БИОЛОГИЯ

Карманный справочник

Содержание

1. Биология как наука 10

1.1. Задачи и методы биологии . . 10

1.2. Уровневая организация жизни и биологические системы 12

2. Клетка как биологическая система 16

2.1. Клетка как система живой природы 16

Клеточная теория 17

Вещества клетки 22

2.2. Обмен веществ 30

2.3. Клетка — генетическая единица живого. 36

3. Организм как биологическая система 44

3.1. Группы организмов 44

3.2. Воспроизведение организмов 46

Бесполое размножение 46

Половое размножение 47

3.3. Онтогенез и присущие ему закономерности 50

3.4. Генетика 52

Понятия генетики 52

Хромосомная теория 55

3.5. Закономерности наследственности 56

Типы наследования 56

Законы Г. Менделя 57

Сцепленное наследование ... 62

Генетика пола 64

Взаимодействие
неаллельных генов 70
3.6. Изменчивость организмов . . 73
Виды мутаций 76
3.7. Селекция, её задачи, методы
и практическое значение 78
Методы селекции. 80

4. Система и многообразие органического мира. 82
4.1. Многообразие организмов.
Основы систематики. 82
Бактерии 85
Грибы 89
Растения. 93
4.2. Многообразие растений 116
Моховидные 117

Плауновидные,
Хвощевидные,
Папоротникообразные 118
Голосеменные 120
Покрытосеменные 123
4.3. Беспозвоночные 126
4.4. Многоклеточные 128
Кишечнополостные 129
Плоские и круглые
черви 130
Кольчатые черви
и моллюски 132
Членистоногие 134
Хордовые 146

5. Анатомия человека 166
5.1. Ткани 166
Виды тканей 167

5.2. Органы и системы органов . 174
Опорно-двигательная система 178
Пищеварительная система 182
Выделительная система . . . 187
Мужская половая система 191
Женская половая система 192
Дыхательная система 194
Кровеносная система 196
Нервная система 203
Железы внутренней секреции 210
Анализаторы. 214
Высшая нервная деятельность 218
5.3. Гигиена и здоровье 220

6. Эволюция живой природы 222
6.1. Вид и популяция. 222
6.2. Эволюционные идеи и теории. 225
Додарвиновский период . . 225
Учение Ч. Дарвина. 226
Синтетическая теория эволюции. 229
Факторы эволюции 231
6.3. Доказательства эволюции . . 233
6.4. Макроэволюция 237
6.5. Человек как вид 241

7. Экосистемы 244
7.1. Основные понятия экосистемы 244

Экологические факторы . . . 244
Факторы и среда 246
7.2. Экосистема: компоненты, структура, цепи питания 248
Структура экосистемы 248
7.3. Биосфера 252

1. Биология как наука

1.1. Задачи и методы биологии

Биология — наука о живой природе, изучающая жизнь как особую форму материи, законы её существования и развития. **Задачи** — познание сущности жизни и закономерностей её проявления.

Основные методы биологии:

- **моделирование** — создание образа объекта;
- **наблюдение** — описание биологического явления;
- **эксперимент** — исследование в управляемых условиях;
- **проблема** — вопрос, задача, требующие решения;
- **гипотеза** — предположение, предварительное решение поставленной проблемы;
- **теория** — обобщение основных идей в какой-либо научной области знания.

Частные методы биологии:

- **генеалогический** (составление родословных людей, выявление характера наследования некоторых признаков);
- **исторический** (установление взаимосвязей между фактами, процессами, явлениями, происходившими на протяжении длительного времени);
- **палеонтологический** (выяснение родства между древними организмами);
- **центрифугирование** (разделение смесей на составные части под действием центробежной силы);
- **цитологический, или цитогенетический** (исследование строения клетки, её структур с помощью различных микроскопов);
- **биохимический** (исследование химического состава живых клеток и организмов, химических процессов организма).

1.2. Уровневая организация жизни и биологические системы

Жизнь — активная форма существования материи, совокупность физических и химических процессов клетки, осуществляющей обмен веществ и деление.

Биологическая система — это живая структура, существующая в определённой для неё среде обитания, обладающая способностью обмена веществ и энергии, а также защитой обмена и копирования информации, которая определяет её функции и возможности.

Живые системы имеют **общие признаки**: клеточное строение (исключение — вирусы), обмен веществ, саморегуляция, раздражимость, изменчивость, наследственность, репродукция, или самовоспроизведение, рост и развитие, открытость системы, способность к адаптациям, общность химического состава.

1.2. Уровневая организация жизни

Уровни организации жизни

Структурные элементы	Процессы уровня
Молекулярный	
Химические вещества (нуклеиновые кислоты, белки, углеводы, липиды и др.)	Реализация и передача наследственной информации, биосинтез, физико-химические реакции и др.
Клеточный	
Различные органеллы	Воспроизведение, обмен веществ и энергии, регуляция химических реакций
Организменный	
Многоклеточные и одноклеточные организмы	Питание, дыхание, раздражимость, выделение, размножение, рост, развитие, поведение, плодовитость и др.

Структурные элементы	Процессы уровня
Популяционно-видовой	
Родственные особи, объединённые в популяции, виды	Рождаемость, смертность, выживаемость, структура (половая, возрастная, экологическая), плотность, численность
Биогеоценотический	
Популяции и виды, взаимодействующие между собой в определённой среде	Видовой и количественный состав, типы биотических связей, трофические уровни, продуктивность, энергетика, устойчивость и др.

1.2. Уровневая организация жизни

Структурные элементы	Процессы уровня
Биосферный	
Взаимодействующие биогеоценозы и окружающая их среда	Взаимодействие живого и неживого вещества планеты; биологический круговорот веществ и энергии; хозяйственная и этнокультурная деятельность человека

2. Клетка как биологическая система

2.1. Клетка как система живой природы

Клетка — элементарная единица строения и жизнедеятельности всех организмов (кроме вирусов), обладающая всеми свойствами живого. Впервые в *1665 г.* ***Р. Гук*** на срезах пробкового дерева обнаружил крошечные ячейки, которые назвал клетками. В *1675 г.* ***М. Мальпиги***, а в *1681 г.* ***Н. Грю*** подтвердили клеточное строение растений. ***А. Левенгук*** впервые рассмотрел животные клетки — эритроциты и сперматозоиды. В *1802–1808 гг.* ***Шарль-Франсуа Мирбель*** установил, что все растения состоят из тканей, образованных клетками. ***Ж. Б. Ламарк*** в *1809 г.* определил клеточное строение и животных организмов. В *1831 г.* ***Р. Броун*** впервые описал ядро растительной клетки. В *1839 г.* ***Т. Шванном*** и ***М. Шлейденом*** сформирована клеточная теория строения организмов, которая содержала три положения. В *1858 г.* ***Р. Вирхов*** дополнил её ещё одним.

2.1. Клетка как система живой природы

Клеточная теория

Положения клеточной теории:

1. Клетка — целостная элементарная живая система, состоящая из органелл, основа строения и развития всех живых организмов, способна к самообновлению, саморегуляции и самовоспроизведению.

2. Клетки всех организмов построены по единому принципу, сходны по химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности.

3. Каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки.

4. В многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемым функциям и образуют ткани. Из тканей состоят органы и системы органов.

5. Каждая клетка многоклеточного организма содержит весь геном этого организма, но отличается по уровню работы отдельных генов, что приводит к их разнообразию.

2. Клетка

Все клетки делятся на два надцарства: **прокариоты** (доядерные) — не имеют оформленного клеточного ядра (бактерии, археи); **эукариоты** (ядерные) — имеют оформленное клеточное ядро (растения, животные, грибы).

Общие структуры для клеток эукариот (растений и животных):

1. Ядро — двухмембранный органоид, обеспечивает хранение наследственной информации в виде хромосом и синтез РНК.

2. Хромосомы — нуклеопротеиновый комплекс, состоящий из ДНК, гистонов и гистоноподобных белков.

3. Цитоплазма — внутренняя среда клетки.

4. Гиалоплазма — истинная внутренняя среда клетки, объединяет все органеллы и обеспечивает их взаимодействие. Существует в двух состояниях: золеобразном (жидком) и гелеобразном, которые взаимно переходят одно в другое благодаря цитоскелету.

5. Цитоскелет — опорно-двигательная система клетки, клеточный каркас. Динамичная изменяющаяся структура, обеспечивающая поддержание и адаптацию формы клетки ко внешним воздействиям, экзо- и эндоцитоз, клеточное деление и др.

6. Включения — относительно непостоянные компоненты цитоплазмы. Выделяют: запасные питательные вещества (капли жира, гранулы крахмала или гликогена), продукты, которые подлежат выделению из клетки, балластные вещества.

7. Клеточная мембрана (плазмолемма) состоит из слоёв (наружный и внутренний — белки, средний — бислой липидов (фосфолипидов)). Молекулы липидов имеют гидрофильную («головка») и гидрофобную («хвост») части. Гидрофобные участки молекул обращены внутрь, а гидрофильные — наружу. Включает различные белки: интегральные, полуинтегральные, поверхностные (расположенные на поверхности мембраны). Функции — барьерная, транспортная, механическая, рецепторная и др.

8. Митохондрии — двухмембранные структуры; обеспечивают синтез АТФ, участвуют в превращении энергии, содержат собственную ДНК.

9. Аппарат Гольджи — стопка дискообразных мембранных цистерн (диктиосом); обеспечивают выведение веществ, синтезированных в эндоплазматическом ретикулуме.

10. Эндоплазматический ретикулум — синтез и транспорт белков и липидов.

11. Рибосомы состоят из двух субъединиц, образованных р-РНК, участвуют в синтезе белка (трансляция).

12. Лизосомы — шаровидные тельца, образующиеся в аппарате Гольджи; обеспечивают расщепление органических веществ.

13. Пластиды (характерны только растениям) — двухмембранные структуры; содержат собственную ДНК, участвуют в фотосинтезе (хлоропласты), накоплении крахмала (лейкопласты), окраске плодов и цветков (хромопласты).

2.1. Клетка как система живой природы

14. Вакуоли (характерны растениям и некоторым грибам) — участки гиалоплазмы; накапливают клеточный сок, поддерживают тургор клеток.

15. Центриоль (характерны животным, некоторым грибам) образует веретено деления.

16. Клеточная стенка (основной компонент у растений — целлюлоза, у грибов — хитин) — полисахаридная жёсткая оболочка клетки, расположенная снаружи от плазмолеммы и выполняющая структурные, защитные и транспортные функции.

17. Контакты между клетками, связь клеток в ткани, транспорт веществ у растений и грибов обеспечивают плазмодесмы, у животных — десмосомы.

18. Резервным энергетическим веществом клетки (запасной углевод) у растений служит крахмал, у животных и грибов — гликоген.

Вещества клетки

Химические элементы клеток входят в состав **неорганических и органических веществ** живых организмов и подразделяются на три группы: **макроэлементы** (кислород, углерод, водород, азот, составляющие в сумме 98 % содержимого клетки), **микроэлементы** (магний, натрий, калий, железо, кальций; на их долю приходится 1,9 %), **ультрамикроэлементы** (цинк, медь, йод и др. — менее 0,1 %).

Неорганические вещества — вода и минеральные соли. Содержание **воды** (40–95 %) зависит от физиологической активности клетки. По отношению к воде вещества делятся на гидрофильные (растворимые: минеральные соли, щёлочи, кислоты и др.) и гидрофобные (нерастворимые: крахмал, жиры и др.). **Минеральные соли** (около 5 %) поддерживают кислотно-щелочное равновесие и тургор клеточных оболочек, влияют на возбудимость нервной системы и мышечных тканей, активируют ферменты.

2.1. Клетка как система живой природы

Органические вещества — класс химических соединений, в состав которых входит углерод (белки, углеводы, жиры, нуклеиновые кислоты, АТФ).

Белки состоят из остатков аминокислот. Различают простые (альбумины, глобулины, гистоны) и сложные белки: белки, объединённые с углеводами, называются гликопротеиды, с жирами — липопротеиды, с нуклеиновыми кислотами — нуклеопротеиды. **Аминокислоты** (всего 20 шт.) состоят из углеродного радикала, карбоксильной группы и аминогруппы. Обладают и кислотными, и щелочными свойствами. Соединение двух аминокислот — дипептид, трёх — трипептид, нескольких — полипептид, несколько полипептидов — белковая молекула. Различают следующие структуры белковой молекулы: *первичную* (линейная последовательность аминокислот в полипептидной цепи), *вторичную* (обуславливается водородными связями между двумя пептидными группами одной (спиральная конфигурация) или

двух (складчатая) цепей), *третичную* (преобразование спиральных и неспиральных участков полипептида при помощи ковалентных (двусульфидных), ионных, водородных связей в трёхмерное образование (глобула)) и *четвертичную* (объединение нескольких белковых молекул в единую систему (например, гемоглобин)). Процесс разрушения структуры белка под влиянием химических и физических факторов называется *денатурация*.

Функции белков:

Структурная — строительный материал мембран, хромосом, цитоплазмы, цитоскелета (актин, тубулин); участвуют в изменении формы клеток.

Двигательная (моторная) — моторные белки обеспечивают движения организма (сокращение мышц, перемещение клеток внутри организма (лейкоциты), движение ресничек и жгутиков, внутриклеточный транспорт).

Каталитическая (ферментативная) — катализируют химические реакции синтеза и распада веществ.

Рецепторная — белки-рецепторы воспринимают сигнал, служат ионными каналами, связывают внутриклеточные молекулы-посредники.

Сигнальная — способность белков (гормоны, цитокинины) передавать сигналы между клетками, тканями, органами и организмами.

Защитная — физическая защита (например, свёртывание крови), химическая защита (связывание токсинов (детоксикация), например, ферменты печени), иммунная защита (образование антител на антигены).

Транспортная — перенос органических и неорганических веществ (гемоглобин), а также транспорт малых молекул через мембрану клетки.

Энергетическая, или *запасная*, — резервные белки как источник энергии (1 г белка — 4,2 ккал).

Регуляторная — регулируют клеточный цикл, активность других ферментов.

Углеводы — органические соединения углерода, водорода и кислорода. Различают *моносахариды* (простые сахара, состоящие из трёх или более атомов углерода, — глюкоза, фруктоза, рибоза и др.), *дисахариды* (образуются из двух молекул моносахаридов — сахароза, лактоза и др.), *полисахариды* (сложные углеводы, состоят из множества моносахаридов — крахмал, гликоген, целлюлоза).

Функции углеводов:

Структурная и *опорная* — участвуют в построении опорных структур (целлюлоза, хитин); *защитная* — защитные образования растений (шипы, колючки и др.); *пластическая* — входят в состав сложных молекул (рибоза, дезоксирибоза), участвуют в построении АТФ, ДНК и РНК; *энергетическая* — источник энергии (1 г углеводов — 4,2 ккал и 0,4 г воды); *запасающая* — в качестве запасных питательных веществ (гликоген, крахмал); *осмотическая* — регуляция осмотического давления в организме; *рецепторная* — в составе воспринимающей части клеточных рецепторов.

Жиры, или **липиды**, — сложные эфиры глицерина и высших жирных кислот. Различают *простые* липиды (состоят из C, H и O) и *сложные* (состоят из простых липидов и других химических элементов (P, S, N). Простые липиды, объединённые с белками, — липопротеиды, с углеводами — гликопротеиды, с остатками фосфорной кислоты — фосфолипиды.

Функции липидов:

Энергетическая — основной источник энергии в клетке (1 г жира — 9,0 ккал).

Структурная — входят в состав клеточных мембран, нервных клеток и др.

Регуляторная — регулирование жизнедеятельности отдельных клеток и организма (стероидные гормоны, жирорастворимые витамины (A, D, E, K)).

Защитная — защита внутренних органов от повреждений при ударах.

Функция *теплоизоляции* — откладываются в подкожной клетчатке, уменьшают потери тепла.

Нуклеиновые кислоты (НК) — высокомолекулярные органические соединения, хранящие, передающие и реализующие наследственную информацию. Мономером нуклеиновой кислоты является *нуклеотид*.

ДНК: остаток фосфорной кислоты, дезоксирибоза, азотистое основание (аденин — А, гуанин — Г, цитозин — Ц, тимин — Т); есть в ядре клетки, матриксе митохондрий и пластид, хранитель наследственной информации; двойная спираль (1953 г. — Дж. Уотсон и Ф. Крик предложили модель ДНК).

РНК: остаток фосфорной кислоты, рибоза, азотистое основание (аденин — А, гуанин — Г, цитозин — Ц, урацил — У); информационная (и-РНК) и транспортная (т-РНК) — синтез белка, рибосомальная (р-РНК) — одинарная нить.

«Правило Чаргаффа» — А/Т = = Г/Ц = 1: у каждого организма в ДНК с различным нуклеотидным составом отношения А/Т и Г/Ц всегда равны единице; А + Г = Ц + Т, т. е. количество пуринов в ДНК

равно количеству пиримидинов; А + Ц = = Г + Т, т. е. количество оснований с аминогруппами в положении 6 равно количеству оснований с кетогруппами в положении 6.

Нуклеотиды соединяются в цепочку при помощи ковалентных связей между углеродом одного нуклеотида и остатком фосфорной кислоты другого нуклеотида.

Репликация ДНК — процесс синтеза дочерней молекулы ДНК на матрице родительской ДНК. Молекула ДНК разделяется на моноспирали (разрыв водородных связей между азотистыми основаниями двух цепей), после чего к каждому основанию, потерявшему партнёра, присоединяется комплементарное основание. Дочерние молекулы получаются точными копиями родительской молекулы. При этом одна цепь оставалась от материнской ДНК, а вторая синтезировалась заново. Этот процесс обеспечивает точную передачу генетической информации из поколения в поколение. Репликация проходит в три этапа: инициация, элонгация, терминация.

2.2. Обмен веществ

Обмен веществ (метаболизм) — совокупность химических реакций биосинтеза и распада, лежащих в основе жизнедеятельности организма и обеспечивающих его взаимосвязь со средой обитания. По способу получения энергии организмы делятся на **автотрофы** (способны к самостоятельному синтезу органических веществ) и **гетеротрофы** (не могут синтезировать органические вещества, поэтому получают их извне в виде пищи, с готовыми жирами, углеводами, белками).

Пластический обмен *(ассимиляция, или анаболизм)* — совокупность реакций синтеза, направленных на образование структурных частей клеток и тканей (синтез углеводов в ходе фотосинтеза, хемосинтез, биосинтез белка, липидов, нуклеиновых кислот и других веществ).

Фотосинтез — процесс превращения солнечной энергии в энергию химических связей органических веществ, протекающий в зелёных листьях растений. $6CO_2 + 6H_2O + + h\nu \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6O_2\uparrow$. Различают световую и темновую фазы.

Световая фаза начинается с поглощения кванта света молекулой хлорофилла, один из электронов молекулы переходит на более высокий энергетический уровень, где присоединяется к иону водорода (H^+) и восстанавливает его до протона. Протон присоединяется к НАДФ (переносчик водорода) и восстанавливает его до НАДФ·Н + H^+. Хлорофилл, утративший электрон, отрывает его от молекулы воды. Происходит **фотолиз** (расщепление) воды, в результате которого высвобождается кислород ($2H_2O \rightarrow 4H^+ + 4^{e-} + O_2\uparrow$). Выделившаяся энергия идёт на синтез АТФ. Результат световой фазы — АТФ, $O_2\uparrow$ и НАДФ·Н+H^+.

Темновая фаза — в строме хлоропластов без поглощения света. Приводит к восстановлению CO_2 до уровня

органических веществ при участии продуктов световой фазы. CO_2 из атмосферы связывается с акцептором (рибулозодифосфат), в результате образуется нестойкое вещество (C_6), распадающееся на две молекулы фосфороглицериновой кислоты. Последняя восстанавливается с помощью НАДФ·Н + H^+ и АТФ. В итоге через ряд промежуточных реакций образуются углеводы (моно-, ди- и полисахариды) и другие органические соединения.

Хемосинтез — в отличие от фотосинтеза источником энергии является не свет, а процесс окисления некоторых неорганических соединений. Характерен для бактерий: серобактерии разрушают и выветривают горные породы вследствие образования ими серной кислоты, используются в процессах очищения промышленных сточных вод; железобактерии вырабатывают $Fe(OH)_3$, который образует болотную железную руду; водородные бактерии используются для получения пищевого белка и др.

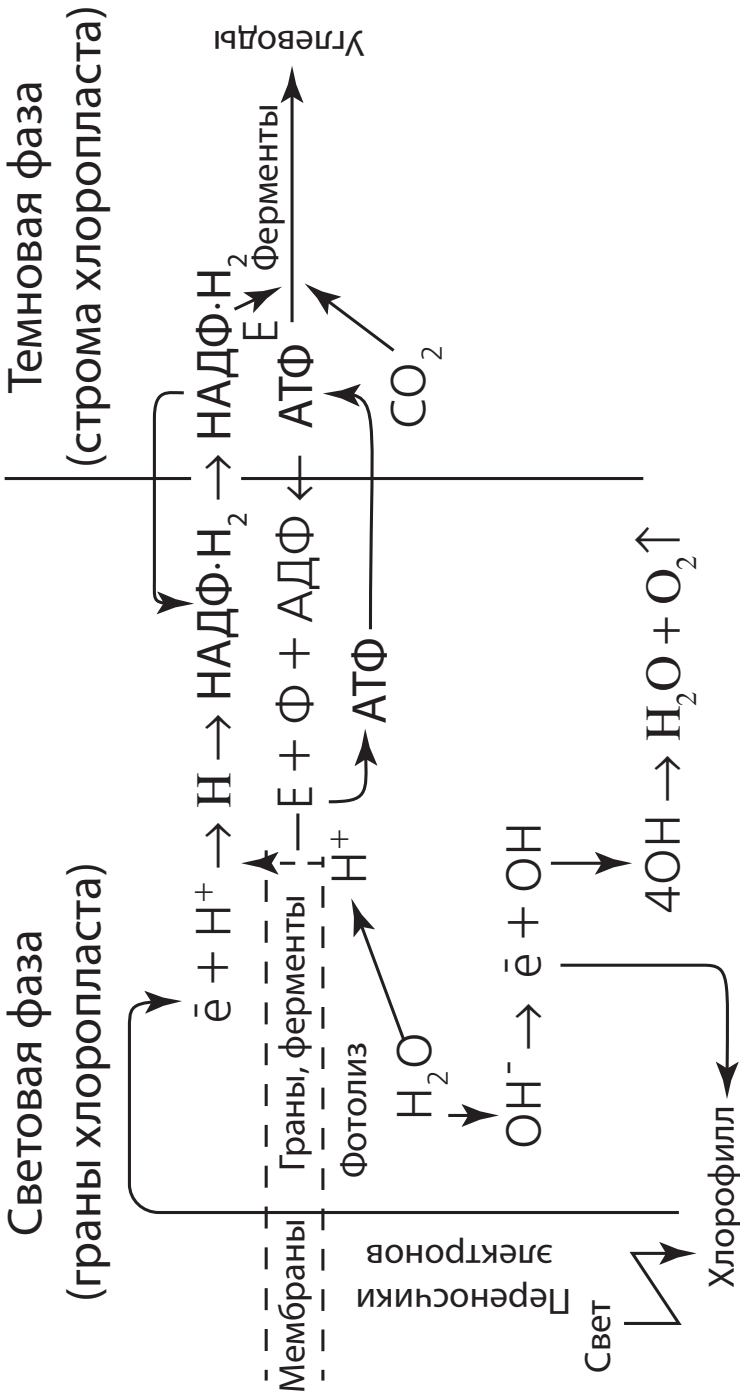


Схема процесса фотосинтеза

Энергетический обмен (диссимиляция, или катаболизм) — совокупность реакций распада (гликолиз, брожение, дыхание), сопровождается выделением энергии. Включает подготовительный, анаэробный и аэробный этапы.

Подготовительный протекает в цитоплазме клеток растений, в пищеварительном тракте животных. Питательные вещества под влиянием пищеварительных ферментов расщепляются до мономеров: белки — до аминокислот, углеводы — до моносахаридов и др. В результате образуется небольшое количество энергии, которая рассеивается в виде тепла. Синтез АТФ не происходит.

Клеточное дыхание — высвобождение энергии органических кислот в присутствии кислорода. Проходит в два этапа.

Анаэробный протекает в цитоплазме клеток. Мономеры, после первого этапа, подвергаются дальнейшему ферментативному расщеплению без участия кислорода с образованием энергии (гликолиз). **В реакции гликолиза** молекула гексозы (C_6) расщепляется на две молекулы пировиноградной кис-

лоты (C_3) с освобождением двух молекул АТФ и атомов водорода. Освободившийся водород восстанавливает $НАД^+$ в $НАД \cdot H^+H^+$. Суммарная формула гликолиза: $C_6H_{12}O_6 + 2АДФ + 2H_3PO_4 + 2НАД^+ \rightarrow 2C_3H_4O_4 + 2АТФ + 2НАД \cdot H^+H^+$.

Аэробный — протекает в митохондриях (с O_2). Происходит полное окисление пировиноградной кислоты до CO_2 и H_2O с высвобождением 36 молекул АТФ. Проходит в три стадии: окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты; цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса); электронтранспортная цепь.

Брожение — метаболический распад молекул веществ без участия кислорода. Типы брожения: *спиртовое* (дрожжи и некоторые бактерии), из молекулы глюкозы получается две молекулы спирта (этанола) и две молекулы CO_2; *молочнокислое* (молочнокислые бактерии), лактоза преобразуется в молочную кислоту; *уксуснокислое* (многие бактерии) — прямой результат бактериальной ферментации; *маслянокислое* (бактерии рода Клостридиум), образуется масляная кислота.

2.3. Клетка — генетическая единица живого

Наследственный материал эукариот преимущественно локализован в ядре и представлен хромосомами, состоящими из ДНК, связанной с белком.

Хромосомы имеют *первичную перетяжку* (утончённый неспирализованный участок), делящую хромосому на два плеча. В её области располагается *центромера*, которая участвует в клеточном делении. Виды хромосом: *равноплечие* — с плечами равной длины; *неравноплечие* — с плечами неравной длины; *палочковидные* — с одним длинным и вторым очень коротким. Некоторые хромосомы имеют вторичную перетяжку (ядрышковый организатор), в её области формируется *ядрышко*.

Диплоидный набор хромосом — совокупность хромосом соматической клетки, в которой все характерные для данного биологического вида хромосомы представлены попарно.

2.3. Клетка — генетическая единица

Гаплоидный набор хромосом — совокупность хромосом зрелой половой клетки, в которой из каждой пары хромосом присутствует только одна.

Генетический код — последовательность нуклеотидов, посредством которой записана информация о синтезе определённых белков. Свойства кода: *триплетный* — каждая аминокислота кодируется известным сочетанием из трёх расположенных рядом нуклеотидов *(кодон)*; *множественный* — одна и та же аминокислота может быть кодирована несколькими триплетами, но каждый триплет кодирует только одну аминокислоту; *неперекрывающийся*, т. е. один и тот же нуклеотид не может входить одновременно в состав двух соединений триплетов; не имеет *«знаков препинания»* — если произойдёт выпадение одного нуклеотида, его место займёт ближайший, что приведёт к изменению порядка считывания; у*ниверсальный* — у всех живых организмов одни и те же триплеты кодируют одни и те же аминокислоты.

Биосинтез белка начинается в ядре со списывания информации о структуре белковой молекулы с ДНК на и-РНК по принципу комплементарности. Данный процесс называется *транскрипцией*. Образованная и-РНК поступает в цитоплазму, где к ней присоединяется рибосома. Одновременно в цитоплазме с помощью ферментов активируется т-РНК, на вершине которой находится триплет, соответствующий по коду определённой аминокислоте (антикодон), а на основании т-РНК крепится данная аминокислота. Т-РНК доставляет аминокислоту к рибосомам. *Трансляция* — по принципу комплементарности антикодон связывается со своим кодоном. При их соответствии аминокислота в активном центре рибосомы присоединяется к предыдущей аминокислоте. Далее т-РНК освобождается от аминокислоты, а рибосома продвигается по и-РНК на один триплет вперёд.

2.3. Клетка — генетическая единица

Клеточный цикл — время существования клетки от начала одного деления до начала следующего деления, состоит из интерфазы и митоза. **Интерфаза** — процесс роста, развития клетки, синтеза белков и ДНК. **Митоз** — процесс равномерного распределения между дочерними клетками ядерного наследственного материала.

Митоз состоит из 4 стадий. *Профаза* — спирализация хромосом, уменьшение их функциональной активности; репликация практически не идёт; разрушение оболочки ядра; образование веретена деления; прикрепление хромосом к нитям веретена деления. *Метафаза* — спирализация хромосом достигает максимума; хромосомы утрачивают свою функциональную активность, образуют экваториальную пластинку. *Анафаза* — деление центромер; расхождение по нитям веретена сестринских хромосом. Анафаза заканчивается, когда центромеры достигают полюсов клетки. *Телофаза* — деспирализация хромосом; образование ядерной оболочки; деление

цитоплазмы; между дочерними клетками формируется клеточная стенка.

В результате митоза из одной материнской клетки с диплоидным (двойным) набором хромосом образуются две диплоидные дочерние клетки, содержащие полную генетическую информацию в том же объёме, что и родительская.

Митоз обеспечивает: сохранность наследственных признаков; увеличение количества клеток или одноклеточных организмов.

Амитоз — прямое деление клетки, при котором ядро делится путём перешнуровки без предшествующей перестройки: хромосомы не проходят цикла спирализации, не образуется веретено деления, клетка делится сразу после репликации ДНК, ДНК между дочерними клетками распределяется неравномерно.

Амитоз проходит быстрее, чем митоз. В результате амитоза увеличивается количество дочерних клеток, но одновременно могут появляться двух- и многоядерные

клетки. Амитоз характерен одноклеточным и некоторым клеткам многоклеточных организмов (отжившие клетки и клетки при патологических состояниях).

Мейоз — деление клеток, в результате которого число хромосом в ядре уменьшается вдвое (половые клетки в период созревания).

Интерфаза предшествует мейозу. На этом этапе происходит репликация ДНК с последующим удвоением хромосом. Клетки с диплоидным набором хромосом, каждая состоит из одной хромосомной нити (хромонемы). После интерфазы хромосомы становятся удвоенными, а их диплоидное число сохраняется.

Мейоз I (редукционное деление). *Профаза I* — спирализация хромосом; конъюгация (сближение двух хромосом); кроссинговер (обмен участками гомологичных хромосом); хроматиды начинают расходиться; биваленты (пара удвоенных гомологичных хромосом, каждая из которых состоит из двух хроматид) обособляются

и располагаются по периферии ядра; ядрышко исчезает. *Метафаза I* начинается с момента разрушения ядерной оболочки; биваленты располагаются в экваториальной плоскости, прикреплённые к нитям веретена деления. *Анафаза I* — центромеры каждой пары гомологичных хромосом разъединяются и к полюсам клетки отходят гомологичные хромосомы, состоящие из двух хроматид. *Телофаза I* начинается с достижения хромосомами полюсов клетки (у каждого полюса располагается гаплоидный набор хромосом) — *происходит редукция числа хромосом*; образуется ядерная оболочка; делится цитоплазма; формируется клеточная стенка.

Завершение мейоза I сопровождается образованием двух дочерних клеток, содержащих гаплоидный набор хромосом, которые в свою очередь остаются удвоенными.

Кратковременная интерфаза, или *интеркинез,* — не происходит репликация ДНК, нет удвоения хромосом.

Мейоз II (по типу митоза — равное деление). *Профаза II* — непродолжительная, так как хроматиды спирализованы. *Метафаза II* — образуется экваториальная пластинка, хромосомы, состоящие из двух хроматид, центромерными участками прикрепляются к нитям веретена деления. *Анафаза II* — хроматиды расходятся к полюсам клетки. *Телофаза II* — образуется ядерная оболочка; делится цитоплазма; формируется клеточная стенка. Образуются 4 гаплоидные клетки.

В результате мейоза из одной клетки с диплоидным набором хромосом после двух последовательных делений образуются 4 гаплоидные клетки.

Для мейоза характерны: 1) редукция числа хромосом; 2) конъюгация гомологичных хромосом; 3) рекомбинация генетического материала, обусловленная случайным расхождением материнских и отцовских гомологичных хромосом в дочерние клетки, а также кроссинговером.

3. Организм как биологическая система

3.1. Группы организмов

По строению организмы делятся на одно- и многоклеточные.

Первыми в процессе эволюции образовались организмы, состоящие из одной клетки, — **одноклеточные**. Одни одноклеточные имеют явное сходство с растениями, другие — с животными, третьи несут признаки обоих царств, четвёртые не похожи ни на кого. Одноклеточные организмы могут образовывать колонии (вольвокс). Дальнейшее развитие шло по пути усложнения и формирования живых организмов, состоящих из множества клеток, т. е. **многоклеточных.** Многоклеточные организмы по сложности организации превосходят одноклеточные, их клетки приобрели специализацию.

В *1892 г.* ***Д. И. Ивановский*** впервые описал вирус табачной мозаики. Установил, что вирусы способны проходить через

бактериальные фильтры, но их невозможно выращивать на искусственных питательных средах.

Вирусы — неклеточная инфекционная форма жизни, которая может воспроизводиться только внутри живых клеток. Они являются автономными генетическими системами, которые представляют собой облигатных паразитов. Вирусы поражают все типы организмов: от растений и животных до бактерий и архей (вирусы бактерий — бактериофаги). Обнаружены также вирусы, поражающие другие вирусы (вирусы-сателлиты).

Вирусы занимают промежуточное положение между неживой и живой природой.

Вирусные частицы (вирионы) состоят из двух или трёх компонентов: генетического материала в виде ДНК или РНК; белковой оболочки (капсида), защищающей эти молекулы, в некоторых случаях — дополнительных липидных оболочек.

3.2. Воспроизведение организмов

Воспроизведение — способность организмов производить новое поколение особей того же вида. При размножении происходит передача генетического материала от родительских форм дочерним, что обеспечивает длительное существование вида, приводит к увеличению численности особей и способствует его расселению. Различают два типа размножения: бесполое и половое.

Бесполое размножение

Бесполое размножение — форма размножения, при которой организм воспроизводит себя самостоятельно, без всякого участия другой особи (гаметы не образуются).

Способы бесполого размножения: *вегетативное, спорообразование*.

Преимущества бесполого размножения: простота и эффективность (не нужно искать партнёра); потомство может оставить любая особь в любом месте; удачные сочетания

генов не теряются; увеличение численности вида без повышения их генетического разнообразия. Новые признаки появляются только в результате мутаций.

Недостатки бесполого размножения: если в определённом местообитании возникают изменения, вызывающие гибель отдельных особей, то погибнут все организмы, т. к. они генетически сходны.

Половое размножение

Половое размножение отличается наличием полового процесса, обеспечивающий обмен наследственной информацией и создающий условия для возникновения наследственной изменчивости. В нём участвуют две особи — женская и мужская, которые образуют **гаметы**.

Конъюгация — форма полового процесса, при которой происходит взаимообмен мигрирующими ядрами, перемещающимися из одной клетки в другую по цитоплазматическому мостику, образуемому двумя особями.

Копуляция (гаметогамия) — слияние двух одинаковых или разных по форме, размерам и подвижности половых клеток. Процесс образования половых клеток *(гаметогенез)* происходит путём мейоза. Формы гаметогамии: **изогамия** (образуются подвижные, морфологически одинаковые гаметы, различающиеся физиологически (водоросли)), **анизогамия** (формируются подвижные, различающиеся морфологически и физиологически гаметы (водоросли)) и **оогамия** (гаметы сильно отличаются друг от друга, делятся на мужские (подвижные — *сперматозоиды*, неподвижные — *спермии)* и женские *(яйцеклетки)*). Оогамия характерна для животных, высших растений и многих грибов. У человека и животных развитие яйцеклеток *(оогенез)* и сперматозоидов *(сперматогенез)* осуществляются в гонадах (половых железах) — яичниках и семенниках соответственно.

Гаметогенез — процесс образования половых клеток; складывается из стадий размножения, роста, созревания клеток.

Стадии гаметогенеза:

1) размножение;
2) рост;
3) созревание;
4) формирование (спермиогенез).

Партеногенез (девственное развитие) — половой процесс, при котором оплодотворение не происходит, новый организм формируется из неоплодотворённой яйцеклетки (у рачков-дафний, пчёл, тараканов, некоторых ящериц, ряда растений).

В *1898 г.* ***С. Г. Навашин*** впервые описал оплодотворение у цветковых растений — **двойное оплодотворение** (слияние одного спермия с яйцеклеткой (развивается зародыш), а другого — с центральной клеткой (вторичный эндосперм семени, содержащий питательные вещества)).

Способы оплодотворения у животных: *наружное* (мужские и женские гаметы выделяются в воду) характерно большинству водных животных; *внутреннее* (сперматозоиды в спермальной жидкости переносятся из тела самца в тело самки, где и происходит оплодотворение).

3.3. Онтогенез и присущие ему закономерности

Онтогенез (индивидуальное развитие) включает весь период жизни особи от зиготы до смерти. Различают два периода.

Эмбриональный период (зародышевое развитие) — период онтогенеза от образования зиготы в процессе оплодотворения до рождения или выхода из яйцевых оболочек. Основные этапы: дробление, гаструляция и органогенез.

В процессе **дробления** зигота многократно делится. В результате образуется однослойный многоклеточный зародыш — *бластула*, который напоминает полый шар с эпителиальной стенкой (*бластодерма*) и центральной полостью (*бластоцель или первичная полость тела*), заполненной жидкостью. После дробления наступает процесс **гаструляции**, который характеризуется перемещением части клеточного материала с поверхности вовнутрь на места будущих органов. В результате образуется гаструла.

Дифференцировка клеток каждого зародышевого листка *(органогенез)* приводит к образованию тканей и органов. Из *эктодермы* образуются нервная система, органы чувств, эпителий кожи с его железами и производными структурами (волосы, перья, когти и др.), эмаль зубов. *Производными мезодермы* являются мышечная, все виды соединительной ткани, кровеносная, выделительная и половая системы. Из *энтодермы* образуются эпителий средней кишки и его придаточные железы (печень, поджелудочная железа, жабры и их производные — лёгкие, плавательный пузырь и др., а также щитовидная железа). Органогенез у хордовых связан с возникновением комплекса осевых органов — нервной трубки, хорды и кишечника — и дальнейшей дифференцировкой.

Постэмбриональный период развития начинается рождением или выходом из яйцевых оболочек и заканчивается смертью организма. Различают два основных типа постэмбрионального развития: **прямое** и **непрямое**.

3.4. Генетика

Генетика — наука об изменчивости и наследственности живых организмов и методах управления ими.

Наследственность — способность организмов передавать свои признаки и особенности развития потомству.

Изменчивость — способность терять старые и приобретать новые признаки и свойства.

Понятия генетики

Гомозигота — диплоидный организм, несущий идентичные аллели гена в гомологичных хромосомах.

Гетерозигота — диплоидный организм, копии генов которого в гомологичных хромосомах представлены разными аллелями.

Доминирование — форма взаимоотношений между аллелями одного гена, при которой один из них (доминантный) подавляет проявление другого (рецессив-

ного). Доминантный признак проявляется у гетерозигот и доминантных гомозигот.

Рецессивный ген — аллель, определяющий развитие признака только в гомозиготном состоянии; такой признак будет называться рецессивным.

Доминантный ген — аллель, определяющий развитие признака не только в гомозиготном, но и в гетерозиготном состоянии; такой признак будет называться доминантным.

Аллели — различные формы одного и того же гена, расположенные в одинаковых локусах гомологичных хромосом и определяющие альтернативные варианты развития одного и того же признака.

Локус — местоположение гена в хромосоме.

Генотип — совокупность генов организма.

Фенотип — совокупность всех внешних и внутренних признаков организма.

Ген — структурная и функциональная единица наследственности живых

организмов; участок ДНК, задающий последовательность определённого белка либо функциональной РНК.

Гены эукариот состоят из нескольких элементов: *регуляторная часть* (оказывает влияние на активность гена в разные периоды жизни организма) и *структурная часть* (содержит информацию о первичной структуре кодируемого белка). Гены эукариот — прерывисты, их ДНК содержит кодирующие участки — *экзоны*, чередующиеся с некодирующими — *интронами*.

Геном — совокупность генов, характерных для гаплоидного набора хромосом данного биологического вида. Геном, в отличие от генотипа, является характеристикой вида, а не особи, поскольку описывает набор генов, свойственных данному виду, а не их аллели, обуславливающие индивидуальные отличия отдельных организмов. Степень сходства геномов разных видов отражает их эволюционное родство.

Хромосомная теория

В начале XX века ***Т. Морган*** и его ученики сформулировали **хромосомную теорию наследственности**.

1. Гены находятся в хромосомах, располагаются в них линейно на определённом расстоянии друг от друга и не перекрываются.

2. Гены, расположенные в одной хромосоме, относятся к одной группе сцепления. Число групп сцепления соответствует гаплоидному числу хромосом.

3. Признаки, гены которых находятся в одной хромосоме, наследуются сцеплено.

4. В потомстве гетерозиготных родителей новые сочетания генов, расположенных в одной паре хромосом, могут возникать в результате кроссинговера.

5. Частота кроссинговера, определяемая по проценту кроссоверных особей, зависит от расстояния между генами.

6. На основании линейного расположения генов в хромосоме и частоты кроссинговера как показателя расстояния между генами можно построить карты хромосом.

3.5. Закономерности наследственности

Типы наследования

Хромосомное (ядерное) **наследование** — передача из поколения в поколение наследственных признаков, находящихся в хромосомах ядра. Ядерная наследственность реализуется и при вегетативном размножении, но при этом не сопровождается перераспределением генов, что наблюдается при половом размножении. Хромосомная наследственность обеспечивает константную передачу признаков из поколения в поколение, нарушаемую только соматическими мутациями.

Нехромосомное (цитоплазматическое) **наследование** — передача в ряду поколений генов, локализованных вне ядра (митохондрии, пластиды, инородные генетические элементы). Для нехромосомного наследования характерны сложные картины расщепления, не согласующиеся с законами Менделя.

3.5. Закономерности наследственности

Законы Г. Менделя

Г. Мендель в *1856–1863 гг.* применил статистические методы для анализа результатов по гибридизации сортов гороха и сформулировал закономерности наследственности.

Основные положения гибридологического метода:

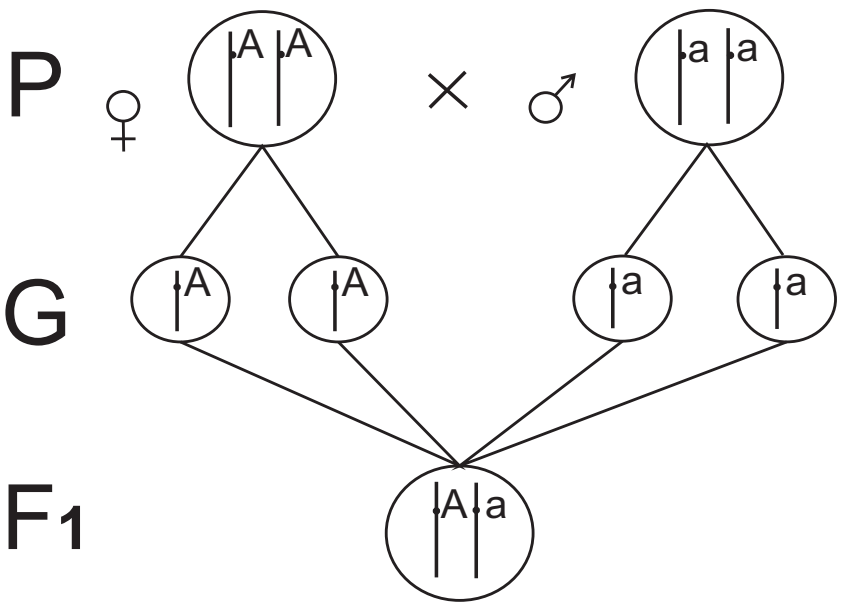
1) для скрещивания берутся организмы, предки которых в ряду поколений не давали расщепления по избранным признакам, т. е. *чистые линии*;

2) организмы отличались по одной или двум парам альтернативных признаков (горох жёлтый и зелёный);

3) проводится индивидуальный анализ потомства каждого скрещивания;

4) используется статистическая обработка результатов.

Первый закон Г. Менделя гласит: при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, всё потомство в первом поколении единообразно как по фенотипу, так и по генотипу.

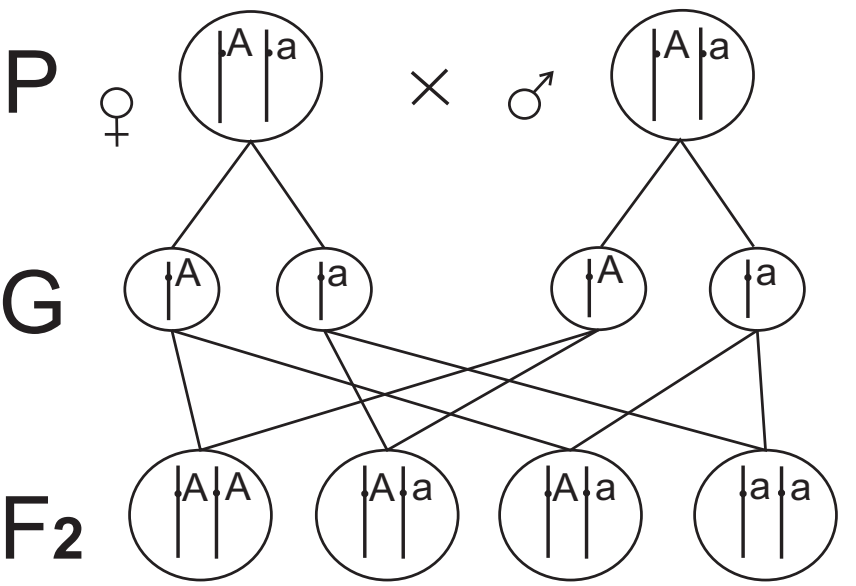


Цитологические основы первого закона Г. Менделя

P ♀ AA x ♂ aa
G A; a (каждая гомозигота даёт один тип гамет)
F_1 Aa — единообразие первого поколения

3.5. Закономерности наследственности

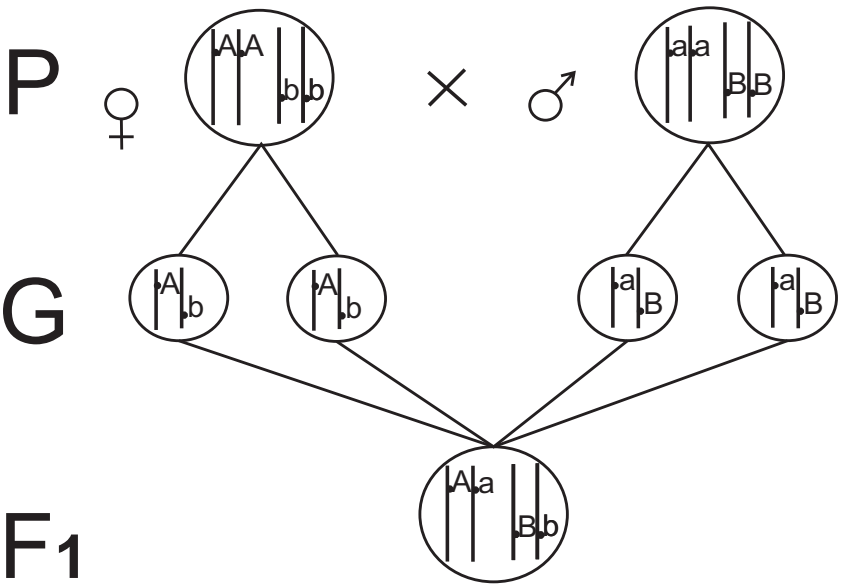
Второй закон Г. Менделя гласит: при скрещивании гибридов первого поколения (двух гетерозиготных особей) во втором поколении происходит расщепление: наряду с доминантным появляется и рецессивный признак в отношении 3:1.



Цитологические основы второго закона Г. Менделя

P ♀ Aa x ♂ Aa
G A, a ; A, a (гетерозигота даёт два типа гамет)
F_1 1 AA; 2 Aa; 1 aa
расщепление по генотипу 1:2:1
расщепление по фенотипу 3:1

Третий закон Г. Менделя гласит: при скрещивании гомозиготных особей, отличающихся двумя или более парами альтернативных признаков, каждый признак наследуется независимо от других признаков, комбинируясь во всех возможных сочетаниях.



Цитологические основы дигибридного скрещивания

P ♀ AAbb x ♂ aaBB
G Ab ; aB
F1 AaBb — единообразие
P ♀ AaBb x♂ AaBb
G AB, Ab, aB, ab / AB, Ab, aB, ab

Решётка Пеннета

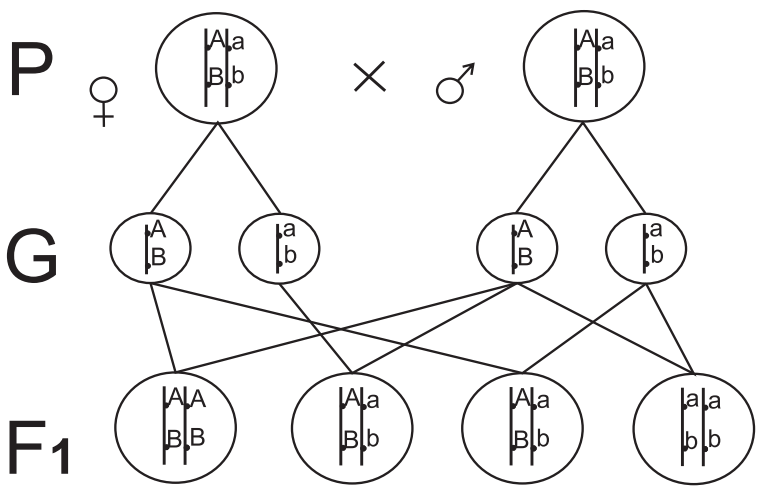
♀ / ♂	**AB**	**Ab**	**aB**	**ab**
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb

F2 9 A_B_; 3 A_bb; 3 aaB_; 1 aabb
По фенотипу: 9:3:3:1

Анализирующее скрещивание — скрещивание, в котором особь, генотип которой неизвестен, но его нужно установить (АА ли Аа), скрещивается с рецессивной гомозиготой (аа). Если всё потомство от этого скрещивания будет однообразным, исследуемый организм имеет генотип АА. Если в потомстве наблюдается расщепление за фенотипом в соотношении 1:1, исследуемый организм является гетерозиготным Аа.

Сцепленное наследование

В каждой хромосоме локализовано множество генов. Гены, локализованные в одной хромосоме, образуют *группу сцепления* и наследуются вместе. Совместное наследование генов Т. Морган предложил назвать **сцепленным наследованием**. Число групп сцепления соответствует гаплоидному набору хромосом.



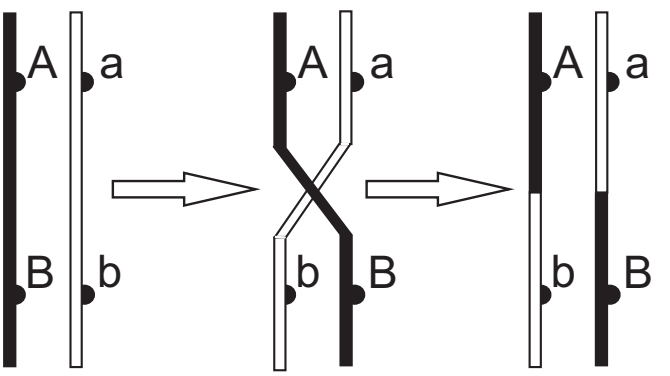
Цитологические основы сцепленного наследования

Способ наследования сцепленных генов отличается от наследования генов, локализованных в разных хромосомах. При независимом комбинировании дигибрид об-

разует 4 типа гамет в равных количествах, а дигибрид с генами, локализованными в одной паре хромосом, образует только 2 типа гамет, тоже в равных количествах.

Возникают и другие типы гамет — Ab и aB — с новыми комбинациями генов, отличающимися от родительских. Причина этого — кроссинговер (обмен участками гомологичных хромосом). Особи, получающиеся из таких гамет, с новым сочетанием аллелей — кроссинговерные (рекомбинантные).

Частота перекрёста между двумя генами, расположенными в одной хромосоме, пропорциональна расстоянию между ними. Кроссинговер между двумя генами происходит тем реже, чем ближе друг к другу они расположены.



Кроссинговер

Генетика пола

Пол — совокупность признаков организма, обеспечивающих воспроизведение потомства и передачу наследственной информации. Принято говорить о существовании двух полов: мужского и женского.

Половой диморфизм — различия морфологических, физиологических и биохимических признаков у особей разных полов; их хромосомные наборы отличаются по строению половых хромосом.

Половые хромосомы — хромосомы, по которым самцы отличаются от самок.

XY-тип определения пола — характерен для большинства позвоночных и некоторых беспозвоночных (дрозофилы, человек и др.)

Одинаковые хромосомы у одного пола называются X-хромосомами, непарная половая хромосома — Y-хромосома. Хромосомы, не имеющие различий у разных полов, — аутосомы. XX — женские половые хромосомы, XY — мужские.

В мужском организме (XY) образуются гаметы (сперматозоиды) с X-хромосомами и Y-хромосомами, у женщин (XX) формируются гаметы (яйцеклетки) только с X-хромосомами. При слиянии двух гамет, несущих X-хромосомы, формируется женский организм (XX), при слиянии яйцеклетки с X-хромосомой и сперматозоида с Y-хромосомой формируется мужской организм (XY) — пол ребёнка определяет гетерозиготный организм (XY).

P ♀ XX x ♂ XY

G (X) / (X) (Y)

F_1 1 XX; 1 XY

X0-тип определения пола встречается у большинства прямокрылых, жуков, у которых Y-хромосомы нет вовсе, так что самец имеет генотип X0, а самки XX.

У птиц, бабочек и пресмыкающихся самцы являются гомогаметным полом (ZZ), а самки гетерогаметным (ZW или Z0). Половые хромосомы у этих видов обозначаются Z и W.

Гаплоидия широко распространена у пчёл и муравьёв. У этих организмов нет половых хромосом: самки — диплоидные особи, самцы — гаплоидные.

Определение пола может зависеть от внешних условий. У некоторых рептилий пол определяется температурой, в которой развивалось яйцо. Это явление носит название **температурозависимого определения пола** (у черепах при низких температурах появляются только самцы, у ящериц — только самки). Некоторые улитки практикуют смену пола взрослой особи. У тропических рыб-клоунов доминирующая особь в группе становится самкой, остальные — самцами. У морского червя эхиуриды личинка становится самцом, если она попадёт на тело самки, и самкой, если она попадёт на дно. Направление развития личинки, попавшей на самку, по мужскому пути вызывается химическим веществом, выделяемым кожей самки.

Признаки, сцепленные с полом, — признаки, гены которых локализованы в половых хромосомах, а наследова-

ние таких признаков — наследование, сцепленное с полом. Впервые изучал Т. Морган при анализе наследования цвета глаз (красного и белого) у дрозофилы.

Все гены, локализованные в половых хромосомах человека, можно разделить на три группы.

Первую группу составляют гены, полностью сцепленные с полом. Они локализованы в негомологичном участке Х-хромосомы, которая не имеет гомолога в Y-хромосоме, и передаются исключительно через Х-хромосому. К числу таких генов относятся рецессивные гены гемофилии, дальтонизма, доминантный ген гипофосфатемии (витамин D-резистентный рахит).

Вторую группу составляет небольшое число генов, тоже полностью сцепленных с полом, но расположенных в негомологичном участке Y-хромосомы. Так как Y-хромосома содержит незначительное количество генов (у человека контролирует дифференцировку семенников, содержит гены перепонок между пальцами ног, волосатых ушей, ихтиоз — чешуйчатость

кожи), её называют генетически инертной или генетически пустой. Гены Y-хромосомы передаются от отца ко всем его сыновьям.

Третью группу составляют гены, неполностью (частично) сцепленные с полом. Они расположены в гомологических участках X- и Y-хромосом, могут передаваться как с X-, так и с Y-хромосомой и переходить из одной в другую при кроссинговере.

Основные формы взаимодействия аллельных генов:

– *Полное доминирование* (доминантность) — полное преобладание в фенотипе гетерозиготного организма одного аллеля (доминантного) над другим (рецессивным) аллелем одного и того же гена.

– *Неполное доминирование* — взаимодействие аллельных генов, при котором у гетерозиготного организма доминантный аллель не до конца подавляет рецессивный того же гена (фенотип гетерозиготы Аа будет промежуточным между фенотипом доминантной АА и рецессивной аа гомозигот).

– *Сверхдоминирование* — взаимодействие аллельных генов, при котором доминантный аллель в гетерозиготном состоянии проявляется в фенотипе сильнее, чем в гомозиготном (Aa>AA). При этом типе имеет место действие летальных генов (серповидноклеточная анемия в условиях заражения малярией: здоровая особь AA гибнет от малярии, особь Aa — рецессивный аллель a (серповидноклеточная анемия) защищает организм от заболевания малярией, гомозиготы aa умирают от анемии.

– *Кодоминирование* — взаимодействие аллельных генов, при котором в фенотипе гетерозиготного организма проявляются оба аллеля одного и того же гена. Четвёртая группа крови человека (генотип I^AI^B): в эритроцитах крови одновременно имеются антиген A (I^AI^A или I^AI^0), характерный для II группы крови, и антиген B (аллель I^BI^B или I^BI^0), характерный для III группы крови. Их отсутствие (I^0I^0) в крови человека определяет формирование I группы крови. Аллели I^A и I^B — кодоминантные.

Взаимодействие неаллельных генов

Комплементарность — взаимодействие неаллельных генов, в результате которого проявляется новый признак, не определявшийся ни одним, ни другим геном. *Различают три типа*: 1) развитие нового признака определяется доминантными генами из различных пар хромосом, каждый из которых не имеет самостоятельного фенотипического проявления; 2) один из доминантных генов способен к самостоятельному фенотипическому проявлению; 3) доминантные гены из разных пар хромосом, каждый из которых имеет собственное фенотипическое проявление.

Эпистаз — взаимодействие неаллельных генов, при котором один ген подавляет действие гена из другой (неаллельной) пары. Подавляющий ген называется эпистатическим или супрессором (ингибитором), подавляемый — гипостатическим. Если ингибитор доминантный, эпистаз называют доминантным (A>B). Если ингибитор рецес-

сивный, эпистаз — рецессивный (аа>В или аа>вв).

Полимерия — взаимодействие неаллельных генов, при котором один и тот же признак контролируется несколькими доминантными неаллельными генами, которые действуют на этот признак однозначно, в равной степени, усиливая его проявление. Такие однозначные гены называют полигенами (полимерными), и их обозначают одной буквой латинского алфавита, но с разными цифровыми индексами (доминантные гены — А1, А2, А3 и т. д., рецессивные — а1, а2, а3). Явление полимерии впервые описал в *1908 г.* ***Г. Нильсон-Эле*** при изучении наследования цвета зерна пшеницы.

Плейотропия — явление множественного действия гена. Выражается в способности одного гена влиять на несколько фенотипических признаков. Один белок-фермент, образующийся под контролем одного гена, определяет развитие не только данного признака, но и воздействует на вторичные реакции биосинтеза других признаков и свойств, вызывая их изменения (синдром Марфана).

Генетика человека — раздел общей генетики, изучающий особенности наследования признаков у человека, наследственные заболевания (медицинская генетика), генетическую структуру популяций. Генетика человека является теоретической основой современной медицины и современного здравоохранения.

Главная цель — разработка путей сохранения, продления и оздоровления жизни человека, а также выявление его истинных способностей.

Методы: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционно-статистический, метод дерматоглифики, молекулярно-генетический.

Наследственность человека как самостоятельный предмет исследования впервые выделил в *1865 г.* ***Ф. Гальтон***.

3.6. Изменчивость организмов

Модификационная изменчивость — изменения в организме, связанные с изменением фенотипа вследствие влияния окружающей среды. Генотип при этом не изменяется.

Различают следующие *виды модификаций*:

– возрастные или онтогенетические (постоянная смена признаков в процессе развития особи (насекомые — личинка, куколка, имаго; земноводные — головастик, сеголетка, взрослая особь));

– экологические (адаптивные изменения фенотипа в ответ на изменения условий среды, как правило, обратимы). Различают количественные (масса животных, размер листа) и качественные (цвет кожи под влиянием ультрафиолета). Как разновидность — сезонные (генетически детерминированная смена признаков (листопад, окраска шерсти, линька)).

Норма реакции — предел проявления модификационной изменчивости

организма при неизменном генотипе. Выделяют однозначную (цвет глаз, масть животных), узкую (форма цветка растений одного вида, размеры сердца, мозга), широкую (количество жира в организме млекопитающих) норму реакции.

Морфоз — вид модификационной изменчивости, возникает при воздействии вредных агентов на ранних этапах эмбрионального развития, носит необратимый характер (заячья губа, волчья пасть, две головы и др.).

Наследственная изменчивость обусловлена возникновением разных типов мутаций и их комбинаций в последующих скрещиваниях.

Комбинативная изменчивость — изменчивость, возникающая вследствие рекомбинации генов во время слияния гамет.

Причины: независимое расхождение хромосом во время мейоза; случайные встреча половых гамет и сочетание хромосом во время оплодотворения; рекомбинация генов вследствие кроссинговера.

Мутационная изменчивость — изменчивость, вызванная действием на организм мутагенов, вследствие чего возникают мутации.

Мутация — стойкое преобразование генотипа, происходящее под влиянием внешней или внутренней среды.

Основные положения мутационной теории *(1901–1903 гг. Г. Де Фриз)*

Мутации:

• возникают внезапно, скачкообразно, как дискретные изменения признаков;

• представляют собой качественные изменения, которые передаются из поколения в поколение;

• проявляются по-разному, могут быть нейтральными, полезными и вредными; доминантными и рецессивными;

• могут возникать повторно;

• ненаправленны (спонтанны), т. е. мутировать может любой участок хромосомы, вызывая изменения как незначительных, так и жизненно важных признаков.

Виды мутаций

По характеру изменения генома различают следующие **виды мутаций.**

Геномные — *полиплоидия* (образование организмов, геном которых представлен более чем двумя наборами хромосом. Различают *аллополиплоидов* — наборы хромосом, полученные от разных видов (тритикале, расп), *аутополиплоидов* — увеличение числа наборов хромосом собственного генома, кратное гаплоидному набору (пшеница, картофель)) и *анеуплоидия* (гетероплоидия) — изменение числа хромосом, не кратное гаплоидному (моносомики 2n–1, трисомики 2n+1 (синдром Дауна), нуллисомики 2n–2).

При ***хромосомных*** мутациях происходят крупные перестройки структуры отдельных хромосом: потеря (делеция), удвоение части (дупликация), изменение ориентации (поворот на 180˚) сегмента хромосом (инверсия), а также перенос части генетического материала с одной хромосомы на другую (транслокация).

Генные (точечные) мутации — результат изменения нуклеотидной последовательности молекулы ДНК в определённом участке хромосомы. Типы генных мутаций — вставки, делеции, перестройки, дупликации, инверсии или замены. Чаще всего носят рецессивный характер и в ряду поколений не проявляются. Пример генных мутаций — серповидноклеточная анемия (замена основания в одном из генов, ответственных за синтез гемоглобина).

Соматические мутации — стойкие мутации в соматических клетках. При вегетативном размножении сохраняются (седая прядь, родинки, гетерохромия глаз).

3.7. Селекция, её задачи, методы и практическое значение

Селекция — наука о методах создания пород домашних животных, сортов культурных растений и штаммов микроорганизмов с нужными человеку свойствами.

Порода (сорт, штамм) — популяция организмов, искусственно созданная человеком с наследственно закреплёнными морфологическими и физиологическими признаками, определённым уровнем и характером продуктивности.

Н. И. Вавилов изучил мировые растительные ресурсы и определил **7 центров происхождения культурных растений.**

Южноазиатский тропический центр — Тропическая Индия, Индокитай, Южный Китай, Малайзия (около 33 % от общего числа видов культурных растений: рис, ямс, чина, сахарный тростник, цитрусовые, огурец, баклажан, чёрный перец, бергамот, кардамон, мускатный орех, гвоздичное дерево).

Восточноазиатский центр — Центральный и Восточный Китай, Япония, Корея, Тайвань (20 %: соя, просо, гречиха, плодовые и овощные культуры).

Юго-Западноазиатский центр — Малая и Средняя Азия, Иран, Афганистан, Юго-Западная Индия (14 %: пшеница, рожь, бобовые, лён, конопля, репа, морковь, чеснок, виноград, абрикос, груша и др.).

Средиземноморский центр — страны Средиземноморского бассейна (около 11 %: капуста, корнеплоды (сахарная свёкла, морковь и др.), спаржа, артишок, виноград, лавр, кабачок, маслины, клевер, чечевица, пряные травы).

Эфиопский центр — Абиссинское нагорье Африки (около 4 %: твёрдая пшеница, ячмень, кофе, сорго, просо, банан, кола, нут, арбуз, кунжут, лук-шалот).

Центральноамериканский центр — Южная Мексика (около 10 %: кукуруза, хлопчатник обыкновенный, какао, тыква, табак, подсолнечник, фасоль, перец).

Андийский (Южноамериканский) центр — Южная Америка (Анды) (около 8 %: картофель, ананас, хинное дерево, арахис, кока, томат, хлопчатник тонковолокнистый).

В *1920 г.* ***Н. И. Вавилов*** сформулировал **закон гомологичных рядов**: генетически близкие виды и роды, связанные друг с другом единством происхождения, характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости. Зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

Методы селекции

• **Гибридизация** — получение гибридов от скрещивания генетически разнородных организмов. Гибридизация может быть родственная (инбридинг) и неродственная (аутбридинг). *Эффект гетерозиса* — явление повышения жизнеспособности и продуктивности у гибридов первого

поколения по сравнению с исходными родительскими формами (гибридная мощь).

• **Искусственный отбор** — процесс создания новых организмов с хозяйственно-ценными для человека признаками и свойствами путём систематического сохранения и размножения в ряду поколений особей с данными характеристиками. Различают два вида искусственного отбора — **бессознательный** (ведущийся без определённого плана) и **методический** (производится с определённой целью, применим в форме *массового* (микроорганизмы) и *индивидуального* (животные и самоопыляющиеся растения) отбора).

• **Искусственный (экспериментальный) мутагенез** — получение мутаций с помощью физико-химических агентов (ультрафиолетовое и рентгеновское излучение).

Также в селекции используют **методы биотехнологии, клеточной и генной инженерии, клонирование**.

4. Система и многообразие органического мира

4.1. Многообразие организмов. Основы систематики

Систематика — раздел биологии, который изучает многообразие органического мира, описывает, обозначает все существующие и вымершие виды и классифицирует их.

Попытки классификации организмов делали ещё ***Аристотель*** и ***Теофраст***. Наука сформировалась благодаря ***К. Линнею*** (1707–1778 гг.). Он ввёл ботаническую терминологию, двухсловное (бинарная номенклатура) латинское обозначение вида (*Zea mays* L. — кукуруза сахарная). Буквы после видового названия — фамилия учёного, впервые или наиболее полно описавшего данный вид. L. — описание принадлежит самому К. Линнею.

К. Линней описал и дал название более 10 тыс. видам растений и более 4 тыс. видам животных. Он использовал в классификации четыре уровня (ранга): классы, отряды,

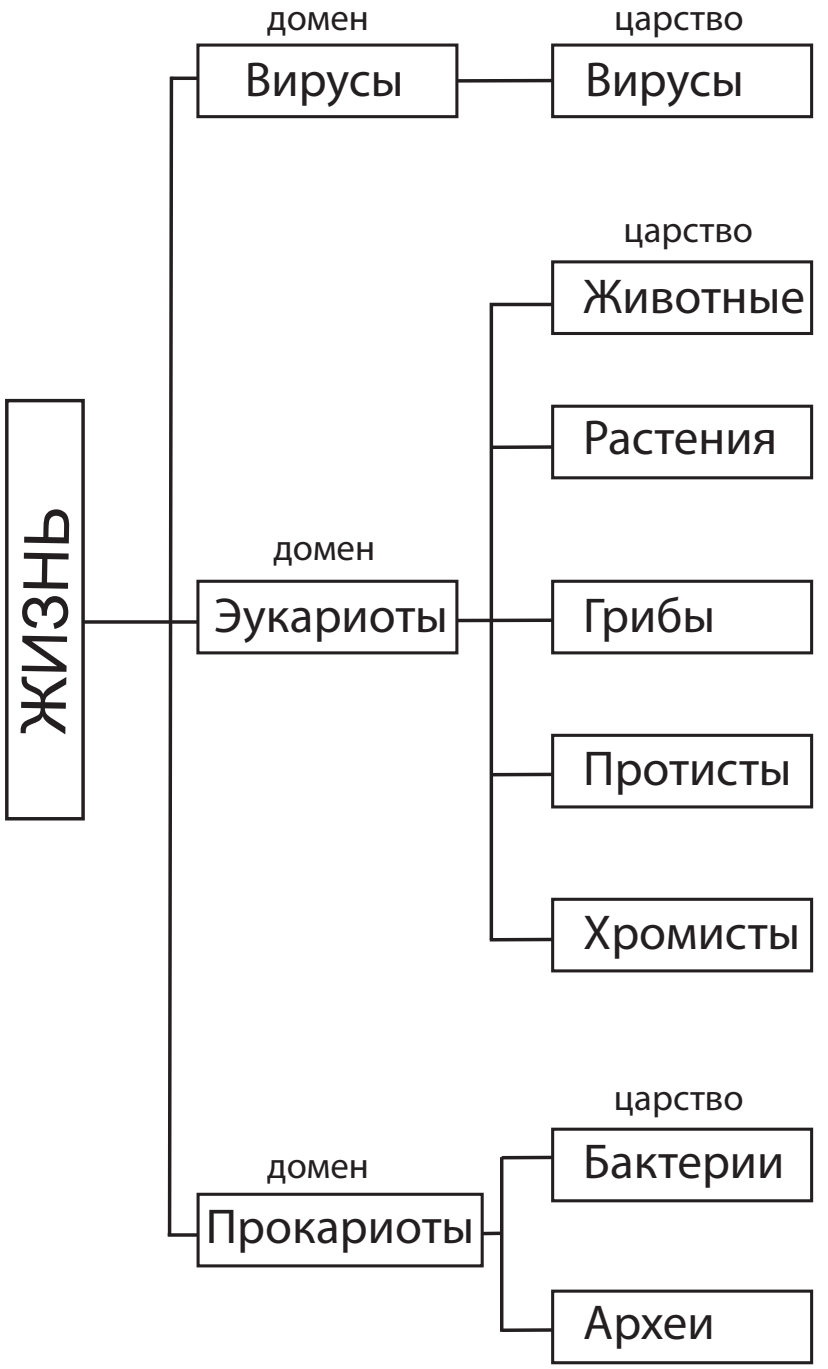
роды и виды. В конце XVIII в. ***А. Жюссьё*** ввёл категорию семейства, а в начале XIX в. ***Ж. Кювье*** сформулировал понятие о типе животных. Аналогичная категория для растений — отдел.

Вид (по К. Линнею) — группа сходных между собой особей, дающих плодовитое потомство.

Ж. Б. Ламарк разделил животных на позвоночных и беспозвоночных, построил первую естественную систему мира, расположив в ней систематические группы по принципу усложнения организации.

Виды группируются в роды, роды — в семейства, семейства — в порядки (растения) или отряды (животные), порядки (отряды) — в классы, классы — в отделы (растения) или типы (животные), отделы (типы) — в подцарства, подцарства — в царства, царства — в домены (надцарства), домены — в жизнь.

4. Система органического мира



Классификация органического мира (Кавалье-Смит, 1998 г.)

Бактерии

Бактерии — типичные прокариоты, в основном одноклеточные и колониальные формы, реже многоклеточные. Обитают во всех средах. Впервые бактерии были описаны в XVII в. ***А. ван Левенгуком***.

Основные компоненты бактериальной клетки:

- **Оболочка**:
  - *Капсула* — слизистая оболочка снаружи от клеточной стенки, состоит из белков, углеводов и уроновых кислот;
  - *Клеточная стенка* — грамположительные (состоит из муреина); грамотрицательные (имеет дополнительную внешнюю мембрану из фосфолипидов);
  - *Плазматическая и внутренние мембраны* — внутренний слой оболочки.
- **Пили, или ворсинки**:
  - *жгутики* — тонкие волоскоподобные выросты, состоят из сферических субъединиц белка флагеллина;

• *фимбрии (пили)* — прямые нитевидные структуры на поверхности бактерий, короткие полые цилиндры из белка пилина;

• *половые пили (F-пили)* — образуются во время конъюгации.

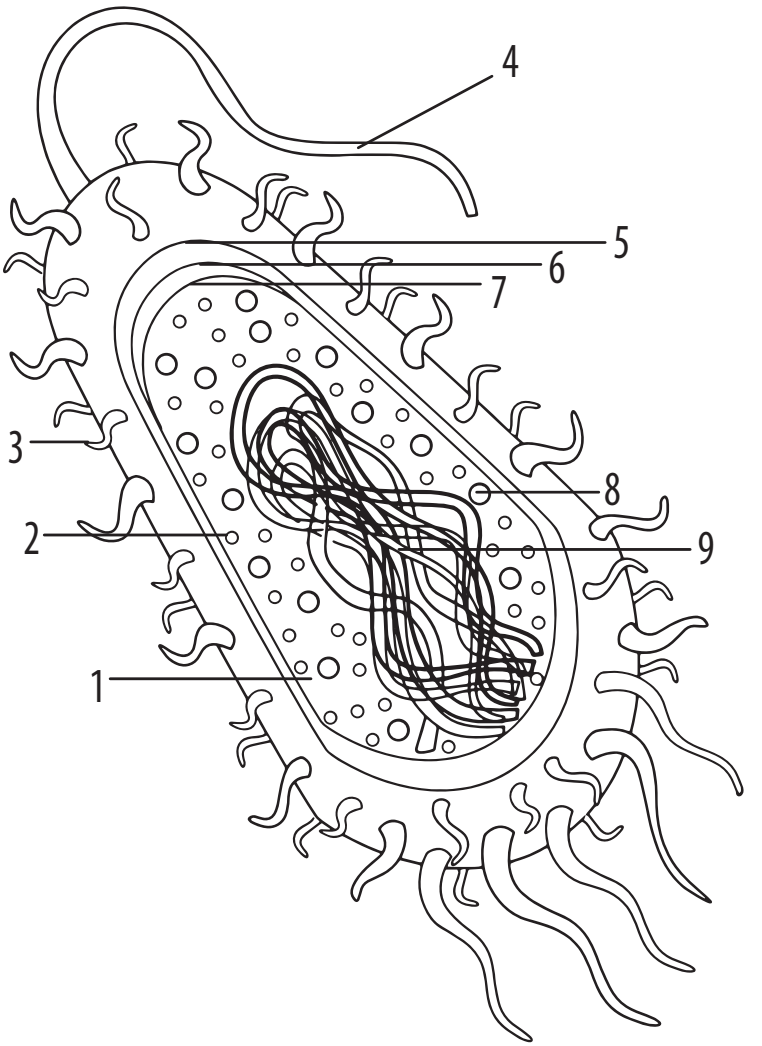
• **Нуклеоид** — участок цитоплазмы, неограниченный мембранами, в котором расположена кольцевая молекула ДНК.

• **Плазмиды (внехромосомные генетические элементы)** — небольшие кольцевые ДНК, не связаны с белками, не прикреплены к мембране, содержат небольшое число генов.

• **Рибосомы** — состоят из малой (30S) и большой субъединиц (50S), объединяются в полисомы.

• **Включения** — представлены глыбками крахмала, гликогена, волютина, липидными каплями.

• **Эндоспоры** — образуются в результате впячивания внутрь клетки части её собственной цитоплазмы.



Строение бактериальной клетки

1 – цитоплазма;
2 – рибосомы;
3 – пили (фимбрии);
4 – жгутик;
5 – капсула;
6 – клеточная стенка;
7 – плазматическая мембрана;
8 – включения;
9 – нуклеоид.

По форме клетки бактерии делят на: *кокки* — сферической формы (одиночные сферические бактерии — *микрококки*, группа из двух клеток — диплококки, гроздевидные группы — *стафилококки*, собранные в цепочки — *стрептококки*), *бациллы* — палочковидные (риккетсии, хламидии, микоплазмы, актиномицеты), *спириллы* — спиральной, *спирохеты* — тонкие, длинные, извитые бактерии, отличающиеся от спирилл подвижностью, *вибрионы* — в виде запятой.

Заболевания человека: дизентерия, ботулизм, дифтерия, чума, столбняк, сибирская язва, сальмонеллёз, коклюш, брюшной тиф, туберкулёз (палочка Коха) — бактерии, их вызывающие, имеют палочковидную форму. Вибрионы — язва желудка (хеликобактерии), холера, сифилис (спирохеты), диплококки — гонорея (нейссерия).

Цианобактерии (сине-зелёные водоросли или цианеи) — группа крупных грамотрицательных бактерий, способных к фотосинтезу (одноклеточные, нитчатые и колониальные микроорганизмы). Могут вступать в симбиоз — лишайники.

Грибы

Грибы — царство живой природы, объединяют в себе эукариотов, сочетающих некоторые признаки как растений, так и животных.

Грибы — низшие гетеротрофные споровые организмы. Тело представлено *мицелием,* или грибницей, состоящей из тонких нитей — *гифов*. *Неклеточный мицелий* — поперечные стенки между клетками гиф разрушены, *клеточный мицелий* — между клеточными стенками имеются отверстия, связывающие цитоплазмы соседних клеток. Мицелий некоторых грибов может образовывать *плодовые тела* (спороносный орган). Плодовое тело имеет шляпку и ножку. По строению шляпки грибы бывают *пластинчатые* (сыроежки и др.) и *трубчатые* (боровики и др.).

Клетка грибницы покрыта хитиновой оболочкой и содержит одно или несколько ядер.

Грибы могут быть одноклеточными и многоклеточными.

Микология — наука, изучающая строение, особенности жизнедеятельности, биологическое разнообразие и распространение грибов.

По типу питания грибы делятся на сапротрофы, паразиты и симбионты. **Симбионты** вступают во взаимовыгодные отношения с растениями в форме микоризы (гифы гриба оплетают корни растений, всасывают воду и минеральные вещества, выполняют функцию корневых волосков для растения; растения синтезируют органические вещества). **Паразиты** используют другие организмы в качестве пищи, не принося хозяину никакой пользы. **Сапротрофы** питаются органическими веществами, которые не входят в состав живых клеток, никому не приносят вреда (плесневелые грибы — мукор, пеницилл). Некоторые могут осуществлять брожение (дрожжи, аспергилл).

Размножение грибов: вегетативное (частями мицелия), бесполое (споры) и половое.

Систематика грибов основана на особенностях строения, спороношения, полового процесса.

Грибы составляют самостоятельное царство. Различают следующие *отделы*.

1. **Низшие** грибы — хитридиомицеты (чёрная ножка капусты, рак картофеля), оомицеты (клеточная стенка состоит из целлюлозы и глюкана (фитофтора)), зигомицеты (серые, чёрные плесени (мукор, ризопус), отдел включает в себя **хищные грибы**, обладающие клейкими гифами и ловчими кольцами и питающиеся простейшими, нематодами и мелкими личинками насекомых).

2. **Высшие** грибы — аскомицеты (сморчки, строчки, трюфели: споры образуются в сумках — *асках*), базидиомицеты (почти все шляпочные: боровики, сыроежки, опята, мухоморы и др.).

3. Несовершенные грибы и лишайники.

Применение: пищевая промышленность (сыроделие, хлебопечение, виноделие, пивоварение и др.), лекарственные препараты (антибиотики — пенициллин, циклоспорин).

Лишайники — представляют собой симбиоз, образованный из двух организменных компонентов: гетеротрофного гриба (*микобионт*) и автотрофной водоросли или цианобактерии (*фикобионт*). Фикобионт обеспечивает гриб органическими веществами, микобионт — водой и минеральными солями. Тело лишайника не разделено на ткани и органы, представляет собой слоевище (таллом).

По форме таллома различают: накипные (графис, ризокарпон и др.), листоватые (лобария, пармелия, стенная золотянка), кустистые (уснея, эверния, кладония, цетрария исландская и др.) лишайники.

Размножение лишайников: вегетативным путём (высыхая, слоевище становится хрупким, легко ломается, распространяется ветром), бесполое (у каждого из компонентов происходит самостоятельно, микобионт образует споры, которые при прорастании захватывают клетки фикобионта), половое (микобионт формирует плодовые тела, на которых формируются споры).

Растения

Ботаника — комплекс наук о растениях (анатомия, физиология, биохимия, генетика, систематика растений, альгология (изучает водоросли)).

По наличию тканей и органов растения разделяют на низшие (таллом) и высшие (тело разделено на органы и ткани) растения.

Растения относятся к эукариотам. Растительная клетка содержит ядро (хотя бы на одном из этапов развития). Цитоплазма содержит все органоиды (рибосомы, комплекс Гольджи, эндоплазматическая сеть, лизосомы, митохондрии, пластиды, вакуоли). Плазмалемма сверху покрыта клеточной стенкой, состоящей из целлюлозы, запасной углевод растений — крахмал.

В состав растений входят как живые клетки (эпидермиса, паренхимы, камбия и др.), так и мёртвые (коры, лубяные, древесные волокна и др.). Из клеток формируются ткани.

Типы тканей растений

Растительные ткани делятся на образовательные и постоянные.

Образовательные, или **меристемы**, — ткани, в которых постоянно происходит деление клеток, обеспечивают постоянный неограниченный рост растений в высоту и в ширину. Клетки этой ткани молодые, с тонкой целлюлозной оболочкой, содержат крупное ядро. Пластид и вакуолей нет.

Постоянные ткани специализированы на выполнение определённых функций, не способны к делению *(покровные, механические, проводящие, паренхимные)*.

Покровные ткани расположены на границе с внешней средой (на поверхности всех органов растения), защищают от неблагоприятных внешних воздействий, осуществляют транспирацию воды через устьица, газообмен. Особенности: 1) клетки соединены плотно, без межклетников; 2) клеточные оболочки утолщаются или видоизменяются, инкрустируются суберином, лигнином, кутином, минеральными солями;

3) для сообщения с внешней средой имеют специальные отверстия (устьица, чечевички); 4) многофункциональны: газообмен, всасывание, защита от перегревания и др.; 5) в онтогенезе сменяют одна другую.

Виды покровных тканей:

• ***эпидермис*** — молодые живые сильно вакуолизированные клетки, плотно прилегающие друг к другу, содержит устьица и трихомы (волоски). Может покрываться кутикулой, ослизняться, пропитываться минеральными солями.

• ***пробка (феллема)*** — мёртвые клетки, заменяет эпидермис, содержит равномерно утолщённые клетки, пропитанные суберином. Выполняет функции газообмена, термическую и механическую.

• ***корка (ритидом)*** — комплекс отмерших тканей, образуется у многих деревьев. Функция: защищает внутренние ткани от солнечных ожогов, механических повреждений. Различают кольцевую (берёза) и чешуйчатую (сосна) корку.

Механические ткани состоят из плотно прилегающих клеток, обладающих утолщёнными оболочками. Могут быть живыми и мёртвыми. Выполняют опорную (механическую) и защитную функции.

Выделяют следующие виды тканей:

• ***колленхима*** — живая механическая ткань, имеющая удлинённые клетки с утолщёнными целлюлозными стенками. Характерна для молодых, растущих органов растений (стебель, листья, плоды и др.).

• ***склеренхима*** — мёртвая механическая ткань, живое содержимое клеток которой отмирает вследствие одревеснения клеточных стенок.

• ***каменистые клетки (склереиды)*** — клетки разнообразной формы, с равномерно утолщёнными слоистыми стенками. Встречаются в различных органах растений (листья кувшинки, кора дрока, плоды груши, рябины, скорлупа ореха, косточка сливы, вишни и др.).

Проводящие ткани осуществляют транспорт веществ по телу растения.

Выделяют следующие виды тканей:

• ***ксилема (древесина)*** — сложная ткань, состоящая из нескольких элементов: *механический* (ксилемные волокна), *проводящий* (*сосуды* — мёртвые клетки, расположенные друг над другом, образуют длинную полую трубку, поперечные перегородки между ними растворяются или перфорируются; *трахеиды* — мёртвые клетки с утолщёнными одревесневшими оболочками, несущими поры, передают растворы как в продольном направлении, так и в горизонтальном) элементы и *клетки паренхимы*. Осуществляет восходящий транспорт воды и минеральных солей от корня к органам и тканям.

• ***флоэма (луб)*** — сложная ткань, занимающая периферическое положение в стебле и корне, состоящая из нескольких элементов: *механический* (лубяные волокна), *проводящий* (*ситовидные клетки* — живые сильно вытянутые, ядерные, с заострёнными концами клетки, на боковых

стенках содержат отверстия; *ситовидные трубки* — состоят из вертикального ряда живых вытянутых клеток с разрушенными ядрами. Клеточные стенки имеют отверстия, цитоплазмы смешиваются, рядом находятся *клетки-спутницы* (ядерные клетки, регулируют транспорт веществ) и *клетки паренхимы*.

Осуществляет нисходящий транспорт органических веществ от листьев к корню и другим органам и тканям.

Паренхимная ткань составляет большую часть тела растений. Представлена паренхимными клетками, которые имеют почти одинаковые линейные размеры: длину, высоту, ширину. *Функции*: выделительная, синтез и запас органических веществ. *Виды основных тканей*: ассимиляционные (фотосинтез), запасающие (клубни, корневища), воздухоносные (у водных и болотных растений), всасывающие (корневое питание), выделительные (волоски, железки, нектарники, смоляные ходы, млечники).

Корень

Растительные органы делятся на **вегетативные** (корень, побег) и **генеративные** (цветок, плод, семя).

Корень — подземный вегетативный орган. *Функции*: почвенное питание; закрепление; транспорт и запас веществ; симбиоз (азотфиксирующие бактерии, грибы); синтез азотсодержащих органических соединений (витамины, гормоны, некоторые аминокислоты); вегетативное размножение растений.

Различают четыре *зоны корня*.

Зона деления — состоит из постоянно делящихся клеток образовательной ткани. Эта зона покрыта корневым чехликом — особая паренхимная ткань, которая защищает апикальную меристему и способствует продвижению корня в почве.

Зона растяжения (роста) — клетки не делятся, а растут, обеспечивая основное удлинение корня.

Зона всасывания — клетки прекращают растяжение, начинается их дифференциация. На покровной ткани образуются

корневые волоски (всасывание почвенных растворов).

Зона проведения (боковых корней) обладает развитой проводящей тканью, передаёт почвенные растворы выше к органам и тканям. Происходит ветвление корня, а также возможен запас питательных веществ.

Первичное анатомическое строение корня (зона всасывания)

На поперечном срезе выделяют три системы тканей:

• *покровная ткань (ризодермис)* — волосконосный слой, адсорбирует воду и минеральные соли, защищает внутренние ткани;

• *первичная кора* — паренхимные клетки, обеспечивающие запас питательных веществ, транспорт почвенных растворов к центральному цилиндру;

• *центральный цилиндр* — чётко отграничен от коры, располагаются проводящие ткани, осуществляющие вертикальный транспорт воды и минеральных солей.

Корневая система — совокупность всех корней растения. Выделяют *главный* (развивается из зародышевого корешка семени), *боковые* (формируются на главном и придаточных корнях) и *придаточные* корни (отрастают от наземной части растения). В зависимости от наличия главного корня различают: *стержневую корневую систему* — главный корень хорошо выражен (двудольные); *мочковатую корневую систему* — главный корень не выражен, хорошо развиты придаточные корни (однодольные); *смешанную корневую систему* — хорошо развиты как главный, так и придаточные корни (однолетние двудольные травянистые).

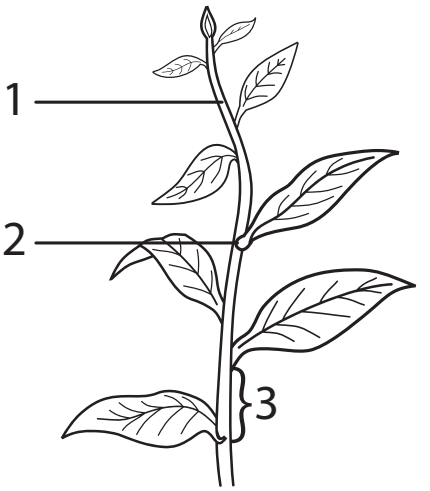
Пикировка — удаление точки роста главного корня с целью стимуляции роста боковых и придаточных.

Видоизменения корней — запасающие (корнеплоды — свёкла, редис, морковь и др.; корневые шишки — георгин, ятрышник); втягивающие (тюльпан, крокус, лилия, женьшень и др.); корни-присоски (омела);

цепляющиеся (виноград, плющ); воздушные (орхидеи); ходульные (фикусы, кукуруза, пальма пашиуба); досковидные опорные (бук, вяз, тополь); вентиляционные (американский болотный кипарис); корневые отпрыски (сирень, вишня, слива).

Побег

Побег — вегетативный осевой орган растений, находящийся, как правило, над землёй, имеющий неограниченный рост и радиальную симметрию.



Строение побега

1 – стебель (осевая часть);
2 – узел (участок стебля с листом и почкой);
3 – междоузлие (участок стебля между узлами).

В зависимости от длины междоузлия выделяют: розеточные (одуванчик, подорожник), укороченные (встречается у вишни, сосны), удлинённые побеги.

Функции: опорная; запасающая; воздушное питание; фотосинтез; транспорт веществ; орган вегетативного размножения.

Жизненные формы растений: *травянистые* (побег не одревесневает: однолетние (настурция, горох), двулетние (морковь, редис), многолетние (пырей, флокс)); *кустарники* (наличие нескольких одревесневающих побегов (сирень, смородина)); *деревья* (побег одревесневает, состоит из ствола и кроны (берёза, липа, дуб)).

Видоизменения побега (содержит все структурные элементы побега: стебель, лист, почки):

• *подземные* — корневище (пырей, ландыш), клубень (картофель), луковица (лук, чеснок), клубнелуковица (гладиолус);

• *надземные* — суккуленты: листовые (агава, алоэ), стеблевые (кактусы), почковые (капуста); колючки: стеблевые (боярышник, груша), листовые (кактус, барбарис), черешковые

(астрагал), прилистниковые (белая акация); усики: стеблевые (виноград), листовые (горох).

Почка — зачаточный побег, состоящий из конуса нарастания, зачаточных листьев, в пазухах которых находятся пазушные почки; снаружи покрыта кроющими чешуями. Различают *вегетативные* (развивается новый побег) и *генеративные* (содержит зачатки цветков и соцветий) почки.

От расположения на стебле почки делят на: верхушечные и боковые (пазушные, придаточные).

Стебель

Стебель — осевая часть побега растений. Функции: вынос листьев к свету; проведение; опорно-механическая; запасающая; орган вегетативного размножения; некоторые способны к фотосинтезу.

Виды стеблей: травянистый, древесный (ствол), соломина (междоузлия полые).

По форме: округлые, четырёхугольные (крапива), треугольные (осока), многогранные (кактус), крылатые (чина), сплюснутые (рдест), ребристые стебли.

Первичное анатомическое строение стебля

Стебель имеет покровную ткань, первичную кору, центральный осевой цилиндр с сердцевиной. *Покровная ткань* травянистых растений — эпидермис, древесных — пробка. *Первичная кора* состоит из клеток основной и механической тканей (функции — запас, защита, фотосинтез). *Центральный цилиндр* содержит флоэму, ксилему, камбий и сердцевину. У травянистых растений в центральном цилиндре расположены открытые сосудисто-волокнистые пучки, между флоэмой и ксилемой имеется слой камбия (стебель пучкового строения). У двудольных пучки расположены по кругу, у однодольных — беспорядочно. У древесных пучков нет. Камбий образует сплошное кольцо, кнаружи формирует элементы флоэмы, внутрь — элементы ксилемы (стебель непучкового строения). По сезонам работа камбия неравномерна: весной и летом образуются крупные сосуды ксилемы, осенью — мелкие. Каждый год формируются *годичные кольца* ксилемы. Во флоэме кольца неразличимы.

Лист

Лист — надземный вегетативный орган растений. Функции: фотосинтез, газообмен, транспирация, выделение, запас питательных веществ, вегетативное размножение.

Лист состоит из листовой пластинки, черешка, прилистников, листового влагалища (не у всех).

Морфологические признаки листьев

Способ прикрепления к стеблю — черешковые (берёза, сирень, липа), сидячие (жимолость, традесканция), низбегающий (василёк, одуванчик), пронзённый (лотос); *форма листовой пластинки* — округлая (настурция), овальная (вишня), яйцевидная (яблоня), ланцетовидная (ива), сердцевидная (липа), стреловидная (стрелолист). *Характер края листа* — цельный (тополь), зубчатый (крапива), пильчатый (берёза), городчатый (герань), выямчатый (фиалка). *Изрезанность листа* — лопастная (клён, дуб), раздельная (мак, виноград), рассеченная (одуванчик, тысячелистник). *Жилкование* — дуговое (подорожник), параллельное (пшеница), пальча-

то-сетчатое (клён, каштан), перисто-сетчатое (ива, рябина). *Степень сложности листа* — простые листья (берёза, ива, орхидеи), пальчатые сложные (люпин, каштан), непарноперистосложные (грецкий орех, рябина, акация), парноперистосложные (тамаринд, мимоза), тройчатые (клевер, земляника).

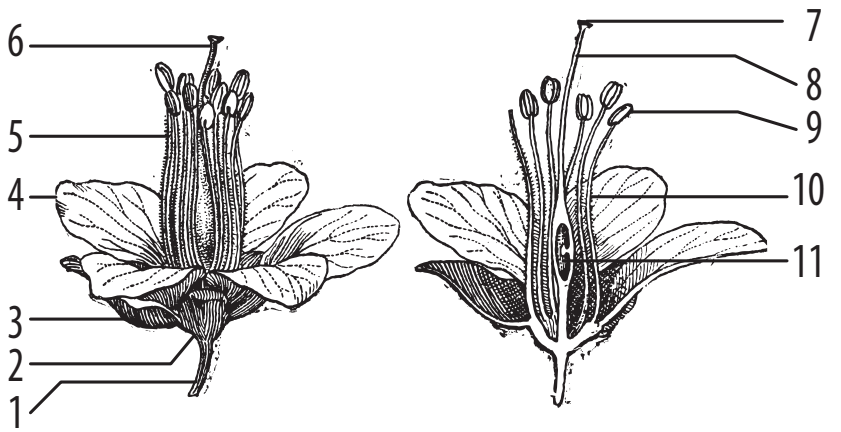
Анатомия листа

Сверху и снизу лист покрывает эпидермис (окрашенных пластид нет), иногда покрыт кутикулой, волосками, железками (защита), содержит устьица. Между верхним и нижним эпидермисом расположена основная фотосинтезирующая ткань — **мезофилл** (к верхнему эпидермису примыкает столбчатый мезофилл, к нижнему — губчатый). В мезофилле расположены жилки или сосудисто-волокнистые пучки (ксилема, флоэма, механические и основные ткани).

Листопад — опадание листьев за счёт образования отделительного слоя, перерезающего черешок. *Функции*: уменьшение испарения, удаление балластных веществ, удобрение, предохранение корней и опавших семян от вымерзания.

Цветок

Цветок — видоизменённый укороченный побег ограниченного роста. Все части цветка приспособлены к половому размножению, которое заканчивается развитием семян и плодов.



Строение цветка

1 – цветоножка (видоизменённый стебель);
2 – цветоложе (расширенная часть цветоножки);
3 – чашелистики (образуют чашечку);
4 – лепестки (образуют венчик);
5 – тычинки;
6 – пестик;
7 – рыльце пестика;
8 – столбик пестика;
9 – четырехгнёздный пыльник тычинки;
10 – тычиночная нить;
11 – завязь пестика.

Двойной околоцветник (внешняя часть цветка) состоит из *чашечки* и *венчика*. *Простой околоцветник* — состоит только из чашечки (злаки, берёза) или только из венчика (лилии, тюльпаны).

Созревание пыльцы: из 4 клеток образовательной ткани в результате митоза образуются питательная ткань пыльников и материнские клетки микроспор. Последние делятся мейозом, образуя по 4 гаплоидные микроспоры — пыльцу. Оболочка дифференцируется на экзину (наружная) и интину (внутренняя). Гаплоидное ядро делится митозом, образует генеративное (образует два спермия) и вегетативное (образует пыльцевую трубку) ядра.

В завязи пестика находятся одна или несколько *семяпочек*. Незрелая семяпочка состоит из зародышевой ткани (нуцеллус) и покрова (интегумент). В нуцеллусе одна крупная клетка в результате мейоза образует 4 гаплоидные макроспоры. Три из них растворяются, одна формирует зародышевый мешок. Её ядро трижды делится

митозом, образуя 8 ядер. Одно становится яйцеклеткой, два — клетками-синергидами (у пыльцевхода), три — антиподы (на противоположной стороне), два оставшиеся сливаются — диплоидная вегетативная клетка (в центре).

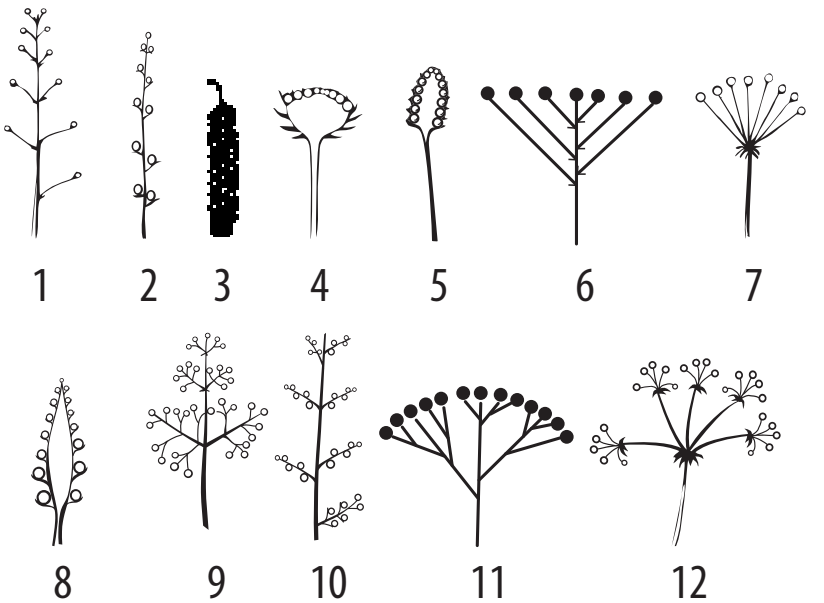
Опыление цветка — процесс переноса пыльцы на рыльце пестика (самоопыление, перекрёстное).

Половое размножение цветка: пыльца прорастает пыльцевой трубкой в рыльце, по которой продвигаются 2 спермия. Пыльцевая трубка проникает в зародышевый мешок через пыльцевход, где один спермий сливается с яйцеклеткой (зародыш), другой — с центральной вегетативной клеткой (триплоидный эндосперм).

Обоеполый цветок имеет и тычинки, и пестики, *однополые цветки* — или тычинки, или пестики (кукуруза, крапива). *Однодомными* называются растения, у которых тычиночные и пестичные цветки находятся на одном растении (кукуруза, грецкий орех), *двудомными* — на разных (конопля, тополь).

Формула цветка: Ч — чашелистики, Л — лепестки, Т — тычинки, П — пестики.

Соцветия — группа цветков, расположенных на общем цветоносе.



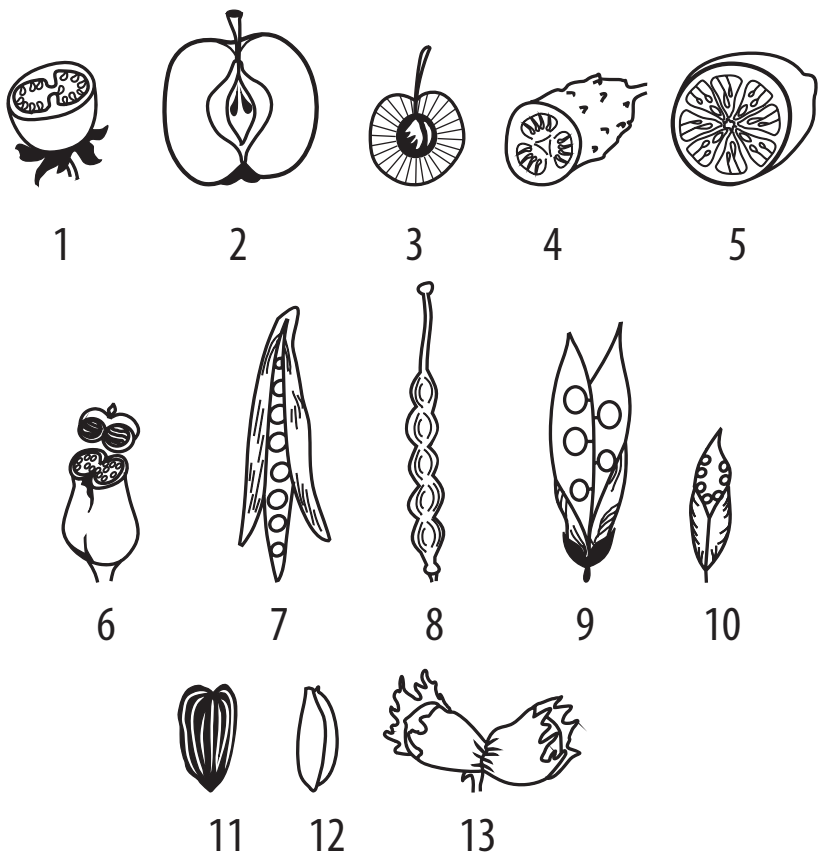
Типы соцветий

Простые:
1 – кисть (ландыш); 2 – колос (подорожник); 3 – серёжка (берёза, тополь); 4 – корзинка (одуванчик, василёк); 5 – головка (клевер); 6 – щиток (груша); 7 – зонтик (лук, вишня); 8 – початок (кукуруза, аир).

Сложные:
9 – сложная кисть (сирень, овёс); 10 – сложный колос (ячмень, рожь); 11 – сложный щиток (тысячелистник, рябина); 12 – сложный зонтик (морковь, укроп).

Плод

Плод — орган покрытосеменных растений. *Функции*: формирование, защита, обеспечение прорастания семян.



Виды плодов

По консистенции плодов:

• *сочные:*

1 – ягода (виноград, арбуз),

2 – яблоко (рябина, яблоня),

3 – костянка (вишня, слива),

4 – тыквина (огурец, тыква),
5 – померанец (цитрусовые);

• *сухие вскрывающиеся:*
6 – коробочка (мак, белена),
7 – стручок (капуста, редька),
8 – стручочек (ярутка, пастушья сумка),
9 – боб (горох, фасоль),
10 – листовка (клён, калужница);

• *сухие невскрывающиеся:*
11 – семянка (подсолнух),
12 – зерновка (злаки),
13 – орех (дуб, грецкий орех).

По количеству семян выделяют:

- односемянные (слива, персик);
- двусемянные (груша);
- многосемянные (томат, картофель).

По происхождению выделяют:

- истинные (вишня, слива);
- ложные (земляника, рябина);
- простые (орех, горох);
- сложные (сборная листовка (магнолия); соплодие (ананас, шелковица).

Семя

Семя — зародыш с запасом питательных веществ, заключённых в кожуру, развивающийся из семяпочки.

По количеству семядолей растения делятся на однодольные и двудольные.

Семя двудольных (фасоль) растений состоит из зародыша и семенной кожуры. С вогнутой стороны снаружи имеется рубчик. Под кожурой виден зародыш — зародышевый корешок, стебелёк и почечка с двумя семядолями.

Семядоли — видоизменённые листья зародыша (запас питательных веществ).

Семя однодольных (пшеница) имеет семенную кожуру, сросшуюся с околоплодником, зародыш и эндосперм. Зародыш — зародышевый корешок, стебелёк, почечка с одной семядолей (щиток). Щиток способствует поступлению питательных веществ от эндосперма к зародышу.

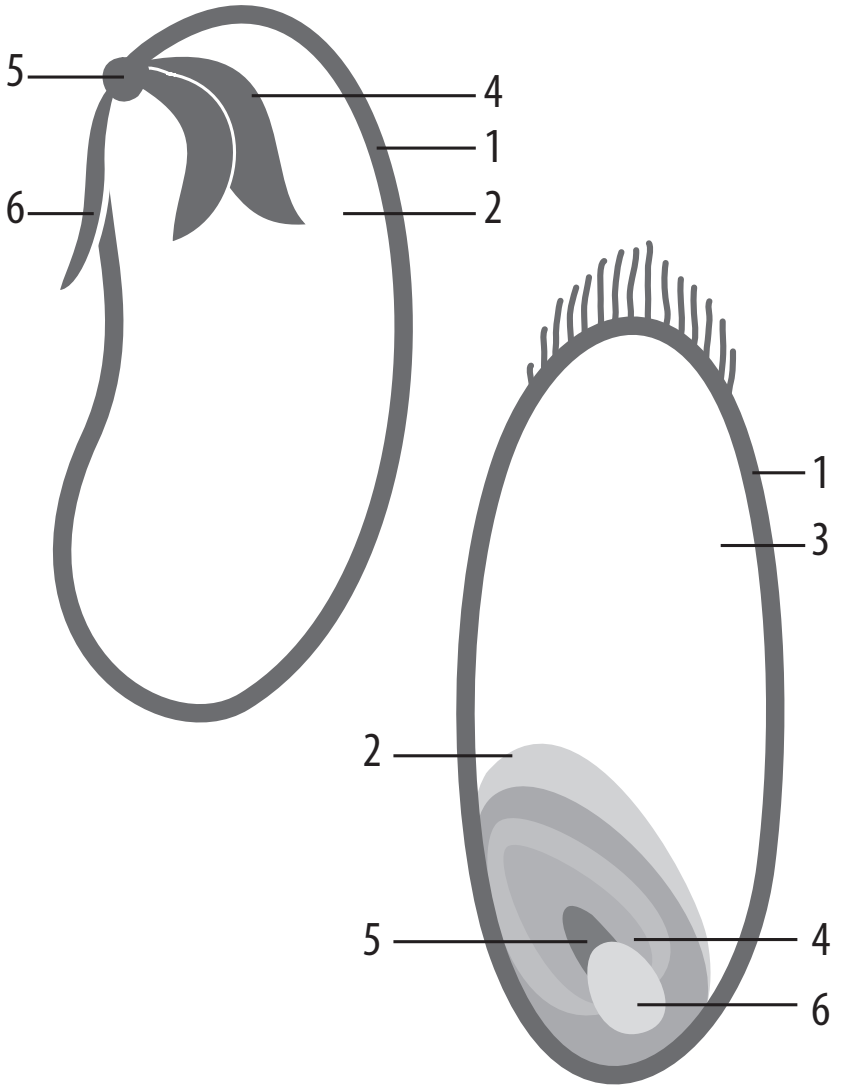


Схема строения семени

1 – кожура;
2 – семядоля;
3 – эндосперм;
4 – почечка;
5 – стебелёк;
6 – корешок.

4.2. Многообразие растений

В царстве растений выделяют отделы: зелёные водоросли, красные водоросли, бурые водоросли, моховидные, папоротниковидные, хвощи, плауновидные, голосеменные, покрытосеменные.

Водоросли — низшие растения, живущие преимущественно в водной среде (одноклеточные, колониальные, многоклеточные с нитчатым или расчленённым слоевищем). Клетки водорослей имеют типичное для растений строение (особые органоиды — хроматофоры). По типу питания — автотрофы. Размножение — вегетативный (делением слоевища на части), бесполый (образование подвижных зооспор) и половой способы.

Бесполое: после деления клетки образуются 4 зооспоры, при благоприятных условиях прорастают.

Половое: в результате нескольких делений образуются 8–64 гаметы, имеет 2 жгутика. Гаметы разных особей в воде сливаются, образуя зиготу. После периода покоя делится митотически — новые особи.

Моховидные

Моховидные — высшие растения, тело которых дифференцировано на стебель и листья. Функцию корней выполняют *ризоиды*. Имеют ассимиляционную ткань, слабо специализированные механические, проводящие, запасающие и покровные ткани.

Размножение (кукушкин лён): происходит смена полового (гаметофита) и бесполого (спорофита) размножения. **Гаметофит** — взрослое растение (формирует гаметы), **спорофит** — коробочка на ножке (зигота). На верхушке мужской особи формируются антеридии (в них созревают двужгутиковые сперматозоиды), на верхушке женской особи — архегонии (яйцеклетки). Сперматозоиды попадают в архегонии, происходит оплодотворение (в капле воды). Образуется зигота, она делится и прорастает спорофитом на женском растении. В спорофите после мейоза образуются гаплоидные клетки (споры). Попав во влажную среду, они прорастают в заросток (протонему). На ней образуются новые побеги.

Плауновидные, Хвощевидные, Папоротникообразные

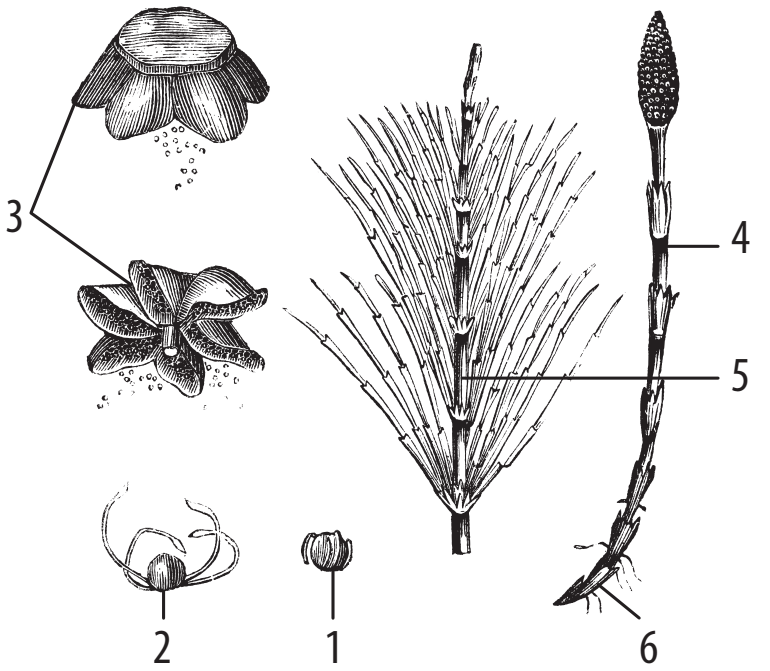
У **папоротников**, **хвощей** и **плаунов** в цикле развития преобладает *спорофит*. Растения этих групп имеют листья, стебли и корни, некоторые имеют подземные корневища с видоизменёнными листьями и придаточными корнями.

Плауны: *плаун булавовидный* — травянистое растение с ползучим стеблем и игольчатыми листьями (*спорофит*). На верхушке образуются спороносные колоски (споры). Споры прорастают в виде заростка (*гаметофит*), на котором формируются антеридии (сперматозоиды) и архегонии (яйцеклетки). Для оплодотворения необходима вода, в результате формируется зигота — зародыш — взрослое растение.

Характерно чередование поколений — гаметофита и спорофита.

Хвощи: *хвощ полевой* — различают два вида побегов (весенние, летние). На верхушке весенних побегов формируются спороносные колоски (гаплоидные споры).

Одни из них прорастают в мужской заросток (формирует антеридии со сперматозоидами), другие в женский (архегонии с яйцеклетками). Во влажной среде происходит оплодотворение, формируется зигота, из зиготы — новое растение. Летние побеги — хлорофиллоносные (фотосинтез).



Хвощ полевой

1 – спора со свёрнутыми элатерами;
2 – спора с развёрнутыми элатерами;
3 – спорангиофоры со спорангиями;
4 – весенний спороносный побег;
5 – летний вегетирующий побег;
6 – корневище.

Папоротники: *щитовник мужской* — имеет корневище, укороченный стебель со сближенными междоузлиями, на котором расположены вайи (лист, разворачивается в течение трёх лет, обеспечивает фотосинтез и спороношение). От корневища отходят придаточные корни.

Размножение: на нижней стороне листа образуются спорангии (гаплоидные споры). Споры прорастают в заросток, прикреплённый к почве ризоидами. На нижней стороне заростка (гаметофит) созревают антеридии (сперматозоиды) и архегонии (яйцеклетки). Оплодотворение происходит во влажной среде. Образуется зигота — зародыш (формируется на заростке, имеет первичный корешок, стебелёк, лист) — взрослое растение.

Чередование поколений — гаметофита и спорофита.

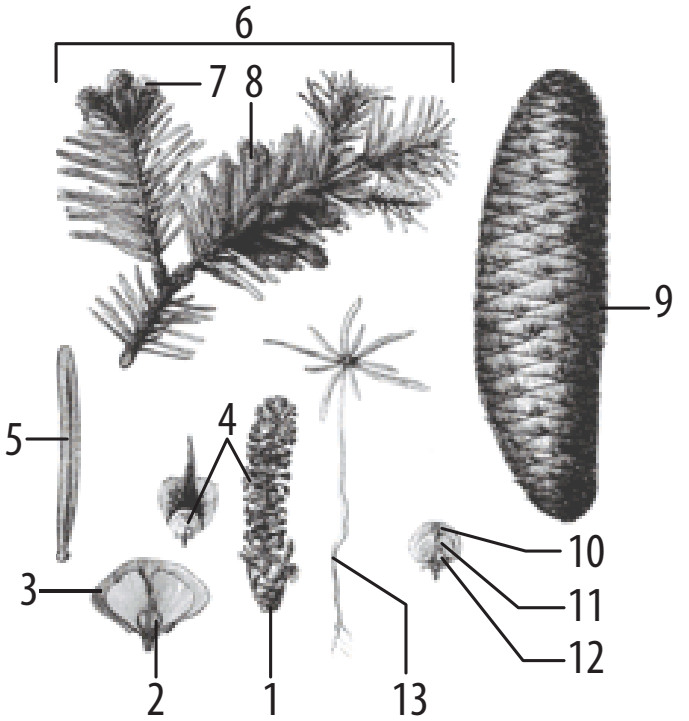
Голосеменные

Голосеменные — высшие семенные разноспоровые растения. Микроспоры (пыльца) созревают в микроспорангиях

(мужские шишки). Мегаспоры — в мегаспорангиях семязачатков (женские шишки).

В процессе размножения бесполое поколение сменяется половым. Мужская шишка состоит из оси и мелких чешуек, в пазухах которых имеются 2 микроспорангия (гаплоидные микроспоры, созревающие в пыльцу). Ядро пыльцы делится митозом, образуя 2 клетки. Из одной формируются 2 спермия, из другой — пыльцевая трубка. *Мужской гаметофит* — пыльца.

Женская шишка — ось и чешуйки (сухие — кроющие; сочные — семенные). У основания сочных чешуй формируются два семязачатка (ткань мегаспорангия (нуцеллус) и покров). Одна крупная клетка нуцеллуса делится мейозом — 4 гаплоидные макроспоры (три рассасываются, одна — женский зародыш с двумя архегониями (яйцеклетки)). *Женский гаметофит* — зародыш с архегониями.



Развитие голосеменных на примере сосны обыкновенной

1 – мужская шишка;
2 – семя с плёнчатым крылом;
3 – кроющая чешуя;
4 – микроспорангия с микроспорами;
5 – видоизменённый лист (иголка – хвоя);
6 – взрослый спорофит;
7 – молодые женские шишки;
8 – мужская шишка;
9 – женская шишка;
10 – кроющая чешуя;
11 – семенная чешуя;
12 – женский гаметофит (семяпочка);
13 – молодой спорофит (проросток).

Мужские гаметы (спермии) ветром доставляются к яйцеклетке и прорастают с помощью пыльцевой трубки (в оплодотворении участвует один спермий, второй гибнет). Из зиготы — зародыш, ткань женского заростка — эндосперм. Через год после оплодотворения формируется **семя**.

Покрытосеменные

Покрытосеменные — высшие цветковые растения. Выделяют два класса.

Однодольным характерна мочковатая корневая система, параллельное или дуговое жилкование листьев, одна семядоля, беспорядочное расположение проводящих пучков в стебле, отсутствие камбия, число частей цветка кратно трём.

Двудольным характерна стержневая корневая система, сетчатое, реже дуговое жилкование листьев, две семядоли, круговое расположение проводящих пучков, наличие камбия, число частей цветка кратно четырём или пяти.

Характеристика основных семейств покрытосеменных

Крестоцветные: ($Ч_4Л_4Т_{4+2}П_1$). Представители: *капуста*, *репа* и др.	
Плод	**Соцветие**
стручок, стручочек	одиночные цветки, кисть
Розоцветные: ($Ч_5Л_5Т_\infty П_\infty$). Представители: *вишня*, *земляника* и др.	
Плод	**Соцветие**
костянка, орешек, семянка и др.	одиночные цветки, зонтик, щиток кисть и др.
Бобовые: ($Ч_5Л_{1+(2)+2}Т_{(9)}П_1$). Представители: *горох*, *фасоль* и др.	
Плод	**Соцветие**
боб	одиночные цветки, кисть, головка
Паслёновые: ($Ч_{(5)}Л_{(5)}Т_{(5)}П_1$). Представители: *картофель*, *томат* и др.	
Плод	**Соцветие**
ягода, коробочка	одиночные цветки, кисть

Сложноцветные: четыре типа цветков (язычковые, ложноязычковые, трубчатые, воронковидные), чашечка редуцирована, $Т_5$, $Л_5$, $П_1$. Представители: *подсолнечник*, *ромашка* и др.	
Плод	**Соцветие**
семянка	корзинка
Злаковые: ($О_{2+2}Т_3П_1$). Представители: *рожь*, *пшеница* и др.	
Плод	**Соцветие**
зерновка	сложный колос, початок, метёлка
Лилейные: ($О_{3+3}Т_{3+3}П_1$). Представители: *тюльпаны*, *лилии*.	
Плод	**Соцветие**
ягода, коробочка	одиночные цветки, кисть, зонтик, метелка
Луковые: ($Ч_6Л_6Т_{3-6}П_1$). Представители: *лук*, *чеснок*.	
Плод	**Соцветие**
коробочка	головка, зонтик
Ландышевые: ($Л_{(6)}Т_6П_1$). Представители: *ландыш*, *вороний глаз*.	
Плод	**Соцветие**
коробочка	головка, зонтик

4.3. Беспозвоночные

Зоология — наука, изучающая строение и жизнедеятельность животных, их многообразие и распространение, связь со средой обитания, закономерности индивидуального и исторического развития. Зоология представляет комплекс биологических наук (цитология, гистология, эмбриология, анатомия, физиология, зоогеография; экология, генетика, систематика и др.).

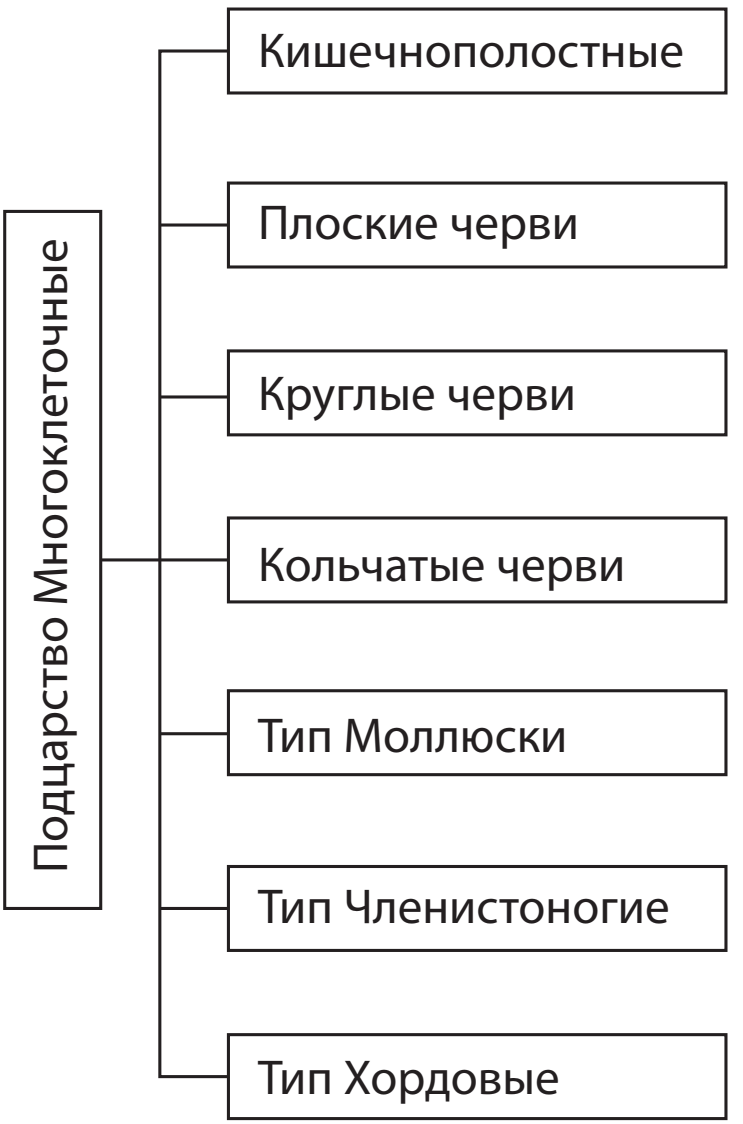
Животные делятся на **беспозвоночных** (не имеют осевого скелета: простейшие, кишечнополостные, плоские, круглые и кольчатые черви, моллюски, членистоногие) и **позвоночных** (имеют осевой скелет: все хордовые). Различают **холоднокровных** животных (не способны регулировать температуру тела (все беспозвоночные, рыбы, амфибии и рептилии) и **теплокровных** (птицы, млекопитающие).

В царстве Животные выделяют два подцарства — **Простейшие** (клетка является целостным организмом) и **Многоклеточные** (специализация клеток, появляются ткани, органы, системы органов).

Простейшие — одноклеточные эукариоты различной формы. Тело содержит структуры клеточного (ядро, цитоплазма, мембрана, митохондрии и др.) и организменного (пищеварительная и сократительная вакуоли, светочувствительный глазок и др.) уровней. Органы передвижения — ложноножки, жгутики, реснички. Питание — фагоцитоз или осмотическое. Простейшие обладают раздражимостью (таксисы), размножаются бесполым или половым способом (возможно чередование полового и бесполого размножения), при неблагоприятных условиях некоторые образуют цисты (защитная оболочка).

Подцарство Простейшие объединяет семь типов: Саркомастигофоры, Апикомплексы, Миксоспоридии, Микроспоридии, Инфузории, Лабиринтулы и Асцетоспоридии.

4.4. Многоклеточные



Кишечнополостные

Кишечнополостные — низшие многоклеточные животные, с радиальной симметрией тела. Стенка тела образована двумя слоями клеток: наружным (*эктодерма*) и внутренним (*энтодерма*), между которыми располагается *мезоглея*. Клетки тела дифференцируются в зависимости от выполняемой функции. Впервые появляется *нервная система* (разбросанные в теле нервные клетки). Ротовое отверстие ведёт в замкнутую кишечную полость (переваривание). Непереваренные остатки пищи удаляются через рот.

Размножение — бесполое и половое. Встречаются раздельнополые животные и гермафродиты. Половые клетки выводятся в воду, где происходит оплодотворение. У многих наблюдается смена бесполого и полового поколений. Бесполое поколение — полипы, половое — свободноплавающие медузы.

Способны к регенерации (восстановление утраченных частей тела).

Плоские и круглые черви

Тип Плоские черви — трёхслойные двусторонне-симметричные животные. Тело представлено кожно-мускульным мешком, сплюснутым в спинно-брюшном направлении. На переднем конце тела имеется ротовое отверстие, переходящее в глотку и кишку (два отдела — передний и средний). Средняя кишка разветвлена и заканчивается слепо. Впервые появляется выделительная система протонефридиального типа. Дыхание осуществляется всей поверхностью тела. Нервная система состоит из окологлоточных узлов и отходящих от них нервных стволов. В основном гермафродиты. Половая система представлена половыми железами (яичники и семенники), протоками и совокупительным аппаратом. Оплодотворение перекрёстное. Все промежутки между органами заполнены рыхлой соединительной тканью, полости тела нет.

Этот тип включает:

• класс Ресничные черви (молочная планария);

• класс Сосальщики (печёночный сосальщик);

• класс Ленточные черви (бычий цепень).

Тип Круглые — первичнополостные животные, у которых впервые появляется **полость тела** (пространство между стенкой тела и кишечником лишено эпителиальной выстилки и заполнено жидкостью). Характерно цилиндрическое, несегментированное, удлинённое тело, заострённое на концах, лишённое ресничек (кожно-мускульный мешок покрыт кутикулой (защита)). Под кутикулой — эпидермис (гиподерма) и тяжи продольных мышц (один слой клеток). *Пищеварительная система*: передняя, средняя и задняя кишки, заканчивающиеся анальным отверстием. *Выделительная система* протонефридиального типа (один или два канала, по бокам тела, открывающиеся наружу одним отверстием). *Нервная система*: окологлоточное нервное кольцо и отходящие нервные тяжи (наиболее развиты брюшной и спинной).

Круглые черви — раздельнополые животные.

Кольчатые черви и моллюски

Тело **кольчатых червей** подразделено на голову, туловище и анальную лопасть (кожно-мускульный мешок, характерна **сегментация тела**). У кольчатых червей впервые появляется **вторичная полость тела** (пространство между стенкой тела и внутренними органами с эпителиальной выстилкой). У большинства видов, кроме пиявок, имеется замкнутая *кровеносная система*. *Дыхание* жаберное или всей поверхностью тела. Органы выделения — *метанефридиального* типа, располагаются посегментно. Нервная система: парные над- и подглоточный ганглии, окологлоточное нервное кольцо и брюшная нервная цепочка: пара продольно сближенных стволов, образующих в каждом сегменте нервный узел. Раздельнополые животные и гермафродиты.

Данный тип включает следующие классы:

– Малощетинковые (дождевой червь);
– Многощетинковые (морские черви);
– Пиявки.

Тело **моллюсков** несегментировано, билатерально-симметричное (исключение брюхоногие моллюски), состоит из головки (органы осязания — щупальца), туловища и ноги (передвижение). Основание туловища окружено кожной складкой (мантия). В мантийной полости располагаются жабры, органы химического чувства, отверстия задней кишки, почек, полового аппарата. Спинная сторона покрыта раковиной, состоящей из трёх слоёв: наружного (рогового), среднего (известкового или фарфорового) и внутреннего (перламутрового). *Вторичная полость* — околосердечная сумка и полость половых желёз. *Пищеварительная система* — ротовое отверстие, глотка (имеет тёрку), петлеобразный кишечник. *Кровеносная система* незамкнутая (сердце, имеет желудочек и предсердия). *Органы выделения* — почки метанефридиального типа. *Нервная система* — нервные узлы, соединённые между собой отростками.

Членистоногие

Тип **Членистоногие** — самый многочисленный тип. Тело разделено на сегменты (отделы) — голова (с ротовыми органами), грудь и брюшко; покрыто прочным покровом из хитина (защита, наружный скелет). Рост за счёт линьки. Мышцы имеют вид пучков. Конечности гомологичны парподиям, соединены с телом суставами. *Пищеварительная система* — кишечная трубка. Имеются пищеварительные железы и челюстной аппарат (видоизменённые конечности). *Кровеносная система* незамкнутая, на спинной стороне располагается сердце. *Дыхательная система*: жабры — у водных, лёгочные мешки и трахеи — у наземных животных. *Нервная система* состоит из надглоточного узла («головной мозг»), окологлоточного кольца и брюшной нервной цепочки. Хорошо развиты органы чувств. *Выделительная система* представлена видоизменёнными метанефридиями (мальпигиевые сосуды). Раздельнополые животные, размножаются только половым путём.

Ракообразные

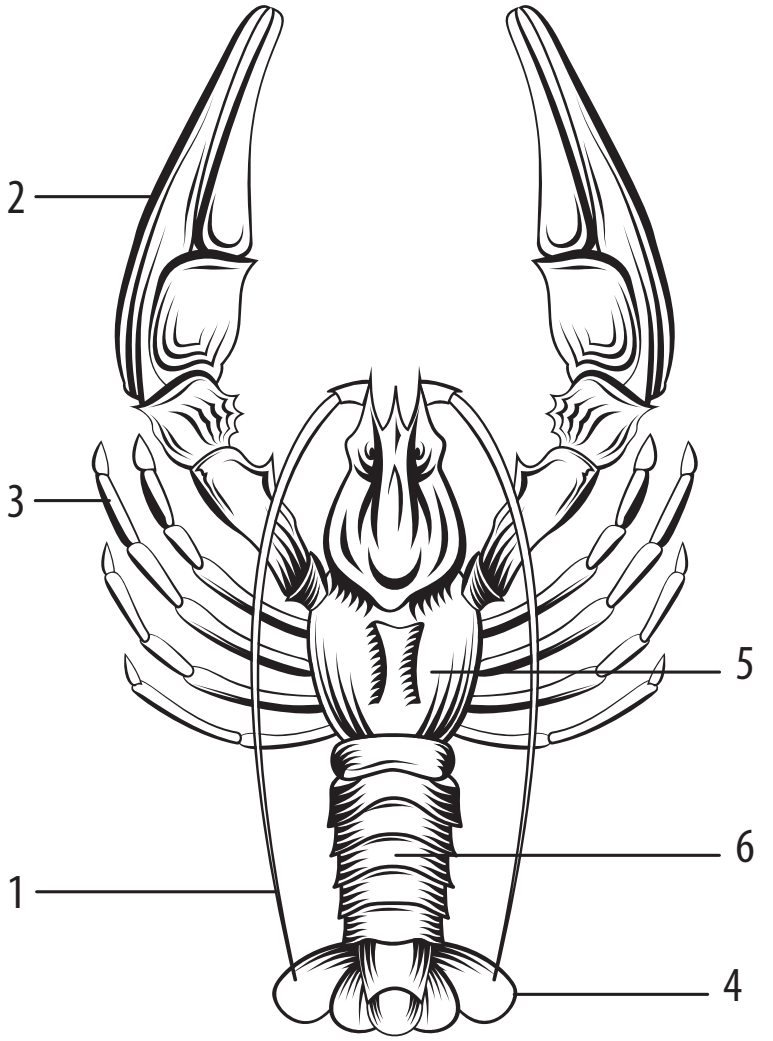
Представитель класса **Ракообразные** — *Рак речной*.

Тело разделено на головогрудь и брюшко. Головогрудь составляют пять сегментов головы и восемь — груди. Сегменты головогруди несут по паре двуветвистых конечностей. Первая и вторая пары конечностей головного отдела — антенны и антеннулы (органы чувств), следующие три пары — челюсти (по бокам рта; удержание пищи). Первые три пары грудного отдела — многочелюсти (захват, подача пищи в рот); четвёртая–восьмая пары — ходильные ноги, первая из них — клешни. Первые пять пар брюшка — плавательная функция, шестая и седьмая — хвостовой плавник.

Пищеварительная система: ротовое отверстие; короткий пищевод и желудок (разделён на два отдела: в первом пища измельчается, а во втором отцеживается через хитиновые нити); средняя кишка (переваривание и всасывание с помощью секретов печени); задняя кишка заканчивается

анальным отверстием. *Выделительная система*: пара видоизменённых метанефридиев (зелёные железы; расположены в головном отделе). *Дыхательная система* — жабры. *Кровеносная система* незамкнутая. Сердце с тремя парами отверстий, отходящие сосуды открываются в полости тела. Кровь, отдав кислород органам и тканям, собирается в сосуды жабр, обогащается кислородом и возвращается в сердце. *Нервная система*: над- и подглоточный узлы и брюшная нервная цепочка; органы чувств — усики (обоняние, осязание и химическое чувство). *Органы зрения* — фасеточные глаза, сидящие на подвижных стебельках.

Раздельнополые животные. *Половая система* самцов непарная (семенник с отходящими семяпроводами, заканчивающимися семяизвергательным каналом). Половая железа самки парная, яйцеводы короткие, трубчатые. Оплодотворение наружное. Развитие (прямое).



Внешнее строение рака

1 – усики;
2 – клешня;
3 – ходильные ноги;
4 – хвостовой плавник;
5 – головогрудь;
6 – брюшко.

Паукообразные

Представитель класса **Паукообразные** (скорпионы, пауки, клещи) — *паук-крестовик*.

Тело разделено на головогрудь и брюшко. На головогруди — шесть пар конечностей. Первые две пары — хелицеры и педипальпы (захват и размельчение пищи), остальные четыре — ходильные ноги. Брюшко крупнее головогруди (все членики слиты вместе). Тело покрыто гиподермой (её производные — паутинные железы: одни производят прочную и неклейкую паутину (рама ловчей сети), другие — липкую, третьи — мягкую шелковистую паутину (кокон для яиц)). *Пищеварение* внеполостное (паук впрыскивает слюну с пищеварительным соком в жертву. После расщепления питательных веществ паук всасывает полужидкую пищу, переваривание которой заканчивается у него в организме). Хорошо развита мускулистая глотка для высасывания из жертвы растворённых веществ. *Органы выделения* — мальпигиевы

сосуды, один конец их слепо замкнут, другой открывается в кишечник. *Дыхательная система* — лёгкие и трахеи. *Кровеносная система* незамкнутая. При сокращении сердца кровь поступает в головной отдел, изливается в полость тела и возвращается к брюшному отделу, омывая лёгкие и трахеи, обогащается кислородом, поступает в сосуды, затем в сердце. *Нервная система* — появление головного мозга. От мозга к органам идут нервы. Раздельнополое животное. Самка крупнее самца. Развитие прямое.

Представитель класса **Паукообразные** — *клещ*.

Тело, как правило, не сегментировано и не разделено на головогрудь и брюшко. Дышит трахеями. Ротовые конечности — колюще-сосущий или колюще-грызущий аппарат. Развитие непрямое.

Насекомые

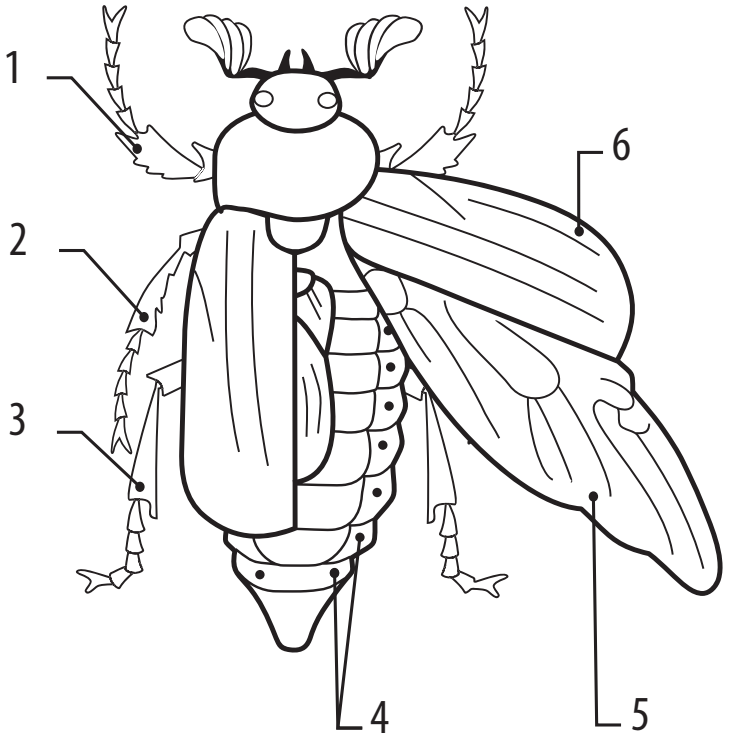
Из членистоногих класс **Насекомые** наиболее высокоорганизованные животные. Тело разделено на голову, грудь и брюшко. На голове располагаются усики (органы обоняния и осязания), глаза и челюстной аппарат.

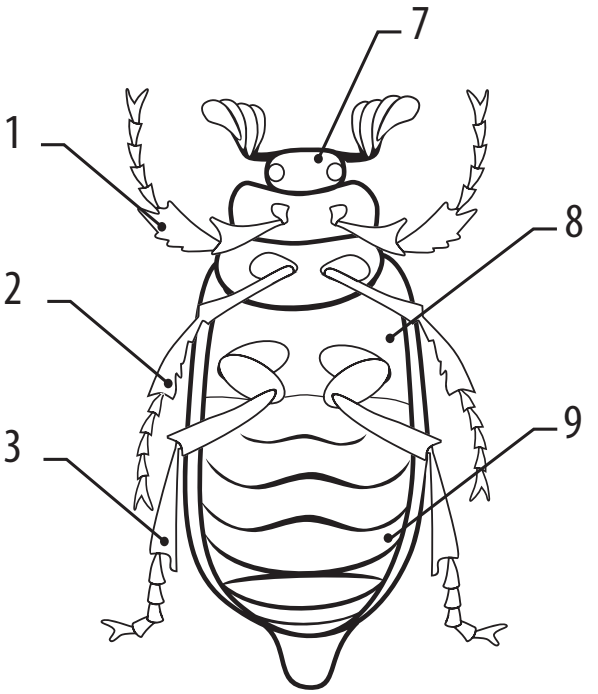
Раздельнополые животные, размножаются только половым путём. Индивидуальное развитие прямое и непрямое с полным и неполным превращением.

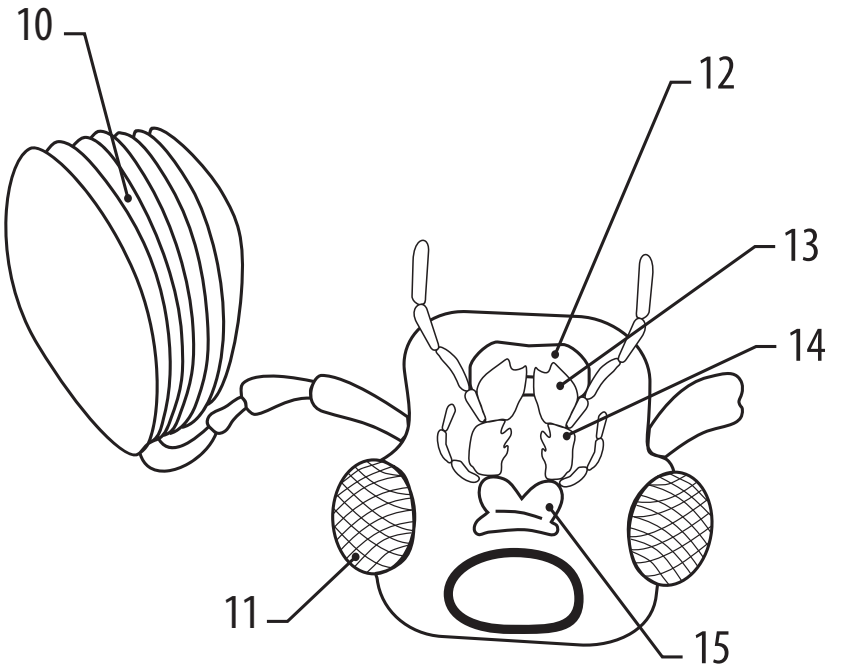
Представитель класса — *Майский жук*. Тело покрыто хитинизированным покровом (наружный скелет). Голова состоит из пяти сегментов и при помощи шейки подвижно соединяется с грудью. Ротовой аппарат грызущего типа (верхняя губа, пара челюстей (верхняя и нижняя) и нижняя губа). На нижних челюстях и губе располагаются органы осязания и вкуса (щупики). По бокам головы имеется пара фасеточных глаз, перед ними — органы обоняния (пара усиков). Грудь состоит из трёх члеников, каждый несёт по паре ног. На среднем и заднем

сегментах располагаются две пары крыльев: первая — жёсткая (надкрылья), вторая — перепончатая. Брюшко состоит из девяти члеников (неподвижно соединяется с грудью). На каждом членике (на спине) имеются дыхальца — выходные отверстия трахей. *Пищеварительная система*: ротовое отверстие — пищевод — мускульный желудок — средняя — задняя кишки — заканчивается анальным отверстием. *Выделительная система* — мальпигиевые трубочки, жировое тело (накапливаются продукты диссимиляции). Функция *дыхания* — система трахейных трубочек (сильно разветвлённые). *Кровеносная система* у майского жука незамкнутая. *Нервная система* — окологлоточное нервное кольцо и брюшная нервная цепочка.

4. Система органического мира







Майский жук (вид сверху, снизу, строение головы)

1 – первая пара ног;
2 – вторая пара ног;
3 – третья пара ног;
4 – дыхальце;
5 – крыло;
6 – надкрылье;
7 – голова;
8 – грудь;
9 – брюшко;
10 – усик;
11 – глаз;
12 – верхняя губа;
13 – верхняя челюсть;
14 – нижняя челюсть;
15 – нижняя губа.

4. Система органического мира

В классе насекомых насчитывается около миллиона видов, которые по строению крыльев, ротового аппарата и типу развития распределяются по отрядам.

Прямокрылые — ротовой аппарат грызущий; надкрылья кожистые, задние крылья более мягкие; развитие с неполным превращением; представители — саранча, кузнечики, сверчки, медведки и др.

Полужесткокрылые — ротовой аппарат колюще-сосущий; надкрылья — жёсткие и перепончатые (у некоторых видов крылья редуцированы); развитие с неполным превращением; представители — клопы, водомерки и др.

Жесткокрылые — ротовой аппарат грызущий; две пары крыльев (жёсткие надкрылья и перепончатые крылья); развитие с полным превращением; представители — жуки, короеды, плавунцы и др.

Чешуекрылые — ротовой аппарат сосущий (за исключением моли); две пары больших крыльев, яркоокрашены, имеют хитиновые чешуйки; развитие с полным

превращением; представители — бабочки: шелкопряд, капустная белянка, крапивница, махаон и др.

Перепончатокрылые — ротовой аппарат грызущий, грызуще-сосущий (пчёлы); задние крылья мельче передних, крылья с продольными и поперечными жилками; развитие с полным превращением; представители — осы, пчёлы, наездники, муравьи и др.

Двукрылые — ротовой аппарат лижущий (мухи), колюще-сосущий (комары); задняя пара крыльев редуцирована — жужжальца, передняя — у основания сильно сужена; развитие с полным превращением; представители — мухи, комары, москиты, мошки, слепни, оводы и др.

Хордовые

Тип **Хордовые** — высший тип животного царства. Наличие внутреннего осевого скелета — хорды (ланцетник, круглоротые, хрящевые рыбы — сохраняется в течение всей жизни). Над хордой располагается центральная нервная система в виде трубки эктодермального происхождения. Под осевым скелетом находится кишечная трубка, передний отдел которой пронизан рядом жаберных щелей. Жаберные щели сохраняются либо всю жизнь (ланцетник, круглоротые, рыбы), либо существуют только в зародышевом состоянии (наземные позвоночные). На брюшной стороне, под кишечной трубкой, находится центральный орган кровеносной системы — сердце или заменяющий его сосуд.

Тип Хордовые подразделяется на **три подтипа**: Оболочники, Бесчерепные и Позвоночные.

Подтип Бесчерепные включает 30 видов животных, объединяемых в один класс — Ланцетники.

Позвоночные

Подтип **Позвоночные** наиболее высокоорганизованная группа хордовых. Позвоночных по особенностям эмбрионального развития принято делить на низших, или **анамний** (круглоротые, рыбы, амфибии), и высших, или **амниот** (рептилии, птицы и млекопитающие). Покровы тела представлены кожей, состоящей из многослойного эпителия и собственно кожи и её производных (чешуи, перья, волосы). В *скелет* входят *осевой скелет* (хорда вытесняется позвоночником, состоящим из позвонков), *череп* (два отдела: черепная коробка (защита головного мозга, органов зрения, обоняния) и висцеральный череп (челюсти и жаберные дуги — опора для переднего отдела пищеварительной трубки)), *скелет конечностей* и их *поясов*. Конечности — непарные (спинной и хвостовой плавни) и парные. В скелете парных конечностей выделяют пояса (плечевой, тазовый) и свободную конечность. *Мускулатура* подразделяется на скелетные мышцы

и мышцы внутренних органов (гладкие). *Пищеварительная система* характеризуется дифференцировкой кишечника на передний, средний и задний отделы, приспособления для измельчения пищи и пищеварительные железы (печени, поджелудочной железы и др.). *Органы дыхания* филогенетически связаны с кишечником. Они представлены в виде жабр или лёгких и развиваются из выпячивания переднего отдела кишечной трубки. *Выделительная система* представлена почками (головная, или предпочка, туловищная и тазовая) и выводными каналами (мочеточники). Предпочка сходна с метанефридиями кольчатых червей. В *туловищной почке* мерцательная воронка частично заменяется капсулой с клубочком сосудов и фильтрационными канальцами. В *тазовой почке* замена осуществляется полностью и продукты диссимиляции не поступают в полость тела, а фильтруются из крови в органы выделения. *Кровеносная система* всегда замкнутая, представлена специальным мышечным

органом — сердцем, разделённым на камеры (предсердие, желудочек), и сосудами (вены — кровь течёт к сердцу, артерии — от сердца). Есть *железы внутренней секреции* (гипофиз, надпочечники, щитовидная железа и др.). *Нервная система* делится на центральную (головной и спинной мозг) и периферическую. Головной мозг содержит пять отделов — передний (два полушария), промежуточный, средний, мозжечок и продолговатый мозг. От головного мозга отходят черепные нервы (у низших их 10 пар, у высших — 12), а от спинного мозга посегментно — спинномозговые нервы. *Органы чувств* представлены органами зрения, слуха, обоняния, вкуса и осязания. *Органы размножения* — парные половые железы. Раздельнополые животные с выраженным половым диморфизмом. У низших позвоночных осеменение наружное, у высших — внутреннее.

Рыбы

Надкласс Рыбы включает:

– Класс Хрящевые рыбы

Наиболее примитивные современные рыбы. Основными характерными признаками хрящевых рыб являются: хрящевой скелет, сохраняющийся всю жизнь, жаберные отверстия разделены широкими перегородками, отсутствие жаберной крышки, плакоидная чешуя и отсутствие плавательного пузыря. Характерными представителями хрящевых рыб являются акулы и скаты.

– Класс Костные рыбы

Покровы рыб — многослойный эпидермис (слизистые железы) и дерма (костная чешуя).

Скелет:

• *череп*: отделы мозговой и висцеральный (челюстной аппарат (челюстная, подъязычная и жаберные дуги — опора для жаберного аппарата));

• *позвоночник* окостеневает; состоит из позвонков; между ними сохраняются остатки хорды; дуги позвонков срастаются,

образуя спинномозговой канал; от нижних дуг — поперечные отростки, прикрепление рёбер; имеет два отдела — туловищный и хвостовой;

• *парные конечности*: грудные и брюшные состоят из пояса (плечевой и тазовый — опора для лучей плавников) и скелета свободной конечности. Грудные плавники сочленяются с плечевым поясом, брюшные — с тазовым;

• *непарные конечности*: спинной, хвостовой и анальный плавники.

Мышечная система сохраняет сегментарное строение. Хорошо развиты мышцы челюстей, плавников, жаберных дуг.

Пищеварительная система характеризуется дифференцировкой на отделы и удлинением всего пищеварительного тракта. Есть челюсти и зубы — удержание добычи. Зубы имеют одинаковое строение и сменяются в течение жизни. Имеются пилорические придатки, находящиеся за желудком. Хорошо развита печень.

Дыхательная система: жабры — находятся непосредственно на жаберных дугах. Жаберные щели прикрыты жаберной крышкой (дыхание в неподвижном состоянии). В илистых водоёмах дыхание может осуществляться кожей.

Кровеносная система. Сердце состоит из предсердия и желудочка. В сердце рыб только венозная кровь. Кровеносная система замкнутая. Один круг кровообращения. У двоякодышащих и кистепёрых рыб формируется второй круг кровообращения.

Выделительная система представлена туловищными почками, имеющими вид лент, лежат вдоль позвоночника. Имеется мочевой пузырь.

Половая система. Раздельнополые животные (половой диморфизм). Встречаются и гермафродитные формы. Семенники лентовидной формы, яичники имеют зернистое строение. Оплодотворение наружное — икрометание.

Нервная система. Центральная нервная — головной и спинной мозг. Большие

полушария развиты слабо, служат в основном высшим обонятельным центром. Наиболее крупных размеров достигает средний мозг. Хорошо развит мозжечок. Имеются 10 пар головных нервов.

Органы чувств: *орган обоняния* — парные обонятельные мешки, с окружающей средой сообщаются через ноздри. *Глаза* рыб имеют плоскую роговицу, круглый хрусталик. *Органы слуха* и *равновесия* — внутреннее ухо (перепончатый лабиринт — три полукружных канала, овальный и круглый мешочки). *Органы осязания* — чувствительные клетки, расположены по всему телу. Вкусовые клетки находятся в ротовой полости. *Боковая линия* (перемещение частиц воды, звуковые колебания).

Гидростатический аппарат — плавательный пузырь (вырост пищевода), регулирует содержание газов, плавучесть. Может принимать участие в улавливании и извлечении звуков, выполнять дыхательную функцию. У двоякодышащих и кистепёрых рыб функционирует как лёгкие.

Амфибии

Класс Амфибии (земноводные) занимает промежуточное положение между собственно водными и настоящими наземными животными.

Покровы: кожа голая, лишена чешуй. Эпидермис очень богат многоклеточными железами. Секрет желёз предохраняет кожу от высыхания и принимает участие в кожном дыхании. Многие виды имеют ядовитые железы.

Скелет: позвоночник состоит из шейного, туловищного, крестцового и хвостового отделов. Шейный (способность поднимать и опускать голову) и крестцовый (прикрепление задних конечностей к позвоночнику) отделы представлены одним позвонком. Хвостовой отдел наиболее типично выражен у хвостатых, у безногих очень мал, а у бесхвостых представлен косточкой — уростилем. Скелет свободных суставных пятипалых конечностей типичен для наземных позвоночных.

Мышечная система: хорошо дифференцирована и утрачивает сегментацию. Мускулатура разделяется на мускулатуру головы, туловища, конечностей.

Пищеварительная система: ротовая полость, короткий пищевод, желудок, тонкий кишечник, толстый кишечник, хорошо обособленная прямая кишка, клоака. У большинства видов на челюстях имеются мелкие зубы (захват и удержание добычи). В ротовую полость открываются парные ноздри, протоки слюнных желёз. В кишечнике появляется двенадцатиперстная кишка. Крупная печень имеет желчный пузырь, её проток впадает в двенадцатиперстную кишку. В желчный проток впадают протоки поджелудочной железы.

Дыхательная система: дышат лёгкими и через кожу. Личинки амфибий дышат с помощью наружных жабр.

Кровеносная система: сердце трёхкамерное, состоящее из двух предсердий и одного желудочка. Появляется второй, легочный, круг кровообращения. У амфибий

нет полного разделения венозной и артериальной крови, поэтому органы тела снабжаются смешанной кровью, мозг — артериальной.

Выделительная система: продукты диссимиляции выводятся через кожу и лёгкие, но большая часть выделяется парой туловищных почек. От почек по мочеточникам моча выводится в клоаку. В неё же открывается и мочевой пузырь.

Нервная система: средний мозг и мозжечок сравнительно небольших размеров. От головного мозга отходят 10 пар головных нервов.

Органы чувств: появляются подвижные веки, защищающие глаза от высыхания и загрязнений, имеется третье веко. Роговица становится выпуклой (в воде становится плоской). Хрусталик линзообразный (дальнозоркое зрение). Органы слуха — внутреннее и среднее ухо. Орган вкуса представлен вкусовыми почками на языке, нёбе и челюстях. Личинкам всех амфибий свойственна боковая линия. Во взрослом

состоянии она сохраняется только у водных форм хвостатых амфибий и бесхвостых.

Эндокринная система образована гипофизом, надпочечниками, щитовидной, поджелудочной и половыми железами.

Размножение: раздельнополые. Половые органы парные, состоят из семенников у самцов и яичников у самок. От семенников отходят выносящие протоки, которые соединяются с мочевыми канальцами и открываются в мочеточник, открывающийся в клоаку. Яйца из яичников выводятся в полость тела, откуда через яйцеводы, открывающиеся в клоаку, выводятся наружу. Оплодотворение наружное, происходит в воде, куда самки вымётывают яйцеклетки — икру. У амфибий хорошо развит половой диморфизм. Развитие происходит с метаморфозом.

Класс амфибий составляют три отряда: Безногие, Хвостатые, Бесхвостые.

Рептилии

Класс **Рептилии** (Пресмыкающиеся) — класс настоящих наземных животных.

Покровы тела. Кожа сухая, лишена кожных желёз, покрыта роговыми чешуйками, щитками или пластинками.

Скелет. Позвоночник состоит из отделов: шейный; грудной (грудная клетка — рёбра и грудина); поясничный; крестцовый (2 позвонка).

Мускулатура: межрёберные мышцы (лёгочное дыхание).

Пищеварительная система: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, тонкая и толстая кишка (открывается в клоаку). Есть зачаток слепой кишки.

Органы дыхания. Появляются верхние дыхательные пути: гортань, длинная трахея, которая делится на два бронха. Лёгкие имеют ячеистое строение. Характерно рёберное дыхание. Кожное дыхание отсутствует.

Кровеносная система. Сердце трёхкамерное, но в желудочке имеется неполная перегородка. Есть разделение венозной

и артериальной крови. У крокодила сердце четырёхкамерное, перегородка полная.

Выделительная система рептилий представлена тазовыми почками и мочеточниками, впадающими в клоаку. В неё открывается и мочевой пузырь. В почках рептилий существует механизм обратного всасывания (реадсорбции) воды.

Нервная система. Из головного мозга отходит 12 пар черепно-мозговых нервов.

Органы чувств: глаза снабжены подвижными веками. Имеется третье веко — мигательная перепонка. Органы слуха — перепончатый лабиринт.

Размножение. Раздельнополые с выраженным половым диморфизмом. Половые железы парные. Внутреннее оплодотворение. Яйцекладущие или яйцеживородящие. Размножение происходит только на суше. Развитие прямое, без метаморфоза.

Четыре отряда: Клювоголовые, Чешуйчатые, Крокодилы, Черепахи.

Птицы

Для класса **Птицы** в отличие от рептилий характерно: более высокий уровень развития нервной системы, в связи с этим и более разнообразное и совершенное приспособительное поведение; высокая и постоянная температура тела; способность к полёту; более совершенное размножение — высиживание и выкармливание птенцов.

Покровы. Кожа тонкая. Кожных желёз нет, кроме копчиковой железы. Характерно наличие разнообразных роговых образований — производных эпидермиса: роговые чехлы на клюве, роговые чешуи на задних конечностях, когти на пальцах, перья. Периодическая смена перьев называется линькой.

Скелет. Кости — пневматические (воздушные) и отличаются лёгкостью. На грудине имеется киль для прикрепления мышц, приводящих крылья в движение. Все позвонки срастаются и неподвижны, кроме шейных. Кости черепа срастаются

без швов. Зубы отсутствуют. Пояс верхних конечностей представлен парными костями: лопатками, ключицами, вороньими костями. Кости плюсны и предплюсны образуют цевку (покрыта роговыми чешуями).

Мышечная система. Мускулатура хорошо развита. Характерно наличие огромных грудных мышц (отвечают за опускание крыльев) и хорошо развитых подключичных мышц (отвечают за подъём крыльев). Развита мускулатура шеи и конечностей.

Пищеварительная система. Зубов нет. Желудок состоит из двух отделов: мускульный, или мышечный, и железистый. Имеется зоб. В тонком кишечнике слизистая оболочка образует ворсинки. Задний отдел кишечника не дифференцирован на толстую и прямую кишку и значительно укорочен. Непереваренные остатки выводятся через клоаку.

Дыхательная система. Лёгкие имеют губчатое строение. Двойное дыхание. Хорошо развиты воздушные мешки.

Кровеносная система. Сердце четырёхкамерное. Сохраняется одна дуга аорты — правая артериальная. Теплокровные.

Выделительная система. Тазовые почки с мочеточниками, открывающимися в клоаку. Мочевой пузырь отсутствует.

Нервная система. Головной мозг имеет относительно большие полушария и зрительные доли. Промежуточный мозг слабо развит. Мозжечок очень большой. Имеются 12 пар черепно-мозговых нервов.

Органы чувств. Внутреннее и среднее ухо. Слуховая косточка одна. Зрение развито очень хорошо. Хорошо развита аккомодация. Имеются верхние и нижние веки, а также третье веко. Органы обоняния развиты слабо.

Половая система. У самцов парные половые органы. У самок только левый яичник и левый яйцевод, открывающийся в клоаку. Копулятивные органы есть только у некоторых видов. Оплодотворение внутреннее.

Млекопитающие

Класс **Млекопитающие** — наиболее высокоорганизованный класс позвоночных животных. Основные прогрессивные черты млекопитающих:

• высокое развитие центральной нервной системы, особенно коры больших полушарий — центра высшей нервной деятельности;

• живорождение и вскармливание детёнышей молоком, продуктом млечных желёз;

• теплокровность и высокая способность к теплорегуляции.

Покровы. Кожа состоит из многослойного эпидермиса и кориума, богата кожными железами. Основные типы желёз: сальные, потовые, пахучие и млечные.

Скелет. В позвоночнике имеются: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. Характерно постоянное число шейных позвонков — семь. У копытных и быстробегающих млекопитающих отсутствует ключица. Скелет конечностей

(передних: лучевая, локтевая, плечевая кости, кости кисти; задних: бедренная, малоберцовая и большеберцовая кости, кости стопы) и их поясов (переднего: лопатки, ключицы; заднего: кости таза).

Мышечная система. Очень дифференцирована и характеризуется большим числом мускулов.

Пищеварительная система. Ротовая полость, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник. В зависимости от пищи разнообразное строение слепой кишки и набор зубов. Печень, слюнные железы, поджелудочная железа.

Дыхательная система. Альвеолярные лёгкие. Трахеи делятся на бронхи, которые затем образуют бронхиальное дерево. Появляются гортанные хрящи. Дыхание при участии межрёберных мышц и диафрагмы.

Кровеносная система близка к кровеносной системе птиц, но имеется не правая, а левая дуга аорты. Два круга кровообращения. Эритроциты лишены ядер. Теплокровные.

Выделительная система. Мочевой пузырь открывается в мочеиспускательный канал. Почки парные бобовидные, тазовые. Два мочеточника.

Нервная система. В головном мозге особенно развиты полушария переднего мозга. Развита кора головного мозга, прогрессирует мозжечок.

Органы чувств. Органы слуха состоят из внутреннего, среднего и наружного уха со слуховым проходом. Крупные ушные раковины. Органы зрения: третье веко недоразвито, аккомодация достигается только путём изменения формы хрусталика. Функцию осязания выполняет волосяной покров. Характерно наличие осязательных волос, или вибрисс. Развиты органы обоняния.

Половая система. У самцов — парные семенники. Сперматозоиды выводятся по семяпроводам через копулятивный орган. У самок — парные яичники. Выводящие каналы делятся на яйцевод, матку, влагалище.

Три подкласса: Первозвери, Сумчатые, Плацентарные.

5. Анатомия человека

5.1. Ткани

Анатомия человека — наука о строении и форме человеческого организма, его тканей и органов с учётом возрастных, половых и индивидуальных особенностей. Объединяет комплекс наук (гистология, цитология, сравнительная, возрастная и патологическая анатомия).

Физиология человека — наука о процессах жизнедеятельности (функциях) и механизмах их регулирования в клетках, тканях, органах, системах органов и организме в целом.

Структурной единицей организма человека является клетка. Клетки, сходные по строению, имеющие общее происхождение и выполняющие одинаковые функции, объединяются в **ткани**. По выполняемым функциям ткани подразделяются на четыре *группы*: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервные.

Виды тканей

• Эпителиальная ткань

Особенности: 1) образует наружные покровы тела и выстилает многие полости внутренних органов; 2) плотное прилегание клеток; 3) часто многослойные; 4) способны к быстрому размножению, восстановлению; 5) образуют железы; 6) обеспечивают обмен веществ; 7) имеет микроворсинки, всасывающие и щёточные каёмки, реснички; 8) роговые образования (ногти, волосы).

Различают: *покровный* и *железистый* эпителий; *однослойный* и *многослойный*.

Многослойный эпителий подразделяется на *ороговевающий* (верхние слои клеток отмирают, образуя роговые чешуйки, собственно кожа) и *неороговевающий* (слизистые).

В зависимости от формы клеток различают: *плоский, кубический, столбчатый*. Эпителий, клетки которого имеют реснички, — ресничный, или мерцательный (слизистая носовой полости).

Функции: 1) защита организма от вредных влияний среды; 2) обмен веществ; 3) трофическая; 4) секреторная; 5) выделительная.

• Соединительная ткань

Соединительная ткань образована рыхло расположенными клетками, между которыми находится межклеточное вещество различного строения. Выполняет функции: трофическую (обеспечивает регуляцию питания клеток и участвует в фагоцитозе); механическую; защитную; кроветворную; гомеостатическую; запасающую.

Виды соединительной ткани:

Костная — межклеточное вещество имеет вид пластинок, состоящих из аморфного вещества, образованного белком оссеином, и волокон белка коллагена. Между волокнами располагаются минералы солей (преимущественно кальция, фосфора, магния). Органические вещества придают ткани эластичность, неорганические (соли) — прочность. Клетки костной ткани: *остеоциты* (зрелые, не способны к делению); *остеобласты* (молодые, делящиеся); *остеокласты* (крупные многоядерные, разрушение костной ткани).

Хрящевая — клетки заключены в овальные капсулы и лежат среди плотного однородного межклеточного вещества, включающего коллагеновые волокна.

Волокнистая — состоит из плотно или рыхло расположенных клеток и межклеточного вещества, образованного волокнами из белка эластина. Различают *плотную* (образование собственно кожи, сухожилий, связок, стенок сосудов) и *рыхлую* (строма внутренних органов, проводящие пути нервной системы). *Жировая* — разновидность рыхлой соединительной ткани, клетки которой содержат запасы жира.

Кровь — особый вид соединительной ткани с жидким межклеточным веществом (плазма) и свободно взвешенными кровяными клетками: эритроциты (двояковогнутые клетки, не имеющие ядра), лейкоциты (содержат ядра), тромбоциты (кровяные пластинки, ядро отсутствует).

Лимфа — состоит из жидкой плазмы, близкой по составу крови, и взвешенных в ней клеток.

• Мышечная ткань

Свойства мышечной ткани: возбудимость (способность воспринимать действие раздражителей и отвечать на них) и сократимость (способность совершать работу или изменять форму за счёт сократимых белков).

Образована мышечными клетками — *миоцитами*, способными к сокращению, и опорным аппаратом, представленным коллагеновыми и эластичными волокнами, обеспечивающими связь групп клеток и создающими упругий каркас вокруг них. Различают три вида мышечных тканей.

Гладкая мышечная ткань: 1) образует мышцы внутренних органов и кожи; 2) клетки одноядерные, веретенообразные, короткие; 3) мышцы медленно сокращаются и медленно утомляются; 4) иннервируется вегетативной нервной системой.

Поперечнополосатая скелетная: 1) образует скелетные мышцы; 2) каждое волокно содержит цитоплазму с многочисленными овальными ядрами и миофибриллами.

Характерна поперечная исчерченность; 3) мышцы быстро сокращаются и быстро утомляются; 4) иннервируется в основном головным мозгом. Сокращение по желанию человека (произвольно).

Поперечнополосатая сердечная: 1) образует миокард сердца; 2) состоит из одно- или двухъядерных кардиомиоцитов, имеющих поперечную исчерченность цитоплазмы (по периферии плазмолеммы); 3) кардиомиоциты разветвлены и образуют между собой соединения — *вставочные диски*, в которых объединяются их цитоплазмы. Образуют *анастомозы* (впячивание плазмолеммы одной клетки в плазмолемму другой); 4) обладает ритмичным сокращением и расслаблением под действием возбуждения, возникающего в самих клетках (*типичные* кардиомиоциты). Сокращение непроизвольное (*атипичные* кардиомиоциты). *Секреторные* кардиомиоциты (в них нет фибрилл). Они синтезируют гормон тропонин, понижающий артериальное давление и расширяющий стенки кровеносных сосудов.

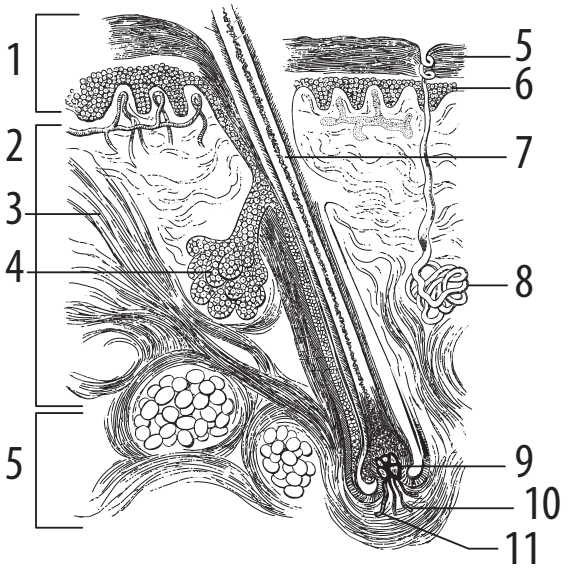
• Нервная ткань

Нервная ткань образована особыми клетками — *нейронами* и расположенными между ними клетками соединительной ткани (*нейроглия*), выполняющей трофическую, опорную и защитную функции. **Нейрон** состоит из тела (ядро с ядрышком) и цитоплазматических отростков. Отростки бывают двух видов: **дендриты** (короткие, древовидноветвящиеся, обеспечивают восприятие раздражения и передачу возбуждения в тело нейрона) и **аксоны** (длинные, слабоветвящиеся, проводящие возбуждение от тела нейрона). Тела нейронов располагаются в основном в спинном и головном мозге и образуют **серое вещество**. Длинные отростки остаются в центральной нервной системе и образуют **белое вещество**. Аксоны, покрытые особыми оболочками (миелиновыми), образуют нервные волокна. Одни из них с помощью рецепторов воспринимают раздражение (чувствительные или центростремительные волокна), другие передают

раздражение на работающий орган (двигательные или центробежные волокна). Места передачи нервного импульса с одного нейрона на другой или на соответствующий орган называются синапсами.

Все ткани тесно взаимосвязаны и образуют *органы* — обособленные части организма, имеющие определённое строение и функции. Каждый орган состоит из нескольких видов тканей, одна из которых преобладает (печень образована в основном эпителиальной тканью, имеются соединительная, мышечная и нервная ткани). Органы, имеющие общее происхождение, единый план строения, обеспечивающие выполнение определённых функций, объединяются в *системы органов*.

5.2. Органы и системы органов



Строение кожи

1 – эпидермис;
2 – дерма;
3 – мышцы кожи и кожных желёз;
4 – сальная железа;
5 – подкожная клетчатка;
6 – ороговевающий слой эпидермиса;
7 – эпителий;
8 – волос;
9 – потовая железа;
10 – волосяная луковица;
11 – кровеносные сосуды;
12 – нервные волокна.

Кожа — наружный слой тела. Состоит из трёх основных слоёв: *эпидермис* (наружный), *дерма* (средний слой, образован соединительной тканью), *подкожная клетчатка* (самый глубокий).

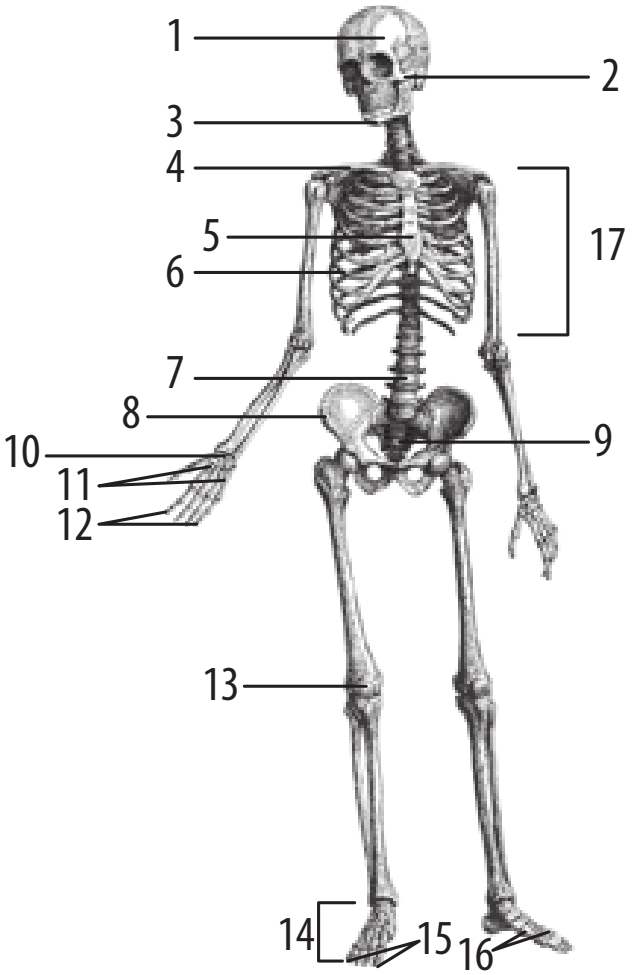
Эпидермис — многослойный ороговевающий эпителий. Состоит из трёх зон: *ростковая* (наиболее глубоко расположена, клетки способны к делению, за их счёт происходит замена верхлежащих слоёв, граничит с дермой), *зона зернистых и блестящих клеток* (средняя, клетки начинают стареть, начинает образовываться роговое вещество — *кератин*); *роговая зона* (наружный слой ороговевших, мёртвых клеток, расположенных в виде тонких чешуек, постоянно слущиваются).

Между эпидермисом и дермой располагается *базальная мембрана*.

Дерма — слой кожи, в котором находятся многочисленные рецепторы, сальные и потовые железы, корни волос, кровеносные и лимфатические сосуды. Снабжает эпидермис питательными веществами.

Подкожная клетчатка — образована жировой тканью, обладает буферными, изоляционными и энергетическими свойствами.

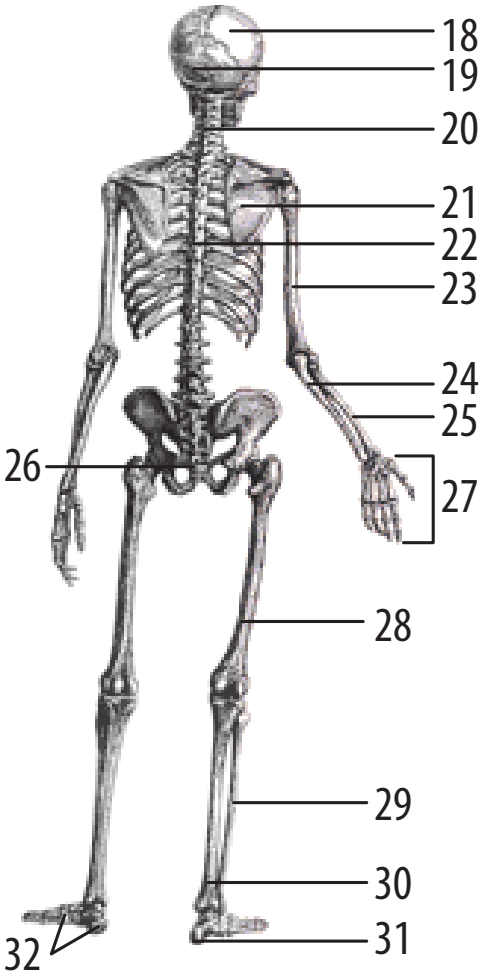
Роговые образования кожного эпителия: волос и ноготь.



Скелет человека

1 – лобная кость черепа;
2 – скуловая кость;
3 – нижняя челюсть;
4 – ключица;
5 – грудина;
6 – рёбра;
7 – поясничный отдел позвоночника;
8 – тазовая кость;
9 – крестцовый отдел позвоночника;
10 – запястье;
11 – пясть;
12, 15 – фаланги пальцев;
13 – надколенник;
14 – кости стопы;
16 – плюсна;
17 – грудная клетка;

5.2. Органы и системы органов



18 – теменная кость;
19 – затылочная кость;
20 – шейный отдел позвоночника;
21 – лопатка;
22 – грудной отдел позвоночника;
23 – плечевая кость;
24 – локтевая кость;
25 – лучевая кость;
26 – копчик;
27 – кости кисти;
28 – бедренная кость;
29 – малоберцовая кость;
30 – большеберцовая кость;
31 – пяточная кость;
32 – предплюсна.

Опорно-двигательная система

Опорно-двигательный аппарат объединяет скелет и мускулатуру. Выполняет опорную, защитную функции и даёт возможность к движению.

Скелет состоит из костей и связывающих их образований. В организме человека насчитывается более 200 костей.

Кости бывают *трубчатые* (длинные с полостью внутри), *плоские* (широкие) и *короткие*. В трубчатых костях выделяют среднюю часть — диафиз (пластинчатое вещество, в полости находится жёлтый костный мозг) и два конца — эпифиз (губчатое вещество, в ячейках красный костный мозг). Снаружи кость покрыта надкостницей (богата нервами и сосудами; питание и иннервация).

В скелете человека различают следующие *отделы*.

Скелет туловища состоит из позвоночника и грудной клетки. *Позвоночник* состоит из 33–34 позвонков — 7 шейные, 12 грудные, 5 поясничные, 5 крестцовые и 4–5 сросшихся — копчиковые. Каждый

позвонок содержит тело и дугу (несколько отростков). Между телами и дугами — позвоночные отверстия, образующие позвоночный канал (спинной мозг). Позвоночник имеет 4 изгиба — 2 кифоза (грудной, крестцовый) и 2 лордоза (шейный, поясничный).

Грудная клетка образована грудиной, 12 парами рёбер и 12 грудными позвонками. Семь пар верхних рёбер спереди соединены с грудиной, восьмая–десятая пары — друг с другом хрящами, две нижние лежат свободно.

Скелет верхней конечности: пояс верхней конечности (плечевой) состоит из парных лопаток и ключиц. Свободная конечность — плечевая кость, кости предплечья (лучевая и локтевая) и кости кисти (мелкие запястья, длинные пясти и фаланги).

Скелет нижней конечности: пояс нижней конечности (тазовый) состоит из двух тазовых костей (каждая состоит из лобковой, седалищной, подвздошной), сзади прочно сращены с крестцом, спереди прочно соединены между собой. Свободная

конечность — бедренная кость, кости голени (большая и малая берцовые) и кости стопы (короткие предплюсны, длинные плюсны и фаланги пальцев).

Скелет головы (череп) состоит из мозгового и лицевого отделов. Мозговой (черепная коробка) отдел образован неподвижно сросшимися плоскими костями: непарными — лобная, затылочная, клиновидная и решётчатая; парными — теменными, височными. Лицевой отдел: непарные кости — нижняя челюсть (единственная подвижная), сошник, подъязычная кость; парные — нижняя носовая раковина, нёбная, скуловая, носовая, слёзная кости и верхняя челюсть (вместе с нижней челюстью имеет по 16 ячеек для зубов).

Способы соединения костей: неподвижные (швы — соединение костей черепа), полуподвижные (позвонки грудного, шейного и поясничного отделов), подвижные (суставы — коленный, локтевой и др.). Суставы состоят из суставных поверхностей, покрытых хрящами, суставной сумки, полость которой заполнена жидкостью.

Мускулатура: каждая мышца заключена в соединительнотканную оболочку. Волокна на концах мышцы постепенно переходят в сухожилия. Сухожильные концы прикрепляются к разным костям (чаще всего).

По выполняемым функциям выделяют: *мышцы головы* (затылочно-лобная, височная, жевательные, мимические), *шеи* (грудино-подъязычная, грудино-ключично-сосцевидная и др.), *груди* (наружные и внутренние межрёберные, диафрагма, большая грудная и др.), *живота* (наружная и внутренняя косая, поперечная, квадратная пирамидальная и прямая мышца живота), *спины* (задняя верхняя и нижняя зубчатая, длинная, остистая, трапециевидная, широчайшая мышца спины и др.), *поясов конечностей* (*плечевого пояса*: дельтовидная и др.; *руки*: двуглавая и трёхглавая, сгибатели кисти и пальцев и др.; *тазового пояса*: подвздошно-поясничная, три ягодичные и др.; *ноги*: четырёхглавая, двуглавая, портняжная, икроножная, мышцы стопы и др.).

Пищеварительная система

Пищеварительная система состоит из пищеварительного канала и пищеварительных желёз (слюнных, поджелудочной, печени и др.).

Пищеварительный канал разделён на ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, двенадцатиперстную кишку, тонкий и толстый кишечники.

Стенка кишечного канала образована следующими слоями: наружным — эпителиальная серозная оболочка (желудок, кишечник), соединительнотканным (глотка, пищевод; содержат нервы и кровеносные сосуды), средним (два слоя гладких мышц, передвижение пищи) и внутренним — железистый эпителий (секреция и всасывание пищи).

Ротовая полость ограничена костями верхней и нижней челюстей и мышцами. Верхняя граница: твёрдое (имеет плотную слизистую оболочку, сращенную с надкостницей) и мягкое (мышцы, покрытые слизистой, задний отдел — язычок, по бокам — мин-

далины (лимфоидная ткань)) нёбо; нижняя граница: челюстно-подъязычные мышцы; по бокам: мышцы щёк; спереди: дёсны с зубами и губы. Три пары крупных слюнных желёз — околоушные, подъязычные, подчелюстные. Слюна содержит муцин, лизоцин, птиалин, мальтазу, воду и минеральные соли.

Взрослый человек имеет 32 зуба, которые разделены на резцы (8), клыки (4), малые коренные (8) и большие коренные (12). Зуб образован коронкой, шейкой, корнем. Состоит из дентина, покрытого эмалью (в области коронки) и зубным цементом (в области шейки). Внутри имеется полость, заполненная пульпой с нервами и кровеносными сосудами.

Глотка — мышечный орган, соединяющий ротовую полость с пищеводом, а носовую — с гортанью. Делится на три части: носоглотку, ротоглотку и гортанную часть. В глотке располагается шесть миндалин. Носоглотка через хоаны сообщается с носовой полостью. На боковых стенках — отверстия слуховых (евстахиевых) труб.

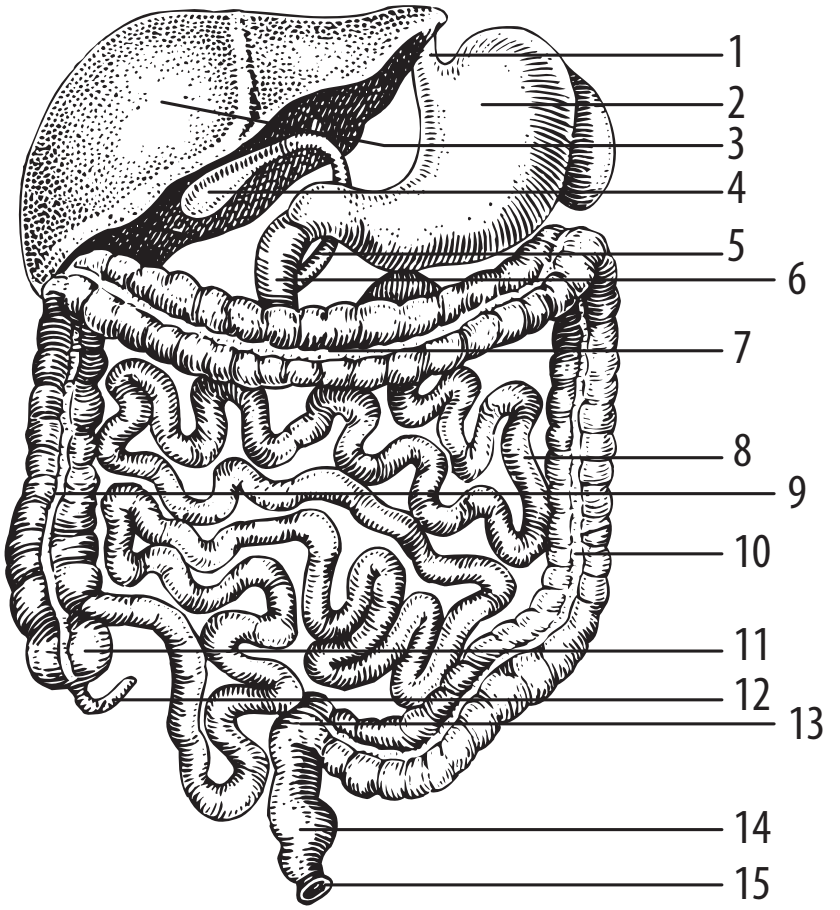
Желудок — расширенная толстостенная часть пищеварительного канала. В его строении различают вход (кардиальная часть), дно, тело и выход (привратник). При входе и выходе имеются кольцевые мышцы-замыкатели (сфинктеры). Мышечная оболочка имеет три вида мышц: продольные, кольцевые и косые. В слизистой имеются три основные группы желёз: главные (выделяют пепсин и химозин), обкладочные (соляную кислоту) и добавочные (выделяют слизь).

Двенадцатиперстная кишка — начальный отдел тонкого кишечника (около 30 см). Сюда открываются протоки поджелудочной железы и печени (желчного пузыря). *Поджелудочная железа* — железа смешенной секреции. Экзокринная часть вырабатывает панкреатический сок, содержащий трипсиноген, амилазу, мальтазу, лактазу, липазу, нуклеазу. *Печень* осуществляет синтез белков крови, гликогена, жироподобных веществ, протромбина и др., обезвреживает продукты распада органических

веществ. Желчь активирует пищеварительные ферменты, эмульгирует жиры.

Тонкий кишечник — суженная часть кишечника, состоящая из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок. Слизистая содержит многочисленные железы, вырабатывающие кишечный сок (более 20 ферментов: нуклеазы, карбоксипептидазы, аминопептидазы, энтерокиназы, сахараза, липаза и др.), и многочисленные ворсинки, увеличивающие площадь всасывания. Каждая ворсинка образована однослойным эпителием и подходящими к ней нервами, кровеносными и лимфатическими сосудами.

Толстый кишечник — конечная часть кишечника, слизистая вырабатывает кишечный сок с незначительным содержанием ферментов. Состоит из трёх отделов: слепой кишки с червеобразным отростком, ободочной и прямой. Содержит бактерии, которые отвечают за сбраживание углеводов, гниение белков, синтез витамина К. Здесь происходит интенсивное всасывание воды, формирование каловых масс.



Пищеварительная система человека

1 – пищевод;
2 – желудок;
3 – печень;
4 – желчный пузырь;
5 – желчный проток;
6 – двенадцатиперстная кишка;
7 – поперечно-ободочная кишка;
8 – тонкий кишечник;
9 – восходящая ободочная кишка;
10 – нисходящая ободочная кишка;
11 – слепая кишка;
12 – червеобразный отросток (аппендикс);
13 – сигмовидная кишка;
14 – прямая кишка;
15 – анальное отверстие.

Выделительная система

Функции выделения из организма продуктов обмена веществ выполняют несколько систем органов, которые объединяют в единую функциональную выделительную систему (почки, лёгкие, кишечник, потовые железы и др.).

В состав мочевыделительной системы входят: парные бобовидные почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал.

Почки. На внутренней вогнутой стороне расположена воронкообразная полость (*почечная лоханка*), от неё отходит мочеточник. Сюда подходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы, образуя *ворота почки*. Различают наружный (корковый) и внутренний (мозговой) слои. Структурно-функциональной единицей почки является *нефрон*.

Нефрон начинается в корковом веществе небольшой *капсулой* (форма двустенной чаши). Внутри находится *клубочек кровеносных капилляров*. Между стенками

капсулы имеется полость, от которой начинается *мочевой каналец*. Он извивается и переходит в мозговой слой (*извитой каналец первого порядка*), в котором он выпрямляется, образует петлю, и возвращается в корковый слой. Вновь извивается (*извитой каналец второго порядка*) и впадает в выводковый проток (*собирательную трубку*). Последние сливаются в общие выводковые протоки, которые проходят через мозговой слой к верхушкам пирамидок и открываются в полость почечной лоханки. Моча из почечных лоханок поступает в *мочеточники* и по ним в *мочевой пузырь*.

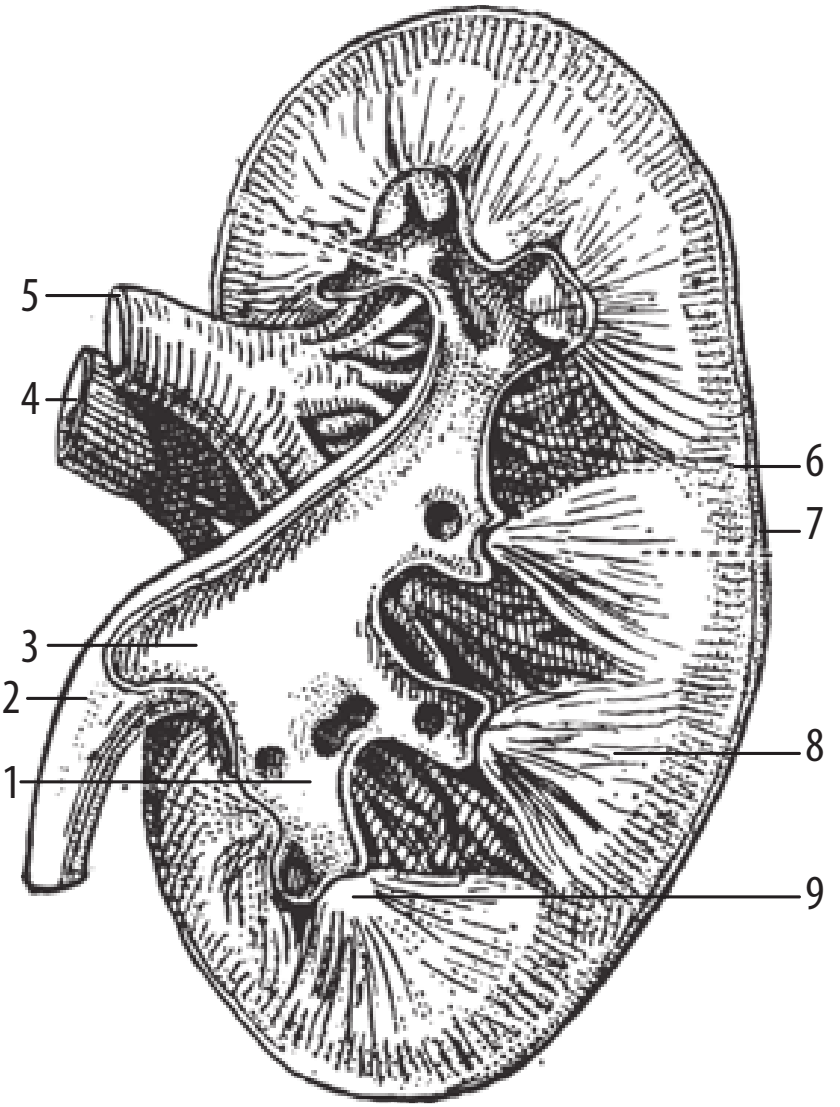
Мелкая артерия, подходящая к капсуле (*приносящий сосуд*), распадается на 50 капиллярных петель, образующих клубочек. Капилляры клубочка собираются в *выносящий сосуд* (кровь оттекает от клубочка). Выносящий сосуд, выйдя из клубочка, вновь разветвляется на капилляры, оплетающие извитые канальца первого и второго порядка, затем собирается в *мелкие вены*.

Последние образуют *почечную вену*, впадающую в нижнюю полую вену.

В процессе ***образования мочи*** выделяют две фазы: фильтрационную и реабсорбционную.

Фильтрация — образование первичной мочи в клубочках нефрона. Из почечных капилляров в полость капсулы профильтровывается из крови вода и растворённые в ней вещества. В первичной моче содержатся все компоненты плазмы крови, кроме высокомолекулярных белков. Также содержатся аминокислоты, глюкоза, витамины и соли, продукты обмена — мочевина, мочевая кислота. За сутки образуется 150–180 л первичной мочи.

Реабсорбция (концентрирование мочи) происходит в канальцах нефрона. Осуществляется обратное всасывание из первичной мочи в кровь: аминокислот, глюкозы, витаминов. Всасывается 99 % воды из первичной мочи, резко повышается концентрация сульфатов, фосфатов, мочевины, мочевой кислоты и других веществ. В течение суток образуется около 2 л вторичной мочи.



Строение почки

1 – большая почечная чашка;
2 – мочеточник;
3 – почечная лоханка;
4 – почечная вена;
5 – почечная артерия;
6 – корковое вещество;
7 – фиброзная капсула;
8 – мозговое вещество;
9 – верхушка пирамиды.

Мужская половая система

Разделяют внутренние и наружные половые органы.

Внутренние — парные яички (с их придатками), семявыносящие протоки, семенные пузырьки, предстательная железа, бульбоуретральные (куперовы) железы.

Семенники — железы овальной формы, находящиеся в мошонке (является частью брюшной полости и соединена с ней паховым каналом). Состоит из тонких извилистых канальцев, в клетках которых образуются сперматозоиды и половые гормоны (тестостерон, андрогены и др.).

Семенные пузырьки и предстательная железа вырабатывают секреты, которые в составе со сперматозоидами образуют сперму.

Семявыносящие протоки выходят из мошонки в брюшную полость и впадают в мочеиспускательный канал, выводят сперму.

К *наружным половым* органам относятся мошонка и половой член.

Мочеиспускательный канал (уретра) — трубка, идущая из мочевого пузыря и имеющая выход наружу. В теле мужчины мочеиспускательный канал проходит внутри полового члена (пениса) и окружён тремя пещеристыми телами (имеют губчатое строение). Кроме выведения мочи, служит для прохождения семени, поступающей в него из семявыбрасывающих протоков.

Женская половая система

Яичник — парный орган, в длину до 3 см, располагается внизу брюшной полости и удерживается в ней связками. При овуляции формируются фолликулы с созревшими яйцеклетками, которые выходят непосредственно в брюшную полость.

Фаллопиевы трубы (яйцеводы) имеют воронкообразное расширение на конце, через которое в трубу попадает созревшая яйцеклетка. Оплодотворение происходит в первой трети труб. Эпителий имеет реснички, биение которых создаёт движение

жидкости. Другим концом открываются в верхнюю часть матки.

Матка — мышечный грушевидный орган. Полость матки соединяется с влагалищем шейкой. В матке протекает развитие плода вплоть до родов.

Влагалище — толстая мышечная трубка, которая идёт от матки и имеет выход наружу. Влагалище является приемником спермы и родовым каналом.

Девственная плева — тонкая перепонка, состоящая из эластичных коллагеновых волокон, с отверстием, прикрывающая вход во влагалище между внутренними и наружными половыми органами.

Наружные половые органы в совокупности носят название вульва (большие половые губы, малые половые губы, клитор).

Дыхательная система

Дыхание — совокупность процессов, обеспечивающих поступление в организм кислорода и удаление углекислого газа (внешнее дыхание), а также использование кислорода клетками и тканями для окисления органических веществ с освобождением энергии, необходимой для их жизнедеятельности (клеточное, или тканевое, дыхание).

Внешнее дыхание осуществляет дыхательная система. Составляющие:

• ***Носовая полость*** разделена костно-хрящевой перегородкой на две половины, выстлана ресничным эпителием, очищающим воздух от пыли.

• ***Носоглотка*** — верхняя часть глотки, где перекрещиваются пути пищеварительной и дыхательной систем.

• ***Гортань*** имеет вид воронки, образованной щитовидным, перстневидным, двумя черпаловидными хрящами и надгортанником (хрящевой скелет).

• ***Трахея*** — трубка с хрящевым скелетом в виде полуколец. Задняя стенка,

прилегающая к пищеводу. Внутри выстлана слизистой оболочкой из многорядного мерцательного эпителия. Осуществляет транспорт воздуха к бронхам, его очистку от пыли и нагрев воздуха.

• На уровне V грудного позвонка трахея разделяется на два ***бронха*** (правый короче и выше левого). Стенки имеют хрящевой скелет. При вхождении в лёгкие делятся на долевые бронхи: в правом — на три, в левом — на два. Долевые бронхи делятся на бронхиолы. Разветвление бронхов в лёгком — бронхиальное дерево.

• ***Лёгкие*** занимают 4/5 грудной клетки, оставляя место для сердца, крупных сосудов, трахеи и пищевода. Покрыты серозной оболочкой — плеврой, образующей вокруг лёгкого полость с плевральной жидкостью. Правое лёгкое состоит из трёх долей (верхней, средней, нижней), левое — из двух (верхней и нижней). Каждая доля делится на бронхолёгочные сегменты. Сегменты — на дольки. Дольки — на ацинусы (альвеолы и альвеолярные ходы). Ацинус — структурно-функциональная единица лёгкого.

Кровеносная система

Система органов кровообращения включает сердце и кровеносные сосуды (артерии, капилляры, вены).

Сердце — четырёхкамерный полый мышечный орган, состоящий из левой (артериальной) и правой (венозной) половинок. Каждая половинка состоит из предсердия и желудочка. Правое предсердие сообщается с правым желудочком через трёхстворчатый клапан, левые — через двустворчатый клапан. Имеет: *эндокард* — внутренняя слизистая оболочка; *миокард* — средняя мышечная; *эпикард* — внешняя серозная эластичная, является внутренним листом околосердечной сумки — перикарда.

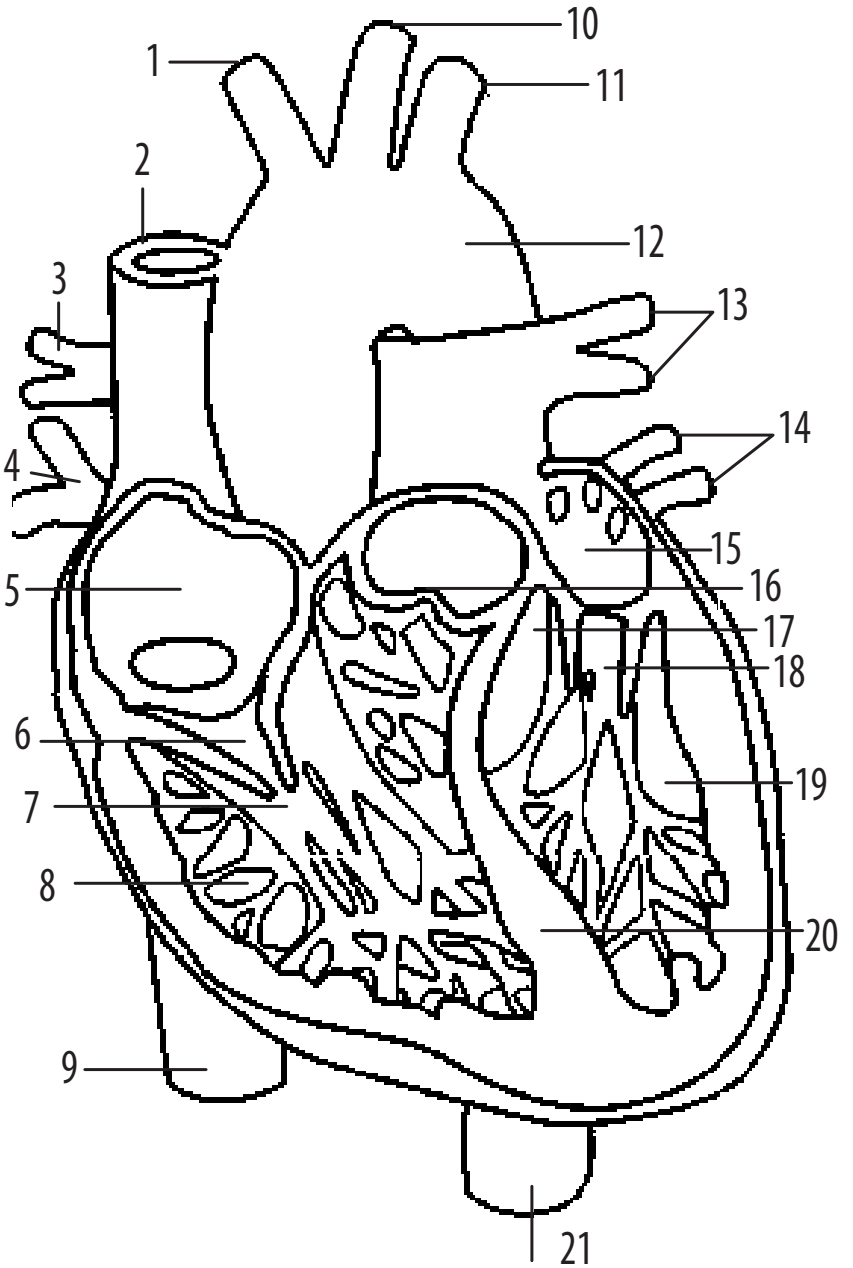
Деятельность сердца складывается из циклов, каждый состоит из сокращения (*систола*) и расслабления (*диастола*). Различают три фазы сердечной деятельности (сердечный цикл, 0,8 с): сокращения предсердий (0,1 с), сокращения желудочков (0,3 с) и общая пауза — одновременное расслабление предсердий и желудочков (0,4 с).

Артерии — кровеносные сосуды, по которым кровь течёт от сердца.

Вены — кровеносные сосуды, по которым кровь течёт к сердцу.

Капилляры — мелкие сосуды, образующие связь между артериальной и венозной системами.

Большой круг кровообращения начинается от левого желудочка, по аорте, многочисленным артериям артериальная кровь идёт к органам и тканям, где происходит газообмен (кровь отдаёт кислород и питательные вещества, забирает углекислый газ и продукты распада). От органов и тканей по венам венозная кровь поступает в верхнюю и нижнюю полые вены, из них — в правое предсердие. ***Малый круг кровообращения***: из правого желудочка венозная кровь поступает в лёгочную артерию, делящуюся на две ветви (к правому и левому лёгкому). В лёгких кровь отдаёт углекислый газ и обогащается кислородом. Артериальная кровь по лёгочной вене поступает в левое предсердие.



Строение сердца

1 – плече-головной ствол аорты;
2 – верхняя полая вена;
3 – правая лёгочная артерия;
4 – правая лёгочная вена;
5 – правое предсердие;
6 – трёхстворчатый клапан (расположен в правом желудочке);
7 – сухожильные связки (препятствуют заворачиванию створок трёхстворчатого клапана в правое предсердие во время систолы желудочков);
8 – правый желудочек;
9 – нижняя полая вена (собирает венозную кровь от нижней части тела);
10 – левая общая сонная артерия;
11 – правая подключичная артерия;
12 – дуга аорты;
13 – левая лёгочная артерия;
14 – левая лёгочная вена;
15 – левое предсердие;
16 – полулунный клапан лёгочной артерии;
17 – полулунный клапан, аортальный (расположен между левым желудочком и аортой);
18 – митральный клапан (расположен между левым предсердием и левым желудочком);
19 – левый желудочек;
20 – межжелудочковая перегородка (предотвращает смешивание артериальной и венозной крови в сердце);
21 – аорта (самый большой непарный артериальный сосуд большого круга кровообращения).

Кровь — жидкая ткань, входящая в состав внутренней среды организма. У взрослого человека её количество составляет 5–6 л. Кровь на 55–60 % состоит из плазмы (жидкое межклеточное вещество) и на 40–45 % — из *форменных элементов*.

Эритроциты — красные кровяные тельца, без ядра, содержат гемоглобин (красный железосодержащий пигмент), функционируют до 120 суток. Образуются в красном костном мозге, функция — перенос кислорода и углекислого газа.

Лейкоциты — бесцветные клетки крови, имеющие ядро, разнообразны по форме и способны к амёбовидному движению и фагоцитозу. Различают зернистые (нейтрофилы, базофилы, эозинофилы) и незернистые (лимфоциты и моноциты) лейкопласты. Их процентное соотношение в крови — *лейкоцитарная формула*.

Тромбоциты — кровяные пластинки, не имеющие ядра, участвуют в процессе свёртывания крови. Образуются в красном костном мозге, функционируют 8–11 дней.

Группа крови — иммунологический признак крови, обусловленный специфическими антигенами эритроцитов, включённых в их мембраны. Система АВ0 была предложена К. Ландштейнером в 1900 г.

В зависимости от содержания агглютининов и агглютиногенов кровь человека делят на четыре группы:

α и β: первая (0), генотип — I^0I^0;

А и β: вторая (А), генотип — I^AI^A, I^AI^0;

α и В: третья (В), генотип — I^BI^B, I^BI^0;

А и В: четвёртая (АВ), генотип — I^AI^B.

Резус крови — антиген, находящийся на поверхности эритроцитов. Обнаружен в 1940 г. К. Ландштейнером и А. Вейнером.

Совместимость плазмы. В плазме группы I содержатся агглютинины α и β, и эту плазму можно вводить лишь в очень ограниченном объёме. Плазма IV (АВ) группы не содержит агглютинины, поэтому её можно переливать реципиентам любой группы.

Иммунитет — невосприимчивость, сопротивляемость организма к инфекциям и инвазиям чужеродных организмов (микроорганизмов), а также к воздействию чужеродных веществ, обладающих антигенными свойствами. Различают следующие виды иммунитета.

Врождённый является наследственным признаком данного вида.

Приобретённый активный возникает после перенесённого заболевания или после введения вакцины; пассивный развивается при введении в организм готовых антител в виде сыворотки или передаче их новорождённому с молоком матери или внутриутробно.

Лимфатическая система — часть сосудистой системы человека, дополняющая сердечно-сосудистую. Играет важную роль в обмене веществ и очищении клеток и тканей организма. Лимфатическая система незамкнутая и не имеет центрального насоса. Лимфа, циркулирующая в ней, движется медленно и под небольшим давлением.

Нервная система

Нервная система — совокупность нервных клеток (нейронов), их отростков и других структур нервной ткани организма. Подразделяется на центральную нервную систему (ЦНС), периферическую и органы чувств.

Периферическая нервная система — совокупность отходящих от ЦНС 31 пары спинномозговых (8 шейных, 12 грудных и 5 поясничных, 5 крестцовых и 1 копчикового) и 12 черепных нервов с корешками, их ветви, нервные окончания и ганглии. Различают *соматическую* (чувствительные и двигательные нервные волокна спинномозговых нервов, иннервирует кожу, скелетные мышцы, суставы, сухожилия) и *вегетативную* (скопления нервных клеток в среднем, продолговатом и спинном мозге, а также нервные узлы и нервные волокна, лежащие около работающих органов) нервную систему.

Вегетативная нервная система регулирует работу органов кровообращения,

выделения, размножения, обмен веществ, рост организма. Подразделяется на *симпатическую* (анатомически связана со спинным мозгом, где находятся тела первых нейронов, их отростки заканчиваются в нервных узлах вдоль позвоночника (вторые нейроны), отростки которых иннервируют работающий орган: сокращение мышц сердца, сужение сосудов, расширение зрачков, мобилизация организма на активную деятельность) и *парасимпатическую* (скопления нервных клеток в среднем и продолговатом мозге, крестцовом отделе спинного мозга, отходящими от них нервами, а также нервными узлами около работающего органа или в его стенке: слёзные, слюнные железы, бронхи, желудочно-кишечный тракт; способствует восстановлению запасов энергии, регулирует жизнедеятельность во время сна) нервные системы. Симпатическая и парасимпатическая нервные системы иннервируют одни и те же органы, но вызывают противоположный эффект.

Центральная нервная система представлена спинным и головным мозгом, главной функцией которого является осуществление рефлексов.

Рефлекс — реакция организма, реализуемая нервной системой в ответ на воздействие внешних и внутренних раздражителей.

Рефлекторная дуга: нервное окончание, воспринимающее раздражение (рецептор), — чувствительное нервное волокно, несущее возбуждение к ЦНС, — нервный центр, воспринимающий и перерабатывающий возбуждение, — вставочный нейрон, передающий ответную реакцию ЦНС на двигательный нейрон, — двигательный нейрон, передающий ответную реакцию на рабочий орган.

Спинной мозг расположен в позвоночном канале. Имеет вид сплошной мозговой трубки цилиндрической формы с полостью внутри — спинномозговым каналом. На поперечном срезе видно, что мозг состоит из серого (расположено внутри, имеет вид

бабочки) и белого (снаружи, образует шесть столбов: два передних, два боковых и два задних) вещества. От серого вещества отходят два передних (двигательные нейроны) и два задних (аксоны чувствительных нейронов) рога. Белое вещество — восходящие (от органов к головному мозгу) и нисходящие (от головного мозга на периферию) проводящие пути. Спинной мозг разделён на сегменты: шейные, грудные, поясничные, крестцовые (их число соответствует числу позвонков). Каждый сегмент содержит две пары нервов (передние и задние корешки) — 31 пара смешанных спинномозговых нервов. Главные функции спинного мозга — проводниковая и рефлекторная. В спинном мозге лежат рефлекторные центры: сгибательного, разгибательного и других рефлексов, центр сосудодвигательный, потоотделения, дыхания, мочеотделения, дефекации и половых функций.

Головной мозг — расширенная передняя часть спинного мозга, сложная по строению. Выделяют пять отделов: продолго-

ватый, задний, средний, промежуточный и передний (конечный).

Продолговатый мозг — нижний отдел головного мозга, расположенный над спинным. Стенки состоят из нервных волокон, идущих к высшим отделам головного мозга, ограничивают полость — четвёртый желудочек. В продолговатом мозге находятся центры, регулирующие дыхание, сердечно-сосудистую деятельность, пищеварение, обмен веществ.

Задний мозг — расположен между продолговатым и средним, включает мозжечок и варолиев мост. *Мозжечок* состоит из двух полушарий и средней части (червя). Снаружи полушария покрыты серым веществом, внутри находится белое. Обеспечивает координацию движений, тонус мышц, равновесие тела. *Варолиев мост* расположен под мозжечком, обеспечивает двустороннюю связь между продолговатым и средним мозгом (обеспечивает сложные двигательные акты, мышечный тонус, равновесие).

Средний мозг расположен между варолиевым мостом и промежуточным, состоит из четверохолмия и ножек моста. В толще проходит канал, соединяющий III и IV желудочки. Содержит центры ориентировочных рефлексов, регуляции мышечного тонуса, состояний бодрствования и сна.

Промежуточный мозг включает зрительные бугры, подбугорную (гипоталамус), надбугорную и забугорную области. Расположен под корой больших полушарий, работает под её контролем. Содержит центры всех видов чувствительности, желёз внутренней секреции, температуры тела, сна, памяти, инстинктивного поведения, психических реакций.

Передний мозг представлен корой больших полушарий (правое, левое — соединены мозолистым телом), разделённых продольной бороздой. Серое вещество лежит снаружи, образуя кору и подкорковые узлы. На поверхности полушарий выделяют доли: *лобную* (центры обоняния, вкуса, произвольных мышечных движений,

речи, критического мышления), *теменную* (регуляция телесной чувствительности, пространственной ориентации, центры речевой памяти и обучения), *височную* (центры слуха, обоняния, вкуса, контроль речи и памяти, оценка пространства), *затылочную* (центры зрения). Левое полушарие отвечает за абстрактное мышление (в нём находятся центры письменной и устной речи), правое — за образное. Белое вещество — проводящие пути, находящиеся внутри полушарий. В полушариях находятся I и II боковые желудочки с другими полостями — система сообщающихся полостей ЦНС, заполненных спинномозговой жидкостью.

Железы внутренней секреции

Железы внутренней секреции — специализированные органы, не имеющие выводных протоков и выделяющие вырабатываемые вещества (гормоны) непосредственно в кровь.

Гормоны — биологически активные вещества, выделяемые железами внутренней секреции, оказывают целенаправленное действие на другие органы и ткани. По химическом составу: *производные аминокислот* (тироксин, адреналин и др.), *белки и полипептиды* (инсулин, вазопрессин и др.) и *жироподобные или стероиды* (андрогены, эстрогены и др.).

Гуморальная регуляция — координация биохимических и физиологических процессов в организме с помощью гормонов.

Гипофиз расположен в основании черепа. Различают три доли:

• *переднюю* — гормон роста (стимулирует рост организма, недостаток гормона — карликовость, избыток — гигантизм

и акромегалия), тиреотропный (стимулирует работу щитовидной железы), адренокортикотропный (регулирует работу надпочечников), лактотропный (пролиферация роста молочной железы и секреция молока);

• *среднюю* — меланотропин (стимуляция синтеза пигмента меланина в клетках кожи), фолликулостимулирующий (у женщин — рост фолликулов, секреция эстрагенов и овуляция, у мужчин — опосредованная регуляция сперматогенеза, развитие семявыносящих канальцев);

• *заднюю* — вазопрессин (реадсорбция воды в почках, сосудосуживающее действие) и окситоцин (сокращение стенок матки, кишечника, желчного и мочевого пузыря).

Щитовидная железа расположена впереди от щитовидного хряща, перед гортанью. Вырабатывает йодсодержащие гормоны: тироксин и трийодтиронин, регулирующие обмен веществ. Избыток — базедова болезнь, недостаток у детей — кретинизм (задержка роста, полового

созревания, развития психики), у взрослых — микседема (снижение обмена веществ, отёчность, замедление речи, мышления, общая апатия).

Надпочечники расположены в верхних концах почек, состоят из мозгового вещества (адреналина и норадреналина) и коры, которая вырабатывает три группы гормонов: *минералокортикоиды* (альдостерон, кортикостерон — регуляция минерального обмена); *глюкокортикоиды* (гидрокортизон, кортизон — регуляция белкового, жирового и углеводного обмена); *половые гормоны* (андрогены, эстрогены — регуляция деятельности половых органов). Нарушение секреции кортикостероидов — бронзовая болезнь.

Поджелудочная — железа смешенной секреции. Островки Лангерганса продуцируют инсулин и глюкагон (углеводный обмен). Нарушение секреции — диабет.

Яичники — железа смешенной секреции. Гормоны: эстрадиол (половая дифференцировка у эмбриона, развитие половых

органов, половое поведение, анаболическое действие, пролиферация эпителия слизистой матки) и прогестерон (подготовка слизистой матки к принятию плода, нормальное протекание беременности).

Семенники (яички) — железа смешенной секреции. Вырабатывает тестостерон (половая дифференцировка плода, развитие половых органов, половое поведение).

Эпифиз продуцирует мелатонин (выработка и концентрация пигмента в клетках, влияет на половое созревание) и серотонин (терморегуляция, регуляция сна, поведения, двигательной активности желудка, кишечника, выделение слизи).

Тимус (вилочковая железа). Гормон — тимозин (регуляция нервно-мышечной передачи, углеводного обмена, обмена кальция).

Анализаторы

Анализаторы — совокупность нервных образований, воспринимающих и анализирующих раздражение. В анализаторе различают: периферическую (воспринимающий раздражение рецептор), проводниковую (чувствительные нервы, передающие возбуждение от рецептора в ЦНС) и центральную (определённая зона коры больших полушарий, где происходит анализ возбуждения) части.

Орган зрения (глаз) расположен в глазнице черепа, имеет шаровидную форму. Защищён веками. Имеет слёзную железу — выделяемая жидкость увлажняет, согревает глаз, удаляет посторонние частицы.

Стенки глазного яблока образованы тремя оболочками: *наружной* (белочная, склера — плотная непрозрачная, придаёт форму глазу, в передней части имеет роговицу); *средней* (сосудистая, густая сеть капилляров, в передней части образует радужку); *сетчаткой* (содержит светочувствительные рецепторы: *палочки* (восприятие

света, сумеречное зрение) и *колбочки* (цветовосприятие, дневное зрение). *Жёлтое пятно* — место наибольшего скопления колбочек (наилучшего видения).

От светочувствительных рецепторов (периферический отдел) отходят нервные волокна, образуя зрительный нерв (проводниковая часть). По зрительному нерву возбуждение передаётся в зрительный центр в затылочной доле коры больших полушарий (центральная часть), где и происходит различение раздражителя.

За роговицей находится передняя камера глаза (заполнена жидкостью), задняя стенка — радужка (содержит пигменты), в её центре имеется отверстие — *зрачок* (рефлекторно сужается и расширяется, пропускает свет), за ним находится прозрачный, эластичный *хрусталик*, в форме двояковыпуклой линзы. Его кривизна регулируется *ресничной мышцей*. Пространство между хрусталиком и сетчаткой заполнено прозрачной студенистой массой — *стекловидным телом*.

Орган слуха. ***Наружное ухо*** состоит из ушной раковины (улавливает звуковые волны, направляет их в слуховой проход) и наружного слухового прохода. В месте соединения слухового прохода и среднего уха натянута тонкая соединительнотканная мембрана — *барабанная перепонка*.

Среднее ухо — небольшая камера (барабанная полость), в которой находятся три последовательно соединённых косточки: *молоточек* (соприкасается с барабанной перепонкой), *наковальня и стремечко* (соединено с перепонкой, закрывающей отверстие — *овальное окно*, ведущее во внутреннее ухо). Слуховые косточки передают звуковые колебания через полость среднего уха. Соединено с носоглоткой слуховой (евстахиевой) трубой, служащей для уравнивания давления по обе стороны барабанной перепонки.

Внутреннее ухо состоит из костного и перепончатого лабиринта. Различают слуховую часть и *орган равновесия* (три полукружных канала с отолитами, раздражающих волосковые клетки при наклоне головы). Слуховая часть (улитка) — спи-

рально закрученная костная трубка, полость которой разделена на три канала (заполнены жидкостью), костный выступ и основная мембрана (расположены рецепторы — кортиев орган). Периферическая часть — ухо, проводниковая — слуховой нерв, центральная — слуховая зона на наружной поверхности височной доли.

Орган осязания объединяет несколько видов чувствительности, так как на коже находятся различные рецепторы (температурные, прикосновения, давления, раздражения) — периферическая часть. Возбуждение по чувствительным нервам (проводниковая часть) передаётся в центральную часть анализатора, расположенную в теменной доле коры.

Орган вкуса образован рецепторами на сосочках языка. Вкусовая зона расположена в височной доле коры.

Рецепторы *органа обоняния* находятся в эпителии верхней части носовой полости. Центральная зона — височная доля коры.

Высшая нервная деятельность

Высшая нервная деятельность — деятельность высших отделов ЦНС, обеспечивающая наиболее совершенное приспособление к окружающей среде. Структурную основу составляет кора больших полушарий вместе с подкорковыми образованиями переднего и промежуточного мозга.

Безусловный рефлекс — врождённые, стереотипные реакции организма, генетически закреплённые и осуществляемые с помощью нервной системы. Сформированы в процессе эволюции вида (мигание, кашель, чихание и др.).

Условные рефлексы — индивидуально приобретённые приспособительные реакции организма, формирующиеся на основе образования временной связи между раздражителем и рефлекторным актом (основа обучения, воспитания, развития речи, мышления, навыков трудовой, творческой деятельности человека).

Память — особое свойство мозга, вид умственной деятельности, способность со-

хранять, накапливать и воспроизводить информацию.

Мышление — активный процесс отражения объективного мира в понятиях и суждениях, высший продукт особым образом организованной материи — мозга.

Речь — форма общения людей посредством языковых конструкций. Процесс речи предполагает формирование и формулирование мыслей языковыми (речевыми) средствами, а также восприятие языковых конструкций и их понимание.

Эмоции — эмоциональный процесс средней продолжительности, отражающий субъективное оценочное отношение к существующим или возможным ситуациям.

Положительные — интерес, любовь, надежда, радость, счастье, удовольствие и др.; *отрицательные* — боль, грусть, горе, гнев, злость, отвращение, печаль, ревность и т. д. Сочувствие — положительная эмоция с точки зрения социума, отрицательная для организма. Злорадство — отрицательная эмоция с точки зрения социума, положительная для организма.

5.3. Гигиена и здоровье

Гигиена — область медицины, изучающая влияние условий жизни и труда на здоровье человека и разрабатывающая меры профилактики заболеваний, обеспечения оптимальных условий существования, сохранения здоровья и продления жизни.

Здоровье — состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов. Различают: *физическое* (нормальное функционирование всех систем и органов человека), *психическое* (определяется состоянием головного мозга, его процессами: мышлением, вниманием, памятью, эмоциональной устойчивостью, волей) и *нравственное* (определяется моральными принципами человека, жизнь в обществе) здоровье.

Здоровый образ жизни направлен на профилактику болезней и укрепление здоровья.

Формирование образа жизни осуществляется на трёх уровнях:

• социальном: пропаганда, информационно-просветительская работа;

• инфраструктурном: конкретные условия в основных сферах жизнедеятельности (наличие свободного времени, материальных средств), профилактические учреждения, экологический контроль;

• личностном: система ценностных ориентиров человека.

Инфекция — внедрение и размножение в организме болезнетворных микроорганизмов (бактерий, грибов, простейших), а также вирусов, прионов. Различные виды взаимодействия чужеродных микроорганизмов с организмом человека.

Травма — физическое повреждение организма под воздействием внешних факторов. Различают механические, термические (ожоги, обморожения), химические травмы, баротравмы (под действием изменений атмосферного давления), электротравмы, а также комбинированные травмы.

6. Эволюция живой природы

6.1. Вид и популяция

Вид — совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфологических, физиологических и биохимических особенностей, способных свободно скрещиваться и давать плодовитое потомство, приспособленных к определённым условиям среды и занимающих определённый ареал.

Критерии вида — эволюционно устойчивые диагностические признаки, характерные для одного вида, но отсутствующие у других:

• *морфологический* — комплекс морфологических признаков, отличающих один вид от другого. Исключение: виды-двойники;

• *географический* — территориальные различия, каждый вид занимает определённую территорию или акваторию (ареал). Ареалы разных видов могут перекрываться;

• *экологический* — каждый вид характеризуется своими собственными отношениями со средой обитания.

Популяция — совокупность свободно скрещивающихся особей одного вида, длительно существующих на определённой части ареала и относительно обособленных от других популяций.

Каждая популяция характеризуется плотностью (количество особей на единицу площади), численностью (общее количество особей популяции), возрастным составом (соотношение молодых, зрелых и старых особей).

Микроэволюция — совокупность эволюционных процессов, протекающих внутри вида и приводящих к образованию новых.

Видообразование — возникновение новых биологических видов и изменение их во времени и пространстве.

Способы видообразования: 1) *аллопатрический (географический)* — возникновение нового вида в результате распада ареала родительского вида вследствие территориальной изоляции; 2) *симпатрический* — возникновение нового вида в пределах ареала материнского вследствие изменений среды, мутаций, хромосомных перестроек, приводящих к генетической изоляции.

В основе видообразования лежит: 1) расхождение признаков — **дивергенция**, способствующая возникновению множества новых форм, отличающихся по ряду признаков; 2) прямое преобразование одного вида в другой (*филетическое видообразование*); 3) гибридизация двух видов (чаще используется для целей селекции).

6.2. Эволюционные идеи и теории

Додарвиновский период

Аристотель — принцип *градации*, классификация организмов по степени сложности их организации, построение «лестницы существ».

Эпоха Возрождения (XIV–XVI вв.) — накопление фактического материала по изучению растений и животных; изобретение микроскопа.

Ш. Бонне (середина XVIII в.) — вариант «лестницы», на ступенях которой последовательно расположены: растения, насекомые, черви, рыбы, птицы, млекопитающие, обезьяны и человек (не связана с идеей развития природы).

Конец XVIII в. — развитие *трансформизма* — идеи об изменении и превращении форм организмов, происхождении одних видов от других (Ж. Бюффон, Э. Ж. Сент-Илер, К. Ф. Рулье и др.) — зарождение первых эволюционных гипотез. ***Ж. Б. Ламарк*** *(1809 г.)* — попытка объяснить причины и движущие силы эволюционного процесса.

Учение Ч. Дарвина

Эволюционная теория Ч. Дарвина *(1859 г.)* — определены движущие силы эволюционного процесса, вскрыта его сущность и выстроена убедительная система доказательств эволюции.

Выделяют следующие движущие силы эволюции:

• ***Наследственность и изменчивость*** — общие свойства всех живых существ. *Наследственная изменчивость* обеспечивает появление у организмов принципиально новых признаков и передачу их последующим поколениям.

• ***Борьба за существование*** — конкурирующие взаимодействия организмов и влияние факторов неживой природы. ***Формы***: *внутривидовая* (конкуренция между особями одного вида), *межвидовая* (взаимодействие особей разных видов) и *взаимодействие организмов с неживой природой*.

Итогом борьбы за существование является *естественный отбор* — выживают наиболее приспособленные, как резуль-

тат — накапливаются признаки, полезные для данного вида.

• ***Естественный отбор*** — сохранение полезных индивидуальных различий или изменений и уничтожение вредных. Отбор всегда идёт по фенотипам: точкой отбора является конкретный результат реализации генотипа в виде определённого признака или свойства.

Выделяют следующие формы естественного отбора:

• *Движущий отбор* — отсев мутаций с одним средним значением признака, которые заменяются мутациями с другим средним значением признака в изменённых условиях.

• *Стабилизирующий отбор* — поддержание среднего значения в относительно постоянных условиях среды, выбраковка мутационных отклонений от ранее сформировавшейся нормы.

• *Разрывающий (дизруптивный) отбор* — благоприятствует более чем одному фенотипу и направлен против средних форм, формируется несколько фенотипических групп.

Половой отбор — естественный отбор, касающийся признаков особей одного пола (демонстрация оперения или силы).

Индивидуальный отбор — дифференцированное размножение отдельных особей, обладающих преимуществами в борьбе за существование в пределах популяции.

Групповой отбор даёт преимущественное размножение особей какой-либо группы, соревнующейся с другими группами в создании и поддержании целостности надорганизменных систем.

Искусственный отбор — человек сознательно отбирает особей с полезными (для него) свойствами, осуществляет скрещивание, получает потомство и вновь производит отбор по данным признакам. ***Формы:*** *бессознательный* (сохранение и размножение наиболее ценных для человека признаков организма за счёт массовой выбраковки менее продуктивных особей); *сознательный* (*методический*) *отбор* (человек осмысленно выбирает именно те формы организмов, которые ему нужны, и сам конструирует их параметры).

Синтетическая теория эволюции

Синтетическая теория эволюции в её нынешнем виде образовалась в результате переосмысления ряда положений классического дарвинизма с позиций генетики начала XX в. (учение Дарвина приобрело прочный генетический фундамент).

В статье «О некоторых моментах эволюционного процесса с точки зрения современной генетики» *(1926 г.)* ***С. С. Четвериков*** показал совместимость принципов генетики с теорией естественного отбора и заложил основы эволюционной генетики. В работах Дж. Холдейна, Н. В. Тимофеева-Ресовского и Ф. Г. Добржанского идеи, выраженные С. С. Четвериковым, распространились на Западе, где почти одновременно Р. Фишер высказал очень сходные взгляды о эволюции доминантности.

В *1949 г.* ***Дж. Симпсон*** предложит термин «синтетическая теория эволюции».

6. Эволюция живой природы

Основные положения:

1) элементарной единицей эволюции считается локальная популяция;

2) материал эволюции — мутационная и рекомбинационная изменчивость;

3) естественный отбор — главная причина развития адаптаций, видообразования и происхождения надвидовых таксонов;

4) дрейф генов и принцип основателя выступают причинами формирования нейтральных признаков;

5) вид есть система популяций, репродуктивно изолированных от популяций других видов, каждый вид экологически обособлен;

6) видообразование заключается в возникновении генетических изолирующих механизмов и осуществляется преимущественно в условиях географической изоляции.

6.2. Эволюционные идеи и теории

Факторы эволюции

Элементарными факторами эволюции являются:

• ***Мутация*** — элементарный эволюционный материал, обновляющий генофонд, основной источник резерва наследственной изменчивости популяции, увеличивающий генетическую гетерогенность популяции вследствие сохранения рецессивных мутаций в гетерозиготах, основа для действия естественного отбора.

• ***Популяционные волны*** — колебания численности популяции под действием факторов среды. Их действие предполагает случайное уничтожение особей, в результате редкий до колебания численности генотип может стать обычным и быть подхваченным естественным отбором. Поставщик эволюционного материала. *Дрейф генов* — случайное изменение генных частот в небольшой, полностью изолированной популяции, при этом частота аллелей в популяции из поколения в поколение несколько варьируется.

• ***Рекомбинация*** генетического материала является причиной появления новых сочетаний генов, которые могут иметь приспособительное значение. Под действием естественного отбора может привести к изменению генетической структуры популяции.

• ***Изоляция*** — возникновение различных преград к панмиксии (свободному скрещиванию), закрепляет и усиливает начальные стадии генотипической дифференцировки. Различают: пространственную (географические барьеры, большие расстояния) и биологическую (различия во времени половой активности, строении полового аппарата, созревания половых продуктов и др.) изоляцию.

• ***Естественный отбор*** по Ч. Дарвину — сохранение особей с полезными и гибель с вредными индивидуальными отклонениями.

6.3. Доказательства эволюции

1) Сравнительно-анатомические.

Гомологичные органы — органы разных организмов, имеющие сходное строение и развитие из одинаковых эмбриональных зачатков, но выполняющие различные функции (передняя конечность позвоночных, видоизменение листа).

Аналогичные органы — внешне схожие органы или их части, происходящие из различных исходных зачатков и имеющие неодинаковое внутреннее строение.

Атавизм — развитие признака, присущего далёкому предку и в норме не встречающегося у современных форм (у человека появление хвоста, многососковость).

Рудименты — органы, утратившие свою функцию, но сохраняющиеся в зачаточном состоянии (аппендикс человека).

2) Эмбриологические.

Закон зародышевого сходства (К. М. Бэр): на ранних стадиях зародыши всех позвоночных сходны между собой, более развитые формы проходят этапы развития более

примитивных форм. Только в более поздних фазах появляются признаки класса, затем отряда, семейства, рода, вида и особи. В эмбриональном развитии организмы имеют признаки своих эволюционных предков.

Биогенетический закон Геккеля–Мюллера — индивидуальное развитие особи (онтогенез) кратко повторяет историческое развитие вида (филогенез).

3) Палеонтологические.

Ископаемые остатки и отпечатки (окаменелости) древних организмов показывают, как шла их эволюция; ***филогенетические ряды*** (ряды видов, последовательно сменявших друг друга в процессе эволюции); ***переходные формы*** (латимерия — происхождение земноводных от рыб; стегоцефал — рептилий от амфибий; археоптерикс — птиц от рептилий).

4) Биогеографические.

Биоразнообразие вулканических островов: очень бедное вследствие географической изоляции; содержит много эндемиков. Биоразнообразие островов, отколовшихся

от материка, очень схоже с таковым материка; чем раньше произошло отделение, тем больше отличия. В Австралии эволюция шла своим путём.

5) Молекулярно-генетические и биохимические.

Все живые организмы на Земле обладают клеточным строением, общими принципами генетического кодирования наследственной информации, биосинтеза белков, энергетического обмена, использования АТФ как универсального носителя энергии.

Адаптация — приспособление организма к внешним условиям в процессе эволюции, включая морфофизиологическую и поведенческую составляющие. Любое приспособление возникает в результате длительного отбора случайных, фенотипически проявившихся мутаций, полезных виду.

Адаптации могут быть *организменными*, присущими каждому конкретному организму данного вида и позволяющими выживать в определённых условиях среды, и *видовыми*,

направленными на существование вида как целостной системы.

Организменные адаптации:

• *Морфологические* — все средства пассивной защиты организма, наличие которых определяет большую вероятность сохранения жизни особи в борьбе за существование.

• *Физиологические* — устойчивость физиологических параметров.

• *Биохимические* адаптации охватывают все биохимические процессы.

• *Поведенческие* (этологические) адаптации включают в себя всё многообразие форм поведения, направленного на выживание организмов.

Видовые адаптации: группа морфофизиологических и поведенческих признаков особей и особенностей организации вида, обеспечивающих размножение и существование его как целостной системы.

6.4. Макроэволюция

Макроэволюция органического мира — процесс формирования крупных систематических единиц: из видов — новых родов, из родов — новых семейств и т. д.

Основные типы эволюционного процесса:

• *Дивергенция* — расхождение признаков в процессе эволюции, приводящее к образованию новых форм или таксонов организмов от общего предка.

• *Конвергенция* — независимое возникновение сходных признаков у организмов, не родственных друг другу, или у органов, имеющих в эмбриональном развитии различное происхождение, но выполняющих сходные функции.

• *Параллелизм* — конвергентное сходство появляется независимо друг от друга у разных групп, бывших когда-то близкими.

• *Филогенез* — последовательное изменение исходного вида через ряд промежуточных видов без образования боковых ветвей (эволюция современной лошади).

Разработке проблемы главных направлений эволюционного процесса были посвящены работы ***И. И. Шмальгаузена*** и ***А. Н. Северцова***.

Биологический прогресс — возрастание приспособленности потомков по сравнению с предками, что способствует увеличению численности вида, расширению его ареала, образованию новых разновидностей и видов.

Ароморфоз — усложнение строения и функций организма, обусловливающих повышение строения общего уровня его организации и жизнеспособности (четырёхкамерное сердце обеспечило теплокровность и расцвет птиц и млекопитающих).

Идиоадаптация — частные приспособления к условиям среды, обеспечивающие освоение новых мест обитания организмов и существование их в конкретных условиях внешней среды.

Общая дегенерация — упрощение организации, чаще всего в результате редукции каких-либо органов и частей тела, что приводит к узкой специализации.

Противоположен биологическому прогрессу ***биологический регресс*** (по всем критериям), который приводит к снижению уровня приспособленности к условиям обитания.

Гипотезы возникновения жизни: 1) *креационизм* (жизнь создана сверхъестественным существом в результате акта творения, то есть Богом; 2) *гипотеза стационарного состояния* (жизнь существовала всегда); 3) *гипотеза самопроизвольного зарождения жизни (биогенеза)* (основывается на идее многократного возникновения жизни из неживого вещества); 4) *гипотеза панспермии* (жизнь во Вселенной существует вечно); 5) в гипотезе ***биохимической эволюции (Опарина — Холдейна)*** выделяют следующие *этапы*:

1. Геохимическая эволюция планеты Земля, синтез простейших соединений CO_2, NH_3, H_2O и т. д., переход воды в жидкое состояние в результате постепенного охлаждения Земли. Эволюция атмосферы и гидросферы.

2. Образование из неорганических соединений органических веществ — аминокислот — и их накопление в первичном океане в результате электромагнитного воздействия Солнца, космического излучения и электрических разрядов.

3. Постепенное усложнение органических соединений и образование белковых структур.

4. Выделение белковых структур из среды, образование водных комплексов и создание вокруг белков водной оболочки.

5. Слияние таких комплексов и образование коацерватов, способных обмениваться веществом и энергией с окружающей средой.

6. Поглощение коацерватами металлов, что привело к образованию ферментов, ускоряющих биохимические процессы.

7. Образование гидрофобных липидных границ между коацерватами и внешней средой, что привело к образованию полупроницаемых мембран.

8. Выработка в ходе эволюции у этих образований процессов саморегуляции и самовоспроизведения.

6.5. Человек как вид

Антропология — наука о происхождении и эволюции человека.

Теория творения (креационизм) — человек сотворён Богом.

Теория внешнего вмешательства — появление людей на Земле так или иначе связано с деятельностью иных цивилизаций.

Теория пространственных аномалий — антропогенез как элемент развития гуманоидной триады «материя — энергия — аура».

Эволюционная теория предполагает, что человек произошёл от высших приматов (человекообразных обезьян) путём постепенного видоизменения под влиянием внешних факторов и естественного отбора.

Как биологический вид человек относится к типу хордовых, подтипу позвоночных, классу млекопитающих, отряду приматов, роду — *Homo*, виду — *Sapiens* — человек разумный.

Общие **предки человека** и современных человекообразных обезьян — парапитеки.

Исходная форма: **австралопитеки** (Центральная, Восточная Африка, Южная Азия, 9–2 млн лет назад) — рост 120–140 см, объём черепа 500–600 $см^3$; хождение на двух ногах, мясная пища.

Древнейшие люди: **питекантропы** (Африка, Средиземноморье, о. Ява, 700–27 тыс. лет назад) — рост 150 см, объём мозга 900–1000 $см^3$, лоб низкий, с надбровным валиком; стадный образ жизни.

Синантроп (Китай, 900–400 тыс. лет назад) — рост 150–160 см, объём мозга 850–1220 $см^3$; стадный образ жизни, строили укрытия, использовали огонь.

Древние люди: **неандертальцы** (Европа, Африка, Средняя Азия, 140–24 тыс. лет назад) — рост 155–165 см, объём мозга 1400–1740 $см^3$, извилин мало, лоб низкий, с надбровным валиком; жили в пещерах.

Современные люди: **кроманьонцы** (повсеместно, 40–12 тыс. лет назад) — рост примерно 180 см, объём мозга 1400–

1900 см^3, лоб высокий, без валика, выступающий подбородок; родовые общества.

Человеческие расы — исторически сложившиеся группы людей, объединённых общностью происхождения, которая выражается в схожих наследственных второстепенных внешних физиологических особенностях.

Три основные расы: европеоидная, монголоидная, экваториальная.

Гипотезы происхождения человеческих рас: согласно теории ***полицентризма***, современные расы человека возникли в результате длительной параллельной эволюции нескольких филетических линий на разных материках. С позиций ***моноцентризма*** современные человеческие расы сформировались относительно поздно, 30-35 тыс. лет назад, в процессе расселения неоантропов из области их возникновения; существуют ***компромиссные*** концепции, допускающие расхождение филетических линий, ведущих к разным большим расам, на различных стадиях антропогенеза.

7. Экосистемы

7.1. Основные понятия экосистемы

Экология — наука, изучающая взаимоотношения организмов между собой и со средой обитания.

Условия существования — совокупность жизненно необходимых факторов среды, без которых живые организмы не могут существовать (свет, вода и др.).

Экологические факторы

Экологические факторы — любые факторы среды, на которые организм реагирует приспособительными реакциями.

Выделяют следующие экологические факторы:

- **Абиотические (факторы неживой природы)**

Температура: Приспособления к колебаниям температуры: *миграции* — переселения в более благоприятные условия, *анабиоз* — состояние резкого угнетения жизненных процессов — видимые про-

явления жизни временно прекращаются (спячка, споры). ***Правило Бергмана*** — теплокровные животные в холодных зонах имеют бóльшие размеры тела, чем их сородичи в тёплых местообитаниях. ***Правило Аллена*** — выступающие части (клювы, хвосты) увеличиваются при продвижении к югу.

Свет: *светолюбивые*; *тенелюбивые (сциофиты)*; *теневыносливые (факультативные гелиофиты)*. ***Фотопериодизм*** — реакция организма на длину дня (организмы короткого и длинного дня).

Влага: *гидрофиты* — водные растения; *гигрофиты* — растения влажных местообитаний; *мезофиты* — растения нормальных условий влажности; *ксерофиты* — растения сухих местообитаний.

• Биотические (факторы живой природы)

Взаимоотношения организмов одного вида: *внутривидовая конкуренция* — взаимодействие между особями одного вида за один и тот же ресурс, который имеется в ограниченном количестве; *кооперация* — сотрудничество (стадный образ жизни).

Взаимоотношения организмов разных видов:

• *межвидовая конкуренция* — взаимодействие между особями разных видов, имеющих сходные потребности (в пище, местах гнездования);

• *хищничество* — взаимодействие, при котором один организм (хищник) использует в пищу другой организм (жертву);

• *симбиоз* — совместное существование двух видов организмов.

Формы симбиоза: 1) комменсализм (рыбы-прилипалы); 2) мутуализм (сожительство, выгода друг от друга (клубеньковые бактерии)); 3) паразитизм (паразит питается за счёт хозяина); 4) нейтрализм (два вида существуют на одной территории («соседи»), но не взаимодействуют друг с другом).

Факторы и среда

Антропогенные (факторы человеческой деятельности)

Положительное воздействие — разумное преобразование природы (посадка лесов, создание заповедников и т. д.).

Отрицательное воздействие — изменение структуры земной поверхности, состава атмосферы, круговорота веществ и др.

Правило оптимума: для экосистемы, организма или определённой стадии его развития имеется диапазон наиболее благоприятного (оптимального) значения фактора. *Эврибионты* — организмы, для которых зона оптимума имеет значительный диапазон. *Стенобионты* — организмы с узким диапазоном адаптации к факторам среды.

Правило взаимодействия факторов: одни факторы могут усиливать или смягчать силу действия других (избыток тепла может смягчаться пониженной влажностью воздуха).

Правило лимитирующих факторов: фактор, находящийся в недостатке или избытке, отрицательно влияет на организмы, ограничивает возможность проявления силы действия других факторов, в том числе и находящихся в оптимуме.

7.2. Экосистема: компоненты, структура, цепи питания

Структура экосистемы

Экосистема (биогеоценоз) — сообщество живых организмов и среды их обитания, составляющее единое целое на основе пищевых связей и способов получения энергии.

Компоненты:

• ***Продуценты*** — автотрофные организмы, которые преобразуют энергию Солнца в энергию органических соединений.

• ***Консументы*** — гетеротрофные организмы, использующие готовые органические вещества как источник энергии, необходимой для их жизнедеятельности (животные, паразитические грибы и бактерии, растения-хищники и растения-паразиты).

• ***Редуценты*** — гетеротрофные микроорганизмы и грибы, разлагающие органические вещества до неорганических.

Видовая структура экосистемы — совокупность видов растений и животных, образующих данный биогеоценоз.

7.2. Структура, цепи питания

Популяции разных видов в экосистеме образуют ***пространственную структуру***. Различают вертикальную и горизонтальную структуры экосистемы. Основу *вертикальной структуры* формирует растительность. *Ярусность* — разделение сообщества как в надземном, так и в подземном пространстве на этажи. Надземная ярусность позволяет лучше использовать свет, подземная — воду и минеральные вещества. Животные экосистем приспособлены к жизни в том или ином растительном ярусе.

Цепи питания — цепи взаимосвязанных видов, последовательно извлекающих органическое вещество и энергию из исходного пищевого вещества. Каждое предыдущее звено является пищей для следующего.

Сети питания — сложившиеся в процессе эволюции взаимоотношения в экосистемах, при которых многие компоненты питаются разными объектами.

Экологическая пирамида — закономерность, отражающая соотношение по пищевым уровням продуцентов и консументов различного порядка.

Пирамида энергии — закономерность, согласно которой поток энергии постепенно уменьшается и обесценивается при переходе от звена к звену в цепи питания.

Пирамида биомассы — закономерность, согласно которой каждый последующий пищевой уровень имеет массу в 10 раз меньшую, чем предыдущий.

Пирамида чисел — экологическая пирамида, отражающая число особей на каждом пищевом уровне. Главная тенденция — уменьшение числа особей от звена к звену.

Саморегуляция экосистемы — способность к восстановлению и поддержанию внутреннего равновесия биологического круговорота веществ в биогеоценозе после какого-либо природного или антропогенного влияния (урагана, пожара, наводнения и др.).

Круговорот веществ — естественное циклическое движение химических элементов от одного компонента биосферы к другому, поддерживаемое потоком солнечной радиации. Основным средством

этого круговорота являются пищевые связи живых организмов.

Смена биогеоценозов — преемственное естественное поступательное развитие экологической системы, при котором один биоценоз сменяется другим (на месте лесов образуются болота, на месте болот — луга). Это происходит потому, что жизнедеятельность видов постепенно изменяет их собственную среду обитания.

Закон Эшби: стабильность и устойчивость экосистемы тем выше, чем больше видовое разнообразие. Для экосистемы с низкой устойчивостью характерны вспышки численности отдельных видов.

Агроценозы — биогеоценозы, созданные человеком. Они обладают определённым видовым составом и определёнными взаимоотношениями с условиями среды (поля, пастбища, сенокосы, лесные посадки, парки, сады). Агроценозы не способны к саморегуляции, так как число составляющих их видов ограничено. Обладают малой устойчивостью, ведущая роль искусственного отбора.

7.3. Биосфера

Биосферой называют совокупность всех живых организмов нашей планеты и те области геологических оболочек Земли, которые заселены живыми существами и подвергались в течение геологической истории их воздействию. *Границы биосферы:* биосфера включает верхнюю часть литосферы, всю гидросферу и нижнюю часть атмосферы.

Живое вещество — совокупность живых организмов (биомассы) Земли. Представляет собой открытую систему, для которой характерны рост, размножение, распространение, обмен веществ и энергии с внешней средой, накопление энергии и передача её в цепях питания.

Функции:

• *Энергетическая* (поглощение солнечной энергии при фотосинтезе и химической энергии при разложении энергонасыщенных веществ, передача энергии по пищевым цепям).

• *Деструктивная* (разложение, минерализация мёртвого органического вещества, химическое разложение горных пород, вовлечение образовавшихся минералов в биотический круговорот).

• *Концентрационная* (биогенная миграция атомов, которые концентрируются в живых организмах, а после их отмирания переходят в неживую природу — рассеивающая функция).

• *Средообразующая* (преобразование физико-химических параметров среды в результате процессов жизнедеятельности в условиях, благоприятных для существования организмов).

Общая биомасса живого вещества составляет от 1800 до 2500 млрд т. Более 90 % приходится на биомассу наземных растений (фитомассу), остальное — на водную растительность и гетеротрофные организмы. Географическое распределение автотрофных организмов крайне неравномерно: оно зависит от количества тепла и влаги. Главные запасы фитомассы

приходятся на тропические области (более 55 %), где они достигают 650 т/га. В полярных и пустынных областях запасы фитомассы составляют всего 1–2 %, обычно не превышая 1–2 т/га.

Биомасса гетеротрофных организмов суши во много раз меньше биомассы растений. В разных биогеоценозах она составляет от 0,05 % до 5 % (в среднем 2–3 %) всей биомассы.

Биомасса Мирового океана существенно меньше, чем биомасса суши, здесь наблюдается обратное соотношение запасов биомассы растений и животных. Фитомасса (водоросли и фитопланктон) составляет всего около 0,2–0,3 млрд т, в то время как зоомасса достигает 5–6 млрд т.

По ***В. И. Вернадскому*** **ноосфера** — новый этап в развитии биосферы, при котором должно происходить разумное регулирование отношений человека и природы. **Эволюция биосферы** сопряжена с эволюцией форм жизни на нашей планете.

7.3. Биосфера

В. И. Вернадский выделял *три этапа развития биосферы*:

1. Возникновение жизни и первичной биосферы. Ведущие факторы — геохимические и климатические изменения на Земле.

2. Усложнение структуры биосферы в результате появления эукариот. Движущий фактор — биологическая эволюция.

3. Возникновение человека, человеческого общества и постепенное превращение биосферы в ноосферу.

На первых этапах эволюции человека его деятельность не наносила заметного вреда окружающей среде, так как извлекаемые им средства существования восстанавливались естественным путём, а продукты жизнедеятельности человека вовлекались в биологический круговорот веществ. По мере увеличения численности людей и развития цивилизации наращивались темпы использования природных ресурсов, что нарушило равновесие в биосфере. Человечество стало мощным экологическим фактором, перестраивающим биосферу в интересах общества.

БИОЛОГИЯ

Карманный справочник

В карманном справочнике вы найдете все самые основные темы, термины, понятия по биологии.

Теперь готовиться к урокам, контрольным, а также ОГЭ и ЕГЭ намного проще!

Справочник сэкономит время на поиске нужной информации, удобный формат позволит носить его с собой в кармане и заниматься в любое время.

ВОЗЬМИ С СОБОЙ!

ISBN 978-5-699-76817-2