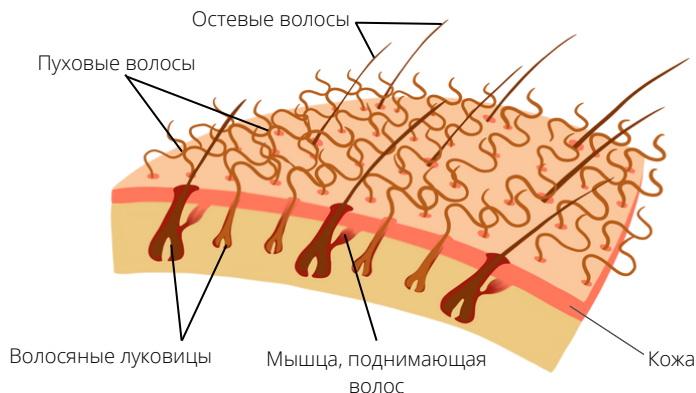
Человек разводит птиц для получения мяса, их яиц, а также в декоративных целях.

Для заметок:

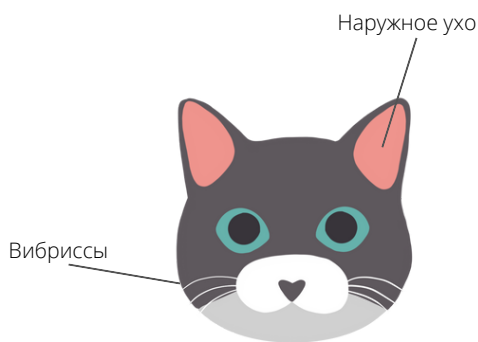
КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Класс Млекопитающие

- Млекопитающие произошли от пресмыкающихся.
- Тело млекопитающих **покрыто шерстью**. Шерсть имеет 2 типа волос в своём составе: **Подшерсток, пух** – короткие, мягкие и густые волосы, они отвечают за сохранение тепла, согревание тела.
Ость - длинные, жёсткие, прочные волосы, они отвечают за защиту тела от повреждений.



- У млекопитающих появилось **наружное ухо** - появились ушная раковина и наружный слуховой проход. В среднем ухе имеют три слуховые косточки.
- Млекопитающие имеют непрозрачные веки с мигательной перепонкой. Имеют **усы вибриссы** с чувствительными нервными окончаниями, они отвечают за осязание (тактильную чувствительность).
- В коже млекопитающих расположены разнообразные железы.



Сальные железы выделяют кожное сало, которое тонким слоем смазывает кожу и волосы, делает их эластичными и водонепроницаемыми.

Потовые железы выделяют пот, что охлаждает тело млекопитающего и выводит жидкие продукты обмена из организма.

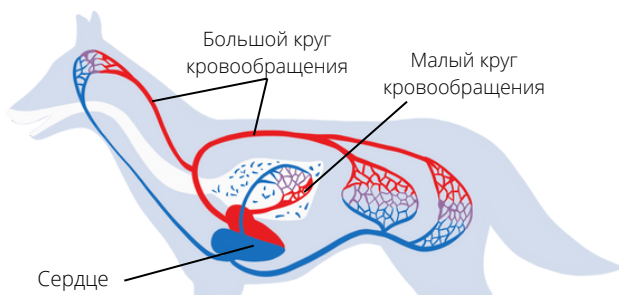
Пахучие железы нужны для отпугивания врагов, привлечения самки в брачный период, а также для того, что метить свою территорию.

Млечные железы нужны для выкармливания детёнышей молоком.

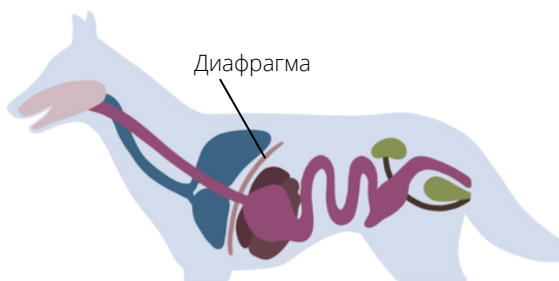
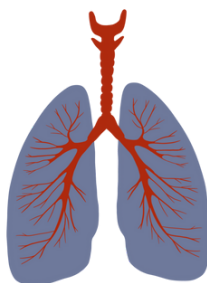
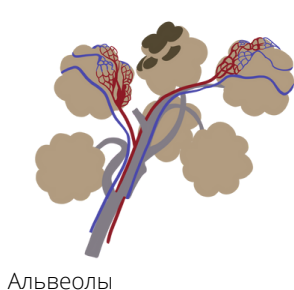
КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Класс Млекопитающие

- У млекопитающих **четырёхкамерное сердце** с полной перегородкой, состоит из двух предсердий и двух желудочков. Происходит полное разделение артериальной и венозной крови. К органам и тканям поступает кровь, насыщенная кислородом, что увеличило интенсивность обмена веществ. Имеют два круга кровообращения. **Теплокровные** животные, температура тела постоянная.



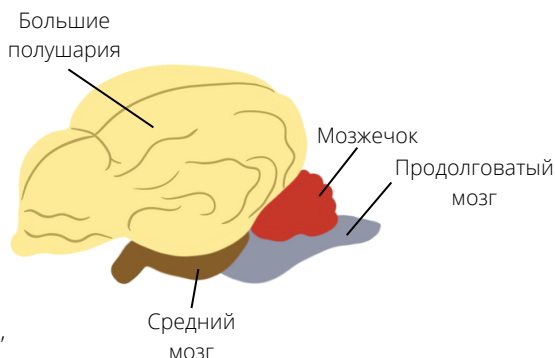
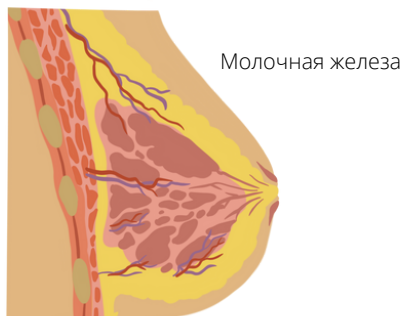
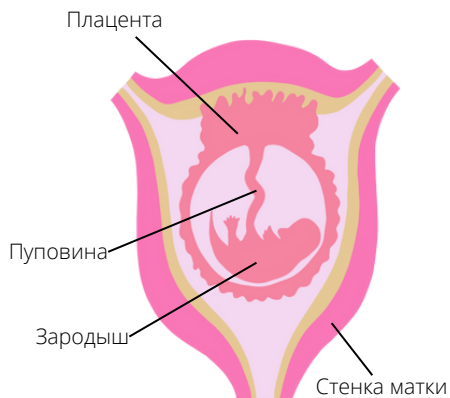
- Лёгкие альвеолярные**, состоят из пузырьков альвеол. В альвеолах лёгких происходит газообмен между кровеносными капиллярами и воздухом окружающей среды. Альвеолы значительно увеличивают дыхательную поверхность лёгких.
- Также у млекопитающих появляется **диафрагма** - сухожильно-мышечная перегородка между грудной и брюшной полостью, которая участвует теперь в процессе вдоха и выдоха.



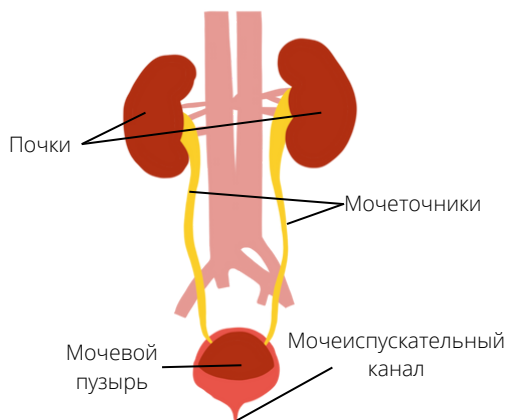
КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Класс Млекопитающие

- У млекопитающих появляется живорождение, развитие детёныша происходит в матке с образованием органа *плаценты*, в котором зародыш развивается и питается от организма матери.
- У млекопитающих развита забота о потомстве.
- Также у них появились *млечные железы*, образующие секрет молоко, которым они вскармливают своих детенышей.



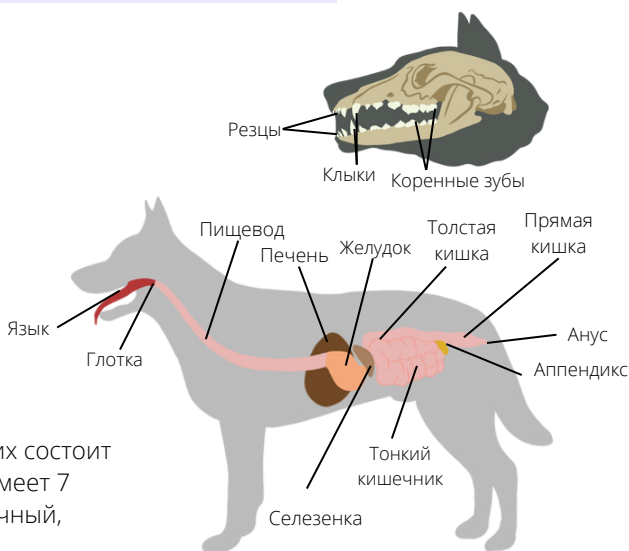
- Наибольшего развития у млекопитающих достиг передний мозг, мозжечок также хорошо развит. У млекопитающих появилась кора *больших полушарий*, которая имеет большое количество борозд и извилин. Это обуславливает *сложные формы поведения* млекопитающих по сравнению с другими группами животных.
- Органы выделения – *парные почки* бобовидной формы. Также имеют мочевой пузырь, мочеточники и мочеиспускательный канал.



КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Класс Млекопитающие

- Пищеварительный канал разделен на отделы: рот, пищевод, желудок, кишечник. Имеют **пищеварительные железы**: печень, поджелудочную железу. Расширение задней кишки - *клоака*, отсутствует.
- Зубы дифференцированы** на группы: резцы, клыки, малые и большие коренные.
- Позвоночник млекопитающих состоит из *пяти отделов*: шейный (имеет 7 позвонков), грудной, поясничный, крестцовый, хвостовой.



Значение млекопитающих

Млекопитающие являются важным звеном в цепи питания (консументами). Мясо крупного рогатого скота, многих других животных человек употребляет в пищу.

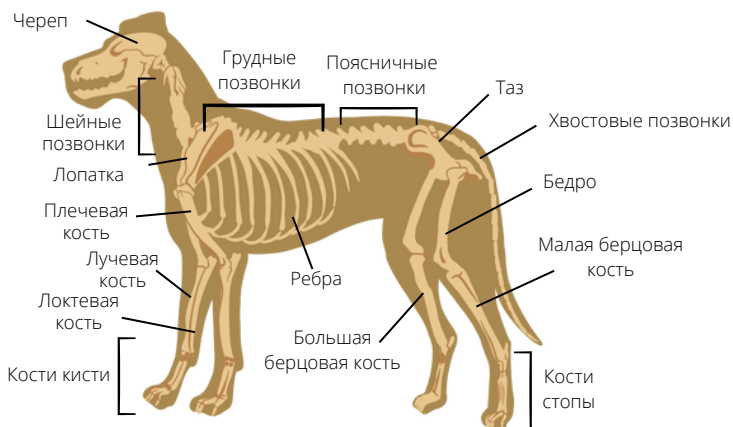
Переносят возбудителей, вызывающих у человека инфекционные заболевания: мыши, крысы, белки.

Являются хозяевами червей - паразитов, в них могут находиться многие паразиты: бычий цепень, свиной цепень, эхинококк.

Запомни!

Ароморфозы млекопитающих:

1. Четырёхкамерное сердце с полной перегородкой.
2. Полное разделение артериальной и венозной крови.
3. Теплокровность.
4. Развитие плаценты и живорождения.
5. Появление волосяного покрова.
6. Млечные, сальные и потовые железы.
7. Развитие коры больших полушарий.
8. Появление альвеолярных лёгких и диафрагмы.



СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ

Класс Млекопитающие

Первозвери (однопроходные)

Первозвери или яйцекладущие – самая примитивная группа млекопитающих. Они откладывают яйца в скорлупе точно также, как и пресмыкающиеся, имеют клоаку, млечные железы примитивные.



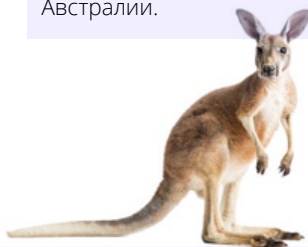
- Живорождение отсутствует.
- Плаценты нет.
- Откладывают яйца.
- Утконос, ехидна.



Настоящие (живородящие звери)

Низшие (сумчатые)

Сумчатые имеют короткий эмбриональный период, детеныш развивается в специальном кармане на брюшной стороне тела - сумке. В ней молодые особи развиваются и питаются молоком. Плацента плохо развита. Сумчатые встречаются только в Австралии.



- Живорождение.
- Плацента развита плохо.
- Детеныши рождаются недоразвитыми.
- Доразвитие детёнышей происходит в сумке.
- Кенгуру, опоссум, коала, сумчатый волк.



Высшие (плацентарные)

Плацентарные или высшие звери - имеют хорошо развитую плаценту и млечные железы. Длительный эмбриональный период.

- Имеют плаценту.
- Детеныши рождаются развитыми.
- Живорождение.

Отряды:

1. Насекомоядные
2. Грызуны
3. Зайцеобразные
4. Хищные
5. Парнокопытные
6. Непарнокопытные
7. Ластоногие
8. Китообразные
9. Рукокрылые

СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ

Класс Млекопитающие

Плацентарные

Отряд Рукокрылые

Летучие мыши



Отряд Насекомоядные

Еж, крот, выхухоль



Отряд Грызуны

Хомяк, сурок, белка



Отряд Китообразные

Кит, косатка, дельфин



Отряд Хоботные

Индийский слон, африканский слон



Отряд Ластоногие

Тюлень, морж, морской котик



Отряд Зайцеобразные

Заяц, кролик



СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ

Класс Млекопитающие

Отряд Хищные

Семейство Куны

Куница,
соболь, ласка



Семейство Волчьи

Волк, собака, лиса



Семейство Кошачьи

Тигр, лев,
пума, рысь, кошка,
гепард, пантера



Семейство Медвежьи

Медведь бурый,
медведь белый



Отряд Парнокопытные

Северный олень, жираф,
свинья, корова, бегемот,
козел, баран, лось.



Отряд Непарнокопытные

Лошадь, зебра, осел,
носорог, тапир.



СИСТЕМАТИКА ЖИВОТНЫХ

Первичноводные

Водные животные, жизнь которых с момента их появления в ходе эволюции проходила и происходит исключительно в воде.



Рыбы, головоногие моллюски, земноводные.



Вторичноводные

Водные животные, которые в ходе эволюции вернулись в водную стихию, хотя первоначально приспособились к жизни на суше.



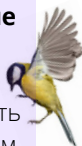
Кит, тюлень, дельфин, морские черепахи.



Температура тела

Гомойотермные или теплокровные

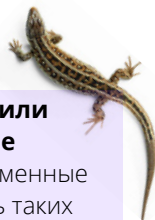
Организм таких животных способен вырабатывать тепло в процессе биохимических реакций и поддерживать температуру своего тела на постоянном уровне. Теплокровные животные: птицы, млекопитающие. У них высокая скорость обменных процессов, хорошая теплоизоляция (шерсть, жировые отложения или перья).



Пойкилотермные или холоднокровные

Жизнедеятельность, обменные процессы и активность таких животных зависит от температуры окружающей среды.

Холоднокровные животные: простейшие, все беспозвоночные, рыбы, земноводные и пресмыкающиеся.



Гетеротермные

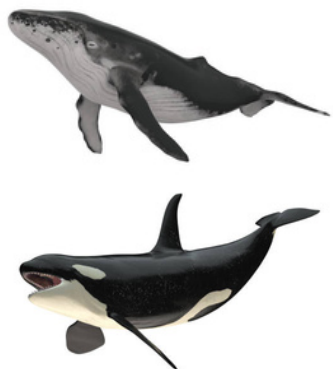
животные, занимающие промежуточное положение между гомойотермными и пойкилотермными животными. При неблагоприятных условиях (заморозках, засухе, недостатке влаги или пищи) у них значительно снижается температура тела, и они впадают в состояние анабиоза или спячки (резко понижается обмен веществ, физиологические функции и др.), что позволяет пережить вредные для организма условия внешней среды. Гетеротермные животные: сурки, суслики, ежи, летучие мыши и др.



АДАПТАЦИИ ЖИВОТНЫХ

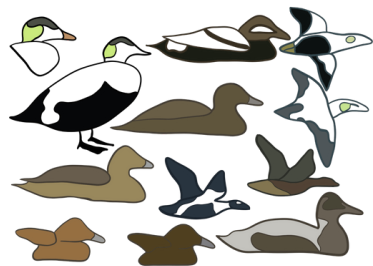
Адаптации китообразных к водной среде:

- Преобразование передних конечностей в плавники, ласты.
- Наличие хвостового плавника.
- Обтекаемая форма тела, что уменьшает трение при плавании.
- Редукция волосяного покрова, что также снижает трение.
- Толстый слой подкожного жира уменьшает теплоотдачу.
- Большой объём лёгких, обеспечивают долгую задержку дыхания.
- Наличие клапанов, закрывающих ноздри.
- В мышцах китов содержится очень много миоглобина (аналог гемоглобина). Его действие схоже с гемоглобином: соединяясь с кислородом, он формирует необходимый для животного кислородный запас.



Адаптации гусеобразных птиц к водной среде:

- Широкий клюв обеспечивает вылавливание из воды пищи.
- Плавательные перепонки на ногах обеспечивают быстрое плавание.
- Короткие ноги способствуют быстрому движению в воде.
- Водоотталкивающее свойство оперения за счет секрета копчиковой железы препятствует намоканию тела.
- Длинная шея обеспечивает вылавливание из воды пищи.
- Тело имеет форму плоскодонной лодки (центр тяжести смещён к заднему отделу тела) для увеличения плавучести.



Адаптации крота к почвенной среде:

- Вытянутая форма туловища.
- Густая шерсть, ворс которой растёт прямо и свободно ложится в любом направлении, не препятствуя движению крота.
- Передние конечности плоские и широкие с острыми когтями, приспособленные к рытью.
- Глаза и зрение развиты слабо, так как подверглись редукции.
- Хорошо развито обоняние и осязание.
- Слабо развитые ушные раковины.
- Мощные передние зубы для рытья и перекусывания корней.



ЖИЗНЕННЫЕ ФОРМЫ ЖИВОТНЫХ



Жизненная форма животного — совокупность морфологических адаптаций организма к основным факторам среды обитания и определённому образу жизни. Выделяют группы животных, имеющих специальные морфологические адаптации к жизни в конкретной среде. Основные группы жизненных форм животных (по Д.Н. Кашкарову, 1945 г.):

- **Гидробионты** – живущие в водной среде обитания.
- **Геобионты** – живущие в почвенной среде обитания.
- **Аэробиионты** – живущие в наземно-воздушной среде обитания.
- **Паразиты** – живущие в организменной среде обитания.

Жизненные формы животных в водной среде обитания

Гидробионты имеют торпедовидную форму тела, так как среда характеризуется большой плотностью и поддерживает тело животного в толще воды. Чтобы уменьшить сопротивление воды и силу трения, у водных животных обтекаемое тело, есть хвостовой плавник.

Гидробионтов разделяют на **несколько групп** в зависимости от глубины обитания и от способа передвижения:

- **Плейстон** — передвигаются по поверхности воды (водомерка).
- **Перифитон** — прикрепляются к поверхности водных растений (пресноводная гидра).
- **Планктон** — пассивно парят в толще воды (дафния, одноклеточные).
- **Нектон** — активно перемещаются в толще воды (рыбы).
- **Бентос** — обитают на дне водоёмов (морская звезда, краб).

Жизненные формы животных в почвенной среде обитания

Среди **геобионтов** встречаются животные с червеобразной формой тела, способные прокладывать ходы в почве, в которых находят убежище и пищу.

Например, дождевой червь. У роющих геобионтов вытянутое тело с развитой мускулатурой, передние конечности роющего типа. *Например*, крот.

Жизненные формы животных в наземно-воздушной среде

Поскольку наземно-воздушная среда характеризуется неоднородностью, то выделяют различные группы **аэробиионтов**. Одни приспособлены к быстрому бегу, другие к полёту.

Аэробиионты характеризуются наличием крыльев у разных систематических групп. *Например*, крылья - аналогичные органы у бабочек, птиц и летучих мышей.

ОТЛИЧИЯ СЕНСОРНОЙ И ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМ

Разновидности зрения

Скотопическое зрение – это сумеречное зрение. Обеспечивается палочками. Эта система зрения отличается высокой чувствительностью, но низкой остротой. Она в первую очередь настроена на **восприятие света в ночное время**, когда световой поток крайне ограничен. Чёрно – белое зрение. Характерно для птиц, ведущих ночной образ жизни. Например, совы.



Фотопическое зрение – это дневное зрение. Обеспечивается колбочками. Эта система зрения отличается низкой чувствительностью, но высокой остротой. Она настроена на восприятие относительно **яркого дневного света**, источником которого является солнце или яркое искусственное освещение. Фотопическое зрение в отличие от скотопического является цветным. Характерно для птиц, ведущих дневной образ жизни. Например, орла.

Отличия в строении пищеварительной системы млекопитающих

Пищеварительная система травоядных:

- Длинный тонкий и толстый кишечник.
- Многокамерный желудок.
- Длинная слепая кишка, хорошо развита (резервуар для симбиотических бактерий).
- Хорошо развиты резцы, жевательные зубы.
- Длительное, поэтапное пищеварение.
- Длина желудочно – кишечного тракта в 6 -10 раз больше длины тела.



Пищеварительная система плотоядных:

- Короткий тонкий и толстый кишечник.
- Однокамерный желудок.
- Короткая слепая кишка.
- Хорошо развиты клыки, хищные зубы.
- Длина желудочно - кишечного тракта в 3 раза больше длины тела.



ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ ЖИВОТНЫХ

Эволюция систем позвоночных животных

Дыхательная система

РЫБЫ

Дышат растворенным в воде кислородом. Органы дыхания – жабры, через которые происходит диффузия кислорода в кровь.

ЗЕМНОВОДНЫЕ

Органы дыхания – лёгкие, представляющие собой полые мешки. Кожное дыхание и лёгочное дыхание. Насыщение крови кислородом происходит не только через лёгкие, но и через кожу всей поверхностью тела.

ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Органы дыхания – ячеистые лёгкие. Дыхание только легочное. Кожное дыхание отсутствует.

ПТИЦЫ

Органы дыхания – губчатые лёгкие. Легкие имеют выросты – воздушные мешки. Характерно двойное дыхание. Воздух, насыщенный кислородом, проходит через лёгкие птиц два раза — при вдохе и при выдохе.

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Органы дыхания - альвеолярные лёгкие. Появление диафрагмы - перегородки между грудной и брюшной полостью.

Кровеносная система

РЫБЫ

Сердце двухкамерное без перегородки – 1 предсердие и 1 желудочек. Один круг кровообращения. Кровь венозная. Хладнокровные животные.

ЗЕМНОВОДНЫЕ

Сердце трехкамерное без перегородки – 2 предсердия и 1 желудочек. Два круга кровообращения. Кровь смешанная. Хладнокровные животные.

ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Сердце трехкамерное с неполной перегородкой – 2 предсердия и 1 желудочек. Два круга кровообращения. Кровь смешанная. Хладнокровные животные.

ПТИЦЫ

Сердце четырехкамерное с полной перегородкой – 2 предсердия и 2 желудочка. Два круга кровообращения. Кровь полностью разделена – артериальная, венозная. Теплокровные животные.

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Сердце четырехкамерное с полной перегородкой – 2 предсердия и 2 желудочка. Два круга кровообращения. Кровь полностью разделена – артериальная, венозная. Теплокровные животные.

ЭВОЛЮЦИЯ СИСТЕМ ЖИВОТНЫХ

Эволюция систем позвоночных животных

Покровы тела

РЫБЫ

Покрываются чешуёй. Кожные железы выделяют слизь, уменьшающую трение при плавании.

ЗЕМНОВОДНЫЕ

Кожа голая. Кожа имеет много желёз. Покрывается слизью, которая обеспечивает поступление воды в тело. Слизь участвует в кожном дыхании.

ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ

Кожа сухая. Кожа не имеет желёз. Покрывается роговыми чешуями или пластинами, что препятствует испарению воды и пересыханию тела. Характерна линька с заменой старого рогового покрова на новый.

ПТИЦЫ

Кожа сухая. Имеют копчиковую железу. Тело покрыто перьевым покровом.

МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

Кожа имеет сальные и потовые железы. Тело покрыто шерстью. Кожа участвует в терморегуляции.

Наружные покровы Дыхательная система Кровеносная система Нервная система

Класс

Рыбы



Земноводные



Пресмыкающиеся



Птицы



Млекопитающие





АНАТОМИЯ

ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА



Анатомия человека - наука, изучающая строение человеческого организма, его систем и органов.

Ткани человека



Ткань – совокупность клеток и межклеточного вещества, объединённых общим происхождением, строением и выполняемыми функциями.

Выделяют четыре основные группы тканей:

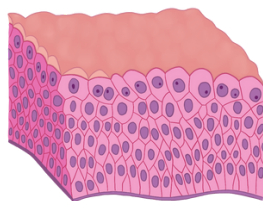
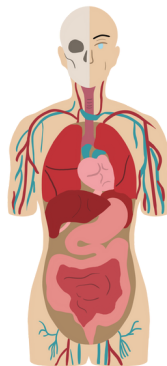
1. Эпителиальная ткань.
2. Соединительная ткань.
3. Мышечная ткань.
4. Нервная ткань.

Эпителиальная ткань

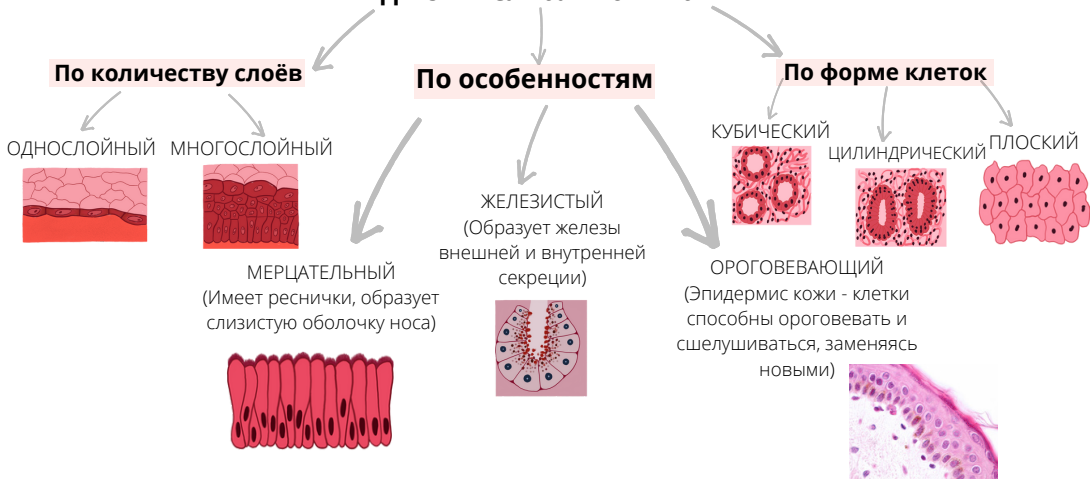
Свойства эпителиальной ткани

- Клетки плотно прилегают друг к другу, может состоять из нескольких слоев.
- Межклеточного вещества мало или отсутствует.
- Клетки способны к делению (регенерации).
- Клетки эпителия располагаются на базальной мембране.

Образует внешние и внутренние покровы – **эпидермис кожи** и **слизистые оболочки** внутренних органов и сосудов. Образует железы внешней и внутренней секреции (слюнные железы, железы кишечника).



Виды эпителиальной ткани



ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА

Эпителиальные ткани подразделяются на:

- **Покровные**, которые отделяют внутреннюю среду от внешней, образуют кожные покровы и выстилают внутренние органы изнутри, образуя их слизистые оболочки.
- **Железистые**, которые выделяют особое вещество - секрет, которое содержит вещества, необходимые для нормальной жизнедеятельности организма. В железах внутренней секреции клетки секретируют гормоны, которые сразу попадают в кровь. В железах внешней секреции имеются выводные протоки, по которым секрет выводится в полость внутренних органов или в окружающую среду.

По количеству слоев:

- **Однослойный эпителий**: один слой клеток, прикрепленных к базальной мембране.

Например, мерцательный (реснитчатый) эпителий выстилает воздухоносные пути. На поверхности клеток данного эпителия расположены реснички, движения которых создают ток жидкости, направленный наружу, в сторону ноздрей.

- **Многослойный эпителий**: несколько слоев клеток, к базальной мембране прикреплен только самый глубокий слой.

Многослойный делится на:

- **Многослойный плоский ороговевающий эпителий**, который образует эпидермис кожных покровов.
- **Многослойный плоский неороговевающий эпителий**, который покрывает роговицу глаза, выстилает полость рта, глотки, пищевода и т.д.
- **Переходный эпителий**, содержится в органах, которые меняют форму, например в мочевом пузыре. При изменении объема органа толщина и строение эпителия также изменяется. Эпителий способен выделять секрет, защищающий его клетки от воздействия мочи.

По форме клеток бывает: кубический, плоский, цилиндрический.

Функции эпителиальной ткани

1. **Защитная**: защищает организм от механических, физических, химических и микробных факторов.
2. **Секреторная**: железистый эпителий вырабатывает вещества, регулирующие работу других тканей (гормоны).
3. **Транспортная или обменная**: обмен веществ между организмом и внешней средой.
4. **Барьерная**: образует границу между внешней и внутренней средой организма или различными биологическими средами.

ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА

Соединительная ткань

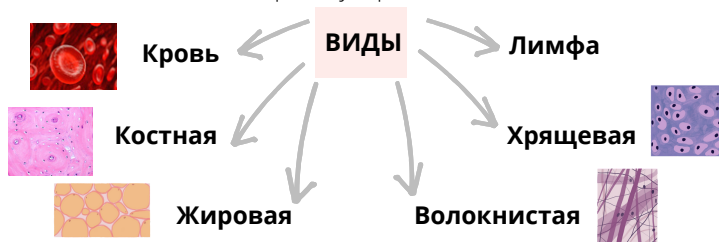
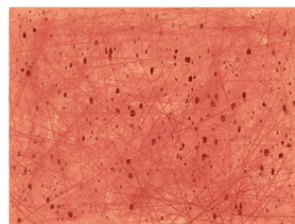


Свойства соединительной ткани:

- Много межклеточного вещества.
- Ткани имеют различные состояния: твёрдое, жидкое, волокнистое и гелеобразное.
- Наличие разнообразных клеток.

Соединительные ткани образуются из **мезенхимы**, которая в свою очередь образовалась из **мезодермы**.

Соединительная ткань образована тремя компонентами: клетки, волокна, основное аморфное вещество. Межклеточное вещество соединительных тканей состоит из волокон и аморфного вещества (неволокнистый компонент). Волокна могут быть коллагеновыми, эластическими и ретикулярными.



1. Собственно соединительные ткани:

- **Рыхлая волокнистая соединительная ткань** содержится во всех внутренних органах, она располагается по ходу прохождения кровеносных, лимфатических сосудов и нервов, образует соединительнотканые прослойки, сосочковый слой дермы. У рыхлой волокнистой соединительной ткани преобладает основное аморфное вещество (отсюда термин «рыхлая»).
- **Плотная волокнистая соединительная ткань** отличается преобладанием волокон над клетками (отсюда термин «плотная»). Ей образованы связки, сухожилия, фасции мышц.

2. Жировая ткань состоит из скопления жировых клеток (адипоцитов). Скопления адипоцитов образуют подкожную жировую клетчатку, капсулы внутренних органов (почек), желтый костный мозг в диафизах костей

3. Хрящевая и костная ткани, которые создают опорно-двигательный аппарат, выполняют защитную, механическую и опорную функции, принимают активное участие в минеральном обмене (обмен кальция, фосфора).

Хрящевая ткань состоит из молодых клеток - **хондробластов**, зрелых - **хондроцитов**. Межклеточное вещество хрящевой ткани упругое, содержит много воды.

ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА

Костная ткань состоит из клеток и хорошо развитого межклеточного вещества, пропитанного минеральными солями (около 60-70%), в основном фосфатом кальция. Клетки костной ткани это: остеобласты, остециты и остеокласты.

4. Кровь, лимфа и тканевая жидкость.

Функции соединительных тканей:

1. Механическая и опорная функции, которые принадлежат костной и хрящевой тканям.
2. Запасающая или трофическая функция, которая принадлежит жировой ткани.
3. Транспортная функция, за которую отвечают кровь и лимфа.
4. Защитная функция, выполняемая кровью за счёт выделения антител, процесса фагоцитоза. Также жировая, скелетная и хрящевая ткань защищают внутренние органы от механических повреждений.

Мышечная ткань



Свойства мышечной ткани:

- Возбудимость - способность воспринимать изменения внешней среды и отвечать на эти изменения (раздражители) реакцией возбуждения.
- Сократимость - способность сокращаться под действием нервных импульсов.
- Содержит много митохондрий, ей необходимо много энергии для функционирования.

Образуется из зародышевого листка мезодермы.

Функции мышечной ткани:

1. Опора и защита для внутренних органов.
2. Двигательная функция – обеспечивает движение тела в пространстве.



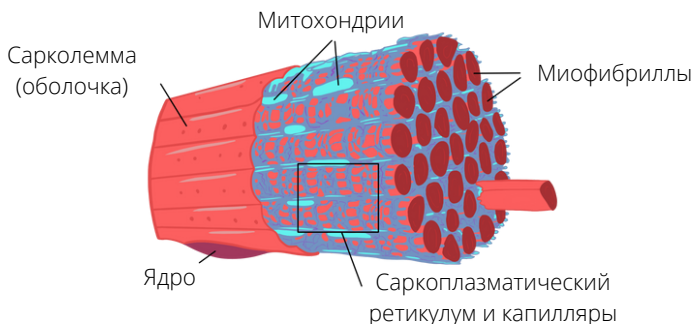
Основные признаки строения мышечной ткани: удлинённая форма клеток, наличие продольно расположенных миофибрилл — специальных органелл, обеспечивающих сократимость, расположение митохондрий рядом с сократительными элементами.

Специальные сократительные органеллы — **миофибриллы** — обеспечивают сокращение, которое возникает при взаимодействии в них двух мышечных белков — актина и миозина, при обязательном участии ионов кальция. Митохондрии обеспечивают эти процессы энергией АТФ.

Сокращение происходит за счет взаимного перемещения **актина и миозина**: они тянутся навстречу друг другу, саркомер укорачивается (и мышца в целом).

ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА

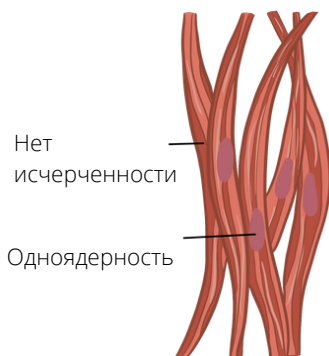
Мышечная ткань



Виды

Гладкая

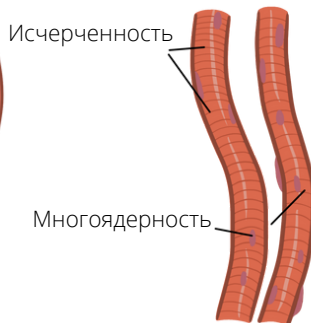
- Образует мышечные стенки внутренних органов и сосудов.
- Образована веретеновидными одноядерными клетками, без поперечной исчерченности.
- Сокращается медленно, тонически.
- Гладкая мышечная ткань сокращается произвольно (неподвластна воле человека).



Поперечно - полосатая

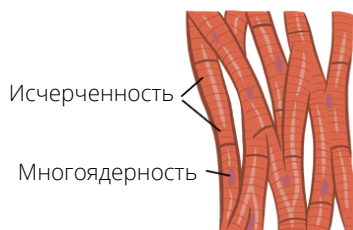
Скелетная

- Образует мышцы скелета (спины, живота, верх. и ниж. конечностей).
- Образована вытянутыми многоядерными клетками, они имеют поперечную исчерченность.
- Сокращается быстро.
- Сокращается произвольно (подвластна воле человека).



Сердечная

- Образует сердечную мышцу (миокард).
- Образована вытянутыми многоядерными клетками, имеют поперечную исчерченность. Клетки имеют перегородки - мостики.
- Сокращается быстро.
- Источник нервных импульсов расположен в самой сердечной мышце, поэтому она сокращается автономно, обладает автоматизмом.



ТКАНИ ЧЕЛОВЕКА

Нервная ткань



Свойства:

- Возбудимость - способность воспринимать изменения внешней среды и отвечать на эти изменения (раздражители) реакцией возбуждения.
- Проводимость - способность проводить возбуждение - нервный импульс.

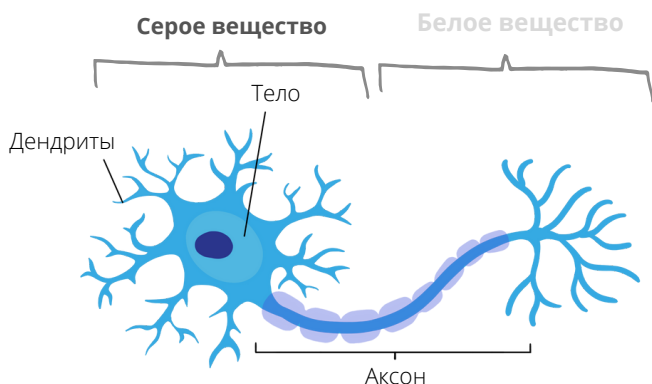
Образуется из зародышевого листка – **эктодермы**.

Структурно – функциональная единица строения нервной ткани – **нейрон**.

Функции нервной ткани:

1. Обеспечивает согласованную работу всех органов и систем организма.
2. Осуществляет взаимодействие организма с внешней средой.

Нейрон состоит из тела, коротких отростков - дендритов, длинных - аксонов.



Дендриты - *короткие* отростки, сильно ветвятся. Передают сигнал в тело нейрона - центростремительно.

Аксон - *длинный* отросток, образует нервное волокно, покрыт миелиновой оболочкой. Передает сигнал от тела нейрона - центробежно.


Нейроны в нервной системе образуют **серое** вещество, которое состоит из тел нейронов и их коротких отростков, и **белое** вещество, которое образовано длинными отростками аксонами.


Виды нейронов



СИСТЕМЫ ОРГАНОВ

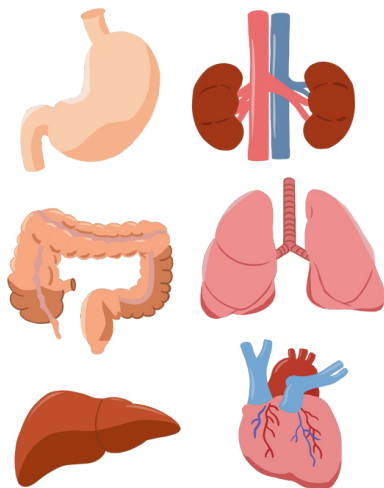
Ткани в организме человека в свою очередь образуют органы, а органы - системы органов.

 **Орган** - это анатомическая часть тела, имеющая характерное строение и выполняющая определенные функции. Пример: печень, селезёнка, лёгкие.

 **Система органов** - совокупность органов, взаимосвязанных между собой и объединенных общей функцией, процессами и общим происхождением.
Пример: дыхательная система, пищеварительная система.


В этой главе мы изучим все системы органов человека, а их не мало!

1. Пищеварительная система
2. Нервная система
3. Сердечно-сосудистая система
4. Дыхательная система
5. Опорно-двигательный аппарат
6. Мочевыделительная система
7. Лимфатическая система
8. Эндокринная система
9. Сенсорная система
10. Покровная система
11. Половая система



Для заметок:

Гомеостаз

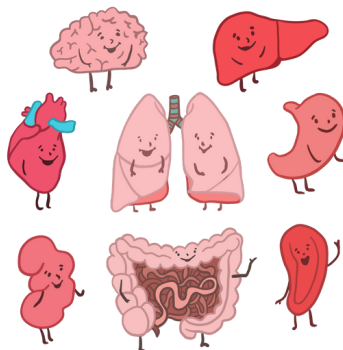
 **Гомеостаз** - способность нашего организма поддерживать постоянство своего внутреннего состава и слаженной работы всех внутренних органов и тканей.

Механизм поддержания гомеостаза это **нервно-гуморальная регуляция**.

Нервно-гуморальная регуляция состоит из двух функциональных компонентов: нервной регуляции и гуморальной регуляции.

Признаки нервной регуляции

1. Осуществляется за счет работы нервной системы.
2. Сигналом является нервный импульс, который передается по структурам нервной системы. Характер передачи нервного сигнала электрический.
3. Принцип действия – рефлекторный, способность организма реагировать на внешние раздражители.
4. Скорость передачи сигнала высокая.
5. Действие сигнала непродолжительно.
6. Действует локализовано - на определенный орган, к которому передается сигнал.
7. Эволюционно более молодая, возникла в эволюции позже гуморальной регуляции.



Признаки гуморальной регуляции

1. Осуществляется за счет работы эндокринной системы.
2. Сигналом являются биологически активные вещества, выделяющиеся в кровь.
3. Принцип действия – выделение вещества в кровь. Поступая в кровоток, вещества оказывают влияние на работу органов и систем органов.
4. Скорость передачи сигнала медленная.
5. Действие сигнала продолжительно.
6. Действует системно – на множество органов и систем одновременно.
7. Эволюционно более древняя, возникла в эволюции раньше нервной регуляции.

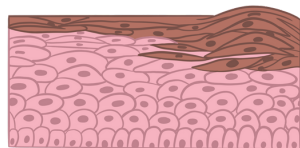
Обе системы оказывают *взаимное влияние друг на друга*, поэтому и составляют один механизм - нервно-гуморальную регуляцию. Например, гормон адреналин, выделяясь в кровь, воздействует на нервную систему, повышая её возбудимость.

ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА

Покровная система

Покровная система — система органов тела, охватывающая кожу, волосы, ногти и связанные с ними железы. Имеет трехслойное строение, состоит из эпидермиса, дермы и гиподермы.

Эпидермис — верхний наружный слой кожи. Состоит из многослойного плоского ороговевающего эпителия и имеет эктодермальное происхождение.



Кератиноциты — основные клетки кожного эпидермиса. Содержат белок кератин, который вместе с белками кожи **коллагеном** и **эластином** придает коже упругость и прочность. Ороговевающие клетки эпидермиса непрерывно отшелушиваются и замещаются. Как это происходит?

Кератиноциты зарождаются в базальном слое эпидермиса, где находятся активно делящиеся клетки. Оторвавшись от базальной мембраны, кератиноцит по мере созревания продвигается вверх к поверхности кожи. Постепенно кератиноцит превращается в мёртвую клетку, которая называется **корнеоцитом**, или роговой чешуйкой. Со временем корнеоциты отшелушиваются, чтобы уступить место следующим. Такой цикл обновления клеток кожи продолжается непрерывно на протяжении всей жизни.

Слои эпидермиса

Базальный слой, располагается на базальной мембране. Образован живыми, делящимися клетками. Среди клеток базального слоя есть **меланоциты** - пигментные клетки, содержащие коричневый пигмент меланин. Поговорим про них чуть позже. Через базальную мембрану из сосудов дермы осуществляется питание, снабжение кислородом и выведение продуктов метаболизма клеток эпидермиса.

Шиповатый слой — клетки с цитоплазматическими мостиками («шипами»). Часть клеток шиповатого слоя способны к делению, поэтому шиповатый и базальный слой объединяют в ростковый слой.

Зернистый слой - уплощенные, вытянутые параллельно поверхности кожи клетки.

Блестящий слой - блестящие, безъядерные клетки. Этот слой различим на ладонях и стопах.

Роговой слой - состоит из многих слоев ороговевающего эпителия, образован мертвыми клетками.

Меланоциты — пигментные клетки, содержащие темно-коричневый пигмент меланин. Находятся в базальном слое эпидермиса и верхнем слое дермы. Под действием УФ-лучей в меланоците идет синтез меланина. Накопление меланина вызывает потемнение кожных покровов - **загар**. Загар является приспособлением организма к повышенному УФ-излучению. Таким образом меланоциты защищают кожу от УФ – лучей и определяют цвет кожи, глаз и волос человека.

ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА

Функции эпидермиса:

1. Защита организма от избыточного воздействия УФ-облучения.
2. Обеспечивает защиту от физических, химических и механических факторов, а также от проникновения различных микроорганизмов.

Дерма

Дерма — собственно кожа, представляет собой соединительную ткань и состоит из двух слоев: сосочкового и сетчатого.

Сосочковый слой. Находится под базальной мембраной эпидермиса. Образован рыхлой волокнистой соединительной тканью, вдающейся в эпидермис в виде сосочков.

Сетчатый слой. Образован плотной волокнистой неоформленной соединительной тканью. В сетчатом слое залегают корни волос, потовые и сальные железы, проходят нервные окончания. Поговорим о них подробнее.

Запомни слои эпидермиса!

Большая зебра

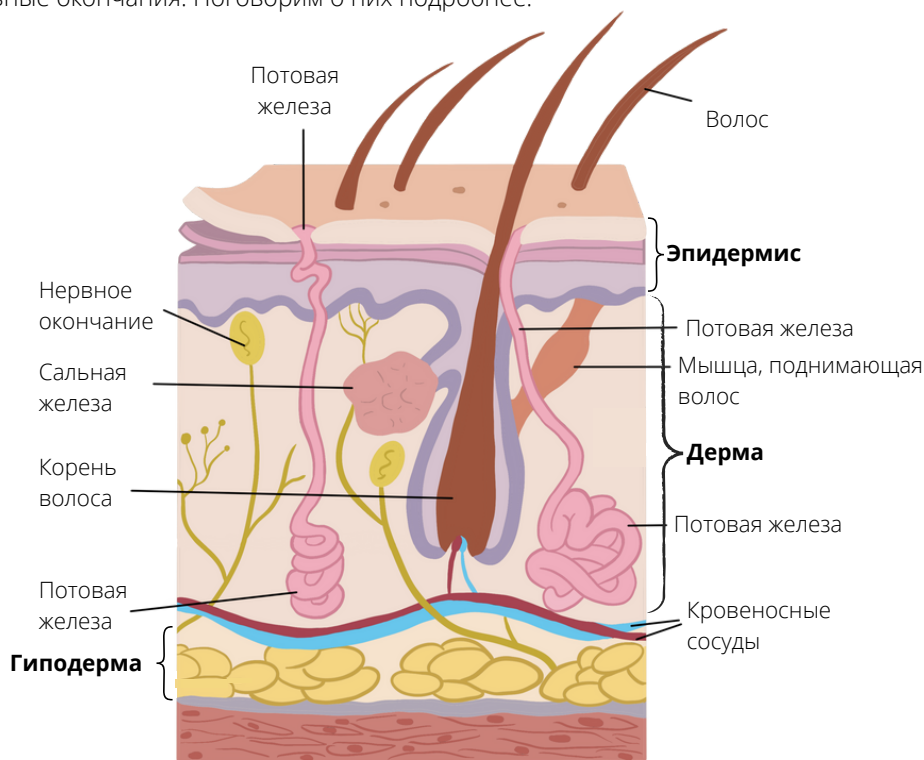
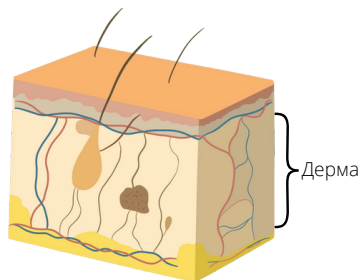
Б — базальный слой

Ш — шиповатый слой

З — зернистый слой

Б — блестящий слой

Р — роговой слой



ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА

Сальные железы – экзокринные железы, связанные с волосными фолликулами. Сальные железы выполняют секреторную функцию, выделяя секрет, который называется *кожным салом*. Кожное сало смазывает кожу, смягчает её и придает эластичность.

Потовые железы – экзокринные железы внешней секреции, состоят из секреторного клубочка и выводного протока. Выводят воду и жидкие продукты метаболизма.

Функции потовых желез:

- Терморегуляторная: при испарении воды в процессе потоотделения поверхность нашего тела охлаждается.
- Выделительная: выведение избытка солей, продуктов метаболизма.

Нервные окончания или рецепторы обеспечивают различные виды кожной чувствительности.

Температурные рецепторы: отвечают за восприятие кожей различных температур.

Болевые рецепторы: отвечают за болевые ощущения.

Тактильные рецепторы: отвечают за тактильную чувствительность кожи.

Кровеносные сосуды – снабжают кожу питательными веществами и забирают от клеток продукты их жизнедеятельности.

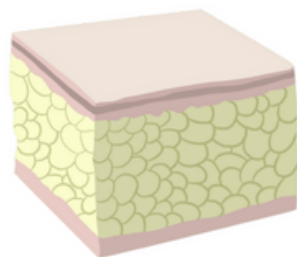
Подкожно-жировая клетчатка или гиподерма

Состоит из жировой соединительной ткани. Основу гиподермы составляют жировые клетки **адипоциты**.

Функция адипоцитов: хранение жирового запаса.

Функции гиподермы:

1. Служит запасом энергии: откладывает и хранит питательные вещества.
2. Терморегуляторная: препятствует переохлаждению организма.
3. Запасает воду, предохраняя организм от обезвоживания.
4. Защищает от механических повреждений, амортизирует удары и падения.
5. Содержит жирорастворимые витамины.



Запомни слои эпидермиса:

1. Эпителиальная ткань
2. Рыхлая и плотная волокнистая соединительная ткань
3. Жировая соединительная ткань

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Строение дыхательной системы



Дыхательная система - система органов человека, которая служит для газообмена организма с окружающей средой. Она обеспечивает поступление в наш организм кислорода и выведение углекислого газа. Состоит из *воздухоносных (дыхательных) путей* и *легких*.

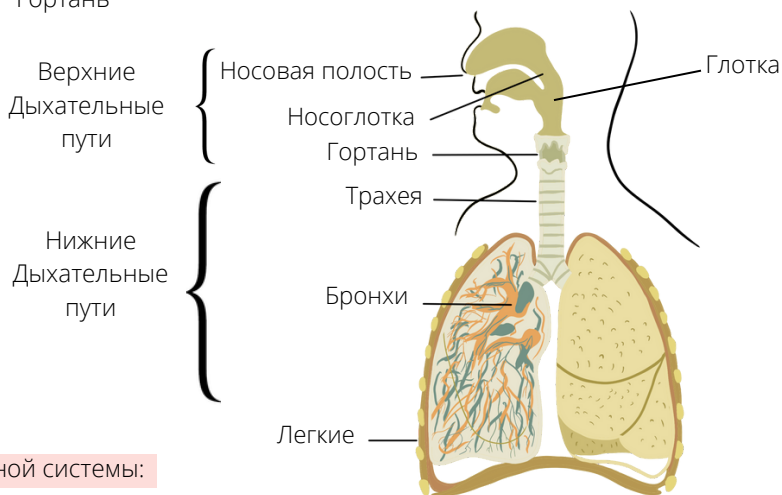
Дыхательные пути делятся на:

Верхние:

- Носовая полость
- Носоглотка
- Глотка
- Гортань

Нижние:

- Трахея
- Бронхи и бронхиолы
- Альвеолярные ходы и альвеолы



Функции дыхательной системы:

- Снабжение органов и тканей кислородом, который участвует в обмене веществ.
- Удаление из организма продуктов обмена - углекислого газа и др.

Этапы дыхания:

1. Внешнее дыхание - прохождение воздуха по дыхательным путям к лёгким.
2. Газообмен - обмен газов между кровью и альвеолами лёгких.
3. Транспорт газов по крови гемоглобином эритроцитов.
4. Тканевое или клеточное дыхание - обмен газов между кровью и органами и тканями.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Верхние дыхательные пути

Носовая полость

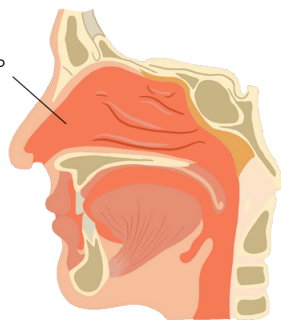


Носовая полость — это полость, образованная двумя каналами, которые отделены друг от друга костно-хрящевой перегородкой. Слизистая оболочка носовой полости образована мерцательным эпителием, который имеет реснички.

Воздух здесь:

- Очищается
- Согревается
- Увлажняется

Носовая полость



На ресничках оседают все вредные вдыхаемые частицы: пыль, микроорганизмы и т.д. Таким образом вдыхаемый воздух *очищается*.

Слизистая оболочка содержит большое количество капилляров, за счет этого воздух *прогревается*, так как кровь всё-таки имеет высокую температуру.

Также в носовой полости воздух *увлажняется*, насыщаясь частичками жидкости.



Интересный факт!

Почему мама в детстве, когда вы шли зимой по улице, говорила: «Дыши носом, а не ртом!»

А потом что воздух, поступаая через рот, не успевает согреться и не очищается от микробов и пыли. Итог – ангина! И мама оказывается правду говорила, но понял ты это только потом.

А для чего нужны сопли?

В слизистой оболочке носовой полости расположены железы, которые выделяют секрет, эвакуирующий вредные частицы осевшие на ресничках носовой полости.

Как вы уже поняли, этот секрет и есть сопли.

Таким образом происходит *постоянное очищение* носовой полости от микробов и пыли.

Если человек простужается, то происходит обильное выделение носом слизи.

Насморк - это обильные слизистые выделения из носа, возникающие из-за раздражения и воспаления слизистой оболочки носа, вызванных воздействием на организм инфекции, аллергенов, холода, пыли, сильного загрязнения воздуха.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

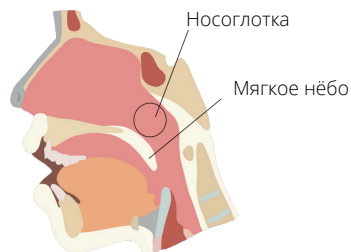
Носоглотка и глотка



Носоглотка соединяет носовую полость и полость глотки. Её просвет прикрывается в момент проглатывания пищи мягким нёбом, чтобы пища не попадала в носовую полость. Носоглотка проводит воздух далее в полость глотки, а глотка в гортань.

Функции носоглотки:

1. Проведение воздуха в глотку.
2. Защита носовой полости от проникновения пищи.

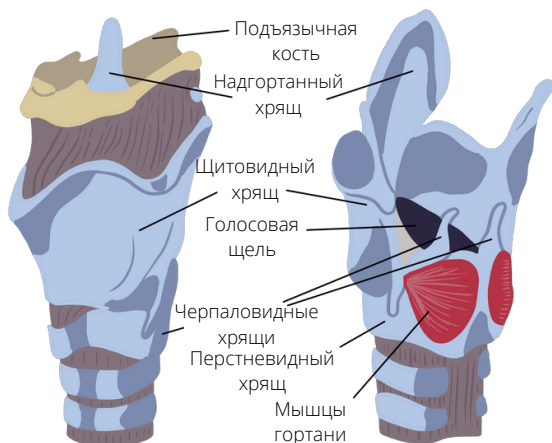


Гортань

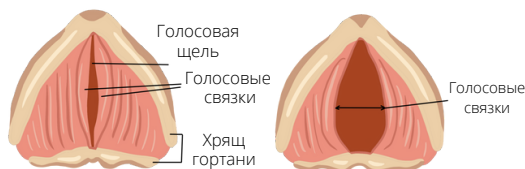


Гортань – это орган воронковидной формы, полностью состоящий из хрящей. Основной хрящ гортани это **щитовидный**, он получил своё название благодаря щитовидной железе, которая располагается поблизости. Сверху гортань прикрыта хрящом – **надгортанником**, который закрывается в момент проглатывания пищи, чтобы пища не попала в нижние дыхательные пути, а поступила в пищевод.

Содержит внутри **голосовую щель с голосовыми связками** (складками), при прохождении воздуха через гортань происходит колебание голосовых связок и формирование голоса.



Голосовые связки натянуты Голосовые связки расслаблены



Функции гортани:

- Проведение воздуха в трахею.
- Участвует в формировании голоса.
- Защищает нижние дыхательные пути от попадания пищи.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



Защитные дыхательные рефлексы - это чихание и кашель. Они имеют важное значение, способствуя удалению из дыхательных путей и полости носа инородных тел.

Кашель - это защитный безусловный рефлекс человека, который позволяет удалять из дыхательных путей посторонние инородные тела: пищу, пыль или продукты самих дыхательных путей, такие как бронхиальный секрет (мокроту). Кашель представляет собой *форсированный выдох* через рот, вызванный сокращениями дыхательной мускулатуры, из-за раздражения рецепторов, расположенных вдоль всего дыхательного пути: в носовой полости, глотке, гортани, трахее, бронхах и т.д.

Чихание - защитный безусловный рефлекс человека и высших животных, обеспечивающий удаление из верхних дыхательных путей пыли, слизи и других раздражающих веществ путём *форсированного выдоха*, после короткого глубокого вдоха.

Чихание преимущественно возникает при раздражении слизистой оболочки полости носа или носоглотки пылевыми агентами (пух, шерсть, пыль и др.), аллергенами и другими раздражающими веществами. Среди аллергенов, чаще всего провоцируют чихание: пыльца, шерсть животных и частички пыли. Чихание также может возникать при инфекционных заболеваниях и заболеваниях верхних дыхательных путей.

Интересный факт!

Почему нельзя болтать во время еды? Потому что еда может попасть вместо пищевода в гортань и нижние дыхательные пути, человек начнёт кашлять, чтобы удалить инородные частицы из дыхательных путей. Это мы и называем "поперхнуться".

Интересный факт!

Кадык или «адамово яблоко» — это выступ на шее человека, образованный углом щитовидного хряща, окружающего гортань. Обычно выражен у мужчин, крайне редко у женщин.



ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Нижние дыхательные пути

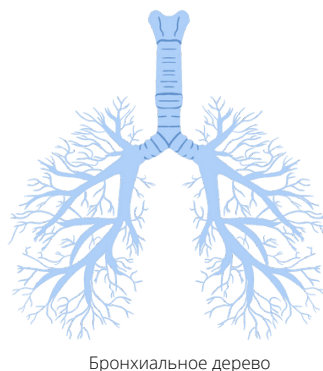
Трахея



Дыхательная трубка, длиной 10-13 см, состоит из хрящевых полуколец. Имеет мягкую заднюю стенку, которой она прилежит к пищеводу. Выстлана внутри мерцательным эпителием, реснички которого выводят пылевые частицы из лёгких в глотку. Разделяется на два бронха: правый и левый. Разветвления бронхов образуют в каждом лёгком **бронхиальное дерево**.

Функции трахеи:

- Проведение воздуха в бронхи и лёгкие.
- Очищение воздуха от пылевых частиц и микроорганизмов.
- Способствует свободному продвижению пищи по пищеводу, который находится позади трахеи.



Бронхи и бронхиолы



Трахея делится на *правый и левый* бронхи, состоящие из хрящевых колец, которые ветвятся на мелкие бронхи – *бронхиолы*, а бронхиолы ветвятся на *альвеолярные ходы*, а они в свою очередь на дыхательные пузырьки – *альвеолы*. Таким образом, бронхи, разветвляясь в лёгких, образуют в каждом из лёгких **"бронхиальное дерево"**.

Функции бронхов:

- Проведение воздуха далее в альвеолы лёгких.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Лёгкие

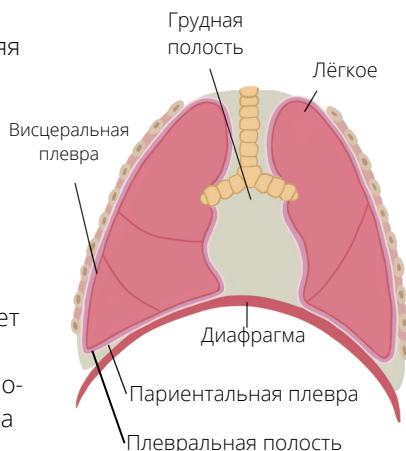


Лёгкие – главный орган дыхательной системы человека. Человек имеет два лёгкого: правое и левое, **состоящие из долей**: правое из трёх долей (верхняя, средняя, нижняя), а левое из двух (верхняя и нижняя).

Лёгкие находятся в грудной полости. Легкие покрыты листком висцеральной плевры, а грудная полость изнутри выстлана париетальной плеврой. Между двумя листками плевры находится плевральная полость.

Плевра – тонкий листок соединительной ткани, выстилающий лёгкие и грудную полость, выполняет защитную функцию.

Грудная и брюшная полости разделены сухожильно-мышечной перегородкой – **диафрагмой**. Диафрагма участвует в акте вдоха и выдоха.



Функции лёгких:

1. Основная функция лёгких – газообмен: насыщение крови O_2 и выведение CO_2 из организма.
2. Лёгкие участвуют в терморегуляции, в теплообразовании и теплоотдаче.
3. Защитная или иммунная функция: в них вырабатываются антитела, осуществляется фагоцитоз, вырабатывается лизоцим, иммуноглобулины.
4. Выделительная функция: выделяют CO_2 и другие газообразные соединения.
5. Вырабатывают биологически активные вещества: гистамин, серотонин и др.
6. Фильтрационная функция - очищение крови от мелких тромбов и других частиц.
7. Участвуют в испарении H_2O из организма.
8. Поддержание кислотно-щелочного равновесия организма.

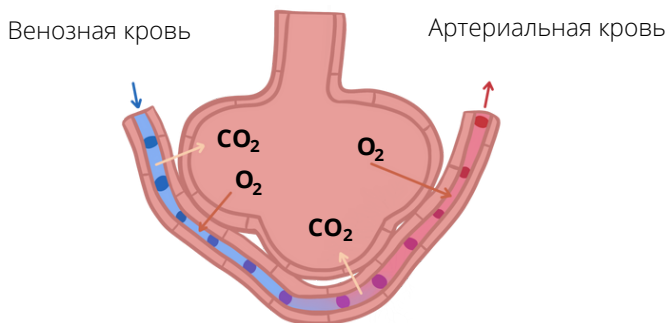
Газообмен в альвеолах

Газообмен осуществляется между капиллярами и альвеолами лёгких. Происходит *простая диффузия* – обмен газами между воздухом, поступившим в альвеолы при вдохе и **венозной кровью**, поступившей к лёгким.

К лёгким по сосудам доставляется венозная кровь, насыщенная CO_2 - углекислым газом. А в альвеолу тем временем поступает O_2 - кислород, который мы вдыхаем в процессе вдоха.

CO_2 просачивается в альвеолу, а O_2 просачивается в кровь (газы поступают из зоны с большей концентрацией в зону с меньшей концентрацией). Кровь, насыщаясь кислородом, превращается из **венозной** в артериальную и доставляет O_2 к органам и тканям. А CO_2 , поступивший в альвеолу, затем удаляется из лёгких при выдохе.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА



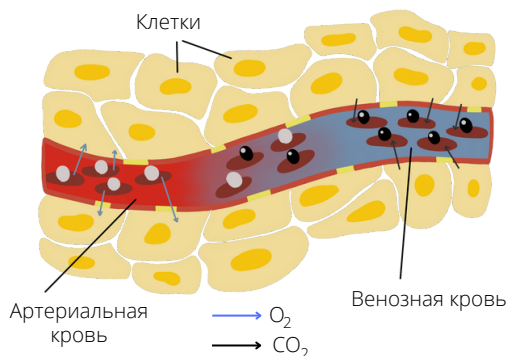
Тканевое или клеточное дыхание

Артериальная кровь транспортирует O_2 и доставляет его к тканям и органам. Ткани и органы выделяют в кровь основной продукт обмена веществ - углекислый газ (CO_2). Снова происходит диффузия – обмен газами из-за разности концентрации веществ.

Кислород поступает из крови в клетки тканей и органов, а углекислый газ поступает из клеток в кровоток (газы поступают из зоны с большей концентрацией в зону с меньшей концентрацией).

Кровь, насыщаясь CO_2 превращается из артериальной в **венозную** и транспортирует CO_2 к лёгким, где снова повторяется этап газообмена в альвеолах. O_2 поступивший в клетки, используется для обмена веществ. Он участвует в кислородном расщеплении веществ в митохондриях на третьем этапе энергетического обмена.

То есть кислород нужен нашим клеткам для того, чтобы извлекать энергию АТФ при расщеплении веществ, поступающих в наш организм.



Запомни!

Дыхание – это не просто вдыхание O_2 и выдыхание CO_2 . В научном понимании дыхание – расщепление веществ в наших клетках при участии кислорода, с получением энергии АТФ при этом. Не было бы кислорода – митохондрии не смогли бы генерировать для нас энергию. И мы бы просто не выжили и нескольких минут.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Вдох и Выдох

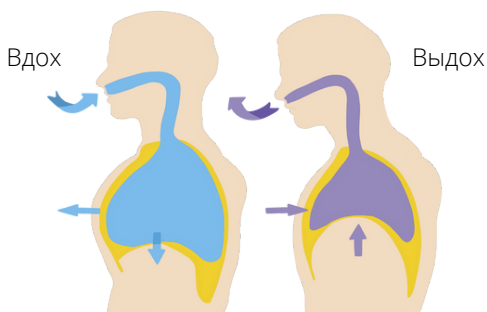
Этапы вдоха:

- Возбуждение дыхательного центра.
- Наружные межреберные мышцы сокращаются.
- Ребра поднимаются.
- Диафрагма уплощается и грудина выдвигается вперед.
- Объем грудной полости увеличивается.
- Объем легких увеличивается (давление ниже атмосферного).
- Вдох.

Этапы выдоха:

- Возбуждение дыхательного центра.
- Наружные межреберные мышцы расслабляются.
- Ребра опускаются.
- Диафрагма и грудина возвращаются в исходное положение.
- Объем грудной полости уменьшается.
- Объем легких уменьшается (давление в них становится выше атмосферного).
- Выдох.

При глубоком дыхании в дыхательных движениях участвуют также внутренние межреберные мышцы, мышцы брюшной стенки, все мышцы грудной клетки и др.



Регуляция работы дыхательной системы

Нервная регуляция:

- Главный дыхательный центр, управляющий работой дыхательной системы находится в продолговатом мозге. Он обеспечивает непроизвольную регуляцию дыхания.
- Кора головного мозга. Обеспечивает произвольную регуляцию и сознательную задержку дыхания.

Гуморальная регуляция:

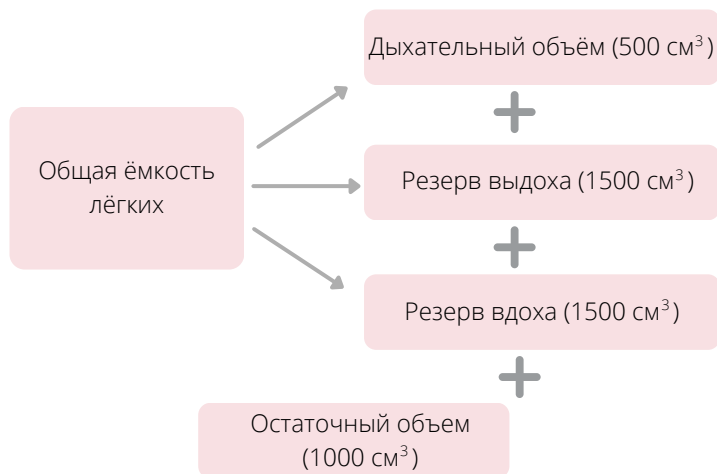
- Повышение CO_2 в крови ведёт к возбуждению дыхательного центра. Происходит учащение и углубление дыхания.
- Снижение CO_2 в крови приводит к торможению дыхательного центра. Дыхание становится редким и более поверхностным.

ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ)

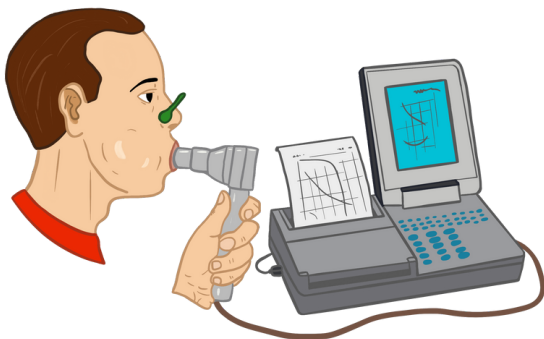


Жизненная ёмкость лёгких (ЖЕЛ) – объем воздуха, который исследуемый может выдохнуть при максимальном выдохе после максимально глубокого вдоха. Жизненная емкость легких позволяет косвенно оценить величину площади дыхательной поверхности легких.



Жизненная ёмкость лёгких зависит от *пола, возраста, размеров тела и тренированности организма*. У женщин ЖЕЛ составляет от $2500\text{--}3500 \text{ см}^3$, у мужчин $3500\text{--}4500 \text{ см}^3$. Под влиянием тренировок ЖЕЛ возрастает, у тренированных спортсменов она достигает 6000 см^3 и более. Чем больше ЖЕЛ, тем больше воздуха поступает в легкие и кислорода – в кровеносную систему, что очень важно для клеток тканей во время занятий спортом.

Жизненную ёмкость лёгких можно измерить при помощи прибора **спирометра**, а метод измерения называется спирометрией.



ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Нарушения в работе дыхательной системы

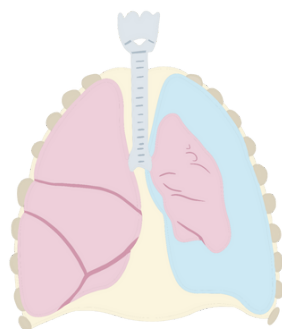
Пневмоторакс

В норме давление в плевральной полости отрицательное, оно обеспечивает растяжение лёгких. Однако при ранениях грудной клетки целостность плевральной полости может нарушаться: в таком случае давление в полости становится равным атмосферному.

Нарушение целостности плевральной полости называют – **пневмоторакс**. При наступлении пневмоторакса легкие спадаются и перестают участвовать в дыхании.

Помощь при пневмотораксе:

При отсутствии в ране инородного предмета прижать ладонь к ране и закрыть в нее доступ воздуха. Закрывать рану воздухонепроницаемым материалом (скотчем, целлофаном), герметизировав её, зафиксировать материал повязкой или пластырем. Придать пострадавшему положение "полусидя". Приложить холод к ране, подложив тканевую прокладку. Позвонить в скорую помощь и отправить пострадавшего в больницу. При наличии в ране инородного предмета не пытаться извлечь его из раны самостоятельно!



Горная болезнь

Альпинисты и любители горных походов часто сталкиваются с *горной болезнью*. Это состояние возникает из-за того, что при подъёме на высоту парциальное давление кислорода падает, и его концентрация в крови не соответствует потребностям организма - она ниже, чем должна быть.

Симптомы: быстрое сердцебиение – тахикардия, апатия, мышечная слабость, судороги и головная боль.

Поэтому при подготовке к восхождению начинающим альпинистам рекомендуются регулярные **аэробные тренировки**. В результате аэробных тренировок повышается количество эритроцитов и кровь может переносить больше кислорода. Укрепляется сердечная мышца, улучшается циркуляция крови по организму, кровообращение становится более эффективным.



ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Нарушения в работе дыхательной системы

Кессонная болезнь

Кессонная болезнь возникает у водолазов и связана с увеличением парциального давления газа - азота, которое возникает при погружении под воду. *Чем глубже водолаз опускается, тем больше становится растворенного в крови азота.* В чём же опасность того, что азот растворяется в крови?

При резком быстром подъёме растворимость азота в крови понижается, и кровь буквально вскипает. В сосудах возникают настоящие пузыри газа. Они могут закупорить сосуды лёгких, сердца, других внутренних органов, в результате чего **кровообращение остановится**, а последствия могут быть вплоть до летального исхода.

Как же предупредить кессонную болезнь?

Необходимо придерживаться правил постепенного подъема с глубины, с остановками, при этом избегая резкого всплытия на поверхность.



ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

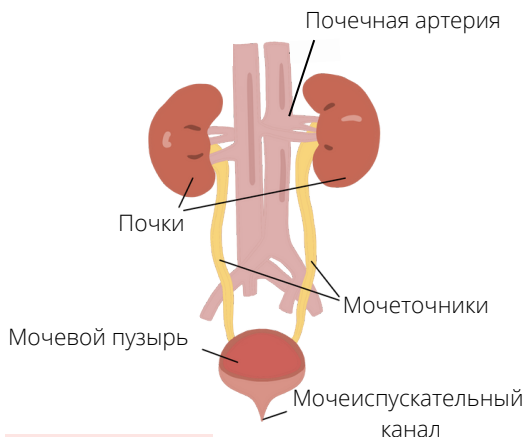
Строение мочевыделительной системы

Мочевыделительная система - это система органов, формирующих, накапливающих и выделяющих мочу у человека. Состоит из парных почек, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала.

В выделении вредных веществ из человеческого организма участвуют:

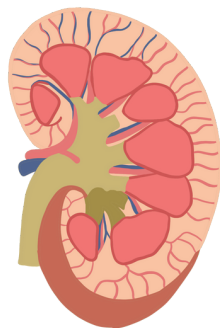
- Лёгкие, которые выводят углекислый газ из организма при выдохе.
- Кожа, которая выводит жидкие продукты обмена веществ через потовые железы.
- Пищеварительная система, которая выводит непереваренные остатки пищи.
- Почки, которые выводят жидкие продукты обмена веществ (мочевую кислоту, аммиак, мочевины).

Главная роль в выделении вредных веществ из нашего организма принадлежит, несомненно, **почкам**.



Функции почек:

1. Выделительная: выведение из организма жидких продуктов азотистого обмена, избытка воды и органических веществ, токсинов и т.д.
2. Регуляция осмотического давления внутренней среды человека.
3. Регуляция объема крови, и за счет этого регуляция кровяного давления.
4. Регуляция pH внутренней среды: поддержание кислотно – щелочного равновесия.
5. Регуляторная: почки выделяют гормон *эритропоэтин*, который стимулирует продукцию эритроцитов костным мозгом (эритропоэз).



ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Строение мочевыделительной системы



Строение почки

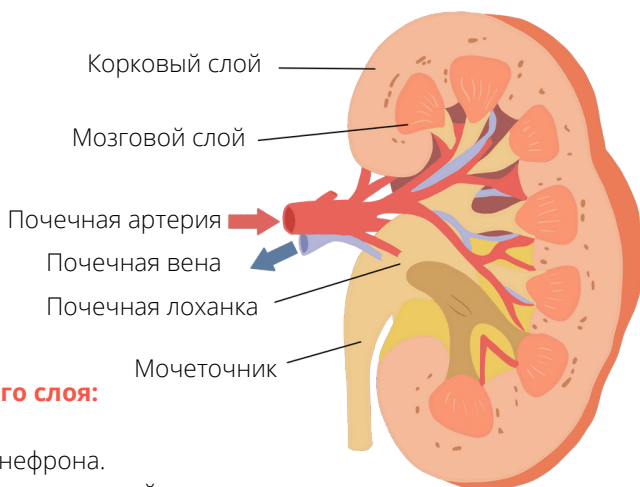
Почки располагаются в забрюшинном пространстве, в поясничной области, по обе стороны от позвоночника.

Почка имеет два слоя – *наружный корковый и внутренний мозговой*, который образован **пирамидками** мозгового слоя. Почки снаружи покрыты соединительнотканной капсулой, которая фиксирует их в забрюшинном пространстве. Мочу в каждой почке собирает резервуар – **почечная лоханка** и направляет её в мочеточник. А мочеточник уже направляет мочу в мочевой пузырь. Моча накапливается в мочевом пузыре, затем дозированно выделяется через мочеиспускательный канал.

Мочеточник – полый трубчатый орган, соединяющий почку с мочевым пузырём, имеет длину 25 – 30 см.

Мочевой пузырь – полый мышечный орган, расположенный в полости малого таза. Его основные функции это: накопление и выведение мочи наружу. Благодаря эластичной структуре своих стенок, мочевой пузырь может растягиваться и вмещать до 400–700 мл мочи.

Артериальную кровь к почке приносит почечная артерия, а венозную забирает почечная вена.



Признаки коркового слоя:

- Содержит почечные капсулы нефрона.
- Здесь происходит образование первичной мочи.
- Здесь происходит фильтрация.

Признаки мозгового слоя:

- Содержит извитые канальцы нефрона.
- Здесь происходит образование вторичной мочи.
- Здесь происходит обратное всасывание (реабсорбция).

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Строение мочевыделительной системы



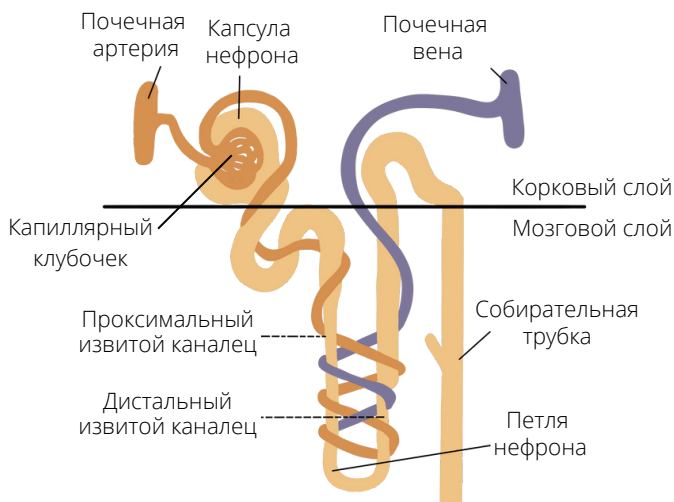
Структурно-функциональная единица строения почки – **нефрон**. Почка состоит из миллионов микроскопических нефронов, в которых происходит образование мочи.

В корковом слое почки находятся **капсулы нефрона**, внутри каждой из которых располагается **капиллярный клубочек**. В мозговом слое находятся **извитые каналцы**. Канальцы собираются вместе в **собираательные трубочки**, впадающие в почечную лоханку.

От капсулы отходит извитой каналец первого порядка (проксимальный извитой каналец). Он выходит в мозговой слой и образует **петлю Генле**. Петля Генле переходит в извитой каналец второго порядка (дистальный извитой каналец), а тот продолжается в собирательную трубку, ведущую к лоханке.

Нефрон состоит из:

- Капсула Шумлянского-Боумена, внутри которой располагается капиллярный клубочек.
- Извитой каналец.
- Петля Генле.
- Собираательная трубка.



Процесс образования мочи состоит из двух этапов:

1. Фильтрация - образование первичной мочи.
2. Обратное всасывание или реабсорбция - образование вторичной мочи.

ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Процесс образования мочи

1 ЭТАП

Фильтрация

Из капиллярного клубочка (мальпигиева) происходит фильтрация жидкой части крови (плазмы) в полость капсулы, т. к. давление в капиллярах выше, чем в полости капсулы, то вещества нагнетаются и просачиваются в её полость.

Сюда фильтруются как продукты обмена веществ (мочевина, мочевая кислота), так и полезные вещества (глюкоза, аминокислоты, витамины).

Не фильтруются в полость капсулы: молекулы белков и форменные элементы крови (эритроциты, тромбоциты, лейкоциты). Наличие их в моче говорит о патологии.

Профильтрованная жидкость называется **первичная моча**. Она содержит в себе и полезные и вредные вещества. Её образуется *150 литров в сутки*. Далее первичная моча поступает в извитой каналец и начинается второй этап образования мочи.

2 ЭТАП

Реабсорбция

Из полости извитого канальца из первичной мочи происходит **обратное всасывание** (реабсорбция) необходимых организму веществ обратно в кровь: глюкозы, витаминов, аминокислот, некоторых солей.

В моче остаются только продукты обмена веществ: мочевина и мочевая кислота.

Оставшаяся жидкость называется **вторичная моча**, она уже не содержит в себе полезных веществ, только вредные. Её образуется 1,5 л в сутки.

Вторичная моча поступает в собирательные трубки, которые открываются в почечные чашки, по которым моча собирается в почечную лоханку.

Лоханка накапливает и затем направляет мочу в мочеточник, а мочеточник в мочевой пузырь. Моча выводится из мочевого пузыря дозированно по мочеиспускательному каналу.

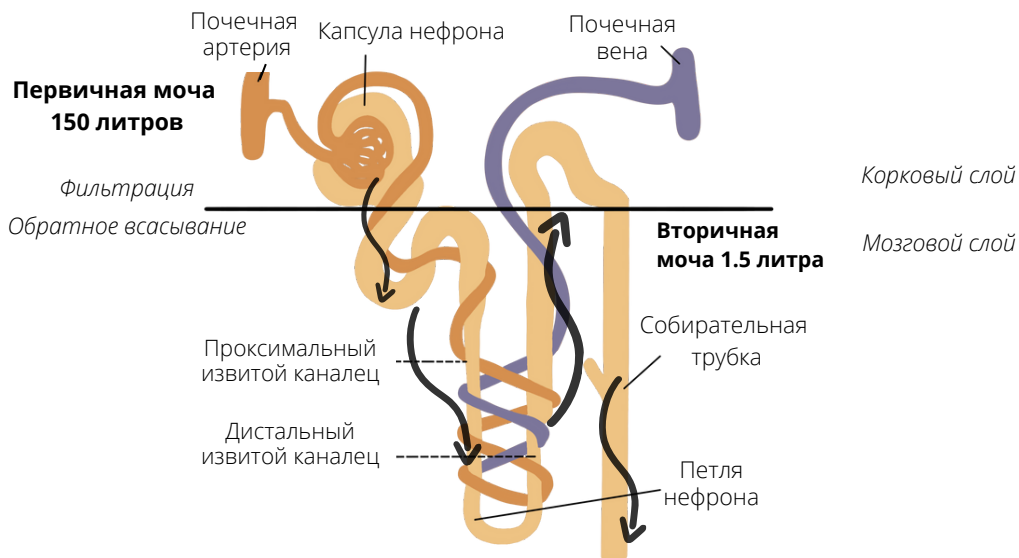
Запомни!

Последовательность образования и движения мочи:



ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Образование и движение мочи по нефрону



Регуляция работы мочевыделительной системы

Нервная регуляция:

Центры произвольной регуляции расположены в коре головного мозга и обеспечивают произвольный контроль выделения мочи.

Центры вегетативной НС в спинном мозге:

- *Симпатическая нервная система* – снижает образование мочи, обеспечивает задержку мочи в организме.
- *Парасимпатическая нервная система* – увеличивает образование мочи, стимулирует опорожнение мочевого пузыря.

Гуморальная регуляция:

- Гормон гипоталамуса – *вазопрессин*. Повышает реабсорбцию воды в почечных канальцах, снижает выделение мочи. Стимулирует центр жажды.
- Гормон надпочечников – *альдостерон*. Повышает реабсорбцию Na и воды в почечных канальцах, стимулирует выведение K.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Пищеварительная система

Пищеварительная система человека – система, которая осуществляет переваривание пищи путём её механической и химической обработки, всасывание продуктов расщепления через слизистую оболочку в кровь и лимфу, а также выведение непереваренных остатков.

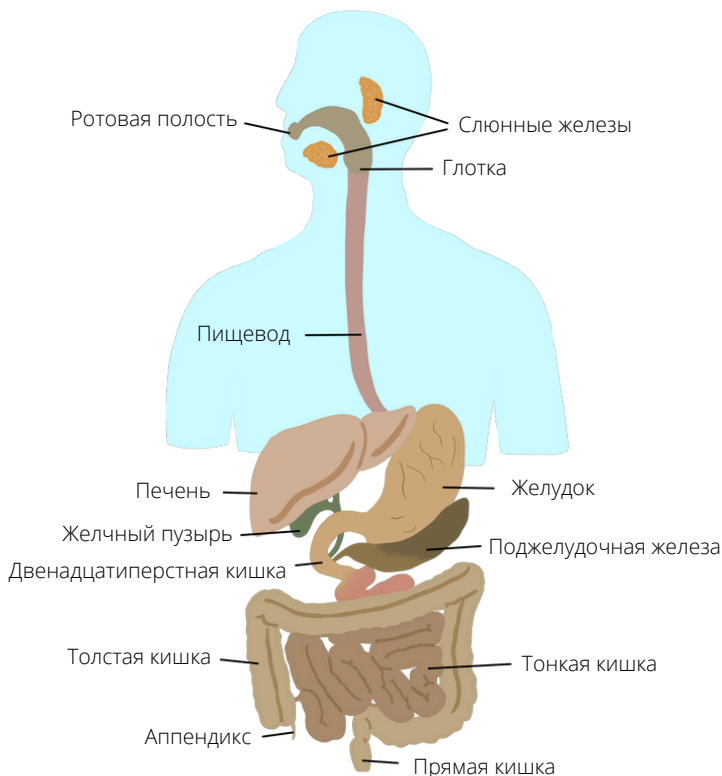
Пищеварительная система состоит из *пищеварительного канала*: рот – глотка – пищевод – желудок – тонкий кишечник – толстый кишечник.

И *пищеварительных желез*: печень, поджелудочная железа, желудочные железы и слюнные железы.

Функции пищеварительной системы:


1. **Механическая или двигательная** функция – механическое измельчение пищи и продвижение пищевого комка по пищеварительному каналу.
2. **Секреторная** функция – образование и секреция пищеварительных ферментов, слюны, желчи в полость пищеварительного канала, что обеспечивает химическое расщепление пищи.
3. **Всасывательная** функция – всасывание переваренных веществ в кровь и лимфу.

Строение пищеварительной системы



ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

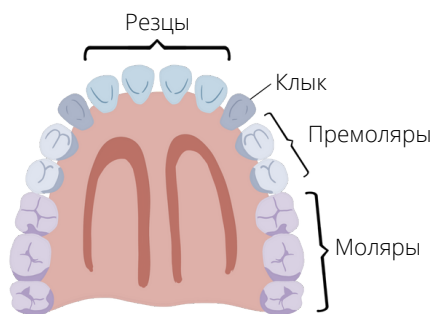
Ротовая полость

 **Ротовая полость** - первый отдел пищеварительного канала. Среда в полости рта *слабощелочная*.

В полости рта происходит **механическое измельчение пищи** с помощью зубов. Зубов у человека 32 штуки, по 16 на верхней и нижней челюсти.

Фронтальные зубы: 4 резца, 2 клыка, которые обеспечивают откусывание пищи.

Жевательные зубы: 4 малых коренных или премоляры, 6 больших коренных или моляры - обеспечивают измельчение пищи.

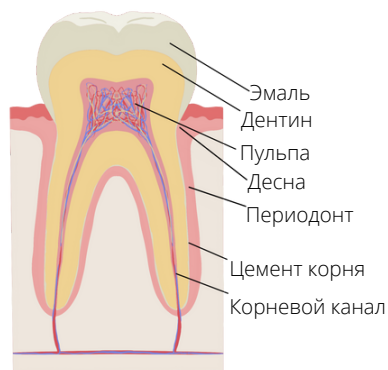


Зубы

Зуб состоит из: **коронки, шейки и корня**.

Каждый зуб расположен в своей альвеолярной лунке в челюстной кости.

Зуб снаружи покрыт **эмалью**, под которой располагается основная масса зуба - **дентин**. Под дентином в полости зуба расположена **пульпа**, которая содержит сосуды и нервы. В корневой части дентин покрыт **цементом**. Зуб надежно фиксируется в альвеолярной лунке благодаря десне, корням и **периодонту**.



Эмаль – наружная оболочка зуба, которая защищает его коронковую часть. Она состоит из минеральных веществ и является самой твердой тканью организма.

Дентин – твердая ткань, которая составляет основную массу зуба и окружает пульпу, обладает меньшим объемом минеральных веществ, чем у эмали. Коронковый дентин покрыт эмалью, а корневой – цементом.

Пульпа - рыхлая волокнистая соединительная ткань, заполняющая полость зуба, с большим количеством нервных окончаний, кровеносных и лимфатических сосудов.

Цемент – это твёрдая минерализованная ткань, покрывающая корень и шейку зуба.

Периодонт - соединительная ткань, находящаяся в щелевидном пространстве между цементом корня зуба и внутренней поверхностью альвеолы. Его задача - удерживать зуб в лунке и одновременно амортизировать нагрузку от жевания.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Далее механически измельченная пища обволакивается слюной и образуется пищевой комок. Слюна секретируется непрерывно тремя парами крупных слюнных желёз: околоушной, поднижнечелюстной и подъязычной. Кроме того, в слизистой оболочке рта имеются многочисленные малые слюнные железы.

Состав слюны: на 98% это вода.

Ферменты **амилаза** и **мальтаза**. Амилаза расщепляет крахмал до мальтозы, мальтаза - мальтозу до глюкозы.

Белок муцин. Он придает слюне вязкость. Способствует смачиванию и обволакиванию, склеиванию пищевого комка.

Лизоцим. Белок, который обладает бактерицидным действием и обеззараживает пищу.

Процессы в полости рта:

- Механическое измельчение пищи.
- Начальное расщепление углеводов.
- Образование пищевого комка.
- Обеззараживание пищи.

Язык

Состоит из поперечно-полосатой мышечной ткани. Покрит слизистой оболочкой, которая образует **сосочки языка**. Внутри сосочков содержатся вкусовые рецепторы. Разделен на **зоны**, каждая зона воспринимает определенный вкус: кончик – сладкое, корень – горькое, боковые поверхности – солёное и кислое.

Когда пищевой комок попадает на корень языка, срабатывает глотательный рефлекс – пища поступает в глотку.

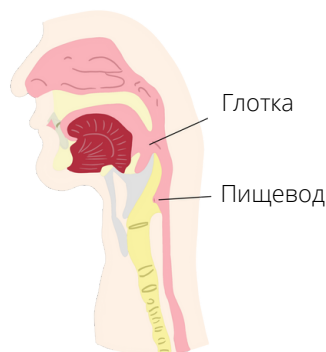
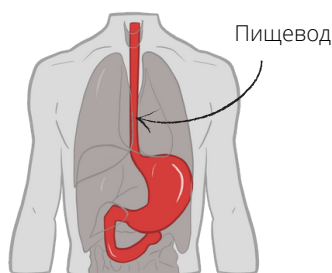


Глотка

Соединяет между собой ротовую полость и пищевод, проводит пищевой комок далее в пищевод.


Пищевод

Представлен трубкой, выстланной слизистой оболочкой. Его мышечные стенки тонически сокращаются, это называется **перистальтика**. Пищевод проводит *пищевой комок в желудок*.



ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Желудок

 **Желудок** - самая широкая часть пищеварительного канала. Располагается слева под диафрагмой.

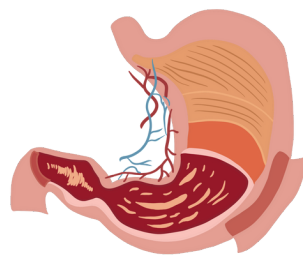
Стенка желудка 3-х слойная:

- Слизистая оболочка, которая образована эпителиальной тканью. Она содержит желудочные железы, которые выделяют **желудочный сок**.
- Гладкая мышечная ткань, которая обеспечивает сокращение стенок желудка.
- Соединительно-тканная стенка.

Желудочные железы *секретируют желудочный сок* в полость желудка.

Состав:

- **Соляная кислота, HCl** – создает кислую среду в желудке, тем самым активирует ферменты желудка и обеззараживает пищу. Ферменты желудочного сока активны *только в кислой* среде.
- Фермент **пепсин** - расщепляет белки до пептидов, которые состоят из нескольких аминокислот.
- Фермент **липаза** обеспечивает гидролиз липидов в желудке.
- **Слизь**, защищающая слизистую желудка от воздействия HCl.



Процессы:

- Начальное расщепление белков под действием пепсина.
- Обеззараживание пищи за счёт соляной кислоты.
- Перемешивание пищи за счет сокращения стенок желудка.

Запомни!

Регуляция выделения желудочного сока происходит так:



- 1) Нервная регуляция: **условные рефлексы** – выделение сока на вид или запах знакомой пищи, мысли о пище, наступление времени приема пищи и т. д.;
- 2) Нервная регуляция: **безусловные рефлексы** – выделение желудочного сока при воздействии пищи на рецепторы ротовой полости (жевание) и рецепторы (во время механического раздражения) стенок желудка.
- 3) **Гуморальная регуляция**: продукты расщепления органических веществ пищи всасываются в кровь и через кровь воздействуют на железы желудка. Также биологически активные вещества: гастрин и ацетилхолин усиливают сокращения и секрецию желудка.

После желудка пища поступает в *тонкий кишечник*.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Тонкий кишечник

Тонкий кишечник - отдел пищеварительного тракта человека, расположенный между желудком и толстой кишкой. Состоит из трёх последовательных отделов:

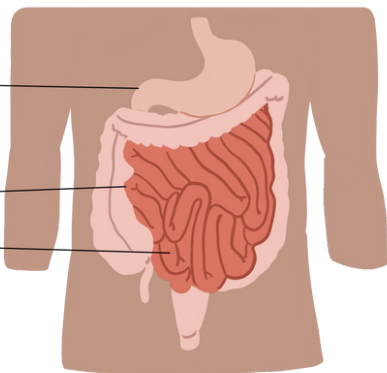
- Двенадцатиперстная кишка.
- Тощая кишка.
- Подвздошная кишка.

Тонкий
кишечник

12-перстная кишка

Тощая кишка

Подвздошная кишка



12-перстная кишка



Двенадцатиперстная кишка - начальный отдел тонкого кишечника, она имеет подковообразную форму. В тонком кишечнике *щелочная среда*, ферменты кишечника активны только в щелочной среде.

В полость двенадцатиперстной кишки открываются проток поджелудочной железы и *общий желчный проток*.

Поджелудочная секретирует в полость 12-перстной кишки ферменты для расщепления классов веществ:

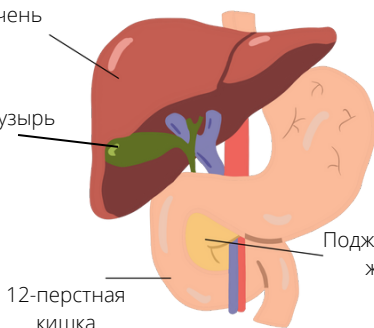
1. **Трипсин** - расщепляет белки
Пептиды → аминокислоты.
2. **Амилаза** - расщепляет углеводы
Углеводы → глюкоза.
3. **Липаза** - расщепляет липиды
Липиды → жирные кислоты + глицерин.
4. **Нуклеаза** - расщепляет нуклеиновые кислоты ДНК и РНК → нуклеотиды.

Печень

Желчный пузырь

Поджелудочная
железа

12-перстная
кишка



Пищеварение в тонкой кишке происходит сначала в её **полости** (полостное пищеварение), а затем в зоне **кишечного эпителия** с помощью ферментов, фиксированных на его микроворсинках и в гликокаликсе (пристеночное пищеварение).

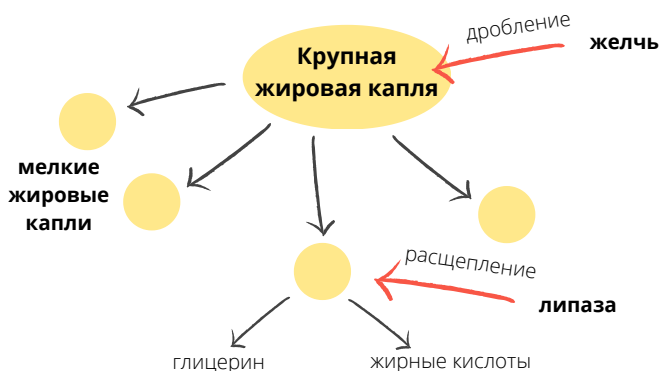
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Слизистая оболочка двенадцатиперстной кишки вырабатывает гормоны **секретин** и **холецистокинин**. Секретин стимулирует секрецию бикарбонатов поджелудочной железой, стимулирует секрецию и выведение желчи печенью. Холецистокинин стимулирует секрецию ферментов поджелудочной железой, тормозит секрецию соляной кислоты в желудке и его моторику, стимулирует моторику желчного пузыря.

Под действием ферментов поджелудочного сока происходит *окончательное расщепление практически всех веществ*, за исключением растительной клетчатки.

Печень секретирует в 12-перстную кишку желчь. **Желчь** – желтовато-зелёная жидкость, которая содержит желчные кислоты. Их основная задача состоит в **дроблении** больших жировых капель до капель в сотни раз меньшего размера – мицелл, которые и будут подвержены действию липаз. Процесс дробления называется **эмульгированием жиров**. Уменьшение размера капель необходимо для значительного увеличения площади поверхности жировых капель, которые будут контактировать с водной средой кишечника, в которой активны ферменты-липазы. Без эмульгирования, большие жировые капли *почти недоступны* для эффективного действия липаз, так как липазы смогут работать только по поверхности таких капель. Липаза химически расщепляет их на глицерин и жирные кислоты.

Не путай понятия «дробление» и «расщепление», **дробление** – разделение крупной капли жира на мелкие капли, **«расщепление»** – расщепление мелких жировых капель до глицерина и жирных кислот.



Запомни!

Желчь **не содержит** ферментов.
Поджелудочный сок **содержит** ферменты.



Печень выделяет **желчь**.
Поджелудочная железа выделяет **поджелудочный сок**.

Желчь отвечает за **дробление жиров**.
Липаза отвечает за химическое **расщепление** жиров.

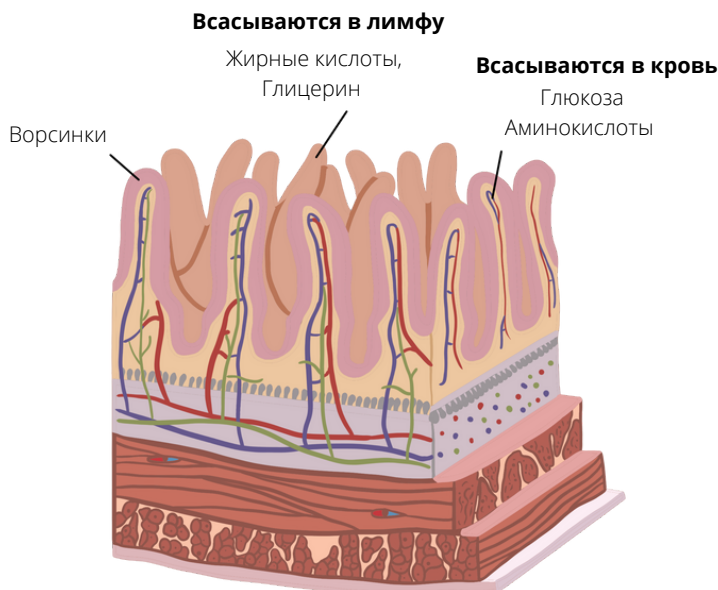
ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Тощая и подвздошная кишка

Имеют **ворсинки**, которые увеличивают площадь всасывания веществ. Через ворсинки происходит всасывание переваренных веществ в кровь и лимфу.

Аминокислоты, нуклеотиды и глюкоза всасываются непосредственно в кровь. Глюкоза транспортируется кровью в печень, где она откладывается в виде запасного углевода **гликогена**.

Жирные кислоты и глицерин всасываются через лимфатические сосуды кишечника в лимфу, затем лимфа возвращает их обратно в кровь.



Толстый кишечник

В толстый кишечник поступают вещества пищи, которые не всасываются в тонком кишечнике, здесь происходит *расщепление некоторых веществ, всасывание воды из пищи и образование каловых масс*. В толстом кишечнике живут **симбиотические бактерии**, которые расщепляют растительную клетчатку – **целлюлозу**, которая не расщепляется в других отделах пищеварительного тракта. Симбиотические бактерии, помимо расщепления клетчатки, участвуют в синтезе витамина К.

После обратного всасывания воды, непереваренные остатки пищи твердеют с образованием каловых масс, которые затем скапливаются в прямой кишке и удаляются через анальное отверстие из организма.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

Толстый кишечник **состоит из:**

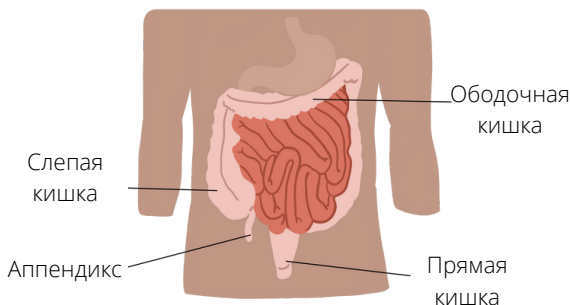
- Слепая кишка с червеобразным отростком – аппендиксом.

Аппендикс - придаток слепой кишки. Является органом иммунной системы человека и потому всегда первым страдает от воспалительных процессов в животе. Воспаление аппендикса называется **аппендицитом**.

- Ободочная кишка.
- Прямая кишка.

Процессы:

1. Обратное всасывание воды.
2. Расщепление растительной клетчатки - **целлюлозы** с помощью симбиотических бактерий.
3. Образование каловых масс.
4. Экскреция каловых масс.
5. Образование витаминов группы В, витамина К.



Пищеварительные железы

Поздравляю! Мы полностью прошли по всему пищеварительному каналу, теперь давай разбираться в пищеварительных железах.



Слюнные железы - экзокринные железы, которые секретируют слюну в полость рта. Выделяют **три пары** крупных слюнных желёз: околоушную, поднижнечелюстную и подъязычную. Помимо них в слизистой оболочке рта имеются многочисленные малые слюнные железы.



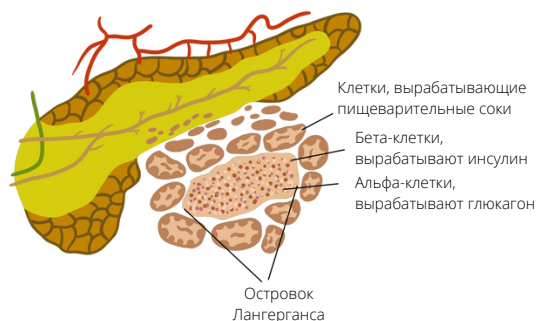
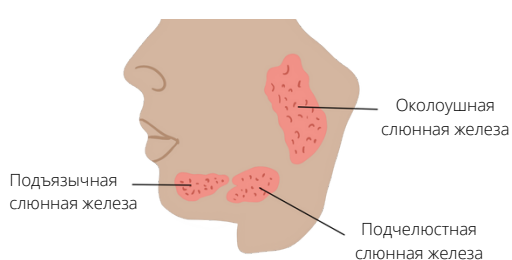
Поджелудочная железа - железа **смешанной** секреции. Она состоит из долек, имеет **выводной проток**. Одни клетки поджелудочной железы секретируют поджелудочный или панкреатический сок, который содержит пищеварительные ферменты, переваривающие вещества в 12-перстной кишке. Это **внешняя секреция** железы.

Другие клетки поджелудочной – **островки Лангерганса** секретируют гормоны: инсулин и глюкагон. Альфа-клетки островков секретируют **глюкагон**. Бета-клетки секретируют **инсулин**. Инсулин – понижает глюкозу в крови, глюкагон – повышает глюкозу в крови. Выделяет гормоны поджелудочная железа непосредственно **прямо в кровь**. Это **внутренняя секреция** железы.

Функции поджелудочной железы:

1. Выделение поджелудочного сока, содержащего ферменты.
2. Окончательное переваривание практически всех веществ в двенадцатиперстной кишке.
3. Выделение гормонов: инсулина и глюкагона.
4. Регуляция уровня глюкозы в крови.

ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

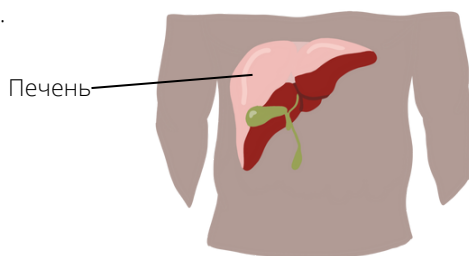


Печень - железа внешней секреции.

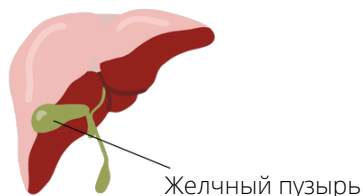
Самая крупная в человеческом организме.

Располагается *справа под диафрагмой*.

Состоит из *левой и правой доли*.



Клетки печени – **гепатоциты** секретируют желчь. Общий печеночный проток собирает желчь от гепатоцитов печени. Желчь накапливается в желчном пузыре, желчный пузырь в свою очередь имеет пузырный проток. Общий печеночный и пузырный протоки объединяются с образованием *общего желчного протока*. Через этот проток желчь поступает в 12-перстную кишку.



Функции печени:

1. Образование и секреция желчи.
2. Барьерная функция – обезвреживает ядовитые вещества - токсины, поступающие или образующиеся в нашем организме: переводит вредные вещества в менее вредные, которые затем выводятся почками.
3. Запасующая функция – в печени глюкоза превращается в запасной углевод гликоген.
4. Обезвреживает продукт метаболизма белков аммиак до мочевины, которая затем выводится из организма почками.
5. Депо крови. Печень способна задерживать большое количество дополнительной резервной крови, используемой в случае острой необходимости другими органами и тканями. Задержка крови в печени обусловлена превышением притока крови над её оттоком.

Функции желчи:

1. Дробление или эмульгирование жиров.
2. Стимулирует перистальтику кишечника, заставляя его стенки интенсивнее сокращаться.
3. Активирует ферменты поджелудочной железы. Ведь только после эмульгирования жиров желчью липаза способна расщеплять жиры химически.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ. ВИТАМИНЫ

Запомни!

Печень - железа

внешней секреции.

Поджелудочная -

смешанной секреции.

Запомни!

Печень **не выделяет** гормоны.

Поджелудочная **выделяет** гормоны инсулин и глюкагон.



Обмен веществ или метаболизм - совокупность химических реакций расщепления и синтеза веществ, сопровождающиеся либо **выделением**, либо **накоплением энергии** и происходящие в живом организме.

Обмен углеводов

1. Конечные продукты обмена – **углекислый газ и вода**.
2. Глюкоза откладывается в печени в виде **гликогена**.
3. Всасываются непосредственно **сразу** в кровь через ворсинки кишечника.
4. При избытке углеводов в организме они откладываются в виде **жиров**.
5. При недостатке в организме могут образовываться **из белков и жиров**.
6. При их расщеплении выделяется **17,5 кдж** энергии.

Обмен жиров

1. Конечные продукты обмена – **углекислый газ и вода**.
2. Всасываются **в лимфу** через лимфатические капилляры кишечника.
3. При избытке жиры откладываются в организме в виде **жиров**.
4. При недостатке в организме могут образовываться **из белков и углеводов**.
5. При их расщеплении выделяется **38,9 кдж** энергии.

Обмен белков

1. Конечные продукты обмена – **углекислый газ, вода и аммиак**.
2. Аммиак обезвреживается печенью до мочевины.
3. Всасываются непосредственно сразу в кровь через ворсинки кишечника.
4. При избытке в организме откладываются в виде **жиров**.
5. При недостатке не могут образовываться из **углеводов и жиров**, белки могут образовываться *только из других белков* (т.к. жиры и углеводы не содержат в составе азота).
6. При их расщеплении выделяется **17,5 кдж** энергии.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ. ВИТАМИНЫ

Запомни!

Взаимное превращение веществ в организме:

Жиры превращаются в углеводы.

Углеводы превращаются в жиры.

Белки превращаются в жиры.

Белки превращаются в углеводы.

Но! Жиры **не превращаются** в белки.

Углеводы **не превращаются** в белки.

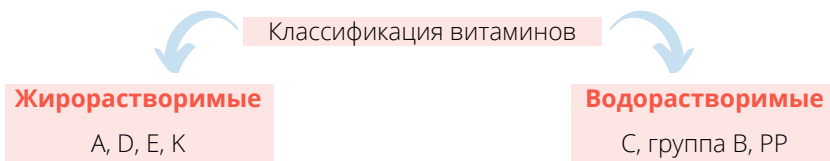
Белки всегда образуются только из других белков !



Витамины



Витамины - биологически активные вещества, поступающие в организм человека с пищей. Необходимы в минимальных количествах для нормального функционирования организма и поддержания обмена веществ.



Водорастворимые витамины хорошо растворяются в воде и транспортируются плазмой крови. При их избытке они свободно выводятся почками и удаляются с мочой.

Жирорастворимые витамины не выводятся так же легко и могут накапливаться в организме (печени и жировой ткани), вызывая симптомы гипervитаминоза.

Функции витаминов:

1. Коферменты, участвуют в образовании ферментов.
2. Стимулируют рост и развитие организма.
3. Повышают устойчивость организма к различным инфекциям и заболеваниям.
4. Повышают умственную и физическую работоспособность.

Гиповитаминоз - недостаток витамина в организме.

Полиавитаминоз - отсутствие нескольких витаминов в организме.

Гипервитаминоз - избыток витамина в организме.

Авитаминоз - отсутствие какого-либо витамина или нескольких витаминов (полиавитаминоз) в организме.

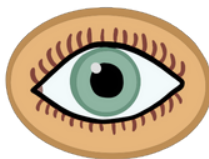
ОБМЕН ВЕЩЕСТВ. ВИТАМИНЫ

Витамин А (Ретинол) — необходим для нормального роста и развития организма. Участвует в образовании в сетчатке глаз зрительных пигментов, влияет на состояние кожных покровов, слизистых оболочек, обеспечивая их защиту. Влияет на деление, рост и дифференцировку клеток.

Дефицит Витамина А вызывает патологическое изменение кожи – сухость, дерматиты. Так же нарушается сумеречное зрение, человек плохо видит в темноте – развивается заболевание *куриная слепота*.

Содержится в
каротине
моркови

А



Уже темно
Я ничего не вижу!

Я тоже



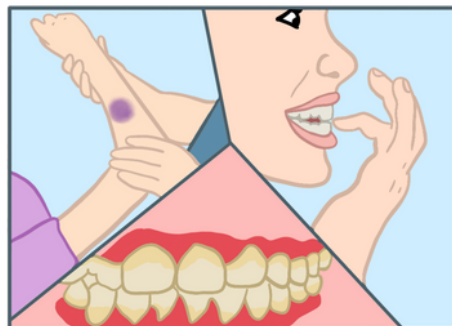
Курицы не видят в темноте,
отсюда пошло выражение
«куриная слепота»

Витамин С (аскорбиновая кислота) – повышает иммунитет, влияет на состояние проницаемости стенок сосудов, регенерацию и заживление тканей, влияет на структуру зубов.

При дефиците витамина С развивается заболевание *Цинга*.

Цинга проявляется выпадением зубов, кровоточивостью дёсен, подкожными кровоизлияниями, снижением иммунитета.

С



ОБМЕН ВЕЩЕСТВ. ВИТАМИНЫ

Интересный факт!

Первые подробные описания болезни приходятся на начало 13 века, на время крестовых походов. Особенно часто цинга поражала моряков, отправляющихся в длительное плавание. Отсюда пошло выражение «*болезнь моряков*».

Так, например, из 160 человек, отправившихся вместе с Васко да Гама в 1495г. искать морской путь в Индию, погибло более 100. Питание на кораблях было крайне скудное, в основном солонина и рыба.

Свежие овощи, фрукты и зелень в плавании считались роскошью. Недостаток витаминов, прежде всего витамина С, и приводил к таким печальным последствиям. Вспышки наблюдались в Ост-Индии, в Калифорнии (среди золотодобытчиков), в Австралии (среди исследователей, отправлявшихся вглубь континента).



Витамин D (Калициферол) - регулирует минеральный обмен, поступление кальция и фосфора в костную ткань. **Укрепляет кости.**

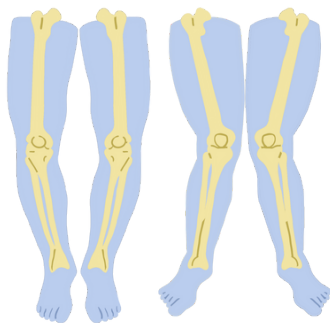
При *дефиците* витамина D развивается заболевание *рахит*. Происходит нарушение минерализации костей – нарушается поступление кальция и фосфора в кости и процесс костеобразования.

Кости становятся гибкими, что ведёт к деформации костей скелета.

D



Образуется в коже под действием УФ-лучей



Рахит

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ. ВИТАМИНЫ

Витамин В1 регулирует работу пищеварительной системы и центральной нервной системы (ЦНС), регулирует обмен углеводов, работу мышц.

При дефиците витамина В1 развивается заболевание *бери-бери*. Развиваются нарушения работы нервной системы, атрофия мышц, паралич конечностей, нарушение работы ЖКТ.



В₁

Витамин К - его основная функция заключается в **обеспечении нормальной свертываемости крови**. Наш организм нуждается в витамине К для выработки *протромбина* - белка и фактора свертывания крови. Витамин К участвует в формировании и укреплении костной ткани за счёт регуляции кальциевого обмена в организме. Также он участвует в поддержании функции кровеносных сосудов, улучшая их эластичность.

Недостаток витамина К проявляется кровоточивостью слизистых, образованием гематом, носовыми кровотечениями.

К

Витамин РР (никотиновая кислота) – принимает участие во многих **окислительно-восстановительных реакциях** в нашем организме, в процессах энергетического обмена. Также участвует в образовании ферментов, в обмене жиров и углеводов.

При недостатке витамина развивается заболевание *пеллагра*. С этим связано и название «витамин РР» — от начальных букв двух латинских слов «preventive pellagra», или «предупреждающий пеллагру».

Пеллагра характеризуется тремя основными проявлениями, обозначенными как три «Д»: **диарея**, т. е. расстройство работы желудочно кишечного тракта; **дерматит**, т. е. поражение кожи, **деменция** — расстройство, связанное с нарушением работы головного мозга.

РР

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Опорно – двигательный аппарат - совокупность костей скелета, их соединений (суставов и сухожилий) и мускулатуры, приводящей в движение весь аппарат.

Опорно – двигательный аппарат

Активная часть

способна к сокращению, движению и представлена мышцами.

Пассивная часть

сама по себе не способна к движению, без участия мышц и это: кости, связки, суставы, хрящи, фасции.



Опорно – двигательный аппарат включает в себя кости, мышцы, связки, хрящи, сухожилия, фасции, суставы.

Функции опорно-двигательной системы:

- Двигательная - обеспечивает передвижение тела в пространстве.
- Защитная - защищает внутренние органы от внешних воздействий.
- Опорная - составляет опору для всего организма, тканей и органов, находящихся в нём.
- Кроветворная - красный костный мозг участвует в образовании новых клеток крови.
- Обменная, минеральная – кости являются источником Ca, P, F и других минеральных веществ.



Строение кости



Кость – основной орган опорно-двигательной системы, в состав которого входит костная ткань, костный мозг, надкостница, нервы, сосуды и суставные хрящи.

Химически кость имеет такой состав:

Химический состав кости

Придают кости упругость

Органические вещества до 30% (белки, липиды, углеводы).

Вода до 10%

Неорганические вещества до 70% (соли Ca, P, K, Na)

Придают кости твердость

Органические и неорганические вещества в совокупности дают *прочность* кости.

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

В состав костной ткани входят:

- **Органические вещества.**

Органическое вещество костной ткани называется **оссеином**. В состав оссеина входят белок (коллаген и др.), небольшая доля липидов и углеводов. **Коллаген** — основной белок костной ткани.

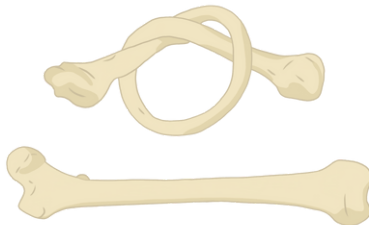
- **Неорганические вещества.**

Неорганические вещества представлены минеральными солями, преобладающим из которых является фосфат кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Неорганические вещества обеспечивают твердость кости. Благодаря им костная ткань выполняет опорную функцию и способна выдерживать значительные нагрузки.

При длительном **прокаливании кости** в огне органические соединения сгорают, остаются только минеральные вещества. При этом изменяются свойства кости, она утрачивает эластичность и становится хрупкой, рассыпается при прикосновении на множество мелких частиц. Это указывает на то, что именно органические вещества придают костям эластичность.

Если же поместить кость **в раствор кислоты** (например, соляной), то минеральные соли костной ткани растворяются и остаются только органические вещества. Кость сохраняют свою форму, но при этом становятся эластичной и гибкой настолько, что её можно даже завязать в узел. Это указывает на то, что именно неорганические вещества придают костям твердость.

кость, утратившая неорганические вещества



В детском возрасте количество органических веществ максимально, кости детей упругие, устойчивы к переломам, однако легко деформируются при чрезмерных нагрузках. С возрастом количество органических веществ уменьшается, а доля минеральных солей увеличивается. Кости приобретают твердость и прочность. У пожилых людей в костях уменьшается доля минеральных веществ, из-за этого кости становятся более хрупкими.

Прочность скелета значительно возрастает благодаря *сложной архитектуре внутреннего строения* костей. Поговорим про строение костной ткани на следующей странице.

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Костная ткань состоит из клеток и хорошо развитого межклеточного вещества. Межклеточное вещество костной ткани содержит коллагеновые волокна, которые пропитаны минеральными солями, главным образом - фосфатом кальция $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$.

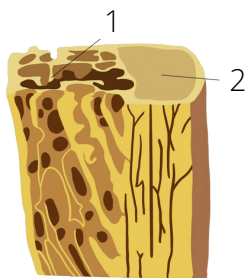
Клеточный компонент костей представлен клетками:

- **Остеобласты** – молодые клетки костной ткани, которые способны к делению. Остеобластов очень много в растущей кости, особенно под надкостницей и в области эпифизарного хряща. У взрослого человека, когда рост костей закончен, эти клетки встречаются только в участках восстановления костной ткани, например, при переломах.
- **Остеоциты** - зрелые клетки костной ткани.
- **Остеокласты** - клетки, разрушающие старые и поврежденные костные клетки. Они выделяют ферменты, растворяющие коллагеновые волокна и минеральные соли.

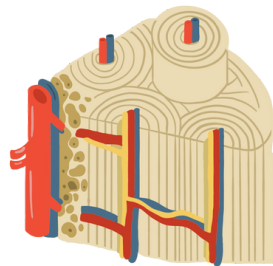
Разрушение (или резорбция) костной ткани - необходимая составная часть перестройки структуры кости, которая происходит в течение всей жизни.

Костная ткань, образующая кость, состоит из губчатого и компактного или плотного вещества. Костные пластинки в губчатом веществе расположены рыхло, имеют полости, поэтому и получило название **губчатое**. Губчатое вещество образует внутренние части губчатых и плоских костей, эпифизы трубчатых костей, внутренний слой диафиза. Содержит орган кроветворения - красный костный мозг.

Костные пластинки в компактном веществе расположены плотно, близко друг к другу, отсюда и название **плотное**. Компактное вещество образует поверхности плоских и губчатых костей, поверхностный слой эпифиза и основную часть диафиза.



1. Губчатое вещество
2. Компактное вещество



Остеон и Гаверсов канал

Структурной единицей компактного вещества является **остеон**. В Гаверсовом канале, расположенном в центре остеона, проходят кровеносные сосуды - источник питания для костной ткани. По краям канала лежат юные клетки, остеобласты. Вокруг канала лежат соединенные друг с другом остеоциты, образующие пластинки.

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Снаружи кость покрыта тонким слоем соединительной ткани - **надкостницей**. Надкостница содержит сосуды, от которых отходят многочисленные ветви, которые направляются внутрь кости и питают ее.

Функции надкостницы:

- Трофическая: содержит сосуды, которые прободают кость и разветвляются в ней, обеспечивая питание.
- Обеспечивает рост кости в толщину.
- Регенерация кости после повреждения или перелома.

Анатомически кость состоит из нескольких частей, рассмотрим на примере бедренной кости.

Диафиз, или **тело кости** - трубчатая средняя часть из компактного вещества; внутри содержится костномозговая полость с жёлтым костным мозгом.

Эпифизы - утолщенные конечные отделы кости, заполненные губчатым веществом с красным костным мозгом; снаружи они покрыты хрящом.

Метафизы - участки между диафизом и эпифизом: в детском возрасте состоят из хряща; позже хрящ замещается костью.

Между эпифизом и метафизом расположена **эпифизарная пластинка** (хрящевая пластинка роста).

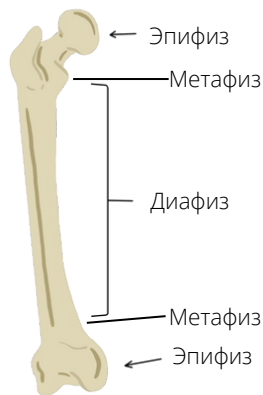
Рост костей

Кость растет в ширину за счет деления клеток надкостницы, в длину - за счет деления клеток эпифизарной пластинки или хрящевой пластинки роста.

Эпифизарная пластинка или **хрящевая пластинка роста** — слой гиалинового хряща между эпифизом и метафизом трубчатых костей. Эпифизарная пластинка развита у детей и подростков; во взрослом возрасте она замещается **эпифизарной линией** — рост организма прекращается.

Эпифизарная пластинка участвует в росте костей в длину. Хрящевые клетки пластинки активно делятся путем митоза.

На месте старой хрящевой ткани остеобласты формируют новую костную ткань. В конце полового созревания вся хрящевая ткань постепенно замещается костной, за исключением тонкой эпифизарной линии между эпифизом и метафизом.



ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Костный мозг

Различают два вида костного мозга:

- **Красный костный мозг** находится в губчатом веществе эпифизов длинных трубчатых костей и в губчатом веществе позвонков. Функция: образование клеток крови.
- **Жёлтый костный мозг** заполняет костномозговые полости диафизов длинных (трубчатых) костей. В жёлтом костном мозгу преобладает жировая ткань. Функция: запасающая, питательная.



Признак	Красный костный мозг	Желтый костный мозг
Место расположения	Губчатое вещество эпифизов	Полость диафиза кости
Функция	Кроветворная функция	Запасающая
Ткань	Ретикулярная	Жировая

Интересный факт!

Самая длинная кость в нашем организме – бедренная.

Интересный факт!

Жировая ткань у нас находится и запасается не только в подкожно-жировой клетчатке, но ещё и внутри костей. Поэтому фраза «я не пухлый, у меня просто кость широкая» уже не прокатит.

Классификация костей

Трубчатые

– представляют собой крупные рычаги, которые образуют конечности.

Длинные: плечевая, локтевая и лучевая, бедренная, малая и большая берцовые
Короткие: фаланги пальцев, кости пясти, кости плюсны.

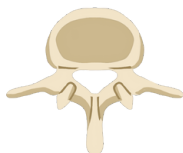


Смешанные:

позвонки, ключицы.



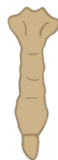
Ключица



Позвонки

Плоские:

лопатка, кости черепа, кости таза, грудина, рёбра.



Грудина



Лопатка



Рёбра

Губчатые:

кости запястья, кости предплюсны.



Кости запястья



Кости предплюсны

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Классификация соединений костей

Неподвижное – кости не движутся относительно друг друга, соединены неподвижно. Такое соединение достигается либо с помощью *вколачивания* одной кости в другую – швы. Так соединены кости черепа. Так же кости могут срастаться за счёт *сращения*. Так соединены тазовые кости, крестец, копчик.

Примеры: кости черепа, кости таза, крестец, копчик.



Кости таза



Крестец
и копчик

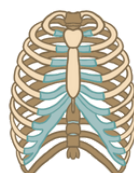


Кости
черепа

Полуподвижное, полусустав – соединение с помощью хрящей, обеспечивается относительная подвижность костей относительно друг друга.

Так соединены позвонки, между ними расположены хрящи – межпозвоночные диски, которые обеспечивают *полуподвижность*. Также соединение рёбер с грудиной с помощью хрящей, соединение лобковых костей между собой с помощью хрящей.

Примеры: позвонки, рёбра и грудина, лобковые кости.



Грудина и рёбра



Позвонки

Подвижное соединение, сустав

Сустав - подвижное соединение костей скелета. Каждый сустав образован суставными поверхностями эпифизов костей, покрытыми гиалиновым хрящом, суставной полостью, содержащей небольшое количество синовиальной жидкости, суставной сумкой и синовиальной оболочкой.

Суставная головка и суставная впадина - эпифизы костей, образующих сустав.



Тазобедренный
сустав

Суставные хрящи - гиалиновые хрящи, выстилающие суставные поверхности костей и уменьшающие силу трения.

Суставная капсула - соединительнотканная оболочка, защищающая сустав.



Плечевой сустав

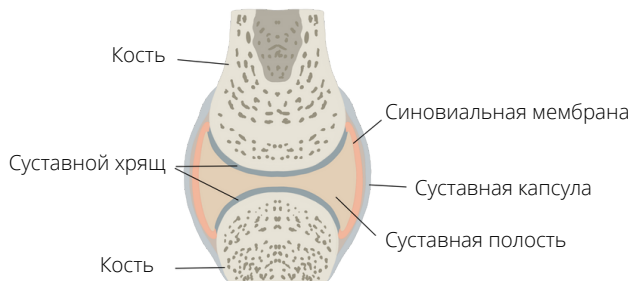
Синовиальная оболочка - оболочка, выстилающая суставную капсулу и образующая синовиальную (суставную) жидкость.

Синовиальная жидкость - жидкость, заполняющая полость сустава и уменьшающая силу трения.

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Суставные связки - прочные, плотные образования, которые укрепляют соединения между костями и ограничивают амплитуду движения в суставах. Связки располагаются на внешней стороне суставной капсулы.

Примеры: плечевой сустав, тазобедренный, локтевой, лучезапястный, коленный, голеностопный, суставы фаланг пальцев.



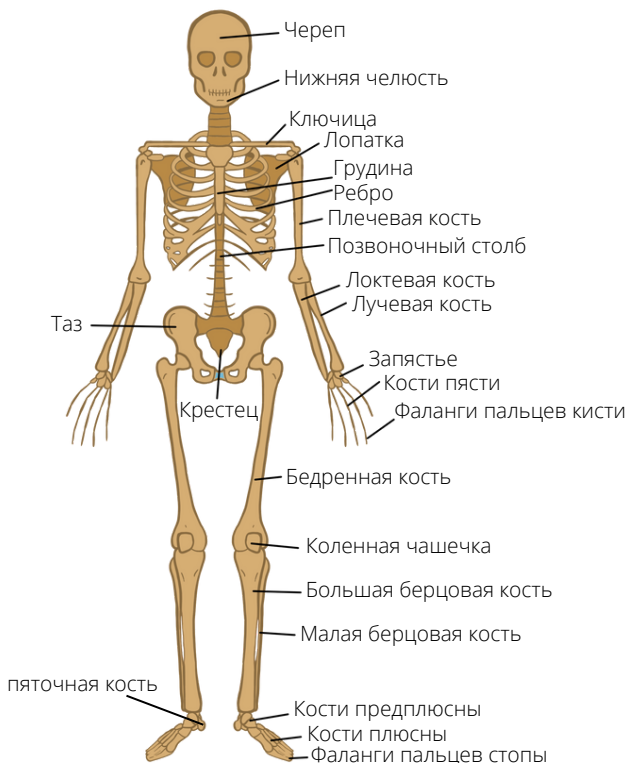
Интересный факт!

Самый подвижный сустав в нашем организме это *плечевой*.

Строение скелета



В составе скелета взрослого человека около 205—207 костей, из них 32—34 непарные, остальные парные. 23 кости образуют череп, 32-34 позвоночный столб, 25 ребра и грудину, 64 скелет верхних конечностей, 62 скелет нижних конечностей.



ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

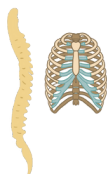
Скелет человека состоит из четырёх основных отделов.

Отделы скелета

Скелет головы
или череп



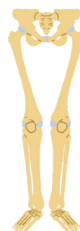
Скелет
туловища



Скелет
верхних
конечностей



Скелет
нижних
конечностей



Череп



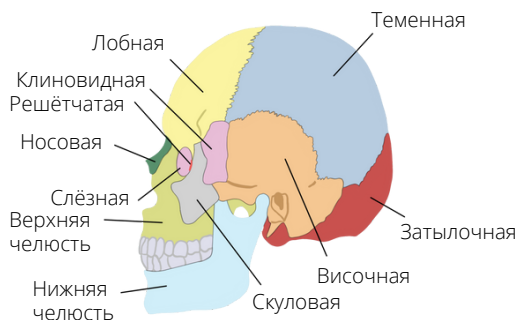
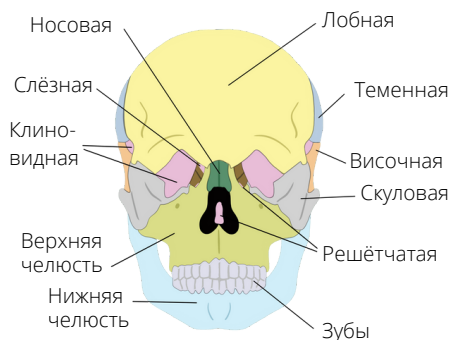
Череп состоит из двух отделов: *мозгового и лицевого отделов*.

Мозговой отдел преобладает над лицевым.

Все кости соединены **неподвижно** с помощью швов, единственная подвижная кость в черепе – **нижняя челюсть**. Она соединена с черепом с помощью височно-нижнечелюстного сустава.

Запомни!

Лобная кость относится к *мозговому отделу* черепа, а не к *лицевому*!



Лицевой отдел образован костями:

Парные: скуловая, слезная, носовая, нёбная, верхнечелюстная.

Непарные: нижняя челюсть.

Мозговой отдел образован костями:

Парные: теменная, височная.

Непарные: затылочная, лобная, клиновидная.

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Скелет туловища



Скелет туловища состоит из позвоночника и грудной клетки.

Грудная клетка образована грудиной и 12-ю парами ребер. Рёбра с грудиной соединяются полуподвижно с помощью хрящей.

Истинные рёбра: 1-7 пара соединены с помощью хрящей с грудиной.

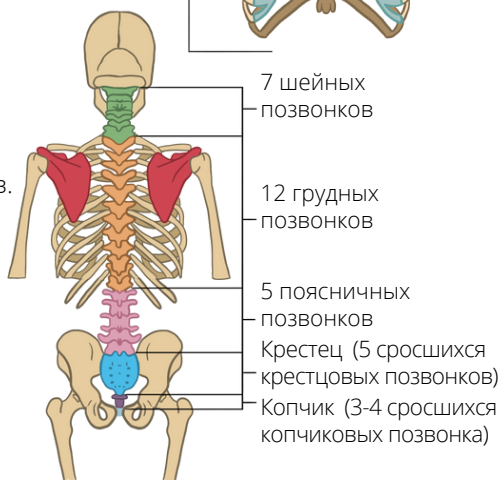
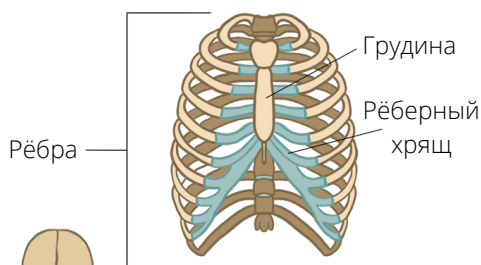
Ложные рёбра: не соединены с грудиной, 8-10 пара соединены с предыдущими ребрами с помощью хрящей.

Колеблющиеся рёбра: 11-12 пара ребер расположены свободно, не связаны с остальными рёбрами и грудиной.

Позвоночник состоит из 33-34 позвонков.

Отделы позвоночника:

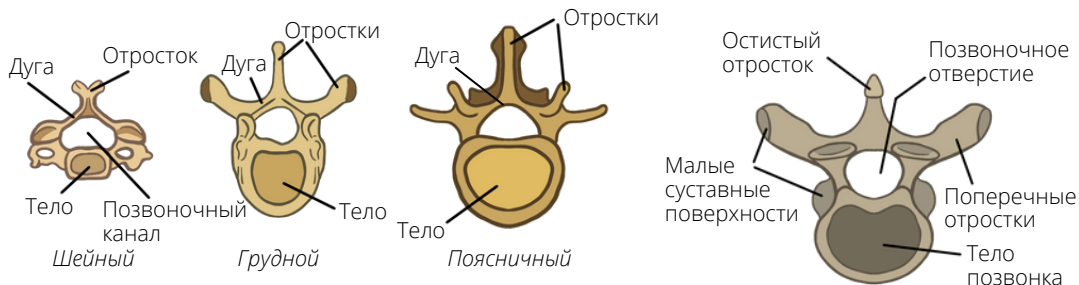
1. Шейный – 7 позвонков
2. Грудной – 12 позвонков
3. Поясничный – 5 позвонков
4. Крестцовый – 5 позвонков
5. Копчиковый – 4-5 позвонков



Шейный, грудной и поясничный отделы соединены друг с другом *полуподвижно* с помощью межпозвоночных дисков. Крестцовый и копчиковый соединены с помощью *сращения*, поэтому соединены неподвижно.

Каждый позвонок имеет в своём составе дугу, тело и отростки. Внутри позвонка располагается позвоночное отверстие, которое образует позвоночный канал, в котором расположен спинной мозг.

С каждым отделом тела позвонки становятся мощнее и больше, т.к. испытывают **БОЛЬШУЮ** нагрузку, чем предыдущие отделы.



ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Скелет верхних конечностей

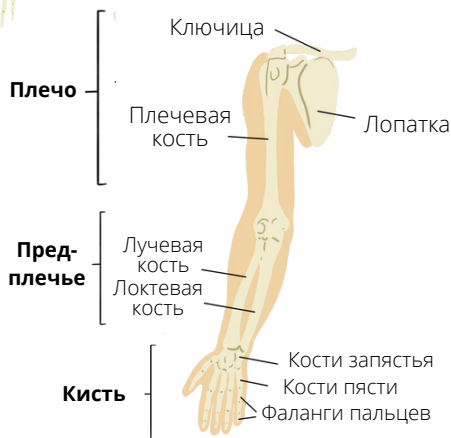
Свободная верхняя конечность



Свободная верхняя конечность состоит из:

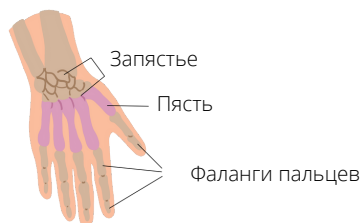
Плечо. Плечо образовано длинной трубчатой плечевой костью.

Предплечье. Предплечье образовано двумя длинными трубчатыми костями: локтевой и лучевой.

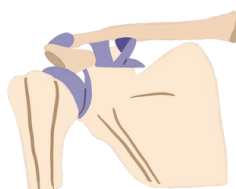


Кисть. Состоит из трёх частей:

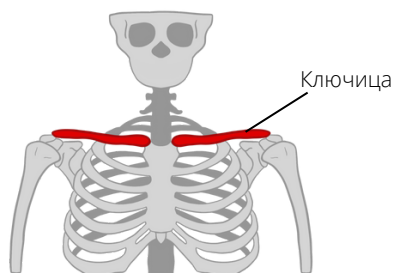
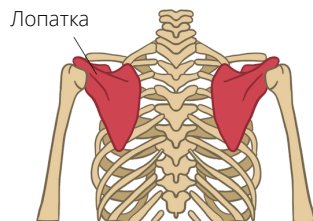
- **Запястье**, образовано губчатыми мелкими костями.
- **Пясть**, образована короткими трубчатыми костями.
- **Фаланги пальцев**, образованы короткими трубчатыми костями.



Пояс верхних конечностей



Пояс верхних конечностей состоит из парных лопаток и парных ключиц.



Функции пояса:

- Обеспечивает прикрепление верхних конечностей к туловищу и разнообразные движения верхней конечности.

Запомни!

Плечевая кость и предплечье соединены локтевым суставом, а предплечье и кисть соединены лучезапястным суставом.



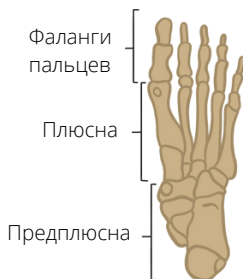
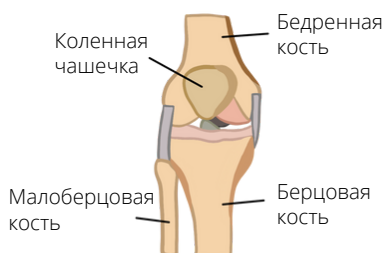
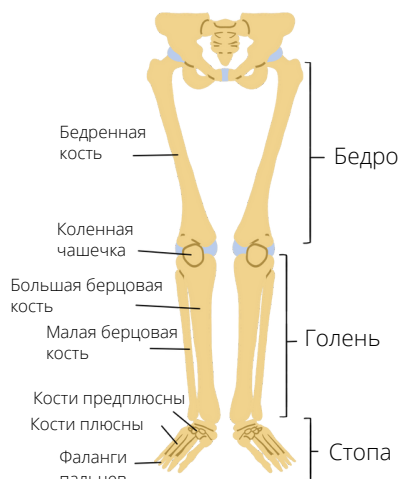
ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Скелет нижних конечностей

Свободная нижняя конечность

Свободная нижняя конечность состоит из:

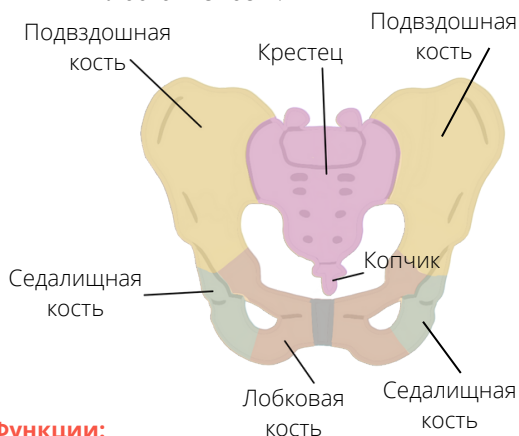
- **Бедро.** Бедро образовано длинной трубчатой костью - бедренной.
- **Голень.** Голень образована двумя длинными трубчатыми костями - малой берцовой и большой берцовой.
- **Стопа.** Стопа состоит из:
 1. Предплюсна, образована мелкими губчатыми костями.
 2. Плюсна, образована короткими трубчатыми костями.
 3. Фаланги пальцев, образованы мелкими трубчатыми костями.
 4. Пяточная кость.



Пояс нижних конечностей

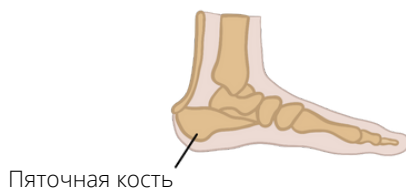
Пояс нижних конечностей (таз) состоит из двух тазовых костей, каждая из которых образована тремя сросшимися костями:

- Седалищные кости.
- Подвздошные кости.
- Лобковые кости.



Функции:

- Обеспечивает прикрепление нижних конечностей к туловищу и разнообразные движения нижних конечностей.



Запомни!

Бедренная кость соединена с поясом с помощью тазобедренного сустава, бедро и голень соединены коленным суставом, а голень и стопа соединены голеностопным суставом. Коленный сустав закрыт костью надколенником или коленной чашечкой.

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Нарушения работы опорно-двигательной системы

Вывих

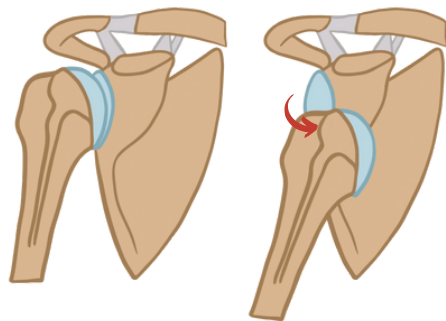
В норме кости могут смещаться относительно друг друга в суставе, однако при травме, слишком резком и сильном движении это смещение может быть слишком сильным: в результате нарушается соприкосновение суставных поверхностей. В таком случае говорят о возникновении вывиха.



Вывих - смещение суставных концов костей, как с нарушением целостности суставной капсулы, так и без нарушения.

Первая помощь при вывихах:

Иммобилизировать (обездвижить) поврежденную конечность с помощью шин. Приложить холод на область поражения, дать обезболивающее. Доставить пострадавшего к врачу или вызвать скорую помощь.



Сустав в норме

Вывих сустава



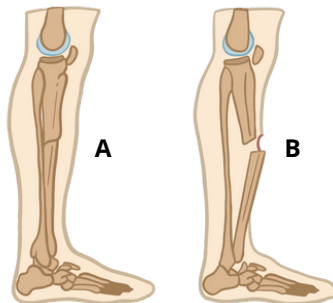
Переломы костей

Перелом кости - частичное или полное нарушение целостности кости, возникающее в результате нагрузки превышающей прочность травмированного участка.

Переломы подразделяются на:

A. *Закрытые* - перелом без повреждения кожных покровов над ним.

B. *Открытые* - над переломом локализуется рана, проникающая или непроникающая до костных отломков.



Первая помощь при переломах:

При наличии кровотечения - его нужно остановить, наложив жгут. В случае повреждения кожных покровов - наложить асептическую повязку, используя бинт или чистую ткань. Иммобилизовать (обездвижить) поврежденную конечность специальными шинами. Доставить пострадавшего к врачу или вызвать скорую медицинскую помощь.

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Нарушения работы опорно-двигательной системы

Плоскостопие

Наиболее часто при слабости мышц голени и стопы, связочного аппарата, изменяется форма стопы, опускается ее поперечный и продольный свод: такое заболевание называется **плоскостопием**.

Причины плоскостопия: неправильная обувь, избыточный вес, длительное хождение или стояние (чрезмерно повышенная или пониженная нагрузка), врожденная аномалия.



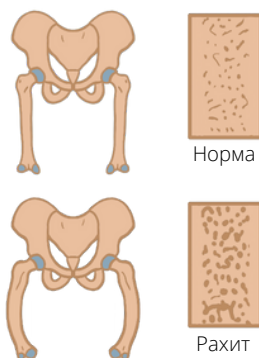
Лечение: физические упражнения, ортопедические стельки – супинаторы.

Рахит



Рахит – заболевание детей грудного и раннего возраста, связанное с нарушением минерализации костей, что ведёт к их деформации.

Причины рахита: недостаточное получение витамина D с пищей, недостаточное нахождение на солнце, недоношенность ребенка.

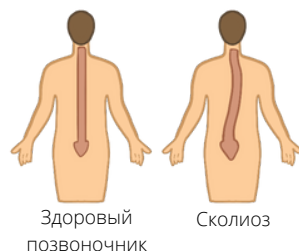


Сколиоз



Сколиоз – заболевание, связанное с искривлением позвоночника.

Причины сколиоза: неправильная осанка, ношение тяжестей с перевесом в одну сторону, гиподинамия и слабость мышечного аппарата, возрастные изменения и различные травмы.

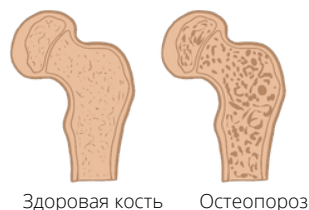


Кифозом именуется изгиб позвоночника, обращенный выпуклостью назад. **Лордозом** – изгиб позвоночника, обращенный выпуклостью вперед.

Остеопороз




Остеопороз – заболевание, сопровождающееся снижением плотности и прочности костей, что приводит к высокому риску переломов даже при минимальной травме, такой, как падение с высоты собственного роста или поднятие груза весом около 10 килограммов.



ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Мышцы

 **Мышца** – орган, состоящий из мышечной ткани, соединительной ткани, кровеносных сосудов и нервов, выполняющий функцию сокращения. Мышцы образуют активную часть скелета человека, потому что именно их сокращение обеспечивает движение костей, суставов и всего остального.

Мышцы скелета образованы поперечно – полосатой скелетной мышечной тканью, которую мы можем произвольно и быстро сокращать.

Мышцы состоят из головки, брюшка и хвоста.

Головка – от неё мышца берёт начало. **Брюшко** – это самая широкая и основная часть мышцы. **Хвост** – это конец мышцы. Мышцы прикрепляются к костям с помощью **сухожилий**.

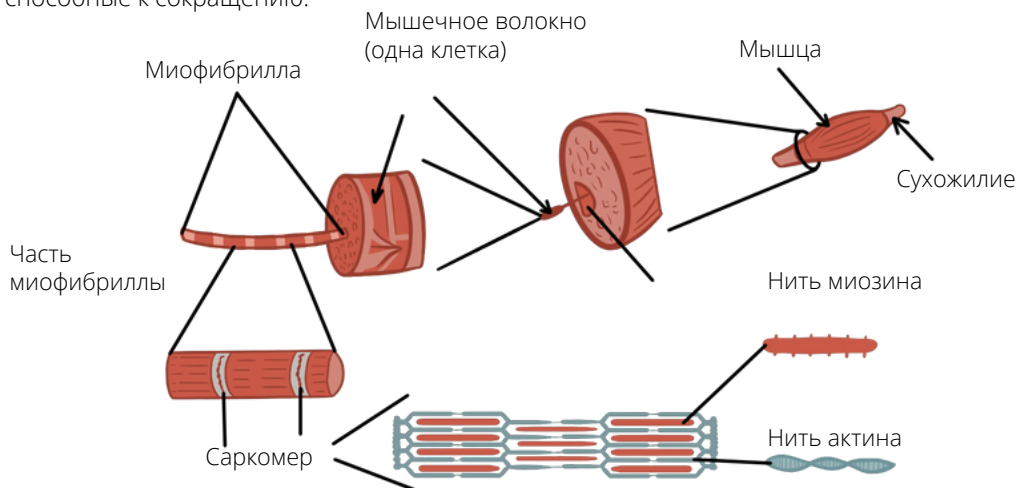
Мышцы состоят из мышечных волокон.

Мышечное волокно имеет вид многоядерной клетки, эта многоядерная клетка находится в оболочке, называемой сарколеммой, которая в свою очередь наполнена саркоплазмой, а уже в саркоплазме находятся миофибриллы.

Миофибрилла представляет собой нитевидное образование, которое состоит из саркомеров.

Саркомеры – составные компоненты миофибрилл, формируются толстыми миозиновыми нитями и тонкими актиновыми нитями. Остановимся на них более детально.

Актин и миозин – мышечные белки, структурные компоненты миофибрилл, способные к сокращению.



ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Классификация мышц

По функциям:

- Мышцы сгибатели – мышцы, сгибающие части тела.
- Мышцы разгибатели – мышцы, разгибающие части тела.
- Мышцы вращатели – мышцы, вращающие части тела.
- Отводящие мышцы – мышцы, отводящие части тела.
- Приводящие мышцы – мышцы, приводящие части тела.
- Мышцы антагонисты.
- Мышцы синергисты.

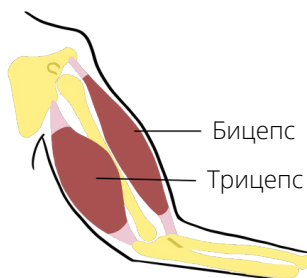
По расположению в организме:

- Мышцы головы (жевательные и мимические).
- Мышцы шеи.
- Мышцы груди.
- Мышцы спины.
- Мышцы живота.
- Мышцы конечностей.

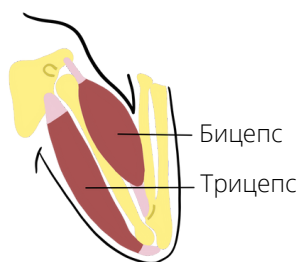
Запомни!

Синергисты – это мышцы со схожей функцией.

Антагонисты – это мышцы с противоположной функцией.



Рука разогнута



Рука согнута

Бицепс

Двуглавая мышца плеча

Имеет две головки

Сгибатель по функции

Рука согнута – сокращен

Рука разогнута – расслаблен

Антагонист трицепса

Трицепс

Трехглавая мышца плеча

Имеет три головки

Разгибатель по функции

Рука согнута – расслаблен

Рука разогнута – сокращен

Антагонист бицепса

ОПОРНО - ДВИГАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Мышцы



Икроножная мышца - это двуглавая мышца на задней поверхности голени человека. Крепится к пяточной кости через толстое ахиллово сухожилие.

Икроножная мышца принимает участие в подошвенном сгибании стопы (во время ходьбы, бега), а также сгибании ноги в коленном суставе.



Работа мышц

В мышцах у человека откладывается **гликоген** - запасное питательное вещество. При физической нагрузке от гликогена отщепляются молекулы глюкозы. На бескислородном этапе глюкоза расщепляется до ПВК с выделением 2 молекул АТФ. ПВК подвергается кислородному окислению до углекислого газа и воды, в ходе этого процесса выделяется 36 молекул АТФ.



Интересный факт!

Почему после тренировки мы чувствуем боль в мышцах?

При физической нагрузке кислород не всегда успевает поступать к мышцам в достаточном количестве, поэтому происходит анаэробный обмен веществ с выделением молочной кислоты. Молочная кислота вызывает болевые ощущения в мышцах и чувство жжения. Со временем молочная кислота подвергается расщеплению до конечных продуктов - CO_2 и H_2O и болевые ощущения исчезают.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Строение нервной системы

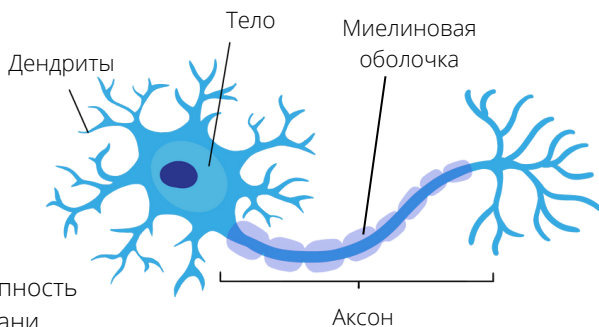
Нервная система - это совокупность взаимодействующих структур в организме человека, объединяющая деятельность всех органов и систем и обеспечивающая функционирование организма как единого целого.

Нервная система воспринимает внешние и внутренние раздражители, анализирует полученную информацию, перерабатывает её и в соответствии с этим, регулирует и координирует функции органов и работу всего организма.

Нейрон – нервная клетка, структурно- функциональная единица нервной системы. Состоит из тела и отростков: короткие отростки – дендриты и длинный отросток – аксон.

Дендриты – короткие и сильно ветвятся, передают сигнал в тело нейрона – центростремительно.

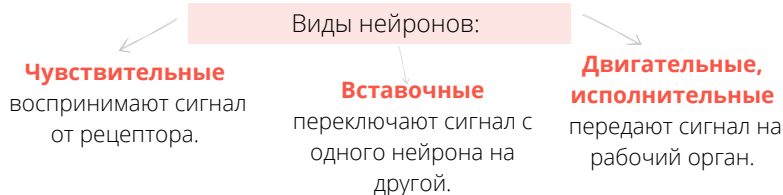
Аксон – длинный, образует нервное волокно, передает сигнал от тела нейрона – центробежно.



Нейроглия, или просто глия - совокупность вспомогательных клеток нервной ткани.

В состав нейроглии входят разные клетки, их в десятки раз больше чем самих нейронов. Нейроны с отростками окружены нейроглией и миелином, которые выполняют по отношению к нейрону следующие функции:

- Опорная - поддерживает нейроны в определенном положении.
- Защитная - изолирует нейроны от тканей внутренней среды организма.
- Трофическая - с помощью нейроглии осуществляется питание нейронов: напрямую с кровью нейроны не контактируют.



Работа нервной системы имеет *рефлекторный* характер.

Рефлекс – ответная реакция организма на внешнее или внутреннее раздражение, осуществляемое с помощью нервной системы.

Рефлекторная дуга – путь, который проходит рефлекс по структурам нервной системы от рецепторов и до рабочего органа.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Строение нервной системы

Структурную основу рефлекторной дуги образуют нейронные цепи, состоящие из чувствительных, вставочных и двигательных нейронов. Именно эти нейроны и их отростки образуют путь, по которому нервные импульсы от рецептора передаются исполнительному органу при осуществлении любого рефлекса. *Рефлекторная дуга состоит из пяти отделов:*

- Рецептор.
- Чувствительный нейрон.
- Вставочный нейрон.
- Двигательный нейрон.
- Эффектор.

Рецепторы воспринимают раздражение и отвечают на него возбуждением.

Чувствительный нейрон передает возбуждение к ЦНС. Тела чувствительных нейронов находятся за пределами центральной нервной системы — в спинномозговых нервных узлах.

Через **вставочный нейрон** в ЦНС происходит переключение возбуждения с чувствительных нейронов на двигательные.

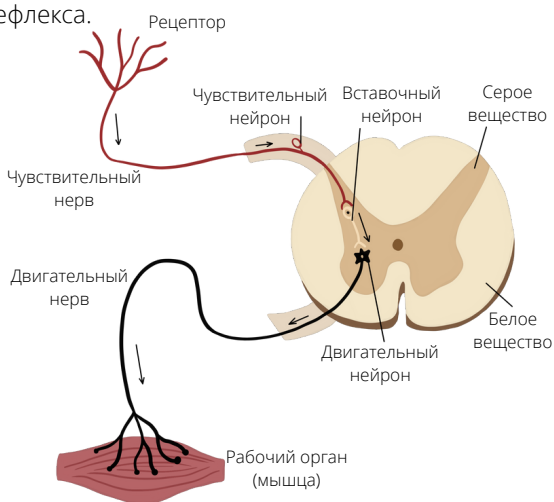
Двигательный нейрон несет возбуждение от ЦНС к рабочему органу.

Эффектор - рабочий орган, который осуществляет эффект, реакцию в ответ на раздражение рецептора. Эффекторами могут быть мышцы, сокращающиеся при поступлении к ним возбуждения из центра, клетки железы, которые выделяют сок под влиянием нервного возбуждения, или другие органы.

Простейшую рефлекторную дугу можно схематически представить как образованную всего двумя нейронами — чувствительным и двигательным, между которыми имеется один синапс. Такую рефлекторную дугу называют **двухнейронной и моносинаптической**. Её примером служит дуга коленного рефлекса.

В большинстве случаев рефлекторные дуги включают не два, а большее число нейронов: чувствительный, вставочный и двигательный нейрон. Такие рефлекторные дуги называют **многонейронными и полисинаптическими**.

Примером полисинаптической рефлекторной дуги является рефлекс отдергивания конечности в ответ на болевое раздражение.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Строение нервной системы



Нервная система состоит из белого и серого вещества.

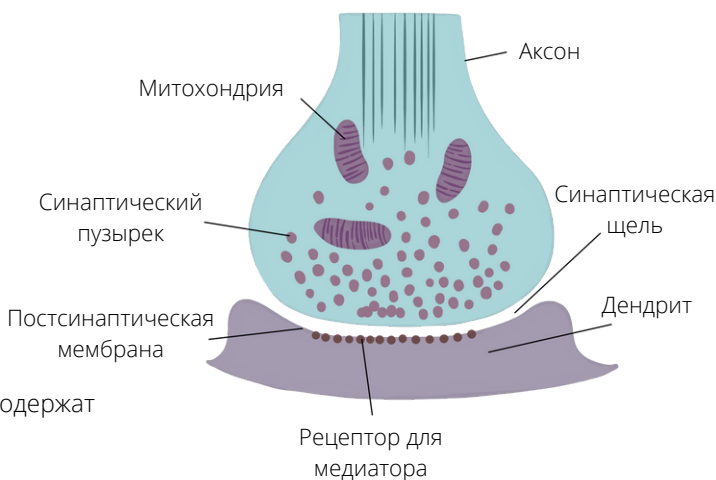
Серое вещество образовано телами нейронов и короткими отростками дендритами.

Белое вещество образовано длинными отростками нейронов аксонами, выполняет проводниковую функцию: обеспечивает передачу импульсов между спинным и головным мозгом.

Контакты между структурами в нервной системе осуществляются за счёт **синапсов**.

Синапс - место контакта между двумя нейронами или между нейроном и получающей сигнал клеткой.

Передача сигнала основана на том, что нейрон, передающий сигнал, содержит в себе *синаптические пузырьки*.



Синаптические пузырьки содержат вещество – **медиатор**.

Медиатор (нейромедиатор) — биологически активное химическое вещество для передачи нервного импульса от одной клетки к другой. Между двумя клетками располагается межсинаптическая щель, в которую и выделяется медиатор.

Принимающая клетка имеет рецепторы к нему, воспринимая сигнал, они либо продолжают, либо тормозят передачу импульса дальше.

Лайфхак!

Нейроны содержат в большом количестве органоид Комплекс Гольджи, так как в нём происходит накопление, упаковка в секреторные пузырьки и выведение медиаторов из клетки.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Классификация нервной системы

Нервная система анатомически делится на центральную и периферическую.

Центральная НС:

- Головной мозг
- Спинной мозг

Периферическая НС:

- Нервы - длинные отростки нейронов - *аксоны*, объединенные вместе и покрытые оболочкой.
- Нервные узлы - скопления тел нейронов.
- Нервные окончания - рецепторы.

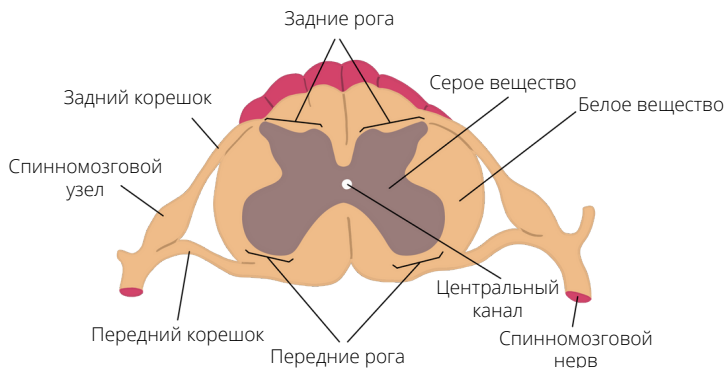
Центральная нервная система (ЦНС)

Спинной мозг – орган центральной нервной системы, расположен в позвоночном канале.

В позвоночном канале вокруг спинного мозга находится *спинномозговая жидкость*. Внутри спинного мозга имеется полость, называемая **центральный канал**, канал также заполнен спинномозговой жидкостью. Она обеспечивает процессы обмена веществ и смягчает механические воздействия при движениях человека.

Спинной мозг начинается от головного мозга на уровне затылочного отверстия черепа и заканчивается в поясничном отделе позвоночника. Ниже в позвоночнике находится так называемый конский хвост, состоящий из пучков нервных волокон.

Длина спинного мозга колеблется от 40 до 45 см, ширина - от 1,0 до 1,5 см, а масса равна в среднем 35 г.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА



Спинальный мозг делится двумя продольными бороздами (передней и задней) на две половины. Центральная часть спинного мозга состоит из **серого вещества**, окружённого **белым веществом**. Серое вещество образовано телами нейронов и дендритами. Белое вещество образовано длинными отростками нейронов - аксонами. В спинном мозге выделяют *передние, задние и средние рога*. Передние рога образованы телами двигательных нейронов. В задних рогах расположены в основном тела вставочных нейронов. Боковые рога образованы телами вставочных нейронов автономной нервной системы.

Задние корешки (чувствительные) имеют утолщения — спинномозговые узлы, в которых находятся тела чувствительных нейронов. По задним корешкам нервный импульс идёт от рецептора к мозгу.

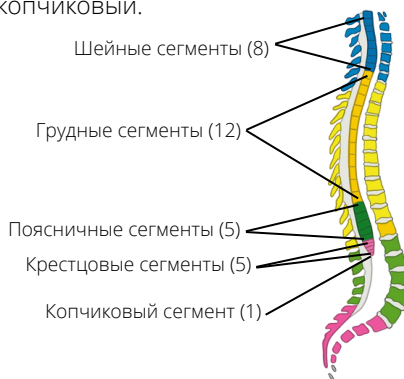
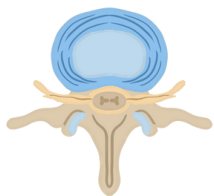
Передние корешки (двигательные) состоят из аксонов двигательных нейронов соматической системы. Здесь могут находиться также аксоны нейронов вегетативной нервной системы. По передним корешкам импульс передаётся от мозга к рабочему органу.

Спинномозговые нервы - тяжи нервных волокон, образовавшиеся по сегментно в результате слияния чувствительных и двигательных корешков спинного мозга.

Сегмент – это отрезок спинного мозга, от которого отходит пара спинномозговых нервов. Всего таких сегментов – 31. Длина спинного мозга меньше длины позвоночника, поэтому порядковый номер сегмента не соответствует порядковым номерам одноимённых позвонков. 31 сегмент спинного мозга делится на: 8 шейных; 12 грудных; 5 поясничных; 5 крестцовых; 1 копчиковый.



Сегмент спинного мозга



Функции спинного мозга:

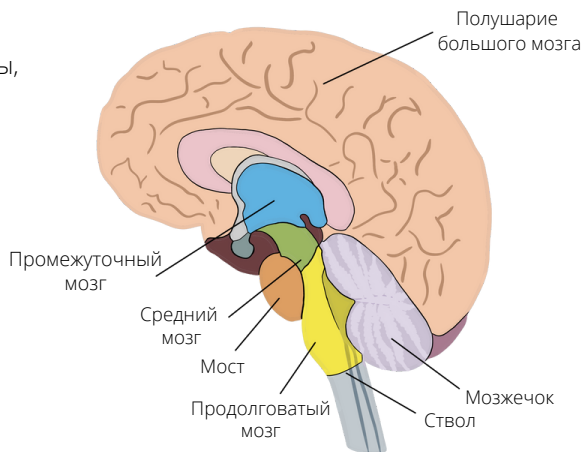
- **Рефлекторная функция** спинного мозга заключается в том, что здесь замыкаются рефлекторные дуги двигательных рефлексов, связанных с работой скелетных мышц, а также дуги многих вегетативных рефлексов.
- **Проводниковая функция** спинного мозга заключается в проведении импульсов от головного мозга к органам и обратно. По восходящим путям в головной мозг поступает информация от рецепторов кожи, мышц, сосудов, различных органов. По нисходящим путям нервные импульсы поступают из головного мозга к двигательным нейронам передних рогов, а от них — к органам.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА



Головной мозг – главный центральный орган нервной системы, располагается внутри черепа. Разделён на три условные части: передний, средний и задний мозг.

- *Задний мозг* включает: продолговатый мозг, мост, мозжечок.
- *Средний мозг* включает: средний мозг.
- *Передний мозг* включает: промежуточный мозг, большие полушария.



Задний мозг

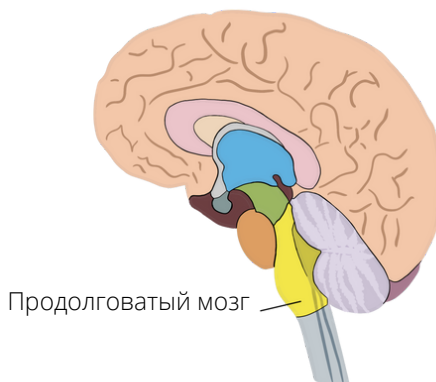
Продолговатый мозг



Продолговатый мозг – часть головного мозга, расположенная между спинным и средним мозгом. Продолговатый мозг начинается от спинного мозга на уровне затылочного отверстия черепа. Содержит центры:

- Дыхательный центр – главный центр, управляющий дыханием.
- Сердечно-сосудистый центр, управляющий работой сердца и сосудов.
- Центры пищевых рефлексов: глотания, слюноотделения, сосания.
- Центры защитных рефлексов: чихания, рвоты, моргания, кашля.

Так же выполняет **проводниковую функцию** – через него проходят восходящие и нисходящие пути, связывающие спинной мозг и вышележащие отделы головного мозга.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Мост

Над продолговатым мозгом располагается *варолиев мост*. Через мост проходят нервные волокна, обеспечивающие связь спинного и продолговатого мозга с корой больших полушарий и средним мозгом.

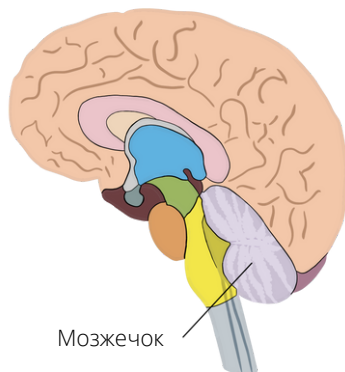
Мозжечок



Мозжечок находится позади продолговатого мозга. Он состоит из двух полушарий, покрытых корой из серого вещества, и червя. Червь образован белым веществом и он соединяет два полушария мозжечка между собой.

В кору мозжечка поступает информация от мышц, сухожилий и двигательных центров коры больших полушарий. Мозжечок контролирует:

- Координацию произвольных движений.
- Сохранение положения тела в пространстве.
- Регуляцию равновесия тела.



Средний мозг

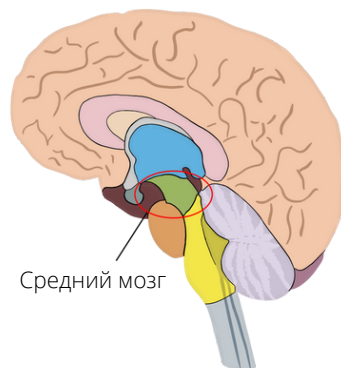


Средний мозг

В белом веществе среднего мозга располагаются ядра, которые регулируют тонус мышц. С участием среднего мозга осуществляются ориентировочные рефлексы на свет и звук. Яркий свет или громкий звук вызывают рефлекторный поворот головы и тела в сторону раздражителя.

В итоге, средний мозг ответственен за:

- Регуляцию тонуса мышц.
- Осуществление ориентировочных рефлексов: поворота головы или туловища на зрительные и звуковые раздражители.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Передний мозг

Промежуточный мозг

Промежуточный мозг состоит из *гипоталамуса* и *таламуса*.

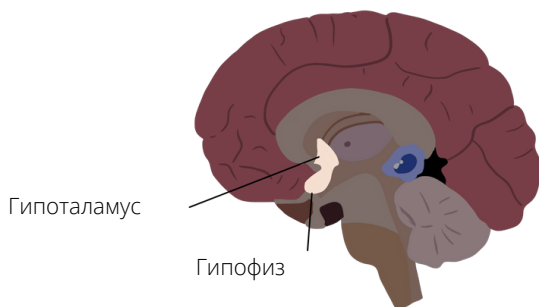
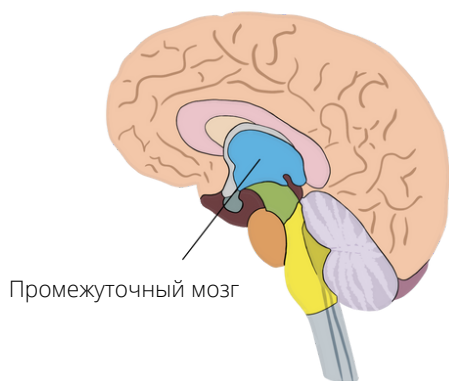
Через **таламус** к чувствительным зонам коры полушарий проходят все нервные импульсы от органов чувств. В этом отделе происходит первичная оценка и обработка полученной информации. Наиболее важная информация поступает из таламуса в соответствующие зоны коры больших полушарий.

Таламус также участвует в формировании эмоций. Над таламусом расположен эпифиз - небольшая эндокринная железа.

Гипоталамус управляет работой вегетативной нервной системы, регулирует обмен веществ, обеспечивает постоянство внутренней среды организма. Гипоталамус связан с гипофизом, через который осуществляется контроль над железами внутренней секреции.

Гипоталамус содержит центры:

- Центр жажды.
- Центр голода и насыщения.
- Центр сна и бодрствования.
- Центр терморегуляции.
- Центр удовольствия.
- Управляет работой гипофиза – главной железы внутренней секреции.
- Управляет работой вегетативной нервной системы: симпатической и парасимпатической НС.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Большие полушария

Состоит из двух полушарий – *правого и левого*, соединенных между собой *мозолистым телом*. Оба полушария покрыты *корой*.

Кора – слой серого вещества толщиной до 5 мм, расположенный по периферии полушарий большого мозга и покрывающий их. Наиболее молодое образование мозга. Кора образует борозды и извилины, что увеличивает её площадь, которая составляет 2000 - 2500 см². В коре насчитывается от 12 до 18 млрд нервных клеток.

Правое (художественное, эмоциональное) полушарие – участвует в распознавании зрительных, музыкальных образов, формы и структуры предметов, абстрактное мышление.

Левое (мыслительное, логическое) полушарие – отвечает за регуляцию речевой деятельности, устной речи, письма, счёта и логического мышления.

Каждое из полушарий разделено на доли, каждая доля отвечает за определенные процессы. Здесь расположены центральные отделы анализаторов, которые отвечают за анализ поступающей от органов чувств информации.

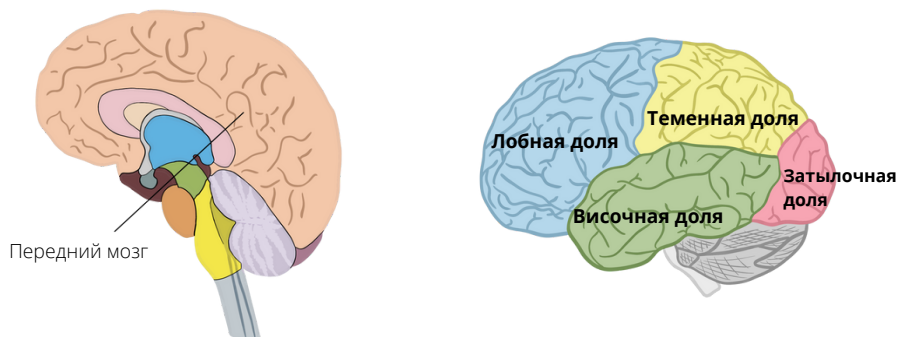
Доли коры больших полушарий:

Лобная доля – отвечает за мотивацию, планирование, поведение человека в различных ситуациях, содержит двигательные центры произвольных движений.

Височная доля – восприятие слуховых, вкусовых и обонятельных ощущений, за восприятие речи и память.

Теменная доля – отвечает за восприятие осязания, тактильную, мышечную и болевую чувствительность.

Затылочная доля – отвечает за переработку зрительной информации, полученной от зрительного анализатора.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Периферическая нервная система



Периферическая нервная система - та часть нервной системы, которая не входит в центральную нервную систему, то есть выходит за пределы головного мозга и спинного мозга.

Периферическая нервная система представлена черепными и спинномозговыми нервами, нервными узлами, нервными сплетениями и нервными окончаниями, расположенными в различных органах и тканях.

То есть основные составные структуры периферической нервной системы это:

- Нервы: 12 пар черепных и 31 пара спинномозговых.
- Нервные узлы (или ганглии) - скопления тел нейронов вне ЦНС.
- Нервные окончания (или рецепторы).

Периферическая нервная система делится на *соматическую* и *вегетативную*.

Соматическая управляет работой скелетных мышц и кожной чувствительностью.

Главный центр – двигательные центры коры *головного мозга* (*лобная доля*).

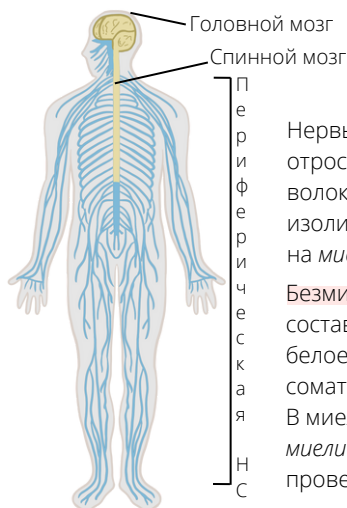
Подконтрольна сознанию, мы можем ей сознательно управлять.

Вегетативная управляет работой внутренних органов и гладкой мускулатурой.

Главный центр – *гипоталамус*.

Не подконтрольна сознанию, не можем ей сознательно управлять.

Вегетативная нервная система делится на симпатическую и парасимпатическую, которые управляют работой внутренних органов.



Нервы состоят из нервных волокон. **Нервные волокна** - длинные отростки нейронов, покрытые глиальными оболочками. По нервным волокнам распространяются нервные импульсы, по каждому волокну изолированно, не заходя на другие. Нервные волокна подразделяются на *миелиновые* и *безмиелиновые*.

Безмиелиновые нервные волокна находятся преимущественно в составе вегетативной нервной системы. **Миелиновые** - образуют белое вещество головного и спинного мозга, нервные волокна соматической нервной системы.

В миелиновых нервных волокнах отростки нейронов покрыты *миелиновой оболочкой*, которая обеспечивает изолированное проведение нервного импульса по нерву.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Все органы в организме имеют двойную иннервацию:

симпатическую и **парасимпатическую**.

Симпатическая нервная система - помогает организму мобилизовать силы, обладает возбуждающим эффектом.

Активируется в состоянии стресса, экстремальных ситуациях. Запускает реакцию "бей или беги".

Эффекты:

- ЧСС повышается.
- Кровяное давление повышается.
- Сосуды сужаются.
- Зрачки расширяются.
- Глюкоза в крови повышается.
- Потребление кислорода организмом повышается.
- Просвет бронхов расширяется.
- Возбудимость НС повышается.
- Перистальтика желудка и кишечника снижается.
- Секреция пищеварительных желез снижается.
- Слюноотделение снижается.
- Потоотделение повышается.
- Обеспечивает удержание мочи.

Парасимпатическая система – активируется в состоянии покоя, отдыха, помогает человеку восстановить энергоресурсы, переварить пищу, выспаться. Обладает тормозящим эффектом.

Эффекты:

- ЧСС снижается.
- Кровяное давление снижается.
- Сосуды расширяются.
- Зрачки сужаются.
- Глюкоза в крови снижается.
- Потребление кислорода организмом снижается.
- Просвет бронхов сужается.
- Возбудимость НС снижается.
- Перистальтика желудка и кишечника повышается.
- Секреция пищеварительных желез повышается.
- Слюноотделение повышается.
- Потоотделение не изменяется.
- Опорожнение мочевого пузыря.

Лайфхак!

Чтобы понять, в каких ситуациях активируется симпатика или парасимпатика, представь ситуацию, что ты убегаешь от собаки и перепрыгнул через забор метровой высоты. Это симпатическая НС помогла тебе мобилизовать силы и сделать это. Представь ситуацию, когда ты поел и ложишься на диван отдохнуть за книжечкой. В этот момент активируется парасимпатическая нервная система.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Вегетативная (автономная) нервная система

Парасимпатический отдел

Сужает зрачок
Стимулирует
слюноотделение
Замедляет
сердечный ритм
Сужает бронхи
Стимулирует
пищеварение
Стимулирует
выработку желчи
Стимулирует
сокращения
кишечника и
желудка



Симпатический отдел

Расширяет зрачок
Замедляет
слюноотделение
Ускоряет
сердечный ритм
Расширяет
бронхи
Подавляет
пищеварение
Стимулирует
выработку адреналина
Подавляет
сокращения
кишечника и
желудка



Опорожнение
мочевого пузыря

Обеспечивает
удержание мочи

Интересный факт!

Откуда пошло выражение «Во рту пересохло»?
Когда человек нервничает, активируется симпатическая нервная система, что снижает слюноотделение и ротовая полость иссушается. И тогда мы говорим: я так нервничал, что у меня во рту пересохло...



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Высшая нервная деятельность и вторая сигнальная система



Высшая нервная деятельность - это совокупность безусловных и условных рефлексов человека, а также высших психических функций, которые обеспечивают приспособление организма к изменяющимся природным и социальным условиям. К высшей нервной деятельности относят логику, речь, память и мышление, письменность, воображение, сознание и др.

Структурную основу высшей нервной деятельности у человека составляет кора больших полушарий вместе с подкорковыми образованиями переднего и промежуточного мозга.

Термин "*высшая нервная деятельность*" ввел в науку И. П. Павлов и создал учение о физиологии высшей нервной деятельности животных и человека.



Первая и вторая сигнальные системы

Первая сигнальная система - это совокупность анализаторов воспринимающих сигналы окружающей среды, которые поступают через органы чувств (ощущение запаха, звука, вкуса, зрительные образы). На их основе формируются чувственные образы окружающего мира.

Вторая сигнальная система - это система, где условным раздражителем выступает слово, речь. Мозг воспринимает и анализирует информацию, поступающую в организм в виде различных символов: слов, знаков, формул.

Слово, по выражению И. П. Павлова, становится *сигналом сигналов*.

Возникает только у человека, в процессе трудовой деятельности и социальной жизни.

Учение о рефлексах

Рефлекс - ответная реакция организма на внешнее или внутреннее раздражение, осуществляемое с помощью нервной системы. Рефлексы делятся на **условные** и **безусловные**.

Безусловные рефлексы - рефлексы, которые передаются по наследству от родителей, не исчезают на протяжении жизни и воспроизводятся из поколения в поколение. Они свойственны всем особям определённого вида, т. е. являются групповыми. У безусловных рефлексов постоянные рефлекторные дуги, центры которых находятся в спинном мозге или в стволе головного мозга.

Признаки безусловных рефлексов:

1. Врожденные.
2. Передаются по наследству.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

3. Сформировались в процессе эволюции.
4. Групповые (проявляются у всех особей вида).
5. Видоспецифичны.
6. Постоянные, не исчезают со временем.
7. Имеют постоянные рефлекторные дуги.
8. Провоцируются безусловными раздражителями (пища, сон).
9. Помогают приспособиться к постоянным условиям среды.
10. Жизненно необходимы.
11. Проходят через спинной мозг и ствол головного мозга.

Примеры: защитные рефлексы (кашель, рвота, чихание, моргание); половые; ориентировочные; пищевые рефлексы - глотание, сосание; оборонительные.

Условные рефлексы - рефлексы, которые приобретаются каждым человеком в течение жизни. Такие рефлексы индивидуальны, и для их формирования необходимы определённые условия, поэтому они были названы условными.

Признаки условных рефлексов:

1. Приобретенные.
2. Не передаются по наследству.
3. Сформировались в процессе жизни.
4. Индивидуальные (у каждой особи свои).
5. Временные, формируются и затухают.
6. Имеют временные рефлекторные дуги.
7. Провоцируются условными раздражителями.
8. Помогают приспособиться к меняющимся условиям среды.
9. Помогают выжить.
10. Проходят через кору больших полушарий.

Примеры: езда на велосипеде, выделение слюны на вид и запах пищи.

Динамический стереотип — система условно-рефлекторных связей, сложившихся в головном мозге путем многократного повторения одних и тех же действий в одной и той же последовательности. Помогает сформировать устойчивые привычки и навыки, а также приспособления к привычно меняющимся условиям среды.

Примеры: игра на музыкальных инструментах, печатание на клавиатуре, плавание, пользование ложкой и вилок, завязывание шнурков, застегивание пуговиц – всё это навыки, наработанные многократными повторами одного и того же действия.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Собака Павлова: описание эксперимента

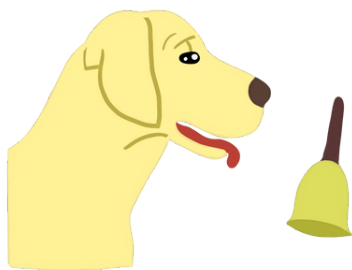


Павлов проводил опыты на собаках, чтобы подробнее изучить процессы пищеварения и формирование условных рефлексов у животных. Особое внимание учёный уделял тому, как слюнные железы подопытной собаки реагируют на разнообразные внешние раздражители. Для этого псу делали операцию и проток слюнной железы выводили наружу.

В дальнейшем Павлов старался вызвать у собаки условную реакцию на *звуковой* или *световой раздражитель*. Также наружу выводились и концы пищевода, которые позволяли отследить выработку желудочного сока собаки.

Классический опыт Павлова заключался в том, чтобы давать собаке еду после удара метронома. После нескольких повторений такого опыта у собаки начинала выделяться слюна на звук метронома. Затем И.П. Павлов организовал опыт с лампочкой, который проводился по тому же принципу.

Условный раздражитель - звук метронома или свет лампочки - многократно подкреплялся безусловным раздражителем – пищей. После многократного повторения происходит формирование условного рефлекса – выделения слюны на условный звуковой или световой сигнал. В мозгу формируется временная рефлекторная связь.



Торможение рефлексов

Торможение рефлексов – процесс угасания условных рефлексов, вследствие внутренних или внешних причин.

Торможение делится на *внешнее* или безусловное и *внутреннее* или условное.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Внешнее (безусловное) торможение, которое развивается вследствие действия внешнего более сильного раздражителя, который приводит к возникновению нового очага возбуждения в коре и этот очаг вызывает торможение другого рефлекса.

1. И. П. Павлов после формирования условного рефлекса применял посторонний раздражитель - звонок.

2. У собаки формировался ориентировочный рефлекс, она переключалась на другую деятельность и слюна переставала выделяться.

3. Новый очаг возбуждения в слуховой зоне височной доли коры (вызван звуком) настолько сильный, что в других частях коры идет торможение.

Внутреннее (условное) торможение, которое осуществляется по принципу условного рефлекса.

Условное торможение возникает при неподкреплении условного сигнала. В коре головного мозга перестает осуществляться временная рефлекторная связь — наблюдается постепенное угасание ответной реакции.

1. И. П. Павлов прекращал кормить собаку, но продолжал включать свет. Слюна сначала выделялась только на свет. Однако через какое-то время у собаки переставал выделяться пищеварительный сок.

2. Условный сигнал (свет лампочки) остался без подкрепления безусловным раздражителем (пищей), поэтому вскоре условный рефлекс угас.

3. Так, в результате многократного неподкрепления формируется условное или внутреннее торможение, которое является приобретенным.



НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Высшие психические функции



Психика - это нематериальное отображение внешней реальности во внутреннем мире человека с помощью чувств, эмоций, образов, впечатлений. Включает в себя процессы ощущения и восприятия, внимания, а также процессы памяти и воображения, процесс мышления.

Ощущение - психический процесс, состоящий в отражении отдельных свойств воспринимаемых предметов и явлений окружающего мира, в момент непосредственного воздействия раздражителей на органы чувств.

Восприятие - процесс приёма и преобразования информации, обеспечивающей организму ориентирование в окружающем мире.

Внимание - это сосредоточенность психической деятельности на определенном объекте. С помощью внимания обеспечивается отбор необходимой человеку информации. Регулирует различные формы внимания ретикулярная формация ствола мозга и промежуточный мозг (таламус).

Память - способность сохранять информацию о событиях внешнего мира и реакциях организма на эти события, а также многократно воспроизводить и изменять эту информацию. Делится на *кратковременную* и *долговременную*.

Кратковременная память обеспечивает удержание поступившей информации в течение короткого отрезка времени (несколько минут, часов).

Долговременная память позволяет сохранять практически неограниченный объём информации в течение длительного периода времени. Любая полученная нами информация сначала попадает в кратковременную память, только при многократном воспроизведении эта информация переходит в долговременную память.

Эмоция - субъективная реакция человека на окружающую действительность и происходящие события. В зависимости от характера переживаний, эмоции бывают положительные - радость, отрицательные - грусть, гнев, или нейтральные - любопытство.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Темперамент и типы темперамента



Темперамент - совокупность душевных, психических свойств человека, которые характеризуют степень его возбудимости и проявляются в его отношении к окружающей действительности, в его поведении.

Павлов выделил четыре типа темперамента, в зависимости от силы, уравновешенности и подвижности нервных процессов в коре больших полушарий.

1. **Сила нервной системы** — это её устойчивость к длительному воздействию раздражителя.
2. **Уравновешенность** — возможность перехода от одних реакций к другим (например, от возбуждения к торможению) в критических ситуациях.
3. **Подвижность** — это скорость образования новых условных связей.

- *Холерический тип или холерик* - сильный, неуравновешенный тип. В нервных процессах преобладает процесс возбуждения над торможением.
- *Флегматический тип или флегматик* - сильный, уравновешенный тип. Нервные процессы обладают малой подвижностью.
- *Меланхолический тип или меланхолик* - слабый, неуравновешенный тип. В нервных процессах слабо выражены процессы возбуждения и торможения.
- *Сангвинический тип или сангвиник* - сильный, уравновешенный тип. Нервные процессы обладают большой подвижностью.



Мышление - совокупность умственных процессов, направленных на познание окружающей действительности, благодаря которым человек познает суть явлений и вещей, закономерных связей и отношений между ними.

НЕРВНАЯ СИСТЕМА

Процесс мышления осуществляется с помощью следующих мыслительных операций: анализа, синтеза, сравнения, обобщения и абстрагирования. А результатами процесса мышления у человека являются понятия, суждения и умозаключения. Различают элементарное мышление, присущее всем животным (или первая сигнальная система), и абстрактное и логическое мышление, свойственное только человеку (или вторая сигнальная система).



Сон и фазы сна



Сон — физиологическое состояние организма, при котором снижается мозговая активность и способность воспринимать внешние раздражители. Сон является регулярной физиологической потребностью организма. В норме продолжительность сна у взрослого человека составляет 7-8 часов. Во время сна происходит перемещение полученной за день информации в долговременную память.

Сон состоит из 4-5 циклов, которые следуют друг за другом и состоят из фаз медленного и быстрого сна, которые чередуются несколько раз за одну ночь.

- Фаза *медленного* сна заключается в физиологическом отдыхе всех систем организма: снижается ЧСС и артериальное давление, температура тела, замедляется дыхание.
- Фаза *быстрого* сна - фаза, в которую мы видим сновидения. В этом промежутке активно двигаются глазные яблоки, дыхание может учащаться, повышается сердцебиение и кровяное давление. Эта фаза возникает примерно каждые 60-80 минут (после фазы медленного сна). Таким образом, за одну ночь мы видим несколько сновидений, большинство из которых забываем.

Сновидение - это субъективное восприятие образов, возникающее в сознании человека во время сна. И.М.Сеченов называл сновидения "небывалые комбинации бывалых впечатлений". Сеченов считал, что сны - это обрывки воспоминаний человека, смешанные между собой хаотично в нашем подсознании. Из памяти выбираются обломки прошлой жизни в виде ярких зрительных образов, причудливо комбинируются, но обратно в память не возвращаются, поэтому в основном сны не запоминаются. Некоторые люди говорят, что вообще не видят снов. Другие видят, но утром не могут вспомнить, что именно им приснилось.

Интересный факт!

Осознанное сновидение — определенное состояние сознания, при котором человек понимает, что видит сон, и может в той или иной степени управлять им. Это пограничное состояние между фазой быстрого сна и полноценным бодрствованием. Время в таких снах ощущается так же, как и в реальной жизни.

СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА



Анализатор, орган чувств – система чувствительных нервных образований, воспринимающих и анализирующих различные внешние и внутренние раздражители. Всего у человека **пять ощущений**: вкус, зрение, обоняние, осязание и слух.



Все анализаторы включают три отдела в своём составе:

Периферический отдел представлен нервными **рецепторами** – они воспринимают сигнал и преобразуют его в нервный импульс.

Проводниковый отдел представлен нервами, которые проводят нервный импульс к центральному отделу.

Центральный представлен *отделом коры головного мозга* – осуществляет анализ информации, поступающей от рецепторов по нервам.

Периферический отдел

Рецепторы



Проводниковый отдел

Нерв



Центральный отдел

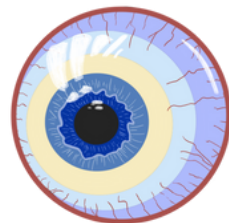
Отдел коры головного мозга

СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Зрительный анализатор

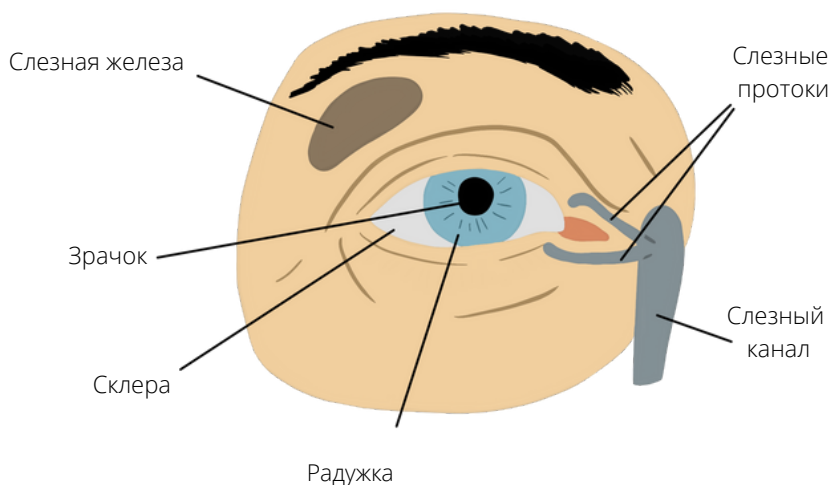


Зрительный анализатор представлен двумя глазными яблоками, которые располагаются в глазницах, зрительными нервами и затылочной долей коры головного мозга. Глаза имеют вспомогательный аппарат, защищающий их и помогающий функционировать.



Вспомогательный аппарат глаза включает:

- **Брови**, которые препятствуют стеканию пота в глаза.
- **Веки**, которые защищают глаза от ветра, пыли, ярких солнечных лучей.
- **Ресницы**, которые защищают глаза от ветра, пыли, ярких солнечных лучей.
- **Слёзные железы**, которые секретируют слёзную жидкость, омывающую и очищающую глаза.



Основу глазного яблока представляет стекловидное тело. Стекловидное тело покрыто тремя оболочками:

СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Оболочки глаза

1. **Белочная оболочка глаза** или **склера** - наружная плотная соединительнотканная оболочка глаза. В передней части представлена прозрачной выпуклой *роговицей*, а в задней части представлена непрозрачной белой *склерой*.

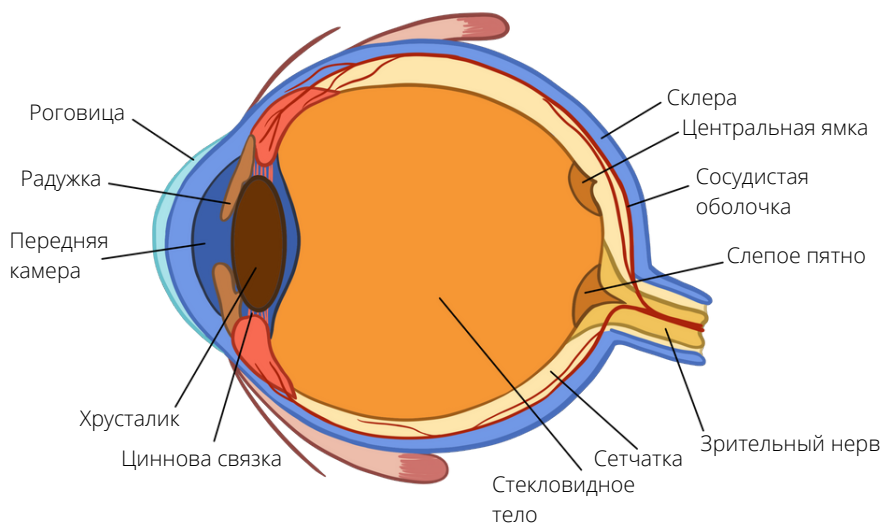
Функции белочной оболочки:

- Защищает глаз от механических и химических воздействий.
- Преломляет солнечные лучи.

2. **Сосудистая оболочка** - средняя оболочка глаза, содержит кровеносные сосуды, которые кровоснабжают глазное яблоко. Передняя пигментная часть сосудистой оболочки содержит пигмент меланин, она называется *радужка*.

Радужка – передняя часть сосудистой оболочки, содержит пигмент *меланин*. От количества меланина зависит цвет глаз. Высокое содержание пигмента – глаза темные, низкое – светлые. Имеет в центре отверстие – зрачок.

Зрачок - отверстие в радужной оболочке глаза, через которое в глаз проникает свет. На солнце сужается, чтобы уменьшить поступление света в глаз, а в темноте расширяется, чтобы увеличить поступление света в глаз.



СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Оболочки глаза

3. **Нервная или сетчатка** - внутренняя оболочка глаза, состоит из нервной ткани. Образована светочувствительными клетками (фоторецепторами): палочками и колбочками.

Палочки - вытянутые, узкие клетки, содержат один пигмент. Отвечают за восприятие света, **сумеречное зрение**.

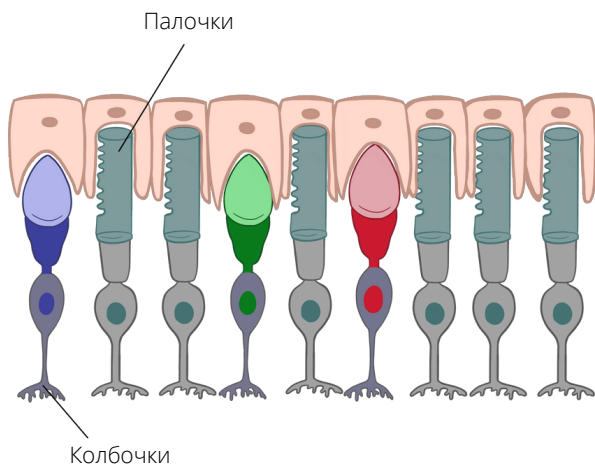
Колбочки - короткие, конусовидные содержат три пигмента: красный, зеленый, синий. Отвечают за восприятие цвета – **цветовое зрение**.



Палочки и колбочки относят к рецепторному аппарату глаза – они воспринимают световой сигнал и преобразуют его в нервный импульс. Они являются *периферическим* отделом зрительного анализатора.

Сетчатка имеет **слепое пятно** – место выхода зрительного нерва, не имеет тел палочек и колбочек, только их длинные отростки, поэтому восприятие изображение этой зоной не происходит.

Так же сетчатка имеет **желтое пятно**, центральная ямка – место наилучшего видения, наибольшей остроты зрения, содержит наибольшую концентрацию колбочек.



СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Оптическая система глаза

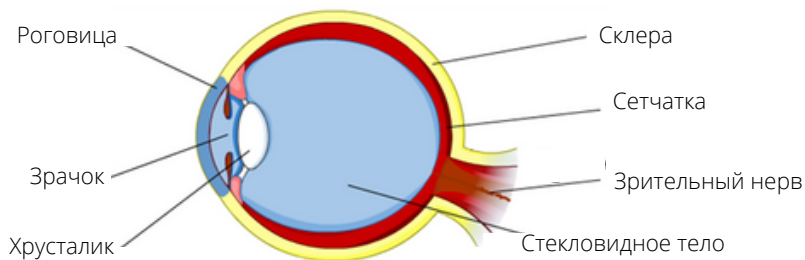


Оптическая система глаза — это оптический аппарат глаза, в который входят роговица, зрачок, передняя камера с водянистой влагой, хрусталик, стекловидное тело.

В глазном яблоке есть две камеры, заполненные жидкостью. *Передняя камера* располагается между роговицей и радужкой, *задняя* — между радужкой и хрусталиком. Жидкость этих камер снабжает роговицу и хрусталик питательными веществами.

В состав оптической системы глаза входят:

1. Роговица, преломляет лучи света.
2. Передняя камера глаза, которая заполнена водянистой влагой.
3. Радужка с отверстием зрачком.
4. Задняя камера глаза.
5. *Хрусталик* – двояковыпуклая линза. Зафиксирован на ресничной мышце. Обладает способностью изменять свою кривизну – *аккомодация*. Преломляет и фокусирует лучи света на сетчатку. За счет аккомодации мы можем видеть далеко и близко расположенные предметы одинаково хорошо.
6. Стекловидное тело, преломляет солнечные лучи. Заполнено коллоидной массой.



Далее изображение проецируется на сетчатку. Изображение проецируется – уменьшенное, перевернутое, реальное. **Палочки и колбочки** преобразуют полученный сигнал в нервный импульс. Нервный импульс по **зрительному нерву**, проводниковому отдел зрительного анализатора передается в центральный отдел – **затылочную долю коры** больших полушарий. В центральном отделе происходит интерпретация и анализ полученного сигнала.

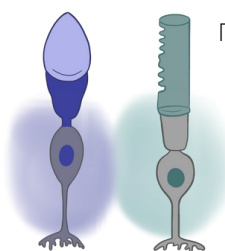
СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Отделы зрительного анализатора:

Периферический отдел – палочки и колбочки.

Проводниковый отдел – зрительный нерв.

Центральный отдел – затылочная доля коры больших полушарий.



Палочки и колбочки



Зрительный нерв



Затылочная доля коры
больших полушарий



Запомни!

Этапы прохождения света через глаз:

- Роговица
- Передняя камера глаза
- Зрачок
- Задняя камера глаза
- Хрусталик
- Стекловидное тело
- Сетчатка
- Зрительный нерв
- Затылочная доля коры



СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Нарушения зрения

Близорукость – нарушение зрения, когда человек хорошо видит вблизи, но плохо вдаль.

Признаки близорукости:

- Изображение проецируется перед сетчаткой.
- Человек хорошо видит вблизи.
- Человек плохо видит вдаль.

Причины близорукости:

1. Особенность строения глазного яблока – удлинненное глазное яблоко.
2. Наследственность.
3. Слабое освещение.
4. Продолжительная работа с электронными гаджетами (смартфон, компьютер).
5. Малая дистанция между глазами и объектом чтения.

Лечение: двояковогнутые линзы.



Двояковогнутая линза

Дальнозоркость – нарушение зрения, когда человек хорошо видит вдаль, но плохо вблизи.

Признаки дальнозоркости:

- Изображение проецируется за сетчаткой.
- Человек хорошо видит вдаль.
- Человек плохо видит вблизи.

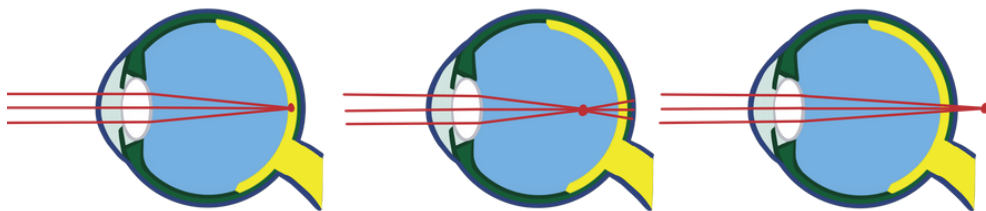
Причины дальнозоркости:

1. Особенность строения глазного яблока – укороченное глазное яблоко.
2. Наследственность.
3. Возрастные изменения.

Лечение: двояковыпуклые линзы.



Двояковыпуклая линза



Норма

Близорукость

Дальнозоркость

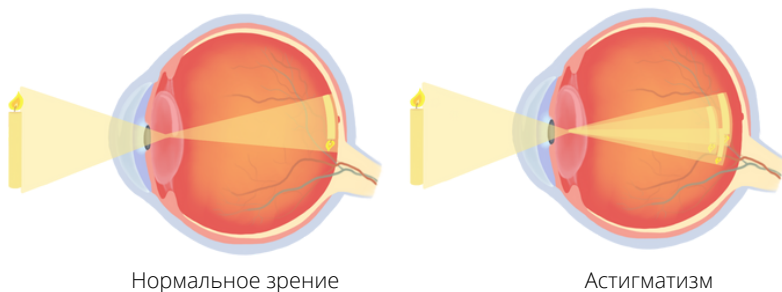
СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Нарушения зрения

Астигматизм – нарушение, при котором световые лучи не могут сфокусироваться в одну точку на сетчатке глаза. Это происходит из-за неодинакового преломления лучей в разных частях глаза, вследствие чего формируется **расплывчатое изображение** объекта.

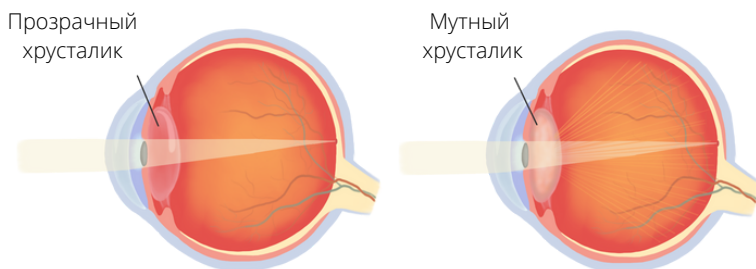
В основном астигматизм обусловлен неравномерной кривизной роговицы или неправильной формой хрусталика. При астигматизме человек нечетко видит изображение предметов, находящихся как на большом расстоянии, так и на близком расстоянии.

Лечение: очки со специальными сфероцилиндрическими линзами.



Катаракта – это **частичное или полное помутнение** хрусталика глаза. Хрусталик от природы прозрачный и играет роль линзы, которая преломляет световые лучи и пропускает их к сетчатке. Потерявший прозрачность хрусталик при катаракте перестаёт пропускать свет и зрение ухудшается вплоть до полной потери.

Лечение: хирургическое вмешательство.



СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Слуховой анализатор

Слуховой анализатор представлен наружным, средним и внутренним ухом, нервами и корой головного мозга.

Наружное ухо



Наружное ухо образовано ушной раковиной и наружным слуховым проходом. Ушная раковина помогает улавливать звуки и направлять их в наружный слуховой проход, который усиливает звуковую волну. На границе между наружным и средним ухом располагается барабанная перепонка.

Функции: улавливает звуковой сигнал и направляет его в среднее ухо.

Запомни!

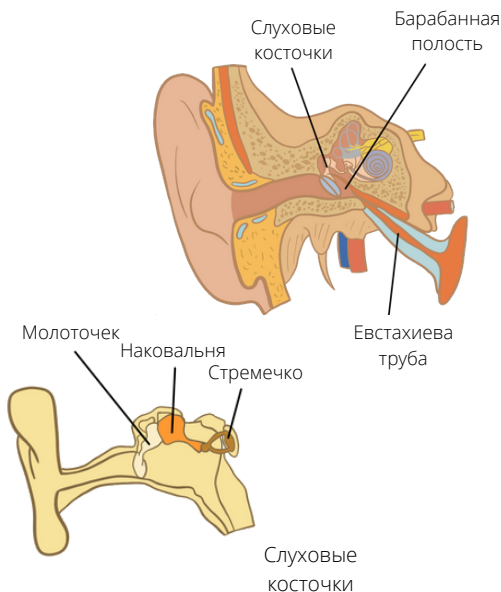
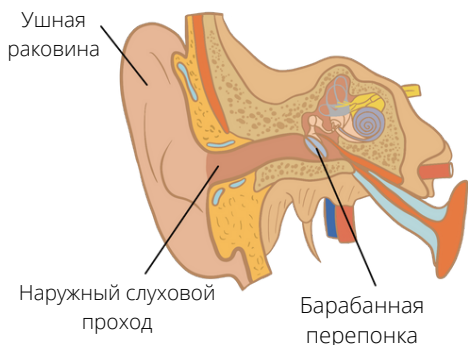
Впервые наружное ухо появилось у млекопитающих.

Среднее ухо состоит из:

- Барабанная полость (полость среднего уха).
- Евстахиева труба, которая соединяет барабанную полость и носоглотку. Выравнивает в них давление: в результате оно становится одинаковым по обе стороны барабанной перепонки.
- Слуховые косточки: молоточек, наковальня и стремечко.



Колебания барабанной перепонки передаются на слуховые косточки, которые соединены друг с другом подвижными суставами. Молоточек соединён с барабанной перепонкой, его колебания передаются на наковальню и стремечко. Слуховые косточки усиливают звуковые колебания. Стремечко соединяется с овальным окном (часть внутреннего уха), колебания которого передаются жидкости внутреннего уха.



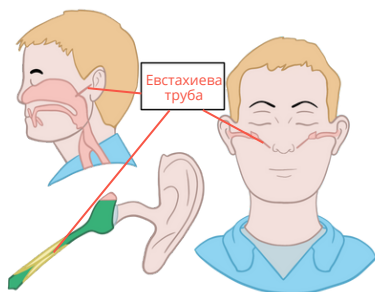
СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Слуховой анализатор

Интересный факт!

Почему, когда мы взлетаем в самолёте нам закладывает уши? Во время взлёта давление в кабине самолёта уменьшается, уши как раз и может “заложить” из-за несоответствия давления в носоглотке и барабанной полости.

В момент глотания происходит открытие глоточного отверстия евстахиевой трубы. Давление по обе стороны барабанной перепонки начинает выравниваться и ощущение закладывания ушей проходит. Пассажирам в самолёте могут давать леденцы, рассасывая которые, они ускоряют этот процесс.

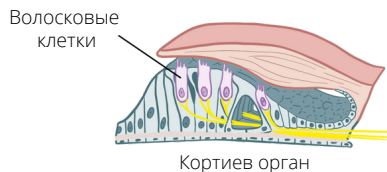
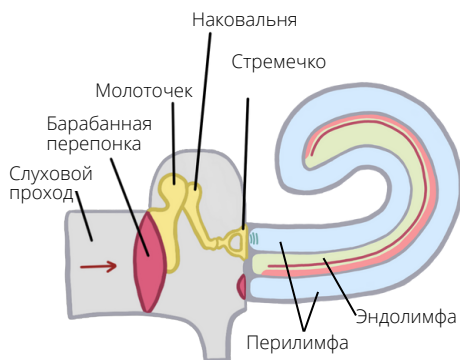
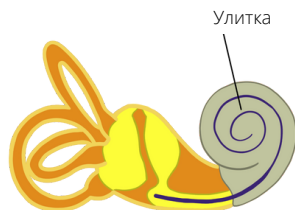


Внутреннее ухо

Внутреннее ухо расположено в височной кости и представляет собой **костный лабиринт**, внутри которого располагается **перепончатый лабиринт**. Пространство между костным и перепончатым лабиринтом заполнено жидкостью **перилимфой**, а полость внутри перепончатого лабиринта жидкостью **эндолимфой**.

К слуховому анализатору относится часть внутреннего уха – **улитка**. Улитка представляет собой спирально закрученный костный канал. Именно здесь внутри перепончатого лабиринта находится кортиев орган.

Кортиев орган — периферический отдел слухового анализатора, расположенный внутри перепончатого лабиринта улитки и образованный волосковыми клетками (слуховыми рецепторами). Звуковые колебания со стремечка передаются на овальное окно. С него колебания передаются на улитку: сначала жидкости перилимфы, а затем - эндолимфы, которая своим движением раздражает чувствительные волосковые клетки кортиева органа. Волосковые клетки преобразуют звуковой сигнал в нервный импульс.



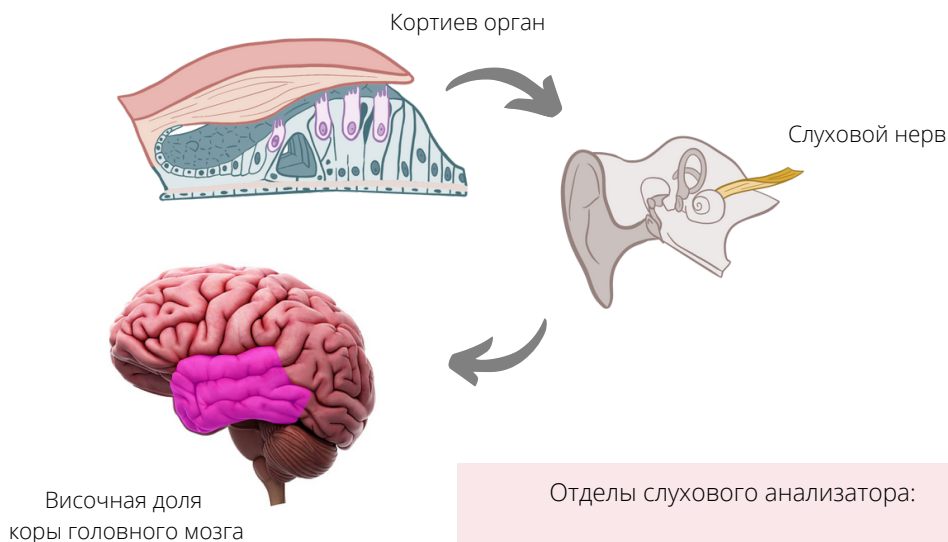
СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Этапы передачи звука

Ушная раковина улавливает звуковой сигнал и направляет его в **наружный слуховой проход**, а тот к барабанной перепонке. Колебания барабанной перепонки передаются на **слуховые косточки**: сначала на молоточек, а с него на наковальню и стремечко. Слуховые косточки усиливают звуковые колебания.

Колебания со стремечка передаются на **овальное окно**. С овального окна колебания передаются жидкости **перилимфе**, а затем - **эндолимфе**, которая своим движением раздражает чувствительные волосковые клетки кортиева органа. Волосковые клетки являются периферическим отделом анализатора, они преобразуют звуковой сигнал в нервный импульс.

Нервный импульс передается по проводниковому отделу слухового анализатора **слуховому нерву** в центральный отдел **височную долю** коры головного мозга. В височной доле происходит анализ звукового сигнала.



Отделы слухового анализатора:

Периферический отдел – волосковые клетки или слуховые рецепторы.

Проводниковый отдел – слуховой нерв.

Центральный отдел – височная доля коры.



СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Этапы прохождения звука по структурам уха:

- Ушная раковина
- Наружный слуховой проход
- Барабанная перепонка
- Молоточек, наковальня, стремечко
- Овальное окно
- Перилимфа и эндолимфа улитки
- Волосковые клетки
- Слуховой нерв
- Височная доля коры



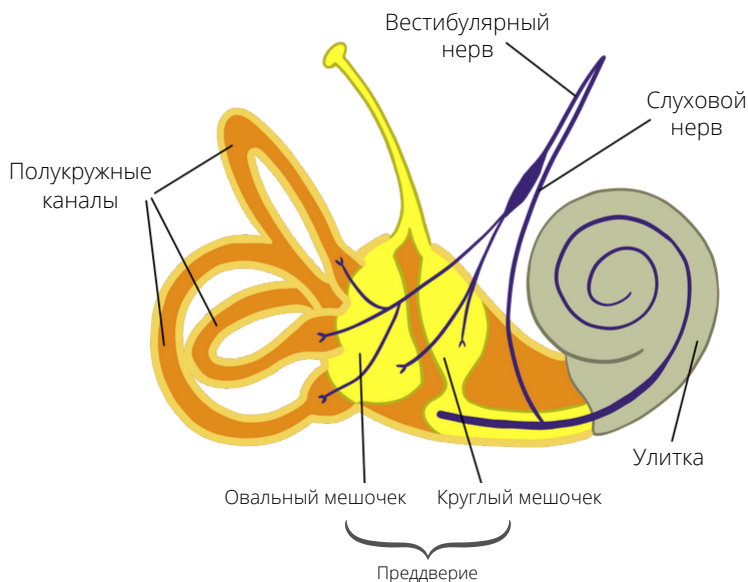
Вестибулярный аппарат



Состоит из преддверия и трех полукружных каналов, лежащих во взаимно перпендикулярных плоскостях. Полукружные каналы внутри заполнены **эндолимфой**, снаружи них находится **перилимфа**.

Конец каждого из полукружных канальцев образует расширение - *ампулу*, все канальцы открываются в преддверие.

В каждом расширении ампулы расположены чувствительные волосковые клетки, реагирующие на угловое ускорение, которое связано с изменением равновесия.

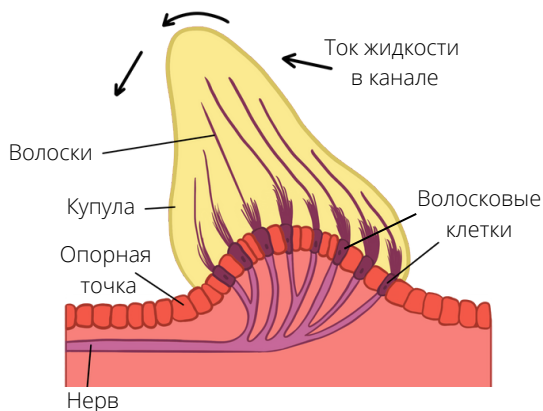


СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Преддверие содержит части перепончатого лабиринта – **круглый** и **овальный** мешочки, которые заполнены **эндолимфой**. В мешочках находятся чувствительные волосковые клетки, волоски которых погружены в желеобразную мембрану с отолитами - кристаллами CaCO_3 .

За счет ускорения или замедления отолиты с мембраной смещаются соответственно кпереди или кзади. Перемещение отолитов с мембраной раздражает волосковые клетки, в которых генерируется нервный импульс. Таким образом, эти рецепторы реагируют на прямолинейное ускорение или замедление.

Далее нервный импульс по **вестибулярному нерву** (проводниковый отдел анализатора) передается в центральный отдел – **височную долю** коры и **мозжечок**, где происходит интерпретация и анализ сигнала.



Височная доля коры

Запомни!

Отделы вестибулярного аппарата:

Периферический отдел – волосковые клетки или вестибулярные рецепторы.

Проводниковый отдел – вестибулярный нерв.

Центральный отдел – мозжечок, кора больших полушарий.



СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Вкусовой анализатор

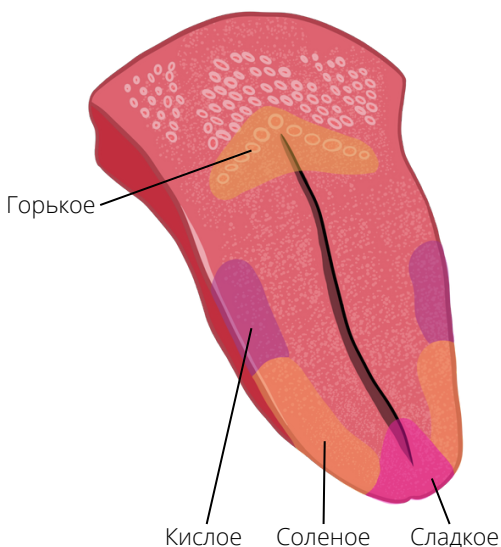


Язык покрыт слизистой оболочкой, которая образует сосочки языка. Внутри этих сосочков располагаются **вкусовые рецепторы**. Слизистая языка разделена на зоны – каждая зона воспринимает определенный вкус.

- Кончик языка – сладкое.
- Корень языка – горькое.
- Боковые поверхности – соленое и кислое.



Раздражитель вкусового анализатора – **химическое вещество**, растворенное в слюне. Интенсивность вкусового ощущения зависит от концентрации вещества, продолжительности действия и температуры раствора.



Отделы вкусового анализатора:

Периферический отдел – вкусовые рецепторы.

Проводниковый отдел – лицевой и языкоглоточный нерв.

Центральный отдел – кора больших полушарий.

Запомни!

При пониженной секреции слюны восприятие вкуса снижается.



СЕНСОРНАЯ СИСТЕМА

Обонятельный анализатор

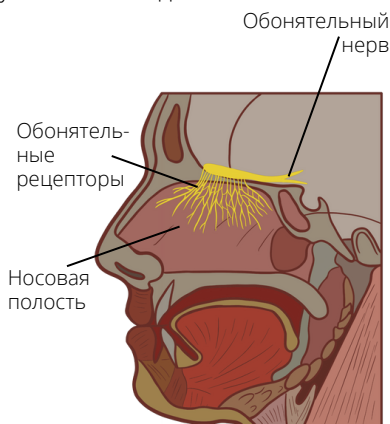


Слизистая оболочка носовой полости содержит **обонятельные рецепторы**. Они преобразуют получаемый химический сигнал в нервный импульс. Аксоны этих клеток образуют проводниковый отдел анализатора – **обонятельный нерв**.

Обонятельный нерв передает нервный импульс в центральный отдел обонятельного анализатора – **обонятельную луковицу и височные доли**. Здесь происходит распознавание запахов.

Раздражителем обонятельного анализатора являются *молекулы разнообразных пахучих веществ*.

Обонятельный анализатор обладает способностью к **адаптации** при длительном действии химического раздражителя. Адаптация к действию пахучего вещества происходит медленно (несколько секунд или минут) и зависит от продолжительности действия вещества и его концентрации. Что это значит? Что мы перестаём ощущать запах этого вещества, он как будто “пропадает”.



Отделы обонятельного анализатора:

Периферический отдел – обонятельные рецепторы.

Проводниковый отдел – обонятельный нерв.

Центральный отдел – обонятельная луковица и височная доля.



Лайфхак!

Нос привыкает к запаху в воздухе и со временем перестает его ощущать

Интересный факт!

Обонятельная память - самая древняя и самая сильная. Ты можешь забыть, как человек выглядит, звук его голоса, но его запах забыть будет очень сложно. Я бы сказала практически невозможно.

Извини, но я к тебе уже ничего не чувствую



ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА



Эндокринная система человека - это совокупность желез внутренней секреции, вырабатывающих гормоны и отвечающих за регуляцию происходящих в организме процессов.

К железам внутренней секреции, из которых состоит эндокринная система, относятся: гипофиз, щитовидная и паращитовидная железы, надпочечники, яички и яичники, поджелудочная железа, вилочковая железа и эпифиз.

Все железы организма делятся на три группы:

Железы внешней секреции (экзокринные)

– имеют выводные протоки и выделяют свой секрет в полость органа или на поверхность тела.

Это железы: печень, слёзные, желудочные, сальные, потовые, слюнные, молочные железы.

Железы смешанной секреции

– обладают двойной секрецией, могут выделять секрет в полость органа или на поверхность тела и гормоны непосредственно в кровь.

Это железы: поджелудочная железа, половые железы.

Железы внутренней секреции (эндокринные)

– не имеют выводных протоков, выделяют гормоны непосредственно в кровь.

Это железы: щитовидная, гипофиз, эпифиз или шишковидное тело, тимус или вилочковая железа, надпочечники, паращитовидные железы.

Железы внутренней секреции



Все железы внутренней секреции выделяют свой секрет непосредственно в кровь, так как не имеют выводных протоков. Их секрет - биологически активные вещества – *гормоны*. Они осуществляют гуморальную регуляцию в организме, то есть влияют на работу всех органов и тканей.

Свойства гормонов:

1. Выделяются непосредственно сразу в кровь.
2. Действуют в очень низких концентрациях.
3. Обладают *тропностью* – действуют на определенные органы и ткани.
4. Действуют медленно и продолжительно.
5. Обеспечивают гомеостаз, рост и развитие организма.
6. Быстро разрушаются тканями, поэтому необходимо их постоянное выделение в кровь.
7. Регулируют работу внутренних органов и тканей.
8. По химической природе являются белками и липидами.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Щитовидная железа



Щитовидная железа - железа внутренней секреции, состоит из двух долей, соединенных перешейком. Находится в передней части шеи, чуть ниже гортани, охватывая трахею с двух сторон. Для синтеза её гормонов и нормальной работы необходим *йод*.

Вырабатывает йодосодержащие гормоны (йодтиронины), участвующие в регуляции обмена веществ и росте отдельных клеток, а также организма в целом: *тироксин (Т4)* и *трийодтиронин (Т3)*. Также в щитовидной железе синтезируется пептидный гормон - *кальцитонин*.

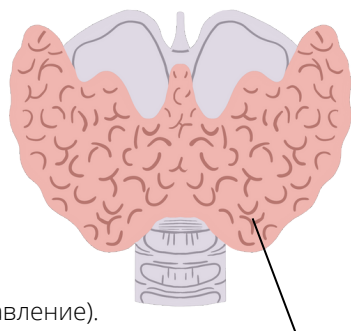
Кальцитонин – снижает уровень кальция в крови.

Эффекты:

- Стимулирует поступление кальция в костную ткань (кости становятся крепче).
- Снижает обратное всасывание кальция в почечных канальцах.
- Снижает всасывание кальция в кишечнике.

Тироксин и трийодтиронин влияют на:

- Работу сердечно-сосудистой системы (ЧСС, кровяное давление).
- Работу нервной системы (возбудимость НС).
- Регулируют уровень обмена веществ.
- Температуру тела.
- Рост и развитие тканей и органов.



щитовидная железа

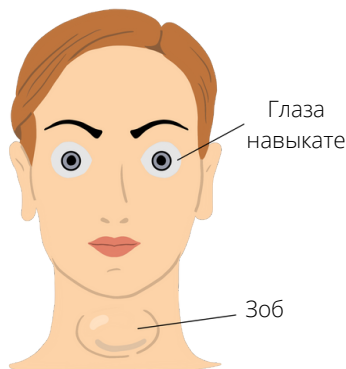


Работа щитовидной железы регулируется гормоном **тиреотропином** гипофиза.

Недостаточная секреция гормонов щитовидной железы называется **гипотиреоз**, избыточная секреция – **гипертиреоз**.

Гипертиреоз:

- ЧСС повышено.
- Кровяное давление высокое.
- Уровень обмена веществ повышен, поэтому человек может терять в весе.
- Температура тела повышена, кожные покровы красные, влажные, человек потеет.
- Возбудимость НС повышена – человек ведёт себя агрессивно, нервно.
- Избыток гормонов проявляется заболеванием **базедова болезнь**, которое проявляется всеми перечисленными признаками, а также пучеглазием и зобом. **Зоб** – это увеличение щитовидной железы.

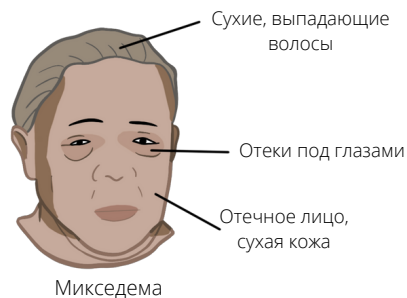


Базедова болезнь

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Гипотиреоз:

- ЧСС снижена.
- Кровяное давление низкое.
- Уровень обмена веществ снижен, поэтому человек может набирать в весе.
- Температура тела снижена, кожные покровы бледные, холодные.
- Возбудимость НС снижена – вялый, заторможенный.



У взрослых гипотиреоз проявляется данными признаками и это заболевание называется – **микседема**.

У детей недостаток гормона проявляется в виде заболевания кретинизма. **Кретинизм** – умственное, физическое и половое недоразвитие ребёнка.



Паращитовидные железы

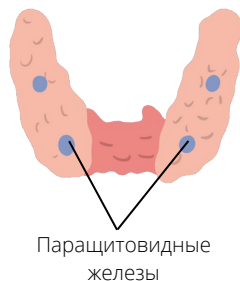


Паращитовидные или околощитовидные железы – эндокринные железы, расположенные по задней поверхности боковых долей щитовидной железы.

Секретируют гормон – **паратгормон**. Паратгормон является антагонистом кальцитонина и **повышает** уровень кальция в крови.

Эффекты:

- Стимулирует выход кальция из костей (резорбция костей, становятся менее прочными).
- Повышает обратное всасывание кальция почечными канальцами.
- Повышает всасывание кальция в кишечнике.

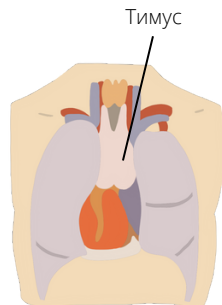


Тимус или вилочковая железа



Тимус – эндокринная железа, расположенная в верхней части грудной клетки, прямо у основания грудины. Секретирует гормон – **тимозин**.

- Участвует в работе иммунной системы: в нём происходит дифференцировка и клонирование Т-лимфоцитов.



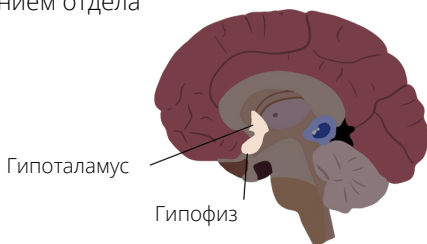
ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Гипофиз

Гипофиз – это центральный эндокринный орган, который контролирует работу других желез внутренней секреции, влияет на обмен веществ, рост организма. Располагается в основании головного мозга в гипофизарной ямке турецкого седла клиновидной кости черепа. Находится под управлением отдела

промежуточного мозга - **гипоталамуса**. Образует с ним гипоталамо - гипофизарную систему. Так же гипофиз накапливает нейрогормоны, поступающие сюда из гипоталамуса – окситоцин и вазопрессин.

Состоит из **трех долей**: передней, средней и задней. Каждая доля имеет свои специфические гормоны.

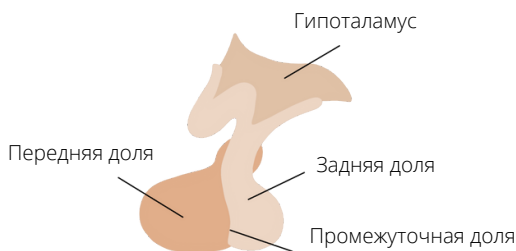


Гормоны передней доли:

Соматотропин или гормон роста – влияет на рост, развитие организма, деление и регенерацию клеток.

Недостаток соматотропина проявляется заболеванием – карликовостью.

Карликовость - аномально низкий рост взрослого человека.



Избыток проявляется в виде заболевания – **гигантизма**.

Гигантизм - аномально высокий рост взрослого человека.

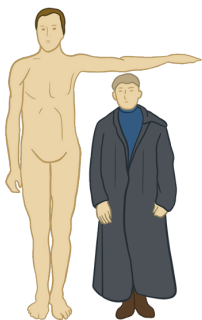
Избыток у взрослых – **акромегалия**, проявляется увеличением частей тела, органов, частей лица.



Карликовость



Акромегалия



Гигантизм

- Тиреотропин, ТТГ - управляет работой щитовидной железы.
- Кортикотропин, АКТГ - управляет работой надпочечников.
- Лютеинизирующий, ЛГ - влияет на работу семенников.
- Фолликулостимулирующий, ФСГ - влияет на работу яичников.
- Лактотропный, ЛТГ - влияет на работу молочных желёз.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Гипофиз

Гормоны средней доли:

Меланотропин - участвует в образовании пигментов сетчатки глаза, а также стимулирующий синтез меланинов в коже, таким образом участвующий в пигментации кожи. **Альбинизм** - полное или почти полное отсутствие пигмента меланина.



Альбинизм

Гормоны задней доли:

Нейрогормоны гипоталамуса, которые поступают сюда из гипоталамуса и накапливаются в задней доле гипофиза, а затем выделяются в кровь.

Окситоцин

- Стимулирует гладкую мускулатуру матки, вызывает у женщин родовую деятельность, отвечает за лактацию.
- Окситоцин запускает механизмы привязанности, доверия и эмпатии.



Вазопрессин

- Регулирует задержку воды в организме, увеличивая реабсорбцию воды в извитых канальцах.
- Уменьшает объём выделяемой мочи.
- Стимулирует сокращение гладких мышц сосудов, регулирует артериальное давление.
- Стимулирует центр жажды.

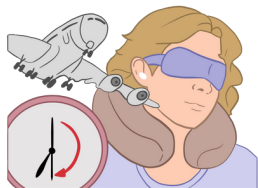
Несахарный диабет — заболевание, связанное с пониженной секрецией вазопрессина. Нарушается процесс реабсорбции воды в почках и концентрирование мочи. Проявляется выраженной жаждой и экскрецией большого количества разведенной мочи. Несахарный диабет не связан с повышением глюкозы в крови, но клинические признаки очень схожи с сахарным диабетом.

Эпифиз (шишковидное тело)

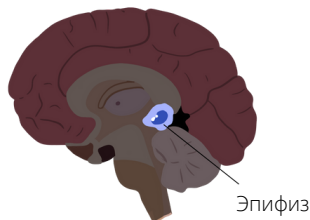
Эпифиз - эндокринная железа, выделяющая гормоны серотонин и мелатонин.

Мелатонин - отвечает за суточные и частично сезонные биологические ритмы организма.

Серотонин - управляет циклами сна и бодрствования, отвечает за хорошее настроение, поэтому его ещё называют "гормоном счастья".



Джетлаг - сбой биологических часов из-за частой смены часовых поясов.



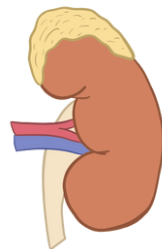
ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Надпочечники



Надпочечники – парные эндокринные железы. Состоят из коркового и мозгового вещества.

Располагаются над верхним краем почки, попарно с каждой стороны, отсюда и название надпочечники. Их работой управляет гормон гипофиза – *кортикотропин*. Каждый слой надпочечников секретирует свои гормоны.



Гормоны коркового слоя:

- Глюкокортикоиды
- Минералокортикоиды
- Половые гормоны



Корковый слой

Мозговой слой

Гормоны коркового слоя

Глюкокортикоиды



Представлены гормонами: кортизон, кортизол, кортикостерон, гидрокортизон.

Эффекты:

- Влияют на углеводный (повышают глюкозу в крови), белковый и жировой обмен.
- Обладают противовоспалительным действием, уменьшая воспаление.
- Обладают противоаллергическим действием, уменьшая аллергию.
- Иммунорегулирующее действие, снижают количество лимфоцитов в крови.

Минералокортикоиды



Представлены гормоном: альдостерон.

Эффекты:

- Влияют на минеральный обмен Na^+ и K^+ .
- Стимулируют реабсорбцию воды и ионов натрия, их задержку в организме.
- Стимулируют выведение (экскрецию) из организма ионов калия.

Половые гормоны



Влияют на формирование вторичных половых признаков у мужчин и женщин.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА



Гормоны мозгового слоя

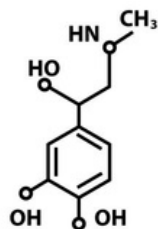
Гормоны мозгового слоя – **катехоламины**. Они выбрасываются в кровь в ответ на физический или эмоциональный стресс и участвуют в передаче нервных импульсов в мозг.

1. Адреналин.
2. Норадреналин.

Адреналин и норадреналин – гормоны синегристы, обладают схожим действием.

Адреналин:

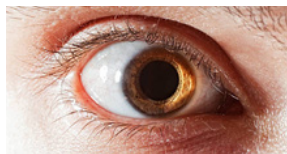
1. Повышает ЧСС.
2. Сужает сосуды.
3. Повышает артериальное давление.
4. Повышает концентрацию глюкозы в крови.
5. Расширяет зрачки.
6. Расширяет бронхи – потребление O_2 увеличивается.
7. Вызывает расслабление мускулатуры кишечника.



адреналин

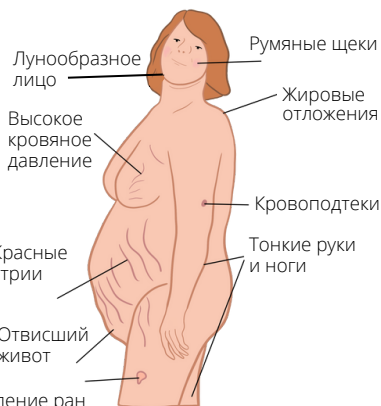
Интересный факт!

Почему когда мы смотрим на человека, который нам нравится, зрачки увеличиваются? Потому что мы испытываем приятный стресс, хотим понравиться, боимся сделать что-то не то. И в кровь выделяется адреналин, который расширяет наши зрачки.



Нарушение секреции гормонов коркового слоя приводят к **гиперкортицизму** - это повышенная секреция или **гипокортицизму** - это пониженная секреция.

Повышенная секреция – это **болезнь Иценко-Кушинга**. Проявляется жировыми отложениями, лунообразным лицом, полосками на теле **стриями**.



Пониженная секреция – это **бронзовая болезнь, болезнь Аддисона**. Проявляется бронзовым оттенком кожи, мышечной слабостью, заторможенностью.



Плохое заживление ран

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Железы смешанной секреции



Поджелудочная железа – железа смешанной секреции, обладает двойной секрецией: внешней и внутренней. Одни клетки железы обладают внешней секрецией – образуют поджелудочный или панкреатический сок, который через проток выделяется в 12 - перстную кишку. Другие клетки - островки **Лангерганса** секретируют гормоны: бета-клетки секретируют *инсулин*, альфа - клетки секретируют *глюкагон*. Оба гормона влияют на углеводный обмен.

Инсулин – снижает уровень глюкозы в крови.

Эффекты:

- Стимулирует поступление глюкозы в печень и отложение её в виде гликогена.
- Стимулирует поступление глюкозы в мышцы.



Глюкагон является антагонистом инсулина – он повышает уровень глюкозы в крови.

Эффекты:

- Стимулирует выход гликогена из печени и превращение его в глюкозу.
- Стимулирует выход глюкозы из мышц.

Нарушение уровня глюкозы в крови проявляется: понижением глюкозы в крови **гипогликемия**, повышением – **гипергликемия**.

Гипогликемия связана со сниженным потреблением пищи, содержащей углеводы, это ведёт к понижению глюкозы в крови. Гипергликемия связана с недостаточной секрецией инсулина. Заболевание носит название **сахарный диабет**.

Клиника: повышение уровня глюкозы в крови и моче, сильная жажда, постоянная сухость рта, избыточное потребление воды, частое мочеиспускание.

Регуляция работы поджелудочной железы

Нервная регуляция

Секреция железы регулируется вегетативной нервной системой. Симпатическая нервная система *тормозит* выделение поджелудочного сока, а парасимпатическая наоборот *стимулирует* образование и выделение поджелудочного сока.

Гуморальная регуляция


Секретин двенадцатиперстной кишки стимулирует образование поджелудочного сока, богатого бикарбонатами, но с низким содержанием ферментов. **Холецистокинин** стимулирует образование сока, обогащенного ферментами.

ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

Основные различия сахарного диабета 1 и 2 типов

Признак	Сахарный диабет 1 типа	Сахарный диабет 2 типа
Возраст к началу заболевания	Молодой, обычно до 30 лет	Старше 40 лет
Начало болезни	Острое	Постепенное
Инсулин крови	Инсулина в крови нет или совсем мало	Содержание инсулина в крови может быть в норме или повышено
Лечение	Только инсулинотерапия	Диета, сахароснижающие таблетки, инсулин
Причины	Нарушение работы поджелудочной железы, проявляющееся в сниженной секреции инсулина	Возраст, ожирение, неправильный образ жизни

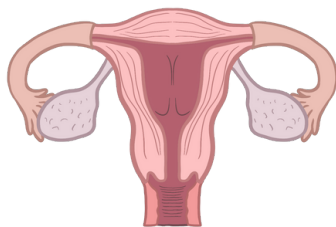
Половые железы

 **Половые железы** – железы смешанной секреции, обладают двойной секрецией: образуют половые гормоны и половые клетки.

Яичники – женские половые железы.

Внешняя секреция: образуют женские половые клетки – **яйцеклетки**.

Внутренняя секреция: выделяют женские половые гормоны – **эстрогены**. Влияют на формирование вторичных половых признаков: молочные железы и наличие молока, узкие плечи, широкий таз, высокий голос, отсутствие бороды и усов.

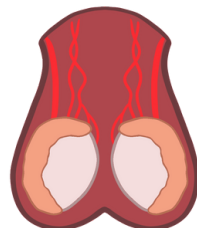


Яичники

Яички – мужские половые железы.

Внешняя секреция: образуют мужские половые клетки – **сперматозоиды**.

Внутренняя секреция: мужские половые гормоны – **андрогены**. Влияют на формирование вторичных половых признаков: отсутствие молочных желез, широкие плечи, узкий таз, низкий голос, наличие бороды и усов.



Яички

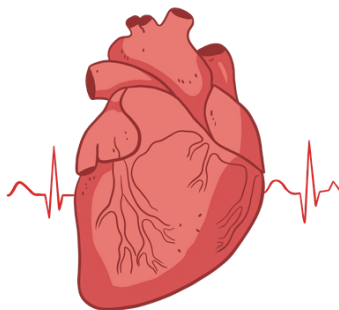
КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Сердечно-сосудистая система

Представляет собой систему, образованную **сердцем** и замкнутой системой **сосудов**, по которым циркулирует кровь.

Внутренняя среда организма образована *тремя жидкостями*, которые заполняют полости нашего организма и взаимодействуют между собой:

1. Кровь
2. Лимфа
3. Тканевая жидкость



Кровь



Кровь – ткань, циркулирующая по замкнутой системе кровеносных сосудов.

Кровь – соединительная ткань, а значит она содержит **много межклеточного вещества** и **мало клеток**.

Межклеточное вещество крови – **плазма**, составляет 55- 60 % от общего объёма. Клетки крови или форменные элементы, составляют 40-45 % от общего объёма, и это: **тромбоциты, лейкоциты и эритроциты**.



Плазма

55 - 60 %



Форменные элементы крови 40 – 45 %

- Тромбоциты
- Лейкоциты
- Эритроциты

Функции крови:

1. **Питательная**: переносит питательные вещества, витамины.
2. **Транспортная**: транспортирует различные вещества к тканям и органам.
3. **Дыхательная или газовая**: белок эритроцитов гемоглобин участвует в переносе O_2 и CO_2 к тканям и органам.
4. **Защитная**: участвует в формировании иммунитета, транспортировке белков антител.
5. **Гуморальная**: осуществляет гуморальную регуляцию организма, ведь эндокринные железы выделяют гормоны непосредственно в кровь.
6. **Выделительная**: забирает и переносит продукты обмена веществ от органов и тканей.
7. **Терморегуляторная**: участвует в поддержании температуры тела.
8. **Гомеостатическая**: поддержание гомеостаза и слаженной работы организма.

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Форменные элементы крови



Лейкоциты – белые клетки крови.

- Имеют ядро.
- Концентрация в крови 4-8 тыс.
- Лейкоциты способны к активному движению, могут переходить через стенку капилляров и проникать в ткани, где они поглощают и переваривают чужеродные частицы.
- Срок жизни колеблется от нескольких часов до нескольких лет.
- Образуются в красном костном мозге, лимфатических узлах, селезенке.
- Разрушаются в печени и очагах воспаления.
- Лейкоциты делятся на 3 основные группы, отличающиеся по внешнему виду и выполняемым функциям: *гранулоциты, лимфоциты и моноциты*.



Лейкоцит

Функции:

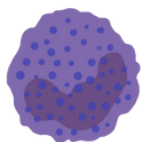
- Защита организма от всех чужеродных объектов.
- Иммунная, участвуют в работе клеточного и гуморального иммунитета.
- Обеспечивают процесс фагоцитоза.
- Образование и выделение белков антител.

Гранулоциты имеют сегментированное ядро и содержат многочисленные гранулы.

В связи с различным характером окраски этих гранул гранулоциты делятся на нейтрофилы, базофилы и эозинофилы.

- **Базофилы** (сине-фиолетовая окраска гранул) выделяют вещество гистамин, который участвует в воспалительных реакциях.
- **Эозинофилы** (розовая окраска гранул) защищают организм от паразитов и способствуют развитию аллергических реакций. Уровень эозинофилов повышается при глистных заболеваниях.
- **Нейтрофилы** (фиолетово-розовая окраска гранул) способны к процессу фагоцитоза. Про него поговорим подробнее на следующей странице.

Моноциты — самые крупные из лейкоцитов. Имеют несегментированное ядро и не имеют гранул. Как и нейтрофилы, они способны к фагоцитозу. Выходя из кровяного русла, они становятся макрофагами. Они значительно больше по размерам и живут дольше, чем нейтрофилы.



Базофилы



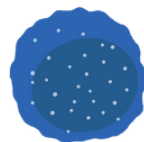
Эозинофилы



Нейтрофилы



Моноциты



Лимфоциты

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Форменные элементы крови

Лимфоциты - главные клетки иммунной системы, которые обеспечивают гуморальный иммунитет и клеточный иммунитет, а также регулируют деятельность клеток других типов. Делятся на Т-лимфоциты и В-лимфоциты.

Т-лимфоциты способны связываться с антигенами чужеродных частиц и вызывать их разрушение.

В-лимфоциты выделяют особые белки – *антитела*, которые распознают и нейтрализуют чужеродные клетки и выделяемые ими яды (токсины). Антитела, присоединяясь к антигенам, ускоряют их захват фагоцитами, либо приводят к химическому разрушению или склеиванию и осаждению антигенов.

Каждый вид антител способен уничтожать только возбудителя одной болезни (например, возбудителя туберкулёза). Наличие в крови антител к возбудителю определённой болезни создаёт невосприимчивость организма к повторным заболеваниям этой болезнью.

Именно благодаря В-лимфоцитам (клеткам памяти) у человека появляется *иммунитет к перенесённым заболеваниям*.



Фагоцитоз - процесс поглощения лейкоцитами (нейтрофилами, моноцитами) чужеродных микроорганизмов, попавших в организм, с последующим их перевариванием. Таким образом они защищают организм от вредных веществ: патогенов, токсинов, микробов, собственных изменённых или разрушенных клеток. Процесс фагоцитоза был открыт и подробно описан русским учёным *И.И. Мечниковым*. Лейкоциты, способные к фагоцитозу были названы «**фагоцитами**».

Этапы фагоцитоза:

1. Иммунная система получает сигнал о наличии вредоносного объекта. Фагоциты покидают кровяное русло и направляются к инородному объекту. Во время движения цитоплазма фагоцита образует удлинения – псевдоподии или ложноножки.
2. Фагоцит связывается с инородной клеткой для её идентификации. При помощи своих рецепторов фагоциты должны убедиться, что они верно распознали вредоносный объект.
3. Фагоцит охватывает объект ложноножками и поглощает его. Частицы погружаются в цитоплазму фагоцита с образованием фагосомы.
4. Фагосома сливается с лизосомой, образуя фаголизосому. Ферменты лизосом обеспечивают утилизацию и расщепление патогена. После окончательного расщепления остатки патогена удаляются из клетки.

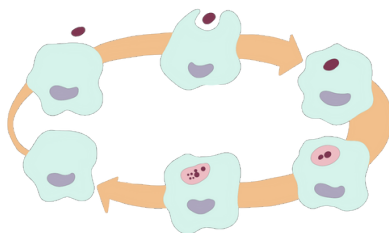
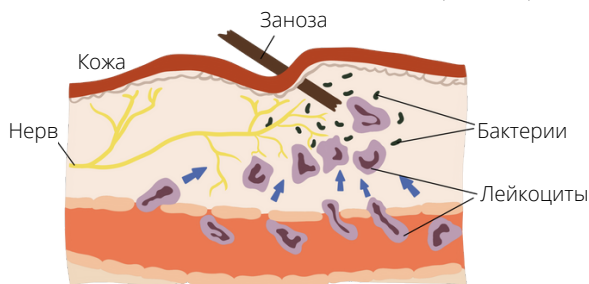
КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Форменные элементы крови

Фагоциты, поглотив большое количество чужеродных организмов, погибают. При их разрушении выделяются вещества, которые вызывают воспаление. Возникает местная реакция - покраснение участка, отёк и повышение температуры в этом участке. В некоторых случаях в воспалённом месте скапливаются погибшие лейкоциты и образуется гной.

Гной – жидкость, которая состоит из разрушенных лейкоцитов, эпителиальных клеток, бактерий и продуктов их жизнедеятельности.

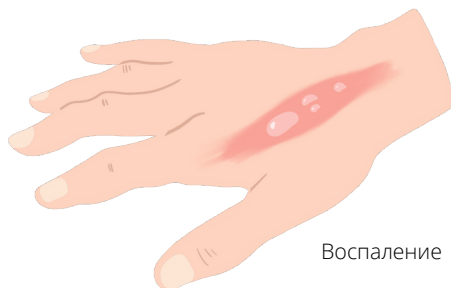
Процесс фагоцитоза



При ранении участка тела возникает местная реакция, проявляющаяся в отёке, покраснении и болезненности участка. Такое состояние называют **воспалением**.

Воспаление сопровождается следующими признаками:

1. Происходит местное расширение капилляров, в результате чего усиливается приток крови к данному участку. Происходит *покраснение участка* и повышение его температуры.
2. Вследствие усиления проницаемости капилляров, плазма и лейкоциты выходят в окружающие ткани. *Возникает отёк*.
3. Лейкоциты направляются к бактериям, происходит фагоцитоз. Переваривая большое количество бактерий фагоциты погибают сами. Смесь погибших и живых фагоцитов и бактерий называется гноем. В ране может *накапливаться гной*.
4. Возникающие признаки приводят к раздражению нервных рецепторов вблизи ранения, что вызывает *ощущение боли*.



Воспаление

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Форменные элементы крови



Эритроциты – красные клетки крови.

- Не имеют ядра.
- Концентрация в крови 4-5 млн.
- Имеют двояковогнутую форму.
- Срок жизни 120-130 дней.
- Образуются в красном костном мозге.
- Разрушаются в селезенке и печени.
- Содержат белок гемоглобин.



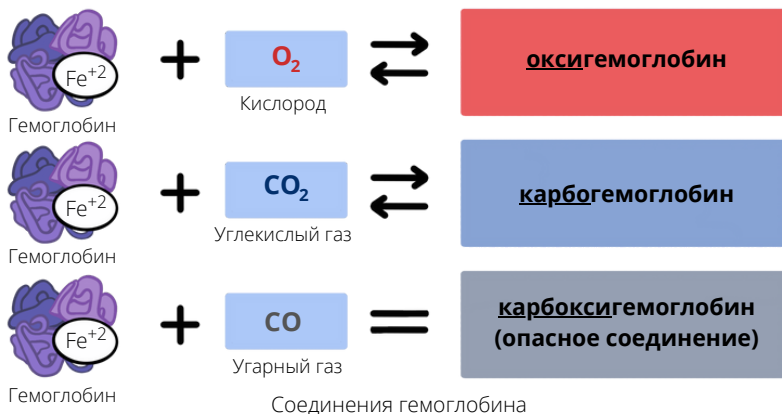
Эритроцит

Функции: газовая или дыхательная: участвуют в переносе O_2 и CO_2 .



Гемоглобин – белок, содержащийся в эритроцитах, включает в состав железо. Он участвует в фиксации O_2 и CO_2 и транспортировке их по крови. Соединение O_2 и гемоглобина называется **оксигемоглобин**. Кровь, насыщенная O_2 и оксигемоглобином называется *артериальная*.

Соединение CO_2 и гемоглобина называется **карбогемоглобин**. Кровь, насыщенная CO_2 и карбогемоглобином называется *венозная*. Соединение CO (угарный газ) и гемоглобина называется **карбоксигемоглобин**.



Метгемоглобин – аномальная форма гемоглобина, который имеет окисленные атомы железа Fe^{3+} , а не Fe^{2+} . Он не может связывать кислород, а значит, не может и переносить кислород к тканям.

Норма Гемоглобина в крови:

М: 130 – 160 г/л Ж: 120 – 140 г/л



Анемия – заболевание, связанное с понижением гемоглобина в крови.

Причины: недостаточное поступление железа с пищей, крупные кровопотери, из-за которых происходит утрата эритроцитов, а вместе с ними гемоглобина и железа.

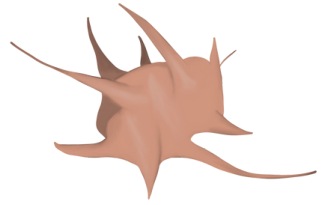
КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА



Тромбоциты – кровяные пластинки.

- Не имеют ядра.
- Концентрация в крови 200-400 тыс.
- Срок жизни 7 – 10 дней.
- Образуются в красном костном мозге.
- Разрушаются в селезенке и печени.

Функция: участвуют в свертываемости крови.



Тромбоцит

Свертываемость крови

Плазма крови содержит растворимый белок – **фибриноген**, который участвует в свертываемости крови. При повреждении стенки сосуда он переходит в **нерастворимую форму** – **фибрин**. На этой реакции и основан процесс свертывания крови. В свертываемости крови участвуют тромбоциты.

Этапы:

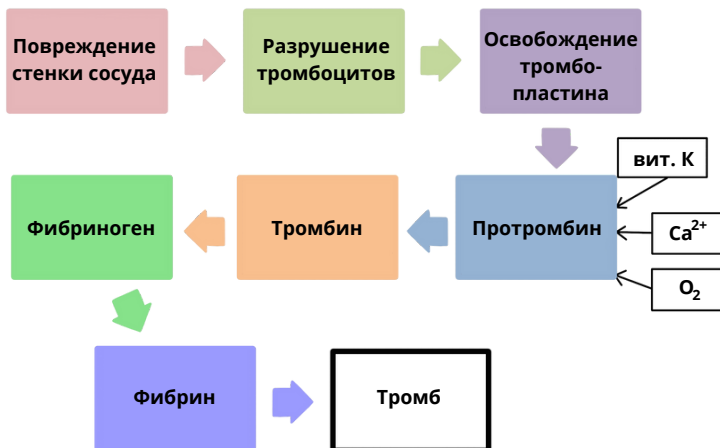
1. Повреждение стенки сосуда служит пусковым механизмом для реакции свертывания крови.
2. Тромбоциты поступают к месту ранения и начинают разрушаться, выделяя при этом **тромбопластин**. Тромбопластин переходит в протромбин.

Протромбин в Тромбин.

3. Под влиянием Тромбина растворимый белок Фибриноген переходит в нерастворимый **Фибрин**.
4. Фибрин сгущается, образуя в сосуде густые нити, в которых застревают клетки крови. Постепенно образуется сгусток – **тромб**.
5. Тромб закупоривает сосуд и кровь останавливается.

Гемофилия – заболевание, связанное с пониженной свертываемостью крови.

Кровяная сыворотка – это плазма крови, лишенная фибриногена.



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Плазма крови



Плазма крови - межклеточное вещество крови, составляет 55 - 60% от общего объема крови. На 90 - 92% состоит из воды.

Концентрация **органических веществ** белков, жиров, углеводов, витаминов, гормонов и т.д. - 9,1%

Концентрация **минеральных солей** - 0,9 %

При крупных кровопотерях и обезвоживании организма человеку переливают физиологический раствор, чтобы восполнить недостаток жидкости.

Физиологический раствор – водный раствор соли с концентрацией 0,9%, что соответствует концентрации солей в плазме.



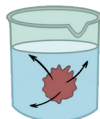
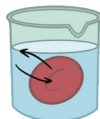
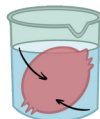
90-92% вода

9,1% органические вещества

0,9% неорганические вещества

Физиологический раствор по концентрации должен соответствовать концентрации солей в плазме крови.

Возьмём три пробирки и проведём эксперимент!



В первую перельём **раствор NaCl с концентрацией 0,9%**

При переливании изотонического раствора с концентрацией 0,9% - по закону осмоса всё находится в равновесии и с эритроцитами ничего не происходит.

Во вторую перельём **раствор NaCl с концентрацией больше 0,9%**

При переливании гипертонического раствора с концентрацией солей больше 0,9%, по закону осмоса – растворитель из зоны с **меньшей концентрацией вещества** поступает в зону с **большей концентрацией** – **вода выходит из эритроцитов**. Они сморщиваются, так как теряют воду и могут погибнуть.

В третью перельём **раствор NaCl с концентрацией меньше 0,9%**

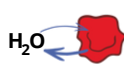
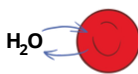
При переливании гипотонического раствора с концентрацией солей меньше 0,9% по закону осмоса – растворитель из зоны с **меньшей концентрацией вещества** поступает в зону с **большей концентрацией** – **вода поступает в эритроциты**. Они набухают и могут даже лопнуть.

Вывод: человеку можно переливать только изотонический раствор, концентрация которого равна 0,9%

Меньше 0,9 %

Равен 0,9 %

Больше 0,9 %



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Группы крови

Донор крови – человек, отдающий кровь. Универсальный донор – **1 группа**.
Реципиент – человек, получающий кровь. Универсальный реципиент – **4 группа**.

Кодировка групп крови называется **система ABO**. Первая группа 0, вторая A, третья B, четвертая AB.

Кодировка групп обеспечивается наличием белков агглютиногенов A и B в эритроцитах и агглютининов α и β в плазме.

Первая группа не содержит агглютиногенов A и B, но содержит оба агглютинина α и β .

Вторая группа содержит агглютиноген A и агглютинин β .

Третья группа содержит агглютиноген B и агглютинин α .

Четвертая группа содержит оба агглютиногена A и B, но не содержит агглютининов α и β .

Агглютинация – явление склеивания, разрушения эритроцитов.

Причина агглютинации – иммунная реакция на чужеродные белки при переливании несовместимой крови.

Группы крови по ABO

Группа крови	Агглютиногены эритроцитов	Агглютинины плазмы
0 (I)	0	$\alpha\beta$
A (II)	A	β
B (III)	B	α
AB (IV)	AB	0

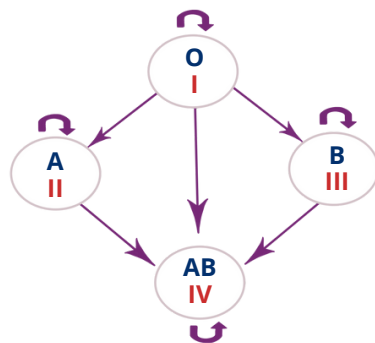


Схема переливания
(совместимости) групп крови

Резус - фактор – особый белок, содержащийся в крови. Наличие его в крови говорит о положительном резус - факторе, отсутствие - об отрицательном. Человеку с отрицательным резус-фактором можно перелить только резус - отрицательную кровь, а человеку с положительным резус-фактором - и отрицательную и положительную.

Интересный факт!

85% людей на Земле имеют положительный резус - фактор, и только 15% – отрицательный резус - фактор.



85% людей на планете имеют положительный резус-фактор



15% людей на планете имеют отрицательный резус-фактор

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА



Межклеточное вещество или тканевая жидкость – жидкость, заполняющая промежутки между органами и тканями. Объем её составляет до 17 литров в организме. Образуется диффузией из плазмы крови и заполняет межтканевые пространства.

Функции:

- Омывает органы и ткани.
- Забирает от тканей и органов продукты их обмена.
- Отдает клеткам питательные вещества.

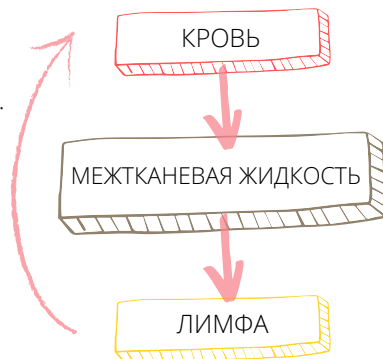


Лимфа – бесцветная или бледно-жёлтая жидкость, циркулирующая по лимфатической системе. Образуется диффузией из тканевой жидкости. Затем сообщается с кровью, возвращая в неё питательные вещества. Включает в свой состав межклеточное вещество и клетки Т-лимфоциты и В-лимфоциты.

Функции:

- Возвращение в кровь питательных веществ (жиры, белки, минеральные соли).
- В лимфу всасываются жиры из тонкого кишечника.
- Иммунная, защитная функция.
- Фильтрация и дренаж тканевой жидкости.

Сама **лимфатическая система** состоит из лимфатических капилляров, сосудов и узлов.



Лимфатическая система

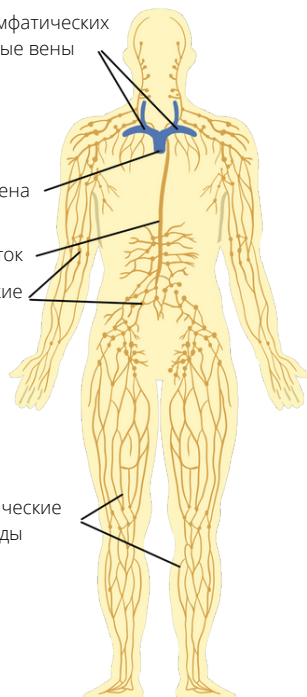
Место впадения лимфатических сосудов в крупные вены

Верхняя полая вена

Грудной проток

Лимфатические узлы

Лимфатические сосуды



Движение лимфы

Лимфа

Лимфатические капилляры

Лимфатические сосуды

Лимфатические узлы

Лимфатические протоки

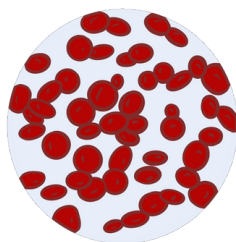
В верхнюю полую вену

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

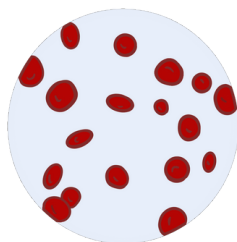
Заболевания, связанные с кровеносной системой



Анемия – заболевание, связанное с понижением гемоглобина или эритроцитов в крови. Отсюда снижается количество кислорода, переносимое эритроцитами к тканям и органам. Характеризуется слабостью, головокружением, низким кровяным давлением, одышкой, обмороками, быстрой утомляемостью.



Количество эритроцитов
у здорового человека



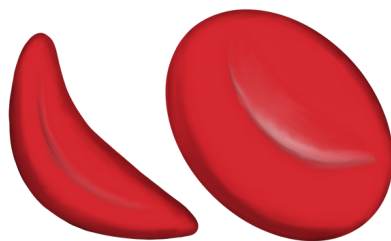
Количество эритроцитов
у больного с анемией



Серповидноклеточная анемия - заболевание, вызванное избыточным количеством аномального унаследованного гемоглобина. Это наследственное заболевание, вызванное генной мутацией.

Под действием генной мутации изменяется структура гемоглобина, он образует нерастворимые волокнистые нити. Образование волокнистых нитей гемоглобина изменяет форму эритроцита в форму серпа. Серповидные клетки могут образовывать сгустки внутри капилляров, блокируя кровоснабжение жизненно важных органов и вызывая множество проблем со здоровьем. Серповидные клетки также разрушаются быстрее, чем нормальные клетки, что приводит к снижению количества эритроцитов (анемия).

Эта болезнь встречается особенно часто в странах, эндемичных по **малярии**, например, в Африке. Больные серповидно-клеточной анемией обладают повышенной устойчивостью к заражению **малярийным плазмодием**. Повышенной устойчивостью к малярии обладают и гетерозиготы - носители, которые анемией не болеют (преимущество гетерозигот), что объясняет высокую частоту этого вредного аллеля в африканских популяциях.



Серповидный
эритроцит

Нормальный
эритроцит

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА



Пульсоксиметр - прибор для измерения уровня насыщения кислородом крови.

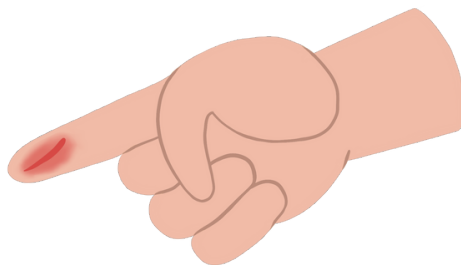
Сатурация – это показатель насыщения крови кислородом. Нормой сатурации для здорового человека считается, когда 95% и больше гемоглобина связано с кислородом.



Пульсоксиметр



Гемофилия - наследственное заболевание крови, которое вызвано врожденным отсутствием или уменьшением количества факторов свертывания крови. Болезнь характеризуется нарушением свертываемости крови и проявляется в частых кровоизлияниях в суставы, мышцы и внутренние органы. Заболевание передаётся с X-хромосомой, болеют им мужчины, женщины являются носительницами гена гемофилии.



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Сердце

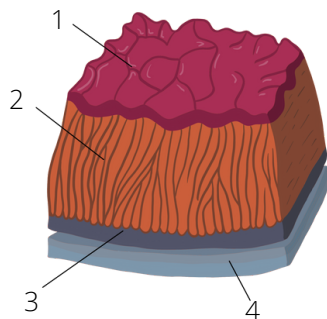


Сердце – четырехкамерный полый мышечный орган, обеспечивающий движение крови по сосудам.

Сердце находится в центре грудной клетки и смещено нижним левым краем в левую сторону, в так называемой околосердечной сумке **перикарде**, который отделяет сердце от других органов.

Имеет четыре слоя:

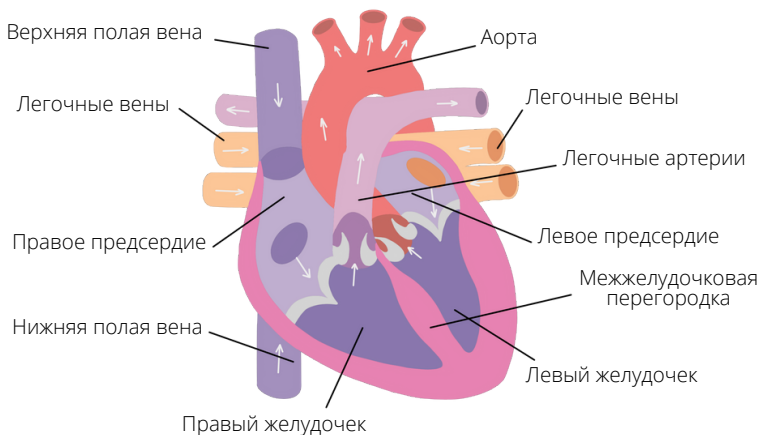
1. **Внутренний слой** – **эндокард**. Он выстилает камеры сердца изнутри и образован эпителиальной тканью.
2. **Средний слой** – **миокард**. Он образован сердечной поперечно - полосатой мышечной тканью.
3. **Наружный слой**, соединительнотканый – **эпикард**.
4. **Перикард и околосердечная сумка** – окружает сердце снаружи со всех сторон и защищает от других органов.



Сердце состоит из четырёх отдельных полостей, называемых **камерами**: левое предсердие, правое предсердие, левый желудочек, правый желудочек.

Они разделены **сплошной перегородкой**. В правое предсердие входят верхняя и нижняя полые вены, в левое предсердие — лёгочные вены. Из правого желудочка выходят легочные артерии (легочный ствол) и из левого желудочка выходит **аорта**. Правый желудочек и левое предсердие замыкают малый круг кровообращения, левый желудочек и правое предсердие — большой круг.

Стенка левого желудочка приблизительно в **три раза толще**, чем стенка правого желудочка, так как левый должен быть достаточно сильным, чтобы вытолкнуть кровь в большой круг кровообращения для всего организма.

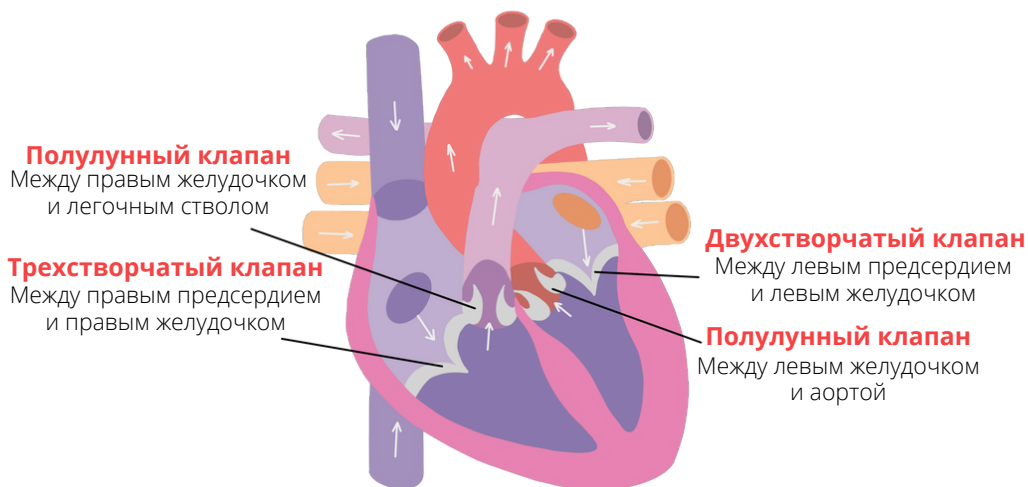


КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Сердце



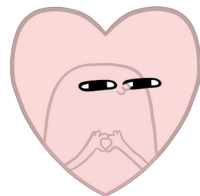
Правая и левая половины сердца не сообщаются между собой. Желудочки отделены от предсердий **створчатыми клапанами**. Они обеспечивают движение тока крови только в одной направлении – из предсердий в желудочки, препятствуя обратному току крови – из желудочков в предсердия. Клапан между левым предсердием и левым желудочком называется **митральный клапан** или **двухстворчатый клапан**, так как состоит из двух лепестков. Клапан между правым предсердием и правым желудочком носит название **трёхстворчатый клапан** — он состоит из трёх лепестков. В сердце находятся ещё **полулунные клапаны** - аортальный и лёгочный клапаны. Они находятся между желудочками и артериями, выходящими из них, **контролируют вытекание крови из обоих желудочков в артерии**. Открываются только в одну сторону – в сторону артерий, препятствуя обратному току крови в желудочки.



Сердечный цикл - последовательность процессов, происходящих за одно сокращение сердца и его последующее расслабление. Термин *систола* означает сокращение мышцы. Термин *диастола* означает расслабление мышцы.

Три фазы:

1. Сокращение предсердий (систола предсердий) – 0,1 с
 2. Сокращение желудочков (систола желудочков) – 0,3 с
 3. Диастола (общее расслабление сердца) – 0,4 с
- Общая продолжительность сердечного цикла – 0,8 с



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Сердце

Фаза сердечного цикла	Положение клапанов	Направление движения крови	Продол- житель- ность
Сокращение предсердий (систола)	Створчатые открыты Полулунные закрыты	Из предсердий в желудочки	0,1 сек
Сокращение желудочков (систола)	Створчатые закрыты Полулунные открыты	Из желудочков в аорту и легочную артерию	0,3 сек
Расслабление желудочков и предсердий (диастола)	Створчатые открыты Полулунные закрыты	Из вен в предсердия и желудочки	0,4 сек



Регуляция работы сердца

Работа сердца контролируется нервной и гуморальной регуляцией. Главный сердечно-сосудистый центр находится в продолговатом мозге.

Ослабляет работу сердца и понижает давление:

- Парасимпатическая нервная система.
- Ацетилхолин.
- Ионы K.

Усиливает работу сердца и повышает давление:

- Симпатическая нервная система.
- Адреналин.
- Ионы Ca.
- Тироксин, гормон щитовидной железы.



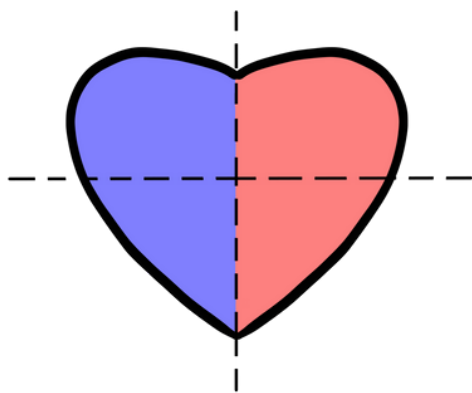
КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Лайфхаки про сердце



Сверху у сердца располагаются предсердия, снизу - желудочки.

- В левой половине сердца кровь **артериальная**, в правой - **венозная**.
- В сердце на картинке всё наоборот, слева - правая сторона, справа - левая.
- В предсердия кровь вливается, из желудочков кровь выталкивается.
- В предсердия Входят **вены**, а из желудочков - **Выходят артерии**.
- Круги всегда начинаются с желудочков и заканчиваются предсердиями.
- Если круг начался в левой половине сердца - то закончится в правой (Большой круг начинается в ЛЕВОМ желудочке и заканчивается в ПРАВОМ предсердии). Если круг начался в правой половине сердца - то закончится в левой (Малый круг начинается в ПРАВОМ желудочке и заканчивается в ЛЕВОМ предсердии).
- В большом круге всё как надо - по артериям течёт **артериальная** кровь, по венам - **венозная**.
- В малом круге всё наоборот, по артериям - **венозная**, по венам - **артериальная**.
- В малом круге **венозная** кровь превращается в **артериальную**.
- В большом круге **артериальная** кровь превращается в **венозную**.



В правой половине сердца кровь венозная, в левой - артериальная.



Предсердия расположены сверху, желудочки внизу.

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Круги кровообращения



Малый круг

В нем кровь идет к легким и превращается из **венозной** в **артериальную**, обогащаясь O_2 .

Начинается в правом желудочке и заканчивается в левом предсердии.



Большой круг

В нем кровь идет к органам и тканям и превращается из **артериальной** в **венозную**, отдавая O_2 и забирая CO_2 от органов и тканей.

Начинается в левом желудочке и заканчивается в правом предсердии.



Лайфхак!

Если круг начался в правой половине – заканчивается в левой.
Если круг начался в левой половине – заканчивается в правой.

Запомни!

Круги начинаются с желудочков и заканчиваются предсердиями.

Большой круг кровообращения



Артериальная кровь поступает от сердца к органам и тканям, отдает им O_2 и забирает CO_2 , превращаясь из **артериальной** в **венозную** и возвращается обратно к сердцу.

Левый желудочек при сокращении выталкивает **артериальную** кровь в аорту, аорта ветвится на средние артерии, которые несут кровь богатую кислородом ко всем органам и тканям. Здесь они ветвятся ещё на более мелкие артерии, а затем на капилляры.

В капиллярах происходит **газообмен**: **артериальная** кровь отдаёт O_2 органам и тканям, а забирает от них CO_2 и становится **венозной**. По мелким венам венозная кровь собирается от органов и тканей в средние вены, а затем в две крупные вены: *верхнюю и нижнюю полые вены*. Верхняя полая вена собирает венозную кровь от верхней половины тела, а нижняя полая вена – от нижней половины тела. Они несут венозную кровь обратно к сердцу и открываются в **правое предсердие**, где и **заканчивается большой круг кровообращения**. Правое предсердие сокращается и выталкивает венозную кровь в правый желудочек, где начинается малый круг кровообращения.



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Большой круг кровообращения

Последовательность

Начало – левый желудочек

Аорта

Артерии

Капилляры

Вены

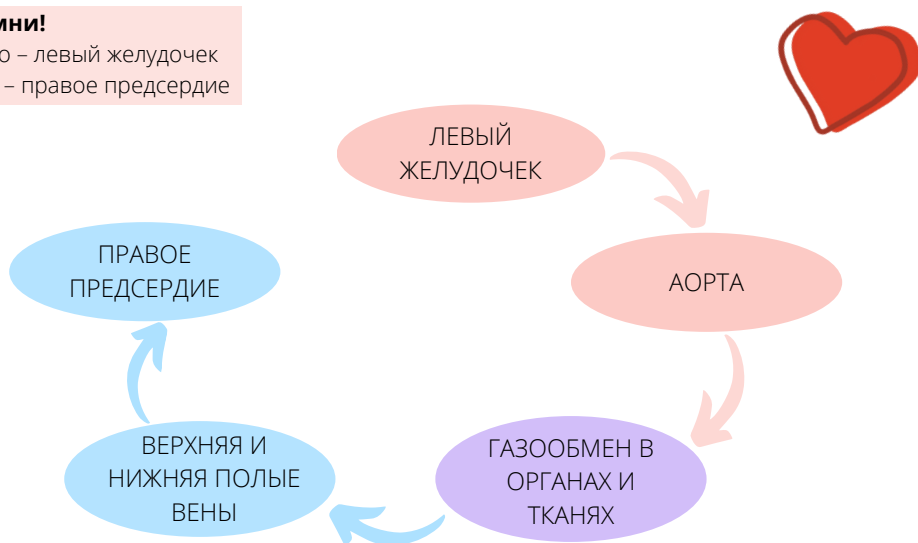
Верхняя и нижняя полые вены

Конец – правое предсердие

Запомни!


Начало – левый желудочек

Конец – правое предсердие



КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Малый круг кровообращения

 Венозная кровь поступает от сердца к легким, отдает им CO_2 и получает O_2 , превращаясь из венозной в артериальную и возвращается обратно к сердцу. **Правый желудочек** при сокращении выталкивает венозную кровь в легочный ствол, который состоит из легочных артерий, которые несут венозную кровь богатую CO_2 к лёгким. Здесь в лёгких они ветвятся на капилляры. В капиллярах происходит **газообмен**: венозная кровь отдаёт CO_2 альвеолам, а забирает от них O_2 и становится артериальной. По лёгочным венам артериальная кровь собирается от лёгких. Они несут артериальную кровь обратно к сердцу и открываются в **левое предсердие**, где и заканчивается малый круг кровообращения. Левое предсердие сокращается и выталкивает артериальную кровь в левый желудочек, где начинается большой круг кровообращения.

Последовательность



Начало – правый желудочек

Легочные артерии

Капилляры

Легочные вены

Конец – левое предсердие

Запомни!

Начало – правый желудочек
Конец – левое предсердие

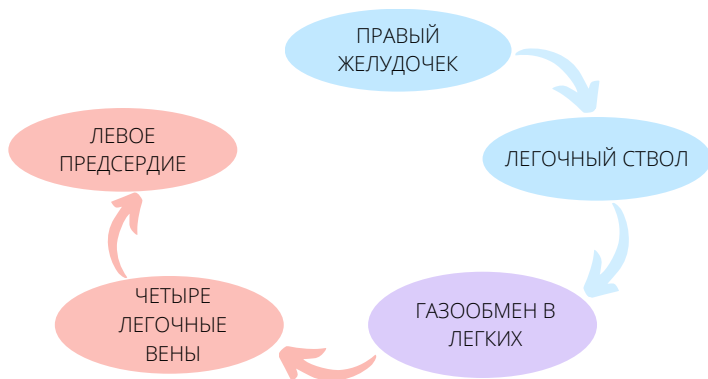


Лайфхак!

Левая половина сердца заполнена артериальной кровью, а правая половина сердца – венозной.

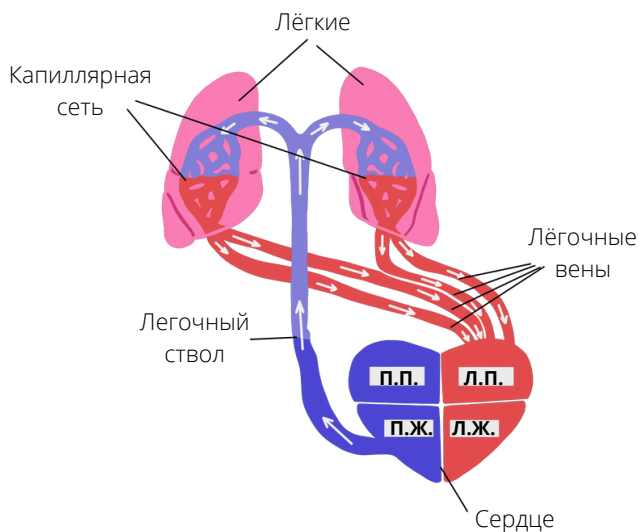
Запомни!

В малом круге всё наоборот: легочные артерии несут венозную кровь, а легочные вены артериальную.

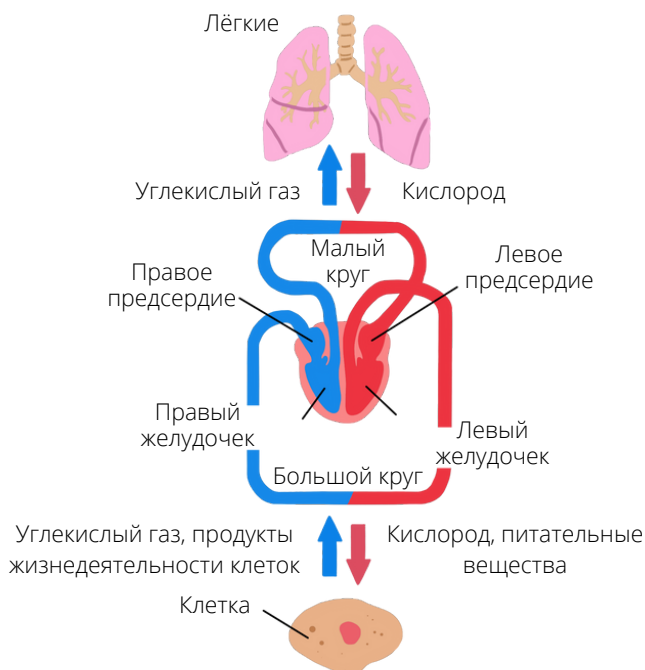


КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Малый круг кровообращения



Большой круг кровообращения

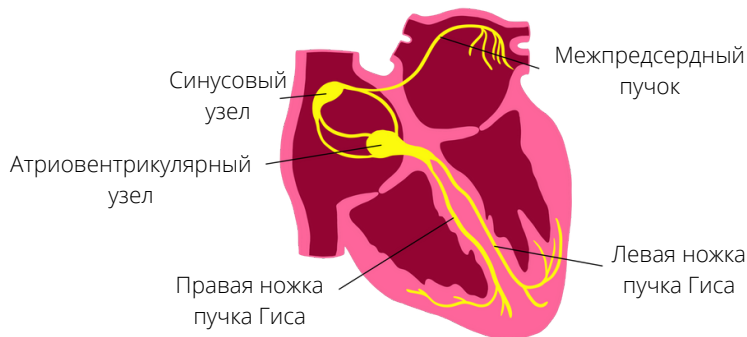


КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Автоматизм сердца



Автоматизм сердца – способность сердца ритмически сокращаться под действием импульсов, возникающих в самом сердце. Это обеспечивается проводящей системой сердца – нервными узлами и нервами, находящимися непосредственно в самом сердце. Поэтому мы говорим, что сердечная мышца сокращается автономно.



Пульс – ритмические колебания стенок артерий, синхронные с ударами сердца. В норме пульс составляет от 70 до 80 ударов в минуту. По пульсу можно определить количество сокращений сердца в минуту. Пульс определяется по поверхностным артериям: артериям запястья, шейным артериям, локтевым артериям.



Артериальное давление (АД) – давление, которое оказывает кровь на стенки артерий.

Оно неравномерно и колеблется в зависимости от фазы работы сердца. В систолу, когда сердце сокращается и выбрасывает в сосуды очередную порцию крови, давление увеличивается. А в диастолу, когда сердце расслабляется и наполняется кровью, давление в артериях уменьшается. Давление крови на стенки артерий в систолу называют «верхним» или систолическим, а в диастолу – «нижним» или диастолическим. Значение АД принято записывать через дробь: первым – верхнее, вторым – нижнее.




В норме показатели систолического давления: 100-120 мм.рт.ст
Показатель диастолического давления: 60-80 мм.рт.ст

Аппарат для измерения артериального давления - **тонометр**.




КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

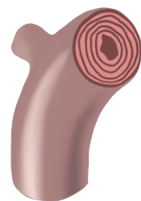
Классификация сосудов

 Сосуды обеспечивают циркуляцию крови по организму и снабжение тканей полезными веществами и кислородом, а так же сбор продуктов обмена и углекислого газа от тканей и органов. Все сосуды делятся на три группы: артерии, вены и капилляры.


Артерии

 Несут кровь **от сердца**. Несут артериальную кровь. *Исключение* – артерии малого круга кровообращения – легочные артерии, они несут венозную кровь.

- Стенка трёхслойная: эпителиальный слой, гладкий мышечный (хорошо развит) слой, наружный соединительно-тканый слой.
- Стенка артерий толстая, прочная, упругая.
- В артериях самая высокая скорость кровотока и самое высокое кровяное давление.



Вены

 Несут кровь **к сердцу**. Несут венозную кровь. *Исключение* – вены малого круга кровообращения – легочные вены, они несут артериальную кровь.


- Стенка трёхслойная: эпителиальный слой, гладкий мышечный слой (тонкий, слабо развит), наружный соединительно-тканый слой.
- Стенка дряблая, способна растягиваться.
- В венах средняя скорость кровотока и самое низкое кровяное давление.
- Имеют полулунные клапаны на всём протяжении, которые препятствуют обратному току крови.

Полулунные клапаны вен



Интересный факт! Кровь по венам движется, нарушая законы всемирного тяготения: снизу вверх к сердцу! Почему кровь не падает обратно вниз? Потому что полулунные клапаны закрываются и не дают крови течь в обратную сторону.

Капилляры

 В капиллярах **происходит газообмен** – превращение артериальной крови в венозную или венозной в артериальную.

- Стенка однослойная – эпителиальная, совсем не имеет мышечных волокон.
- Обеспечивают связь между артериями и венами.
- В капиллярах самая низкая скорость кровотока и среднее кровяное давление.



Запомни! Самое высокое давление и скорость кровотока – артерии. Самая низкая скорость кровотока – капилляры. Самое низкое давление крови – вены.

КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

Виды кровотечений



Первая помощь при капиллярном кровотечении

Капиллярное кровотечение, как правило, не сопровождается значительной кровопотерей и достаточно *легко и быстро останавливается* при образовании тромба. Признаком повреждения капилляров является то, что кровоточит вся раневая поверхность. Первой помощью при кровотечениях данного типа является обработка краев раны йодом и наложение пластыря.

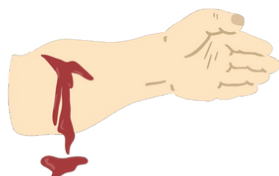


Первая помощь при венозном кровотечении



Признаком венозного кровотечения является *тёмно-красный цвет крови*, вытекающей медленно равномерной, непрерывной струей (без пульсации, фонтанирования).

В качестве первой помощи при кровотечениях из венозных сосудов на рану накладывают давящую повязку ниже места ранения.



Первая помощь при артериальном кровотечении



Признаком артериального кровотечения является *ярко-алый цвет крови*, вытекающей с большой скоростью пульсирующей струей (пульсация в такт сердечным сокращениям), а при повреждении крупных артерий кровь может бить фонтаном, прерывисто. Первая помощь при кровотечениях из артериальных сосудов заключается в *поднятии конечности*, зажимании поврежденной артерии пальцем и затем *наложении кровоостанавливающего жгута* выше места повреждения. Максимальное время, на протяжении которого жгут может не сниматься, составляет 1 час в условиях холода (зимой) и до 2 часов в теплое время года. Превышение данного времени ведет к отмиранию тканей. Поэтому под жгут кладется бумага с точным временем наложения жгута.



После наложения жгута рану обрабатывают антисептиком и *накладывают стерильную повязку*. Затем человека отправляют в больницу, чтобы ему была оказана врачебная помощь.

Запомни!

Этапы помощи при артериальном кровотечении:

- 1) Зажать поврежденную артерию пальцем.
- 2) Наложить жгут.
- 3) Наложить бумагу со временем наложения жгута.
- 4) Обработать рану.
- 5) Наложить стерильную повязку.
- 6) Отправить больного в больницу.

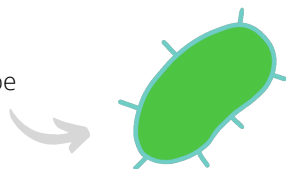
ИММУНИТЕТ

Иммунитет

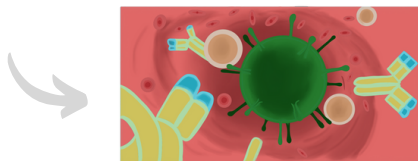


Иммунитет – это способность организма защищать себя от генетически чужеродных антигенов экзогенного и эндогенного происхождения, направленная на поддержание и сохранение гомеостаза, структурной и функциональной целостности организма.

Антиген – любое вещество, которое наш организм рассматривает как чужеродное или потенциально опасное и даёт на него иммунный ответ с целью удалить это вещество.



Антитела – это защитные белки плазмы крови, выделяющиеся клетками иммунной системы и служащие для нейтрализации клеток патогенов (бактерий, грибов, многоклеточных паразитов), вирусов и других чужеродных веществ.



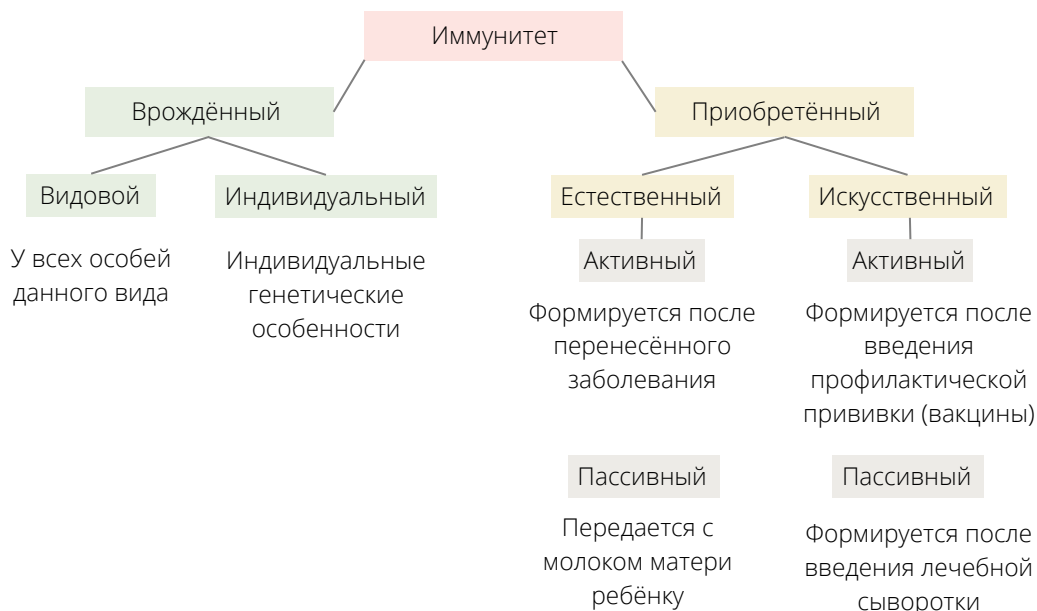
Каждое антитело распознаёт **уникальный элемент патогена**, который отсутствует в самом организме, — **антиген**. Связываясь с антигенами на поверхности патогенов, антитела могут либо непосредственно *нейтрализовать* их, либо *привлекать другие компоненты* иммунной системы, например, фагоциты, чтобы уничтожить чужеродные клетки или вирусные частицы. За выработку антител отвечают клетки **В-лимфоциты**. Антитела после образования поступают в плазму крови.

Антитело имеет **Y-образную структуру**, на двух концах молекулы располагаются два одинаковых сайта связывания антигенов, а третий конец бывает одного из нескольких видов, в зависимости от него антитела относят к тому или иному классу. У млекопитающих существует пять классов антител: *IgA, IgG, IgD, IgE и IgM*. Антитела каждого класса отличаются от других функциями и особенностями структуры.



Иммунитет можно разделить на клеточный и гуморальный. Также на врожденный приобретенный, искусственный и естественный. Специфический и неспецифический. Давай рассмотрим все классификации ниже.

ИММУНИТЕТ



Различают **клеточный** иммунитет, при котором уничтожение чужеродных тел осуществляют клетки. То есть механизм уничтожения заключается в поглощении патогена клеткой. Например, фагоциты в процессе фагоцитоза поглощают патогены.

И **гуморальный** иммунитет, при котором чужеродные антигены обезвреживаются с помощью антител, доставляемых кровью.

Клеточный иммунитет открыл *И.И. Мечников*. Гуморальный иммунитет открыл *П. Эрлих*.

Врождённый иммунитет заложен у организма с самого рождения (до первой встречи с антигеном), он защищает организм против всего чужеродного, то есть не обладает специфичностью.

Он реагирует не на конкретные специфические антигены, а на **определённые классы** антигенов, характерные для патогенных организмов (белки вирусного капсида, продукты метаболизма глистов и т.п.).

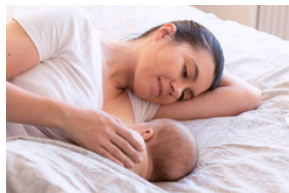
Врождённый иммунитет может быть *наследственным (видовым) и индивидуальным*.

Видовой врождённый иммунитет — это невосприимчивость всех представителей данного вида к определённому антигену, **приобретённая в процессе эволюции**. Например, болезни, которыми болеют млекопитающие и птицы, не передаются человеку. *Пример:* чума крупного рогатого скота.

ИММУНИТЕТ

Индивидуальный врождённый иммунитет определяется теми особенностями, которые передаются организму с родительскими генами и в процессе эмбрионального развития. В процессе эмбрионального развития через плаценту плоду передаются **антитела матери**, которые противостоят инфекциям.

Естественный иммунитет возникает **самостоятельно** в процессе жизни организма. Естественный иммунитет делится на *активный и пассивный*.



Естественный пассивный иммунитет связан с передачей антител с грудным молоком от матери к ребёнку. До 6 месяцев эти антитела защищают ребенка, поэтому важным компонентом формирования иммунитета является грудное вскармливание. Иммунитет матери защищает ребёнка. Только к 6 месяцам организм самостоятельно начинает вырабатывать антитела, а собственный иммунитет у ребёнка формируется только к концу первого года жизни.

Естественный активный (приобретенный) иммунитет формируется в течение жизни человека в результате столкновения организма с различными чужеродными антигенами. Проще говоря, он формируется после перенесённого человеком **заболевания**.

Искусственный иммунитет формируется в результате применения медицинских препаратов (вакцин и сывороток).



Искусственный активный иммунитет формируется за счёт введения человеку профилактической вакцины (прививки).

Вакцина – медицинский препарат, содержащий ослабленные или убитые возбудители заболевания. Ослабленный возбудитель не в состоянии вызвать заболевание, но воспринимается организмом, как чужеродный антиген. В ответ на него организм образует антитела, которые защитят организм в будущем от действия этого антигена (отсюда название «активный», ведь организм сам образует антитела). Вакцина вводится здоровому человеку для предотвращения заболевания в будущем. *Например:* вакцина от гриппа.

Искусственный пассивный иммунитет формируется за счёт введения лечебной сыворотки.



ИММУНИТЕТ

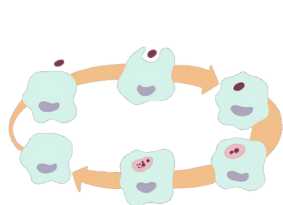
Сыворотка — медицинский препарат плазмы крови без фибриногена, содержащий готовые антитела к определённым патогенам. Сыворотку получают из крови заражённого данным заболеванием животного (коровы, лошади и т. д.).

Сыворотка с чужими антителами вводится заболевшему человеку в случае, когда организм не способен произвести достаточное количество антител. Готовые антитела нейтрализуют возбудитель и человек выздоравливает. При этом человек сам НЕ выделяет антитела, а использует готовые (поэтому и называется пассивный иммунитет).

Например: лечебная сыворотка от бешенства.

Также есть разделение иммунитета на *Неспецифический* и *Специфический*.

Неспецифический иммунитет – действует против всех возбудителей, не обладает специфичностью. Обеспечивается кожным покровом, слизистыми оболочками. Например, мерцательный эпителий носовой полости.

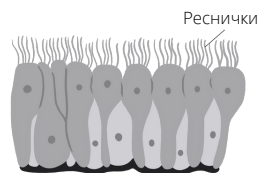


Фагоцитоз



Лейкоцит

Участвует в фагоцитозе



Реснички

Мерцательный
эпителий носа

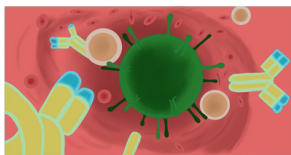
Специфический иммунитет основан на распознавании конкретного антигена лимфоцитами и его уничтожении. У каждого человека этот тип иммунитета индивидуален. Он формируется постепенно в результате реакции иммунной системы на различные антигены, с которыми контактирует организм в течение жизни. Специфический иммунитет обеспечивается *клетками памяти* (Т-лимфоцитами), которые сохраняются в организме после перенесённой инфекции или после прививки на долгое время. Эти клетки распознают возбудителя болезни при его повторном попадании в организм и быстро начинают вырабатывать антитела, препятствуя развитию болезни.



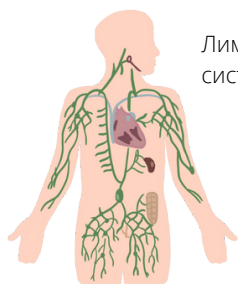
Тимус

Участвует в
дифференцировке
лимфоцитов

Антитела



Белки, которые участвуют
в защите от антигенов



Лимфатическая
система

Участвует в транспортировке
лимфоцитов

ИММУНИТЕТ



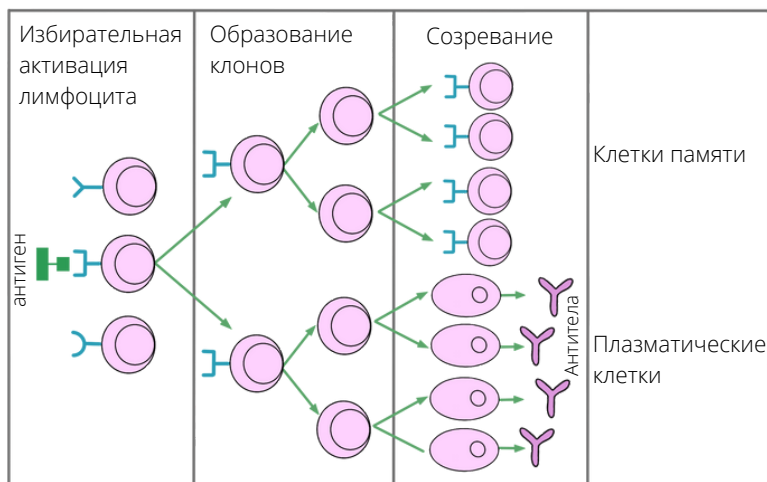
Теория клонально-селективного иммунитета - это концепция, разработанная П. Эрлихом, Ф. Бернетом и С.Тонегава, которая объясняет, как иммунная система нашего организма может адаптироваться к различным антигенам и обеспечивать защиту от инфекций.

Иммунные клетки, такие как В-лимфоциты и Т-лимфоциты, обладают способностью *распознавать и связываться с определенными антигенами*. Каждая клетка имеет уникальный рецептор, который позволяет ей связываться только с определенным антигеном.

Когда лимфоцит встречается антиген, который соответствует его рецептору, происходит **активация этого лимфоцита**. Активированный лимфоцит начинает делиться и размножаться, образуя клеточную популяцию, или "**клон**", которая специфически реагирует на данный антиген. Эти клоны лимфоцитов затем могут атаковать и уничтожить инфекционные агенты, содержащие соответствующий антиген.

После того, как иммунная клетка была активирована и размножена, некоторые из ее потомков становятся **памятью** иммунной системы. Эти клетки сохраняют информацию о специфическом антигене и могут быстро активироваться в случае повторного контакта с ним. Это обеспечивает более быстрый и эффективный иммунный ответ при повторной инфекции.

Клонально-селективный иммунитет также объясняет, почему иммунная система не атакует собственные клетки организма. В процессе развития иммунных клеток происходит отбор тех, которые не связываются с антигенами, присутствующими на собственных клетках. Этот механизм называется *самонесовместимостью*.



Клонально – селективная теория П. Эрлиха, Ф. Бернета и С.Тонегава

ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

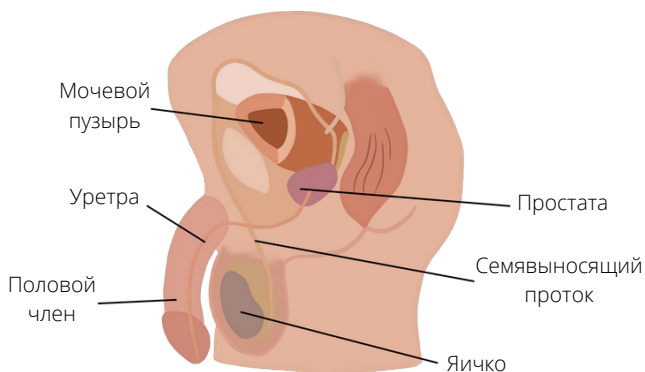
Мужская половая система

Мужские половые органы включают следующие анатомические элементы: **внутренние** - яички (мужские половые железы), их протоки, придаточные половые железы и **внешние** - мошонка и половой член (пенис).



Яички (семенники) — это парные железы смешанной секреции, имеют округлую форму. В них вырабатываются мужские половые клетки *сперматозоиды* и синтезируются *мужские половые гормоны* (андроген и тестостерон). Яички расположены в мошонке, выполняющей защитную функцию.

Мужской половой орган **пенис** имеет головку, тело и корень. Задней частью пенис прикрепляется к лобковым костям поддерживающими связками. На вершине полового члена открывается мочеиспускательный канал, совмещенный с семявыносящим протоком. Пенис покрыт кожей, которая на головке имеет складку **крайнюю плоть**. Состоит из двух пещеристых и одного губчатого тела. Пещеристые и губчатое тела представляют собой губчатые образования, состоящие из множества мелких сосудов и полостей.



Уретра, или мочеиспускательный канал — это тонкая трубка, которая соединяется с мочевым пузырем и семявыводящими протоками яичка. Служит для удаления мочи из мочевого пузыря, а также для выброса спермы.

Семявыносящие протоки — две тоненькие трубки, по которым сперматозоиды попадают из яичка в семенные пузырьки, где они накапливаются и созревают.

Простата или предстательная железа — мышечно-железистый орган, в котором вырабатывается жидкость белого цвета, которая, смешиваясь со сперматозоидами, образует сперму. При сокращении мышц простаты сперма выталкивается наружу через уретру. Это называется *эякуляцией*.

ПОЛОВАЯ СИСТЕМА

Женская половая система

Женские половые органы включают следующие анатомические элементы:

внутренние: яичники, маточные или фаллопиевы трубы, матку, влагалище и **внешние:** лобок, большие и малые половые губы, клитор, девственная плева, преддверие влагалища и промежность.

Яичники - парные железы смешанной секреции, имеют овальную форму. Они расположены с обеих сторон матки в полости малого таза. В яичниках развиваются женские половые клетки *яйцеклетки* и синтезируются женские половые гормоны *эстрогены*. Яичники женщины работают циклически. В одном из них в фолликуле созревает яйцеклетка. Когда фолликул полностью созреет, он лопается, и яйцеклетка выходит из него в маточные трубы. Этот процесс называется *овуляцией*.

Маточные (фаллопиевы) трубы соединяют полость матки с яичниками. В фаллопиевых трубах происходит оплодотворение яйцеклетки сперматозоидом.

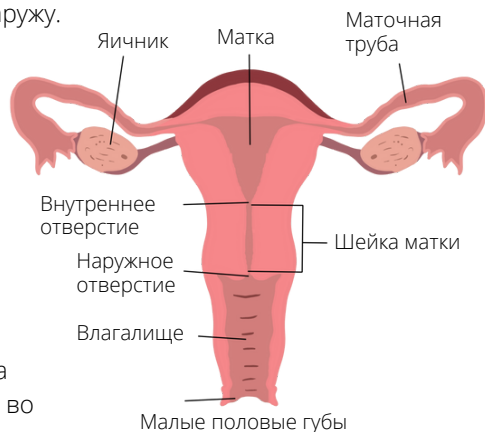
Матка — это полый мышечный орган, предназначен для внутриутробного развития плода. Матка выстлана слизистой оболочкой - *эндометрием* и имеет грушевидную форму. Располагается в полости малого таза между прямой кишкой и мочевым пузырем. Матка имеет три отверстия: *два боковых*, соединяющих ее с фаллопиевыми трубами, и *нижнее*, соединяющее ее через шейку с влагалищем. Когда оплодотворенная яйцеклетка попадает в матку, она погружается в слизистую оболочку, прикрепляясь к стенке матки. Здесь и происходит развитие зародыша, а позднее плода. Неоплодотворенная яйцеклетка выходит из организма женщины вместе с частями слизистой оболочки (эндометрия) матки и небольшим количеством крови. Этот процесс называется *менструацией*. Нижняя часть матки называется *шейкой*.

Влагалище - полый мышечный цилиндр. Внутренний расширенный конец его охватывает шейку матки, а наружный переходит в половую щель. Шейка матки и влагалище образуют у беременных женщин родовую канал, по которому при рождении плод выходит из полости матки наружу.

Малые и большие половые губы - это складки кожи, закрывающие внешний вход влагалища и уретры.

Клитор - непарный половой орган, в котором находится большое количество нервных окончаний рецепторов и множество сосудов. Он является одной из самых чувствительных эрогенных зон женского организма.

Девственная плева - тончайшая перепонка слизистой оболочки, которая закрывает вход во влагалище у женщин, не имевших половых контактов.



ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Терморегуляция



Терморегуляция – способность живого организма поддерживать температуру тела в определённых границах, даже если температура внешней среды значительно отличается.

Соотношение теплопродукции и теплоотдачи регулируются **гипоталамусом**, который получает информацию от периферических или глубинных температурных рецепторов. В ответ на эти импульсы центр терморегуляции в гипоталамусе (связанный с центрами, регулирующими функции дыхания, сердечно-сосудистую и другие системы) активирует механизмы, обеспечивающие или теплопродукцию или теплоотдачу.

При *повышении* температуры теплопродукция **уменьшается**, т.е. организм вырабатывает меньше тепла. Интенсивность обмена веществ снижается. В это же время **увеличивается** теплоотдача, что предохраняет организм от перегрева.

Теплоотдача увеличивается за счёт:

- Расширения капилляров кожи (кожа краснеет).
- Увеличения потоотделения.
- Учащения дыхания.



При понижении температуры развиваются обратные процессы – теплопродукция **увеличивается**, а теплоотдача **уменьшается**. Таким образом организм сохраняет тепло и не переохлаждается.

Теплоотдача уменьшается за счёт:

- Сужения капилляров кожи (кожа бледнеет).
- Снижения потоотделения.
- Урежения дыхания.



ТЕРМОРЕГУЛЯЦИЯ

Какими органами и системами органов осуществляется терморегуляция у человека?

- **Нервная:** регулирует процессы терморегуляции – вызывает изменения в просвете сосудов, инициирует работу желёз и мышечные сокращения.
- **Опорно-двигательная:** мышцы, сокращение которых повышает выделение тепла при охлаждении, это называется *дрожание*.
- **Покровная:** кожа человека увеличивает теплоотдачу при перегреве, выделяя пот и испаряя влагу, тем самым охлаждая тело.
- **Кровеносная:** при повышении температуры тела капилляры кожи расширяются, возрастает приток крови к коже, увеличивается теплоотдача. При понижении температуры тела капилляры кожи сужаются, снижается приток крови к коже, снижается теплоотдача.



Тепловой удар – то опасное для жизни состояние, которое возникает при воздействии на тело человека повышенной температуры, что приводит к нарушению процесса терморегуляции организма.

Основной причиной теплового удара является воздействие на организм высокой температуры в условиях высокой влажности окружающей среды. Также тепловой удар может возникнуть в результате ношения теплой и синтетической одежды, которая мешает телу испарять тепло.

Симптомы теплового удара:

- Высокая температура тела (40°C и выше).
- Вялость, сонливость.
- Жажда, отсутствие потоотделения.
- Учащенное дыхание и повышенное ЧСС.



Первая помощь при тепловом ударе:

Перенести пострадавшего в тень или прохладное помещение и положить его, приподняв голову. Нужно снять одежду, ослабить ремень. Приложить к голове холодный компресс. Тело обтереть холодной водой или обернуть влажной простыней. Если человек в сознании – напоить прохладной водой. В случае потери сознания возбудить дыхание нашатырным спиртом и перевернуть пострадавшего на бок. Вызвать скорую помощь.



ПРОЧИЕ ЦАРСТВА

ЦАРСТВО БАКТЕРИИ

Все организмы, обитающие в настоящее время на Земле, делятся империю **Клеточные** и империю **Неклеточные**. Единицей строения клеточных организмов является клетка, а к неклеточным относят организмы, не имеющие клеточного строения. К империи Неклеточных относят одно единственное царство Вирусы.

Империя Клеточные в свою очередь делится на два надцарства: **Прокариоты** или Доядерные и **Эукариоты** или Ядерные, по наличию оформленного ядра в клетке.

К надцарству Прокариоты относят царство Бактерии, а к Эукариотам относят царство Растения, царство Животные и царство Грибы.



Бактерии – прокариотические организмы, состоящие из одной или группы клеток (колоний), имеющие микроскопические размеры.

Наука, изучающая бактерии называется *бактериология*, она является разделом микробиологии. Бактерии имеют микроскопические размеры и могли быть открыты только с появлением микроскопа. Их открыл голландский учёный Антони Ван Левенгук в 1676 году.

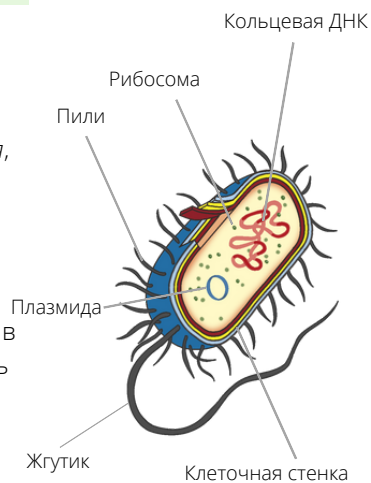
Бактерии бывают самых разных форм: шарообразные, в виде палочек или спиралей, изогнутые. Они могут жить отдельно или образовывать скопления **колонии**.

Бактерии приспособились к жизни **во всех средах** – воде, воздухе, почве, внутри живых организмов.

Строение бактериальной клетки

Бактериальная клетка имеет цитоплазму и окружена **цитоплазматической мембраной**. Поверх мембраны у бактерий находится **клеточная стенка**. Она выполняет функцию механической защиты клетки от внешних повреждений и давления воды изнутри клетки (в результате осмоса). Основу клеточной стенки составляет вещество **муреин**.

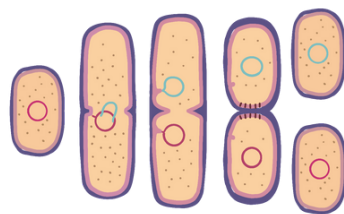
По строению поверхностного аппарата бактерии делятся на две большие группы — **грамположительные** (грам+) и **грамотрицательные** (грам-). Эти названия даны из-за разной способности таких клеток окрашиваться по Граму (определенный метод окрашивания).



Кольцевая ДНК

ЦАРСТВО БАКТЕРИИ

У некоторых видов бактерий поверх клеточной стенки имеется дополнительный внешний слой, называемый **капсулой**. В отличие от стенки, он неплотный, прозрачный. Он состоит из непрочно связанных между собой полисахаридов и защищает клетку от механических повреждений, а в случае болезнетворных бактерий — от защитных систем организма-хозяина.



Деление бактерий

Внутри бактериальная клетка заполнена цитоплазмой, а зона, содержащая наследственный материал кольцевую ДНК – называется **нуклеоидом**. Также клетки бактерий могут содержать дополнительные кольцевые молекулы ДНК – **плазмиды**. Плазмиды обычно содержат гены, повышающие приспособленность бактерий к окружающей среде (например, обеспечивают устойчивость к антибиотикам).

По всему внутреннему пространству клетки бактерий разбросаны органоиды **рибосомы**. В клетке бактерии также можно увидеть впячивания плазматической мембраны. Впервые такие впячивания обнаружили в конце 50-х годов 20-го века и назвали **мезосомами**.

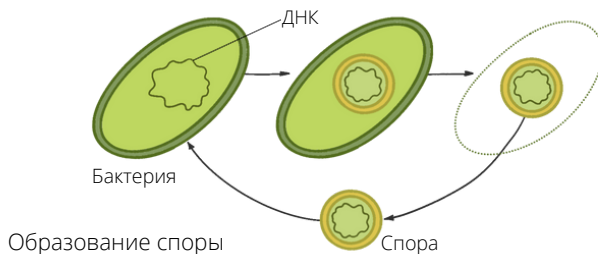
На поверхности бактериальной клетки располагаются **жгутики**, которые представляют собой нитевидные выросты, обеспечивающие движение бактерий. Также на поверхности клетки имеются короткие нитевидные отростки **пили** — не способные к движению, но обеспечивающие прикрепление бактерий к другим клеткам.

Размножаются бактерии **бинарным делением клетки**, перед делением кольцевая молекула ДНК удваивается, а затем всё содержимое делится поровну между двумя дочерними клетками.

Образование спор

Некоторые бактерии способны образовывать **споры**. Споры у бактерий служат не для размножения, а для перенесения неблагоприятных условий. Спора образуется внутри клетки. В ее состав обязательно входит генетический материал бактерии. Спора окружается плотной оболочкой, после чего все оставшиеся внешние части клетки отмирают.

Уничтожение всех бактерий и их спор называется **стерилизацией**.



ЦАРСТВО БАКТЕРИИ

Бактерии представлены во всех способах питания:

Те бактерии, которые способны самостоятельно синтезировать из неорганических веществ высокомолекулярные органические вещества, используя при это солнечную энергию или энергию окисления неорганических веществ, относят к **автотрофам**.

Бактерии фототрофы – те, которые используют солнечную энергию для синтеза веществ, осуществляя процесс фотосинтеза. К ним относят цианобактерий.

Бактерии хемотрофы - те, которые используют энергию окисления неорганических веществ, осуществляя процесс хемосинтеза. К ним относятся серобактерии, железобактерии, водородбактерии.

Бактерии, которые не способны к самостоятельному синтезу веществ, а потребляют готовые органические вещества, относят к **гетеротрофам**.

Бактерии сапротрофы – те, которые разлагают мертвые органические вещества до неорганических, тем самым осуществляя процесс гниения. К ним относятся бактерии гниения, бактерии брожения, молочнокислые бактерии.

Бактерии паразиты или болезнетворные бактерии – питаются готовыми веществами за счет организма-хозяина, при этом нанося его организму ему вред. К ним относятся: палочка Коха, холерный вибрион.

Бактерии симбионты - вступают в симбиоз с другими организмами, принося им пользу, взамен получая готовые вещества. К ним относят: симбиоз клубеньковых бактерий и корни бобовых растений.

По использованию кислорода в собственном обмене веществ бактерии **делятся на:**

- Аэробов, которые используют кислород для обмена веществ
- Анаэробов, которые не используют кислород для обмена веществ, осуществляя брожение.

По форме бактерии бывают:

Круглые
кокки



Спиралевидные
спириллы



Палочки
бациллы



Изогнутые
вибрионы



ЦАРСТВО БАКТЕРИИ

Азотфиксирующие бактерии

Азотфиксирующие бактерии превращают недоступный молекулярный азот атмосферы в соединения азота, доступные для растений. Азотфиксирующие бактерии делятся на две группы: живущие самостоятельно и симбионты. Свободноживущие азотфиксаторы - это **цианобактерии**. Самые известные симбионты, связывающие азот, находятся в клубеньках бобовых растений - это **клубеньковые бактерии**. Поговорим подробнее про цианобактерии.

Цианобактерии или синезеленые водоросли - бактерии, которые играют важную роль в круговороте азота и углерода. Они осуществляют процесс фотосинтеза, поглощая при этом углекислый газ из атмосферы. Таким образом, цианобактерии являются продуцентами и создают **первичную продукцию** экосистем.

В круговороте азота они участвуют в процессе фиксации атмосферного азота и перевода его в соединения, доступные для других организмов. Таким образом роль цианобактерий в природе нельзя переоценить.

Роль бактерий в природе и жизни человека

В природе бактерии:

Бактерии являются одной из важнейших групп **редуцентов** — организмов, осуществляющих разложение мертвого органического вещества. Они выполняют роль *санитаров живой природы*, разлагая мертвые останки и очищая тем самым природу от трупов.

Деятельность бактерий-редуцентов возвращает в природу *минеральные вещества*, которые затем повторно используются продуцентами. Также повышается плодородие почвы, происходит её насыщение различными соединениями.

Возвращая вещества продуцентам, редуценты замыкают круговорот веществ в природе. Бактерии - автотрофы также могут являться производителями биомассы — **продуцентами**. А в некоторых сообществах даже важнейшими или единственными. Так, бактерии-хемотрофы, окисляющие сероводород, являются единственными продуцентами в глубоководных экосистемах *черных курильщиков* — океанических геотермальных источников.

Только бактерии способны превращать молекулярный азот атмосферы в азот органических соединений, т. е.

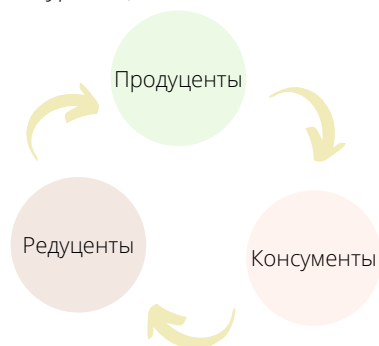
осуществлять **азотфиксацию**.

Способны фиксировать азот:

клубеньковые бактерии

симбионты бобовых растений, а

также цианобактерии.



Круговорот веществ

ЦАРСТВО БАКТЕРИИ

В жизни человека:

Болезнетворные бактерии могут вызывать различные заболевания человека, домашних животных и культурных растений.

Бактерии-сапротрофы вызывают **порчу продуктов питания** и разрушение различных материалов.

Но есть и положительная роль, ведь ряд бактерий используется человеком в его хозяйственной деятельности. Бактерии используются в пищевой промышленности для получения йогуртов, простокваши, сыров и ряда других молочнокислых продуктов. Благодаря бактериям осуществляются процессы квашения капусты, засолки огурцов, силосования кормов.

Осуществляемые бактериями **процессы брожения** являются промышленным источником ряда веществ, таких как молочная, масляная кислота.

Некоторые бактерии вырабатывают **антибиотики**, используемые в медицине. Бактерии являются источником для получения ряда ферментов, используемых в пищевой промышленности, медицине и других отраслях.

Примеры заболеваний:

туберкулёз, тиф, сифилис, дифтерия, холера, чума.

Способы борьбы с бактериями:

Дезинфекция - уничтожает сами бактерии, но не споры.

Стерилизация - уничтожает и бактерии и их споры.

Для заметок:

ЦАРСТВО ВИРУСЫ

Царство вирусы



Вирусы – неклеточные организмы или неклеточная форма жизни. Образуют отдельное Царство Вирусы. Наука, изучающая вирусы, называется **вирусология**.

Они обладают свойствами, которые позволяют считать их живыми существами, но в то же время могут рассматриваться как гигантские молекулы нуклеопротеоидов. Вирусы обладают наследственностью и изменчивостью, но в то же время не имеют собственного обмена веществ и ряда других признаков живого. Вирусы представляют собой как бы переходную группу между живой и неживой природой.

Вирусы открыл русский ученый **Ивановский** в 1892 году при изучении мозаичной болезни табака. Активное изучение вирусов началось во второй половине 20-го века.

Вирусы имеют маленькие размеры и различимы только в электронный микроскоп. **Состоят из** нуклеиновой кислоты и белковой или белково – липидной оболочки. Генетический аппарат вирусов может быть представлен молекулой ДНК или РНК. Нуклеиновая кислота представляет сердцевину вируса, которая защищена белковой оболочкой – **капсидом**.

Формы вирусы очень разнообразны: палочковидные, нитевидные, округлые, булавовидные и т.д.

Некоторые вирусы обладают более сложным строением, кроме сердцевины и капсида у них может быть дополнительная оболочка – **суперкапсид**.

Вирусы могут размножаться только внутри клетки другого организма. Вне клетки вирусы инертны, **способны кристаллизоваться** подобно неживому веществу, сохраняя при этом свои свойства.

Жизнедеятельность вируса приводит к гибели клетки-хозяина. Ведь при внедрении в живую клетку вирус начинает размножаться, подавляя и разрушая все структуры клетки-хозяина.

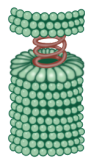
Проникая в клетку, вирус начинает синтез своих белков и репликацию вирусной ДНК, используя ресурсы клетки хозяина: рибосомы, тРНК и ферменты. Вирусные частицы размножаются, а клетка-хозяин погибает. Вирус поражает новые клетки.



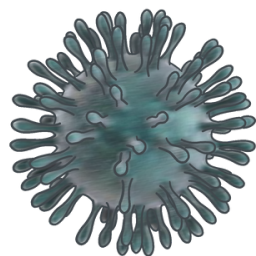
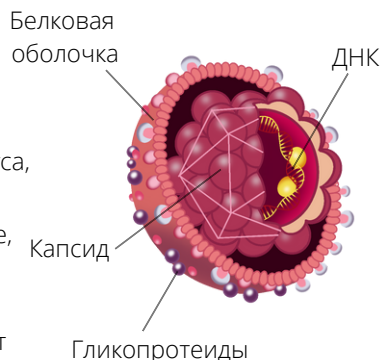
Вирус гриппа



Вирус герпеса



Вирус табачной мозаики



Кристаллизация вируса

ЦАРСТВО ВИРУСЫ

Царство вирусы

В ситуации, когда генетическим аппаратом вируса является РНК, вначале идёт процесс обратной транскрипции. **Обратная транскрипция** – процесс синтеза ДНК на матрице РНК, после которой всё идет как у ДНК – содержащих вирусов.

РНК – содержащие вирусы называют **ретровирусами**, так как для них характерен процесс обратной транскрипции.

Вирусы вызывают различные заболевания растений, животных, человека. Например, вирусы табачной мозаики, гриппа, кори, оспы, герпеса, полиомиелита, вирус иммунодефицита человека (ВИЧ). В бактериальных клетках паразитируют вирусы *бактериофаги*. Поговорим о них подробнее ниже.

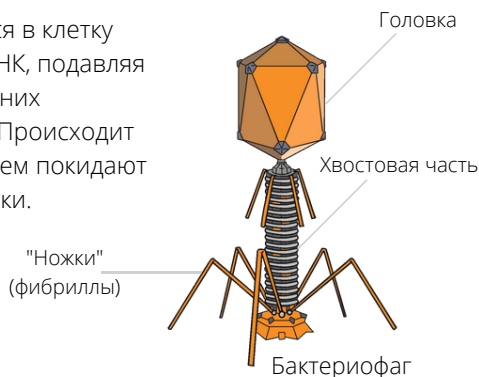
Стадии проникновения вируса в клетку

- Прикрепление вируса к клетке.
- Проникновение вируса в клетку.
- Встраивание своей ДНК в ДНК хозяина.
- Синтез вирусного белка.
- Сборка нового капсида.
- Покидание клетки хозяина.
- Поиск вирусом новой клетки.

Бактериофаги – это вирусы, которые поражают клетки бактерий. Бактериофаг состоит из белковой головки, в центре которой находится вирусная ДНК, и хвоста. На конце хвоста располагаются белковые отростки *фибриллы*, которые закрепляют бактериофаг к поверхности бактериальной клетки. Базальная пластинка хвоста содержит фермент, разрушающий клеточную стенку бактерии, что обеспечивает проникновение ДНК вируса.

По хвостовому каналу ДНК вируса впрыскивается в клетку бактерии. Она встраивается в бактериальную ДНК, подавляя при этом синтез бактериальных белков. Вместо них синтезируются ДНК, РНК и белки бактериофага. Происходит сборка новых частиц бактериофага, которые затем покидают погибшую бактерию и внедряются в новые клетки.

Бактериофаги используют **как лекарства** против возбудителей различных инфекционных заболеваний, вызываемых бактериями, например, холеры или брюшного тифа.



Запомни!

Вирусы занимают промежуточное положение между живой и неживой природой, так как не имеют клеточного строения и ряда признаков живого, но имеют свою наследственную информацию.

РНК-содержащие вирусы:

корь, ВИЧ, бешенство, грипп, гепатит А, полиомиелит.

ДНК-содержащие вирусы: оспа, герпес, бактериофаг Т, гепатит В.

ЦАРСТВО ГРИБЫ



Грибы – объединяют одноклеточные и многоклеточные организмы, обладающие одновременно признаками растений и животных. Наука, изучающая строение, классификацию и образ жизни грибов – **микология**.

Строение грибной клетки

Грибная клетка имеет цитоплазму и окружена **цитоплазматической мембраной**. Поверх мембраны у грибов находится **клеточная стенка**. Она выполняет функцию механической защиты клетки от внешних повреждений и давления воды изнутри клетки (в результате осмоса). Основу клеточной стенки составляет полисахарид **хитин**.

Внутри грибная клетка заполнена цитоплазмой, имеет оформленное ядро и большинство мембранных и немембранных органоидов. Запасным углеводом грибной клетки является **гликоген**.

Общая характеристика грибов

Грибы имеют общие признаки и с растениями, и с животными, но их выделяют в отдельное царство.

Общие признаки с животными:

1. Гетеротрофы.
2. Запасной углевод – гликоген.
3. Отсутствуют хлоропласты.
4. Конечный продукт выделения мочевины.

Общие признаки с растениями:

1. Неограниченный рост.
2. Прикреплённый образ жизни.
3. Наличие клеточной стенки.

Вегетативное тело гриба состоит из длинных тонких нитей — **гиф**. Гифы обладают вершечным ростом и могут ветвиться, образуя густую переплетённую сеть — **мицелий** или **грибницу**. Он погружён в субстрат (почву, древесину, ткани живого организма) или располагается на его поверхности и служит для поглощения воды и питательных веществ.

Плодовое тело — это специализированная структура, служащая для размножения и образующаяся из переплетённых гиф мицелия. Функция плодового тела — образование и рассеяние спор. Не все виды грибов способны образовывать плодовые тела. Грибы, которые образуют плодовые тела, относят к группе (подцарству) высших грибов.

ЦАРСТВО ГРИБЫ

Представители грибов

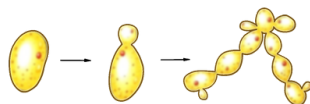
Дрожжи

Дрожжи — это микроскопические одноклеточные грибы, которые размножаются бесполом путём *почкованием*.

Дрожжи питаются главным образом углеводами и способны жить как в аэробных, так и в анаэробных условиях. В бескислородных условиях дрожжи осуществляют процесс спиртового брожения, окисляя углеводы до этилового спирта и углекислого газа. Эту особенность обмена веществ дрожжей широко используют в изготовлении различных напитков (кваса, вина, пива) и хлебопечения.

Приготовление дрожжевого хлеба —

древнейшая технология, при которой в тесте, содержащем дрожжи, образуются пузырьки углекислого газа. Эти пузырьки увеличивают тесто в объёме, а после выпечки придают хлебу пористость и мягкость.



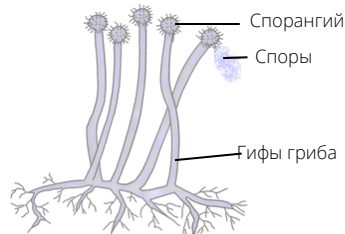
Почкование дрожжей

Плесневые грибы

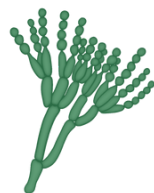
Плесневые грибы внешне похожи на налёт белого, зелёного или чёрного цвета. Они хорошо развиваются в тёплых и влажных местообитаниях, где есть доступные органические вещества — на почве, поверхности спелых плодов, листовом опаде, в жилище человека, например на стенах ванной комнаты.

Мукор или белая плесень — похож на белый пушистый налёт, на котором через некоторое время появляются и множатся чёрные точки. Мицелий мукора представляет собой одну гигантскую многоядерную разветвлённую клетку.

На приподнимающихся воздушных гифах развиваются органы бесполого размножения — **спорангии**. По мере созревания спор они чернеют и лопаются. Споры разлетаются и разносятся потоками воздуха. Если спора мукора попадёт на питательную среду, она прорастает и образует новый мицелий.



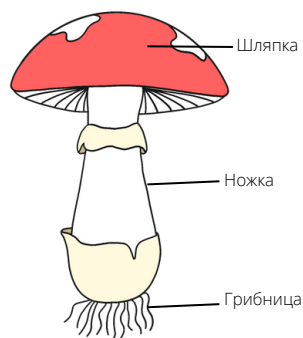
Пеницилл или зелёная плесень — плесень зелёного или голубого цвета. Мицелий пеницилла разветвлён и разделён перегородками на отдельные клетки, то есть его мицелий многоклеточный. А споры образуются не внутри спорангиев, а открыто, на веточках мицелия, называемых *конидиеносцами*. Они похожи на кисточки, откуда и появилось название этого гриба (от лат. *penicillus* — кисточка).



ЦАРСТВО ГРИБЫ

Шляпочные грибы

Шляпочные грибы образуют **плодовые тела**, состоящие из шляпки и ножки. По строению нижней части шляпки, несущей спороносный слой, шляпочные грибы делят на *пластинчатые* и *трубчатые*. У пластинчатых грибов снизу на шляпке видны радиально расходящиеся вертикальные пластинки, а у трубчатых — слой тесно расположенных тонких трубочек. На пластинках и внутри трубочек образуются многочисленные споры.

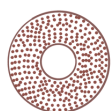


п
л
о
д
о
в
о
е
т
е
л
о

Плодовые тела некоторых грибов человек употребляет в пищу. Известно около трёхсот видов съедобных грибов. Но многие грибы несъедобны, а некоторые ядовиты для человека. Употребление их в пищу способно вызвать отравление и даже привести к смерти. Смертельно ядовиты красный мухомор, бледная поганка, ложные опята.

Многие шляпочные грибы (подберезовики, подосиновики) способны жить только в симбиозе с определёнными видами растений, образуя **микоризу** или грибокорень.

Трубчатые грибы



Строение шляпки снизу



Подосиновик



Белый гриб



Подберёзовик

Пластинчатые грибы



Строение шляпки снизу



Груздь



Сыроежка



Шампиньон

Грибы — паразиты

Грибы-паразиты поселяются в телах живых организмов и причиняют им вред.

Грибы паразиты **головня** и **спорынья** поражают соцветия злаков — пшеницы, ржи, ячменя, кукурузы. Колоски, заражённые головнёй, выглядят как обугленные, отсюда и название гриба. Если завязь заражена спорыньей, из неё вместо семени формируется ядовитый чёрный рожок — **склероций**, состоящий из плотно сплетённых гиф гриба и остатков растительных тканей.



Трутовик



Головня



Спорынья

ЦАРСТВО ГРИБЫ

Гриб-трутовик – паразит, обитающий на стволах берез. Он поселяется еще на живых деревьях, а когда они погибают, трутовик продолжает жить на мертвом субстрате, ведя сапротрофный образ жизни.

Микроскопические паразитические грибы — причина заболеваний домашних животных и человека. Такие заболевания называют **микозами**. Широко распространены микозы ногтей, а также стригущий лишай, при которой повреждаются кожа, волосы, ногти. Микозы передаются бытовым путём, при использовании общих полотенец, одежды и т.д. Для предупреждения заражения микозом необходимо соблюдать правила личной гигиены.

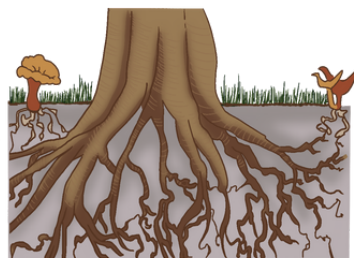
Способы питания грибов

По способу питания все грибы относятся к **гетеротрофам**, так как они не способны к самостоятельному синтезу веществ, а потребляют готовые органические вещества.

Грибы сапротрофы – те, которые разлагают мертвые органические вещества до неорганических, тем самым осуществляя процесс гниения. К ним относятся шляпочные грибы, плесневые грибы, дрожжи.

Грибы паразиты – питаются готовыми веществами за счет организма-хозяина, при этом нанося его организму ему вред. К ним относятся: трутовик, головня, спорынья.

Грибы симбионты - вступают в симбиоз с автотрофными организмами (низшими и высшими растениями), получая от них органические вещества, а взамен поставляя им минеральное питание. Растение, в свою очередь, отдаёт организму гриба часть углеводов — продуктов фотосинтеза. К ним относят: микоризу или грибокорень - симбиоз гиф гриба с корнями растений.



Микориза

Размножение грибов

Для большинства грибов характерно бесполое и половое размножение. Бесполое размножение у разных видов может осуществляться разными способами:

- Многоклеточными или одноклеточными частями мицелия (вегетативное размножение).
- Почкованием (характерно для дрожжей).
- Споровое размножение специализированными клетками спорами.

ЦАРСТВО ГРИБЫ

Значение грибов в природе и жизни человека

В природе грибы:

Грибы являются одной из важнейших групп **редуцентов** — организмов, осуществляющих разложение мертвого органического вещества. Они выполняют роль санитаров живой *природы*, разлагая мертвые останки и очищая тем самым природу от трупов.

Деятельность грибов сапротрофов *возвращает в природу минеральные вещества*, которые затем повторно используются продуцентами. Также повышается плодородие почвы, происходит её насыщение различными соединениями.

Возвращая вещества продуцентам, грибы - редуценты замыкают круговорот веществ в природе.

Грибы служат пищей многим животным, являются важным звеном в цепях питания.



В жизни человека:

Грибы - паразиты могут вызывать различные заболевания человека, домашних животных и культурных растений (микозы, аллергии).

Плесневые грибы вызывают порчу продуктов питания и разрушение различных материалов.

Но есть и **положительная роль**, ведь ряд грибов используется человеком в кормовой и пищевой промышленности. Дрожжи используются в пищевой промышленности для получения хлеба, пива, кваса и др. Например, пекарские дрожжи используют для приготовления теста для хлеба и блинов. Благодаря крохотным пузырькам углекислого газа, выделяющемуся в процессе брожения дрожжей, тесто поднимается и хлеб получается воздушным и мягким.

Грибы служат **пищей человеку** и используются как ингредиенты различных блюд.

Плесневые грибы вырабатывают **антибиотики**, используемые в медицине, например, пенициллин.



ЛИШАЙНИКИ

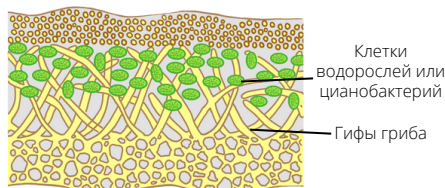


Лишайник - комплексные симбиотические организмы, состоящие из гиф гриба и клеток зелёной водоросли. Иногда в состав лишайников вместо зеленых водорослей входят цианобактерии. Каждый организм в составе лишайника приносит друг другу пользу и снабжает необходимыми веществами.

Наука, изучающая лишайники, называется **лихенологией**.

Строение и классификация лишайников

Тело лишайника называют **таллом** или **слоевище**. Основу таллома образуют гифы гриба. Они формируют нижний и верхний слои слоевища, обуславливая форму и окраску лишайника. Слоевище прикрепляется к субстрату с помощью гиф. Водоросли занимают полости между гифами.



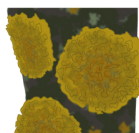
Строение лишайника на срезе

По форме таллома лишайники делят на три группы:

- **Накипные:** имеют слоевище в виде корки или налёта, прикрепляющееся к субстрату всей своей поверхностью.
- **Листоватые:** слоевище в виде пластинок, прикрепляющееся к субстрату в одной или нескольких отдельных точках с помощью коротких выростов.
- **Кустистые:** ветвящееся слоевище, прикрепляющееся к субстрату в одной точке.

Гифы гриба предохраняют клетки водоросли от высыхания, снабжают их водой и минеральными веществами. Клетки водоросли образуют органические вещества в процессе фотосинтеза, которые необходимы для **питания гриба**.

Виды слоевищ лишайников:



Накипные



Листоватые



Кустистые

Лишайники характеризуются **очень медленным ростом**: буквально до нескольких сантиметров в год.

Низкая скорость роста приводит к тому, что лишайники в основном растут в тех местах, где **не встречаются конкуренции** со стороны растений. Это горные области, где они являются первопроходцами на камнях и скалах, создавая первичные почвы. Нет конкурентов у лишайников и в тундре, где из-за мёрзлых грунтов не могут развиваться корни растений. Лишайники часто растут как эпифиты в кронах деревьев.

Способность гриба поглощать и удерживать воду позволяет лишайникам существовать в **крайне сухих условиях**. Они могут поглощать воду не только во время дождей, но даже из тумана.

Многие лишайники очень требовательны к **чистоте воздуха**, поэтому разнообразие лишайников в городах гораздо ниже, чем в дикой природе. В то же время лишайники непривередливы относительно грунта, на котором они развиваются.

ЛИШАЙНИКИ

Размножение лишайников

Лишайники размножаются **вегетативно** — кусочками слоевища, содержащими клетки водоросли и гифы гриба. Фрагменты слоевища распространяются ветром или животными, а при попадании на подходящий субстрат прирастают к нему, давая начало новому лишайнику.

Гриб, входящий в состав лишайника, также способен размножаться **спорами**.

Роль лишайников в природе и жизни человека

- Лишайники первыми поселяются в бесплодных, лишённых жизни местах, например на обломках горных пород, и, отмирая, образуют первичную почву в первичных экосистемах. Таким образом они играют важнейшую роль в первичной сукцессии.
- Служат пищей животным: лишайник ягель или олений «мох» служит основным кормом для северных оленей.
- Индикаторы загрязнения воздуха: лишайники очень чувствительны к чистоте атмосферы. При загрязнении воздушной среды выхлопными газами машин, выбросами заводов лишайники отмирают.
- Используются в народной медицине для получения лекарственных средств.
- Некоторые виды лишайников употребляются человеком в пищу.

Для заметок:



ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

Эксперимент, этапы эксперимента



Эксперимент в биологии — метод, при осуществлении которого экспериментатор создаёт определённые условия, контролирует их ход и определяет, какое влияние они оказывают на живые организмы.

Эксперимент может состоять из нескольких опытов, условия в которых могут отличаться друг друга по определённому параметру. После проведения эксперимента обязательно проводится контроль и анализ полученных результатов.

Основные этапы проведения эксперимента:

- **1 этап – подготовительный**

Формирование исследуемой проблемы. Составление гипотез, решающих её (в форме предположений). Определение объекта и цели эксперимента, постановка экспериментальных задач. Разработка программы и техники эксперимента.



- **2 этап – проведение эксперимента**

Реализация программы эксперимента. В процессе проведения эксперимента создаётся запланированная программой экспериментальная ситуация, изучаются реакции экспериментируемых групп на вводимые в неё исследователем независимые переменные (экспериментальные факторы).



- **3 этап – подведение итогов эксперимента**

Анализ и оценка результатов эксперимента, которые показывают достигнута ли намеченная цель исследования, подтвердилась ли исследовательская гипотеза или была опровергнута?



ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

Гипотеза в эксперименте



Гипотеза — это утверждение, предположение, которое ещё не доказано (и требует доказательства).

Сформировать гипотезу – это значит выдвинуть предположение. Если гипотезу доказали – она становится теорией, фактом. Если гипотезу опровергли – она переходит в разряд ложных утверждений.

То есть, когда мы формируем гипотезу, то полагаем, что природа должна вести себя в данной ситуации таким-то образом, и проводим эксперимент, чтобы это доказать или опровергнуть, чтобы иметь возможность заявить, что экспериментальные данные подтверждают нашу гипотезу. В большинстве случаев не существует единственного «чистого» эксперимента, так что нам приходится многократно повторять измерения, чтобы получить гарантию достоверности результата. Поэтому мы часто нуждаемся в статистическом анализе полученной информации. Так как нередко оказывается, что результат зависит от множества факторов. В этом случае нам необходимо отделить главные из них от второстепенных.



Нулевая гипотеза — принимаемое по умолчанию предположение о том, что не существует связи между двумя наблюдаемыми событиями, феноменами.

То есть нулевая гипотеза – это предположение, что результата конечной цели любого эксперимента просто не существует.

Если в результате эксперимента становится понятно, что зависимость всё-таки есть, то мы отвергаем нулевую гипотезу и принимаем альтернативную гипотезу.

То есть, альтернативная гипотеза - предположение, принимаемое в случае отклонения нулевой гипотезы. Как правило, альтернативная гипотеза — это единственное утверждение, являющееся логическим отрицанием нулевой гипотезы.

Альтернативная гипотеза, в отличие от нулевой, означает наличие связи между изучаемыми переменными.

Например:

Влияет ли интенсивность света на скорость фотосинтеза?

Нулевая гипотеза – нет.

Альтернативная гипотеза – да.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

Переменные в эксперименте



Переменные в эксперименте бывают независимые и зависимые.

Параметр, задаваемый и контролируемый экспериментатором, называется независимая переменная. Экспериментатор изменяет с целью проверить её влияние на аспект действительности.

Аспект действительности, который меняется под действием независимой переменной, называется зависимая переменная.

В процессе эксперимента мы изучаем влияние независимой переменной на величину зависимой переменной.



ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

Контроль эксперимента

При проведении некоторых экспериментов требуется **контроль** в виде второго объекта.



Контрольная группа, контроль — второй живой объект (группа живых объектов), который участвует в эксперименте и не подвергается воздействию, эффект которого предполагается изучить в эксперименте.

В таких экспериментах выделяют две составные части – опыт и контроль.

Опытный объект в эксперименте – тот, на который оказывают определенное воздействие, чтобы выяснить, к чему это приведёт.



Контрольный объект в эксперименте – тот, что находится в общих условиях, что и опытный, но не подвергающийся какому-либо воздействию.

То, что произойдет с контрольным объектом в учебном эксперименте, заранее известно.

Основное требование - отличие контрольной и опытной группы по возможно меньшему числу параметров. Идеально, если опытные и контрольные объекты отличаются только **по одному параметру**, который изучается в данном эксперименте. Следовательно, в контрольную и опытную группу должны входить объекты, имеющие одинаковый пол, возраст, принадлежащие к одной социальной группе (если речь идет о людях), относящиеся к одному сорту или одной породе и содержащиеся в одинаковых условиях (если речь идет о растениях или животных). Неправильная постановка контроля зачастую становится причиной **ошибочной интерпретации результатов**.

Зачем нужен контроль и второй (контрольный) объект в эксперименте?

Сравнение результатов, полученных в опыте и контроле, сопоставление их с исходными условиями в эксперименте, помогают оценить наличие эффекта. На самом деле изменения происходят под действием экспериментального фактора или они не связаны с ним?

В некоторых экспериментах **отсутствует контроль** в виде второго живого объекта. Тогда им служит обычное, очевидное состояние самого объекта **вне (до) эксперимента**. Результат в таком эксперименте сравнивается с тем, что было с данным объектом (или аналогичным) до опыта или обычно бывает.

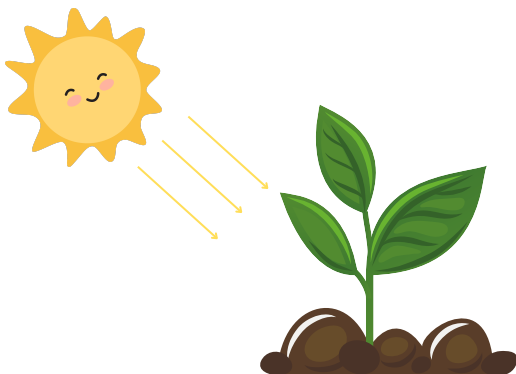


Отрицательный контроль — это экспериментальный контроль, при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию. То есть эксперимент, в котором явление (достигнутый эффект) не возникает (нулевое значение) или не должно происходить.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

Как поставить/осуществить отрицательный контроль?

Создать условия, при которых изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию.



Давай разберём на примере?

Эксперимент на выяснение: влияния интенсивности света на скорость фотосинтеза.

Нулевая гипотеза: интенсивность света *не влияет* на скорость фотосинтеза.

Гипотеза: увеличение интенсивности света *повышает* скорость фотосинтеза.

Независимая переменная (задается экспериментатором): интенсивность подаваемого света.

Зависимая переменная (зависит от независимой): скорость фотосинтеза.

Отрицательный контроль: не меняется интенсивность подаваемого света.

Все остальные условия (влажность, температура и т.д.) – одинаковы для всех растений.

Вывод по результатам эксперимента: гипотеза подтверждена – увеличение интенсивности света повышает скорость фотосинтеза.

Выборка в эксперименте



Выборка в эксперименте - это множество испытуемых, выбранных для участия в исследовании с помощью специальной стратегии из всех потенциальных участников.

Объем выборки – это число испытуемых, включенных в выборку.

Выборка в эксперименте состоит из *экспериментальной* группы и *контрольной* группы. Каждый участник имеет равный шанс попасть как в экспериментальную, так и в контрольную группу, происходит случайный отбор участников.

Достоверность выборки

Для достоверности полученных данных, нужно учесть несколько условий:

1. **Численность** экспериментальной выборки. В зависимости от целей и возможностей она может варьировать от одного испытуемого до нескольких тысяч человек. Величина опытной и контрольной группы тем больше, чем больше разброс данных, получаемый при проведении эксперимента.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

Выборка в эксперименте

2. Наличие **нескольких повторов** при проведении эксперимента. Только в этом варианте экспериментатор может с уверенностью утверждать, что полученные величины являются не случайными, не отражают ошибку экспериментатора при приготовлении того или иного реактива, не являются следствием нарушений в работе приборов и т.п.
3. **Обсуждение** полученных результатов и **выводы** по эксперименту.

Причины искажения полученных результатов

Результат эксперимента может быть не точным, если происходит неправильная интерпретация данных, ошибки в измерениях или использование недостоверных источников.

Одной из причин неточности результатов является *человеческий фактор*. Исследователь может допустить ошибки при проведении эксперимента, неправильно измерить или записать данные. Также, человеческий фактор может проявиться в предвзятости исследователя, который может неосознанно исказить результаты, чтобы они подтверждали его предположения.

Другой причиной неточности результатов может быть *систематическая ошибка*. Это ошибка, которая возникает в результате неправильной настройки оборудования, использования несоответствующих методик или материалов. Систематическая ошибка может приводить к смещению результатов в одну сторону, что делает их неточными и непригодными для использования.

Статистические тесты



Статистические тесты - это инструмент, который позволяет провести объективную оценку данных и проверить гипотезы, основанные на этой информации. Проверка гипотезы в эксперименте происходит через статистические тесты, которые опираются на **сбор данных, вычисление статистики и сравнение** её с теоретическими распределениями. Результаты тестов позволяют нам принимать решение: отвергнуть нулевую гипотезу (то есть подтвердить альтернативную) или не иметь достаточных оснований для её отвержения.

Главное преимущество проверки гипотезы с использованием статистических методов заключается в том, что она основана **на объективных данных**, что делает её более надёжной и научно обоснованной. Это помогает избежать субъективных мнений и предоставляет конкретные численные результаты.

ЭКСПЕРИМЕНТЫ В БИОЛОГИИ

Статистические тесты

В зависимости от того, какой эффект нас интересует, мы можем использовать односторонние и двусторонние тесты.

Односторонний тест используется, когда мы интересуемся только одним направлением эффекта, например, только увеличением или уменьшением. В случае сравнения средних значений групп, односторонний тест может проверять, например, что среднее значение в первой группе больше среднего значения во второй группе.

Двусторонний тест применяется, когда мы интересуемся любым направлением эффекта, то есть возможностью различий как в увеличении, так и в уменьшении.

Выбор между односторонним и двусторонним тестом зависит от конкретной задачи и интересующей нас гипотезы. Важно формулировать гипотезы и выбирать тип теста заранее, чтобы проводить анализ исходя из заданных критериев.

Для заметок:

Пособие является интеллектуальной собственностью и зарегистрировано в реестре правообладателей, а так же обладает индивидуальным серийным номером. Поэтому распространение, копирование и воспроизведение в электронной или механической форме, а так же любым другим способом без разрешения издателя строго запрещено. Несогласованное воспроизведение пособия или его части без согласования с издателем влечет за собой уголовную, административную и гражданскую ответственность.

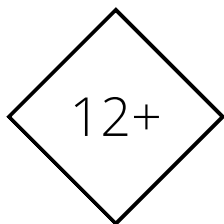
Учебное пособие для самостоятельной
подготовки к ОГЭ и ЕГЭ по биологии

Автор: Алёна Бриз
**Учебник для подготовки
к ЕГЭ и ОГЭ по биологии**

Дизайн учебника: Тихонова Алина

Год издания: 2024, Формат А5, 564 страницы. Бумага 80 гр. Печать офсетная. Тираж 2000 шт.

Издательство "РПК Аврора", Россия, Самара, ул. Авроры, 110 кб.



ISBN 978-5-6050275-5-3



9 785605 027553 >