

В. Ю. Джамеев

# ЕГЭ

## СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

# БИОЛОГИЯ



QR-коды

QR-коды с подробными ответами  
к заданиям и дополнительной  
информацией по каждой теме



В. Ю. Джамеев

**ЕГЭ**

**СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ  
СПРАВОЧНИК**

**БИОЛОГИЯ**



**МОСКВА  
2019**

УДК 57(03)  
ББК 28я721  
Д40

**Джамеев, Вадим Юрьевич.**  
Д40 Биология / В.Ю. Джамеев. — Москва : Эксмо, 2019. — 320 с. — (ЕГЭ. Супермобильный справочник).

ISBN 978-5-04-097502-0

Справочник содержит систематизированное изложение всех тем, проверяемых на ЕГЭ по биологии, и тренировочные задания для самоконтроля. К каждой теме приводятся QR-коды с дополнительной информацией для углублённого изучения и подробными ответами ко всем заданиям. Использование QR-кодов значительно упростит процесс подготовки к ЕГЭ и позволит учащимся получить большой объём информации, сэкономив время на её поиске.

Адресовано учащимся 10—11-х классов для подготовки к ЕГЭ по биологии.

**УДК 57(03)  
ББК 28я721**

**ISBN 978-5-04-097502-0**

© Джамеев В.Ю., 2019  
© Оформление. ООО «Издательство  
«Эксмо», 2019



## УВАЖАЕМЫЙ ЧИТАТЕЛЬ!

В ваших руках — современный справочник по биологии, который поддержит вас при обучении в 5–11 классах, поможет сдать экзамены в школе и поступить в вуз. В справочнике дан краткий разбор всех тем, изучаемых в школьном курсе биологии. По каждой теме приводятся биологические термины с кратким комментарием. В справочнике представлено 136 заданий, предназначенных для самостоятельного решения при подготовке к сдаче единого государственного экзамена (ЕГЭ). Ответы к задачам даны в конце книги, а QR-коды к задачам позволят ознакомиться с их подробным решением. Путеводителем по определениям и понятиям послужит предметный указатель.

Современный мобильный справочник поможет вам:

- подготовиться к сдаче ЕГЭ по биологии;
- написать доклад;
- подготовиться к уроку, контрольной или самостоятельной работе;
- быстро найти нужную информацию;
- актуализировать знания.





## Как пользоваться справочником

Название раздела

Номер страницы



Определения, формулировки законов и их краткое пояснение

Название темы

**QR**-код для перехода к дополнительной теоретической информации



Задание в формате ЕГЭ

Название раздела

Клетка как биологическая система

Отличительные характеристики клеток **грибов**:

- наследственный материал локализуется в ядре и митохондриях;
- вакуоли мелкие, бывают редко;
- хитиновая клеточная стенка;
- запасное вещество — гликоген.

1) Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. В прокариотической клетке присутствуют такие структуры как

- 1) лизосомы
- 2) рибосомы
- 3) ядро
- 4) нуклеоид
- 5) цитоплазма
- 6) комплекс Гольджи

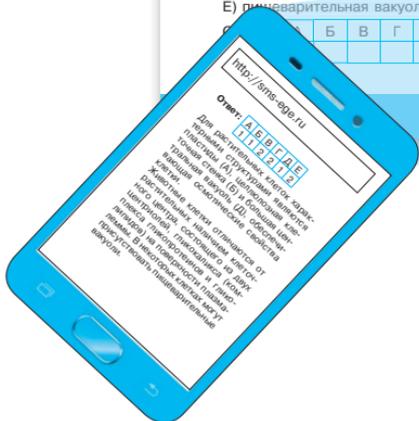
Ответ: \_\_\_\_\_

2) Установите соответствие между клеточными структурами и царством эукариот, для клеток которых они характерны. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

СТРУКТУРЫ	ЦАРСТВО
А) пластиды	1) Растения
Б) клеточная стенка	2) Животные
В) клеточный центр	
Г) гликокаликс	
Д) большая центральная вакуоль	
Е) рибоварительная вакуоль	

Б В Г Д Е

QR-код



QR-код для перехода к ответу с подробным решением задачи





## БИОЛОГИЯ КАК НАУКА. МЕТОД НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ



### Биология как наука

**Биология** — система наук о живой природе, изучающих строение, функции, происхождение, развитие живых организмов и их взаимосвязь с окружающей средой.

Биология подразделяется на науки, изучающие разные группы организмов и различные свойства объектов живой природы.

#### Науки по объектам изучения

Бактериология	бактерии, археи
Ботаника	растения
Лихенология	лишайники
Зоология	животные
Микология	грибы
Вирусология	вирусы
Микробиология	микроорганизмы (бактерии, археи и микроскопические эукариоты)
Протистология	одноклеточные животные (тип Простейшие)

#### Науки по изучаемым свойствам и процессам

Морфология	внешнее строение организмов
Анатомия	внутреннее строение органов, систем и организма в целом
Цитология	строение клетки
Гистология	строение тканей



Генетика	закономерности наследования и изменчивости признаков
Биохимия	химический состав организмов и процессы взаимопревращения веществ
Физиология	процессы жизнедеятельности
Экология	взаимоотношения организмов с окружающей средой
Эмбриология	развитие зародыша
Эволюционная биология	происхождение видов и развитие органического мира в процессе эволюции

1

Установите соответствие между свойствами и процессами и науками, которые их изучают. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**СВОЙСТВА И ПРОЦЕССЫ****НАУКИ**

- |   |                          |
|---|--------------------------|
| А) происхождение человека                           | 1) биохимия              |
| Б) сукцессия (смена биогеоценозов)                  | 2) эволюционная биология |
| В) фотофосфорилирование (синтез АТФ в хлоропластах) | 3) экология              |
| Г) загрязнение окружающей среды                     |                          |
| Д) изменение частот аллелей в популяциях            |                          |
| Е) активность амилазы                               |                          |



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Уровни организации живой природы

Компоненты живой природы формируют строгий порядок, который принято называть **уровневой организацией**.

- **Клеточный уровень.** **Клетка** — элементарная структурно-функциональная единица строения живых организмов.
- **Организменный уровень.** **Организм** — целостная самостоятельно существующая живая система.
- **Популяционно-видовой уровень.** **Популяция** — совокупность особей одного вида, свободно скрещивающихся между собой и живущих относительно обособленно от других групп особей того же вида.
- **Биогеоценотический уровень.** **Биогеоценоз** — устойчивый, относительно однородный комплекс взаимосвязанных видов живых организмов и компонентов окружающей среды.
- **Биосферный уровень.** **Биосфера** — глобальная экосистема Земли.

### Общие признаки биологических систем

Биологические системы отличаются от неживых целым комплексом признаков, которые являются универсальными проявлениями жизнедеятельности.

- **Клеточное строение.** Клетка — элементарная структурно-функциональная единица живого.
- **Химический состав и соотношение химических элементов** в живых организмах существенно отличаются от этих показателей в объектах неживой природы.
- **Преобразование энергии и веществ.** Живые организмы, как открытые термодинамические системы,



обмениваются с окружающей средой энергией и веществом и преобразуют их внутри организма.

- **Гомеостаз** — способность биологических систем поддерживать относительное постоянство химического состава, строения и свойств.
- **Раздражимость** — способность живого организма реагировать на внешние и внутренние воздействия путём изменения своего физиологического состояния.
- **Движение** — способность к активному перемещению организма или его частей в пространстве.
- **Рост и развитие.** Индивидуальное развитие организма выражается в количественных (рост) и качественных (развитие) изменениях.
- **Воспроизведение** — способность организмов образовывать себе подобных, которая обеспечивает непрерывность и преемственность жизни.
- **Эволюция** — естественный необратимый процесс исторического развития живого.

1

Все перечисленные ниже характеристики, кроме двух, являются универсальными проявлениями жизнедеятельности. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) особенность химического состава
- 2) способность организма к автотрофии
- 3) способность к поддержанию постоянства химического состава
- 4) увеличение линейных размеров организма и его качественного состояния
- 5) забота о потомстве у животных



Ответ: \_\_\_\_\_





## КЛЕТКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

# История изучения клетки и её строение

**Клетка** — элементарная единица строения, жизнедеятельности и размножения живых организмов. В клетке осуществляются процессы обмена веществ и энергии, хранения, реализации и передачи наследственной информации.



### РАЗВИТИЕ ЗНАНИЙ О КЛЕТКЕ

История изучения живой клетки начинается с исследований Роберта Гука, который впервые наблюдал ячеистую структуру растительной пробки и ввёл термин «клетка».

Антони ван Левенгук был первым, кто проводил обстоятельные систематические исследования биологических микрообъектов. Он открыл эритроциты, бактерии (1683), дрожжи и простейших (инфузорий).

В 1831 году английский ботаник Роберт Броун на растительных объектах открыл ядро, а позже установил, что это обязательная структура растительной клетки.

Первая клеточная теория была изложена немецким зоологом Теодором Шванном в 1839 году в его работе «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений». Соавтором теории считают его соотечественника ботаника Маттиаса Шлейдена, исследования которого оказали существенное влияние на понимание Шванном значения ядра в клетке. Вместе с тем Шлейден был противником



одного из важнейших тезисов клеточной теории о принципиальном структурном и функциональном сходстве растительных и животных клеток.

Клеточная теория Шванна – Шлейдена включала три основных положения.

- Все живые организмы имеют клеточное строение.
- Клетки животных и растений имеют сходное строение.
- Жизнедеятельность организма является суммой жизнедеятельности составляющих его клеток.

Позже (1858) Рудольф Вирхов дополнил её ещё одним положением.

- Новые клетки возникают только путём деления материнских клеток.

Совершенствование методов исследования способствовало накоплению новых знаний о клетке и её ультраструктуре, функции органелл, механизмах деления и др. Один из важных мировоззренческих аспектов клеточной теории заключается в том, что она является доказательством общности происхождения всего живого на Земле и подтверждает эволюционную теорию.

## **Современная клеточная теория**

- Клетка — элементарная единица строения, функционирования, размножения и развития всех живых организмов, вне клетки нет жизни.
- Клетка является целостной системой, которая состоит из множества связанных друг с другом элементов.
- Клетки всех существующих организмов похожи по строению, химическому составу и основным функциям.
- Новые клетки образуются только в результате деления материнских клеток после репликации их ДНК.
- Клетки многоклеточных организмов формируют ткани и органы, объединённые в единую систему, части которой взаимодействуют за счёт регуляторных механизмов.





- Все клетки многоклеточного организма имеют одинаковый набор генов, но в специализированных клетках работают разные группы генов, что обеспечивает морфологическую и функциональную дифференциацию клеток.

1

Все перечисленные ниже положения, кроме двух, относятся к первой клеточной теории Шванна – Шлейдена. Определите два положения, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) Новые клетки возникают только путём деления материнских клеток.
- 2) Все живые организмы имеют клеточное строение.
- 3) Клетки животных и растений имеют сходное строение.
- 4) Жизнедеятельность организма является суммой жизнедеятельности составляющих его клеток.
- 5) Все клетки многоклеточного организма обладают одинаковым набором генов.



Ответ: \_\_\_\_\_



## МНОГООБРАЗИЕ КЛЕТОК

Все живые клетки имеют принципиально сходное строение. Они состоят из **цитоплазмы**, которую окружает **плазматическая мембрана (плазмалемма)**, и **генетического материала**. Снаружи плазмалеммы может располагаться клеточная стенка.

**Прокариоты** — одноклеточные живые организмы (бактерии и археи), не имеющие клеточного ядра и мембранных



органелл. Генетический материал представлен одной циклической молекулой ДНК, которая входит в состав **нуклеоида**. Органеллы представлены только рибосомами. Большинство прокариотических клеток имеет муреиновую клеточную стенку. Запасные вещества: волютин (полифосфатные гранулы), гликоген или жир.

**Эукариоты** — домен (надцарство) живых организмов, клетки которых содержат **ядро**. Эукариотические клетки, в отличие от прокариотических, имеют много внутренних мембран, которые делят клетку на компартменты. Наследственный материал отделён от цитоплазмы и сосредоточен в ядре. В цитоплазме присутствует значительное количество мембранных органелл, обеспечивающих разные функции. В группу эукариотических организмов входят три царства: Животные, Растения и Грибы.

Отличительные характеристики **растительных** клеток:

- наследственный материал локализуется в ядре, пластидах и митохондриях;
- пластидный аппарат, в том числе хлоропласты, в которых осуществляется фотосинтез;
- целлюлозная клеточная стенка;
- большая центральная вакуоль, которая обеспечивает осмотические свойства клетки;
- запасное вещество — крахмал.

Отличительные характеристики **животных** клеток:

- наследственный материал локализуется в ядре и митохондриях;
- гликокаликс (комплекс гликопротеинов и гликолипидов) на поверхности плазмалеммы;
- клеточная стенка отсутствует;
- есть центриоли;
- могут присутствовать пищеварительные или сократительные вакуоли;
- запасное вещество — гликоген.





Отличительные характеристики клеток **грибов**:

- наследственный материал локализуется в ядре и митохондриях;
- вакуоли мелкие, бывают редко;
- хитиновая клеточная стенка;
- запасное вещество — гликоген.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. В прокариотической клетке присутствуют такие структуры, как

- 1) лизосомы
- 2) рибосомы
- 3) ядро
- 4) нуклеоид
- 5) цитоплазма
- 6) комплекс Гольджи



Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между клеточными структурами и царством эукариот, для клеток которых они характерны. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**СТРУКТУРЫ**

- А) пластиды
- Б) клеточная стенка
- В) клеточный центр
- Г) гликокаликс
- Д) большая центральная вакуоль
- Е) пищеварительная вакуоль

**ЦАРСТВО**

- 1) Растения
- 2) Животные



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## Химический состав клетки



### МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ

Живые организмы способны поглощать вещества из окружающей среды и выводить конечные продукты метаболизма наружу, а также поддерживать внутри организма гомеостатическое равновесие. Поэтому в биологических объектах нет элементов, которые не присутствуют в окружающей среде, но их состав и соотношение в объектах живой и неживой природы существенно отличаются. Химические элементы, которые входят в состав организмов, делят на **макроэлементы** (концентрация макроэлемента превышает 0,01 %) и **микроэлементы** (<0,01 %). Макроэлементы суммарно составляют около 99 % массы организма. К ним относят С, Н, О, N, P, S, K, Ca, Na, Cl, Fe, Mg. В наибольшей концентрации присутствуют **органо-гены** — элементы, из которых состоят органические молекулы: С, Н, О, N. На их долю приходится около 96 % массы тела человека. К микроэлементам относят Cu, Zn, Mn, Co, Mo, Si, B, Mo, Br, I, F и др.

Организмы разных групп могут испытывать различную потребность в отдельных микроэлементах.



### НЕОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

К неорганическим веществам, входящим в состав живых организмов, относятся вода, минеральные соли, кислоты и оксиды.

**Вода** — основной компонент живой клетки.

Её концентрация в разных организмах составляет от 50 до 95 %. Вода обладает уникальными свойствами, которые позволяют ей выполнять множество функций.





Вода является внутренней средой организма, в которой протекают биохимические реакции и осуществляется транспорт веществ. В биохимических реакциях вода выступает как растворитель и как её компонент: субстрат или продукт. Свойства дипольного растворителя позволяют молекулам воды ориентировать молекулы веществ определённым образом в пространстве, что способствует поддержанию структуры макромолекул и мембран. Вещества, растворимые в воде, называют **гидрофильными**, а вещества, отталкивающие воду, — **гидрофобными** (липофильными). Свойства электропроводимости важны для создания электрохимического градиента на мембранах. Высокая теплоёмкость воды определяет её участие в процессах терморегуляции.

**Минеральные соли** могут находиться в растворённом состоянии в виде ионов и в нерастворённом. Многие ионы имеют важное значение для осмотических свойств клетки, поскольку хорошо удерживают воду. Ионы многих металлов (Fe, Mg, Cu, Zn, Mn и др.) являются необходимыми компонентами функционально активных ферментов. Ионы  $K^+$  и  $Na^+$  участвуют в создании мембранного потенциала, от них зависит проведение нервного импульса. Карбонат-анион важен для поддержания стабильности pH. Нерастворимые соли входят в состав костей, панцирей и раковин животных. Примером неорганической кислоты является соляная кислота, которая вырабатывается обкладочными клетками желудочных желёз и служит для активации пепсина.

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые содержат правильную информацию о воде. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.





(1) Вода — основа жизни на Земле и обязательный компонент живой клетки. (2) Её концентрация в клетках составляет до 15%. (3) Вода является внутренней средой организма, в которой протекают биохимические реакции. (4) В биохимических реакциях вода выступает только как растворитель, обеспечивающий эффективность реакции, но не может быть субстратом или продуктом реакции. (5) Дипольные свойства молекулы воды принципиально важны для поддержания пространственной структуры макромолекул и мембран. (6) Вещества, растворимые в воде, называют гидрофобными, а вещества, которые отталкивают воду, — гидрофильными.

Ответ: \_\_\_\_\_



## ОРГАНИЧЕСКИЕ ВЕЩЕСТВА

**Органические вещества** — углеродсодержащие соединения, имеющие связи между атомами углерода. Основой любых органических соединений являются цепочки атомов углерода.

Органические вещества очень разнообразны по структуре и степени сложности. Соединения, состоящие из множества повторяющихся структурных единиц (**мономеров**), называют **полимерами**. Полимеры, состоящие из небольшого количества мономеров (от 2 до 10), называют также **олигомерами**.

По мономерному составу полимеры делят на:

- **гомополимеры** — молекулы состоят из мономеров одного типа (гликоген, целлюлоза, амилоза);
- **гетерополимеры** — в состав молекулы входят мономеры нескольких типов (гемицеллюлозы, пектиновые кислоты, белки, нуклеиновые кислоты).

По пространственной структуре молекулы различают полимеры:





- **неразветвлённые** — мономеры образуют одну цепочку (целлюлоза, амилоза, белки, нуклеиновые кислоты);
- **разветвлённые** — полимерная цепь имеет ответвления (гликоген, амилопектин, пектиновые кислоты).

Гетерополимеры делятся по принципу повторяемости мономеров в молекуле:

- **регулярные** — мономеры или олигомерные участки повторяются с определённой зависимостью (гемицеллюлозы, пектиновые кислоты);
- **нерегулярные** — в повторяемости мономеров нет никакой зависимости (белки, нуклеиновые кислоты).

Основными группами биоорганических веществ являются **углеводы**, **липиды**, **белки** и **нуклеиновые кислоты**.

**Углеводы** имеют обобщённую формулу  $C_m(H_2O)_n$ , однако в состав некоторых углеводов могут входить атомы азота или серы. Углеводы выполняют структурную, опорную, энергетическую и запасающую функции.

Мономерные углеводы называют **моносахаридами**. По наличию активной группы моносахариды делят на **альдозы** и **кетозы**, а по количеству атомов углерода в углеродной цепочке на триозы, тетрозы, пентозы и т. д.

- **Глюкоза** ( $C_6H_{12}O_6$ ) — один из наиболее распространённых сахаров, альдоза, гексоза. Входит в состав многих полимерных углеводов, является структурной частью некоторых сложных соединений, например гликозидов. Легко утилизируется клеткой, вовлекается в энергетический метаболизм и для синтетических процессов. Обязательный компонент крови человека. Встречается в клетках всех организмов.
- **Фруктоза** ( $C_6H_{12}O_6$ ) — изомер глюкозы, кетоза, гексоза. Важное энергетическое соединение. Самое сладкое природное вещество. Содержится в мёде, фруктах. Фруктоза и фруктозосодержащие полимеры, например инулин, рекомендуются для питания диабетиков.



- **Рибоза** ( $C_5H_{10}O_5$ ) — альдоза, пентоза. Входит в состав нуклеотидов РНК и нуклеозидфосфатов (АТФ, АДФ, АМФ, ГТФ и др.).
- **Дезоксирибоза** ( $C_5H_9O_5$ ) — альдоза, пентоза, отличается от рибозы отсутствием одного атома углерода. Входит в состав нуклеотидов ДНК.

Низкомолекулярные полимерные сахара называют **олигосахаридами**. По количеству мономерных групп их называют **дисахаридами**, **трисахаридами** и т. д. Самыми распространёнными **дисахаридами** являются сахароза, мальтоза и лактоза.

- **Сахароза** состоит из остатков глюкозы и фруктозы. У растений используется как транспортная форма сахаров и запасное вещество. Накапливается в плодах, семенах, вегетативных органах растений.
- **Мальтоза** состоит из двух остатков глюкозы. Является продуктом гидролиза крахмала в пищеварительной системе животных и клетках растений.
- **Лактоза** состоит из остатков глюкозы и галактозы. Является компонентом грудного молока человека.

**Полисахариды** (полимерные углеводы) используются организмами в качестве запасных соединений и строительного материала.

- **Крахмал** — основное запасное вещество растений, которое является смесью двух гомополисахаридов: **амилозы**, имеющей линейную структуру, и разветвлённого **амилопектина**. Мономером обоих компонентов является глюкоза.
- **Гликоген** — запасной полисахарид животных и грибов. Разветвлённый гомополимер, мономерными единицами которого является глюкоза. У животных накапливается в печени и мышцах.
- **Целлюлоза**, или **клетчатка**, — основной опорный полисахарид растений, неразветвлённый гомополимер,





мономерными единицами которого является глюкоза. Входит в состав клеточной стенки растений.

- **Хитин** — основной компонент клеточной стенки грибов и внешнего скелета членистоногих. Мономерными единицами является N-ацетилглюкозамин.

**Липиды** — химически разнородная группа гидрофобных веществ. Различают ацильные (жиры, фосфолипиды, воски) и терпеноидные (холестерол, стероидные гормоны) липиды. Липиды выполняют структурную, защитную, энергетическую, регуляторную и запасающую функции.

- **Жиры (триацилглицеролы)** представляют собой сложные эфиры трёхатомного спирта глицерина и высокомолекулярных жирных кислот. Остатки жирных кислот, входящие в состав жиров, содержат от 12 до 22 атомов углерода, но преобладают восемнадцатуглеродные кислоты. Жиры выполняют энергетическую, запасающую и терморегулирующую функции.
- **Фосфолипиды** являются основой клеточных мембран. В составе молекулы есть фосфатная группа, через которую присоединяется остаток низкомолекулярного спирта (холин, этаноламин и др.). Наличие заряженной фосфорной группы и спирта определяет полярные свойства молекулы, благодаря которым фосфолипиды формируют двуслойные мембраны.
- **Воски** являются сложными эфирами высокомолекулярных жирных кислот и спиртов. Откладываются на поверхности органов растений, защищая их от потери влаги и предотвращая проникновение патогенов.
- **Стероиды** — липиды терпеноидной природы. К ним относится холестерол, стабилизирующий структуру плазматической мембраны животных. Стероидные гормоны выполняют регуляторную функцию.

**Полипептиды (пептиды)** — группа соединений, состоящих из остатков аминокислот, связанных пептидными



связями. Низкомолекулярные пептиды называют обычно по количеству входящих в их состав аминокислот: дипептид, трипептид и т. д. Полипептиды, состоящие из нескольких десятков аминокислотных остатков, называют белками.

**Белки** — неразветвлённые гетерополимеры нерегулярного строения, мономерами которых являются аминокислоты, связанные пептидными связями.

Функции белков:

- структурная (основа клеточных структур и тканей);
- каталитическая (ферменты);
- регуляторная (гормоны, компоненты сигнальных систем);
- защитная (участие в иммунных реакциях);
- двигательная (взаимодействие актина и миозина, сборка и разборка микротрубочек);
- транспортная (перенос веществ через мембраны, транспорт кислорода с кровью);
- энергетическая (субстрат для окисления);
- запасаящая (запасное вещество).

**Аминокислота** — органическое соединение, имеющее аминогруппу, карбоксильную группу и радикал. Полипептидные цепочки образуются только с участием  $\alpha$ -аминокислот, в которых карбоксильная группа и аминогруппа присоединены к одному атому углерода. Ковалентную связь между двумя аминокислотами ( $-\text{CO}-\text{NH}-$ ) называют **пептидной**.

Двадцать аминокислот, из которых состоят белки, называют **протеиногенными**. Восемь из них не синтезируются в организме взрослого человека (валин, изолейцин, лейцин, лизин, метионин, треонин, триптофан, фенилаланин) и ещё две в организме ребёнка (аргинин и гистидин). Эти аминокислоты называют **незаменимыми**. Остальные аминокислоты — **заменимые** (аланин,





аспарагин, аспарагиновая кислота, глицин, глутамин, глутаминовая кислота, пролин, серин, тирозин, цистеин).

### Структурная организация белков

- **Первичная структура.** Последовательность аминокислот, соединённых пептидными связями.
- **Вторичная структура.** Упорядоченное расположение отдельных участков полипептидной цепи в виде  $\alpha$ -спиралей или  $\beta$ -слоёв.
- **Третичная структура.** Трёхмерная пространственная конфигурация, поддерживаемая гидрофобными, водородными, ионными и дисульфидными связями. Включает  $\alpha$ -спирали,  $\beta$ -слои и неструктурированные участки.
- **Четвертичная структура.** Пространственная организация нескольких полипептидных цепей. Поддерживается гидрофобными, водородными, ионными и дисульфидными связями.

По особенностям структуры белков различают:

- **Глобулярные** белки — молекула имеет компактную округлую форму, в структуре преобладают  $\alpha$ -спирали. Глобулярные белки преимущественно являются ферментами и регуляторами.
- **Фибриллярные** белки — имеют вытянутую форму, в структуре преобладают  $\beta$ -слои. Выполняют структурную функцию (кератин, коллаген).

По химической структуре белки бывают:

- **простые** — состоят только из аминокислот;
- **сложные** — кроме белковой части содержат небелковый компонент, например белок с углеводным компонентом (гликопротеин).

**Нуклеиновые кислоты** — неразветвлённые гетерополимеры нерегулярного строения, мономерами которых являются нуклеотиды. К нуклеиновым кислотам относятся ДНК и РНК.



**Нуклеотид** — соединение, образованное азотистым основанием (аденин (А), гуанин (Г), тимин (Т), урацил (У) или цитозин (Ц)), остатком сахара-пентозы (рибозы или дезоксирибозы) и остатком ортофосфорной кислоты.

**ДНК** (дезоксирибонуклеиновая кислота) — двухцепочечный биополимер, мономерами которого являются дезоксирибонуклеотиды (А, Т, Г, Ц). Функции ДНК — хранение и передача наследственной информации. Цепи ДНК удерживаются рядом за счёт водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями нуклеотидов. Комплементарные пары составляют аденин–тимин ( $A=T$ ) и гуанин–цитозин ( $G\equiv C$ ).

**РНК** (рибонуклеиновая кислота) — одноцепочечный полинуклеотид, состоящий из четырёх типов нуклеотидов (А, У, Г, Ц). Существует несколько типов РНК, выполняющих специфические функции. Вирусные РНК бывают одно- и двухцепочечные.

- **Матричная, или информационная, РНК** (мРНК, или иРНК) используется в качестве матрицы для синтеза полипептидных цепей.
- **Транспортная РНК (тРНК)** участвует в синтезе белка. Определённые типы тРНК связывают специфические протеиногенные аминокислоты и доставляют их к рибосомам, где участвуют в переносе аминокислот на синтезирующуюся полипептидную цепь. Нуклеиновая цепочка молекулы формирует три петли. На центральной петле находится антикодоновый триплет, который соответствует определённому кодону мРНК.
- **Рибосомная РНК (рРНК)** входит в состав рибосом и участвует в процессе трансляции (синтезе белка).

**Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ)** состоит из аденинового азотистого основания, остатка рибозы и трёх остатков фосфорной кислоты. АТФ — важная энергетическая молекула, которая участвует в энергетических процессах.





клеточных процессах (биосинтез, трансмембранный перенос веществ и движение). Энергия, используемая клеткой, высвобождается при гидролизе фосфоэфирной связи (42 кДж).

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Структурную роль выполняют такие соединения как

- 1) гликоген
- 2) целлюлоза
- 3) фосфолипиды
- 4) жиры
- 5) белки
- 6) нуклеиновые кислоты



Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между химическими соединениями и их функциями в животном организме. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ХИМИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ

- А) белки
- Б) глюкоза
- В) ДНК
- Г) мРНК
- Д) стероиды
- Е) гликоген

### ФУНКЦИИ

- 1) хранение генетической информации
- 2) гормональная регуляция
- 3) каталитическая активность
- 4) запасающая функция
- 5) энергетический обмен
- 6) матрица для синтеза белка



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## Строение клетки

Эукариотическая клетка состоит из трёх основных частей: плазматической мембраны, цитоплазмы и ядра.



### ПЛАЗМАТИЧЕСКАЯ МЕМБРАНА И МЕМБРАННЫЙ ТРАНСПОРТ

**Плазмалемма (плазматическая мембрана)** — молекулярная структура, состоящая из двойного слоя полярных липидов и белков. Она отделяет содержимое клетки от внешней среды и регулирует обменные процессы между ними. Мембранные липиды благодаря своей структуре могут находиться на разделе водной и липофильной фаз. Жирнокислотные хвосты полярных липидов направлены внутрь мембраны и удерживают её целостность за счёт гидрофобных взаимодействий, а полярные части молекул направлены к водной фазе. Мембранные белки бывают двух основных типов: **интегральные** пересекают мембрану, **периферические** удерживаются на мембране за счёт слабых взаимодействий. Среди мембранных белков много сложных: гликопротеидов и липопротеидов. На поверхности плазмалеммы животных клеток образуется гликокаликс — комплекс олигосахаридных цепочек гликопротеидов и гликолипидов. Компоненты гликокаликса выполняют рецепторную функцию и обеспечивают взаимодействие между соседними клетками.

**Мембранный транспорт.** Внешняя мембрана клетки регулирует трансмембранный транспорт, обеспечивая селективный транспорт в обе стороны. Существует несколько механизмов мембранного транспорта.

- **Пассивный транспорт.** Часть веществ проникает через мембрану диффузионно, без затраты энергии.





Низкомолекулярные липофильные вещества проникают в клетку путём **простой диффузии** через билипидный слой. Так через мембрану проникают кислород и углекислый газ. Для переноса других веществ в мембране существуют специализированные каналы, по которым осуществляется **облегчённая диффузия**.

- **Активный транспорт.** Для переноса веществ против градиента концентраций необходима затрата энергии. Активный транспорт осуществляется специализированными АТФазами и переносчиками, которые используют в качестве энергии разницу концентраций ионов ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{H}^+$ ). В животных клетках самый распространённый тип АТФазы — это калий-натриевый насос. При гидролизе одной молекулы АТФ он обеспечивает перенос двух ионов  $\text{K}^+$  внутрь клетки в обмен на три иона  $\text{Na}^+$ , которые удаляются из клетки. В растительных клетках доминируют  $\text{H}^+$ -АТФазы.

К трансмембранным механизмам относится также **осмос** — односторонняя диффузия молекул растворителя (воды) через полупроницаемую мембрану из области с меньшей концентрацией растворённых веществ в область с более высокой концентрацией. Осмос направлен на выравнивание концентраций веществ по обе стороны мембраны. Вода транспортируется через специализированные каналы — **аквапорины**.

Мембраны эукариот, в отличие от прокариот, способны к инвагинациям. Благодаря этому существуют особые механизмы поглощения и выведения клеткой веществ.

- **Эндоцитоз** — процесс активного поглощения эукариотической клеткой веществ из внешней среды с помощью впячивания (инвагинации) участка плазмалеммы, которое сопровождается образованием везикулы — мембранного пузырька. У некоторых простейших эндоцитоз осуществляется с помощью ложноножек.



- **Фагоцитоз** — разновидность эндоцитоза, при котором клетка поглощает твёрдые пищевые частицы, в том числе мелкие клетки. Фагоцитами являются некоторые простейшие, а также белые кровяные тельца позвоночных животных.
- **Пиноцитоз** — разновидность эндоцитоза, при котором клетка поглощает растворённые вещества путём поглощения жидкости.
- **Экзоцитоз** — процесс активного выведения веществ из клетки, при котором внутриклеточные везикулы сливаются с мембраной.

В **цитоплазму** погружены все внутриклеточные компоненты. Жидкая часть цитоплазмы — **гиалоплазма** — представляет собой коллоидный раствор, содержащий крупные частицы белков и смесь растворимых низкомолекулярных органических веществ и ионов. В гиалоплазме погружены ядро, органеллы и включения.

1

Установите соответствие между веществами и направлением их транспорта и типами транспорта. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ВЕЩЕСТВА И НАПРАВЛЕНИЕ ИХ ТРАНСПОРТА

- А) вода
- Б) ионы калия внутрь клетки
- В) ионы калия из клетки
- Г) стероидные гормоны внутрь клеток-мишеней
- Д) ионы натрия внутрь клетки
- Е) ионы натрия из клетки

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

### ТИП ТРАНСПОРТА

- 1) активный
- 2) пассивный
- 3) осмос





## КОМПОНЕНТЫ КЛЕТКИ

**Ядро** — область эукариотической клетки, ограниченная от цитоплазмы двойной мембраной и содержащая генетический материал в виде линейных молекул ДНК, которые вместе с белками формируют хромосомы. В ядерной мембране находятся поры, через которые обеспечивается транспорт крупных молекул: из ядра в клетку выходят различные виды РНК, а в ядро поступают белки.

**Ядрышко** — область ядра, формирующаяся участками хромосом, содержащих tandemные повторы генов, кодирующих рибосомные РНК и белки. Эти участки хромосом принято называть ядрышковыми организаторами.

**Нуклеоид** — нуклеопротеиновый комплекс прокариотической клетки, состоящий из циклической ДНК и белков. Находится в центральной части клетки и имеет одну точку прикрепления к внутренней стороне мембраны.

## Немембранные органеллы

**Цитоскелет** — клеточный каркас, который обеспечивает поддержание формы клетки, участвует в процессах экзо- и эндоцитоза, внутриклеточного транспорта и клеточного деления:

- **микрофиламенты** — структуры, которые состоят из двух перекрученных цепей, образованных путём полимеризации глобулярного белка актина; микрофиламенты формируют в цитоплазме пучки параллельно ориентированных нитей или трёхмерную сеть;
- **микротрубочки** — элементы цитоскелета, представляющие собой полые цилиндры, образованные димерами глобулярного белка тубулина.

**Клеточный центр** — немембранная органелла клеток животных, которая является главным центром организации микротрубочек. Участвует в формировании веретена



деления в процессе клеточного деления, а также жгутиков и ресничек.

**Рибосома** — немембранная органелла клетки, обеспечивающая биосинтез белка. Состоит из большой и малой субъединиц. Локализуется в цитоплазме и на мембранах эндоплазматического ретикулума. Субъединицы состоят из рРНК и белков.

## Одномембранные органеллы

**Эндоплазматический ретикулум (ЭПР)** — одномембранная органелла, представляющая собой систему уплощённых цистерн и разветвлённых канальцев. Мембраны ЭПР образуют с ядерной мембраной единую структуру. Обеспечивает синтез и транспорт веществ. Различают два типа эндоплазматического ретикулума: **шероховатый**, или **гранулярный**, является местом синтеза белков, а в **гладком**, или **агранулярном**, осуществляются синтез и преобразование липидов и углеводов.

**Аппарат Гольджи** — одномембранная органелла эукариотической клетки, которая представляет собой стопку уплощённых цистерн — диктиосому. Образуется за счёт переходных пузырьков, которые отшнуровываются от ЭПР. Аппарат Гольджи обеспечивает химическую модификацию полимерных веществ, синтезированных в ЭПР, и выведение их из клетки, а также образование лизосом.

**Лизосома** — небольшая одномембранная органелла, которая содержит комплекс гидролитических ферментов. В полости органеллы поддерживается кислая среда, оптимальная для каталитической активности гидролаз. Лизосомы обеспечивают гидролиз поглощённых клеткой пищевых частиц и нефункциональных частей клетки. Лизосома, образованная комплексом Гольджи, называется **первичной**. Когда первичная лизосома сливается с везикулой, содержащей субстрат для гидролиза, образуется **вторичная** лизосома.





**Вакуоль** — одномембранная органелла, в большей степени выраженная у растений. Выполняет функции хранения запасных веществ и накопления конечных продуктов метаболизма и ионов. Обеспечивает регуляцию осмотического давления в клетке и поддержание тургора.

**Осмотическое давление** — сила, с которой растворитель (вода) диффундирует через полупроницаемую мембрану.

### **Двухмембранные органеллы**

**Митохондрия** — двухмембранная органелла эукариот. Имеет кольцевую ДНК и автономно размножается. Внутренняя мембрана образует впячивания — кристы. Внутри митохондрии — в матриксе — протекает цикл Кребса. На внутренней мембране расположены компоненты электрон-транспортной цепи (ЭТЦ). В митохондриях осуществляются синтез АТФ и термогенез, сопряжённые с окислением органических соединений.

**Пластида** — двухмембранная органелла растений и некоторых фотосинтезирующих простейших. Пластиды всех видов обладают собственным геномом в виде кольцевой ДНК и способны к автономному размножению. Пластиды бывают трёх типов.

- **Хлоропласт** — зелёная пластида, содержащая во внутренних мембранах (ламеллах) светоулавливающие пигменты — хлорофилл и каротиноиды. Основная функция этой органеллы — фотосинтез.
- **Хромопласты** — жёлтые, оранжевые или красные пластиды высших растений, во внутренних мембранах которых содержатся каротиноиды. Хромопласты определяют окраску многих растительных тканей.
- **Лейкопласты** — бесцветные пластиды высших растений, участвующие в синтезе и запасании различных соединений. В амилопластах накапливается крахмал, в элайопластах — жиры, в протеинопластах — белки.



1

Установите соответствие между компонентами клетки и их функциями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### КОМПОНЕНТЫ КЛЕТКИ

- А) ядро
- Б) митохондрии
- В) лизосомы
- Г) аппарат Гольджи
- Д) гладкий эндоплазматический ретикулум
- Е) микрофилламенты

### ФУНКЦИИ

- 1) синтез липидов и полисахаридов
- 2) гидролиз полимерных соединений
- 3) хранение генетической информации
- 4) внутриклеточный транспорт
- 5) химическая модификация белков
- 6) синтез АТФ

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



2

Установите соответствие между названием оргanelл и их типом. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### НАЗВАНИЕ ОРГАНЕЛЛ

- А) микротрубочки
- Б) лейкопласт
- В) аппарат Гольджи
- Г) митохондрия
- Д) рибосома
- Е) лизосома

### ТИП ОРГАНЕЛЛ

- 1) одномембранные
- 2) двухмембранные
- 3) немембранные

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Обмен веществ и энергии



### НАПРАВЛЕНИЯ МЕТАБОЛИЗМА И ФЕРМЕНТЫ

**Метаболизм (обмен веществ)** — совокупность процессов преобразования энергии и веществ в живой клетке. Метаболизм протекает в двух направлениях: синтеза и распада.

- **Анаболизм** (ассимиляция, пластический обмен, конструктивный метаболизм) — часть метаболизма, совокупность клеточных процессов, направленных на синтез органических соединений. Синтез сопровождается затратой энергии. К анаболическим процессам относятся репликация ДНК, синтез РНК, белка и др.
- **Катаболизм** (диссимиляция, энергетический обмен) — часть метаболизма, совокупность клеточных процессов разрушения органических веществ до более простых компонентов. Катаболизм сопровождается выделением энергии, часть которой рассеивается в виде тепла, а часть запасается в виде молекул АТФ, которые используются в анаболических процессах.

Биохимические реакции в клетке осуществляются с участием особых белков — ферментов.

**Фермент**, или **энзим**, — биологический катализатор белковой природы, контролирующей химические реакции в живых организмах. Ферменты, в отличие от небелковых катализаторов, являются высокоспецифичными в отношении определённого типа реакций и субстратов.

Биохимические реакции бывают **обратимыми** и **необратимыми**. Реакции, в которых затрачивается энергия, протекают односторонне. Остальные реакции являются обратимыми, то есть осуществляются в любую



сторону, в зависимости от метаболической необходимости. Таким образом, большинство ферментов ускоряет реакцию, но не определяет её направление.

Наиболее важные структурные части фермента:

- **реакционный центр** служит для связывания молекул субстрата в определённой ориентации;
- **аллостерический центр** связывает специфические низкомолекулярные вещества, влияющие на изменение активности фермента.

Каталитическая активность фермента проявляется благодаря специфическому воздействию реакционного центра на электронную структуру молекул субстрата, что способствует снижению энергии активации катализируемой реакции. Многие ферменты проявляют активность только в присутствии **кофермента** — низкомолекулярного компонента небелковой природы, необходимого для взаимодействия фермента с субстратом. Примерами коферментов являются НАДН, ФАДН<sub>2</sub>, коэнзим А и др.

1

Установите соответствие между механизмами и типом метаболизма. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**МЕХАНИЗМ**

- А) гликолиз
- Б) фотосинтез
- В) трансляция
- Г) гидролиз крахмала
- Д) цикл Кребса
- Е) репликация ДНК

**ТИП МЕТАБОЛИЗМА**

- 1) анаболизм
- 2) катаболизм

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





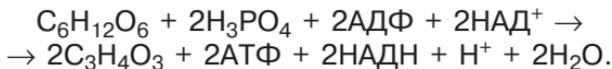
## ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ ОБМЕН

### Стадии энергетического обмена

В эукариотических клетках энергетический обмен протекает в три этапа: подготовительный, анаэробный и аэробный.

**Подготовительный этап.** Высокмолекулярные соединения расщепляются на более простые компоненты: белки — до аминокислот, полимерные углеводы — до глюкозы, жиры — до жирных кислот и глицерина. У животных и человека этот этап осуществляется в полости органов пищеварительной системы или в клетках. Энергия не запасается, а рассеивается в виде тепла.

**Анаэробный этап.** Низкомолекулярные продукты (мономеры, жирные кислоты) окисляются в клетках до более простых блоков. Реакции бескислородного этапа протекают преимущественно в цитоплазме. Один из центральных механизмов этапа — **гликолиз** — механизм окисления глюкозы до пировиноградной кислоты (пирувата), при котором синтезируются две молекулы АТФ и 2 НАДН в расчёте на одну молекулу окисленной глюкозы. Синтез АТФ в гликолизе осуществляется в процессе субстратного фосфорилирования за счёт активности цитоплазматических ферментов.



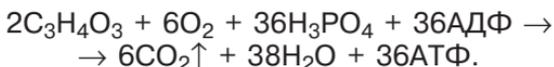
**Аэробный этап.** Осуществляется в присутствии кислорода в митохондриях. Аэробное окисление органических веществ в митохондриях до  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , сопряжённое с запасанием энергии в виде АТФ, называют **клеточным дыханием**. Процесс аэробного окисления в митохондриях является высокоэнергетическим: в расчёте на 1 молекулу окисленной глюкозы образуется 36 молекул



АТФ. Синтез АТФ в митохондриях осуществляется в процессе окислительного фосфорилирования за счёт активности мембранного фермента АТФ-синтазы.

## Дыхание и брожение

**Дыхание.** Пируват, образованный в процессе гликолиза, проникает из цитоплазмы в митохондрии и окисляется специфическим ферментативным комплексом с образованием ацетилкоэнзима А (ацетил-КоА). Ацетильная группа ацетил-КоА вовлекается в реакции **цикла Кребса**, который протекает в матриксе митохондрий. В цикле Кребса ацетильная группа окисляется до  $\text{CO}_2$  с образованием 3 молекул НАДН, 1 молекулы ФАДН<sub>2</sub> и 1 молекулы АТФ. Коферменты НАДН, ФАДН<sub>2</sub> являются переносчиками электронов, которые они получают при окислении субстрата в процессе цикла Кребса, а затем отдают компонентам электрон-транспортной цепи (ЭТЦ). Транспорт электронов по ЭТЦ сопровождается переносом протонов через внутреннюю мембрану митохондрий из матрикса в межмембранное пространство. Это приводит к формированию градиента протонов ( $\Delta\text{H}^+$ ) на внутренней мембране. Градиент протонов является формой энергии, которая используется в митохондриях для синтеза АТФ с участием АТФ-синтаз, локализованных на внутренней мембране митохондрий. Процесс синтеза АТФ в митохондриях называют **окислительным фосфорилированием**.



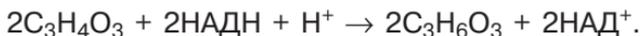
Существует большая группа прокариот, которые окисляют субстрат по типу брожения. **Брожение** — анаэробный процесс окисления субстратов в цитоплазме, при котором синтезируется АТФ и выделяются конечные продукты — низкомолекулярные органические соединения.





Конечные продукты брожения образуются в результате восстановления продуктов гликолиза (пирувата или его производных). По наименованию конечных продуктов, которые выделяются из клетки, называют тип брожения: молочнокислое, спиртовое, уксуснокислое и др.

У эукариот при недостатке кислорода клетка может перейти на молочнокислое брожение. При гипоксии снижается эффективность окислительных процессов, в результате чего в клетках накапливается избыток восстановленных НАДН, что приводит к торможению гликолиза и дефициту АТФ. Поскольку пируват в митохондриях не окисляется, в клетке осуществляется компенсаторный механизм: электроны, накопленные на молекулах кофермента НАДН, используются для восстановления пирувата с образованием молочной кислоты:



Это позволяет клетке некоторое время функционировать в условиях кислородной недостаточности. Такой механизм функционирует в мышечных клетках при интенсивной физической работе. Накопление молочной кислоты в мышечной ткани приводит к болевым ощущениям (крепатуре).

1

Установите последовательность процессов энергетического обмена. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) цикл Кребса
- 2) гликолиз
- 3) окислительное фосфорилирование
- 4) гидролиз полимерных соединений
- 5) окисление пирувата
- 6) функционирование электрон-транспортной цепи



Ответ: \_\_\_\_\_

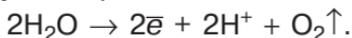


## АВТОТРОФНЫЕ ПРОЦЕССЫ

### Фотосинтез

**Фотосинтез** — фотоавтотрофный процесс синтеза органических соединений из неорганических за счёт энергии квантов света. Процесс осуществляется в хлоропластах с участием хлорофилла. Выделяют световую и темновую фазы фотосинтеза. В световой фазе накапливается энергия, которая используется для синтеза углеводов в темновой фазе.

**Световая фаза** протекает на тилакоидных мембранах, в которых локализованы фотосинтетические системы. Пигменты этих систем поглощают кванты света и активируют перенос электронов в фотосинтетической электрон-транспортной цепи. Работа цепи приводит к ряду процессов, в результате которых синтезируется АТФ. Процесс синтеза АТФ в хлоропластах в световой фазе фотосинтеза называют **фотофосфорилированием**. Для функционирования цепи переноса электронов помимо световой энергии необходим постоянный приток электронов в цепь. Источником электронов являются молекулы воды. При фотоллизе (разрушении под действием света) воды выделяется кислород, который является побочным продуктом фотосинтеза:

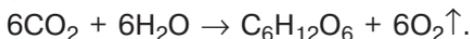


**Темновая фаза** протекает в строме хлоропластов, где функционирует **цикл Кальвина** — анаболический циклический процесс синтеза углеводов из углекислого газа.  $\text{CO}_2$  присоединяется к акцептору в виде карбоксильной группы и затем восстанавливается до карбонильной. Процесс синтеза углеводов требует использования значительного количества метаболической энергии. В процессе связывания 6 молекул  $\text{CO}_2$  и синтеза одной молекулы глюкозы используется 18 молекул АТФ





и 12 молекул НАДФН. Первичным продуктом фотосинтеза являются триозы, из которых затем образуется глюкоза. Для сохранения высокой интенсивности фотосинтеза в строме хлоропластов необходимо поддерживать низкую концентрацию глюкозы. Это достигается в результате использования глюкозы для синтеза крахмала. Суммарное уравнение фотосинтеза:



## Хемосинтез

**Хемосинтез** — хемолитоавтотрофный процесс синтеза органических соединений из неорганических за счёт химической энергии неорганических соединений. К хемосинтезу способны только прокариотические организмы. В хемосинтезе можно выделить энергетическую фазу, в процессе которой запасается энергия, и пластическую, в которой синтезируются углеводы.

1

Установите соответствие между процессами и фазами фотосинтеза. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ПРОЦЕССЫ

- А) поглощение квантов света
- Б) синтез АТФ
- В) синтез глюкозы
- Г) синтез НАДФН
- Д) связывание  $\text{CO}_2$
- Е) затрата АТФ и НАДФН

### ФАЗЫ

### ФОТОСИНТЕЗА

- 1) световая
- 2) темновая (цикл Кальвина)

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Ген и его структура

Генетическая информация, определяющая структуру и свойства организмов, записана в молекуле ДНК в виде последовательности нуклеотидов. Она определяет фенотипические признаки индивидуальных организмов и сходство особей одного вида в целом. Минимальной дискретной единицей информации является ген.

**Ген** — элементарная функционально неделимая единица наследственного материала, представляющая собой участок ДНК, кодирующий последовательность белка (полипептида) или РНК.

Ген состоит из трёх основных участков:

- **промотор** — регуляторный участок гена, который находится в начале гена (со стороны 5'-конца структурного участка) и показывает начало и направление считывания закодированной геном информации;
- **структурная часть** — участок, несущий информацию о последовательности мономеров в макромолекулах (РНК или полипептида). Структурная часть большинства белок-кодирующих генов имеет прерывистую структуру: значимые участки, **экзоны**, прерываются незначимыми — **интронами**;
- **терминатор** — регуляторный участок гена, определяющий место завершения транскрипции.

1

Все перечисленные ниже определения, кроме двух, характеризуют функциональное значение и структуру гена. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.





- 1) Ген — элементарная функционально неделимая единица наследственного материала.
- 2) Ген — участок ДНК, кодирующий последовательность белка (полипептида) или РНК.
- 3) Промотор — регуляторный участок гена, который показывает начало и направление считывания закодированной в гене информации.
- 4) Экзон — участок структурной части гена, который не несёт информации.
- 5) Терминатор — участок структурной части гена на границе между экзонами и интронами.

Ответ: \_\_\_\_\_



## РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ПРОГРАММЫ

### Репликация ДНК

Наследование генетической информации осуществляется в процессе удвоения (репликации) молекулы ДНК, которое предшествует делению клетки.

**Репликация** — процесс удвоения молекулы ДНК. Синтез осуществляется **полуконсервативным способом**, при котором каждая из цепей служит матрицей для синтеза дочерней цепи по принципу комплементарности.

Механизм репликации включает несколько этапов.

- **Дестабилизация структуры ДНК** — отделение цепей молекулы друг от друга на определённом участке и раскручивание двойной спирали. Процесс контролируется комплексом ферментов и регуляторов.
- **Синтез дочерних цепей** катализируют ДНК-полимеразы. В результате репликации образуются две новые молекулы ДНК, каждая из которых содержит одну материнскую и одну дочернюю цепь.



**Комплементарность** — пространственное соответствие двух макромолекул или их частей, которое позволяет образовывать между ними относительно прочные связи. Комплементарность позволяет избирательное (специфическое) взаимодействие молекул.

## Синтез белка

Для реализации генетической программы в клетке используются механизмы транскрипции и трансляции.

**Транскрипция** — синтез молекулы РНК на ДНК-матрице.

- **Инициация** — двойная цепь расплетается на ограниченном участке, собирается транскрипционный комплекс, и РНК-полимераза начинает синтез.
- **Элонгация** — удлинение синтезирующейся цепи РНК.
- **Терминация** — остановка синтеза РНК в области терминатора гена.

В процессе трансляции образуется предшественник РНК, который подвергается **процессингу**, после которого формируются функционально активные РНК.

Процессинг предшественника мРНК (пре-мРНК) включает три механизма.

- **Кэпирование** — химическая модификация 5'-конца РНК. Наличие кэпа необходимо для взаимодействия с субъединицами рибосомы.
- **Полиаденилирование** — добавление к 3'-концу РНК полиаденилатного участка, состоящего из 100–200 остатков аденина.
- **Сплайсинг** — процесс вырезания интронов.

Зрелая мРНК выходит в цитоплазму и используется для синтеза белка (трансляции) в качестве матрицы. Для перевода последовательности нуклеотидов нуклеиновой кислоты в последовательность аминокислот полипептидов используется специальный способ кодирования — **генетический код**: последовательность





из трёх нуклеотидов (**триплет**, или **кодон**) соответствует определённой аминокислоте. Для опосредования взаимодействия РНК-матрицы с аминокислотами используются посредники, или адаптеры, — транспортные РНК. Специфические тРНК связываются с соответствующими аминокислотами с образованием аминоацил-тРНК.

Свойства генетического кода:

- **триплетность** — триплет (последовательность из трёх нуклеотидов) соответствует конкретной аминокислоте;
- **универсальность** — код применим для всех живых организмов;
- **непрерывность** — триплеты идут подряд без промежутков («знаков препинаний»);
- **неперекрываемость** — один и тот же нуклеотид входит в состав только одного кодона;
- **специфичность** — триплет соответствует только одной аминокислоте;
- **избыточность (вырожденность)** — одна аминокислота может кодироваться несколькими кодонами.

Четыре типа нуклеотидов дают 64 различные комбинации по три нуклеотида. 61 триплет соответствует аминокислотам, а три кодона служат для остановки процесса трансляции. Эти триплеты (UAG, UGA, UAA) называют **нонсенс-кодонами**, или **стоп-кодонами**. Метиониновый кодон (AUG) является стартовым — с него начинается считывание информации с помощью рибосом.

**Трансляция** — синтез полипептидной цепи на рибосомах с использованием в качестве матрицы информационной (матричной) РНК.

### Этапы трансляции

- **Инициация.** Малая субъединица рибосомы в цитоплазме связывается с 5'-концом матричной РНК и находит старт-кодон. Затем к стартовому (метиониновому) кодону мРНК присоединяется метиониновая тРНК



с метионином. К образованному комплексу присоединяется большая субъединица рибосомы, а ко второму кодону — соответствующая аминоацил-тРНК. Между двумя аминокислотами образуется пептидная связь.

- **Элонгация.** К синтезирующемуся полипептиду последовательно присоединяются аминокислоты, доставляемые соответствующими тРНК. Процесс сопровождается передвижением рибосомы на мРНК на один кодон.
- **Терминация.** Рибосома доходит до стоп-кодона, и процесс синтеза завершается.

1

Установите соответствие между терминами и их определениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ТЕРМИНЫ**

- А) транскрипция
- Б) трансляция
- В) сплайсинг
- Г) процессинг
- Д) полиаденилирование
- Е) экпирование

**ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

- 1) химическая модификация переднего конца (5'-конца) мРНК
- 2) химическая модификация заднего конца (3'-конца) мРНК
- 3) процесс вырезания интронов
- 4) синтез полипептидной цепи на рибосомах с использованием в качестве матрицы информационной (матричной) РНК
- 5) синтез молекулы РНК на ДНК-матрице
- 6) созревание предшественников в функционально активные РНК

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Клетка — генетическая единица живого



### ХРОМОСОМЫ

Согласно клеточной теории клетка является элементарной единицей строения, функционирования, размножения и развития живых организмов. За пределами клетки генетический материал не может реализоваться или размножиться, как это видно на примере вирусов. Генетический материал в эукариотической клетке сосредоточен в ядре в виде хромосом. Собственный геном есть у митохондрий и пластид — циклическая ДНК.

**Хромосома** — нуклеопротеиновая структура ядра эукариотической клетки, которая содержит наследственную информацию и служит для её хранения, передачи и реализации.

Для всех организмов характерен определённый набор хромосом, который называют кариотипом. **Кариотип** — совокупность всех хромосом клетки организма, которые характеризуются количеством, формой и размером. Например, у человека 46 хромосом, у шимпанзе 48, у курицы 78, а у дрозофилы 8.

**Строение хромосом.** По форме хромосомы напоминают букву X. Две равные части хромосомы — это **хроматиды**, содержащие по одной линейной молекуле ДНК. Место соединения хроматид называется **первичной перетяжкой**, которая делит хроматиды на **плечи**. Плечи хромосом называют **короткими** и **длинными**. У некоторых хромосом есть **вторичные перетяжки**. Дистальная (крайняя) область плеча хромосомы, которая отделена вторичной перетяжкой, называется **спутником**.



В клетках эукариот количество хромосом может быть разной ploидности. У большинства многоклеточных организмов, размножающихся половым путём, **соматические клетки** содержат **диплоидный** набор хромосом. Их называют диплоидными. **Половые клетки**, или **гаметы**, служащие для полового размножения, являются гаплоидными — они имеют гаплоидный набор хромосом. У организмов с хромосомным определением пола различают **неполовые хромосомы (аутосомы)** и **половые (гоносомы)**. Аутосомы в диплоидных клетках всегда парные и одинаковые у мужских и женских организмов. Половые хромосомы у мужских и женских организмов отличаются по количеству и составу. Так, половые хромосомы у женщин одинаковые (XX), а у мужчин разные (XY). Половые хромосомы учитываются в записи кариотипа: они записываются после общего количества хромосом. Например, кариотип нормальной женщины записывается как 46, XX, а нормального мужчины — 46, XY. У некоторых организмов, например у кузнечиков и тараканов, есть только один тип гоносом — X, а пол определяется по количеству гоносом: у самок их две (XX), а у самцов одна (X0).

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые содержат правильную информацию о хромосомах. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Хромосома — нуклеолиппротеиновая структура ядра прокариотической клетки, которая содержит наследственную информацию и служит для её хранения, передачи и реализации. (2) Для всех организмов характерен определённый кариотип — совокупность всех хромосом



клетки, которая характеризуется их числом, формой и величиной хромосом. (3)Кариотип изучают путём микрофотографирования ядра интерфазной клетки. (4)Хромосомы в пресинтетическом периоде содержат две молекулы ДНК. (5)В соматических клетках диплоидных организмов содержится диплоидный (двойной) набор хромосом, а в половых клетках, или гаметях, — гаплоидный. (6)У организмов с хромосомным (XY) определением пола в соматических клетках женских организмов присутствуют две одинаковые хромосомы (XX), а у мужских организмов — разные (XY).

Ответ: \_\_\_\_\_



## ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ КЛЕТКИ

**Жизненный цикл клетки** — промежуток времени от появления клетки в результате деления до её собственного деления или гибели. Жизненный цикл состоит из двух

основных стадий — интерфазы и митоза.

Для каждой стадии клеточного цикла характерен набор генетического материала, или генетическая формула, которая показывает пloidность, то есть количество гаплоидных наборов хромосом ( $n$ ), и число молекул ДНК в гомологичных хромосомах ( $c$ ). Например, в соматической неделящейся диплоидной клетке два гаплоидных набора ( $2n$ ), и каждая хромосома представлена одной хроматидой (одной молекулой ДНК) ( $2c$ ), поэтому генетическая формула такой клетки будет  $2n2c$ .

**Интерфаза** — промежуток времени в жизненном цикле клетки между двумя делениями. На этой стадии осуществляется активная реализация генетической программы, которая определяет специализированные функции клетки. В активно делящихся клетках, например, на



стадии дробления зиготы интерфаза может быть очень короткой. Интерфаза состоит из трёх периодов:

- **G<sub>1</sub> (пресинтетический период)** — клетка находится в состоянии активного роста и развития. Хроматин находится в деконденсированном состоянии. Наблюдается высокий уровень синтеза РНК и белков, увеличивается количество рибосом и митохондрий. Генетическая формула  $2n2c$ .
- **S (синтетический период)** — осуществляется репликация ДНК и удвоение центриолей. После репликации каждая хромосома будет состоять из двух хроматид, соединённых в области первичной перетяжки, но количество хромосом не изменяется. Генетическая формула  $2n4c$ .
- **G<sub>2</sub> (постсинтетический период)** — клетка готовится к делению. Синтезируются РНК и белки, необходимые для процесса деления, запасается энергия в виде АТФ. Генетическая формула  $2n4c$ .

**Митоз** — способ непрямого деления ядра соматических клеток, в процессе которого обеспечиваются строго равномерное распределение хромосом между дочерними ядрами и образование дочерних клеток, генетически идентичных материнским.

- **Профаза** — первая фаза митоза, основными событиями которой являются конденсация (уплотнение) хромосом, образование веретена деления и разрушение ядерной мембраны ( $2n4c$ ).
- **Метафаза** — хромосомы располагаются в экваториальной области клетки, образуя митотическую пластинку. К центромерам хромосом присоединяются нити веретена деления. В этой фазе исследуют кариотип, поскольку хромосомы находятся в максимально конденсированном состоянии и расположены в одной плоскости ( $2n4c$ ).





- **Анафаза** — хромосомы разделяются на две сестринские хроматиды, которые двигаются к полюсам клетки. В момент разделения хромосом на хроматиды каждая хроматида становится отдельной хромосомой, то есть количество хромосом удваивается ( $4n4c$ ).
- **Телофаза** — хромосомы, достигшие полюсов веретена деления, начинают деконденсироваться и обособляются от цитоплазмы новыми ядерными мембранами. Дочерние ядра содержат половинные наборы генетического материала ( $2n2c$ ).

После завершения телофазы происходит **цитокинез** — разделение материнской клетки на две дочерние, в которых генетическая формула соответствует  $2n2c$ .

Клетка может делиться посредством **амитоза** — простого деления клеточного ядра без образования веретена деления и равномерного распределения хромосом. В клетках сохраняется интерфазное ядро и не происходит конденсации хроматина. Амитоз наблюдается при повреждении тканей и способствует быстрому затягиванию раневой поверхности.

**Мейоз**, или редукционное деление, — способ непрямого деления ядра эукариотических клеток, при котором количество хромосом уменьшается в два раза. У животных редукционное деление используется при образовании гамет, а у растений — в процессе спорогенеза.

Мейоз включает два деления — редукционное (мейоз I) и эквационное (мейоз II).

**Интерфаза I** — подготовка к делению протекает по типу интерфазы митоза, после синтетической фазы в клетках находится удвоенное количество ДНК ( $2n4c$ ).

**Редукционное деление** (мейоз I)

- **Профаза I** — после конденсации хромосом происходит конъюгация — сближение гомологичных хромосом



гомологичными участками по всей длине, что приводит к образованию тетрад, или бивалентов. Конъюгированные парные хромосомы обмениваются гомологичными участками в процессе кроссинговера. Кроссинговер имеет важное значение для повышения генетического разнообразия популяции ( $2n4c$ ).

- **Метафаза I** — биваленты (парные гомологичные хромосомы) выстраиваются по экватору клетки ( $2n4c$ ).
- **Анафаза I** — гомологичные хромосомы расходятся к полюсам клетки ( $2n4c$ ).
- **Телофаза I** — хромосомы достигают полюсов и обособляются ядерной оболочкой. Дочерние ядра содержат гаплоидный набор хромосом с удвоенным количеством ДНК ( $1n2c$ ).
- **Цитокинез I** — цитоплазма делится с образованием двух дочерних клеток ( $1n2c$ ).

**Интерфаза II** обычно очень короткая, и клетки после первого деления практически сразу же переходят ко второму ( $1n2c$ ).

**Эквационное деление** (мейоз II)

- **Профаза II** — протекают процессы, сходные с профазой I, но без конъюгации и кроссинговера ( $1n2c$ ).
- **Метафаза II** — хромосомы располагаются по экватору клетки ( $1n2c$ ).
- **Анафаза II** — сестринские хроматиды хромосом отделяются друг от друга и двигаются к полюсам клетки ( $2n2c$ ).
- **Телофаза II** — вокруг групп хромосом у полюсов клетки формируются ядерные мембраны ( $1n1c$ ).
- **Цитокинез II** — деление цитоплазмы. После второго деления образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом ( $1n1c$ ).





1

Установите соответствие между процессами и фазами мейоза. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРОЦЕССЫ**

- А) по экватору клетки выстраиваются биваленты
- Б) по экватору клетки выстраиваются хромосомы
- В) вокруг групп хромосом у полюсов клетки формируются ядерные мембраны
- Г) расхождение хроматид к полюсам клетки
- Д) расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки
- Е) кроссинговер

**ФАЗЫ МЕЙОЗА**

- 1) профазы I
- 2) метафазы I
- 3) анафазы I
- 4) анафазы II
- 5) метафазы II
- 6) телофазы II



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**РАЗВИТИЕ ПОЛОВЫХ КЛЕТОК У РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ**

Процесс образования зрелых половых клеток (гамет) называется **гаметогенезом**.

Гаметогенез у растений и животных имеет принципиальное различие из-за особенностей жизненных циклов этих организмов. У животных половые клетки образуются в результате редукционного деления диплоидных первичных половых клеток. У растений редукционное деление сопровождается спорогенезом. Из спор формируется гаметофит, а из его гаплоидных клеток образуются гаметы путём митотического деления.



## Развитие половых клеток у цветковых растений

**Микрогаметогенез.** В пыльниках тычинок цветковых растений происходит микроспорогенез. В результате редукционного деления из материнской клетки образуются четыре гаплоидные микроспоры. Микроспоры путём митоза прорастают в мужской гаметофит, состоящий из двух клеток: большой вегетативной и малой генеративной. Вегетативная клетка в дальнейшем не делится, а митотическое деление генеративной клетки приводит к образованию двух спермиев — микрогамет.

**Мегagamетогенез.** В завязи пестика осуществляется мегаспорогенез. Материнская клетка подвергается мейотическому делению. Из четырёх образовавшихся клеток три погибают, а одна становится мегаспорой. Мегаспора посредством трёх последовательных митотических делений прорастает в восьмиядерный женский гаметофит — **зародышевый мешок**. Одно из ядер после обособления около него участка цитоплазмы становится **яйцеклеткой**, которая вместе с двумя **синергидами** находится на одном из полюсов зародышевого мешка. На противоположной стороне локализуются три **антипода**. Два ядра перемещаются в центр мешка и сливаются, образуя диплоидную **центральную клетку**.

## Развитие половых клеток у животных

**Сперматогенез** — процесс образования зрелых мужских половых клеток (сперматозоидов) в семенниках животных. Иницируется с момента полового созревания. Предшественниками мужских половых клеток являются стволовые клетки **сперматогонии**. В **фазе размножения** диплоидные сперматогонии делятся митотически. При переходе к мейозу сперматогонии вступают в **фазу роста** и становятся **сперматоцитами первого порядка**. Достигнув определённого размера, сперматоциты первого порядка вступают в **фазу созревания** — они





осуществляют первое мейотическое деление, образуя по два гаплоидных **сперматоцита второго порядка** с удвоенным количеством ДНК. Второе мейотическое деление приводит к образованию из сперматоцита второго порядка четырёх **сперматид**. В **фазе формирования** сперматиды теряют значительную часть цитоплазмы, формируют жгутик и превращаются в **сперматозоиды**. Сперматозоид состоит из головки, шейки и хвостика. В головке находится ядро, а в передней её части — акросома — видоизменённая лизосома, содержащая гидролитические ферменты, необходимые для проникновения спермия в ооцит второго порядка. В шейке находятся две центриоли, одна из которых формирует осевую нить жгутика. Часть жгутика, примыкающая к шейке, расширена — здесь находятся митохондрии, поставляющие АТФ для обеспечения движения сперматозоида.

**Оогенез** — процесс образования зрелых женских половых клеток (яйцеклеток) в яичниках животных. В отличие от сперматогенеза, оогенез начинается в период эмбрионального развития. Предшественниками женских половых клеток являются диплоидные **оогонии**. В фазе размножения они делятся митотически. Вступая в фазу роста, оогонии теряют способность к митотическому делению. Увеличившись в размерах, оогонии преобразовываются в **ооциты первого порядка**. На момент рождения у девочки в яичниках содержится до 2 млн ооцитов первого порядка, возле которых образуется однослойная оболочка. Ооциты первого порядка в однослойной оболочке называют **примордиальными фолликулами**. До полового созревания состояние и количество ооцитов первого порядка не изменяется. С началом овуляции ооциты первого порядка поочередно вступают в первое мейотическое деление и образуют **ооцит второго порядка** и **первое полярное тельце**. Ооцит второго порядка выходит из яичника и вступает во второе деление



мейоза, которое останавливается на стадии метафазы. Дальнейшее развитие ооцита второго порядка возможно только в случае его слияния со сперматозоидом. Второе мейотическое деление завершается с образованием зрелой **яйцеклетки** и **второго полярного тельца**.

**Яйцеклетка** — зрелая женская половая клетка. Яйцеклетки имеют крупные размеры, так как помимо ядра несут значительный запас питательных веществ, который используется для развития зародыша. Яйцеклетки покрыты несколькими оболочками. Первичная оболочка яйцеклетки млекопитающих, называемая блестящей, является производной плазмалеммы. Вторичная оболочка — лучистый венец — образована фолликулярными клетками. Дополнительные третичные оболочки формируются при прохождении яйцеклетки по яйцеводу.

1

Установите соответствие между типами клеток, образующихся в процессе оогенеза животных, и этапами клеточного деления, которые предшествуют их появлению. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ТИП КЛЕТОК**

- А) яйцеклетка
- Б) ооцит первого порядка
- В) ооцит второго порядка
- Г) первое полярное тельце
- Д) второе полярное тельце
- Е) оогоний

**ЭТАПЫ КЛЕТОЧНОГО ДЕЛЕНИЯ**

- 1) митотическое деление
- 2) первое мейотическое деление
- 3) второе мейотическое деление

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## ОРГАНИЗМ КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА



### Разнообразие организмов

**Организм** — целостная живая система, способная к обмену веществ, самоподдержанию строения и организации, самостоятельному существованию и размножению.

#### Деление организмов по количеству клеток

- **Одноклеточные** организмы состоят из одной клетки, которая выполняет все функции организма, многоклеточные стадии отсутствуют (многие водоросли, простейшие, некоторые грибы и большинство прокариот).
- **Колониальные** организмы состоят из множества недифференцированных или слабо дифференцированных клеток, которые сохраняют способность к размножению. Колониальные организмы есть среди синезелёных бактерий, зелёных (вольвокс), диатомовых и других групп водорослей, жгутиковых и инфузорий.
- **Многоклеточные** организмы состоят из множества дифференцированных клеток, которые выполняют специализированные функции и не могут существовать вне организма. К многоклеточным организмам относится большинство растений, животных и грибов.

**Группы организмов по типу метаболизма** можно определить по ряду критериев.

- **По источнику энергии:**
  - **фототрофы** используют энергию света;
  - **хемотрофы** используют энергию химических соединений.
- **По источнику углерода:**
  - **автотрофы** способны синтезировать органические соединения из неорганических;



- **гетеротрофы** используют только готовые органические соединения.

Растения и некоторые группы прокариот (сине-зелёные, зелёные бактерии и др.) — **фотоавтотрофы**. Они используют энергию света и синтезируют органические соединения. Животные и грибы — это **хемогетеротрофы**, так как они используют энергию органических соединений. Хемосинтезирующие прокариоты (бактерии и археи) используют энергию простых соединений и синтезируют органические соединения из неорганических, поэтому относятся к **хемоавтотрофам**. Существуют организмы со смешанным типом питания, например, некоторые жгутиковые (эвглена зелёная и др.) могут питаться органикой и фотосинтезировать. Эти организмы — **миксотрофы**.

### **Группы организмов по отношению к кислороду**

**Анаэробы** развиваются без кислорода, причём для многих из них кислород является токсичным веществом, хотя некоторые анаэробы хорошо развиваются в кислородной среде. Анаэробы используют бескислородные типы метаболизма: брожение (бактерии), анаэробные типы дыхания, например нитратное, сульфатное и др. (прокариоты). К этой группе относятся преимущественно прокариотические организмы. У эукариот анаэробы встречаются преимущественно среди эндопаразитов, к которым относятся некоторые представители типа Простейших и Плоских червей.

**Аэробы** живут только в присутствии кислорода. Для них характерно кислородное дыхание, в котором молекулярный кислород используется в качестве конечного акцептора электронов. Аэробный тип дыхания появился позже анаэробных механизмов — после появления сине-зелёных бактерий, способных к оксигенному типу фотосинтеза, и, соответственно, после накопления кислорода в атмосфере.



Некоторые аэробные организмы в отсутствие или при недостатке кислорода осуществляют анаэробное окисление субстрата. Например, дрожжи в условиях гипоксии переходят на молочнокислое брожение.

1

Выберите два верных ответа из пяти и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Признаками многоклеточных организмов, которые отличаются от одноклеточных и колониальных являются

- 1) клеточное строение
- 2) выраженная дифференциация клеток
- 3) митотическое деление клеток
- 4) половое размножение
- 5) наличие специализированных клеток

Ответ: \_\_\_\_\_



2

Установите соответствие между видами организмов и типом их метаболизма. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ВИДЫ ОРГАНИЗМОВ**

- А) пшеница
- Б) повилика
- В) хвощ полевой
- Г) крокодил
- Д) бычий цепень
- Е) эвглена зелёная

**ТИП МЕТАБОЛИЗМА**

- 1) фотоавтотрофия
- 2) хемогетеротрофия
- 3) миксотрофия

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## СПОСОБЫ ПОЛОВОГО И БЕСПОЛОГО РАЗМНОЖЕНИЯ

**Размножение** — воспроизведение генетически сходных особей, обеспечивающее увеличение числа особей в дочернем поколении, непрерывность и преемственность жизни. В природе существует множество механизмов размножения, но все их можно свести к двум основным способам: бесполое и половое.

**Бесполое размножение** — способ размножения без участия репродуктивных клеток (гамет), при котором следующее поколение развивается из соматических клеток материнского организма. Бесполое размножение, при котором новый организм развивается из одной клетки, называется **собственно бесполом**. Если дочерние особи образуются из многоклеточной части тела родительской особи (группы клеток или целого органа), такое размножение называют **вегетативным**.

### Собственно бесполое размножение

- **Бинарное деление** — из материнской клетки путём митоза и цитокинеза образуются две генетически идентичные дочерние клетки (амёбы, инфузории, хлорелла).
- **Шизогония** — многократное деление ядра с последующим делением цитоплазмы на соответствующее число фрагментов (малярийный плазмодий).
- **Почкование** — после митотического деления ядра одно из образовавшихся ядер перемещается в выпячивание, образуемое на поверхности материнской клетки, а затем фрагмент клетки с ядром отпочковывается (дрожжи).
- **Размножение спорами** — организм развивается из споры. Свойственно грибам и некоторым водорослям.





## Вегетативное размножение

- **Почкование** — на теле материнского организма стимулируется деление нескольких клеток, дающих начало дочернему организму, который со временем отделяется и приступает к самостоятельному существованию. Типично для кишечнорастворимых и губок.
- **Фрагментация** — деление тела на несколько частей, из которых формируется новый полноценный организм. Обнаружен у плоских и кольчатых червей, сцифоидных полипов и иглокожих.
- **Вегетативное размножение растений** осуществляется путём отделения от материнской особи вегетативных органов. Для вегетативного размножения используются клубни, луковицы, выводковые почки, ползучие побеги, корневища, корневые отпрыски и др.

**Половое размножение** — способ размножения, сопряжённый с образованием половых клеток (гаплоидных гамет) и их последующим слиянием в одну диплоидную клетку — зиготу, из которой развивается новый организм.

**Партеногенез**, или девственное развитие, — особый вид полового размножения, при котором новый организм развивается из неоплодотворённой яйцеклетки. Характерен для дафний, тлей, медоносных пчёл.

**Конъюгация** — половой процесс, в ходе которого происходит обмен фрагментами наследственной информации между особями с последующим размножением бесполом путём. Характерен для инфузорий.

1

Установите соответствие между способами и типами размножения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



## СПОСОБЫ РАЗМНОЖЕНИЯ

- А) шизогония
- Б) оплодотворение
- В) почкование
- Г) конъюгация
- Д) партеногенез
- Е) фрагментация

## ТИПЫ РАЗМНОЖЕНИЯ

- 1) бесполое
- 2) половое

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**ОПЛОДОТВОРЕНИЕ У ЦВЕТКОВЫХ РАСТЕНИЙ И ЖИВОТНЫХ**

**Оплодотворение** — процесс слияния мужских и женских половых клеток с образованием зиготы, из которой развивается новый организм.

Раздельнополые организмы формируют гаметы одного типа. Но существуют также **гермафродиты** — организмы, продуцирующие мужские и женские половые клетки. Гермафродитизм характерен для многих плоских и кольчатых червей, брюхоногих моллюсков и растений. В случае гермафродитизма возможно самооплодотворение, при котором мужские половые клетки сливаются с яйцеклетками собственного организма. У многих гермафродитных организмов есть физиолого-биохимические и морфологические приспособления, предотвращающие или существенно ограничивающие самооплодотворение. Это важно для поддержания генетического разнообразия популяций.

**Двойное оплодотворение** — процесс, характерный для цветковых растений, при котором два спермия





пыльцы одновременно оплодотворяют в зародышевом мешке яйцеклетку и центральную клетку с образованием диплоидной зиготы и триплоидной клетки, из которой развивается эндосперм.

Оплодотворение у растений возможно после опыления, в процессе которого пыльца переносится на рыльце пестика. Попадая на рыльце, пыльца начинает прорастать в ткани пестика по направлению к завязи. Вегетативная клетка формирует пыльцевую трубку, по которой двигаются два спермия. Через микропиле (пыльцевход) семязачатки спермии попадают в зародышевый мешок, где один спермий сливается с яйцеклеткой, а второй — с центральной клеткой.

У животных оплодотворение происходит в результате осеменения, которое позволяет сближение и слияние мужской и женской половых клеток. Разные группы животных способны к внешнему или внутреннему оплодотворению.

**Внешнее оплодотворение** — оплодотворение вне родительских организмов, при котором женские и мужские половые клетки выводятся наружу, где происходит их слияние. Наблюдается у костных рыб, многих земноводных, иглокожих, бесчерепных, двустворчатых моллюсков, кольчатых червей.

**Внутреннее оплодотворение** — оплодотворение, при котором мужские половые продукты вводятся самцом в половые пути самки, где сперматозоиды сближаются с яйцеклетками и сливаются с ними. Характерно главным образом для наземных животных: млекопитающих, птиц, пресмыкающихся, насекомых, брюхоногих моллюсков. Среди водных организмов внутреннее оплодотворение используют хрящевые рыбы и головоногие моллюски.



1

Установите соответствие между видами животных и типом оплодотворения. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ВИДЫ ЖИВОТНЫХ****ТИП ОПЛОДОТВОРЕНИЯ**

- А) костные рыбы
- Б) хрящевые рыбы
- В) иглокожие
- Г) насекомые
- Д) земноводные
- Е) брюхоногие моллюски

- 1) внешнее
- 2) внутреннее



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**ОНТОГЕНЕЗ И ЕГО ПЕРИОДИЗАЦИЯ**

**Онтогенез** — процесс индивидуального развития организма от зарождения (оплодотворения при половом размножении или момента отделения от материнской особи при бесполом) до конца жизни. У одноклеточных организмов онтогенез совпадает с клеточным циклом.

**Онтогенез животных**

Жизнь организма начинается с момента образования **зиготы** — диплоидной клетки, которая образуется при слиянии половых клеток при оплодотворении.

**Эмбриональное развитие** (от зиготы до рождения)

- **Дробление.** Зигота делится митотически на более мелкие клетки — **бластомеры**. Через несколько циклов деления клеток образуется **морула** — округлое плотное скопление однородных клеток. При достижении





критического количества бластомеров (около 16) они начинают перемещаться от центра морулы к периферии, формируя **бластулу** — однослойный многослойный зародыш, имеющий вид полого шарика.

- **Гастрюляция.** Однослойная стенка бластулы впячивается в полость. Образующаяся двуслойная структура называется **гаструлой**. В гастрoule различают два зародышевых листка: внешний слой клеток — **эктодерма** и внутренний — **энтодерма**. В месте инвагинации образуется **бластопор** — первичный рот. Между эктодермой и энтодермой формируется третий зародышевый слой — **мезодерма**.
- **Гистогенез.** Процесс дифференциации клеток, ведущий к формированию специализированных тканей.
- **Органогенез.** Процесс формирования органов. Одним из этапов органогенеза у позвоночных является **нейруляция** — формирование нервной пластинки и замыкание её в трубку (стадия **нейрулы**). Для неё характерно наличие нервной трубки, хорды и кишечной трубки.

Производные зародышевых листков:

- **эктодерма:** покровы тела (эпителий и его производные), эпителий ротовой полости, прямая кишка, нервные ткани, органы чувств, жабры, эмаль зубов;
- **энтодерма:** органы пищеварительной системы, печень, поджелудочная железа, лёгкие;
- **мезодерма:** мышечная и все виды соединительной ткани (в том числе компоненты опорно-двигательной системы), кровеносные сосуды, почки.

Развивающийся организм на начальных этапах эмбрионального развития называют **эмбрионом**, или **зародышем**. После закладки основных систем и органов эмбрион становится **плодом**. У человека переход от эмбриона к плоду происходит примерно после восьмой недели развития.



**Постэмбриональное развитие** (от рождения и до смерти)

- **Ювенильный период** продолжается от рождения до полового созревания. Характеризуется интенсивным ростом и развитием.
- **Репродуктивный период**. Организм достигает половой зрелости и становится способным к размножению.
- **Пострепродуктивный период**. Связан со старением организма. Характеризуется ослаблением или потерей способности к размножению, снижением адаптивных возможностей организма и его физической активности.

Постэмбриональное развитие организма может быть прямое и не прямое. При **прямом** развитии молодой организм похож на взрослый, но отличается от него линейными размерами (млекопитающие, птицы, пресмыкающиеся). При **непрямом** развитии происходит существенное преобразование организма при переходе от личиночной стадии ко взрослой (земноводные, насекомые). Существенные изменения строения организма животных и смену образа их жизни при переходе от личиночной к взрослой стадии называют **метаморфозом**.

**Рост** организмов бывает двух типов:

- **Ограниченный (закрытый)** рост организма продолжается в течение определённого периода онтогенеза, чаще всего до достижения полового созревания. Характерен для большинства членистоногих и позвоночных животных. Ограниченный рост позволяет иметь организму компактное тело, позволяющее эффективно перемещаться в пространстве.
- **Неограниченный (открытый)** рост продолжается в течение всей жизни. Характерен, прежде всего, для неподвижных организмов: растений и грибов, а также для ленточных и кольчатый червей.





**Жизненный цикл** — закономерная смена всех поколений (половое, бесполое, партеногенетическое, диплоидное, гаплоидное), характерных для данного вида живых организмов.

1

Установите соответствие между структурами и зародышевыми листками, из которых они произошли. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**СТРУКТУРЫ**

- А) слизистая кишечника
- Б) скелет
- В) головной мозг
- Г) почки
- Д) печень
- Е) эмаль зубов

**ЗАРОДЫШЕВЫЕ  
ЛИСТКИ**

- 1) эктодерма
- 2) энтодерма
- 3) мезодерма

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



2

Выберите два верных ответа из пяти и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Укажите правильные последовательности стадий эмбриогенеза позвоночных животных (последовательность может быть неполной).

- 1) зигота → морула → бластула → нейрула → гастрουла → плод
- 2) зигота → морула → бластула → гастрουла → плод → эмбрион
- 3) зигота → бластула → морула → нейрула → плод
- 4) зигота → морула → бластула → нейрула → плод
- 5) зигота → бластула → гастрουла → нейрула → плод

Ответ: \_\_\_\_\_



# Генетика



## МЕТОДЫ И ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ ГЕНЕТИКИ

**Генетика** — наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости.

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

**Изменчивость** — свойство организмов приобретать признаки, отличные от родительских форм.

### Методы генетики

- **Гибридологический** — подбор родительских пар, скрещивание и анализ закономерностей наследования признаков у потомства.
- **Цитогенетический** — исследование кариотипа.
- **Биохимический** — изучение нарушений метаболизма (содержание веществ и каталитическая активность).
- **Молекулярно-генетический** — изучение последовательности ДНК, функциональных последовательностей, механизмов генной активности.
- **Популяционно-статистический** — определение частоты встречаемости различных аллелей и генов в популяции.

### Основные генетические понятия

- **Ген** — функционально неделимая единица наследственности, участок молекулы ДНК, несущий информацию о первичной структуре РНК или белка.
- **Аллели (аллельные гены)** — разные формы одного и того же гена, которые располагаются в одинаковых локусах (участках) гомологичных хромосом и определяют развитие альтернативных (контрастных) признаков.





- **Неаллельные гены** — гены, расположенные в разных локусах гомологичных хромосом или в негомологичных хромосомах.
- **Признаки** — любые морфологические, физиологические, биохимические и иные особенности, по которым одни организмы отличаются от других.
- **Доминантный признак** — признак, проявляющийся у гибридов первого поколения; обозначается прописной буквой (А).
- **Рецессивный признак** — признак, который проявляется только в гомозиготном состоянии, не проявляющийся у гибридов первого поколения; обозначается строчной буквой (а).
- **Генотип** — совокупность всех генов организма.
- **Фенотип** — совокупность признаков организма на определённой стадии развития, обусловленных взаимодействием генотипа с условиями внешней среды.
- **Гомозигота** — клетка или организм, несущие одинаковые аллели одного гена (АА или аа).
- **Гетерозигота** — клетка или организм, несущие разные аллели одного гена (Аа).

1

Прочитайте текст. Выберите три правильных утверждения. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.

(1) Генетика изучает закономерности наследственности и распределения генотипов в разных климатических зонах. (2) Ген локализуется в молекуле ДНК и кодирует аминокислотную последовательность белка или нуклеотидную последовательность РНК. (3) Аллельные гены являются разными формами одного гена и располагаются в гомологичных локусах негомологичных хромосом. (4) Неаллельные гены располагаются в негомологичных хромосомах. (5) Генотип





включает совокупность всех генов организма: ядерных, митохондриальных, а у растений также пластидных. (б)Фенотип — совокупность признаков организма на определённой стадии развития, обусловленных воздействием на него условий внешней среды.

Ответ: \_\_\_\_\_



## **ХРОМОСОМНАЯ ТЕОРИЯ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ**

Теория была сформулирована в начале XX века благодаря открытию сцепленного наследования, кроссинговера и разработки методов картирования генов. Основная идея, на которой основывается теория, заключается в том, что механизм наследования связан с передачей хромосом.

- Гены расположены в хромосомах линейно, в определённой последовательности.
- Гены одной хромосомы формируют группу сцепления и наследуются совместно (сцепленно).
- Количество групп сцепления у данного вида равно гаплоидному набору хромосом у гомогаметного пола и на один больше у гетерогаметного пола.
- Аллели одного гена локализируются в одинаковых локусах гомологичных хромосом.
- Сцепление нарушается в результате кроссинговера.
- Частота кроссинговера прямо пропорциональна расстоянию между генами в хромосоме.
- В разных хромосомах находится разное количество генов, причём набор генов уникален для каждой хромосомы.
- Гены, расположенные в негомологичных хромосомах, наследуются независимо.





1

Все перечисленные ниже высказывания, кроме двух, имеют отношение к хромосомной теории наследственности. Определите два высказывания, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.



- 1) Гены расположены в хромосомах в строгой последовательности.
- 2) Гены кодируют первичные последовательности РНК или белков.
- 3) Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно.
- 4) Гены, расположенные в негомологичных хромосомах, наследуются независимо.
- 5) Гены белок-кодирующих генов содержат интроны и экзоны.

Ответ: \_\_\_\_\_



## СОВРЕМЕННЫЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ О ГЕНЕ И ГЕНОМЕ

**Геном** — совокупность генов гаплоидного набора хромосом конкретного вида. Является характеристикой биологического вида, а не отдельной особи.

Геномы прокариот и эукариот имеют множество различий по организации генома и структуре генов.

**Геном прокариот** представлен генами, которые локализованы в циклической ДНК нуклеоида. Большинство генов имеют структуру оперона. **Оперон** представляет собой генетическую конструкцию, в которой несколько генов контролируется одним промотором. Главной особенностью оперона является наличие оператора.



### Структура оперона:

- **промотор** — регуляторный участок, который показывает начало и направление считывания информации;
- **оператор** — участок связывания белка-репрессора. Наличие репрессора на опероне ингибирует ген, так как мешает РНК-полимеразе инициировать транскрипцию. Для активации экспрессии гена используется механизм, позволяющий удалять репрессор с оператора;
- **структурная часть** — линейная последовательность нескольких генов, содержит информацию о структуре нескольких РНК или белков;
- **терминатор** — регуляторный участок, определяющий место завершения транскрипции.

Кроме ДНК нуклеоида прокариоты могут содержать **плазмиды** — небольшие, обычно циклические, молекулы ДНК, способные к автономной репликации в цитоплазме клетки. С помощью передачи плазмид между бактериями возможен горизонтальный перенос генов. В плаزمиде находятся гены, которые не являются обязательными для развития прокариот, но могут существенно повысить их выживаемость. Чаще всего это гены устойчивости к неблагоприятным факторам окружающей среды. Они не являются принципиальными для развития бактерий, но существенно повышают их выживаемость.

**Геном эукариот.** Гены эукариотической клетки локализованы в хромосомах ядра и в циклических молекулах ДНК митохондрий и пластид. Ядерные гены, в отличие от оперона, обычно несут информацию об одной молекуле РНК или белка. Они состоят из **промотора**, **структурной части** и **терминатора**. Значение регуляторных участков (промотора и терминатора) аналогично прокариотическим. Структурная часть кодирует один продукт. Большинство белок-кодирующих генов имеют прерывистую структуру (экзоны и интроны).





1

Установите соответствие между структурами и их характеристиками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**СТРУКТУРЫ**

- А) промотор
- Б) плаزمида
- В) структурная часть
- Г) терминатор
- Д) оператор
- Е) оперон

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

- 1) участок гена, кодирующий первичную структуру РНК или белков
- 2) небольшая циклическая молекула ДНК, способная к автономной репликации в цитоплазме бактерий
- 3) регуляторный участок гена, определяющий место завершения транскрипции
- 4) бактериальный ген, кодирующий несколько продуктов и имеющий оператор
- 5) регуляторный участок гена, показывающий начало и направление транскрипции
- 6) участок связывания белка-репрессора в бактериальном гене

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**ЦИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ**

Закономерности наследования признаков имеют статистический характер. Зная генотипы родителей, можно статистически рассчитать вероятность появления потомства с конкретными признаками.

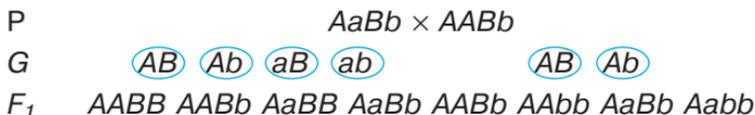


В генотипе диплоидного организма все гены представлены двумя аллелями, которые локализируются в гомологичных локусах гомологичных хромосом, за исключением генов половых хромосом у гетерогаметного пола. При созревании гаметы получают половинный набор хромосом и, соответственно, по одной аллели каждого гена. Рассмотрим, как наследуется признак при моногибридном скрещивании. Предположим, что родительские формы являются гетерозиготами и имеют генотипы  $Aa$ . Они образуют гаметы с аллелями  $A$  и  $a$  в отношении  $1:1$ , то есть по  $50\%$ . Слияние гамет при оплодотворении является равновероятным, то есть гамета с аллелью  $A$  одного из родителей с одинаковой вероятностью может слиться с гаметами, несущими аллель  $A$  или  $a$  другого родителя. Если каждый из родителей образует два вида гамет, то возможно получить четыре равновероятных сочетания.



Таким образом, в данном случае  $25\%$  потомства будут иметь генотип  $AA$ ,  $50\%$  —  $Aa$ ,  $25\%$  —  $aa$  (соотношение  $1:2:1$ ). Фенотипическое проявление признаков зависит от взаимодействия аллелей. Генотипы  $AA$  и  $Aa$  могут иметь один фенотип или разный, то есть фенотипически потомство может распределиться в соотношениях  $1:2:1$  или  $3:1$ .

При дигибридном скрещивании увеличивается количество вариантов гамет и потомства.





Количество разных вариантов гамет можно рассчитать по формуле  $2^n$ , где  $n$  — количество гетерозиготных пар в генотипе. В генотипе  $AaBb$  две гетерозиготные пары, поэтому он образует гаметы четырёх типов ( $2^2 = 4$ ). В генотипе  $AABb$  одна гетерозиготная пара, поэтому он образует гаметы двух типов ( $2^1 = 2$ ). Соответственно, при скрещивании этих генотипов возможны восемь сочетаний ( $4 \times 2 = 8$ ).

1

Сколько вариантов гамет образует генотип  $KKLlMmnnOoPpRRss$ ? В ответе запишите количество вариантов гамет.



Ответ: \_\_\_\_\_



## ЗАКОНОМЕРНОСТИ НАСЛЕДОВАНИЯ, УСТАНОВЛЕННЫЕ Г. МЕНДЕЛЕМ

Используя метод гибридизации, Грегор Мендель изучал закономерности наследования признаков на растениях гороха. В 1865 году он опубликовал свои результаты в книге «Опыты над растительными гибридами». Одно из наиболее важных следствий работ Менделя — понимание дискретности единиц генетического материала.

**Первый закон Менделя (закон единообразия гибридов первого поколения).** При скрещивании гомозиготных родительских форм, отличающихся одной парой альтернативных признаков, все гибриды первого поколения будут единообразны и проявлять признаки одного из родителей.

**Второй закон Менделя (закон расщепления признаков).** При скрещивании гетерозиготных гибридов



первого поколения во втором поколении будет наблюдаться расщепление признаков по фенотипу в соотношении 3:1, а по генотипу — 1:2:1.

**Третий закон Менделя (закон независимого наследования признаков).** При скрещивании гомозиготных особей, отличающихся друг от друга по двум и более парам признаков, во втором поколении будет происходить независимое расщепление данных признаков в соотношении 3:1 (9:3:3:1 при дигибридном скрещивании).

**Закон (правило) чистоты гамет** — в каждую гамету попадает только один аллель из пары аллелей данного гена родительской особи.

1

Наличие веснушек на лице является доминантным признаком, а леворукость — рецессивным. У женщины левши с веснушками и праворукого мужчины без веснушек двое детей. Сын — левша с веснушками, а дочь — правша без веснушек. Установите генотипы всех членов семьи.



Ответ: \_\_\_\_\_

2

Кареглазый близорукий мужчина женился на светловолосой женщине с нормальным зрением. Близорукость доминирует над нормальным зрением, а темноволосость над светловолосостью. Какие волосы и зрение возможны у детей этой пары, если отец мужчины блондин, а у матери нормальное зрение.



Ответ: \_\_\_\_\_





## СЦЕПЛЕННОЕ НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ. ЗАКОН Т. МОРГАНА

**Сцепленные гены** — гены, расположенные в одной хромосоме (в одной молекуле ДНК).

**Группа сцепления** — совокупность генов, расположенных в одной хромосоме и наследуемых совместно (сцепленно).

**Сцепленное наследование** — совместное наследование генов, локализованных в одной хромосоме.

Согласно хромосомной теории гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно (сцепленно). Один из авторов хромосомной теории, Томас Морган, в своих исследованиях заметил, что сцепление генов периодически нарушается, то есть между гомологичными хромосомами происходит обмен генами. Причиной этого является кроссинговер, происходящий в профазу первого мейоза. Частота кроссинговера для разных пар сцепленных генов различна и зависит от расстояния между ними. На основании этих наблюдений был сформулирован **закон (правило) Моргана**: «Гены, локализованные в одной хромосоме, наследуются сцепленно, причём сила сцепления обратно пропорциональна расстоянию между генами».

Частоту кроссинговера было предложено использовать для картирования хромосом, то есть для определения последовательности расположения генов в хромосоме. Расстояние между генами в генетике выражают не в линейных единицах, а в частоте кроссинговера, которую выражают в **морганидах**. Например, если у 1% потомков наблюдается кроссинговер по паре сцепленных генов, то расстояние между этими генами оценивается в **1 морганиду**.



1

Исследование наследования сцепленных генов К, L, M и N у дрозофилы показал, что частота кроссинговера между генами К и N — 32%, К и M — 18%, M и L — 20%, К и L — 2%, M и N — 14%. Укажите последовательность генов.



Ответ: \_\_\_\_\_



## ГЕНЕТИКА ПОЛА

**Пол** — совокупность генетически определённых особенностей организма, отличающих его от представителей другого пола и обеспечивающих половое размножение.

В природе существуют разные механизмы определения пола организма. Один из них — хромосомный. У человека, млекопитающих, многих насекомых и растений пол определяется половыми хромосомами X и Y.

**Гомогаметный пол** определяется по наличию в клетках организма одинаковых половых хромосом (у женщин — XX). Особи этого пола образуют гаметы одного типа.

**Гетерогаметный пол** определяется по наличию в клетках организма двух разных половых хромосом (у мужчин — XY) или одной (например, у самцов кузнечика нет Y-хромосомы — X0). Особи этого пола образуют гаметы двух типов.

У некоторых организмов, например у птиц, пресмыкающихся, бабочек, гомогаметный пол мужской, а гетерогаметный — женский. В этом случае мужскую хромосому обозначают Z, а женскую — W. Генотип самок ZW, а самцов — ZZ или Z0.





1

Выберите два верных ответа из пяти и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Женскому полу организма с нормальным набором половых хромосом соответствуют обозначения

- 1) XY
- 2) X0
- 3) XX
- 4) ZW
- 5) ZZ



Ответ: \_\_\_\_\_



## НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКОВ, СЦЕПЛЕННЫХ С ПОЛОМ

**Сцепленные с полом признаки** определяются генами, которые локализуются в половых хромосомах. У человека с такими признаками связаны некоторые наследственные заболевания. Например, гены гемофилии, дальтонизма, миодистрофия Дюшенна. Последним заболеванием страдал известный британский физик-теоретик Стивен Хокинг. Эти заболевания значительно чаще встречаются среди мужчин. Это объясняется тем, что данные заболевания являются рецессивными признаками, а их гены локализуются в X-хромосоме. Поскольку у женщин в геноме две X-хромосомы, то многие женщины, имеющие гены таких болезней, являются гетерозиготными носителями, но фенотипически здоровыми людьми. В парной X-хромосоме у них присутствует доминантная аллель, которая определяет нормальное развитие организма. У мужчин только одна X-хромосома, поэтому наличие рецессивного аллеля неизбежно приводит к соответствующему заболеванию.



Признаки, связанные с Y-хромосомой (голандрические), характерны только для мужчин. Примерами **голандрических** признаков являются синдактилия (сращение пальцев), оволосение ушной раковины.

1

Женщина с нормальным цветовым зрением, у которой отец дальтоник, вышла замуж за мужчину, страдающего дальтонизмом. Ген дальтонизма расположен в X-хромосоме и является рецессивным. Какое зрение может быть у их детей и какая вероятность рождения девочки с нормальным цветовым зрением?



Ответ: \_\_\_\_\_



## ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕНОВ

### Взаимодействие аллельных генов

Многие гены взаимодействуют друг с другом, обеспечивая разнообразные эффекты.

Причем взаимодействие наблюдается как между аллельными, так и неаллельными генами.

**Полное доминирование** — взаимодействие, при котором у гетерозигот проявляется только доминантный признак. Например, люди-гетерозиготы по гену галактоземии здоровы, так как ген болезни не проявляется в присутствии доминантного аллеля.

**Неполное доминирование** — взаимодействие, при котором у гетерозигот присутствие рецессивного аллеля ослабляет проявление доминантного. Например, лепестки венчика цветков ночной красавицы у гомозиготных форм имеют красную (AA) и белую (aa) окраску, а у гетерозигот цветки розовые.





**Кодоминирование** — взаимодействие, при котором у гетерозигот проявляются оба аллеля в полной мере, без ослабления эффектов друг друга. Например, люди с IV группой крови в генотипе имеют два доминантных аллеля ( $AB$ ).

**Сверхдоминирование** — взаимодействие, при котором доминантный признак в гетерозиготном состоянии проявляется сильнее, чем в гомозиготном. Эффект зависит не от состояния конкретной пары аллельных генов, а от состояния генотипа в целом. При скрещивании двух чистых линий образуются гибриды, у которых большинство генов переводится в гетерозиготное состояние и максимально снижается количество гомозиготных пар, наличие которых ослабляет организм. Сверхдоминирование связано с явлением **гетерозиса**.

## **Взаимодействие неаллельных генов**

**Комплементарность** — взаимодействие, при котором фенотипическое проявление определённого признака возможно только в присутствии доминантных аллелей каждой из пар взаимодействующих неаллельных генов. Например, если ген  $A$  определяет развитие глаза, а ген  $B$  — зрительного нерва, отсутствие доминантных аллелей хотя бы по одному из этих генов ( $AAbb$ ,  $aaBB$ ) будет приводить к слепоте.

**Эпистаз** — взаимодействие, при котором один неаллельный ген подавляет проявление другого. Например, белая окраска шерсти у многих млекопитающих зависит от наличия гена-ингибитора, который подавляет гены окраски.

**Полимерия** — разновидность взаимодействия неаллельных генов, отвечающих за проявление одного и того же признака, уровень проявления которого зависит от общего количества доминантных аллелей этих генов.



Например, полимерными признаками у человека являются рост, вес, интеллект, интенсивность окраски волос, радужки глаза и др.

1

Установите соответствие между типами взаимодействия генов и их особенностями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



### ТИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЕНОВ

- А) неполное доминирование
- Б) полное доминирование
- В) эпистаз
- Г) кодоминирование
- Д) полимерия
- Е) комплементарность

### ОСОБЕННОСТИ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ

- 1) проявляется только доминантный признак
- 2) проявление признака возможно только в присутствии доминантных аллелей каждой из пар взаимодействующих неаллельных генов
- 3) присутствие рецессивного аллеля ослабляет проявление доминантного
- 4) уровень проявления одного и того же признака зависит от общего количества доминантных аллелей неаллельных генов
- 5) проявляются оба аллеля в полной мере, без ослабления эффектов друг друга
- 6) один неаллельный ген подавляет проявление другого

Ответ:

	А	Б	В	Г	Д	Е





## ГЕНЕТИКА ЧЕЛОВЕКА. МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ГЕНЕТИКИ ЧЕЛОВЕКА

Организм человека подчиняется биологическим законам, в том числе для него справедливы закономерности наследственности и изменчивости. Для исследования генетики человека применяются разные методы (см. с. 65), однако основной метод генетических исследований — **гибридологический** — не применяется в генетике человека по этическим причинам.

- **Генеалогический** — заключается в составлении родословных, которые позволяют установить тип и характер наследования признаков, а также вероятность риска появления у потомства наследственных заболеваний.
- **Близнецовый** — основан на изучении однойяцевых и разнаяцевых близнецов. Позволяет выяснить влияние генотипа и внешней среды на формирование признаков.
- **Дерматоглифический** — связан с исследованием индивидуальных особенностей кожных рисунков на коже кончиков пальцев, ладоней и подошв человека.



## ЗАКОНОМЕРНОСТИ ИЗМЕНЧИВОСТИ

Все живые организмы обладают свойством **изменчивости** — способностью приобретать признаки, отличные от родительских форм. Возникшие изменения могут иметь наследственный и ненаследственный характер.

**Ненаследственная (фенотипическая, модификационная) изменчивость** — изменения фенотипических признаков организма под влиянием окружающей среды, имеющие, как правило, адаптивный характер,



не связанные с изменениями генотипа и не передающиеся по наследству.

**Модификация** — фенотипическое изменение организма, возникающее под влиянием внешней среды и не связанное с изменениями генотипа. Модификационная изменчивость предопределена генотипом и наблюдается в рамках **нормы реакции** — диапазона фенотипических проявлений одного и того же генотипа в разных условиях среды. Количественные признаки (рост, вес, жирность молока, сахаристость плодов) имеют значительно более широкую норму реакции, чем качественные (окраска лепестков венчика цветка, форма ногтей или носа и др.).

При исследовании любого признака норму реакции можно отобразить графически, используя графики двух типов:

- **вариационный ряд** — последовательность количественных показателей состояния признака, расположенных в порядке их возрастания или убывания;
- **вариационная кривая** — графическое отображение изменчивости признака, отражающее норму реакции и частоту встречаемости отдельных вариантов.

**Наследственная (генотипическая) изменчивость** — фенотипические изменения, связанные с изменениями генотипа в результате мутаций или комбинаций генетического материала и передающиеся по наследству.

- **Комбинативная изменчивость** — форма наследственной изменчивости, обусловленная возникновением нового сочетания генов у потомков в результате трёх событий: рекомбинации генов в процессе кроссинговера, независимого расхождения хромосом во время мейоза, случайного слияния гамет при оплодотворении.
- **Мутационная изменчивость** — форма наследственной изменчивости, связанная с возникновением и проявлением мутаций.





**Мутации** — изменения генетического материала, внешне возникающие спонтанным путём или под влиянием неблагоприятных условий, приводящие к изменению определённых наследственных признаков организма.

По характеру структурных изменений мутации бывают:

- **генные** — изменения структуры генов, связанные с перестановкой, удалением, вставкой или заменой нуклеотидов в цепи ДНК;
- **хромосомные** — нарушения структуры хромосом, связанные с перестановкой, удалением, вставкой, удвоением или заменой участков хромосом;
- **геномные** — нарушения, связанные с изменением количества хромосом:
  - **анеуплоидия** — потеря или появление лишних хромосом в результате нарушения процесса мейоза, которая приводит к непарному количеству хромосом (моносомия, трисомия);
  - **полиплоидия** — кратное увеличение числа хромосом;
  - **нуллисомия** — отсутствие пары хромосом.

По влиянию на состояние организма различают мутации:

- **летальные** — приводят к невозможности существования организма;
- **полуметальные** — значительно снижают жизнеспособность организма;
- **нейтральные** — не влияют на жизнеспособность организма.

1

Прочитайте текст. Выберите три правильных утверждения о видах изменчивости. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Модификация является фенотипическим изменением организма, вызванным генотипическим изменением,



которое возникает под влиянием внешней среды. (2) Модификационная изменчивость наблюдается в рамках нормы реакции, определяемой генотипом. (3) Модификация является результатом фенотипических проявлений одного и того же генотипа в разных условиях среды. (4) Норма реакции качественных признаков существенно шире, чем количественных. (5) Наследственная (генотипическая) изменчивость связана исключительно с изменениями генотипа в результате мутаций. (6) Комбинативная изменчивость обусловлена возникновением нового сочетания генов у потомков вследствие рекомбинации генов в процессе кроссинговера, независимого расхождения хромосом во время мейоза и случайного слияния гамет при оплодотворении.

Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между нарушениями в наследственном аппарате и типом мутаций. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### НАРУШЕНИЯ

#### В НАСЛЕДСТВЕННОМ АППАРАТЕ

- А) выпадение одного нуклеотида
- Б) делеция короткого плеча хромосомы
- В) отсутствие одной аутосомы
- Г) обмен хромосом негомолгичными участками
- Д) тетраплоидный набор хромосом
- Е) разворот участка гена на  $180^\circ$

### ТИП МУТАЦИЙ

- 1) генные
- 2) хромосомные
- 3) геномные



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## НАСЛЕДСТВЕННЫЕ БОЛЕЗНИ ЧЕЛОВЕКА

**Наследственные заболевания** — передающиеся по наследству заболевания, связанные с изменениями генетической информации.

**Генные болезни** — заболевания, обусловленные генными мутациями, приводящими к изменению структуры генов.

Наиболее распространённые генные заболевания:

- **Фенилкетонурия** — нарушение метаболизма фенилаланина;
- **серповидно-клеточная анемия** — синтез изменённого гемоглобина;
- **галактоземия** — нарушение метаболизма галактозы;
- **гемофилия** — несвёртываемость крови.

**Хромосомные заболевания** — заболевания, связанные с изменением структуры хромосом или их количества, то есть хромосомными и геномными мутациями.

Заболевания, связанные с анеуплоидией:

- **синдром Шерешевского – Тёрнера** — отсутствие одной половой хромосомы (45, X0), болеют только женщины, характерные признаки: низкий рост, кожная складка на шее, недоразвитость половых органов, низкий интеллект;
- **синдром Дауна** — лишняя 21 хромосома (47, XX, +21 или 47, XY, +21), болеют мужчины и женщины, характерные признаки: плоское лицо, скошенные глаза, «обезьянья» складка на ладони (поперечная складка), задержка умственного развития, нарушенные органы;
- **синдром Клайнфельтера** — лишняя X-хромосома (47, XXY), болеют только мужчины, характерные признаки: высокий рост, женский тип телосложения, нарушение репродуктивной функции, пониженный интеллект.



**Причины наследственных заболеваний.** Мутации, которые приводят к развитию заболеваний, могут возникать спонтанно (без видимой причины) и индуцированно под действием неблагоприятных факторов. Спонтанные (спорадические) мутации возникают с низкой частотой на протяжении жизни, поэтому с возрастом у людей повышается риск рождения потомства с наследственными заболеваниями. Большую опасность составляют неблагоприятные условия, значительно повышающие риск возникновения точечных мутаций и хромосомных aberrаций, — радиация и химические факторы, обладающие мутагенным и тератогенным действием: алкоголь, наркотики, лекарственные средства, промышленные отходы, автомобильные выхлопы. Для снижения риска заболеваний необходимо контролировать состояние окружающей среды, соблюдать нормы вредных веществ в атмосфере, воде и продуктах питания, повышать ответственность за нарушение этих норм, проводить просветительские мероприятия среди населения и др.

1

Заболевание хондродистрофия (нарушение развития костей конечностей и основания черепа) наследуется по аутосомно-доминантному типу. Гомозиготы по рецессивной аллели нежизнеспособны и погибают на стадии эмбриогенеза. Тёмные волосы доминируют над светлыми. Какая вероятность рождения здорового ребёнка с тёмными волосами у родителей, страдающих хондродистрофией, с тёмными волосами? У матерей обоих родителей светлые волосы.



Ответ: \_\_\_\_\_





## СЕЛЕКЦИЯ

**Селекция** — наука о методах создания пород домашних животных, сортов культурных растений и штаммов микроорганизмов с полезными для человека свойствами.

**Порода (сорт)** — целостная группа животных (культурных растений) одного вида, созданная человеком, обладающая специфическими морфологическими и хозяйственно полезными признаками, которые передаются по наследству и отличают эту группу организмов от других организмов того же вида.

**Штамм** — чистая культура микроорганизмов (бактерий, микроскопических грибов, протистов) какого-либо вида, выделенная из определённого источника. Штамм не является таксономической категорией.

### Вклад Н. И. Вавилова в развитие селекции

Русский учёный Николай Иванович Вавилов, исследуя параллелизм в явлениях наследственной изменчивости на огромной коллекции растений, сформулировал **закон гомологических рядов в наследственной изменчивости**: генетически близкие виды и роды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть нахождение параллельных форм у других видов и родов.

Этот закон позволял вести направленную селекционную работу, поскольку давал возможность предсказывать наличие необнаруженных аллелей, связанных с конкретными признаками.

Основываясь на идее Ч. Дарвина о существовании центров происхождения видов и проанализировав собранные коллекции и материалы о мировых растительных



ресурсах, Н. И. Вавилов выделил семь основных географических центров происхождения культурных растений.

## Методы селекции и их генетические основы

Основными этапами селекционной работы являются гибридизация и искусственный отбор.

**Гибридизация** — процесс образования или получения гибридов, в основе которого лежит объединение генетического материала генетически разнородных организмов или клеток.

Получение новых сортов и пород достигается путём серии последовательных скрещиваний. Промежуточные генотипы, которые не приобретают хозяйственного значения, используются для селекционного процесса как носители важных аллелей или их сочетаний.

В селекции используются близкородственное и неродственное скрещивания.

- **Инбридинг** — скрещивание близкородственных форм. Приводит к получению чистых линий и сопряжено со снижением жизнеспособности потомства.
- **Аутбридинг** — неродственное скрещивание. Аутбридинг бывает внутривидовым и межвидовым (отдалённая гибридизация). Межвидовые гибриды, как правило, являются бесплодными.

**Искусственный отбор** — процесс целенаправленного отбора растений и животных путём систематического сохранения и размножения особей с ценными для человека признаками и свойствами с целью создания новых сортов культурных растений, пород животных и штаммов микроорганизмов.

Искусственный отбор может проводиться в бессознательной и методической формах:

- **бессознательный отбор** — случайный, без какого-либо плана;





- **методический отбор** — ведётся по определённой методике и с определённой целью, предполагает отбор не только хозяйственно ценных генотипов, но и носителей важных аллелей.

**Гетерозис** — явление повышения жизнеспособности и продуктивности у гибридов по сравнению с исходными родительскими формами вследствие наследования потомками различных аллелей генов. Гетерозис связан с переводом генов в гетерозиготное состояние. Во втором и последующих поколениях эффект гетерозиса ослабевает, поскольку в геномах особей этих поколений увеличивается доля гомозиготных пар. Гетерозис не используют для получения новых сортов или пород. В хозяйственном отношении он важен для получения высокопродуктивных гибридов.

1

Все перечисленные ниже высказывания, кроме двух, подходят для описания явления гетерозиса. Определите два высказывания, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) Явление гетерозиса используется в получении высокопродуктивных гибридов.
- 2) Гетерозис проявляется при скрещивании гетерозиготных форм.
- 3) Гетерозис необходим для выявления перспективных генотипов, используемых в селекционной работе.
- 4) Гетерозис служит основным инструментом отбора форм для получения высокопродуктивных гибридов.
- 5) Для достижения эффекта гетерозиса скрещивают чистые линии.



Ответ: \_\_\_\_\_



## СИСТЕМА И МНОГООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА



### Систематика

В современном мире известно около 2 млн живых организмов, но их реальное разнообразие намного выше. Учитывая особенности распространения видов по земному шару и динамику открытия новых видов, считают, что общее количество существующих видов может достигать 10 млн.

**Систематика** — раздел биологии, задачами которого являются разработка принципов классификации живых организмов, описание всех существующих и вымерших видов организмов и размещение их по группам в классификационной системе.

**Систематические**, или **таксономические**, **категории (таксоны)** — соподчинённые группы живых организмов, имеющих различную степень родства. К основным таксонам животных и растений относятся: вид, род, семейство, отряд (порядок), класс, тип (отдел), царство.

Наиболее важными признаками для систематики являются строение клетки, тип метаболизма, уровень организации и др. Первые системы классификации были искусственными, потому что набор ключевых критериев, по которым определялось место организма в системе органического мира, часто был произвольным и не учитывал степень родства между группами организмов. В современной систематике живой природы существенное место занимают данные исследований нуклеотидных последовательностей ДНК. Уровень соответствия этих последовательностей используется как наиболее точный критерий для оценки степени родства отдельных групп организмов и их положения в системе живой природы.





### **Значение работ Карла Линнея (1707–1778)**

- Создал теоретические и методологические основы классификации живых организмов.
- Создал систему соподчинённых систематических категорий («рангов»): вид, род, отряд, класс и царство.
- Ввёл в науку бинарную номенклатуру для обозначения названия вида, автором которой является английский натуралист Джон Рей (1670–1705).
- Определил критерии вида: морфологический (морфологическое и анатомическое сходство потомства) и физиологический (наличие плодовитого потомства).
- Пересмотрел и уточнил ботаническую терминологию, является автором многих терминов.
- Описал около 10 000 видов растений и 6000 видов животных. Считается автором всех описанных им растений.
- Выделил 24 класса растений на основе количества, размера и расположения тычинок и пестиков в цветке. Нецветковые растения выделил в отдельный класс тайнобрачных.
- Распределил животных по III ступеням и 6 классам, основываясь на особенностях строения кровеносной системы. Отнёс человека к отряду приматов класса млекопитающих.

Систематика К. Линнея основывалась преимущественно на внешнем сходстве организмов и не учитывала родственных связей между ними. Линней был креационистом и отрицал естественное эволюционное развитие живого мира.

### **Значение работ Жана Батиста Ламарка**

- Автор первого эволюционного учения. Считал, что все живые организмы произошли от одного просто организованного существа (или нескольких) и в процессе исторического развития повышаются сложность и разнообразие живых существ.



- Одной из причин эволюции называл воздействие на организмы внешней среды.
- Создал естественную систему животных, основанную на принципе усложнения организации. Система включала 14 классов животных и 6 ступеней.

### **Заблуждения Ламарка:**

- внутреннее стремление организмов к повышению уровня организации не зависит от внешних условий;
- виды не существуют, так как изменяются во времени;
- все возникающие изменения целесообразны;
- полезные признаки появляются путём упражнения органов;
- благоприобретённые признаки наследуются;
- идея о самозарождении жизни.

1

Установите соответствие между именами учёных и их вкладом в биологическую науку. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### **ВКЛАД В НАУКУ**

- А) создал основы классификации живых организмов
- Б) автор первого эволюционного учения
- В) создал естественную систему животных, основанную на принципе усложнения организации
- Г) ввёл в науку бинарную номенклатуру
- Д) определил морфологический и физиологический критерии вида
- Е) назвал влияние внешней среды одной из причин эволюции

### **УЧЁНЫЕ**

- 1) К. Линней
- 2) Ж.-Б. Ламарк

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Вирусы — неклеточные формы жизни

**Вирус** — неклеточная форма жизни, ДНК- или РНК-содержащий внутриклеточный геномный паразит, способный к размножению только внутри клеток. Любые проявления жизненной активности вирусов возможны только за счёт синтетического аппарата клетки-хозяина. За пределами клетки вирус находится в покоем состоянии.

Вирусы делят на две основные группы по объектам, которые они инфицируют:

- **бактериофаги** — вирусы, паразитирующие на бактериях;
- **собственно вирусы** — геномные паразиты эукариотических клеток.

Бактериофаги состоят из многогранного **капсида** с ДНК и цилиндрического хвоста, в основании которого находится базальная пластинка с шипами и концевыми нитями. Капсид — внешняя белковая оболочка, состоящая из белковых субъединиц — **капсомеров**. Бактериофаги закрепляются на бактериальной оболочке с помощью концевых нитей и вводят свою ДНК в клетку через полый стержень хвоста.

Собственно вирусы бывают простыми и сложными. У **простых вирусов** капсид является внешней белковой оболочкой, а у **сложных вирусов** капсид сверху покрыт липопротеиновой оболочкой, образуемой на основе модифицированной клеточной мембраны (плазматической, ядерной, эндоплазматической) клетки-хозяина. Такую оболочку называют **суперкапсидом**. В отличие от бактериофагов, простые вирусы проникают в клетки путём эндоцитоза, а сложные — в результате слияния суперкапсида с плазматической мембраной. После



проникновения в клетку нуклеиновая кислота вируса освобождается от белков капсида и размножается за счёт синтетического аппарата клетки.

Первым был обнаружен растительный РНК-содержащий вирус табачной мозаики (ВТМ). Капсид ВТМ имеет вид цилиндра. К РНК-содержащим вирусам относятся вирусы энцефалита, кори, бешенства, гриппа и ВИЧ — вируса иммунодефицита человека. ДНК-содержащими вирусами являются вирусы оспы, герпеса, гепатита В, аденовирус.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Правильными характеристиками вирусов являются:

- 1) Вирусы — внутриклеточные паразиты.
- 2) Простые вирусы покрыты снаружи липопротеиновой оболочкой.
- 3) Вирус иммунодефицита человека является ДНК-содержащим.
- 4) Вне клетки вирус не способен проявлять жизненную активность.
- 5) Сложные вирусы поражают прокариоты.
- 6) Капсид имеет белковую природу.



Ответ: \_\_\_\_\_



## Царство бактерий

**Бактерии** — прокариотические, преимущественно одноклеточные организмы. Существуют также колониальные нитчатые цианобактерии и актиномицеты, которые формируют структуры, напоминающие мицелий грибов. Размеры бактериальных клеток в среднем составляют 0,5–5,0 мкм в длину.





Различают несколько морфологических типов бактерий:

- кокки — сферические бактерии;
- бациллы — палочковидные бактерии;
- вибрионы — прямые или изогнутые бактерии с полярно расположенными жгутиками;
- спириллы — спирально извитые или дугообразно изогнутые бактерии;
- спирохеты — удлинённые спиралевидные подвижные бактерии.

Бактерии не имеют ядра и органелл. В цитоплазме бактериальных клеток находятся нуклеоид, рибосомы, включения и плазмиды. Цитоплазма окружена плазмалеммой, поверх которой расположена клеточная стенка, состоящая из **муреина**. У большинства бактерий снаружи имеется капсула, состоящая из слизеподобных веществ углеводной природы. Капсула хорошо удерживает влагу и защищает бактериальные клетки от высыхания. Многие бактерии имеют органы передвижения — жгутики. К поверхностным образованиям относятся разнообразное **ворсинки**, или **пили**, которыми бактерии прикрепляются к субстрату и взаимодействуют с другими клетками. Например, F-пили служат бактериям для обмена генетическим материалом — плазмидами.

Бактерии делят на **грамположительные** и **грамотрицательные**. Грамположительные бактерии устойчиво окрашиваются кристаллическим фиолетовым (генцианфиолетом), который не смывается при промывке спиртом, а грамотрицательные бактерии этот краситель удерживают плохо. Различие заключается в наличии внешней мембраны, которая у грамотрицательных бактерий находится снаружи от клеточной стенки. Генцианфиолет прочно связывается с муреиновой клеточной стенкой бактерий, но внешняя мембрана грамотрицательных бактерий препятствует проникновению красителя, из-за чего они не окрашиваются.



Бактерии размножаются путём деления клетки надвое. Кольцевая ДНК прикрепляется к определённой точке плазматической мембраны, после чего реплицируется. По завершении репликации клетка бактерии удлиняется, а каждая копия ДНК увлекается мембраной в разные части клетки. После этого начинает образовываться перегородка, которая делит бактерию на две дочерние клетки. Бактерии вносят существенный вклад в функционирование экосистем. **Автотрофные бактерии** являются продуцентами, способными к фотосинтезу или хемосинтезу. У бактерий встречаются различные механизмы световой и темновой фаз фотосинтеза. У сине-зелёных бактерий механизм фотосинтеза похож на растительный. Хемосинтезирующие бактерии отличаются существенным разнообразием. Они получают энергию при окислении простых субстратов — серы, сульфидов, тиосульфатов, нитритов, аммиака, метана, ионов железа, меди, марганца, мышьяка, олова и других металлов. Как продуценты бактерии являются источником органического вещества и служат пищей для многих простейших.

**Гетеротрофные бактерии** представлены разными группами: сапротрофами (редуцентами) и симбионтами.

**Сапротрофы**, питающиеся отмершими организмами и разрушающие органику до неорганических соединений, выполняют роль редуцентов и обеспечивают круговорот веществ в природе (биогеохимический цикл). Например, целлюлозоразрушающие и гнилостные бактерии.

**Симбиотические бактерии** вступают в разнообразные отношения с различными организмами. **Мутуалисты** приносят явную выгоду организму-хозяину. Например, клубеньковые азотфиксирующие бактерии, поселяющиеся на корнях бобовых растений, обеспечивают их аммонийным азотом, а кишечная палочка — представитель нормальной микрофлоры кишечника — снабжает





человеческий организм витамином В<sub>12</sub> и предотвращает развитие патогенных микроорганизмов. **Паразитические бактерии** вызывают болезни и наносят вред организму-хозяину. Наиболее опасными бактериальными заболеваниями человека являются тиф, чума, туберкулёз, дифтерия, столбняк, сибирская язва, ботулизм, холера и др. Существенный вред патогенные бактерии могут также наносить растениям и животным.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. В состав бактериальной клетки входят такие структуры, как

- 1) цитоплазма
- 2) рибосомы
- 3) лизосомы
- 4) ядро
- 5) целлюлозная клеточная стенка
- 6) плазмалемма



Ответ: \_\_\_\_\_

## Царство грибов



### ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБОВ

**Грибы** — группа организмов, для которых характерны гетеротрофный тип питания и неограниченный рост. Большинство грибов существует в виде разветвлённого **мицелия**, который образуется нитевидными **гифами**. Есть также грибы, состоящие из отдельных клеток овальной формы, например пекарские дрожжи. Грибная клетка по строению напоминает животную, но имеет хитиновую клеточную оболочку. Мицелий грибов бывает двух типов:



- **клеточный** — гифы поделены перегородками из клеточной стенки — **септами**. Перегородки, как правило, не сплошные — в них остаются поры, по которым цитоплазма может перетекать из одной клетки в другую. Формирование септ не связано с делениями ядра, поэтому образующиеся отсеки, ограниченные септами, можно лишь условно называть клетками;
- **неклеточный** — гифы несептированные.

Грибы характеризуются **верхушечным ростом** — они растут путём удлинения кончиков гиф.

**Питание** у грибов осмотрофное. Они выделяют во внешнюю среду гидролитические ферменты, а затем поглощают продукты гидролиза всей поверхностью.

**Размножаются** грибы бесполым способом (спорами), половым путём и вегетативным (фрагментацией мицелия или почкованием). Спороносящие части гриба, например плодовые тела, выносятся на поверхность субстрата — это способствует распространению спор.

Значительная часть грибов является **сапротрофами**, разлагающими органику до неорганических соединений. В природе такие организмы выполняют роль редуцентов. Существуют свободноживущие, мутуалистические и паразитические виды грибов.

- **Свободноживущие** сапротрофные грибы живут на отмерших органических остатках — пеницилл, мукор, дрожжи, шампиньоны, опята и др.
- **Мутуалистические** грибы образуют микоризы на корнях растений. Грибы обеспечивают растения влагой и микроэлементами, получая за это продукты фотосинтеза. Микоризные грибы образуют чехол на корнях (экзотрофная микориза) или проникают в ткани корня (эндотрофная микориза). Плодовые тела микоризных грибов можно найти поблизости растений, на корнях





которых они образуют микоризу, например белый гриб, подосиновик, грузди, поганка, мухомор и др.

- **Паразитические** грибы поселяются на живых организмах, нанося им вред. Большинство таких грибов паразитируют на растениях, но могут поражать и животных. Значительный вред сельскохозяйственным растениям наносят фитофтора и пероноспора. К болезнетворным грибам, вызывающим микозы у человека и животных, относятся микроспора, кандида, аспергилл и др.

**Значение грибов для человека.** Человек употребляет грибы в пищу. Плодовые тела съедобных грибов собирают в естественной среде или выращивают искусственно (шампиньоны, вёшенка, шиитаке). Питательная ценность грибов низкая, так как хитиновая клеточная стенка затрудняет усвоение грибов организмом человека. Применение грибов в пище в большей степени определяется их вкусовыми качествами.

Употребление ядовитых грибов может нанести существенный вред здоровью человека и даже привести к смерти. Поэтому, собирая грибы, очень важно не спутать ядовитые со съедобными. Неизвестные грибы нельзя употреблять в пищу.

Многие грибы являются источником лекарственных препаратов, используемых в медицине. Например, **пенициллины** получают из пеницилловых грибов.

Различные штаммы дрожжевых грибов используются в пищевой промышленности для производства кисломолочных продуктов (кефира, кумыса, йогуртов) и спиртных напитков (пива, вин, водки), а также для хлебопечения. Плесневые грибы (пеницилл, аспергилл) используют для приготовления сыров.

Грибы могут нанести вред здоровью человека, вызывая микозы, и его деятельности, например разрушая деревянные сооружения.



1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных характеристик грибов являются правильными?

- 1) грибы — автотрофные организмы
- 2) клетка окружена муреиновой оболочкой
- 3) размножаются только спорами
- 4) тело гриба — мицелий, образованный нитевидными гифами
- 5) грибы не имеют настоящей клеточной структуры
- 6) питание осмотрофное



Ответ: \_\_\_\_\_



## ЛИШАЙНИКИ

**Лишайники** — организмы, представляющие собой симбиотическую ассоциацию гриба и микроскопических фотосинтезирующих организмов (зелёных водорослей, или цианобактерий). Фотосинтезирующий компонент, или фотобионт, предоставляет грибу продукты фотосинтеза (углеводы, многоатомные спирты), а в случае цианобактерий — также продукты азотфиксации. Гриб (микобионт) создаёт для фотосинтезирующих организмов оптимальную среду существования, защищает от высыхания и предотвращает избыточное влияние ультрафиолета.

Тело лишайников представляет собой **таллом**, или **слоевище**, которое не дифференцировано на ткани и органы. По внутреннему строению таллома различают два типа лишайников:

- **гомеомерные** — клетки фотобионта равномерно распределены по слоевищу;





- **гетеромерные** — на верхней и нижней сторонах таллома расположены слои грибного компонента, а между ними располагаются клетки фитобионта.

По внешнему строению таллома лишайники делят на три типа:

- **накипные** — таллом образует похожую на накипь корку на субстрате, с которым плотно срастается нижняя сторона слоевища (графис);
- **листоватые** — таллом состоит из пластин разной формы и размера (золотянка);
- **кустистые** — самые сложные по морфологии лишайники, имеют форму разветвлённых стебельков. Могут образовывать сплошные покровы на субстрате («олений мох») или свисать с коры деревьев или иных субстратов, имеющих вертикальные поверхности (уснея).

Лишайники способны терять значительное количество влаги, высыхая до воздушно-сухого состояния, не теряя при этом жизнеспособности. После насыщения слоевища влагой у лишайников возобновляется жизнедеятельность. Способность лишайников расти на субстрате, лишённом органики, при низком уровне влажности, позволяет им осваивать безжизненные территории, формируя на них пионерное сообщество. Вместе с тем лишайники очень чувствительны к загрязнению окружающей среды, поэтому экологи часто используют лишайники в качестве индикаторных организмов для оценки состояния экосистемы.

1

Установите соответствие между компонентами лишайников и их характеристиками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.





### ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) осуществляет фотосинтез
- Б) синтезирует углеводы, многоатомные спирты
- В) микобионт
- Г) фотобионт
- Д) защищает от высыхания
- Е) питается гетеротрофно

### КОМПОНЕНТЫ ЛИШАЙНИКОВ

- 1) мицелий гриба
- 2) цианобактерии или зелёные водоросли

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е
<input type="checkbox"/>					

## Царство растений

**Растения** — автотрофные фотосинтезирующие организмы. Они преимущественно неподвижные, ведут прикреплённый образ жизни и обладают неограниченным ростом. Для растений характерно чередование диплоидного и гаплоидного поколений в жизненном цикле.

Растения принято делить на 2 основные группы:

- **низшие растения** — тело представлено талломом, или слоевищем, состоящим из практически одинаковых клеток (водоросли);
- **высшие растения** — тело имеет дифференцированные, или специализированные, ткани и разделено на органы (спорые и семенные растения).



### КЛЕТКИ РАСТЕНИЙ

Растительные клетки имеют типичное строение для эукариот, но существует несколько особенностей, отличающих их от животных клеток.





- Снаружи плазмалеммы образуется целлюлозная клеточная оболочка. Все клеточные стенки растения объединены в единую структуру — **апопласт**.
- Протопласты соседних клеток не полностью изолированы друг от друга — между ними образуются цитоплазматические мостики, или **плазмодесмы**. Практически все клетки посредством плазмодесм формируют единую систему — **симпласт**.
- Наличие пластидного аппарата, представленного пластидами трёх типов — хлоропластами, хромопластами и лейкопластами.
- В клетке присутствует большая центральная вакуоль, которая выполняет осморегуляторную функцию и имеет значение в накоплении питательных веществ и конечных продуктов метаболизма.
- Запасное вещество растительной клетки — крахмал.

Для растительного организма характерно наличие мёртвых клеток, которые выполняют важные функции. Например, ксилемные сосуды участвуют в транспорте ксилемного сока только после отмирания протопласта.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных характеристик относятся к растительным клеткам?

- 1) наличие пластид
- 2) клетки соединены между собой плазмодесмами
- 3) содержат множество мелких вакуолей
- 4) в цитоплазме присутствует нуклеоид
- 5) запасное вещество — гликоген
- 6) мёртвые клетки могут выполнять важные функции



Ответ: \_\_\_\_\_



## ТКАНИ РАСТЕНИЙ

**Ткань** — группа клеток, имеющих сходные строение, происхождение и функции. У растений ткани принято делить на образовательные и постоянные.

**Образовательные ткани**, или **меристемы**, принимают участие в процессах роста растения и формировании всех типов постоянных тканей.

Виды меристем:

- **верхушечные (апикальные)** — расположены на верхушечных (апикальных) точках осевых органов (корней и побегов), обеспечивают рост органов в длину;
- **латеральные/боковые (камбий)** — обеспечивают рост органов в ширину, локализируются в периферической части осевых органов;
- **интеркалярные (вставочные)** — располагаются в узлах побега, обеспечивают рост органов в длину;
- **раневые** — возникают по месту повреждения, используются для регенерации повреждённых тканей и вегетативного размножения растений.

**Постоянные ткани** представлены всеми видами специализированных тканей, за исключением образовательных. Клетки постоянных тканей образуются из клеток меристемы, которые завершили дифференциацию и потеряли способность к делению.

**Покровные ткани** покрывают растительный организм снаружи. Они защищают его от потери влаги, механических и термических повреждений, а также от проникновения микроорганизмов.

- **Эпидерма (кожица)** — однослойная, не содержащая хлоропластов, бесцветная первичная покровная ткань, покрывающая листья, молодые побеги, цветки и плоды. В эпидерме расположены **устыца**, а также могут





находиться волоски и железки. Эпидерма, как правило, покрыта **кутикулой** — слоем жироподобного вещества **кутина**, который продуцируется эпидермальными клетками на поверхности молодых наземных органов.

- **Пробка** — многослойная вторичная покровная ткань семенных растений, состоящая из мёртвых клеток, стенки которых пропитаны **суберином** — жироподобным соединением, которое образуется из остатков частично окисленных жирных кислот. Суберин служит защитой растения от потери влаги, колебаний температуры во внешней среде, механических повреждений и проникновения микроорганизмов.
- **Корка** — третичная покровная ткань семенных растений, представляющая собой несколько пробковых слоёв. Характерна для многолетних древесных растений.

**Механические ткани** формируют прочные элементы и выполняют опорную и защитную функции. Большая часть клеток механической ткани имеют вытянутую форму и располагаются группами, образуя волокна. Механические ткани бывают живыми и неживыми.

- **Колленхима** — живая механическая ткань растений, состоящая из удлинённых клеток, имеющих утолщённые целлюлозные стенки.
- **Склеренхима** — мёртвая механическая ткань растений, состоящая из волокон, образованных отмершими удлинёнными клетками с утолщёнными одревесневшими клеточными стенками.

**Проводящие ткани** обеспечивают транспорт веществ по растительному организму. В состав проводящих тканей входят проводящие элементы, механические волокна и паренхимные клетки основной ткани. По строению проводящих элементов, направлению и составу транспортного потока различают два типа проводящей ткани: ксилему и флоэму.



- **Ксилема (древесина)** — обеспечивает восходящий транспорт воды и растворённых в ней веществ от корня к побегу. Ксилема состоит из мёртвых проводящих элементов (трахей, или сосудов, и трахеидов), механических волокон и живых паренхимных клеток.
- **Флоэма (луб)** — осуществляет нисходящий транспорт веществ (преимущественно ассимилятов). Флоэма образована живыми проводящими элементами — ситовидными трубками с клетками-спутницами, механическими волокнами и паренхимными клетками.

**Основная ткань** состоит из паренхимных клеток, заполняющих промежутки между другими тканями. Клетки основной ткани выполняют также питательную (фотосинтезирующую и запасную), выделительную и всасывающую функции.

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристике образовательных тканей. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1)Верхушечные (апикальные) меристемы расположены на верхушечных точках осевых органов и обеспечивают рост органов в длину. (2)Интеркалярные (вставочные) меристемы локализуются в периферической части осевых органов и обеспечивают рост осевых органов в ширину. (3)Камбий относится к латеральным меристемам, участвует в формировании проводящих тканей. (4)Раневые меристемы возникают по месту повреждения, используются для регенерации повреждённых тканей и вегетативного размножения растений. (5)Латеральные меристемы обеспечивают рост органов в длину. (6)Боковые меристемы дают начало эпидерме.

Ответ: \_\_\_\_\_





2

Установите соответствие между типами и видами тканей. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ТИПЫ ТКАНЕЙ**

- А) эпидерма
- Б) колленхима
- В) флоэма
- Г) склеренхима
- Д) камбий
- Е) ксилема

**ВИДЫ ТКАНЕЙ**

- 1) образовательные
- 2) покровные
- 3) механические
- 4) проводящие



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**ОРГАНЫ РАСТЕНИЙ**

Тело растения состоит из вегетативных и генеративных органов:

- **вегетативные органы** — части растения, которые осуществляют процессы питания, обмена веществ с внешней средой и поддерживают жизнедеятельность организма, но не участвуют в процессе полового размножения (корень и побег);
- **генеративные органы** — части растения, обеспечивающие функцию полового размножения (цветок, семя и плод).

**Вегетативные органы**

**Корень** — подземный вегетативный орган, который обеспечивает всасывание воды и минеральных соединений из почвы и их транспорт в наземные части, способствует закреплению растения в почве и выполняет функции запасания веществ и вегетативного размножения.



Корень состоит из четырёх зон. На самом кончике расположен **корневой чехлик**. Он защищает клетки зоны роста от механических повреждений и облегчает проникновение корня между частицами почвы. **Зона роста** состоит из двух различных зон — деления и растяжения. **Зона деления** находится непосредственно у корневого чехлика. В ней интенсивно делятся клетки апикальной меристемы корня. В **зоне растяжения** клетки растут в длину вдоль оси корня. Выше расположена **зона всасывания**, или **зона корневых волосков**. Клетки ризодермы в этой зоне образуют выросты (корневые волоски), за счёт которых многократно увеличивается площадь поглощающей поверхности корня. Выше находится **зона проведения**, по которой осуществляется транспорт воды и минеральных веществ из корня в наземные части растения. В этой же зоне происходит ветвление корня.

**Внутреннее строение корня.** Снаружи корня находятся покровные ткани, под ними расположена первичная кора, состоящая из толстого слоя паренхимных клеток, а в центре расположен центральный цилиндр, в состав которого входят проводящие ткани. В корнях нет сердцевины — центральное положение занимает ксилема.

**Корневая система** — это совокупность корней растения. Корень, развивающийся из зародышевого корешка, является **главным**. **Боковые** корни являются ответвлениями главного корня. Корни, образованные наземными частями растения (побегом), называются **придаточными**. Различают два вида корневых систем:

- **стержневая** — главный корень хорошо выражен, характерен для двудольных растений;
- **мочковатая** — главный корень не выделяется среди придаточных корней, которые образуются в большом количестве, характерен для однодольных растений.





**Видоизменениями (метаморфозами) корня** являются:

- **корнеплоды** — утолщённый главный корень, выполняющий функции запасающего органа (свёкла, морковь);
- **корневые клубни**, или **шишки**, — утолщаются боковые или придаточные корни (георгин, чистяк, топинамбур);
- **воздушные** — характерны для эпифитных растений, служат для поглощения атмосферной влаги (орхидеи);
- **корни-присоски** — корни паразитических растений, присасывающиеся и врастающие в ткани растений-хозяев (повилика, заразиха);
- **цепляющиеся** корни — придаточные корни, служащие для закрепления растений на вертикальных поверхностях (плющ, виноград);
- **опорные** корни — придаточные корни, служащие для поддержки крупных ветвей растения (фикус-баньян).

**Побег** — надземный орган высших растений, выполняющий функцию воздушного питания и состоящий из стебля и расположенных на нём листьев и почек. Для побега характерны два повторяющихся структурных элемента:

- **узел** — место прикрепления листа к побегу;
- **междоузлие** — участок побега между двумя ближайшими узлами.

Побеги бывают:

- **удлинённые** — древесные виды и многие двудольные травянистые растения;
- **укороченные** — генеративные побеги у многих деревьев с небольшими междоузлиями (яблоня) и сильно укороченные розетковидные побеги некоторых травянистых растений (одуванчик).

Боковые органы побега (листья, почки) располагаются в определённом порядке, который называют **листорасположением**. Оно бывает трёх основных типов:

- **очередное** — в узле находится один лист, на стебле листья располагаются по спирали (дуб, яблоня, пас-тушья сумка);



- **супротивное** — в каждом узле по два листа, расположенных напротив друг друга, листья в соседних узлах расположены относительно друг друга под прямым углом (клён, пустырник, мята);
- **мутовчатое** — в узлах по три и более листа (лилия, олеандр, элодея).

**Жизненные формы растений** определяют по особенностям ветвления и степени одревеснения побегов. Различают:

- **деревья** — наиболее крупные формы, многолетние растения с одревесневающими побегами, хорошо выраженным главным стеблем, на котором располагаются ветви, формирующие крону дерева (сосна, осина);
- **кустарники** — многолетние растения с несколькими примерно равноценными одревесневающими стволами, доминирующие побеги могут сменять друг друга в течение жизни (шиповник, бузина, сирень);
- **травянистые растения** — побеги не одревесневают, различаются по продолжительности жизненного цикла:
  - **однолетние** — вегетируют один сезон (огурцы, томаты, укроп);
  - **двулетние** — в первый год формируют только вегетативные органы, на второй год цветут и дают семена (свёкла, капуста, редис);
  - **многолетние** — большинство растений цветёт и плодоносит продолжительное время (земляника, люцерна жёлтая, ежа сборная).

**Почка** — зачаточный побег растения, обеспечивающий рост побега в длину и ветвление. В почке находятся нежные меристематические ткани, поэтому у большинства растений почка защищена чешуями (видоизменёнными листьями), которые могут быть для дополнительной защиты покрыты смолянистым веществом. Почки, в которых находятся только зачатки листьев, называют





**вегетативными**, а почки с заключёнными в них зачатками цветков — **генеративными**.

Почки различают также по расположению на стебле:

- **верхушечные** — расположены на верхушке побега;
- **боковые** — расположены на других частях побега:
  - **пазушные** — расположены в пазухе листа;
  - **придаточные** — отсутствует закономерность расположения, обычно локализируются вне листовых пазух.

**Стебель** — осевая часть побега, которая выполняет механическую функцию, обеспечивает форму растения, является опорой для листьев, почек и генеративных органов, осуществляет транспорт веществ между органами, а также может выполнять функции запасаания и вегетативного размножения.

**Внутреннее строение стебля.** В стебле выделяют кору и центральный цилиндр. Снаружи от коры расположены покровные ткани (эпидерма, пробка или корка). Кора, в отличие от корня, у стебля имеет небольшую толщину. В периферической части центрального цилиндра расположены проводящие ткани. Во внешней части центрального цилиндра расположена флоэма (луб), а ближе к центру — ксилема (древесина). Между ксилемой и флоэмой находится **камбий** — латеральная образовательная ткань, из которой образуется проводящая ткань. В центре стебля локализуется сердцевина, состоящая из паренхимных клеток. Образование древесины в разные периоды вегетационного периода происходит неодинаково. Весной и в начале лета формируются крупные широкие ксилемные сосуды, а в конце лета и осенью — узкие сосуды. По этой причине у древесных многолетних растений на поперечном срезе очень хорошо видны годовичные кольца, по которым можно не только сосчитать, сколько лет растению, но и оценить условия разных лет по ширине и состоянию годовичных колец.



**Лист** — боковой орган побега, осуществляющий функции углеродного питания (фотосинтеза), газообмена и транспирации.

Основные части листа:

- **листовая пластинка** — расширенная уплощённая часть листа, выполняющая функцию фотосинтеза;
- **черешок** — стебелёк, соединяющий листовую пластинку со стеблем;
- **прилистники** — парные выросты в основании листа.

Листья, которые прикрепляются к стеблю с помощью черешка, называются **черешковыми**. Если черешок отсутствует, листья называют **сидячими**. У многих однодольных растений основание листа разрастается, образуя влагалище, которое обхватывает стебель. Такие листья называют **влагалищными**.

Листья, имеющие одну листовую пластинку, называются **простыми**. Листья, у которых на одном черешке располагается несколько пластинок, называются **сложными**. К сложным листьям относят тройчатые (клевер), пальчатые (каштан, конопля), парноперистосложные (жёлтая акация, мышиный горошек) и непарноперистосложные (ясень, белая акация).

**Внутреннее строение листа.** Листовая пластинка с верхней и нижней стороны покрыта кожицей (эпидермой). Внутри листа находятся клетки ассимилирующей (фотосинтезирующей) ткани, которая может быть двух типов:

- **столбчатая (палисадная)** — плотно расположенные клетки в один или два правильных ряда под верхней эпидермой листа;
- **губчатая (рыхлая)** — паренхимная ткань с большими межклетниками, образованными рыхло расположенными клетками.





Листья двудольных растений содержат ассимилирующую паренхиму обоих типов, а большинство однодольных — только губчатую.

В паренхиме листа расположены жилки — проводящие пучки, в состав которых входят проводящие и механические ткани. По особенности расположения жилок в листе различают несколько типов **жилкования**: **сетчатое** характерно для двудольных растений, а **дуговое** и **параллельное** — для однодольных.

**Метаморфозы (видоизменения) листа:** усики (горох, чина), колючки (кактусы, барбарис), ловчий лист (венерина мухоловка), мясистые листья (алоэ, очиток).

**Метаморфозы (видоизменения) побега:**

- **колючки** — защитные функции (груша, гледичия);
- **усы** — закрепление за опорные элементы, необходимое для поддержания побега в вертикальном положении (виноград);
- **клубни** — укороченный побег шаровидной или яйцевидной формы, орган вегетативного размножения (картофель);
- **корневище** — орган вегетативного размножения и запаса питательных веществ (аир, купена, папоротник);
- **столон** — быстро отмирающий боковой наземный или подземный побег с удлинёнными междоузлиями, на котором развиваются органы вегетативного размножения (картофель, тюльпан, земляника);
- **луковица** — побег с плоским стеблем и разросшимися мясистыми основаниями листьев, в которых запасается вода и запасные вещества (лук, подснежник, лилия).

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристике побега. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.





(1) Побег — надземный орган высших растений, который выполняет функцию воздушного питания и состоит из стебля и расположенных на нём листьев и почек. (2) Побег имеет метамерную структуру, в которой повторяются два элемента: узел и междоузлие. (3) Побеги различают по жизненной форме: древесные, кустарниковые и травянистые. (4) Расположение боковых органов побега бывает четырёх основных типов: поочередное, супротивное, противоположное и мутовчатое. (5) Супротивное листорасположение является частным случаем противоположного. (6) При мутовчатом листорасположении в узлах расположены по три и более листа.

Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между характеристиками анатомического строения и типом органа. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А) ксилема расположена в центре органа
- Б) проводящие ткани расположены в периферической части центрального цилиндра
- В) слой коры имеет небольшую толщину
- Г) паренхима коры имеет существенную толщину
- Д) в центре органа присутствует паренхима сердцевины
- Е) сердцевина отсутствует

### ОРГАНЫ

- 1) стебель
- 2) корень



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Генеративные органы

**Цветок** — репродуктивный орган покрытосеменных растений, который является видоизменённым укороченным побегом. Цветок состоит из генеративных и стерильных органов. В генеративных органах образуются споры и гаметы.

### Генеративные органы цветка

**Пестик** — часть цветка, генеративный женский орган цветковых растений. Состоит из завязи, столбика и рыльца.

- **Рыльце** — верхняя часть пестика цветка, которая улавливает пыльцу.
- **Завязь** — нижняя расширенная часть пестика, в полости которой расположен семязачаток.
- **Семязачаток (семяпочка)** — многоклеточное образование семенных растений, из которого после оплодотворения формируется семя. Представляет собой мегаспорангий (женский спорангий), место созревания макроспоры, дающей начало женскому гаметофиту.

**Тычинка** — часть цветка, генеративный мужской орган цветковых растений. Состоит из тычиночной нити и пыльника, в котором созревает пыльца.

- **Пыльник** — верхняя часть тычинки цветка, в которой происходит формирование **пыльцы**.

### Стерильные органы цветка

**Цветоножка** — стебелёк, которым цветок крепится к побегу.

**Цветоложе** — верхняя расширенная часть цветоножки, к которой крепятся все части цветка.

**Околоцветник** — орган, служащий для защиты генеративных частей цветка и привлечения опылителей.



Околоцветник состоит из двух частей:

- **чашечка** — состоит из чашелистиков, обычно зелёного цвета;
- **венчик** — состоит из окрашенных лепестков, привлекающих опылителей.

Цветки могут иметь простой околоцветник, состоящий только из чашечки (крапива) или венчика (тюльпан). Для ветроопыляемых растений нехарактерно наличие околоцветника, такие цветки называют **голыми** (ива).

По наличию генеративных органов цветки делят на несколько типов:

- **обоеполые (гермафродитные)** имеют пестики и тычинки (вишня, мак, тюльпан);
- **однополые** имеют или тычинки (тычиночные, или мужские), или пестики (пестичные, или женские) (облепиха, огурец, берёза);
- **стерильные** не имеют генеративных органов (краевые цветки корзинки сложноцветных, например василька или подсолнечника).

По типу симметричности различают цветки:

- **актиноморфные** — имеют несколько осей симметрии (обозначают \*);
- **зигоморфные** — имеют одну ось симметрии (обозначают ↑).

Генеративные органы цветка и околоцветник являются видоизменёнными листьями, которые располагаются кругами на цветоложе в определённом порядке. Для каждого семейства характерны определённое количество элементов цветка и особенности их морфологии. Для описания этого используется **формула цветка** — условное обозначение строения цветка. Каждый из элементов обозначается определённой буквой, а в нижнем индексе пишут количество элементов. Расположение букв в формуле соответствует последовательности расположения





элементов цветка, начиная от периферии: Ч — чашелистики, Л — лепестки венчика, Т — тычинки, П — пестики. Простой околоцветник обозначают буквой О. Количество сросшихся элементов записывают в скобках. Большое количество элементов обозначают знаком бесконечности. Если элементы одного типа неравноценны (имеют принципиально разную морфологию или расположение), их количество обозначают в виде суммы.

Примеры формул цветков:

- яблоня —  $*C_5L_5T_{(5+5+5)}P_{(5)}$  (актиноморфный; пять отдельных чашелистиков; пять отдельных лепестков венчика; три круга по пять сросшихся тычинок; пять сросшихся пестиков);
- горох —  $\uparrow C_{(5)}L_{1+2+(2)}T_{(9)+1}P_1$  (зигоморфный; пять сросшихся чашелистиков; венчик мотылькового типа: один верхний лепесток — парус, два боковых отдельных лепестка — вёсла, два нижних сросшихся лепестка — киль, девять сросшихся тычинок и одна отдельная; один пестик);
- тюльпан —  $*O_{3+3}T_{3+3}P_{(3)}$  (актиноморфный; простой околоцветник: два круга по три отдельных лепестка венчика; два круга по три отдельные тычинки; три сросшихся пестика).

Цветки бывают **одинокими** и собранными в **соцветия** — систему побегов, несущих цветки. Простые соцветия: кисть, колос, початок, зонтик, щиток. Сложные соцветия: метёлка, корзинка, сложный зонтик.

**Семя** — генеративный орган растений, развивающийся из семязачатка после оплодотворения и служащий для распространения семенных растений. В семени находится зародыш с зачаточными органами: корешком, стебельком и почечкой, а также семядолями. У двудольных растений две большие семядоли, в которых содержатся



питательные вещества. У однодольных одна небольшая семядоля, которая отделяет зародыш от эндосперма, в котором находятся запасные соединения, необходимые для питания зародыша при прорастании семени.

**Плод** — генеративный орган растений, который образуется из отдельных частей оплодотворённого цветка (завязи пестика или цветоложа) в процессе созревания и служит для защиты и распространения заключённых в нём семян. Плод содержит семена, которые находятся внутри околоплодника (перикарпия). Околоплодник служит для защиты семени от внешних воздействий или для привлечения животных, которые поедают плоды и способствуют распространению семян. В зависимости от особенностей строения перикарпия плоды бывают сочными и сухими.

- **Сочные плоды:** костянка (вишня), ягода (смородина), тыква (арбуз), яблоко (айва).
- **Сухие плоды:** орех (лещина), зерновка (рожь), стручок (сурепка), боб (горох), коробочка (мак).

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристикам частей цветка. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Семя — вегетативный орган растений, развивающийся из семязачатка после оплодотворения и служащий для распространения семенных растений. (2) Зачаточными органами зародыша являются корешок, стебелёк и почечка. (3) У всех растений две большие семядоли, в которых запасаются питательные вещества. (4) Плод является генеративным органом растений, который образуется из завязи пестика или цветоложа оплодотворённого цветка





и служит для защиты и распространения заключённых в нём семян. (5) Запасные вещества околоплодника используются для прорастания семян. (6) Одна из функций околоплодника — привлечение животных, которые поедают плоды и способствуют распространению семян.

Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между частями цветка и их описанием. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



### ЧАСТИ ЦВЕТКА

- А) рыльце
- Б) завязь
- В) пестик
- Г) околоцветник
- Д) цветоложе
- Е) тычинка

### ОПИСАНИЕ

- 1) генеративный женский орган цветковых растений
- 2) генеративный мужской орган цветковых растений
- 3) верхняя расширенная часть цветоножки, к которой крепятся все части цветка
- 4) нижняя расширенная часть пестика, в полости которой расположен семязачаток
- 5) верхняя часть пестика цветка, которая улавливает пыльцу
- 6) орган, служащий для защиты генеративных частей цветка и привлечения опылителей

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ И РАЗМНОЖЕНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ОРГАНИЗМА

### Питание растительного организма

Растения имеют две системы питания — **воздушного** и **почвенного**.

**Воздушное (углеродное) питание** осуществляется наземными хлорофиллсодержащими органами, в которых функционирует **фотосинтез** — процесс синтеза органических соединений из неорганических ( $\text{CO}_2$ ) за счёт энергии квантов света (подробнее см. с. 37–38).

**Почвенное (минеральное) питание** является процессом поглощения растениями воды и минеральных солей из почвы с помощью корня. Минеральное питание непосредственно связано с **водным обменом**, который представляет собой процесс поглощения воды растением с помощью корней, её транспорт по организму и испарение с поверхности наземных органов. Движение воды вверх по растению осуществляется за счёт двух сил: корневого давления и транспирации.

- **Корневое давление** — осмотическое давление в клеточных сосудах, которое активно создаётся корнями с затратой энергии АТФ. Способствует выталкиванию воды вверх по ксилеме.
- **Транспирация** — процесс испарения воды с поверхности листьев растений, преимущественно через устьица. Испарение воды зависит от внешних условий, и растение не тратит энергию на этот процесс. Растение может регулировать интенсивность устьичной транспирации, изменяя величину устьичных щелей.

Во всех тканях растения осуществляется **дыхание** — совокупность процессов, обеспечивающих высвобождение и запасание энергии при окислении химических





соединений, которые сопровождаются поглощением  $O_2$  и выделением  $CO_2$ .

## Размножение растительного организма

Цветковые растения способны к половому и вегетативному размножению.

**Вегетативное размножение** осуществляется путём отделения от материнской особи вегетативных органов или их частей. В природе для вегетативного размножения служат клубни (картофель), корнеклубни (топинамбур), луковицы (лилии), выводковые почки (каланхоэ), ползучие побеги (земляника), корневища (аир), корневые отпрыски (вишня) и др. Возможно также искусственное вегетативное размножение растений с помощью черенкования, прививок и отводков. Современный метод **микрোকлонального размножения** позволяет получать новые растения из фрагментов ткани и отдельных клеток.

**Половое размножение** сопряжено с образованием гаплоидных гамет (половых клеток) и их последующим слиянием с образованием диплоидной зиготы, из которой развивается новый организм. В генеративных частях цветка растения формируются женский и мужской гаметофиты, которые образуют половые клетки — яйцеклетку и спермии (см. с. 51).

Оплодотворение у растений возможно после **опыления** — процесса переноса пыльцы с пыльников на рыльце пестика. Возможны два типа опыления:

- **перекрёстное** — перенос пыльцы с одного цветка на другой;
- **самоопыление** — опыление, при котором пыльца с тычинки попадает на рыльце пестика в пределах одного цветка (фиалка, ячмень, соя, арахис, овёс, просо).

Для цветковых растений характерен процесс **двойного оплодотворения**, в котором участвуют одновременно



два спермия пыльцы. Один оплодотворяет в зародышевом мешке яйцеклетку с образованием диплоидной зиготы, а второй сливается с центральной клеткой с образованием триплоидной клетки, из которой развивается эндосперм (см. также с. 59–60).

## Индивидуальное развитие растений

Онтогенез растения протекает в четыре периода:

- **эмбриональный** — от образования зиготы до созревания семени;
- **вегетативный** — период активного роста и формирования органов, в котором растение не способно к половому размножению;
- **генеративный** — начинается с формированием репродуктивных органов и приобретением способности образовывать гаметы;
- **старение (сенильный)** — период потери способности к размножению и естественного отмирания растительного организма.

## Раздражимость растений

Растения обладают способностью реагировать на многие внешние воздействия: температуру, гравитацию, влагу, химические соединения, освещение и др. Подобные реакции можно наблюдать на примере тропизмов.

**Тропизм** — направленные ростовые движения органов растений под действием различных факторов. Тропизмы бывают **положительными** (движение по направлению к источнику раздражителя) и **отрицательными** (от источника). Например, корень обладает положительным **геотропизмом** (растёт в направлении земного притяжения), а побег — отрицательным. Побеги могут расти перпендикулярно направлению гравитации (ель) — это проявление **диагеотропизма**. Побеги растений проявляют положительный **фототропизм** — их рост направлен к источнику света, а рост корней — от него.





1

Выберите два верных ответа из пяти и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Общим между механизмами корневого давления и транспирации является то, что

- 1) оба механизма протекают пассивно
- 2) оба механизма осуществляются с затратой энергии АТФ
- 3) они направлены на повышение осмотического давления в клетках
- 4) они связаны с понижением осмотического давления в клетках
- 5) они способствуют восходящему транспорту воды по растению



Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между характеристиками и структурами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

- А) женский гаметофит
- Б) мужской гаметофит
- В) состоит их двух клеток
- Г) состоит их восьми клеток
- Д) содержит яйцеклетку
- Е) образуются два спермия

**СТРУКТУРЫ**

- 1) зародышевый мешок
- 2) пыльцевое зерно

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Низшие растения

**Низшие растения** — преимущественно водные растительные организмы, тело которых представлено недифференцированным талломом. Низшие растения называют **водорослями**. Среди них есть одноклеточные, колониальные и многоклеточные (с нитчатым, кустистым или пластинчатым талломом) организмы.

Способы размножения водорослей:

- **бесполое** — путём образования подвижных зооспор или неподвижных апланоспор;
- **вегетативное** — посредством фрагментации таллома;
- **половое** — путём слияния гамет (копуляция) или слияния двух клеток разных талломов (конъюгация).

У всех водорослей есть главный фотосинтетический пигмент хлорофилл, однако состав дополнительных пигментов, входящих в состав светособирающих комплексов, как правило, уникален для отдельных групп. Систематическим признаком является также присутствие в клетках организмов специфических запасных веществ.

Все водоросли являются важным компонентом экосистем. Это автотрофные организмы, которые обеспечивают синтез органических соединений, предоставляя пищу консументам первого порядка, и насыщают водоёмы и атмосферу кислородом. Многие водоросли используются человеком как пища, корм для скота, сырьё для фармацевтической, химической и пищевой промышленности.

### Отдел Красные водоросли (Багрянки)

Красные водоросли являются преимущественно морскими многоклеточными организмами. Лишь незначительная их часть обитает в пресных водоёмах и почве. Большинство видов представлены достаточно крупными организмами, но встречаются также одноклеточные





и нитчатые формы. Пигменты представлены хлорофиллами, каротиноидами и фикобилинами. Окраска таллома у разных видов может варьировать от сине-зелёного до насыщенного малиново-красного оттенка. Запасное вещество: багрянковый крахмал.

**Представители:** порфира, анфельция складчатая, пальмария, родомела, керамиум.

### **Отдел Бурые водоросли**

Бурые водоросли — исключительно морские многоклеточные организмы. Большинство являются донными растениями и имеют особые выросты таллома (ризиды) или базальные диски, которыми они прикрепляются к субстрату. Таллом может быть одноклеточным, нитчатым разветвлённым, пластинчатым. Талломы некоторых видов имеют пневматофоры — воздушные пузырьки, поддерживающие водоросли в толще воды в вертикальном положении. Специфический каротиноид фукоксантин маскирует присутствие хлорофилла и других каротиноидов. Фукоксантин определяет окраску таллома, которая может быть от оливковой до тёмно-бурой. Запасное вещество — разветвлённый углевод ламинарин.

**Представители:** ламинария (морская капуста), фукус пузырчатый, саргассум.

### **Отдел Диатомовые водоросли**

Диатомовые водоросли представлены одноклеточными и колониальными организмами и являются важным элементом фитопланктона. Клетки этих водорослей покрыты панцирем, состоящим из оксида кремния. Панцирь состоит из двух створок разного размера. Клетки имеют радиальную или билатеральную симметрию. В хлоропластах содержатся хлорофиллы и различные каротиноиды. Окраска бурая, желтоватая или золотистая. Запасное вещество: хризоламинарин, волютин или масло.

**Представители:** навикула, меридион круговой.



## Отдел Зелёные водоросли

Зелёные водоросли — одноклеточные, колониальные и многоклеточные организмы. Многоклеточные формы имеют нитчатый или пластинчатый таллом. Одноклеточные и колониальные формы входят в состав фитопланктона, а группу бентосных водорослей формируют одноклеточные и многоклеточные организмы. По составу пигментов и запасного вещества зелёные водоросли похожи на высшие растения. Запасное вещество: крахмал. Размножение бесполое, вегетативное и половое. В жизненном цикле преобладает гаплоидное поколение.

**Представители:** хламидомонада, вольвокс, хлорелла, спирогира, улотрикс, ульва, кладофора.

**Хламидомонада** — одноклеточная водоросль, обитающая в пресных водоёмах. Клетка на переднем конце имеет два жгутика. Большую часть клетки занимает чашеобразный хлоропласт — **хроматофор**. Возле жгутиков находится светочувствительный красный глазок, который обеспечивает **фототаксис** — движение клетки в направлении источника света. При бесполом размножении в клетке образуются четыре, реже восемь, подвижные зооспоры, каждая из которых развивается во взрослую хламидомонаду. **Половой процесс:** материнские клетки в результате нескольких митотических делений образуют 32–64 подвижные гаметы со жгутиками; две гаметы сливаются, образуя диплоидную зиготу, которая покрывается защитной оболочкой и оседает на дно. После завершения периода покоя при наличии благоприятных условий диплоидная зигота делится посредством мейоза с образованием четырёх гаплоидных клеток, из которых вырастают взрослые особи.

**Вольвокс** — колониальная водоросль, обитающая в стоячих пресных водоёмах. Колония включает от нескольких сот до 10 тысяч клеток и достигает размера до 3 мм.





Большинство клеток колонии вегетативные, внешне похожие на хламидомонаду. В колонии присутствуют **генеративные**, продуцирующие, гаметы и **партеногоидии**, обеспечивающие бесполое размножение. Генеративные клетки (оогонии и антеридии) крупные, не имеют жгутиков. В оогониях развиваются крупные неподвижные яйцеклетки, а в антеридиях — мелкие подвижные сперматозоиды. Слияние гамет приводит к образованию диплоидной зиготы — **ооспоры**, которая сразу входит в неактивное состояние. С наступлением весны ооспора прорастает. Деление ооспоры путём мейоза восстанавливает гаплоидное состояние, а последующие митотические деления приводят к образованию новой колонии. При бесполом размножении партеногоидии активно делятся путём митоза перпендикулярно поверхности шарообразной колонии. Это приводит к локальному увеличению площади поверхности, которая выворачивается внутрь, а затем отделяется от внешнего слоя клеток, образуя дочернюю колонию внутри материнской. Дочерние колонии выходят наружу и становятся самостоятельными только в результате разрыва материнского шара.

**Спирогира** — нитчатая неветвящаяся водоросль, обитающая в пресноводных водоёмах. Спирогира использует особый способ полового размножения — **конъюгацию**. При конъюгации две нити сближаются, и между отдельными клетками соседних нитей образуется цитоплазматический мост — конъюгационный канал, по которому протопласт одной клетки перетекает в другую и сливается с другим протопластом, образуя диплоидную **зиготу**. Зигота округляется, образует толстую оболочку и превращается в **зигоспору**. Зигоспора переживает неблагоприятные условия, а с наступлением весны зигота делится посредством мейоза, с образованием четырёх гаплоидных спор. Три споры отмирают, а одна прорастает и даёт начало молодой нити.



1

Установите соответствие между видами водорослей и их характеристиками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



## ВИДЫ ВОДОРΟΣЛЕЙ

- А) спиригира
- Б) вольвокс
- В) хламидомонада
- Г) навикула (диатомовая водоросль)
- Д) ламинария (бурая водоросль)
- Е) порфира (красная водоросль)

## ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 1) одноклеточный организм, покрытый кремниевым панцирем
- 2) колониальный организм зелёного цвета
- 3) многоклеточный организм с нитчатым талломом
- 4) крупный многоклеточный организм с пластинчатым талломом и ризоидами, содержит каротиноид фукоксантин
- 5) многоклеточный организм с пластинчатым талломом, содержит фикобилины
- 6) одноклеточный организм с двумя жгутиками

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

2

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для низших растений?



- 1) тело дифференцировано на ткани и органы
- 2) тело — недифференцированный таллом





- 3) преимущественно водные растения
- 4) половина видов обитает на суше
- 5) могут размножаться путём фрагментации таллома
- 6) характерно двойное оплодотворение

Ответ: \_\_\_\_\_

## Высшие растения



### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

**Высшие растения** — семенные и споровые растения, имеющие дифференцированные ткани и органы, а также многоклеточные органы полового и бесполого размножения. Для высших растений характерно чередование полового и бесполого поколений.

- **Спорофит** — бесполое поколение высших растений, имеющее диплоидный набор хромосом и размножающееся бесполом способом. На спорофите развиваются **спорангии** двух типов (микроспорангии и макроспорангии), где в результате мейоза образуются споры, из которых вырастают гаметофиты.
- **Гаметофит** — половое поколение высших растений с гаплоидным набором хромосом, размножающееся половым способом. На гаметофите развиваются генеративные органы двух типов: в женских (**архегониях**) образуются яйцеклетки, а в мужских (**антеридиях**) — сперматозоиды.

Спорофиты и гаметофиты у разных видов растений могут быть обоеполыми (однодомными) и раздельнополыми (двудомными). Раздельнополые особи образуют на своём теле спорангии и гаметангии одного типа, а обоеполые — двух.



1

Все перечисленные ниже положения, кроме двух, характеризуют высшие растения. Определите два положения, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) Высшие растения имеют дифференцированные ткани и органы.
- 2) Для высших растений характерно чередование полового и бесполого поколений.
- 3) Спорофит высших растений является диплоидным бесполом поколением.
- 4) Из спор вырастают спорофиты.
- 5) На гаметофите развиваются генеративные органы двух типов (археогонии и антеридии), в которых созревают споры.



Ответ: \_\_\_\_\_



## ВЫСШИЕ СПОРОВЫЕ РАСТЕНИЯ

### Отдел Моховидные

Группа небольших растений, обитающих во влажных местах. В жизненном цикле мхов преобладает гаметофит, который может иметь слоевищное или листостебельное строение. Спорофиты значительно меньше по размеру, они вырастают из оплодотворённых яйцеклеток на гаметофите. Настоящих корней мхи не имеют. Их функцию выполняют ризоиды.

### Класс Печёночники (Слоевищные мхи)

**Маршанция** — типичный представитель печёночников. Её гаметофит имеет слоевищный дихотомически ветвящийся таллом. Посередине лопасти таллома тянется ребро — структура, похожая на жилку листа семенных растений. С нижней стороны таллома на ребре





образуются ризоиды. На верхней стороне таллома вырастают стебельки-подставки, на которых образуются гаметы. Маршанция — двудомное растение, поэтому подставки образуются двух видов. На мужском растении подставка имеет вид зонтикообразного щитка. На его верхней поверхности находятся антеридии, в которых созревают сперматозоиды. Женские подставки похожи на звёздочки с лучами. С нижней стороны подставки между лучами локализуются антеридии, где развиваются яйцеклетки. Сперматозоиды маршанции подвижны при наличии влаги. Сперматозоиды движутся по плёночной влаге в направлении антеридиев за счёт хемотаксиса. Достигнув яйцеклетки, сперматозоид сливается с ней, образуя диплоидную зиготу. Зигота развивается в спорофит, или **спорогон**, — коробочку на короткой ножке. Клетки материнской ткани внутри коробочки делятся путём мейоза, образуя споры. Споры на влажном субстрате прорастают, образуя предросток, который разрастается в молодое слоевище.

Гаметофит может размножаться вегетативно. На верхней стороне таллома формируются **выводковые корзинки** с органами вегетативного размножения (**«выводковыми почками»**), которые, отделяясь от материнского растения, дают начало дочернему гаметофиту.

### **Класс Листостебельные мхи**

**Кукушкин лён (политрихум)** — вертикально растущее растение высотой 15–20 см, но некоторые экземпляры достигают 40 см. На наземной части стебля растения расположены мелкие сидячие листочки, а на подземной части — ризоиды. Кукушкин лён — раздельнополое растение. На верхушках женских гаметофитов развиваются архегонии, а на мужских — антеридии. После оплодотворения, которое протекает во влажных условиях, на женском растении развивается спорофит, который состоит из стебелька и коробочки, прикрытой колпачком.



**Сфагнум** — белый мох, растущий на болоте. Отложения отмерших растений сфагнума являются основой для формирования торфа.

### Отдел Плауновидные

Плауны — споровые растения, у которых в жизненном цикле преобладает диплоидное поколение — спорофит. Представитель отдела — **плаун булавовидный** — имеет стелющийся стебель, от которого отходят вертикальные побеги и придаточные корни. На стелющихся вертикальных побегах густо расположены узкие листочки. На верхушках вегетативных побегов формируются **стробилы** — колоски с чешуевидными листочками, на которых развиваются спорангии. Созревшие споры рассеиваются и во влажной почве прорастают в мелкие гаметофиты — **заростки**. Заростки не имеют хлорофилла, поэтому питаются сапротрофно, паразитируя на гифах грибов в течение 2–16 и более лет до образования гаметангиев. После образования гамет и оплодотворения образуется диплоидная зигота, дающая начало новому спорофиту.

### Отдел Хвощевидные

Хвощи — споровые растения, у которых в жизненном цикле преобладает диплоидное поколение — спорофит. Хвощи имеют корневище, за счёт которого растение разрастается. У некоторых видов боковые ответвления корневища преобразуются в клубни, в которых запасаются питательные вещества. От корневища отходят наземные побеги и придаточные корни. Побеги разделены на узлы и междоузлия. В узлах расположены мутовки побегов и мелкие чешуевидные листочки. Листья не содержат хлоропластов, фотосинтетическая активность осуществляется хлорофиллоносными клетками вегетативных побегов. Споры у хвощей созревают в спорангиях, расположенных на щитках спороносного колоска. При созревании спор колосок вытягивается в длину, и между





щитками образуются щели, что способствует рассеиванию спор. Из спор, попавших в благоприятные условия, вырастают мужские или женские зелёные гаметофиты, имеющие ризоиды. На женских гаметофитах образуются архегонии, а на мужских — антеридии, в которых созревают половые клетки. Оплодотворение происходит в капельно-жидкой среде. После образования зиготы в результате оплодотворения из неё образуется молодой спорофит, который начальный период своего развития питается гетеротрофно за счёт гаметофита. После формирования наземного побега и корней спорофит переходит на самостоятельное автотрофное питание.

### Отдел Папоротниковидные

Папоротники — многочисленная группа споровых растений с преобладанием в жизненном цикле бесполого поколения. У большинства папоротников спорофит многолетний, имеет корневище, на котором образуются придаточные корни и **вайи** — особые листовидные органы, осуществляющие функции фотосинтеза и спорообразования. Вайи имеют верхушечный рост. Молодые вайи свёрнуты в спираль и по мере роста разворачиваются. По форме вайи бывают перисто-рассечёнными и цельными. На их нижней стороне расположены органы бесполого размножения — спорангии. **Спорангий** папоротников представляет собой шаровидное образование на короткой ножке. У наиболее высокоорганизованных папоротников спорангии снабжены кольцом — полоской клеток с неравномерно утолщёнными стенками. Это механическое приспособление для распространения спор. При созревании спор спорангий подсыхает, и в клетках кольца создаётся механическое напряжение, которое способствует резкому вскрытию спорангия и разбрасыванию спор. Спорангии часто объединены в группы — **сорусы**, а у некоторых видов сорусы прикрыты специальным образованием — **индузием**, или **покрывальцем**.



Во влажной почве споры прорастают, образуя обоеполюые гаметофиты — зелёные пластинки сердцевидной формы. На их нижней стороне образуются ризоиды и гаметангии — архегонии и антеридии. При наличии влаги зрелые сперматозоиды проникают в антеридии, где оплодотворяют яйцеклетки. Из образующейся зиготы формируется молодой спорофит, который сначала живёт за счёт гаметофита, а затем вырастает в самостоятельное растение.

**Представители:** мужской папоротник (щитовник), орляк, сальвиния плавающая, марсилия четырёхлистная.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для представителей отдела Моховидные?



- 1) в жизненном цикле преобладает спорофит
- 2) существуют слоевищные и листостебельные виды
- 3) для полового размножения необходима влага
- 4) спорофит развивается на гаметофите
- 5) спорофит способен к автотрофному питанию
- 6) гаметофит питается гетеротрофно

Ответ: \_\_\_\_\_

2

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристике папоротниковидных. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



- (1) Папоротники являются споровыми растениями с преобладанием бесполого поколения в жизненном цикле.
- (2) Корневая система папоротников стержневая.





(3) Листья папоротников — вайи — осуществляют функции фотосинтеза и спорообразования. (4) Органы бесполого размножения — спорангии — образуют скопления, называемые индузием. (5) Споры, попавшие на влажную почву, прорастают в гаметофиты, которые неспособны к фотосинтезу. (6) На нижней стороне гаметофита образуются гаметангии — архегонии и антеридии, в которых созревают половые клетки. Из образующейся зиготы формируется молодой спорофит, который сначала живёт за счёт гаметофита, а затем вырастает в самостоятельное растение.

Ответ: \_\_\_\_\_

3

Установите соответствие между признаками и видами растений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ПРИЗНАКИ

- А) листочки мелкие чешуевидные, без хлорофилла
- Б) может размножаться вегетативно выводковыми почками
- В) настоящих корней нет, образует ризоиды
- Г) гаметофит паразитирует на гифах грибов
- Д) имеет корневище
- Е) стелющийся стебель с вертикальными побегами

### ВИДЫ РАСТЕНИЙ

- 1) маршанция
- 2) плаун булавовидный
- 3) хвощ полевой



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## СЕМЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

### Общая характеристика семенных растений

Семенные растения составляют наиболее развитую в эволюционном отношении группу. Ряд прогрессивных черт позволяет им занимать господствующее положение в растительном мире.

Семенные растения отличаются высокой степенью дифференциации тканей и органов. Это позволяет им эффективно существовать в воздушной и почвенной средах одновременно.

Для семенных растений характерно преобладание бесполого поколения (спорофита) в жизненном цикле. Все семенные растения являются разноспоровыми. На спорофитах образуются спорангии двух типов: макроспорангии и микроспорангии. В макроспорангиях образуются мегаспоры, из которых развиваются женские гаметофиты, а в микроспорангиях — микроспоры, дающие начало мужским гаметофитам. Гаметофиты (половое поколение) сильно редуцированы. Так, мужской гаметофит — пыльцевое зерно — состоит из двух клеток: вегетативной и генеративной (последняя делится с образованием двух спермиев). Малые размеры гаметофита позволяют ему попадать на женский гаметофит с помощью ветра или животных-опылителей. Процесс переноса пыльцы к женским гаметофитам называется опылением. Благодаря процессу опыления половой процесс семенных растений не зависит от наличия влаги.

После оплодотворения из семязачатка формируется **семя** — генеративный орган, служащий для распространения растений. В семени находятся зародыш и запас питательных веществ. Снаружи семя покрыто оболочками, защищающими его от неблагоприятных воздействий.





Ткани зрелого семени находятся в состоянии физиологического покоя. Семенные растения представлены отделами Голосеменных и Покрытосеменных растений.

1

Установите соответствие между характеристиками и группами высших растений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

- А) гаметофиты развиваются только на спорофите
- Б) гаметофиты развиваются отдельно от спорофита
- В) оплодотворение требует присутствия влаги
- Г) процесс оплодотворения не зависит от условий влажности
- Д) есть разноспоровые и равноспоровые виды
- Е) только разноспоровые растения

**ГРУППА****РАСТЕНИЙ**

- 1) семенные
- 2) споровые



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**Отдел Голосеменные**

**Голосеменные растения** — отдел высших растений, которые образуют семена, но не имеют цветков. На голосеменных растениях формируются женские и мужские шишки,

у основания чешуек которых развиваются соответственно макроспорангии и микроспорангии. Макроспорангии (семязачатки) локализируются на анатомически верхней



(внутренней) стороне чешуек женских шишек. Название отдела Голосеменные связано с тем, что семязачатки расположены открыто на поверхности семенных чешуек. Микроспорангии расположены на внешней стороне чешуек мужских шишек. В них созревает пыльца — редуцированные мужские гаметофиты.

Голосеменные являются преимущественно многолетними древесными растениями — деревьями и кустарниками. Корневая система голосеменных стержневая с ярко выраженным главным корнем. Осевые органы (стебли и корни) способны ко вторичному утолщению. Они покрываются пробкой и коркой — это даёт возможность выдерживать неблагоприятные внешние условия.

**Сосна обыкновенная** — типичный представитель голосеменных. Жизненная форма — дерево, достигающее высоты 40 метров. Листья сосны имеют вид иголок, которые растут попарно на укороченных побегах. Совокупность листьев-хвоинок называют **хвоей**. Ткани листьев и побегов пронизаны смоляными ходами, в которых накапливается **живица** — смолистая субстанция, содержащая комплекс веществ терпеноидной и фенольной природы. Живица выполняет защитную роль: смола застывает на воздухе, поэтому при наличии повреждений изолирует раневые поверхности, а содержащиеся в ней летучие соединения — фитонциды, обладающие бактерицидными свойствами, обеззараживают их.

Способность образовывать семена сосна приобретает примерно на 12-м году жизни. Мужские шишки светлого жёлто-зелёного оттенка расположены у основания развивающихся побегов. Пыльца, созревающая на внешней стороне чешуек мужских шишек, имеет два воздушных мешка, которые облегчают её перенос ветром. Яркие красные женские шишки образуются на концах молодых побегов. У основания их чешуек находится по два





макроспорангия (семязачатка), в которых образуется по одной мегаспоре. Семязачатки снаружи покрыты **интегументом**. Из мегаспоры формируется женский гаметофит, который имеет два архегония, содержащих по одной яйцеклетке. В период пыления, в начале лета, семязачаток выделяет небольшое количество клейкой субстанции, к которой прилипает пыльца. Затем клейкие выделения втягиваются в шишку вместе с прилипшими пылинками. Попав в шишку, пыльца начинает прорастать: вегетативная клетка образует пыльцевую трубку, по которой начинают передвигаться два спермия, образованные в результате митотического деления генеративной клетки. В период опыления в архегониях ещё нет яйцеклеток, поэтому пыльцевая трубка, не достигнув семяпочки, прекращает свой рост. Женская шишка после принятия пыльцы увеличивается в размерах, становится зелёной и частично одревесневает. Через год в архегониях созревают яйцеклетки, и возобновляется рост пыльцевой трубки, которая достигает семязачатка. Один из спермиев сливается с яйцеклеткой с образованием диплоидной зиготы. Второй спермий и вторая яйцеклетка погибают. При созревании семени из гаплоидных клеток женского гаметофита образуется эндосперм с запасными веществами, а из интегумента — семенная кожура. Созревание семян завершается осенью, примерно через полгода после оплодотворения. При этом шишка полностью одревесневает и приобретает коричневый оттенок. На следующий год шишки вскрываются, и семена, снабжённые плёнчатой крылаткой, разлетаются.

### **Представители отдела Голосеменных**

- **Класс Хвойные:** ель обыкновенная, сосна сибирская, лиственница европейская (опадающая), секвойя вечнозелёная, можжевельник казацкий, кипарис.
- **Класс Гинкговые:** гинкго двулопастный.



1

Установите последовательность событий, связанных с генеративным развитием и размножением сосны обыкновенной. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) созревание пыльцы и опыление женских шишек
- 2) женская шишка становится зелёной и частично одревесневает
- 3) приостановка прорастания пыльцы
- 4) формирование женского и мужского гаметофитов
- 5) созревание яйцеклеток в женских шишках
- 6) начало прорастания пыльцы в опылённых шишках
- 7) оплодотворение одним спермием одной из яйцеклеток с образованием диплоидной зиготы
- 8) завершение роста пыльцевой трубки
- 9) созревание семян



Ответ: \_\_\_\_\_



## Отдел Покрытосеменные

### Общая характеристика отдела Покрытосеменные

**Покрытосеменные** — отдел высших растений, отличительной особенностью которых является наличие генеративного органа — цветка. Семязачатки покрытосеменных растений находятся в полости завязи пестика и защищены её тканями. Для всех цветковых растений характерно двойное оплодотворение. Ткани имеют более высокую степень организации, чем у голосеменных. Гаметофиты сильно редуцированы. Женский гаметофит (зародышевый мешок) состоит из восьми клеток, а мужской гаметофит (пыльцевое зерно) — из двух.





Отдел Покрытосеменные растения состоит из двух классов: Двудольные и Однодольные. Представители классов покрытосеменных имеют ряд принципиальных отличий.

### Класс Двудольные

**Зародыш:** 2 семядоли.

**Корневая система:** стержневая.

**Жизненная форма:** деревья, кустарники, травы.

**Стебель:** ветвится и способен ко вторичному утолщению, имеется камбий, выражены сердцевина и кора.

**Листья:** простые или сложные, обычно черешковые; жилкование перистое или пальчатое.

**Цветок (формула):** число элементов цветка кратно 5 или 4.

**Плод:** костянка, яблоко, орех, орешек, боб, стручок, стручочек, коробочка, ягода, семянка, тыква.

### Класс Однодольные

**Зародыш:** 1 семядоля.

**Корневая система:** мочковатая.

**Жизненная форма:** травы (за исключением пальм и агав).

**Стебель:** обычно не ветвится, не утолщается, камбия нет, кора и сердцевина не выражены.

**Листья:** простые, сидячие или влагалищные, без прилистников; жилкование параллельное или дуговое.

**Цветок (формула):** число элементов цветка кратно 3, редко 2 или 4.

**Плод:** зерновка, коробочка, ягода.

**Исключения.** Подорожник относится к классу Двудольные, так как в его семени две семядоли. Однако он имеет мочковатую корневую систему и дуговое жилкование листьев — признаки, типичные для однодольных. Вороний глаз относится к классу Однодольные, но жилкование листьев у него сетчатое.



- 1) Установите соответствие между характеристиками и группами семенных растений. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**
**ГРУППА СЕМЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

- А) преимущественно древесные формы
- Б) встречаются все жизненные формы
- В) семязачатки защищены тканями пестика
- Г) семязачатки располагаются открыто
- Д) женский гаметофит многоклеточный
- Е) женский гаметофит восьмиядерный

- 1) голосеменные
- 2) покрытосеменные



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

- 2) Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для однодольных растений?

- 1) в семени одна семядоля
- 2) стержневая корневая система
- 3) стебель ветвится и способен ко вторичному утолщению
- 4) число элементов цветка кратно пяти
- 5) листья простые, сидячие или влагалищные, без прилистников
- 6) жилкование листьев параллельное или дуговое

Ответ: \_\_\_\_\_





## Царство Животные



### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЦАРСТВА ЖИВОТНЫЕ

**Животные** являются гетеротрофными организмами, которые используют готовые органические соединения. Подавляющее большинство видов животных способно к активному движению, с чем связано развитие мышечной и нервной тканей. Для животных характерен ограниченный, или закрытый, рост — это позволяет им иметь сбалансированное в пропорциональном отношении тело, что очень важно для подвижных организмов. Поверхности для обмена веществом со средой обитания (дыхательная и пищеварительная системы) находятся внутри организма. Животная клетка отличается от растительной отсутствием клеточной стенки и большой вакуоли. Специфическими признаками для животной клетки является наличие гликокаликса на плазматической мембране (с которым связывают функции рецепции и взаимодействия клеток) и центриолей (обеспечивают образование веретена деления при делении клетки). Запасное вещество, которое накапливается в клетках, — гликоген.



### ПОДЦАРСТВО ОДНОКЛЕТОЧНЫЕ, ИЛИ ПРОСТЕЙШИЕ

Подцарство Простейшие объединяет одноклеточные животные организмы. Размеры одноклеточных варьируют от 2 мкм до 1 мм. Форма у простейших может быть округлая, вытянутая, звёздчатая и др. Органы движения простейших — псевдоподии, жгутики, ундулирующая мембрана, реснички.



Некоторые одноклеточные — внутриклеточные паразиты — вовсе не имеют органов движения. Размножаются простейшие бесполым (бинарное деление, шизогония) и половым способами. Свободноживущие простейшие — аэробы, а большинство паразитических видов адаптированы к анаэробным условиям. При неблагоприятных условиях многие виды формируют **цисты** — временные покоящиеся формы существования, которые имеют округлую форму и покрыты плотной защитной оболочкой.

### Тип Саркожгутиковые

В тип Саркожгутиковые входят два подтипа, основными различиями между которыми является способность поддерживать постоянную форму тела и использовать разные механизмы передвижения.

#### Подтип Саркодовые

Представители саркодовых не имеют постоянной формы тела. Их клетки ограничены снаружи цитоплазматической мембраной, которая не ограничивает форму. Саркодовые образуют **псевдоподии**, или **ложные ножки**, — боковые выпячивания мембраны, с помощью которых клетки передвигаются в пространстве и захватывают пищевые частицы. Питание происходит путём фагоцитоза. У отдельных групп саркодовых формируются наружные защитные образования (раковины) или внутренний «скелет». Эти структуры не ограничивают способности клеток к образованию псевдоподий. В клетках саркодовых содержится одно ядро. Большинство видов размножаются бесполым путём посредством митотического деления клетки. При неблагоприятных условиях многие саркодовые образуют цисты.

**Амёба обыкновенная, или Амёба протей**, — свободноживущий одноклеточный организм. Её размер составляет 0,2–0,5 мм. Амёба обитает на дне пресноводных





водоёмов. Она активно перемещается с помощью псевдоподий и фагоцитирует органические частицы, бактерии и мелкие одноклеточные эукариоты. Амёба способна двигаться по направлению или от источника химических соединений — это свойство называют положительным или отрицательным **хемотаксисом**. Амёба имеет одно ядро и пищеварительные вакуоли. Примембранный слой цитоплазмы (эктоплазма) выглядит более плотным, чем её внутренняя часть (эндоплазма). Размножается амёба исключительно путём митоза. Образует цисты.

**Амёба дизентерийная** — паразит, живущий в толстом кишечнике человека. Заражение возможно при употреблении загрязнённой пищи или воды. Провоцирует заболевание **дизентерию**, или **амёбиаз**.

### **Подтип Жгутиковые**

Жгутиковые имеют плотную оболочку — **пелликулу** (слой плоских мембранных пузырьков), подстилающую плазмалемму. Благодаря этому у жгутиковых поддерживается постоянная форма тела. Движение осуществляется за счёт жгутиков. У некоторых видов между жгутиком, расположенным вдоль клетки, и плазмалеммой образуется перепонка — **ундулирующая мембрана**. Совершая волнообразные движения, эта мембрана способствует перемещению клетки в водной среде. В клетке одно или два ядра. Жгутиковые размножаются преимущественно путём продольного деления клетки. Отдельные виды образуют цисты.

Различают группы растительных жгутиковых, которые имеют хлоропласты и способны к фотосинтезу, и животных, питающихся исключительно гетеротрофно.

**Эвглена зелёная**. Клетка веретеновидной формы с заострённым задним концом. На переднем конце клетки расположены жгутик и клеточный рот, через который клетка захватывает пищевые частицы. Возле жгутика



находится красный светочувствительный глазок — **стигма**. В задней части цитоплазмы локализуется округлое ядро. В клетке есть хлоропласты и сократительная вакуоль. Эвглена размножается продольным делением клетки. В неблагоприятных условиях клетка сбрасывает жгутик, округляется и образует цисту. Эвглена зелёная является одним из микроорганизмов, с которым связано явление цветения воды.

**Трипаносомы** — паразитические жгутиковые, вызывающие у человека сонную болезнь — опасное инвазионное заболевание, нарушающее функционирование нервной системы. Заражение человека возможно при укусе переносчика трипаносом — мухи цеце.

**Лейшмании** — возбудители разных форм лейшманиозов человека, внутриклеточные паразиты. Поражают клетки кожи или внутренние органы. Переносчики этих заболеваний — москиты.

### Тип Споровики, или Апикомплексы

Споровики являются внутриклеточными паразитами. Они не имеют органов движения. Форма клеток постоянная. На переднем конце клетки расположен **апикомплекс** — специальная структура, с помощью которой паразит проникает в клетки хозяина. Циклы развития апикомплексов осуществляются со сменой хозяев. В одном хозяине (промежуточном) паразит размножается путём множественного деления — **шизогонии**. Во втором (окончательном) осуществляется половое размножение.

**Малярийный плазмодий** — типичный представитель споровиков, возбудитель малярии — очень опасного заболевания, которое сопровождается изнуряющими лихорадками. Человек — промежуточный хозяин плазмодия. Плазмодий размножается в эритроцитах. Заражение происходит при укусе малярийного комара.





## Тип Инфузории

Инфузории — самая высокоорганизованная группа одноклеточных животных с постоянной формой клеток. Снаружи инфузории покрыты ресничками, которые совершают согласованные движения, способствующие перемещению клетки в пространстве и создающие ток жидкости, который загоняет пищевые частицы в **цитостом** — клеточный рот. В области цитостома формируется пищеварительная вакуоль, которая затем мигрирует в цитоплазме. Непереваренные остатки пищи выводятся путём экзоцитоза через **порошицу**. Сократительные вакуоли инфузорий предназначены для выделения избытка воды из клетки. Инфузории имеют два ядра. Большое вегетативное ядро — **макронуклеус** — обычно полиплоидное, а маленькое генеративное (**микронуклеус**) — диплоидное. При неблагоприятных условиях инфузории образуют цисты. Размножаются инфузории бесполым способом путём поперечного деления клетки и особым типом полового процесса — **конъюгацией**, — при котором не образуются гаметы.

**Конъюгация.** Две клетки сближаются сторонами, на которых находятся клеточные рты, и образуют цитоплазматический мостик между клетками. Микронуклеус в каждой клетке делится путём мейоза с образованием четырёх гаплоидных ядер, три из которых разрушаются. Оставшееся ядро делится митотически. Одно из образованных ядер остаётся в клетке, а второе транспортируется во вторую клетку по цитоплазматическому мостику. Макронуклеусы при этом дегенерируют и полностью исчезают. Так конъюгирующие клетки обмениваются генетическим материалом. После обмена своё и чужое гаплоидные ядра сливаются с образованием **синкариона**. После этого цитоплазматический мостик разрывается и клетки расходятся. Синкарион делится путём



митоза три раза с образованием восьми ядер. Четыре ядра превращаются в макронуклеусы, три разрушаются, а одно становится микронуклеусом. Затем микронуклеус делится митотически три раза последовательно, и каждое деление сопровождается цитокинезом — делением клетки — и равномерным распределением макронуклеусов. В результате из исходной клетки образуются четыре клетки с двумя ядрами — генеративным и вегетативным. Наиболее типичный представитель инфузорий — **инфузория-туфелька**. Инфузория **балантидий** паразитирует в человеке, вызывая заболевание балантидиаз.

1

Установите соответствие между характеристиками и группами животных типа Простейшие. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

#### ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А) не имеют органов передвижения
- Б) питаются путём фагоцитоза
- В) непостоянная форма тела
- Г) размножаются продольным делением клетки
- Д) размножаются поперечным делением клетки
- Е) способны к размножению путём конъюгации
- Ж) все представители — паразиты
- З) органы передвижения — жгутики

#### ГРУППЫ

#### ПРОСТЕЙШИХ

- 1) подтип Саркодовые
- 2) подтип Жгутиковые
- 3) тип Споровики
- 4) тип Инфузории



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е	Ж	З

2

Установите соответствие между представителями типа Простейшие и их группами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРЕДСТАВИТЕЛИ**

- А) балантидий
- Б) амёба дизентерийная
- В) малярийный плазмодий
- Г) эвглена зелёная
- Д) фораминиферы
- Е) трипаносома

**ГРУППЫ ПРОСТЕЙШИХ**

- 1) подтип Саркодовые
- 2) подтип Жгутиковые
- 3) тип Споровики
- 4) тип Инфузории

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## Подцарство Многоклеточные

Многоклеточные организмы состоят из дифференцированных клеток, выполняющих специфические функции. Специализированные клетки эффективно выполняют свои функции, но при этом утрачивают способность к самостоятельному существованию, так как не обладают всеми необходимыми для этого функциями. Клетки тесно взаимосвязаны друг с другом и взаимозависимы. Целостность организма поддерживается за счёт межклеточных взаимодействий. Клетки формируют ткани и органы, а органы объединены в системы органов. Для всех многоклеточных животных характерно половое размножение и чередование многоклеточных и одноклеточных стадий в жизненном цикле. При слиянии гамет образуется зигота, из которой развивается новый организм. У низших животных возможны вегетативное



размножение и особый вид полового размножения — партеногенез. Животные обладают радиальной (лучевой) или билатеральной (двусторонней) симметрией тела.



## ТИП КИШЕЧНОПОЛОСТНЫЕ

**Кишечнополостные** — это группа двуслойных радиальносимметричных водных животных. Их тело ограничивает внутреннюю кишечную полость, в которой осуществляется пищеварение. Ротовое отверстие — вход в кишечную полость — окружено щупальцами, которые снабжены стрекательными клетками. Среди кишечнополостных есть гермафродитные и раздельнополые организмы. Они размножаются половым (копуляция) и бесполом (почкование) способами. Возможно вегетативное размножение, так как для кишечнополостных свойственна регенерация — способность восстанавливать целый организм из отдельных фрагментов тела. Кишечнополостные бывают одиночными и колониальными.

**Гидра пресноводная** — пресноводный одиночный полип небольшого размера. Гидра состоит из стебелька, который прикрепляется к субстрату подошвой. На верхней части находится ротовое отверстие, окружённое 4–12 щупальцами, на которых есть **стрекательные клетки**, служащие для охоты и защиты. Гидра — хищник. С помощью стрекательных клеток она обездвигивает мелких животных (дафний, коловраток), впрыскивая в них нейротоксин. Обездвиженную добычу гидра помещает в кишечную полость для переваривания.

Наружный слой (эктодерма) тела гидры состоит из эпителиально-мышечных клеток, а внутренний (энтодерма) — из пищеварительно-мышечных. Пищеварительно-мышечные клетки способны к фагоцитозу и имеют





жгутики, которыми они перемешивают содержимое гастральной полости. Железистые клетки энтодермального слоя выделяют в полость пищеварительные ферменты. В ней осуществляется внутриполостное пищеварение, а в пищеварительных клетках, которые фагоцитируют пищевые частицы, — внутриклеточное.

По всему телу гидры разбросаны нервные клетки. В эктодерме они образуют диффузную нервную систему.

Гидры размножаются почкованием и половым путём. При почковании новый организм развивается сбоку стебелька полипа. Половые клетки образуются в эктодермальном слое. Оплодотворение происходит в теле гидры. Из зиготы развивается зародыш, из которого вырастает молодая гидра. Развитие гидры прямое — у неё отсутствует личиночная подвижная стадия.

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристике образовательных тканей. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



- (1) Кишечнополостные — группа водных животных, имеющих три зародышевых листка: наружный — эктодерма, внутренний — энтодерма и средний — мезодерма. (2) Тело кишечнополостных имеет билатеральную симметрию. (3) Кишечнополостные размножаются двумя способами: половым (копуляция — слияние половых клеток) и бесполом (почкование). (4) Кишечнополостные имеют стрекательные клетки, служащие им для охоты (обездвиживают жертву нейротоксинами) и защиты. (5) Мышечные клетки располагаются тяжами по бокам вдоль оси тела. (6) Нервная система у представителей кишечнополостных — диффузного типа.

Ответ: \_\_\_\_\_



## Тип Плоские черви



### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Плоские черви являются трёхслойными многоклеточными животными с билатеральной симметрией и выраженными передней и задней частями тела. Они представлены свободноживущими и паразитическими видами. Снаружи тело червей покрыто однослойным эпителием, под которым залегает три слоя мышц: кольцевые, продольные и диагональные. Эпителий и подкожные слои мышц образуют кожно-мышкульный мешок. У плоских червей нет полости тела — промежутки между органами заполнены **паренхимой**, состоящей из рыхло расположенных клеток и большого количества межклеточного вещества. Пищеварительная система замкнутая, остатки непереваренной пищи выводятся наружу через ротовое отверстие. У ленточных червей пищеварительной системы нет. Дыхание у плоских червей осуществляется через поверхность тела. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют.

Выделительная система представлена **протонефридиями**. Они выводят из организма избыток воды и конечные продукты метаболизма.

Нервная система состоит из парных надглоточных нервных узлов и идущих от них продольных стволов, которые соединены поперечными тяжами. Органы чувств представлены осязательными клетками и органами химического чувства. У свободноживущих видов есть светочувствительные глазки и органы равновесия.

Плоские черви — гермафродитные организмы, но оплодотворение у них преимущественно перекрёстное.





## КЛАСС РЕСНИЧНЫЕ ЧЕРВИ (ТУРБЕЛЛЯРИИ)

**Ресничные черви** — в основном свободно живущие водные организмы, обитающие в пресных и солёных водоёмах. Реже турбеллярии встречаются на суше. Типичными представителями являются белая планария, бурая планария.

Турбеллярии имеют плоское вытянутое тело. Эпителий покрыт ресничками. Ротовое отверстие находится на брюшной стороне примерно посередине, ближе к задней части тела. Рот ведёт в выдвижную глотку, от которой отходят слепо замкнутые ветви кишечника. Ресничные черви гермафродиты. Оплодотворение преимущественно перекрёстное. Турбеллярии способны к бесполому размножению путём деления тела на части.



## КЛАСС СОСАЛЬЩИКИ (ТРЕМАТОДЫ)

**Сосальщнки** — исключительно паразитические организмы. Тело листовидной или вытянутой формы. У трематод есть органы прикрепления — две присоски: ротовая и брюшная. Ротовая присоска совмещена с ротовым отверстием, которое ведёт в замкнутый кишечник. Сосальщнки имеют сложные жизненные циклы, в которых чередуются половое и партеногенетические поколения. Развитие у большинства видов происходит со сменой хозяев. Среди сосальщнков много паразитов человека.

**Печёночный сосальщик** — возбудитель фасциолёза, паразитирует в жёлчных протоках печени человека и рогатого скота. Позвоночные животные и человек — окончательные хозяева, в которых печёночный сосальщик размножается половым путём. Яйца выходят из



организма хозяина вместе с фекалиями. Для дальнейшего развития яйцо должно попасть в водную среду. В воде из яйца выходит личинка, которая находит моллюска (малого прудовика) и активно проникает в его тело. Моллюск — промежуточный хозяин печёночного сосальщика, в нём происходят размножение паразита партеногенетическим способом и образование второй личинки, которая покидает тело моллюска. Эта личинка имеет хвостовой отросток, за счёт которого она плавает. Личинка оседает на листьях прибрежных растений, сбрасывает хвост и покрывается защитной оболочкой. Это инвазионная стадия, которой могут заразиться окончательные хозяева. Человек заражается фасциолёзом при употреблении немытой зелени или некипячёной воды, которые загрязнены инвазионной стадией паразита. Распространённые паразиты человека: кошачий сосальщик, лёгочный сосальщик, клонорх, шистосомы и др.



## КЛАСС ЛЕНТОЧНЫЕ ЧЕРВИ

**Ленточные черви** являются облигатными паразитами. Они имеют вид плоской ленты, состоящей из члеников. Длина червей варьирует от 0,5 см (эхинококк) до 15 м (лентец широкий). Тело ленточного червя состоит из **головки**, **шейки** и множества **члеников**. На головке имеются органы прикрепления: **присоски** или **крючки**. Шейка является зоной роста, где образуются новые членики. У ленточных червей есть выделительная, половая и нервная системы, но нет пищеварительной — они питаются через поверхность тела. Жизненные циклы ленточных червей протекают со сменой хозяев. В окончательных хозяевах живут половозрелые особи, размножающиеся половым путём и производящие яйца. В промежуточных





хозяевах локализуется личиночная стадия. Ленточные черви отличаются высокой плодовитостью и приспособлены к анаэробным условиям существования.

**Бычий и свиной цепни** — паразиты человека. Человек — окончательный хозяин. Взрослые особи живут в тонком кишечнике. Бычий цепень закрепляется головкой за стенки кишечника с помощью четырёх присосок, а свиной цепень — присосками и крючками. Созревшие членики, наполненные яйцами, периодически отрываются от червя и выходят наружу с фекалиями. Животные (коровы или свиньи) могут проглотить с пищей членики или яйца. В пищеварительных путях животных из яиц высвобождаются личинки, которые через стенки кишечника проникают в кровоток и разносятся по телу. Личинки оседают преимущественно в мышечной ткани и превращаются в **финны**, или **пузырчатые личинки**. Для дальнейшего развития паразита заражённое животное должно быть съедено. Человек может заразиться, если съест термически плохо обработанное мясо, содержащее финны, из которых развиваются взрослые цепни.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для печёночного сосальщика?

- 1) органы прикрепления — четыре присоски и крючки
- 2) органы прикрепления — две присоски
- 3) финна — личинка, которая локализуется в мышцах хозяина
- 4) промежуточный хозяин — моллюск
- 5) вызывает заболевание фасциолёз
- 6) в жизненном цикле меняет трёх хозяев



Ответ: \_\_\_\_\_



2

Установите соответствие между характеристиками червей и классами, к которым они относятся. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКА****КЛАСС**

- А) тело состоит из головки, шейки и множества члеников.
- Б) свободноживущие черви
- В) имеют две присоски
- Г) не имеют пищеварительной системы
- Д) паразиты с листовидной формой тела
- Е) есть выдвигаемая глотка

- 1) Ресничные черви
- 2) Сосальщики
- 3) Ленточные черви



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## Тип Круглые черви

Круглые черви имеют веретеновидную, округлую в поперечном сечении форму с заостренными концами. Тело покрыто **кутикулой** — плотным многослойным не клеточным образованием, служащим для защиты организма от внешних воздействий. Кутикула продуцируется клетками гиподермы, которые располагаются под ней. Круглые черви имеют первичную полость (**псевдоцель**), которая не ограничена эпителием и заполнена жидкостью, находящейся под давлением. Полостная жидкость выполняет функцию гидроскелета, который поддерживает форму тела. Вдоль всего тела тянутся четыре ленты продольных мышц.





Пищеварительная система незамкнутая: начинается ротовым отверстием и заканчивается анальным отверстием в задней части тела. Ротовое отверстие ограничено губами, которыми черви присасываются к источнику пищи. Кровеносная и дыхательная системы отсутствуют. Черви приспособлены к анаэробным условиям, однако развитие у многих видов на определённых стадиях жизненного цикла протекает только при наличии кислорода. Выделительная система протонефридального типа.

Нервная система представлена окологлоточным нервным кольцом и отходящими от него нервными стволами. Органы чувств развиты слабо.

Круглые черви — раздельнополые животные с выраженным **половым диморфизмом** (различиями между самками и самцами). Оплодотворение внутреннее: самцы вводят семя в половые пути самок. Самки откладывают яйца, из которых выходят личинки. Развитие круглых червей прямое. У некоторых видов личинки выходят из яиц в половых путях самок — в этом случае самка не откладывает яйца, а рождает личинок. Это явление называется **яйцезиворождение**.

**Аскарида человеческая** паразитирует в тонком кишечнике человека. Самки достигают в длину 40 см, а самцы — 25 см. Заражение происходит при употреблении немытых овощей, зелени, фруктов, на которых могут находиться яйца аскарид с развитыми личинками. Личинки выходят из проглоченных человеком яиц в его кишечнике. Через капилляры кишки личинки проникают в кровеносную систему и мигрируют с кровотоком через печень и сердце в лёгкие. Из лёгких личинки поднимаются по дыхательным путям до глотки и при сглатывании снова попадают в пищеварительную систему. В тонком кишечнике личинки превращаются во взрослых особей, которые размножаются половым путём и продуцируют яйца.



1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристике аскариды человеческой. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Аскарида человеческая паразитирует в толстом кишечнике человека, кошек и собак. (2) Самцы значительно крупнее самок — они достигают в длину 40 см, а самки — около 25 см. (3) Человек заражается яйцами аскарид, только что вышедшими из кишечника вместе с калом, так как во внешней среде яйца быстро гибнут. (4) Выход личинок из проглоченных человеком яиц происходит в его кишечнике. (5) Личинки проникают в кровеносную систему через капилляры кишки и мигрируют с кровотоком через печень и сердце в лёгкие. (6) Развившиеся личинки поднимаются по дыхательным путям до глотки и при сглатывании снова попадают в пищеварительную систему.

Ответ: \_\_\_\_\_



## Тип Кольчатые черви

Кольчатые черви являются вторичнополостными животными. Вторичная полость тела — **целом**, — в отличие от первичной, выстлана эпителием. Целомическая жидкость позволяет поддерживать постоянство внутренней среды, выполняет питательную, транспортную, выделительную, а также опорную функции (используется в качестве гидроскелета). Тело кольчатых червей сегментировано на повторяющиеся отсеки. Отличаются только несколько передних и задних сегментов. Снаружи кольцецы покрыты тонкой кутикулой, под которой расположены однослойный





эпителий, а также кольцевые и продольные мышцы. Кутанула, эпителий и мышцы образуют кожно-мускульный мешок. Одной из характерных особенностей кольцецов является наличие хитиновых щетинок на теле.

Пищеварительная система сквозная. Функционально отличаются отделы передней, средней и задней кишки. Дыхательная система у большинства видов отсутствует. Кровеносная система образована крупными спинным и брюшным сосудами, соединёнными кольцевыми перемычками. Кольцевые сосуды и примыкающие к ним участки спинного сосуда имеют сократительные элементы, которые обеспечивают циркуляцию крови. Выделительная система представлена парными метанефридиями, имеющимися в каждом сегменте.

Нервная система состоит из надглоточного и подглоточного нервных ганглиев и брюшной нервной цепочки. В каждом сегменте на нервной цепочке скопления нейронов формируют ганглии.

Кольчатые черви размножаются половым и бесполом способом. Они бывают обоеполыми или раздельнополыми. Оплодотворение у гермафродитов перекрёстное. Развитие прямое или не прямое. Для кольцецов характерна высокая степень регенерации, что даёт возможность вегетативного размножения посредством деления тела на части.

Кольчатые черви — свободноживущие организмы, обитающие в пресных водоёмах, морях, почве и на деревьях.

**Класс Малощетинковые черви:** дождевой червь, эйзения, калифорнийский червь, трубочник.

**Класс Многощетинковые черви:** нереида, пескожил, бонеллия, эунице афродита, тихоокеанский палоло.

**Класс Пиявки:** пиявки медицинская и лошадиная.



1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для кольчатых червей?



- 1) имеют вторичную полость тела — целом
- 2) тело сегментировано на повторяющиеся отсеки
- 3) поверхность тела гладкая, без хитиновых образований (щетинок и пр.)
- 4) пищеварительная система замкнутая
- 5) кольчатые черви размножаются половым и бесполом способом
- 6) среди кольчатых червей есть свободноживущие организмы и полостные паразиты.

Ответ: \_\_\_\_\_



## Тип Моллюски

**Моллюски** — несегментированные вторичнополостные животные. У большинства есть **мантия** — кожная складка, которая прикрывает внутренние органы и участвует в образовании известковой раковины, выполняющей защитные функции. Мантия со стенками туловища образует мантийную полость, в которую открываются анальное и выделительное отверстия и половые протоки. В мантийной полости располагаются органы дыхания — лёгкие или жабры. Тело состоит из головы, туловища и ноги, но некоторые отделы у различных групп могут редуцироваться. Вторичная полость тела представлена перикардом (околосердечной сумкой) и полостью половых желёз. Пищеварительная система начинается с ротового отверстия, которое открывается в ротовую полость, за ним





следуют глотка, пищевод, желудок, кишечник и анальное отверстие. В пищеварении участвуют слюнные железы и печень. Многие брюхоногие моллюски имеют **тёрку**, или **радулу**, — покрытое хитиновыми зубцами образование в ротовой полости, служащее для соскребания и перетирания пищи. Органами дыхания водных моллюсков служат **ктенидии** — кожистые двусторонне-перистые жабры. У наземных есть **лёгкие** — видоизменённая мантийная полость, стенки которой пронизаны кровеносными сосудами. Кровеносная система незамкнутая. Сердце состоит из желудочка и одного или двух предсердий. Сокращаясь, сердце выталкивает кровь в промежутки между органами. Кровь омывает органы и возвращается опять в сердце. Выделение осуществляется почками. Нервная система состоит из нескольких пар ганглиев, соединённых нервными стволами. От них отходят нервные тяжи к различным органам тела. Большинство моллюсков раздельнополы, но есть и гермафродиты. Оплодотворение внутреннее или наружное. Развитие наземных моллюсков, как правило, прямое — из яиц выходят молодые улитки. У водных моллюсков развитие не прямое: сначала появляется личинка, непохожая на взрослую особь. Личинки обычно являются частью планктона и выполняют расселительную функцию. Оседая на дно, они преобразуются во взрослую особь.

Моллюски представлены разнообразными экологическими группами. Среди них есть хищники, растительноядные и фильтраторы.

**Класс Брюхоногие:** малый прудовик, виноградная улитка, катушка роговая, слизень голый, улитка конус.

**Класс Двустворчатые:** беззубка, перловица, морской гребешок, мидии, устрицы, гигантская тридакна.

**Класс Головоногие:** каракатица, осьминог, кальмар, наутилус.



1

Все перечисленные ниже характеристики, кроме двух, описывают представителей типа Моллюски. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.



- 1) Большинство брюхоногих моллюсков имеют мантию — кожную складку, которая прикрывает внутренние органы и участвует в образовании известковой раковины.
- 2) Тело всех моллюсков состоит из головы, туловища и ноги.
- 3) Дыхание двустворчатых моллюсков осуществляется пластичными жабрами.
- 4) Для водных моллюсков характерно не прямое развитие с личиночной стадией, а для наземных моллюсков — прямое.
- 5) На головном отделе головоногих моллюсков есть 1–2 пары простых глаз.

Ответ: \_\_\_\_\_

## Тип Членистоногие



### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА

**Членистоногие** являются самой многочисленной группой животных и составляют примерно 80% всех известных видов животных. Для представителей этого типа характерно сегментированное тело, причём, в отличие от кольчатых червей, сегменты членистоногих дифференцированы — они различаются по морфологии и функциям.





Тело разделено на **голову**, **грудь** и **брюшко**. Членистоногие имеют внешний хитиновый скелет, членистые конечности и поперечнополосатую мускулатуру, формирующую систему мышц-антагонистов. Наличие скелета ограничивает рост животных, поэтому они растут только во время линек. Полость тела смешанная — **миксоцель**. Кровеносная система незамкнутая. Функции крови выполняет **гемолимфа**. При сокращении сердца она выходит по сосудам в полость тела и омывает органы, обеспечивая их питание и удаляя конечные продукты метаболизма. Органами дыхания у водных форм являются жабры, а у наземных — лёгкие или трахеи. Пищеварительная система состоит из дифференцированных отделов: передней, средней и задней кишок. Имеются пищеварительные и слюнные железы, особенности строения и функционирования челюстного аппарата специфичны для отдельных групп членистоногих. Органы выделения у ракообразных представлены почками (зелёными железами), у насекомых и паукообразных — мальпигиевыми сосудами. Нервная система состоит из надглоточного и подглоточного ганглиев, формирующих своеобразный «мозг» членистоногих, окологлоточного нервного кольца и брюшной нервной цепочки. Органы чувств хорошо развиты. У членистоногих развито зрение (есть фасеточные и простые глаза), органы осязания, равновесия, химического чувства и др. Членистоногие преимущественно раздельнополые животные, гермафродитизм встречается редко, например среди равноногих ракообразных. Размножение чаще половое, но отдельные группы способны к партеногенезу, например дафнии, тли, некоторые виды тараканов, а также многие общественные насекомые — муравьи, пчёлы, термиты и др. Оплодотворение преимущественно внутреннее, а у ракообразных также сперматофорное (см. с.165). Развитие может быть прямое или не прямое с метаморфозом.



1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для типа Членистоногие?



- 1) Тело представителей типа Членистоногие разделено на дифференцированные сегменты.
- 2) Тело разделено на голову, грудь и брюшко, но у некоторых групп отдельные части тела могут объединяться в один отдел.
- 3) Внешний хитиновый скелет выполняет исключительно защитные функции.
- 4) Кровеносная система членистоногих замкнутая. Стоит из сердца и сосудов.
- 5) Членистоногие — преимущественно гермафродитные организмы.
- 6) Органами дыхания у водных форм являются жабры, а у наземных — лёгкие или трахеи.

Ответ: \_\_\_\_\_



## КЛАСС РАКООБРАЗНЫЕ

**Ракообразные** — преимущественно водные членистоногие, обитающие в солёных и пресных водоёмах. Некоторые виды мориц и крабов приспособлены к жизни на суше. Тело делится на голову, грудь и брюшко, но у многих видов голова и грудь объединены в один отдел — **головогрудь**. Тело покрыто хитиновым панцирем, часто склеротизированным за счёт наличия в нём карбоната кальция. Дышат ракообразные жабрами.

**Речной рак** — представитель отряда десятиногих раков. Тело состоит из головогруды и брюшка. На головном отделе располагаются одна пара фасеточных глаз на





подвижных стебельках, две пары чувствительных усиков (короткие усики — **антеннулы** и длинные усики — **антенны**), верхние челюсти (**мандибулы**) и две пары нижних челюстей (**максиллы**). Грудной отдел головогруди состоит из восьми сегментов. Первые три несут по паре **ногочелюстей** — конечностей, обслуживающих ротовой аппарат, а на остальных пяти — ходильные конечности. Передняя пара ходильных конечностей преобразована в клешни, которые служат для захвата и разрывания пищи. Брюшной отдел тела состоит из шести сегментов. У самцов конечности первого брюшного сегмента преобразованы в копулятивный орган, а у самок они редуцированы. На четырёх следующих расположены плавательные конечности, на которых самки вынашивают икру. На последнем сегменте находится хвостовой плавник, образованный анальной лопастью — **тельсоном** и двумя парами видоизменённых пластинчатых конечностей — **уроподами**.

Пищеварительная система рака начинается со сложного ротового аппарата (верхние челюсти, две пары нижних челюстей и три пары ногочелюстей). Передний отдел кишечника представлен глоткой, пищеводом и желудком, в средний отдел кишечника открываются протоки печени, задний отдел заканчивается анальным отверстием на брюшной стороне тельсона. Дыхание осуществляется через жабры. Кровеносная система незамкнутая, сердце трубчатое, с отверстиями. Органы выделения — парные зелёные железы, или почки, расположенные в головном отделе и имеющие протоки наружу возле антенн.

Нервная система типичная для членистоногих: головной ганглий (мозг), окологлоточное нервное кольцо и брюшная нервная цепочка. К органам чувств относятся: органы осязания — антенны, обоняния — антеннулы и зрения — фасеточные глаза.



Раки — раздельнополые животные, с выраженным половым диморфизмом. Самец переносит самке на брюшко сперматофоры. Самка позже вымётывает яйца, которые оплодотворяются сперматозоидами из сперматофора (сперматофорное оплодотворение). Икру самка вынашивает на плавательных ножках брюшка. Развитие у раков прямое, сопровождается периодической линькой и ростом.

**Отряд Десятиногие раки:** рак речной, рак-отшельник, крабы (рифовый, тасманийский, манящий), креветки.

**Отряд Листоногие:** щитень летний.

**Отряд Ветвистоусые:** дафния, циклоп.

**Отряд Равноногие:** мокрицы, водяной ослик.

**Отряд Усоногие:** морские жёлуди, морские утки.

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристикам рака речного — типичного представителя класса Ракообразные. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Ракообразные — преимущественно водные членистоногие, но некоторые виды мокриц и крабов приспособлены к жизни на суше. (2) Тело рака делится на голову, грудь и брюшко. (3) Тело покрыто кремниевым панцирем, часто склеротизированным за счёт присутствия в нём карбоната кальция. (4) К ротовому аппарату относятся две пары челюстей и одна пара ногочелюстей, обслуживающих ротовой аппарат. (5) На последнем брюшном сегменте рака находится хвостовой плавник, образованный анальной лопастью — тельсоном и двумя парами видоизменённых пластинчатых конечностей — уроподами. (6) Развитие у раков прямое, сопровождается периодической линькой и ростом.

Ответ: \_\_\_\_\_





## КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫЕ

Паукообразные представлены преимущественно наземными видами. Тело пауков делится на головогрудь и брюшко с невыраженной сегментацией. На головогрудь расположены хелицеры, педипальпы и четыре пары ходильных ног. **Хелицеры** — околоротовые придатки в виде клешней или челюстей. У пауков на концах хелицер открываются протоки ядовитых и слюнных желёз — они служат для прокусывания жертвы и введения в её тело яда и пищеварительного сока. **Педипальпы** — вторая пара конечностей, выполняющих у пауков роль тактильных органов. На заднем конце брюшка находятся паутинные бородавки — органы, выделяющие паутину, из которой пауки плетут ловчие сети или коконы.

Пауки не имеют челюстей, их ротовой аппарат приспособлен к поглощению жидкой пищи. Поймав добычу, пауки прокусывают её хелицерами и вводят яд с пищеварительным соком, которые секретируются слюнными железами. Затем пауки обматывают добычу паутиной и оставляют для переваривания, а позже высасывают жидкое содержимое. Пищеварительная система включает ротовое отверстие, глотку, пищевод, желудок и кишечник. В средний отдел кишки открываются протоки печени. Органами дыхания паукообразных служат **лёгочные мешки** или система трубчатых **трахей**. У ряда представителей могут присутствовать оба органа. Кровеносная система незамкнутая, сердце расположено в брюшке и имеет вид трубочки с парными отверстиями по бокам. Органами выделения служат мальпигиевы сосуды и коксальные железы. **Мальпигиевы сосуды** представляют собой совокупность слепо замкнутых канальцев, разбросанных по телу и открывающихся на границе средней и задней кишок, куда выводятся конечные



продукты метаболизма. **Коксальные железы** расположены у основания ходильных конечностей.

Нервная система паукообразных состоит из надглоточного и головогрудного ганглиев, формирующих мозг, который может занимать до трети объёма головогруды. От мозга отходят нервы, иннервирующие все части тела и органы паука.

Органы чувств у пауков представлены органами зрения (1–6 пар простых глазков), осязания (осязательные волоски на педипальпах, ногах) и химического чувства (лировидные органы, разбросанные по всему телу).

Паукообразные — раздельнополые организмы с выраженным половым диморфизмом. Половые отверстия расположены на втором сегменте брюшка. Оплодотворение внутреннее. Во время спаривания семя помещается в семяприёмники самки. После спаривания у некоторых видов пауков распространены случаи каннибализма, когда самки поедают самцов. Оплодотворение осуществляется при откладывании яиц. Самка, как правило, плетёт кокон, в который откладывает яйца. После выхода из яиц паучки выпускают паутинки, которые подхватывают паучков и переносят на другие территории. Так происходит распространение пауков.

**Отряд Пауки.** Головогрудь соединена с брюшком тонким стебельком. Хищники имеют ядовитые железы, плетут паутину. **Представители:** паук-крестовик, тарантул, каракурт, паук-серебрянка.

**Отряд Клещи.** Тело разделено на туловище (идиосому) и небольшую головку (гнатосому), много паразитических форм. Ротовой аппарат кровососущих приспособлен к питанию кровью. Они переносят опасные вирусные (таёжный энцефалит) и бактериальные (туляремия) заболевания. Микроскопические клещи могут жить в коже





человека, вызывая заболевание чесотку. Паутинных и ядовитых желёз не имеют. **Представители:** таёжный клещ, поселковый клещ, чесоточный зудень.

1

Все перечисленные ниже характеристики, кроме двух, описывают представителей отряда Пауки. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) Характерно наличие хелицер — около-ротовых придатков в виде клешней или челюстей.
- 2) Челюсти грызущего типа.
- 3) На головогрудь расположены шесть пар ходильных конечностей.
- 4) Все пауки имеют ядовитые железы, протоки которых открываются на концах хелицер.
- 5) Органы дыхания паукообразных — лёгочные мешки или система трубчатых трахей.



Ответ: \_\_\_\_\_



## КЛАСС НАСЕКОМЫЕ

Самая большая группа животных, насчитывающая более 1 млн видов. Представители этого класса освоили все среды обитания и большинство экологических ниш. Тело снаружи покрыто хитиновым экзоскелетом с тонким восковым налетом. Тело разделено на три отдела: голову, грудь и брюшко. На голове расположены фасеточные глаза, одна пара усиков и ротовой аппарат. Грудь образована тремя сегментами, на каждом из которых имеется пара конечностей. На спинной стороне второго



и третьего сегментов груди расположены крылья — пластинчатые выросты хитинового покрова. Брюшко имеет самую выраженную сегментацию. Обычно брюшко состоит из 10–11 практически однотипных сегментов, но их может быть и меньше, но не менее четырёх.

Пищеварительная система насекомых начинается сложным ротовым аппаратом, который имеет различное строение у представителей разных отрядов и приспособлен к питанию определённым типом пищи. Пищеварительная система включает в себя рот, глотку, пищевод и кишечник. Пищевод может иметь **зоб** — расширение, служащее для накопления и предварительной обработки пищи. Слюнные железы обычно выделяют секрет с пищеварительными ферментами. Кишечник состоит из переднего, среднего и заднего отделов. В начале средней кишки расположен желудок, имеющий развитые кольцевые мышцы и кутикулярные зубцы, которые обеспечивают перетирание пищи и фильтрацию пищевых частиц. Кровеносная система незамкнутая. Сердце представляет собой трубку с парными отверстиями по бокам. Сокращение сердца способствует выталкиванию гемолимфы через короткий сосуд в переднем направлении в полость тела. Гемолимфа обеспечивает питание тканей и выведение конечных продуктов метаболизма. В процессах дыхания (снабжении клеток кислородом) гемолимфа не участвует.

Дыхательная система образована густо разветвлёнными трахеями, пронизывающими тело насекомого. Трахеи открываются специальными отверстиями — **дыхальцами**, которые попарно располагаются на каждом сегменте брюшка.

Органами выделения служат **мальпигиевы сосуды** — совокупность слепо замкнутых канальцев, которые открываются в кишечник на границе средней и задней





кишок и свободно заканчиваются в гемолимфе или **живом теле** — образовании неопределённой формы, которое служит для накопления, синтеза и выделения веществ.

Нервная система представлена «мозгом» — головным нервным узлом и брюшной нервной цепочкой.

Органы чувств. Многие насекомые, особенно летающие, имеют хорошо развитое зрение. У них есть пара сложных фасеточных глаз и может быть от одного до трёх простых глаз. Восприятие звуков осуществляется разными видами фонорецепторов — структур, образованных тонкими участками кутикулы, находящимися в натянутом состоянии. Запахи воспринимаются обонятельными сенсиллами усиков. Органы вкуса, позволяющие оценить субстрат для питания и откладывания яиц, представлены хеморецепторами, которые локализуются на частях ротового аппарата, кончиках лапок, антеннах и яйцекладе. Насекомые имеют эндокринную систему. Железы внутренней секреции выделяют в гемолимфу гормоны, регулирующие физиологические процессы, метаболизм, размножение, линьку и др.

Насекомые — раздельнополые животные с выраженным половым диморфизмом. Половая система состоит из гонад, половых протоков и гениталий. Насекомые размножаются преимущественно половым путём. У тлей возможен партеногенез. Оплодотворение внутреннее. Самцы при копуляции помещают сперму в семяприёмник самки, которая использует её для оплодотворения яиц во время их откладывания. Самки в основном откладывают яйца, но для тли характерно яйцеживорождение. Развитие насекомых прямое, при котором жизненный цикл протекает с неполным превращением, то есть без стадии куколки (саранча, стрекозы), или непрямым — с полным превращением, со стадией куколки (жуки, бабочки, мухи).



## Насекомые с неполным превращением

**Отряд Стрекозы.** Самые древние насекомые. Тело удлинённое, две пары сетчатых крыльев, очень крупные глаза, грызущий ротовой аппарат, хищники. Личинка (наяда) живёт в воде. **Представители:** большое коромысло, красотка темнокрылая.

**Отряд Прямокрылые.** Чаще имеют вытянутое тело. Есть две пары крыльев, первая пара (надкрылья) — кожистые узкие длинные, вторая — крылья, раскладывающиеся веером. Грызущий ротовой аппарат. У многих видов прыгательные задние конечности. **Представители:** кузнечики, саранча, сверчки, медведка.

**Отряд Полужесткокрылые, или Клопы.** Тело удлинённое, овальное или пятиугольное. Две пары крыльев, первая пара (полунадкрылья) — наполовину кожистые, наполовину перепончатые, вторая — перепончатые. Ротовой аппарат колюще-сосущего типа. Есть растительноядные, хищники и паразиты. **Представители:** щитник зелёный, клоп-солдатик, водомерка прудовая, клоп постельный.

**Отряд Таракановые.** Тело вытянутое. Две пары крыльев: первая пара — кожистые надкрылья, вторая — веерообразные раскладывающиеся крылья. Грызущий ротовой аппарат, всеядные. Есть виды, обитающие в жилищах человека. Могут разносить кишечные инфекции. **Представители:** мадагаскарский таракан, рыжий таракан (прusak), чёрный таракан.

**Отряд Вши.** Мелкие облигатные кровососущие паразиты млекопитающих, в том числе человека. Тело уплощённое, вытянутое, с расширенным брюшком. На концах конечностей хватательные приспособления. Крылья отсутствуют, глаза редуцированы, колюще-сосущий ротовой аппарат. Многие виды переносят опасные заболевания (тиф сыпной и возвратный). **Представители:** вошь человеческая, вошь платяная, вошь лобковая.





## Насекомые с полным превращением

**Отряд Жесткокрылые, или Жуки.** Тело овальное вытянутое, обычно выпуклое сверху, покрыто прочным хитиновым скелетом. Передняя пара крыльев — жёсткие прочные надкрылья без жилок, вторая — перепончатые складывающиеся крылья. Грызущий ротовой аппарат. Есть хищники, растительноядные, падальщики, детритофаги и др. **Представители:** майский жук, жужелицы, скарабеи, долгоносики, золотистая бронзовка.

**Отряд Чешуекрылые, или Бабочки.** Вытянутое тело. Две пары перепончатых крыльев с небольшим количеством жилок и полностью покрытых чешуйками — видоизменёнными щетинками. Окраска крыльев бывает пигментной, оптической или пигментно-оптической. Сосущий ротовой аппарат, имеющий вид трубки. В состоянии покоя трубка свёрнута в спираль. Большинство видов питается цветочным нектаром, многие — перезревшими и гниющими фруктами, соком деревьев. **Представители:** махаон, капустница, павлиний глаз, голубянка, подалирий, бражники, монарх.

**Отряд Двукрылые.** Тело овальное или тонкое вытянутое. Одна пара сетчатых крыльев, вторая пара редуцирована и преобразована в жужжальца — органы равновесия, издающие характерный звук. Многие представители отлично маневрируют в полёте. Пара крупных фасеточных глаз. Ротовой аппарат колюще-сосущего или лижущего типа. Есть хищники, кровососущие, виды, питающиеся пыльцой и нектаром или разлагающимися остатками (сапрофаги). Некоторые кровососущие виды переносят опасные заболевания человека: малярийный комар (малярия), муха цеце (сонная болезнь), москит (лейшманиоз). Муха комнатная является неспецифическим переносчиком кишечных заболеваний. **Представители:** муха комнатная, комар обыкновенный, овод, слепень.



**Отряд Перепончатокрылые.** Тело вытянутое, с хорошо выраженными частями тела. Брюшко часто соединено с грудным отделом узким удлинённым стебельком. Две пары перепончатых крыльев с редкой сетью жилок. Передние крылья крупнее задних. Хорошо развиты фасеточные крупные глаза, у многих видов между фасеточными глазами есть три простых глазка. Грызущий или грызуще-лижущий ротовой аппарат. Большая часть видов — хищники, но есть также фитофаги, которые питаются нектаром, пыльцой, фруктами или древесиной. Многие представители являются общественными насекомыми, у которых наблюдается разделение труда, забота о потомстве, построение жилищ (муравейники, соты). **Представители:** пчела медоносная, муравьи, осы, шершни, шмели, наездники.

**Отряд Блохи.** Мелкие кровососущие паразиты теплокровных животных (млекопитающих и птиц). Тело уплощённое с боков. Крылья отсутствуют, глаза рудиментарные. Конечности хорошо развиты, задние — прыгательные. Строение тела позволяет хорошо двигаться в шерстяном или перьевом покрове хозяев. Благодаря прыгательным конечностям блохи могут перепрыгивать на других хозяев. Ротовой аппарат колюще-сосущего типа, приспособленный для питания кровью. Блохи являются переносчиками чумы — опасного эпидемического заболевания. **Представители:** блоха человеческая, бразильская земляная блоха, крысиная блоха.

1

Установите соответствие между видами насекомых и их значением для человека. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



**ВИДЫ НАСЕКОМЫХ**

- А) рыжий таракан
- Б) пчела медоносная
- В) муха цеце
- Г) вошь головная
- Д) колорадский жук
- Е) постельный клоп

**ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА**

- 1) возбудитель педикулёза и переносчик тифа
- 2) вредитель паслёновых растений
- 3) механический переносчик возбудителей кишечных заболеваний
- 4) переносчик сонной болезни
- 5) опылитель растений
- 6) временный кровососущий паразит

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

2

Установите соответствие между признаками и видами животных типа Членистоногие. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРИЗНАКИ**

- А) тело разделено на голову, грудь и брюшко
- Б) ротовой аппарат — пара верхних челюстей и две пары нижних челюстей
- В) четыре пары ходильных ног
- Г) челюсти отсутствуют
- Д) одна пара фасеточных глаз на подвижных стебельках
- Е) развитие не прямое

**ВИДЫ**

- 1) рак речной
- 2) паук-крестовик
- 3) майский жук



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## Тип Хордовые



### ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТИПА ХОРДОВЫЕ

**Хордовые** — тип животных, имеющих внутренний осевой скелет в виде хорды хотя бы на одном из этапов онтогенеза.

**Хорда** — эластичный тяж, тянущийся вдоль тела животного со спинной стороны. У низших хордовых хорда сохраняется на протяжении всей жизни, а у высших хордовых (позвоночных) на поздней стадии эмбриогенеза она замещается хрящевым или костным позвоночником.

Хордовые имеют общий принцип строения тела и эмбрионального развития. Они имеют двустороннюю симметрию тела и целом — вторичную полость тела. Первичный рот, который образуется при гастрюляции, становится анальным отверстием, а на противоположном конце тела прорывается вторичный рот. Поэтому хордовых относят ко вторичноротым животным.

Кишечная трубка у хордовых располагается относительно хорды с брюшной стороны, а нервная трубка — со спинной. Передняя часть нервной трубки у черепных развивается в головной мозг.

В переднем отделе кишечной трубки, в области глотки, на начальных этапах развития всех хордовых формируются жаберные щели — парные отверстия. У самых примитивных хордовых жаберные щели обеспечивают фильтрацию пищевых частиц и функцию дыхания. У рыб жаберные щели сохраняются всю жизнь и снабжены жабрами, обеспечивающими жаберное дыхание. У других позвоночных жаберные щели зарастают в период эмбриогенеза, а функцию дыхания выполняют лёгкие.





Кровеносная система замкнутая, у большинства есть сердце — мускульный орган, обеспечивающий движение крови по сосудам.

У низших хордовых тело имеет выраженную сегментацию, которая сохраняется всю жизнь. У высших хордовых сегментация наблюдается только на ранних стадиях эмбрионального развития. Только у рыб сохраняется сегментарное строение мускулатуры.

Для хордовых характерны наличие хвостового отдела тела, который располагается после анального отверстия, и поперечнополосатая скелетная мускулатура.

Хордовые — раздельнополые животные, размножающиеся половым путём.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для представителей типа Хордовые?

- 1) наличие внутреннего осевого скелета — хорды
- 2) первичноротые животные
- 3) расположение основных структур в дорзовентральном направлении: хорда — нервная трубка — пищеварительная трубка
- 4) в переднем отделе кишечной трубки, в области глотки, на начальных этапах развития всех хордовых формируются жаберные щели
- 5) кровеносная система замкнутая, движение крови по сосудам обеспечивает сердце
- 6) размножение осуществляется обычно половым, бесполом и вегетативным способами

Ответ: \_\_\_\_\_



## ПОДТИП БЕСЧЕРЕПНЫЕ. КЛАСС ГОЛОВОХОРДОВЫЕ

Подтип **Бесчерепные** состоит из одного немногочисленного класса **Головохордовые**, в который входит около 30 видов исключительно морских мелких животных, обитающих на мелководье. Типичным представителем класса является ланцетник обыкновенный. Он имеет рыбоподобное тело длиной 5–8 см со спинным и хвостовым плавниками. В передней части тела с брюшной стороны расположена предротовая воронка, окружённая 10–20 щупальцами. Тело окружает однослойный эпителий. Брюшные складки срастаются, образуя околожаберную полость, которая предотвращает попадание песка в жабры. Ланцетники малоподвижны, обычно они обитают на дне, зарывшись нижней частью тела в песок.

Вдоль спинной стороны тела тянутся хорда и нервная трубка, заключённые в один соединительнотканый чехол. Мышечная система состоит из сегментированных мышц — миотомов, расположенных вдоль хорды. С брюшной стороны находится кишечная трубка.

Пищеварительная система состоит из рта, глотки и кишечника. В начале кишечника находится печёночный вырост, секретирующий пищеварительные ферменты. Ланцетники — фильтраторы. Они прокачивают воду через многочисленные жаберные щели глотки, которая является одновременно частью пищеварительной и дыхательной систем. Дыхание осуществляется также через поверхность тела.

Кровеносная система замкнутая, сердце отсутствует. Кровь бесцветная, движется по сосудам за счёт сокращений стенок брюшной аорты, по которой течёт венозная кровь в направлении передней части тела, и пульсации





оснований жаберных артерий («жаберных сердец»). Проходя по жаберным сосудам, кровь насыщается кислородом и затем по спинной аорте распространяется по телу. Выделение осуществляется с помощью нефридиев.

Нервную систему составляют нервная трубка и отходящие от неё периферические нервы.

Органами чувств у ланцетника являются светочувствительные клетки, локализованные в полости нервной трубки, и обонятельная ямка, расположенная в передней части тела. Тактильные ощущения обеспечиваются нервными окончаниями эпидермиса.

Размножение у ланцетников половое. Половые железы лишены протоков, половые продукты выделяются через разрывы в стенках тела. Оплодотворение наружное.

1

Все перечисленные ниже характеристики, кроме двух, описывают представителя класса Головохордовые — ланцетника. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) рыбоподобное тело длиной 5–8 см с парными грудными и непарными спинным и хвостовым плавниками
- 2) мышечная система имеет сегментарную структуру
- 3) глотка с жаберными щелями является одновременно частью пищеварительной и дыхательной систем
- 4) дыхание осуществляется жабрами и через поверхность тела
- 5) размножение у ланцетников половое и бесполое



Ответ: \_\_\_\_\_



## ПОДТИП ПОЗВОНОЧНЫЕ, ИЛИ ЧЕРЕПНЫЕ

**Позвоночные** являются наиболее организованными вторичноротыми животными с билатеральной симметрией. Они имеют внутренний скелет, включающий позвоночник (осевой скелет), скелет головы и скелет конечностей. Конечности парные, состоят из скелета поясов конечностей и свободных конечностей.

Кожные покровы покрывают тело позвоночных снаружи и защищают его от внешних воздействий. Кожа с мускулатурой придают телу форму. Скелетные поперечно-полосатые мышцы обеспечивают перемещение тела в пространстве. Гладкая мускулатура входит в состав внутренних органов.

Пищеварительная система состоит из ротовой полости, глотки, пищевода, желудка и кишечника. Переваривание пищи обеспечивается секретами, которые выделяются секреторными клетками слизистых желудка и кишечника, а также трёх типов желёз: слюнных (только у наземных), печени и поджелудочной.

Дыхательная система у первичноводных позвоночных (рыб) представлена жабрами, а у остальных — лёгкими.

Кровеносная система замкнутая, кровообращение обеспечивается сердечными сокращениями.

Выделительная система состоит из почек, мочеточников и мочевого пузыря. У первичноводных конечные продукты метаболизма могут выводиться через жабры.

Нервная система состоит из центральной нервной системы (головной и спинной мозг) и периферической нервной системы (нервы и нервные узлы). Развитая нервная система позвоночных обеспечивает сложные формы поведения.





Органы чувств — это органы зрения, слуха, обоняния, вкуса, осязания и вестибулярный аппарат. Отдельные группы позвоночных имеют специфические органы чувств, обеспечивающие восприятие теплового излучения, движения и вибрации воды, магнитных полей и др. Позвоночные раздельнополые, размножаются половым путём. Половая система состоит из гонад, половых протоков и внешних половых органов. Яичники самок и семенники самцов чаще всего парные. Оплодотворение у водных позвоночных бывает внешнее и внутреннее, а у наземных — только внутреннее. Развитие может быть прямым и непрямым.

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют характеристике подтипа Позвоночные. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1)Позвоночные имеют внутренний скелет, который состоит из осевого скелета — позвоночника, скелета головы и скелета конечностей. (2)Конечности парные, состоят из скелета поясов конечностей и свободных конечностей. (3)Поперечнополосатая мускулатура входит в состав внутренних органов и обеспечивает продвижение крови и лимфы по сосудам, пищи по пищеварительным путям и др. (4)Дыхательная система у первичноводных позвоночных (рыб, бесчелюстных) представлена жабрами, а у остальных — лёгкими. (5)Кровеносная система незамкнутая, кровообращение обеспечивается сердечными сокращениями. (6)Оплодотворение у водных позвоночных внутреннее, а у наземных — внешнее и внутреннее.

Ответ: \_\_\_\_\_



## НАДКЛАСС РЫБЫ

**Рыбы** — челюстные позвоночные животные, обитающие в пресных и солёных водоёмах. Их тело имеет обтекаемую форму и покрыто чешуёй. Кожные железы выделяют слизистый секрет, который защищает рыб от внешних воздействий и способствует уменьшению трения.

Скелет рыб состоит из позвоночника, черепа и плавников. Череп состоит из неподвижно и подвижно соединённых частей. Челюсти, снабжённые зубами, служат для захвата пищи. Движение парных плавников и хвостового плавника обеспечивают перемещение рыб в воде. Скелеты плавников, состоящие из лучей, связаны с внутренними скелетными элементами поясов, которые находятся в толще мышц и часто не связаны с осевым скелетом. Дыхание у рыб жаберное. У небольшой группы двоякодышащих рыб имеется также лёгочное дыхание.

Кровеносная система замкнутая, с одним кругом кровообращения. Сердце двухкамерное.

Нервная система представлена головным и спинным мозгом, а также периферическими нервами. Головной мозг состоит из пяти отделов, выполняющих специализированные функции (мышечный тонус, рефлекторная деятельность и др.).

Органы чувств: зрения, обоняния, слуха, боковая линия (орган восприятия движения).

Раздельнополые организмы, размножающиеся половым путём. Оплодотворение внешнее. Преимущественно самки мечут икру (яйцерождение), но возможно яйцеживорождение и живорождение.

Развитие происходит со стадией личинки, имеющей желточный мешок, которая развивается в малька.





## Класс Хрящевые рыбы

У представителей класса хрящевой скелет. Тело торпедообразное или уплощённое в спинно-брюшном направлении. Череп имеет **роstrum** — выступающий спереди отдел. Позвоночник идёт от черепа и заканчивается в верхней лопасти хвостового плавника. Хвостовой плавник разнолопастный (гетероцеркальный) — его верхняя лопасть больше нижней. С брюшной стороны расположены парные грудные и брюшные плавники и непарный анальный. На спине — два непарных спинных плавника. Тело покрыто плакоидной (костной) чешуёй. Зубы по строению похожи на чешую. Жаберных крышек нет. У хрящевых рыб отсутствует плавательный пузырь, поэтому они должны двигаться, чтобы удержаться на определённой глубине. Рот находится снизу туловища.

Пищеварительная система включает ротовую полость, глотку, пищевод, тонкий и толстый кишечник и прямую кишку, которая заканчивается **клоакой** — расширенной конечной частью кишечной трубки, в которую впадают протоки выделительной и половой систем. Между тонким и толстым отделами кишечника расположен спиральный клапан (вырост кишки), служащий для увеличения всасывательной поверхности. В тонкий кишечник открываются протоки печени и поджелудочной железы.

Органы выделения — почки, которые имеют вид вытянутых полос, тянущихся вдоль позвоночника в средней части тела. От них идут мочеточники, которые открываются в клоаку. Основным компонент мочи — мочевины.

Кровеносная система замкнутая. Кровь красная из-за наличия эритроцитов, содержащих гемоглобин.

Оплодотворение внутреннее. Хрящевые рыбы делятся на яйцекладущих, яйцеживородящих и живородящих. Яйца откладываются акулами в специальных капсулах, имеющих вид футляров разнообразной формы.



У яйцеживородящих яйцо задерживается в нижней части яйцевода, где развивается эмбрион. У живородящих видов акул в половых путях самки формируется образование, похожее на плаценту млекопитающих. Из материнского организма при яйцеживорождении и живорождении выходит (рождается) молодой организм.

**Надотряд Акулы.** Белая акула, катран, акула гоблин, акула молот, китовая акула.

**Надотряд Скаты.** Чёрный скат манта, скат хвостокол, электрический скат, скат пилорыл.

### Класс Костные рыбы

Скелет костный. Тело сплюснуто с боков. Хвостовой плавник равнолопастный (гомоцеркальный). Его основой являются костные лучи, как и в других плавниках. Позвоночник в хвостовой плавник не заходит. Важной особенностью скелета головы является наличие жаберных крышек, которые закрывают жаберные щели, защищая их от механических воздействий, а их ритмические движения создают постоянный поток воды через жабры, обеспечивая процесс газообмена с внешней средой. Жабры состоят из жаберных дуг. Рот находится впереди головы. На коже растёт пластинчатая чешуя. Тело покрыто слизью. Важным органом костных рыб является **плавательный пузырь** — полый пузыревидный орган, заполненный газом, который обеспечивает регуляцию объёма и плотности тела. Способность изменять плотность тела позволяет рыбам находиться на определённой глубине в толще воды и изменять глубину погружения без существенных затрат мышечной энергии.

Пищеварительная система похожа на таковую у хрящевых рыб. Однако у костных рыб нет отчётливого перехода между тонким и толстым кишечником, отсутствует спиральный клапан и в меньшей степени развита поджелудочная железа. У некоторых видов нет объёмного





желудка. Анальное отверстие открывается наружу. Клоаки нет.

Выделение осуществляются почками. Мочеточники от почек ведут к мочевому пузырю, в который стекает моча. Наружу моча выводится через отдельное отверстие, которое находится позади анального отверстия. Основные компоненты мочи — аммиак и соли аммония.

Оплодотворение преимущественно внешнее, но у некоторых видов — внутреннее. Самки мечут икру во внешнюю среду, а самцы оплодотворяют её спермой (молоками). Этот процесс называют нерестом. Кроме мечущих икру костных рыб существуют также яйцеживородящие.

**Представители:** карась, лещ, толстолобик, осётр, белуга, окунь, скумбрия, тунец, сельдь, мерлуза (хек), морские коньки, фугу, рыба-игла, колюшка трёхиглая, камбала.

1

Установите соответствие между характеристиками и классами рыб. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКИ**

- А) плакоидная чешуя
- Б) нет жаберных крышек
- В) есть плавательный пузырь
- Г) кишечник заканчивается анальным отверстием
- Д) есть клоака
- Е) равнолопастный хвостовой плавник

**КЛАССЫ**

- 1) Хрящевые рыбы
- 2) Костные рыбы



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## КЛАСС ЗЕМНОВОДНЫЕ, ИЛИ АМФИБИИ

**Земноводные**, или **Амфибии**, — группа позвоночных животных, жизненный цикл которых связан с наземной и водной средой обитания. Живут в воде или недалеко от водоёмов, для размножения обязательно возвращаются в воду. Жизнь амфибий преимущественно связана с пресными водоёмами. Немногие способны жить в солёной воде.

Кожа тонкая и гладкая, без чешуйчатых и ороговевших образований, с густой сетью капилляров. Кожные железы выделяют слизь, которая содержит антибактериальные вещества. Слизь увлажняет кожу, облегчая газообмен.

Тело состоит из головы, туловища и четырёх пятипалых конечностей. У некоторых видов задние конечности имеют плавательные перепонки между пальцами. У хвостатых амфибий есть хвост. Шея не выражена. На голове находятся глаза с веками, пара ноздрей, рот и барабанная перепонка, ограничивающая среднее ухо.

Скелет состоит из черепа, позвоночника и конечностей. Позвоночник включает четыре отдела: шейный (1 позвонок), туловищный (7 позвонков), крестцовый (1 позвонок), хвостовой (несколько десятков позвонков). У бесхвостых амфибий хвостовые позвонки срастаются, образуя цельную кость — **уростиль**. У безногих земноводных количество позвонков достигает 200.

Пояс передних конечностей: парные лопатки, ключицы и вороньи кости. Вороньи кости соединяются с грудиной. Скелет передней конечности: плечо (плечевая кость), предплечье (лучевая и локтевая кости), кисть (кости запястья, пястья и фаланги пальцев). Пояс задних конечностей: сросшиеся между собой парные подвздошные, седалищные и лобковые кости. Подвздошные





кости крепятся к крестцовому позвонку. Скелет задней конечности: бедро (бедренная кость), голень (большая и малая берцовая кости), стопа (кости предплюсны, плюсны и фаланги пальцев). У бесхвостых амфибий кости предплечья и голени срастаются.

Пищеварительная система начинается с ротоглоточной полости, ограниченной челюстями, которые снабжены зубами. Во рту находится мышечный язык. Далее следуют пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник, который открывается в клоаку. Протоки слюнных желёз открываются в ротоглоточную полость, а протоки печени и поджелудочной железы — в начальный отдел тонкой кишки.

Дыхание амфибий осуществляется с помощью примитивных мешкообразных лёгких и через кожу. У исключительно водных видов есть жабры, которые расположены снаружи и имеют вид тонких разветвлённых веточек.

Кровеносная система амфибий замкнутая. Сердце трёхкамерное, имеющее два предсердия и желудочек. Появление лёгких способствовало возникновению двух кругов кровообращения. По сосудам малого круга кровь идёт от желудочка к лёгким и коже. Обогащённая кислородом кровь возвращается в левое предсердие. В желудочке кровь смешивается. Большой круг начинается аортой и сонными артериями, через которые смешанная кровь поступает к внутренним органам. Венозная кровь от органов возвращается в сердце через правое предсердие.

Органы выделения представлены двумя почками. От них отходят мочеточники, ведущие в мочевой пузырь, который имеет отверстие в клоаку. Основным конечным продуктом азотистого обмена — мочевины.

Амфибии — холоднокровные животные. Уровень обмена веществ у них низкий.



Нервная система состоит из головного, спинного мозга и периферических нервов. Головной мозг состоит из пяти отделов.

Органы зрения у большинства амфибий хорошо развиты, что позволяет им эффективно охотиться за подвижной добычей. Глаза адаптированы к воздушной среде. Органы обоняния — парные обонятельные мешки, стенки которых выстланы обонятельным эпителием, — функционируют только в воздушной среде. Орган слуха состоит из среднего и внутреннего уха. Полость среднего уха ограничена снаружи барабанной перепонкой. Единственная слуховая косточка — **стремечко** — соединяет барабанную перепонку с мембраной овального окна, ведущего в полость внутреннего уха. Органы вкуса находятся в ротовой полости. Функцию органа осязания выполняет кожа, к поверхности которой подходят осязательные нервные окончания. Боковая линия (орган восприятия движения) есть у головастиков и взрослых амфибий тех видов, которые живут только в воде.

Земноводные раздельнополые животные. Половая система самок представлена яичниками и яйцеводами, которые открываются в клоаку. У самцов есть парные семенники, из которых зрелая сперма выводится по семявыводящим канальцам в мочеточник, который также открывается в клоаку. Оплодотворение преимущественно наружное в воде. Самки мечут икру, которую затем оплодотворяют самцы. Некоторые виды носят кладку на себе. Развитие непрямоe. В оплодотворённой икринке образуется личиночная стадия — **головастик**, который имеет признаки рыб. У головастика нет конечностей, но есть наружные жабры, один круг кровообращения, двухкамерное сердце и боковая линия.

Некоторые виды амфибий способны регенерировать утраченные части тела — хвост и конечности.





## Классификация земноводных

**Отряд Хвостатые.** Удлиненное тело с хорошо развитым хвостом, конечности примерно одинаковой длины. Оплодотворение наружное, развитие не прямое.

**Представители:** огненная (пятнистая) саламандра, тритон гребенчатый, амбистома, гигантская саламандра.

**Отряд Бесхвостые.** Туловище короткое, хвоста нет, задние конечности длиннее передних. Рёбра отсутствуют. Оплодотворение наружное, развитие не прямое. Личинки (головастики) имеют хвост и развиваются в воде.

**Представители:** лягушка озёрная, краснобрюхая жерлянка, жаба серая, лягушка-бык, квакша.

**Отряд Безногие, или Червяги.** Тело червеобразной формы, конечности отсутствуют, хвост сильно редуцирован. Оплодотворение внутреннее. Преобладают яйцеживородящие виды.

**Представители:** широкоголовая червяга, червяга Айзельта, кольчатая червяга, рыбозмей ихтиохис.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны для класса Земноводные?

- 1) Жизненный цикл связан с наземной и водной средой обитания.
- 2) Кожа тонкая, влажная, снабжена густой сетью капилляров, без желёз.
- 3) Дыхание исключительно лёгочное.
- 4) Сердце трёхкамерное, имеет два желудочка и одно предсердие.
- 5) В полости среднего уха находится одна слуховая косточка — стремечко.
- 6) Развитие не прямое, с личиночной стадией.



Ответ: \_\_\_\_\_



## КЛАСС ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ, ИЛИ РЕПТИЛИИ

**Пресмыкающиеся** представляют собой группу наземных и вторично водных хордовых животных. Многие признаки рептилий связаны с переходом к наземному образу жизни и со снижением зависимости от воды. К таким признакам относятся особенности покровов и систем органов, а также появление зародышевых оболочек и яйца.

Тело состоит из головы, шеи, туловища, хвоста, пары передних и пары задних конечностей. Осевой скелет имеет выраженные отделы: шейный (7–10 позвонков), туловищный (16–25), крестцовый (2), хвостовой (15–40). К каждому позвонку туловищного отдела прикреплена пара рёбер. Несколько первых рёбер прикреплены к груди. Строение скелета конечностей пресмыкающихся в целом похоже на строение скелета земноводных. Конечности пятипалые, с коготками на пальцах. Передние и задние конечности примерно одного размера. Рептилии передвигаются, держа туловище низко над землёй — «пресмыкаются». У черепах и крокодилов образуется вторичное костное нёбо, которое отделяет ротовую и носоглоточную полости, что позволяет разделить функции дыхания и поглощения пищи.

Кожа плотная, сухая, покрыта роговыми чешуйками или щитками. Слизистые железы отсутствуют.

Пищеварительная система. Челюсти рептилий снабжены однотипными коническими зубами. Язык свободный мышечный, в концевой части более тонкий и раздвоенный. В ротовую полость открываются протоки слюнных желёз. Глотка переходит в пищевод, за которым следуют мускулистый желудок, тонкий и толстый кишечник. Протоки печени и поджелудочной железы открываются





в двенадцатиперстную кишку. Печень крупная, имеет жёлчный пузырь. Кишечник заканчивается клоакой.

Дыхание лёгочное. Воздух через гортань, трахею и бронхи поступает в мешкообразные лёгкие, которые имеют складчатое ячеистое строение.

Кровеносная система замкнутая, с двумя кругами кровообращения. Сердце трёхкамерное, в желудочке есть частичная перегородка, которая позволяет лучше разделять артериальную и венозную кровь.

Органы выделения представлены двумя тазовыми почками, которые соединяются с клоакой через мочеточники. Конечный продукт азотного обмена — мочева кислота.

Рептилии — холоднокровные животные. Уровень их метаболизма низкий и не позволяет поддерживать постоянную температуру тела, которая зависит от окружающей среды.

Нервная система представлена центральной нервной системой (головным и спинным мозгом) и периферическими нервами. Развитие головного мозга позволяет осуществлять сложные механизмы, связанные с выработкой условных рефлексов.

Органы зрения рептилий хорошо развиты. Аккомодация достигается путём изменения формы хрусталика и расстояния от него до сетчатки. Глаза защищены наружными веками и мигательной перепонкой, увлажняются секретом слёзных желёз. Органы обоняния — обонятельные мешки, расположенные в носовых полостях. Вкусовые рецепторы расположены на внутренней поверхности глотки. Орган слуха состоит из среднего уха, в котором находится слуховая косточка (стремечко), и внутреннего уха (улитка). Змеи воспринимают колебания среды всей поверхностью тела. Органы осязания находятся в коже. У змей на лицевых ямках, расположенных с обеих сторон головы между носом и глазами, находятся органы тепловой чувствительности.



Оплодотворение у рептилий внутреннее. Половая система самок представлена яичниками и яйцеводами, которые открываются в клоаку. У самцов от парных семенников отходят семяпроводы, которые заканчиваются семенным пузырьком, открывающимся в клоаку. Рептилии откладывают яйца с плотной кожистой или известковой оболочкой. Есть яйцеживородящие виды.

Рептилии — амниотические животные, у которых есть **зародышевые оболочки**, формирующиеся вокруг зародыша. Зародышевые оболочки образуются в процессе развития эмбриона и предназначены для поддержания его жизнедеятельности и защиты от неблагоприятных воздействий. **Амнион** образует вокруг зародыша пузырь, заполненный плодной жидкостью. Снаружи амниона находится **хорион** (серозная оболочка). В яйцах пресмыкающихся и птиц хорион соприкасается со скорлупой, а у млекопитающих — со стенкой матки. Пространство между зародышем и амнионом называют **амниотической полостью**, а между амнионом и хорионом — серозной. Третья оболочка — **аллантаис** — обеспечивает газообмен зародыша с окружающей средой и выделение конечных продуктов метаболизма.

Некоторые виды ящериц способны к регенерации — они восстанавливают утерянный хвост.

## Классификация пресмыкающихся

**Отряд Чешуйчатые** (ящерицы, хамелеоны, змеи, гаттерии). Тело покрыто роговой чешуёй или щитками. Большинство хищники, лишь немногие ящерицы полностью или частично растительноядные. Часть змей ядовиты — они имеют пару крупных ядовитых зубов с протоками ядовитых желёз.

**Представители:** ящерица прыткая, игуана, уж обыкновенный, анаконда, гадюка, хамелеон обыкновенный.





**Отряд Черепахи.** Имеют костный панцирь, покрытый симметричными роговыми щитками. Позвонки туловищного отдела срослись с панцирем, а шейный и хвостовой отделы позвоночника подвижны. Челюсти снабжены роговыми чехлами, образуя клюв с режущим краем.

**Представители:** черепаха европейская болотная, слоновая черепаха, зелёная черепаха.

**Отряд Крокодилы.** Вторичноводные крупные хищные рептилии. Тело покрыто крупными роговыми щитками. Передние конечности пятипалые, а на задних конечностях четыре пальца, между которым имеется плавательная перепонка. Сердце четырёхкамерное, с полной перегородкой между желудочками.

**Представители:** аллигатор миссисипский, гребнистый крокодил, очковый кайман, гангский гавиал.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие перечисленные прогрессивные черты класса Пресмыкающиеся отличают их от земноводных?



- 1) Кожа плотная, сухая, покрыта роговыми чешуйками или щитками. Слизистые железы отсутствуют.
- 2) Мешкообразные лёгкие с ячеистым строением.
- 3) Холоднокровные животные с низким уровнем метаболизма.
- 4) Головной мозг состоит из пяти отделов.
- 5) Наличие среднего и внутреннего уха.
- 6) Появляются яйцо и зародышевые оболочки.

Ответ: \_\_\_\_\_



## КЛАСС ПТИЦЫ

**Птицы** — покрытые перьями теплокровные животные, отличительной особенностью которых является способность к полёту.

С этой особенностью связаны многие характеристики птиц, к которым относятся: тело обтекаемой формы, наличие крыльев и хвоста, облегчённый прочный скелет, двойное дыхание.

Тело птиц состоит из головы, шеи, туловища. Голова обычно небольшого размера. На ней находятся клюв, глаза и ушные углубления. Зубы отсутствуют. Передние конечности преобразованы в крылья, а задние приспособлены к хождению. На задней части туловища расположен веерообразный хвост.

Кожа птиц сухая, без желёз, покрыта перьями. **Перья** состоят из полого **стержня**, от которого по обе стороны отходят **бородки**, формирующие **опахало**. Бородки несут **бородочки** (бородки второго порядка) с крючками, за счёт которых они цепляются за соседние бородки и удерживают форму опахала. Нижняя часть стержня — **очин** — погружена в кожу. Перья бывают контурными (маховыми, рулевыми и покровными) и пуховыми.

Скелет птиц лёгкий благодаря наличию воздушных полостей в костях. Прочность скелета достигается срастанием различных групп костей. Позвоночник состоит из шейного отдела (9–25 позвонков), грудного (3–10), поясничного (6), крестцового (2) и хвостового (5–9 свободных позвонков). Конечные хвостовые позвонки формируют копчик. Поясничные, крестцовые и несколько хвостовых позвонков срастаются в одну кость — сложный крестец. К позвонкам грудного отдела присоединены сложные рёбра, которые подвижно соединены с грудиной. На груди находится киль — крупный выступ, к которому крепятся летательные мышцы. Скелет передних конечностей



состоит из парных лопаток, вороньих костей и вилочки, образованной двумя ключицами. Крыло состоит из плеча (плечевая кость), предплечья (локтевая и лучевая кости) и кисти с тремя пальцами. Кости пояса задних конечностей (кости таза) прочно срослись со сложным крестцом. Скелет свободных нижних конечностей: бедро (бедренная кость), голень (большая берцовая и редуцированная малая берцовая), **цевка** (образована срастанием ряда костей плюсны и предплюсны), пальцы (три фаланги).

Мышцы птиц хорошо развиты, особенно летательные.

Пищеварительная система птиц начинается с ротовой полости, в которую открываются слюнные железы. За ней следуют глотка и пищевод. У многих птиц пищевод имеет расширение — **зоб**, в котором может накапливаться пища. Желудок состоит из тонкостенного железистого и толстостенного мускульного отделов. Пища в железистом отделе обрабатывается ферментами, в мускульном — перетирается. Кишечник начинается от желудка, а его задний отдел открывается в клоаку.

У птиц очень интенсивный метаболизм, который позволяет поддерживать постоянную температуру тела.

Дыхательная система состоит из дыхательных путей, пары лёгких и пяти пар воздушных мешков. Дыхательные пути начинаются от ноздрей, включают носовую и ротовую полости, верхнюю гортань, трахею, нижнюю гортань и бронхи, которые разветвляются в лёгких на бронхиолы. Часть бронхов выходит из лёгких и заканчивается в воздушных мешках. В месте разделения трахеи на два бронха расположен голосовой аппарат птиц. Настоящих голосовых связок у птиц нет. Лёгкие имеют трубчатую структуру и малорастяжимы. Бронхи, выходящие из лёгких, ведут в воздушные мешки, которые расположены в полости тела между внутренними органами, а их отростки заходят в полости трубчатых костей. Процесс



внешнего дыхания осуществляется за счёт растяжения и сжатия воздушных мешков во время поднятия и опускания крыльев при полёте. Объём лёгких при дыхании изменяется незначительно. Для птиц характерно **двойное дыхание**, при котором эффективный газообмен осуществляется на вдохе и на выдохе. Чем интенсивнее полёт птицы, тем интенсивнее процесс дыхания. Кровеносная система птиц замкнутая, представлена двумя кругами кровообращения и четырёхкамерным сердцем с двумя предсердиями и двумя желудочками. Наличие четырёхкамерного сердца способствует абсолютному разделению артериальной и венозной крови. Выделительная система состоит из парных почек и мочеточников, которые открываются в клоаку. Мочевого пузыря нет. Конечный продукт обмена — мочева кислота. Нервная система состоит из центральной нервной системы (головного и спинного мозга) и периферических нервов. Объём головного мозга у птиц существенно увеличился по сравнению с мозгом пресмыкающихся, главным образом за счёт передних долей. У некоторых летающих птиц масса головного мозга достигает 8% от массы тела. Хорошо развит мозжечок.

Наиболее развитым органом чувства является зрение. Птицы обладают цветовым зрением и видят также в диапазоне ближнего ультрафиолета. Органы обоняния и вкуса развиты плохо. Хорошо развит слух. Для многих птиц звуки являются важным средством коммуникации. В среднем ухе птиц имеется одна слуховая косточка — стремечко. Органы осязания рассеяны по всей поверхности тела. Птицы обладают чувством магниторецепции, которое помогает им ориентироваться в пространстве. Органы размножения самцов представлены парными семенниками, открывающимися в клоаку. Органы размножения самок, как правило, непарные и представлены





левым яичником и левым яйцеводом. Созревшее яйцо попадает в воронку яйцевода, в котором происходит внутреннее оплодотворение. Оплодотворённое яйцо движется по направлению к клоаке. При этом осуществляются начальные этапы развития зародыша и формируются внешние оболочки яйца. После откладки яиц для развития зародыша требуется определённая температура, поэтому большинство птиц насиживает яйца.

Различают два типа птиц по степени развитости птенцов после вылупления:

- **выводковые** — птенцы зрячие, опушённые, способны самостоятельно передвигаться и питаться;
- **гнездовые** — птенцы слепые, слабоопушённые или голые, неспособны передвигаться и находить пищу, родители их выкармливают и обогревают.

Группы птиц по характеру сезонных переселений и дальности миграции:

- **Оседлые** птицы все сезоны остаются в районе гнездования (сизый голубь, серая ворона, воробей, галка).
- **Кочевые** перемещаются в негнездовое время в пределах ареала гнездования (снегирь, клёт, синица, сойка, чиж, свиристель).
- **Перелётные** птицы в период смены сезонов снимаются с мест гнездования и совершают перелёты на дальние расстояния в определённых направлениях (утки, лебеди, белый аист, грач, ласточки, соловей).

## Классификация птиц

**Надотряд Пингвины.** Нелетающие птицы, приспособленные для передвижения в водной среде. Крылья преобразованы в плавники. На лапах есть плавательная перепонка. Перья не имеют опахал. Кости без воздухоносных полостей. Адаптированы к жизни при низких температурах. Птенцы гнездового типа. **Представители:** пингвин Адели, императорский пингвин, папуанский пингвин.



**Надотряд Страусообразные.** Безкилевые нелетающие птицы с недоразвитыми крыльями. Перья рыхлые, без упругих опахал. Кости без воздухоносных полостей. Птенцы выводковые. **Представители:** африканский страус, нанду, эму, киви, казуар.

**Надотряд Типичные птицы.** Летающие птицы с хорошо развитыми крыльями. Перья контурные и пуховые. Кости с воздушными полостями. Грудина с килем. Птенцы гнездового или выводкового типа. Представители распространены повсеместно, занимают почти все климато-географические зоны. Отличаются большим разнообразием строения тела, мест обитания, питания, поведения и других признаков. **Представители:** аист обыкновенный, цапля серая, жаворонок, ласточка, соловей, дрозд, синица, голубь сизый, гусь, лебедь, дятел чёрный, перепел, фазан обыкновенный, тетерев, глухарь, сова ушастая, сыч домовый, сипуха, ястреб, сокол, гриф.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Особенности скелета птиц, важными для совершения полёта, являются

- 1) облегчённые кости с воздушными полостями
- 2) большие глазницы черепа
- 3) наличие киля — выроста на грудине
- 4) наличие цевки в задних конечностях
- 5) срастание костей черепа, таза, позвонков грудного и поясничного отделов, костей кисти и некоторых костей нижних конечностей
- 6) четыре пальца на задних конечностях, три из которых у большинства птиц направлены вперёд, а один — назад



Ответ: \_\_\_\_\_





2

Все перечисленные ниже характеристики, кроме двух, описывают особенности представителей класса Птицы. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) двойное дыхание
- 2) голосовые связки в гортани
- 3) голова небольшого размера с клювом, глазами и ушными углублениями
- 4) трёхкамерное сердце
- 5) сухая кожа без желёз, покрытая перьями



Ответ: \_\_\_\_\_



## КЛАСС МЛЕКОПИТАЮЩИЕ

**Класс млекопитающих** объединяет теплокровных, покрытых волосяным покровом животных, рождающих живых детёнышей, которых они выкармливают молоком.

Имеют развитую кору больших полушарий головного мозга и отличаются сложным поведением. Тело состоит из головы, туловища, хвоста и двух пар конечностей. Туловище делится на грудной и брюшной отделы.

Млекопитающие покрыты прочной и эластичной двухслойной кожей, под кожей залегает слой подкожного жира. Эпидермис формирует разнообразные производные: волосы, когти, ногти, чешую, рога, иглы, а также сальные и потовые железы. Большая часть поверхности млекопитающих покрыта шерстью — волосяным покровом, который состоит из жёстких остевых волос и мягких тонких волос подшёрстка. Шерсть и подкожный жир необходимы для сохранения тепла. Концевые фаланги пальцев защищены когтями, ногтями или копытами.



Скелет млекопитающих включает скелеты черепа, позвоночника и конечностей. Череп имеет большую мозговую коробку. Позвоночник делится на пять отделов: шейный (7 позвонков), грудной (12–15), поясничный (2–9), крестцовый (1–9) и хвостовой (3–49). К грудным позвонкам подвижно крепятся рёбра, часть которых с брюшной стороны соединяется с грудиной. Пояс передних конечностей: парные лопатки и ключицы. Скелет свободных передних конечностей: плечо (плечевая кость), предплечье (локтевая и лучевая кости), кисть (кости пясти, запястья и фаланг пальцев). Пояс задних конечностей: три пары сросшихся тазовых костей. Скелет свободных задних конечностей: бедро (бедренная кость), голень (большая и малая берцовые кости), стопа (кости плюсны, предплюсны и фаланг пальцев).

Мышечная система млекопитающих хорошо развита. Характерно наличие **диафрагмы** — куполообразной мышцы, которая отделяет грудной и брюшной отделы туловища и участвует в механизме внешнего дыхания.

Пищеварительная система начинается с ротовой полости, которая ограничена спереди мясистыми губами и зубами. Зубы дифференцированы на резцы, клыки, предкоренные и коренные. В полость рта открываются протоки нескольких пар слюнных желёз. За ротовой полостью находятся глотка и пищевод, ведущий в желудок. За желудком следуют тонкий и толстый отделы кишечника и прямая кишка, которая заканчивается анальным отверстием. В двенадцатиперстную кишку открываются протоки поджелудочной железы и печени.

Дыхательная система состоит из дыхательных путей (носовые полости, глотка, гортань, трахея, разделяющаяся на два бронха) и двух лёгких. Лёгкие имеют альвеолярную структуру. Вентиляция лёгких осуществляется с помощью межрёберных мышц и диафрагмы.





Кровеносная система замкнутая, состоит из двух кругов кровообращения и четырёхкамерного сердца.

Выделительная система представлена парными почками и мочеточниками, по которым моча поступает в мочевой пузырь, а затем по мочеиспускательному каналу выводится наружу. Основной компонент мочи — мочеви́на.

Нервная система у млекопитающих состоит из центральной (головной и спинной мозг) и периферической систем. Существенно развит передний мозг, что связано со сложным поведением животных. У многих млекопитающих наблюдаются эффективная выработка условных рефлексов и высокая степень адаптируемости к изменяющимся условиям окружающей среды.

Органы зрения — глаза. В зависимости от расположения глаз животные имеют монокулярное или бинокулярное зрение. У большинства млекопитающих зрение дихроматическое, а цветным зрением обладают высшие приматы, включая человека. Органы слуха состоят из наружного, среднего и внутреннего уха. Наружное ухо включает ушную раковину и наружный слуховой проход. За барабанной перепонкой расположено среднее ухо, в котором локализуются три слуховые косточки: **молоточек**, **наковальня** и **стремечко**. Наличие системы слуховых косточек делает слух млекопитающих более тонким. Органы обоняния — обонятельные клетки слизистой в верхней задней части носовой полости. У многих млекопитающих обоняние является ведущим органом чувства. Орган вкуса — вкусовые сосочки локализованы на поверхности языка и твёрдого нёба. Тактильная чувствительность (осознание) и восприятие температуры осуществляются разнообразными рецепторами, разбросанными по поверхности тела.

Размножение. Половая система самцов состоит из парных семенников и идущих от них семяпроводов, которые



открываются в мочеиспускательный канал. Органы размножения самок представлены парными яичниками и яйцеводами, непарной, как правило, маткой и влагалищем. Оплодотворение внутреннее, осуществляется в яйцеводах. Развивающийся эмбрион закрепляется в матке, а по месту закрепления формируется плацента, через которую обеспечиваются питание зародыша, его газообмен и выведение конечных продуктов метаболизма. Появившихся на свет детёнышей самки выкармливают молоком, которое продуцируется молочными железами. У млекопитающих выражена забота о потомстве.

## Классификация Млекопитающих

**Подкласс Первозвери, или Однопроходные.** Группа примитивных яйцекладущих млекопитающих. Самки не имеют влагалища и матки, откладывают яйца. Зародыш развивается в яйце. Молочные железы без сосков. Молоко выделяется на поверхность кожи, с которой его слизывают детёныши. Имеют клоаку. Зубы отсутствуют. Температура тела низкая и непостоянная (26–34 °С).

**Представители:** австралийская ехидна, утконос.

**Подкласс Настоящие звери.** Живородящие млекопитающие. Самки вынашивают детёнышей в матке. Молочные железы имеют протоки, которые открываются на сосках. Характерной чертой является наличие ушных раковин, которые у некоторых представителей, живущих в воде или под землёй, могут быть редуцированы.

**Представители:** кенгуру, ёж обыкновенный, крот европейский, летучая лисица, белка обыкновенная, крыса, кролик, заяц-русак, кошка, лев, собака, волк, бурый медведь, морж, синий кит, бутылконосый дельфин (афалина), бегемот, лось, лань, жираф, зебра, носорог белый, слон африканский, слон индийский, сифака, лори, гамадрил, павиан, горилла горная, шимпанзе, бонобо.







## ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ЗДОРОВЬЕ



### Ткани

**Ткань** — совокупность клеток, сходных по строению, происхождению и функциям, и межклеточного вещества.

**Межклеточное вещество** — внеклеточная часть тканей животных организмов, которая объединяет клетки в ткань и выполняет механическую, питательную и дренажную функции.

В организме человека 4 группы тканей: эпителиальные, соединительные, мышечные и нервная.

#### Эпителиальные ткани

**Эпителиальные ткани** состоят из плотно прилегающих друг к другу клеток, расположенных одним (однослойный эпителий) или несколькими (многослойный эпителий) слоями.

**Эпителий** — слой клеток, образующий внешние покровы тела, выстилающий слизистые оболочки внутренних органов и составляющий основу многих желёз (печень, поджелудочная, щитовидная, потовые железы и др.).

**Отличительные особенности эпителиальной ткани:** малое количество или полное отсутствие межклеточного вещества; способность к регенерации; отсутствие кровеносных сосудов (питание клеток осуществляется путём диффузии питательных веществ из соединительной ткани).

#### Функции эпителиальной ткани:

- **покровная** — клетки эпителия образуют внешние покровы тела, выстилают слизистые оболочки всех внутренних органов и полостей тела;





- **защитная** — клетки эпителия образуют механический барьер, препятствующий проникновению микроорганизмов и чужеродных веществ внутрь организма;
- **секреторная** — железы (производные эпителия) вырабатывают секреты, например молоко (молочные железы), жир (сальные железы), пот (потовые железы);
- **всасывающая** — через эпителий слизистой кишечника питательные вещества всасываются в кровеносные сосуды;
- **обменная** — через эндотелий кровеносных сосудов осуществляется обмен веществами между тканями и кровью.

### **Соединительные ткани**

**Соединительные ткани** — группа тканей с преобладанием межклеточного вещества. Клетки имеют разнообразную форму, а межклеточное вещество состоит из аморфных веществ и белковых волокон (коллаген и эластин). Соединительные ткани составляют около 60% всех тканей тела человека, а в некоторых органах могут достигать 90%. Соединительная ткань объединяет ткани и органы организма, заполняя промежутки между ними. К этой группе относятся плотные волокнистые ткани связок и сухожилий, плотные и рыхлые волокнистые ткани внутренних органов и дермы кожи, жидкие ткани (кровь, лимфа), скелетные (хрящевая, костная), ретикулярная ткань костного мозга и жировая ткань подкожного слоя жира. Различия типов соединительной ткани определяются соотношениями клеток, характером межклеточного вещества и выполняемых ими функций.

### **Отличительные особенности соединительной ткани:**

- в зависимости от выполняемых соединительной тканью функций межклеточное вещество имеет разную консистенцию (кальцифицированную, студенистую, жидкую и т. д.);



- волокнистая соединительная ткань имеет высокую способность к регенерации, что обеспечивает заживление ран (на местах повреждений формирует рубцы), но не способна выполнять функции утраченных тканей;
- процессы обмена веществ в соединительной ткани происходят достаточно медленно, и ткань не требует много кислорода и питательных веществ, поэтому количество кровеносных сосудов в ней незначительное, а в некоторых типах соединительной ткани вовсе отсутствует, например в хрящевой.

### **Функции соединительной ткани:**

- **трофическая** — обеспечение питания различных тканевых структур (кровь);
- **опорная** — образование механической основы органов (плотная соединительная ткань, хрящ, кость);
- **транспортная** — снабжение организма питательными веществами и кислородом, а также удаление продуктов обмена веществ и углекислоты (кровь, лимфа);
- **защитная** — предохранение организма от механических воздействий (костная ткань), обезвреживание чужеродных веществ, поступающих извне или образующихся внутри организма (клетки крови, лимфы);
- **структурно-пластическая** — обеспечение общей структурной организации органов (образование капсул, внутриорганных перегородок), регенерация (образование рубцовой ткани при заживлении ран).

### **Мышечные ткани**

**Мышечные ткани** — группа тканей, образованная клетками вытянутой формы (миоцитами), основными свойствами которых являются возбудимость и сократимость.

**Миоциты** — клетки мышечной ткани, или мышечные волокна, имеющие вытянутую форму и содержащие одно или множество ядер.





### **Отличительные особенности мышечной ткани:**

- клетки мышечных тканей содержат **миофибриллы** — органеллы нитевидной формы, содержащие актиновые и миозиновые микрофиламенты, взаимодействие которых обеспечивает процесс сокращения клетки;
- клетки мышечных тканей содержат значительное количество митохондрий;
- имеет густую сеть кровеносных и лимфатических сосудов;
- иннервируется нервными волокнами, через которые контролируется сократительная функция мышц;
- низкое содержание межклеточного вещества.

### **Функции мышечной ткани:**

- **двигательная** — обеспечение сокращения сосудов и органов, движения и перемещения человека и животных в пространстве;
- **мимическая** — обеспечение возможности выражать эмоции (лицевые мышцы);
- **защитная** — защита органов от механических воздействий;
- **теплообменная** — при сокращении мышц выделяется тепло.

### **Виды мышечной ткани**

**Гладкая мышечная ткань** состоит из миоцитов, имеющих веретенообразную форму и расположенных параллельно друг другу. Миофибриллы в клетках располагаются хаотично. Миоциты входят в состав стенок внутренних органов и сосудов человека. Сокращение происходит независимо от сознания человека.

**Поперечнополосатая мышечная ткань** состоит из мышечных волокон с упорядоченным расположением миофибрил. Длина мышечных волокон существенно превышает длину миоцитов гладкой мышечной ткани. Сокращение поперечнополосатой мышечной ткани



происходит и рефлекторно, и произвольно, то есть человек и животные в состоянии сознательно управлять сокращением скелетной мускулатуры.

- **Скелетная поперечнополосатая мышечная ткань** состоит из волокон цилиндрической формы. Образует скелетные мышцы человека; входит в состав языка, глотки, гортани, верхнего отдела пищевода, наружного сфинктера прямой кишки.
- **Сердечная мышечная ткань** образована **кардиомиоцитами**, прямоугольными клетками, которые сокращаются независимо от воли человека. Сердечная мышечная ткань сокращается быстрее гладкой, но медленнее поперечнополосатой ткани, работает ритмично и практически не утомляется. Главные свойства — возбудимость, проводимость и сократимость.

### Нервная ткань

**Нервная ткань** состоит из **нейронов**, которые воспринимают и передают раздражение в виде нервных импульсов, и клеток **нейроглии**, выполняющих вспомогательную функцию. Нервная ткань обладает свойствами возбудимости и проводимости.

**Нейрон** состоит из тела и отростков. В теле нейрона находится ядро с округлыми ядрышками и органеллы. Отростки бывают двух типов:

- **дендриты** — короткие ветвящиеся отростки нейрона, принимающие нервный импульс;
- **аксон** — всегда только один, длинный (до 1,5 м), ветвящийся на самом конце отросток нейрона, способный передавать нервный импульс; аксоны формируют нервные волокна.

**Нервный импульс** — волна возбуждения, которая перемещается по нервному волокну и представляет собой кратковременное изменение мембранного потенциала на ограниченном участке мембраны возбудимой клетки.



**Нейроглия** — глиальные клетки, окружающие нейрон и выполняющие опорную, трофическую, защитную и разграничительную (изолирующую) функции.

**Отличительные особенности нервной ткани:** межклеточное вещество практически отсутствует; клетки имеют отростки; хорошо снабжается кровью.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Поперечнополосатая мышечная ткань отличается от гладкой тем, что она

- 1) состоит из одноядерных клеток
- 2) состоит из многоядерных волокон
- 3) состоит из мышечных волокон с упорядоченным расположением миофибрилл
- 4) находится в стенках внутренних органов
- 5) регулируется вегетативной нервной системой
- 6) составляет основную массу сердца



Ответ: \_\_\_\_\_

2

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных признаков характерны преимущественно для соединительной ткани?

- 1) межклеточное вещество значительно развито
- 2) имеет высокую способность к регенерации, на повреждённых местах формирует рубцы
- 3) объединяет все ткани внутренней среды организма
- 4) возбудимость и проводимость
- 5) синтез органических веществ
- 6) клетки содержат большое количество митохондрий



Ответ: \_\_\_\_\_



## Органы. Системы органов

**Орган** — относительно обособленная часть организма, выполняющая определённую функцию, например желудок, почки, лёгкие. Органы образованы из различных по строению и функциям тканей.

**Система органов** — комплекс органов и тканей, которые выполняют определённые общие функции.

### Физиологические системы организма человека:

- **покровная система** (кожа, слизистые оболочки);
- **опорно-двигательная система** (скелет, мышцы);
- **система кровообращения** (сердце, сосуды (артерии, вены, капилляры), кровь);
- **иммунная система** (лимфатические узлы, миндалины, вилочковая железа (тимус), костный мозг, селезёнка и лимфоидные образования кишечника — пейеровы бляшки);
- **пищеварительная система** (ротовая полость с дифференцированными зубами, глотка, пищевод, желудок, тонкая кишка, толстая кишка, печень и поджелудочная железа);
- **дыхательная система** (лёгкие, кожа);
- **нервная система** (центральная (головной и спинной мозг), периферическая);
- **эндокринная система** (железы внутренней, смешанной секреции);
- **выделительная система** (мочеполовая система, кожа, лёгкие);
- **репродуктивная система** (мужские или женские половые органы);
- **сенсорные системы** (ухо, глаз, нос, язык, кожа).



1

Установите соответствие между физиологическими системами и органами, к которым они относятся. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ**

- А) покровная
- Б) дыхательная
- В) репродуктивная
- Г) иммунная
- Д) опорно-двигательная

**ОРГАНЫ**

- 1) лёгкие
- 2) яичники
- 3) тимус
- 4) мышцы
- 5) слизистые оболочки



Ответ:

А	Б	В	Г	Д

**ПИЩЕВАРИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА ЧЕЛОВЕКА**

**Пищеварительная система** (ЖКТ — желудочно-кишечный тракт) — пищеварительный канал, который включает полость рта, глотку, пищевод, желудок, тонкую и толстую кишку, а также содержит пищеварительные железы (слюнные, желудочные, поджелудочная железа и печень).

В желудочно-кишечном тракте осуществляется **пищеварение** — совокупность процессов механического измельчения и химического расщепления пищи, которые делают её компоненты пригодными для всасывания и использования в процессе обмена веществ.

**Функции пищеварительной системы:**

- **моторная** — измельчение пищи, перемешивание и продвижение пищи по пищеварительному тракту;



- **секреторная** — выделение пищеварительных соков в полость желудочно-кишечного тракта пищеварительными железами;
- **всасывательная** — всасывание продуктов расщепления через слизистую оболочку кишечника в кровь и лимфу;
- **выделительная** — выведение непереваренных остатков пищи.

**Ротовая полость** ограничена губами, в ней находятся зубы и язык. В полость рта открываются протоки трёх пар крупных слюнных желёз (околоушной, подчелюстной и подъязычной) и многочисленных мелких слюнных желёз слизистой оболочки языка, нёба, щёк и губ. В ротовой полости пища механически измельчается с помощью зубов, а с помощью языка формируется пищевой комок.

**Зуб** состоит из корня, шейки и коронки. Корни зуба погружены в альвеолы, а коронка находится снаружи. Между корнем и коронкой находится шейка. Зуб состоит из дентина. Коронка покрыта эмалью. Полость зуба заполнена пульпой — соединительной тканью, которая пронизана кровеносными сосудами и нервными окончаниями, которые обеспечивают его питание и иннервацию.

Различают несколько типов зубов:

- **резцы** — откусывание пищи;
- **клыки** — разрывание и удержание пищи;
- **премоляры и моляры** — измельчение пищи путём перетирания.

В норме у взрослого человека 32 зуба, а у детей — 20 молочных, которые с возрастом заменяются постоянными.

**Язык** — непарный вырост дна ротовой полости, обеспечивающий восприятие вкуса, температуры и консистенции пищи, способствующий перемешиванию пищи во рту и глотанию. Также обеспечивает способность человека к членораздельной речи.





**Слюнные железы** через протоки выделяют слюну в ротовую полость. **Слюна** содержит фермент **амилазу**, гидролизующую крахмал, и **лизоцим**, обладающий бактерицидным действием.

**Глотка** имеет воронковидную форму и соединяет ротовую полость и пищевод; участвует в процессе глотания.

**Пищевод** — мышечная трубка, по которой пища попадает в желудок. Расположен позади трахеи.

**Желудок** — полый мышечный орган, в стенках которого находятся железистые клетки, выделяющие желудочный сок, содержащий протеолитические ферменты и соляную кислоту, и слизь, предотвращающую переваривание стенок желудка.

**Кишечник** — полый мышечный орган, имеющий форму извилистой трубки и расположенный в брюшной полости. **Перистальтика** — волнообразное сокращение стенок кишечника — способствует продвижению по нему перевариваемой пищи.

**Тонкий кишечник** — самый длинный отдел кишечника, состоящий из двенадцатиперстной, тощей и подвздошной кишок, в которых происходят гидролиз питательных веществ и всасывание продуктов гидролиза с участием ворсинок. В двенадцатиперстную кишку поступают секреты из поджелудочной железы и печени.

**Панкреатический сок** образуется поджелудочной железой. Он содержит комплекс гидролитических ферментов (трипсин, химотрипсин, липазу, амилазу, нуклеазы и другие) и ионы гидрокарбоната, которые создают щелочную реакцию сока.

**Жёлчь** — жёлто-зелёная горькая жидкость, которая выделяется печенью и накапливается в жёлчном пузыре. Жёлчные кислоты жёлчи эмульгируют жиры, что необходимо для их эффективного переваривания.



Водорастворимые продукты гидролиза (аминокислоты, углеводы, нуклеотиды) всасываются в кровь, а липорастворимые продукты (жирные кислоты) — в лимфу.

**Толстый кишечник** — отдел кишечника, в котором преимущественно происходят всасывание воды и формирование каловых масс. Он образован слепой, ободочной и прямой кишками. **Слепая кишка** имеет червеобразный отросток — **аппендикс**. Воспаление аппендикса называется **аппендицитом**. Слизистая толстого кишечника не имеет ворсинок. Для толстого кишечника характерно наличие микрофлоры, которая помогает переваривать ряд веществ и обеспечивает человека витаминами.

**Прямая кишка** — последний отдел кишечника, где накапливаются каловые массы, которые периодически выводятся наружу через анальное отверстие (анус).

1

Установите соответствие между функциями и органами человека, которые эти функции выполняют. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРОЦЕССЫ**

- А) секреция соляной кислоты
- Б) всасывание аминокислот и жирных кислот
- В) выделение ферментов, расщепляющих белки, жиры и углеводы
- Г) выделение пепсина
- Д) эмульгирование жиров
- Е) выделение гидрокарбонатов

**ОРГАНЫ**

- 1) поджелудочная железа
- 2) тонкая кишка
- 3) желудок



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



2

Установите последовательность прохождения пищи в организме человека. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) прямая кишка
- 2) желудок
- 3) глотка
- 4) тонкий кишечник
- 5) пищевод
- 6) ротовая полость



Ответ: \_\_\_\_\_



## ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

**Дыхательная система человека** — совокупность органов и тканей, обеспечивающих **внешнее дыхание** — обмен газов между кровью и внешней средой.

### Функция дыхательной системы:

- **газообменная** — поступление в организм кислорода и выведение из организма углекислого газа;
- **выделительная** — выведение из организма газообразных продуктов метаболизма;
- **терморегуляция**;
- **голособразование** (принимает участие);
- **всасывательная** — с поверхности лёгких всасываются никотин, хлороформ и т. д.

**Дыхательная система** состоит из лёгких и дыхательных путей (полость носа, глотка, гортань, трахея, бронхи и бронхиолы).

В стенках дыхательных трубок есть хрящевой каркас, предотвращающий их спадание. Реснитчатый эпителий слизистой оболочки способствует выведению наружу слизи и прилипших к ней инородных частиц.



**Полость носа** — начальный отдел дыхательных путей и орган обоняния. Воздух из полости носа попадает в носоглотку, а затем в ротовую часть глотки, откуда направляется в гортань.

**Гортань** — участок дыхательных путей, который содержит голосовой аппарат, состоящий из двух голосовых связок, между которыми образуется голосовая щель. Основа гортани сформирована несколькими хрящами. В области глотки перекрещиваются пищеварительный и дыхательный пути. Далее гортань переходит в трахею.

**Трахея** состоит из 16–20 неполных хрящевых колец, соединённых кольцевидными связками. Задняя стенка перепончатая, нежёсткая, что способствует прохождению пищи по пищеводу, который расположен за трахеей. Трахея на уровне IV–V грудных позвонков разделяется на левый и правый главные бронха, которые заходят в соответствующие лёгкие, где разветвляются на **бронхи** нескольких порядков (около 15), уменьшаясь в диаметре. Самые мелкие бронхи разветвляются на **бронхиолы**, которые также разделяются на 3–5 порядков. Бронхиолы, в отличие от бронхов, не имеют в стенке хрящей. Дыхательные бронхиолы делятся на альвеолярные ходы, заканчивающиеся альвеолами.

**Альвеолы** — лёгочные пузырьки с эластичными стенками, густо пронизанными капиллярами. Через стенки альвеол осуществляется газообмен между вдыхаемым воздухом и кровью. Эпителиальные клетки стенок альвеол выделяют на её внутреннюю поверхность **сурфактант** — смесь поверхностно-активных веществ, которые препятствуют их слипанию.

**Лёгкие** — парные органы, расположенные в грудной полости. Левое лёгкое состоит из трёх долей, а правое — из двух. Левое лёгкое уже и длиннее правого, а на его стороне, обращённой к срединной линии груди,





находится углубление, в котором размещается сердце. Лёгкие имеют ячеистую альвеолярную структуру. Снаружи они покрыты серозной оболочкой — плеврой.

**Плевра** — тонкая гладкая оболочка лёгких. Плевра состоит из двух листков, между которыми имеется щелевидная плевральная полость. Внутренний листок плевры выделяет серозную жидкость, способствует скольжению листков относительно друг друга, облегчая этим дыхательные движения лёгких.

Лёгочные движения осуществляются с помощью межрёберных мышц и диафрагмы.

### **Вдох**

- сокращаются наружные межрёберные мышцы, которые поднимают рёбра;
- внутренние межрёберные мышцы расслабляются;
- диафрагма сокращается, опускаясь в сторону брюшной полости;
- движения рёбер и диафрагмы приводят к увеличению объёма грудной клетки;
- расширение лёгких приводит к уменьшению давления внутри них;
- воздух поступает по воздухоносным путям в лёгкие.

### **Выдох**

- расслабляются наружные межрёберные мышцы;
- внутренние межрёберные мышцы сокращаются — рёбра опускаются;
- расслабляется диафрагма, приобретая более выпуклую форму и оказывая давление на лёгкие;
- объём грудной клетки уменьшается;
- сжатие лёгких способствует повышению давления внутри них;
- воздух по воздухоносным путям выходит наружу.

**Механизм регуляции дыхания.** В продолговатом мозге находится **дыхательный центр**, осуществляющий



автоматическую регуляцию дыхания. Клетки этого центра чувствительны к содержанию углекислого газа в крови. Повышение его концентрации приводит к формированию нервных импульсов, идущих к дыхательным мышцам и способствующих вдоху. При интенсивной физической нагрузке в крови увеличивается содержание  $\text{CO}_2$ , что является причиной усиления частоты и глубины дыхания. Существенная роль в регуляции дыхания принадлежит механическим рецепторам лёгких: уровень механического растяжения способствует попеременной смене вдоха и выдоха.

Человек может произвольно изменять глубину и частоту дыхания. Это связано с деятельностью коры больших полушарий головного мозга.

Кашель и чиханье являются защитными дыхательными рефлексами. Кашель возникает в ответ на раздражение слизистой оболочки гортани, глотки или бронхов при попадании в них частиц пыли или пищи, а чиханье происходит в ответ на раздражение слизистой оболочки носа.

1

Установите последовательность прохождения кислорода через организм человека от момента вдоха до его поступления в ткани. Запишите соответствующую последовательность цифр.

- 1) альвеолы
- 2) трахея
- 3) носоглотка
- 4) бронхиолы
- 5) кровь
- 6) гортань
- 7) ткани



Ответ: \_\_\_\_\_



2

Установите соответствие между событиями и процессами вдоха и выдоха у человека. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**СОБЫТИЯ**

- А) сокращение диафрагмы
- Б) расслабление диафрагмы
- В) сокращение наружных межрёберных мышц
- Г) расслабление наружных межрёберных мышц
- Д) сокращение внутренних межрёберных мышц
- Е) расслабление внутренних межрёберных мышц

**ПРОЦЕСС**

- 1) вдох
- 2) выдох



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**ВЫДЕЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА**

Выделение конечных продуктов метаболизма из организма человека осуществляется с помощью выделительной, пищеварительной, дыхательной и покровной систем. Но самой важной в удалении конечных продуктов азотного обмена, которые образуются в процессе распада белков, является мочевыделительная система.

**Функции мочевыделительной системы:**

- выведение конечных продуктов обмена веществ;
- формирование, накопление и выведение мочи;
- поддержание водно-солевого баланса;
- регуляция давления крови.



Мочевыделительная система состоит из почек, мочеточников, мочевого пузыря и мочеиспускательного канала.

**Почки** — парные бобовидные органы, расположенные в поясничной области брюшной полости по бокам позвоночника на границе грудного и поясничного отделов. Тело почки состоит из наружного слоя коркового вещества и внутреннего слоя мозгового вещества. С вогнутой стороны в почки заходят кровеносные и лимфатические сосуды, нервы и выходит мочеточник, по которому моча стекает в мочевой пузырь.

**Нефрон** — структурно-функциональная единица почки, в которой осуществляются фильтрация крови и образование мочи. Нефрон состоит из капсулы Шумлянско-го—Боумена и системы канальцев, которые переходят в петлю Генле. Капсула имеет двойные стенки, между которыми находится полость, сообщающаяся с полостью извитого канальца. Капсула и большая часть канальца расположены в корковом веществе, а петля Генле погружена в мозговое вещество. Извитые канальцы впадают в собирательные трубки, скопления которых образуют в мозговом веществе почечные пирамиды. Вершины пирамид заканчиваются почечными сосочками, которые выходят в почечные чашки.

## Мочеобразование и мочеиспускание

**Клубочковая фильтрация.** В капсуле Шумлянско-го—Боумена находится скопление (клубок) капилляров. Из крови, текущей по капиллярам, под большим давлением в полость стенок капсулы просачивается плазма крови с растворёнными в ней низкомолекулярными веществами (минеральные соли, глюкоза, аминокислоты, мочевины и др.). Образованный фильтрат является первичной слабоконцентрированной мочой с повышенным содержанием полезных соединений. За сутки у человека образуется 120–150 л первичной мочи.





**Канальцевая реабсорбция.** Первичная моча поступает в извитые канальцы, где происходит обратное всасывание воды, глюкозы, аминокислот, витаминов и ионов. В процессе реабсорбции образуется около 1,5 л вторичной мочи в сутки. Вторичная моча содержит конечные продукты азотного метаболизма — мочевину и аммиак.

**Секреция.** Токсичные продукты (мочевина, аммиак, антибиотики, некоторые ионы) могут также выделяться в мочу клетками стенок канальцев.

**Мочеиспускание.** Вторичная моча из канальцев нефронов поступает последовательно в собирательные трубки, затем через почечные чашки и почечную лоханку — в мочеточники, по которым собирается в мочевой пузырь — полый мышечный орган, служащий для накопления мочи. Мочевой пузырь может удерживать 0,3 л мочи в течение нескольких часов. Наполнение мочевого пузыря, когда человек ощущает позывы к мочеиспусканию, составляет примерно 0,5–0,7 л жидкости. Моча выводится из мочевого пузыря по мочеиспускательному каналу.

1

Установите последовательность локализации процессов мочеобразования и мочеиспускания. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) почечные чашки
- 2) капсула Шумлянского — Боумена
- 3) мочеиспускательный канал
- 4) извитые канальцы
- 5) мочеточник
- 6) почечная лоханка
- 7) собирательные трубки
- 8) петля Генле
- 9) мочевой пузырь



Ответ: \_\_\_\_\_



## ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА

**Опорно-двигательная система** состоит из пассивной (скелет) и активной (мышцы) части.

### Функции опорно-двигательной системы:

- **опорная** — скелет является опорой всего тела, к костям прикрепляются мышцы, мягкие ткани и органы;
- **двигательная** — система рычагов с подвижными соединениями (кости и суставы), приводимая в движение мышцами;
- **защитная** — образует полости для жизненно важных органов;
- **минеральный обмен** — костная ткань является основным субстратом, где откладываются минеральные соли (фосфора, кальция, железа, меди);
- **кроветворная** (гемопоэтическая) — из стволовых гемопоэтических клеток красного костного мозга образуются клетки крови и иммунной системы.

### Кости

**Кость** — самостоятельный орган, который является структурно-функциональной единицей скелета. Основной структуры кости является костная ткань. Некоторые кости могут иметь наслоения из хрящевой ткани.

**Костная ткань** состоит из клеток — **остеоцитов** — и межклеточного вещества, содержащего фибриллярные белки (оссеин, коллаген), придающие костям гибкость и упругость, воду и минеральные соли (фосфаты кальция и магния), придающие костям твёрдость. **Хрящевая ткань** — плотная соединительная ткань, состоящая из клеток — **хондроцитов** — и межклеточного вещества с преобладанием коллагеновых и эластических волокон.

**Трубчатые кости** (бедренная, плечевая, фаланги пальцев) имеют тело — **диафиз**, состоящее из компактного





вещества, и два утолщённых конца — **эпифизы**, или головки, цилиндрической или трёхгранной формы, которые состоят из губчатого вещества и тонкого слоя компактного вещества снаружи. Между головкой и телом кости находится шейка. Длина трубчатой кости значительно превосходит ширину. Снаружи трубчатые кости покрыты соединительнотканым слоем — **надкостницей**, за счёт которой кости растут в толщину и осуществляется их регенерация после повреждения. Рост кости в длину происходит в неокостеневших участках в области шеек кости между эпифизами и диафизом.

**Губчатые кости** — образованы губчатой тканью, окружённой тонким слоем твёрдого вещества; ширина губчатых костей приблизительно равна их длине (грудина, позвонки, крестец).

**Плоские кости** — образованы двумя хорошо развитыми компактными наружными пластинками, между которыми располагается губчатое вещество (кости черепа, тазовая кость, лопатки, кости поясов верхних и нижних конечностей).

**Скелет** — комплекс костей и хрящевой ткани, объединённых в цельную структуру за счёт соединений трёх типов:

- **неподвижное** — швы между костями черепа, таза;
- **полуподвижное** — хрящи между позвонками;
- **подвижное** — суставы, в которых суставные поверхности костей покрыты гиалиновым хрящом и отделены щелью, заполненной синовиальной жидкостью; снаружи суставы покрыты синовиальной оболочкой и суставной сумкой.

Скелет является каркасом тела, опорой и защитой для его тканей и органов. Он состоит из 203–206 костей, формирующих 4 отдела — скелет головы (черепа), скелет туловища (позвоночник и грудная клетка), верхние и нижние конечности.



**Череп** состоит из мозгового и лицевого отделов.

**Мозговой отдел черепа:** парные кости — теменные и височные; непарные — лобная, затылочная, клиновидная и решётчатая.

**Лицевой отдел черепа** состоит из 15 костей. Самые крупные кости лицевого отдела черепа — челюстные. Нижнечелюстная кость — единственная подвижная кость черепа. Верхняя челюсть имеет воздухоносную полость — гайморову пазуху. В челюстях есть ячейки для корней зубов.

### Скелет туловища

**Позвоночник** (позвоночный столб) состоит из 5 отделов (32–34 позвонка):

- **шейный** (7 позвонков): первый — **атлант**, второй — **эпистрофей**;
- **грудной** (12 позвонков);
- **поясничный** (5 позвонков);
- **крестцовый** (5 сросшихся позвонков — крестец);
- **копчиковый** (3–5 сросшихся недоразвитых позвонков — копчик).

**Позвонок** состоит из тела и дуги, которая имеет 7 отростков. Тело и дуга образуют позвоночное отверстие. Позвонки соединены между собой хрящевыми дисками. Позвоночник имеет четыре нормальных физиологических изгиба, которые обеспечивают амортизацию при ходьбе: два обращены выпуклостью вперёд — шейный и поясничный **лордозы**, два обращены назад — грудной и крестцовый **кифозы**.

**Скелет верхних конечностей** состоит из плечевого пояса (две пары костей — ключицы и лопатки) и скелета свободных верхних конечностей (рук) — плечевая кость, кости предплечья (локтевая и лучевая), кости кисти (запястья, пясти и фаланги пальцев).





**Скелет нижних конечностей** состоит из скелета пояса нижних конечностей (три пары сросшихся тазовых костей — лобковые, седалищные и подвздошные — и крестец с копчиком) и скелета свободных нижних конечностей (ног) — бедренная (самая длинная кость тела человека), надколенник, кости голени (большая и малая берцовые кости) и кости стопы (предплюсны, плюсны и фаланги пальцев).

Кости конечностей соединены подвижно с помощью суставов и действуют как сложные системы рычагов.

### **Скелетные мышцы**

Скелетные мышцы — органы движения. Сокращение скелетных мышц полностью контролируется человеком.

#### **Строение скелетной мышцы**

- **Головка** — начало мышцы с сухожилием, место, которым мышцы прикрепляются к скелету. Мышцы бывают двуглавые, трёхглавые и четырёхглавые.
- **Брюшко** — средняя утолщённая часть мышцы, состоящая из поперечнополосатой мышечной ткани.
- **Сухожилие** — структуры, образованные плотной соединительной тканью и служащие для прикрепления к костям скелета. Некоторые мышцы прикрепляются к фасциям, органам (глазному яблоку, хрящам гортани и др.) или к коже (мимические мышцы лица).

**Фасция** — оболочка из плотной волокнистой соединительной (фиброзной) ткани, покрывающая мышцы.

По функциям мышцы подразделяются на:

- **сгибатели** — производящие сгибание сустава (бицепс сгибает локтевой сустав руки);
- **разгибатели** — осуществляющие разгибание сустава (трицепс разгибает локтевой сустав руки);
- **супинаторы** — вращающие сустав наружу;
- **пронаторы** — вращающие сустав вовнутрь;



- **синергисты** — мышцы, производящие одновременно движение в одном направлении (жевательные);
- **антагонисты** — мышцы, несущие противоположную функцию (бицепс — трицепс);
- **сфинктеры** — круговые мышцы, суживающие отверстия (сфинктер зрачка, круговая мышца рта);
- **дилататоры** — круговые мышцы, расширяющие отверстия (дилататор зрачка, дилататор мочеиспускательного канала).

**Динамическая работа мышц** — процесс сокращения мышц, приводящий к перемещению в пространстве тела или его частей; сокращение чередуется с расслаблением.

**Статическая работа мышц** — процесс поддержания позы; характерно более или менее длительное напряжение одних и тех же мышц, без видимого движения.

При динамической работе мышц человека, в отличие от статической, работоспособность более продолжительна, а утомление наступает медленнее.

1

Установите соответствие между костями и отделами скелета, к которым они принадлежат. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**КОСТИ**

- А) кости таза
- Б) кости плюсны
- В) бедренная кость
- Г) лучевая кость
- Д) лопатка
- Е) кости пясти

**ОТДЕЛЫ СКЕЛЕТА**

- 1) верхняя конечность
- 2) пояс верхних конечностей
- 3) нижняя конечность
- 4) пояс нижних конечностей

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



2

Расположите в правильном порядке кости нижней конечности человека, начиная от тазового пояса. В ответе запишите соответствующую последовательность цифр.

- 1) плюсна
- 2) предплюсна
- 3) фаланги пальцев
- 4) бедренная кость
- 5) малоберцовая кость



Ответ: \_\_\_\_\_



## ПОКРОВНАЯ СИСТЕМА

Покровная система представлена кожей, которая покрывает всё тело снаружи. Производными кожи у человека являются ногти, волосы и кожные железы (сальные, потовые, молочные).

### Функции кожи:

- **защитная** — защищает тело от механических и химических воздействий, потери воды (обезвоживания) и проникновения микроорганизмов;
- **метаболическая** — синтез различных соединений, например витамина D и др.
- **дыхательная** — поддержание незначительного уровня газообмена;
- **терморегуляция** — поддержание постоянной температуры тела путём потоотделения и термоизоляции с помощью подкожного жира;
- **выделительная** — выведение продуктов распада через потовые и сальные железы;
- **рецепторная** — обеспечивает восприятие температурных ощущений (тепла, холода), прикосновения, давления, боли.



## Строение кожи

Кожа состоит из двух слоёв (эпидермис и дерма), под которым залегает подкожный жировой слой, или подкожная жировая клетчатка.

**Эпидермис** — верхний слой кожи, состоящий из нескольких слоёв. В нижнем ряду залегает один ряд стволовых клеток, которые активно делятся. Над стволовыми клетками находится до 8 рядов живых клеток. Ближе к поверхности клетки начинают отмирать — их содержимое постепенно разрушается, а клетки уплощаются. На поверхности эпидермиса находится множество слоёв ороговевших клеток, которые со временем слущиваются и заменяются новыми за счёт деления стволовых клеток.

**Дерма (собственно кожа)** содержит большое количество коллагеновых, эластиновых и гладкомышечных волокон, которые придают ей эластичность, прочность и упругость. В дерме находится множество кровеносных капилляров, питающих кожу, нервные окончания, сальные и потовые железы и волосяные фолликулы.

**Подкожная жировая клетчатка** — соединительнотканый слой, в котором откладывается жир. Жир выполняет термоизолирующую функцию, обеспечивает дополнительную механическую защиту внутренних органов и является запасом питательных веществ.

## Производные эпидермиса

**Волосы** состоят из кератина и представляют собой совокупность концентрически расположенных наслоенных друг на друга отмерших кератиноцитов. Волосы растут из волосяной луковицы, которая окружена фолликулом.

**Ноготь** — роговая кератиновая пластинка, лежащая на ногтевом ложе. Передний край пластинки свободный. Ногти защищают концевые фаланги пальцев от механических повреждений.





**Потовые железы** осуществляют потоотделение, важное для процессов терморегуляции и выведения конечных продуктов метаболизма из организма.

**Сальные железы** секретируют кожное сало, которое смазывает кожу и волосы, предохраняя их от потери влаги и воздействия бактерий, а также придавая дополнительную эластичность коже.

**Молочные железы** развиваются только у женщин и предназначены для выкармливания новорождённых.

1 Установите последовательность расположения слоёв кожи от внешнего слоя к внутренним. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) дерма (собственно кожа)
- 2) стволовые клетки
- 3) ороговевшие клетки
- 4) живые клетки (кератиноциты)
- 5) мёртвые неороговевшие клетки
- 6) жировая клетчатка



Ответ: \_\_\_\_\_



## КРОВЕНОСНАЯ СИСТЕМА

**Кровеносная система** состоит из сердца и сосудов, по которым кровь разносится по всему телу. Движение крови по сосудам называется **кровообращением**.

Функции кровеносной системы:

- **транспортная** — доставка кислорода и питательных веществ к органам и тканям, вывод из органов и тканей углекислого газа и продуктов жизнедеятельности;
- **регуляторная** — регуляция деятельности всего организма и его органов;



- **защитная** — защита организма от вторгающихся микроорганизмов и чужеродных клеток.

**Кровеносные сосуды** — трубчатые эластичные образования, по которым кровь циркулирует по телу животного. Стенка крупных сосудов состоит из трёх слоёв: внутренний — эндотелиальный — слой, средний — гладкомышечный и внешний, который состоит из рыхлой волокнистой соединительной ткани.

**Артерии** — сосуды, несущие обогащённую кислородом артериальную кровь от сердца к органам. Единственная артерия, которая несёт венозную кровь — это лёгочная. Для артерий характерен толстый мышечный слой и отсутствие клапанов.

**Вены** — сосуды, по которым кровь направляется от органов к сердцу. Только лёгочная вена несёт артериальную кровь, обогащённую кислородом. Вены имеют тонкий мышечный слой и клапаны, которые предотвращают движение крови в обратном направлении.

**Капилляры** — мельчайшие сосуды, через тонкие стенки которых осуществляются обменные процессы между тканями и кровью. Пройдя через капилляры артериальная кровь становится венозной (ткани) или наоборот (лёгкие).

### Круги кровообращения

- **Большой круг кровообращения** начинается от левого желудочка. Из него кровь, насыщенная кислородом (артериальная), нагнетается в аорту, а затем по артериям поступает в различные части тела. Из капилляров кровь собирается в вены. Самая крупная вена располагается возле сердца — нижняя полая вена, в неё собирается кровь из туловища. Верхняя полая вена собирает кровь от головы, шеи, рук. Обе вены доставляют кровь в правое предсердие.
- **Малый круг кровообращения** начинается от правого желудочка. Венозная кровь выбрасывается из сердца в лёгочную артерию. В лёгких лёгочная артерия





разветвляется на густую сеть капилляров, оплетающих альвеолы. В лёгких кровь насыщается кислородом, превращается в артериальную, которая собирается в лёгочную вену и попадает в левое предсердие.

**Сердце** человека имеет четыре камеры — два **предсердия** и два **желудочка**.

Сердце покрыто тонкой плотной оболочкой, образующей замкнутый мешок — **околосердечную сумку**, или **перикард**. Между сердцем и перикардом находится полость перикарда, заполненная жидкостью, которая уменьшает трение при сердечных сокращениях. Желудочки имеют более толстую стенку, чем предсердия. Самая толстая стенка у левого желудочка — он проталкивает кровь по сосудам большого круга кровообращения.

Из левого предсердия в левый желудочек кровь попадает через **двустворчатый клапан**, а из правого предсердия в правый желудочек — через **трёхстворчатый**. Створчатые клапаны имеют специальные сухожильные нити — хорды — со стороны желудочков, предотвращающие выворачивание клапанов. Из желудочков в сосуды (аорту и лёгочную артерию) кровь выходит через **полулунные клапаны**. Клапаны обеспечивают ток крови только в одном направлении.

Сердце снабжается богатой кислородом кровью, при нарушении кровотока в коронарных артериях сердца возникает опасное заболевание — инфаркт миокарда.

**Сердечный цикл**. Предсердия и желудочки могут находиться в сокращённом и расслабленном состояниях. Сокращения (систола) и расслабления (диастола) предсердий и желудочков происходят в строго определённой последовательности.

1) **Систола предсердий** (0,1 с) — кровь поступает в желудочки. Желудочки в этот момент расслаблены, створчатые клапаны открыты, полулунные клапаны закрыты.



2) **Систола желудочков** (0,3 с) — кровь под давлением устремляется в аорту и лёгочную артерию. Полулунные клапаны открываются, а створчатые закрываются и препятствуют возвращению крови в предсердия.

3) **Диастола** (0,4 с) — расслабление предсердий и желудочков. В результате снижения давления в желудочках полулунные клапаны закрываются, а створчатые — открываются, и кровь поступает из предсердий и вен в желудочки.

У здорового человека сердце сокращается 60–80 раз в минуту. За одно сокращение сердце человека выталкивает 70–80 мл крови. В состоянии покоя за 1 минуту сердце прокачивает 5–5,5 л крови, а при физической нагрузке — 15–20 л и больше.

**Автоматизм сердца** — способность сердца самопроизвольно ритмически сокращаться под влиянием импульсов, возникающих в нём самом.

1

Установите соответствие между сосудами кровеносной системы и кровью, которая по ним движется. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**СОСУДЫ****КРОВЬ**

- |                                |                 |
|--------------------------------|-----------------|
| А) аорта                       | 1) артериальная |
| Б) вены                        | 2) венозная     |
| В) лёгочная артерия            |                 |
| Г) лёгочная вена               |                 |
| Д) артерии                     |                 |
| Е) верхняя и нижняя полые вены |                 |



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



2

Установите последовательность движения крови по сосудам кровеносной системы, начиная от сердца. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) артерии
- 2) вены
- 3) капилляры
- 4) аорта
- 5) верхняя и нижняя полые вены



Ответ: \_\_\_\_\_



## ЛИМФАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

**Система лимфообращения** — сосудистая система, по которой циркулирует **лимфа** — вид соединительной ткани, которая представляет собой прозрачную вязкую

беловатую или слегка желтоватую жидкость. В лимфе находится большое количество лимфоцитов.

### Функции лимфатической системы:

- **защитная** — образование лимфоцитов, синтез антител и уничтожение возбудителей;
- **дренажная** — удаление избытка тканевой жидкости, выходящей в ткани из кровяного русла через неплотно прилегающие друг к другу клетки эпителия капилляров;
- **питательная** — возвращение белков, воды, солей, токсинов и метаболитов из тканей в кровь.

Лимфатическая система является частью сердечно-сосудистой системы. Она состоит из сосудов (капилляров и протоков) и лимфатических узлов. Стенки лимфатических сосудов (кроме капилляров) имеют трёхслойную стенку: внешнюю — соединительнотканную, среднюю — гладкомышечную и внутреннюю — эндотелиальную.



Внутренний слой образует множество клапанов, которые предотвращают обратный ток лимфы. Расстояние между соседними клапанами зависит от диаметра сосуда и составляет от 2 до 15 мм. Часть сосуда между двумя клапанами называется **лимфангионом**. Стенки капилляров состоят из одного слоя эндотелиальных клеток. Движение лимфы осуществляется за счёт ритмических сокращений стенок крупных лимфатических сосудов и произвольных сокращений окружающих мышц. Также в грудном лимфатическом протоке создаётся отрицательное давление, которое оказывает присасывающее действие, способствующее продвижению лимфы в нужном направлении.

**Лимфатические узлы** — образования округлой, бобовидной или иной формы, выполняющие роль биологических фильтров — лимфа очищается от инородных частиц, бактерий и обогащается антителами. Поверхность узлов покрыта капсулой из плотной соединительной ткани, от которой отходят трабекулы, делящие содержимое на отсеки. Основная масса имеет сетчатую структуру, по которой медленно протекает лимфа. В лимфатические узлы с выпуклой стороны впадают несколько приносящих лимфатических узлов, а с вогнутой стороны, со стороны ворот, выходит один выносящий лимфатический узел. Через ворота в узел также заходят кровеносные сосуды и нервы. В узлах осуществляются антиген-зависимые процессы деления и созревания (дифференцировки) Т- и В-лимфоцитов.

Сосуды лимфатической системы не образуют замкнутого круга. Капилляры слепо начинаются в тканях. Они поглощают избыток тканевой жидкости, белков, липидов, гормонов и других веществ, а также инородных частиц, формируя таким образом лимфу. Клетки эндотелия капилляров неплотно прилегают друг к другу,





а при повышенном содержании тканевой жидкости между клетками образуются щели, через которые жидкость и другие компоненты проникают в капилляры. Лимфа движется по капиллярам, затем по посткапиллярам, которые впадают в мелкие лимфатические сосуды. Мелкие сосуды объединяются в более крупные, а затем в протоки, которые впадают в крупные вены большого круга кровообращения вблизи правого предсердия. Сосуды лимфатической системы не проникают в головной и спинной мозг, глаза, среднее ухо, хрящи и эпителий кожи.

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют описанию строения и функций лимфатической системы. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Лимфатическая система является частью сердечно-сосудистой системы. Она состоит из сосудов (капилляров и протоков) и лимфатических узлов. (2) Капилляры слепо начинаются в тканях, мелкие сосуды объединяются в более крупные, а затем в протоки, которые впадают в крупные вены большого круга кровообращения вблизи правого предсердия. (3) Крупные лимфатические сосуды и протоки имеют двуслойную стенку: внешнюю соединительнотканную и внутреннюю эндотелиальную. (4) Внутренний слой образует множество клапанов, которые предотвращают обратный ток лимфы. (5) Сосуды лимфатической системы проникают абсолютно во все ткани и органы организма. (6) В лимфатических узлах образуются предшественники кровяных телец и осуществляются процессы деления и созревания Т- и В-лимфоцитов.

Ответ: \_\_\_\_\_



## РАЗМНОЖЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ЧЕЛОВЕКА

### Репродуктивная система человека

**Мужская половая система** состоит из внутренних и наружных органов. К внутренним органам относятся парные семенники (яички) с придатками, идущие от них семявыносящие протоки, семенной пузырёк и предстательная железа. От семенного пузырька отходит семявыбрасывающий проток, который открывается в мочеиспускательный канал. Внешние органы представлены мошонкой, в которой расположены яички, и половым членом. В семенниках созревают мужские половые клетки (сперматозоиды) и синтезируются половые гормоны, определяющие вторичные половые признаки и половое поведение. Образование сперматозоидов в процессе мейоза сперматогониев (предшественников половых клеток) у мужчин начинается с момента достижения половой зрелости и является непрерывным процессом.

**Женская половая система** представлена парными яичниками и маточными (фаллопиевыми) трубами и непарными маткой и влагалищем. Яичники погружены в бахромчатую воронку маточных труб. Развитие женских половых клеток, в отличие от мужских, начинается в эмбриональном периоде, когда оогонии вступают в фазу роста и превращаются в ооциты первого порядка. В яичнике новорождённой девочки находится от 400 тысяч до двух миллионов незрелых половых клеток, которые окружены слоем клеток гранулёзной оболочки, образующих **фолликулы**. С наступлением половой зрелости девочки начинают созревать яйцеклетки. Созревание женских половых клеток является циклическим процессом, который называют **менструальным циклом**. События менструального цикла, происходящие в яичнике, называют овариальным циклом, а в матке — маточным.





## Онтогенез человека

**Эмбриональное развитие** человека от оплодотворения до родов протекает в среднем 40 недель (280 дней). В течение первых восьми недель развивающийся зародыш называют **эмбрионом**, а с девятой недели, когда в основном завершается закладка основных органов, — **плодом**.

**Постэмбриональный период.** Периодизация жизни человека основана на особенностях его анатомо-физиологического и психологического развития. Половое созревание у девочек наступает в более раннем возрасте, чем у мальчиков.

1

Установите соответствие между характеристиками процесса образования гамет и полом организма. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ХАРАКТЕРИСТИКА

- А) половые клетки начинают образовываться с момента полового созревания
- Б) половые клетки начинают образовываться в период эмбриогенеза
- В) созревание половых клеток — непрерывный процесс
- Г) созревание половых клеток — циклический процесс
- Д) из предшественника образуется одна гамета
- Е) из предшественника образуются четыре гаметы

### ПОЛ

### ОРГАНИЗМА

- 1) женский
- 2) мужской



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## ВНУТРЕННЯЯ СРЕДА ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА

**Внутренняя среда организма** — это жидкости, которые находятся внутри организма и обеспечивают гомеостаз — постоянство химического состава и концентрации веществ, кислотности, функциональной активности компонентов и других характеристик. Внутреннюю среду организма формируют кровь, лимфа и тканевая жидкость.

**Лимфа** — жидкая соединительная ткань внутренней среды, прозрачная вязкая бесцветная жидкость, содержащая большое количество лимфоцитов. Участвует в создании иммунитета и обеспечивает поступление различных веществ из тканей в кровь.

### Состав и функции крови

**Кровь** — жидкая соединительная ткань внутренней среды, которая состоит из плазмы и форменных элементов: лейкоцитов, эритроцитов и тромбоцитов. Среднее количество крови у взрослого человека составляет 4–5,2 л.

#### Функции крови:

- **Транспортная:** снабжение тканей питательными веществами; вымывание конечных продуктов обмена; газообмен в тканях и лёгких ( $O_2$ ,  $CO_2$ ).
- **Регуляторная:** гуморальная (транспорт регуляторов); температурная (изменение просвета кожных капилляров).
- **Защитная:** свёртывание крови (защита от потери крови); обеспечение иммунных реакций.
- **Гомеостатическая:** поддержание постоянства внутренней среды организма.

**Плазма** — жидкая составляющая крови. Она составляет более половины объёма крови — около 55%. До 90% её массы составляет вода и около 7% — белки.





**Функция плазмы** — транспорт питательных веществ, гормонов и углекислого газа.

**Эритроциты** — красные кровяные тельца, безъядерные клетки, имеющие форму двояковогнутого диска и содержащие гемоглобин, за счёт которого они обратимо связывают кислород.

**Лейкоциты** — неоднородная группа белых кровяных телец, которые обычно не имеют постоянной формы, способны к амёбoidalному движению и хемотаксису в направлении повреждённой и воспалённой ткани. Лейкоциты могут выходить за пределы кровеносных сосудов и перемещаться по тканям. Они участвуют в иммунных реакциях организма, синтезируя антитела или уничтожая чужеродные объекты путём фагоцитоза.

**Тромбоциты**, или **красные пластинки**, — ограниченные клеточной мембраной фрагменты цитоплазмы гигантских клеток костного мозга (мегакариоцитов). Участвуют в механизмах свёртывания крови, образуя тромбоцитный агрегат, который закупоривает место повреждения сосуда, защищая организм от кровопотери.

## **Свёртывание крови**

**Свёртывание крови** — многоэтапный процесс образования **тромба**, который закупоривает место повреждения сосуда и предотвращает потерю крови. Свёртыванию крови предшествует взаимодействие комплекса факторов свёртывания, которое завершается ферментативным процессом образования **фибрина** из фибриногена.

## **Группы крови. Переливание крови**

При необходимости в переливании крови человеку (реципиенту) следует подбирать донорскую кровь определённой группы, чтобы избежать гибели реципиента. Проблема заключается в том, что в плазме крови присутствуют белки, способные склеивать чужие эритроциты,



имеющие на своей поверхности определённые типы макромолекул (белки, гликолипиды и др.). По наличию определённых типов эритроцитарных и плазменных белков кровь делят на различные группы. Сейчас известно 36 разных систем групп крови. Самыми известными и наиболее важными в медицинском отношении являются группы крови двух систем: АВ0 и резус-фактора.

**Группы крови системы АВ0.** В системе различают четыре группы. Они отличаются наличием особых белков, локализованных на поверхности эритроцитов (агглютиногенов), и белков плазмы (агглютининов), которые связывают агглютиногены (табл.). Агглютинин  $\alpha$  связывает агглютиноген А, а агглютинин  $\beta$  — агглютиноген В.

Группа	Агглютиногены	Агглютинины
I (0)	—	$\alpha, \beta$
II (A)	A	$\beta$
III (B)	B	$\alpha$
IV (AB)	A, B	—

Первая группа крови (0) считается универсальной — её переливают людям с любой группой крови. Вторую группу крови (A) переливают людям со второй (A) и четвёртой (AB) группами крови, а третью группу (B) — людям с третьей (B) и четвёртой (AB). Четвёртую группу крови можно переливать людям только с четвёртой группой. В современной медицине такая схема переливания используется только в экстренных случаях, а обычно подбирают строго соответствующую группу крови.

**Группы крови системы резус-фактора.** Положительный резус-фактор ( $Rh^+$ ) связан с присутствием специфического белка — иммуноглобулина D, — которого нет в резус-отрицательной крови ( $rh^-$ ). Резус-отрицательную





кровь можно переливать любому человеку, а резус-положительную — только людям с Rh<sup>+</sup> кровью.

## **Иммунитет**

**Иммунитет** — способность организма защищаться от действия генетически чужеродных веществ и болезнетворных организмов, которые вызывают нарушение целостности его клеток и тканей, и уничтожать собственные изменённые клетки.

Иммунные реакции протекают с участием лейкоцитов. В зависимости от механизма различают два вида иммунного ответа:

- **гуморальный** — синтез лейкоцитами специфических белков-**антител** в ответ на появление в организме **антигенов** (чужеродных высокомолекулярных веществ);
- **клеточный** — активация фагоцитов, которые поглощают и разрушают связанные антителами антигены.

В реакциях иммунной системы задействованы все типы лейкоцитов, но специфический иммунный ответ, направленный на определённый тип чужеродного агента, осуществляется только с участием лимфоцитов.

**Лимфоциты** — группа белых кровяных телец, главные клетки иммунной системы. Различают два основных типа лимфоцитов: **В-лимфоциты** в ответ на присутствие в организме чужеродных веществ (антигенов) продуцируют антитела; **Т-лимфоциты**, или Т-киллеры, участвуют в разрушении повреждённых клеток собственного организма, в том числе поражённых вирусами и опухолевых клеток.

Различают несколько видов иммунитета.

1) **Естественный** — формируется организмом естественным образом (без искусственного вмешательства):

- **врождённый** — передаётся по наследству и обеспечивает общую неспецифическую защиту организма;



- **приобретённый** — возникает при взаимодействии с болезнетворными организмами в процессе заболеваний и обеспечивает интенсивный специфический ответ на проникновение инфекционных агентов и **иммунную память**, которая позволяет мгновенно реагировать на повторное воздействие болезнетворного организма, благодаря чему человек не заболевает.

2) **Искусственный** — возникает в ответ на введение в организм специальных препаратов:

- **активный** — развивается после введения вакцин, которые содержат ослабленных возбудителей заболеваний или выделяемые ими вещества;
- **пассивный** — возникает при введении человеку сывороток с готовыми антителами или передаче их от матери с молозивом в первые дни жизни ребёнка; иммунная память при этом не развивается.

Благодаря иммунной памяти такими заболеваниями, как ветряная оспа, краснуха или скарлатина, человек болеет один раз в жизни. Гриппом человек может болеть много раз, так как вирус гриппа чрезвычайно изменчив, поэтому человек каждый раз сталкивается с этим вирусом, как впервые.

К органам иммунной системы относятся:

- **костный мозг** — обеспечивает образование предшественников клеток крови и их дифференцировку;
- **тимус (вилочковая железа)** — обеспечивает размножение и дифференцировку Т-лимфоцитов;
- **лимфатические узлы** — очищают лимфу от инородных частиц и бактерий, обеспечивают антиген-зависимые процессы размножения и дифференцировки Т- и В-лимфоцитов и обогащение лимфы антителами;
- **селезёнка** — самый крупный орган иммунной системы, обеспечивает пролиферацию Т-лимфоцитов, синтез антител, уничтожение клеточного материала,





депонирование крови и снабжение организма жёлчными пигментами.

1

Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Какие из перечисленных функций выполняет кровь в организме человека?



- 1) транспорт питательных веществ и продуктов жизнедеятельности
- 2) участвует в процессах восприятия запахов и вкусов
- 3) принимает участие в процессах выработки условных рефлексов
- 4) защитную — поддержание постоянства внутренней среды организма, защита от посторонних микроорганизмов и чужеродных клеток
- 5) регуляторную — транспорт гормонов и других веществ, осуществляющих регуляцию в организме
- 6) участвует в процессе пищеварения

Ответ: \_\_\_\_\_

2

Все перечисленные ниже компоненты крови, кроме двух, участвуют в механизме свёртывания крови. Определите два компонента, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) плазма крови
- 2) эритроциты
- 3) лейкоциты
- 4) тромбоциты
- 5) фибриноген



Ответ: \_\_\_\_\_



## НЕРВНАЯ СИСТЕМА

**Нервная система** — совокупность взаимосвязанных структурных образований, которые состоят из нервной ткани и обеспечивают регуляцию деятельности организма.

### Функции нервной системы:

- согласует деятельность различных систем и органов;
- обеспечивает восприятие сигналов окружающей среды;
- лежит в основе памяти, сознания, мышления, речи, сложного поведения.

**Центральная нервная система** (ЦНС) состоит из головного и спинного мозга.

**Периферическая нервная система** — совокупность всех нервов за пределами ЦНС, включая 12 пар черепномозговых и 31 пару спинномозговых нервов.

**Соматическая нервная система** осуществляет связь организма с внешней средой и контролирует рефлекторные и осознанные движения, регулируя сокращения поперечнополосатой мускулатуры.

**Вегетативная (автономная) нервная система** регулирует деятельность внутренних органов, желёз внутренней и внешней секреции, кровеносных и лимфатических сосудов, сокращение гладкой мускулатуры. Деятельность вегетативной системы не зависит от сознания человека. Вегетативная нервная система делится на две части.

- **Симпатическая** — мобилизует силы организма в экстренных ситуациях и увеличивает трату энергетических ресурсов; ускоряет сердечный ритм, сужает кровеносные сосуды, повышает артериальное давление, расширяет зрачок.
- **Парасимпатическая** — способствует восстановлению и накоплению энергетических ресурсов; замедляет сердечный ритм, расширяет кровеносные сосуды,





снижает артериальное давление, сужает зрачки, приводит в тонус гладкие мышцы внутренних органов.

Нервная система представляет собой совокупность нейронов, которые контактируют друг с другом при помощи специальных контактов — **синапсов**.

**Нейрон** — структурная единица нервной системы. По структуре и функции различают три типа нейронов:

- **рецепторные**, или чувствительные, — сигналы по ним идут от рецепторов по направлению к отделам ЦНС;
- **вставочные**, замыкательные, — объединяют нейроны, идущие от отделов ЦНС и органов;
- **двигательные**, или эффекторные, — по которым импульс направляется к органам, мышцам и железам.

Основной принцип работы нервной системы — рефлекторный.

**Рефлекс** — функциональная единица нервной деятельности, которая является ответной реакцией организма на раздражение из внешней или внутренней среды и осуществляется при участии ЦНС, например коленный рефлекс или отдергивание руки от горячего предмета.

**Рефлекторная дуга** — цепочка связанных синапсами нейронов, по которой проходит нервный импульс при осуществлении рефлекса.

**Двунейронная рефлекторная дуга:**

- **рецептор** — воспринимает раздражение и формирует нервный импульс;
- **чувствительный нейрон** — проводит возбуждение к нервному центру;
- **нервный центр** — обрабатывается сигнал и формируется импульс, который передаётся на двигательные нейроны;
- **двигательный нейрон** — передаёт нервный импульс на периферию;
- **рабочий орган** (эффектор) — мышцы, железы, органы.



**Нервы** — составная часть нервной системы, которая состоит из пучка нервных волокон, представленных аксонами нейронов и клеток нейроглии.

**Нервные узлы** — скопление нервных клеток, которые состоят из нейронов и клеток нейроглии.

**Спинальный мозг** — орган ЦНС, который имеет вид длинного белого шнура длиной около 40 см и располагается в позвоночном канале. Спинальный мозг переходит в головной на уровне большого затылочного отверстия, а на уровне 1–2 поясничного позвонка заканчивается пучком нервов, получившим название «конский хвост». Периферическая часть состоит из белого вещества, представленного преимущественно миелиновыми нервными волокнами, а внутренняя часть сформирована серым веществом, которое образовано телами нейронов. В центральной части серого вещества расположен центральный канал, заполненный спинномозговой жидкостью.

Спинальный мозг имеет сегментарную структуру. От каждого из 31 сегмента отходит пара спинномозговых нервов, которые начинаются двумя корешками: через задние корешки проходят чувствительные нейроны, а через передние — двигательные.

#### **Функции спинного мозга:**

- **рефлекторная** — контроль двигательных реакций (туловище и конечности) и некоторых вегетативных рефлексов (сосудодвигательных, пищевых, дыхательных, половых, дефекации, мочеиспускания);
- **проводниковая** — осуществляет связь между спинным и головным мозгом за счёт восходящих и нисходящих путей белого вещества.

**Головной мозг** — отдел ЦНС, который расположен в полости черепа и контролирует все функции организма, а также обеспечивает высшую нервную деятельность.





### Функции отделов головного мозга:

- **продолговатый мозг** — контроль врождённых жизненно важных функций: дыхания, сердцебиения, сосания, глотания, защитных рефлексов (кашля, чихания, рвоты), тонуса мышц;
- **мост** — проводящая функция;
- **мозжечок** — координация движений, равновесие тела, тонус мышц и регуляция работы внутренних органов;
- **средний мозг** — ориентировочные рефлексы (первичный анализ информации, полученной от органов зрения и слуха), тонкая моторика рук и тонус мышц;
- **промежуточный мозг** включает **таламус**, или зрительный бугор (анализ зрительной информации), и **гипоталамус** (контролирует обмен веществ, гомеостаз внутренней среды организма, терморегуляцию, кровообращение и деятельность систем органов; содержит центры голода и насыщения, жажды и утоления жажды, бодрствования и сна, а также эмоций, в том числе страха и ярости; гипоталамус является высшим центром нейрогуморальной регуляции);
- **передний мозг** состоит из двух полушарий, соединённых сплетением нервных волокон — **мозолистым телом**. Серое вещество образует кору больших полушарий и подкорковые ядра. На коре полушарий имеются складки, или **извилины**, за счёт которых увеличивается поверхность коры. Полушария разделены глубокими углублениями — **бороздами** — на лобную, теменную, височную и затылочную доли. Левое полушарие головного мозга управляет правой половиной тела, а правое — левой. В переднем отделе головного мозга находятся сенсорные и двигательные центры, контролирующие рефлекторные функции, и ассоциативные центры, обеспечивающие психическую деятельность: мышление, внимание, память, восприятие и генерацию речи, планирование, принятие решений.



1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Какие из перечисленных функций относятся к спинному мозгу человека?

- 1) переключение нервного импульса с чувствительного нейрона на двигательный
- 2) координация простых безусловных рефлексов
- 3) обработка сенсорной информации
- 4) передача нервного импульса в головной мозг
- 5) координация, управление движениями
- 6) планирование, принятие решений

Ответ: \_\_\_\_\_



2

Установите соответствие между отделами головного мозга и их функциями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

### ФУНКЦИИ

- А) контролирует активность желез внутренней секреции
- Б) содержит центр зрительной информации
- В) рассудочная деятельность
- Г) содержит дыхательный центр
- Д) координирует движения
- Е) осуществляет ориентировочный рефлекс

### ОТДЕЛЫ ГОЛОВНОГО МОЗГА

- 1) продолговатый мозг
- 2) мозжечок
- 3) средний мозг
- 4) таламус
- 5) гипоталамус
- 6) передний мозг

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## ЭНДОКРИННАЯ СИСТЕМА

**Эндокринная система** — совокупность функционально связанных желёз внутренней и смешанной секреции, которые продуцируют гормоны и секретируют их в кровь,

обеспечивая **гуморальную регуляцию**.

**Железы внутренней секреции** (эндокринные железы) синтезируют гормоны и выделяют их непосредственно в кровь. Собственных протоков эти железы не имеют. К эндокринным железам относятся эпифиз, гипофиз, щитовидная, паращитовидная железы и надпочечники.

**Железы внешней секреции** (экзокринные железы) синтезируют специфические вещества и выделяют их через протоки во внешнюю среду или в полости организма (печень, молочные, слюнные, потовые железы и др.).

**Железы смешанной секреции** синтезируют несколько компонентов, часть из которых (гормоны) выделяются в кровь, а другие через соответствующие протоки выводятся во внутренние полости организма: поджелудочная железа и половые железы (яички и яичники).

**Гуморальная регуляция** — координация физиологических функций организма с помощью биологически активных веществ через кровь, лимфу или тканевую жидкость.

**Гормоны** — низкомолекулярные биологически активные вещества, которые образуются специализированными железами и транспортируются с током крови, лимфы или через тканевую жидкость в ткани-мишени.

Эндокринная система имеет иерархическую структуру, в которой гипоталамус через гипофиз контролирует активность остальных желёз.

**Гипоталамус** — высший центр нейрогуморальной регуляции. В нём синтезируются релизинг-факторы (вещества, влияющие на образование гормонов гипофиза) и два гормона — вазопрессин и окситоцин.



**Гипофиз** расположен в головном мозге, он синтезирует до 25 гормонов, которые влияют на различные функции:

- **адренокортикотропный** гормон регулирует высвобождение адреналина корой надпочечников;
- **лютеинизирующий** гормон регулирует синтез половых гормонов гонадами;
- **фолликулостимулирующий** гормон контролирует созревание половых клеток;
- **лактатотропный** гормон (пролактин) стимулирует образование и выделение молока молочными железами;
- **соматотропный** гормон (соматотропин, или гормон роста) стимулирует синтез белка и процессы роста, особенно конечностей; избыток приводит к гигантизму или акромегалии (удлинению конечностей), а недостаток — к карликовости.
- **тиреотропный** гормон (ТТГ) регулирует синтез тиреоидных гормонов щитовидной железой и её рост.

**Щитовидная железа** расположена в области шеи. Она синтезирует **тироксин**, который регулирует метаболизм. Избыток гормона вызывает **базедову болезнь** (увеличение щитовидной железы, повышенная возбудимость), а недостаток — **микседему** (слизистый отёк, астения, снижение кровяного давления, температуры тела и др.).

**Паращитовидные (околощитовидные) железы** — парные мелкие железы, расположенные на задней поверхности щитовидной железы. Синтезируют **паратгормон**, который контролирует уровень кальция в крови.

**Надпочечники** расположены на верхней стороне почек. Во внешнем корковом слое синтезируются **кортикостероиды**, стимулирующие метаболизм и минеральный обмен. Клетки внутреннего мозгового слоя продуцируют **адреналин**, который усиливает распад гликогена, стимулирует повышение давления крови путём сужения просвета сосудов, ускоряет и усиливает сердцебиение.



**Эпифиз**, или **шишковидное тело**, является частью среднего мозга. Продуцирует **мелатонин**, который влияет на пигментацию кожи, и **серотонин**, контролирующий суточные ритмы активности.

**Поджелудочная железа** расположена позади желудка и близко к двенадцатиперстной кишке. Синтезирует **инсулин** (стимулирует синтез гликогена в клетках печени и мышц и способствует снижению концентрации глюкозы в крови) и его антагониста — **глюкагон**.

Мужские половые железы, **семенники (яички)**, продуцируют андрогены — гормоны, контролирующие развитие первичных половых признаков и активность мужской половой системы.

Женские половые железы, **яичники**, синтезируют эстрогены — гормоны, определяющие развитие половых признаков, стимулирующие созревание половых клеток, их подготовку к оплодотворению, контролирующие имплантацию зародыша в стенку матки, рост и развитие плода, а также процесс родовой деятельности.

1

Установите соответствие между железами и группами, к которым они относятся. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ЖЕЛЕЗЫ****ГРУППЫ ЖЕЛЁЗ**

А) поджелудочная

1) эндокринные

Б) щитовидная

2) экзокринные

В) яичник

3) железы смешанной секреции

Г) молочные

Д) печень

Е) гипофиз

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





2

Установите соответствие между железами и гормонами, которые они продуцируют. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ЖЕЛЕЗЫ****ГОРМОНЫ**

- А) гипофиз
- Б) надпочечники
- В) поджелудочная железа
- Г) яичники
- Д) гипоталамус
- Е) щитовидная железа

- 1) инсулин
- 2) тироксин
- 3) вазопрессин
- 4) кортикостероиды
- 5) эстрогены
- 6) соматотропин

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**АНАЛИЗАТОРЫ, ИЛИ СЕНСОРНЫЕ СИСТЕМЫ**

**Анализаторы**, или **сенсорные системы**, — структуры, осуществляющие восприятие, передачу и анализ сигналов, полученных из внешнего окружения и внутренней среды организма.

**Структура сенсорной системы:**

- **рецептор** — специализированное образование, которое выполняет функцию восприятия раздражителя и преобразования полученного сигнала в нервный импульс;
- **нервные пути** — нервы, по которым нервный импульс передаётся в соответствующий отдел ЦНС;
- **отдел ЦНС** — совокупность нейронов коры головного мозга, анализирующих раздражитель.





**Орган зрения.** Зрение обеспечивает большую часть информации, поступающей из внешнего мира. Орган зрения — глаз. Внутри глазного яблока находится стекловидное тело, а снаружи его окружают три оболочки:

- **склера** — внешняя плотная белковая оболочка, которая спереди переходит в прозрачную **роговицу**;
- **сосудистая оболочка** спереди переходит в ресничное тело, которое поддерживает **хрусталик** и регулирует его кривизну, и **радужную оболочку**;
- **сетчатка** — внутренняя оболочка, состоящая из слоя пигментных клеток и примыкающих к ним фоторецепторных клеток.

На ярком свету зрачок (отверстие в радужной оболочке) маленький, а при снижении интенсивности освещения он расширяется.

Фоторецепторы делятся на два типа:

- **палочки** обеспечивают сумеречное зрение;
- **колбочки** формируют цветное зрение. Существует три вида колбочек, которые воспринимают красный, зелёный и синий диапазоны видимого света.

Напротив зрачка находится **жёлтое пятно** — зона наибольшей остроты зрения (максимальное количество колбочек). Недалеко находится **слепое пятно**, в котором нет фоторецепторов, так как в этом месте аксоны нервных клеток, принимающих сигналы от фоторецепторов, формируют зрительный нерв.

**Нарушение зрения.** Изменение формы глазного дна приводит к нарушению зрения. Удлиненное глазное яблоко является причиной **близорукости** (люди плохо видят удалённые предметы). Укороченное глазное яблоко приводит к обратному результату — **дальнозоркости** (люди хорошо видят удалённые предметы, а близкие — расплывчато). Нарушение функционирования колбочек определённого типа приводит к **дальтонизму**, или цветовой слепоте, — неправильному цветовосприятию.



**Орган слуха** состоит из трёх отделов:

- **наружное ухо** — ушная раковина, фокусирующая звуковую волну в наружный слуховой проход;
- **среднее ухо** ограничено от наружного уха барабанной перепонкой. В полости находятся три слуховые косточки — **молоточек**, **наковальня** и **стремячко**. Молоточек упирается в барабанную перепонку, а стремячко — в перепонку овального окна внутреннего уха;
- **внутреннее ухо** состоит из улитки, формирующей спиральный лабиринт, и полукружных каналов. В лабиринте улитки находятся несколько сот туго натянутых мембран, которые резонируют при разных частотах звуковых волн. Колебание мембран передаётся на соответствующие слуховые рецепторы. Полукружные каналы выполняют функции органа равновесия.

**Орган равновесия** представлен тремя полукружными каналами, расположенными перпендикулярно относительно друг друга, и двумя мешочками — овальным и круглым. Полукружные каналы воспринимают направление и скорость изменения положения головы. Овальный мешочек реагирует на наклоны головы в вертикальном направлении, а круглый — на наклоны в стороны.

**Орган вкуса.** Вкусовые ощущения воспринимаются вкусовыми рецепторами — вкусовыми почками, которые расположены на вкусовых сосочках слизистой языка. Вкусовые рецепторы бывают четырёх основных типов, которые расположены в определённых зонах языка: сладкий вкус определяется кончиком языка, солёный — кончиком и боковыми сторонами, кислый — боковыми сторонами, горький — задней частью языка.

**Орган обоняния.** Обонятельные рецепторы расположены на слизистой оболочке в верхней задней части носовой полости. Количество типов обонятельных рецепторов и как они соответствуют структуре пахучих веществ,





точно не выяснено. Есть гипотеза, что существует семь основных запахов: камфарный, мускусный, цветочный, мятный, эфирный, острый (едкий) и гнилостный.

**Мышечное чувство (проприорецепция).** Способность определять положение частей собственного тела относительно друг друга достигается благодаря многочисленным рецепторам, которые локализованы в мышцах, сухожилиях и связках. Мышечное чувство позволяет человеку принимать желаемое положение тела, не контролируя этот процесс визуально.

**Осязание.** По всей поверхности кожи и на слизистых оболочках расположено множество рецепторов, обеспечивающих тактильную чувствительность (прикосновение, давление), восприятие температуры (холод, тепло), а также болевые ощущения.

1

Установите соответствие между терминами и опорными выражениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ТЕРМИНЫ**

- А) слепое пятно
- Б) жёлтое пятно
- В) сетчатка
- Г) близорукость
- Д) дальнозоркость
- Е) дальтонизм

**ОПОРНЫЕ ВЫРАЖЕНИЯ**

- 1) нарушение цветовосприятия
- 2) удлинённое глазное яблоко
- 3) максимальная концентрация колбочек
- 4) формирование зрительного нерва
- 5) укороченное глазное яблоко
- 6) слой пигментных клеток и фоторецепторов

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## ВЫСШАЯ НЕРВНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ

**Высшая нервная деятельность** (ВНД) — совокупность нервных процессов, включающая условные и безусловные рефлексы и высшие психические функции, которые происходят в высших отделах центральной нервной системы, обеспечивают адекватное поведение человека (или животного) и способствуют адаптации к изменяющимся условиям.

**Рефлекс** является основной формой деятельности нервной системы и представляет собой стереотипную реакцию живого организма на раздражитель, которая происходит с участием нервной системы.

**Безусловные рефлексы** — стереотипные, генетически закреплённые (врождённые) реакции организма на внутренние и внешние раздражители, осуществляемые с участием центральной нервной системы и характерные для всех представителей вида: пищевые, оборонительные, половые, ориентировочные.

**Условные рефлексы** — индивидуально приобретённые приспособительные реакции животных и человека, которые возникают при действии определённых раздражителей и могут исчезать в случае их отсутствия. Условные рефлексы формируются на базе безусловных с участием высших отделов мозга.

При взаимодействии организма со средой возможно устойчивое изменение поведения в результате **научения**. Важность этого явления заключается в возможности адаптации к изменяющимся условиям путём изменения поведения.

Развитию умственной деятельности у человека способствовало возникновение речи как средства коммуникации. **Речь** — вид коммуникативной деятельности с использованием средств **языка**, который представляет



собой знаковую систему и является социальным средством хранения и передачи информации.

Человек использует слова как языковые сигналы, обозначающие живые и неживые объекты окружающего мира, явления, действия, абстрактные понятия и др. Любое знакомое слово вызывает у человека соответствующий образ, в отсутствие того, что это слово обозначает. Умение оперировать абстрактными образами привело к возникновению второй сигнальной системы, понятие которой ввёл И. П. Павлов.

**Первая сигнальная система** — условно-рефлекторная деятельность нервной системы, связанная с непосредственным восприятием сигналов через рецепторы. Эта система развита практически у всех животных, обладающих нервной системой.

**Вторая сигнальная система** основана на способности человека формировать отвлечённый от обстоятельств образ. Сигналами этой системы являются речь, письмо, рисунки, жесты, мимика и другие формы коммуникации.

1 Установите соответствие между характеристиками рефлексов и их видами. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКА**

- А) врождённые
- Б) приобретённые
- В) затухают без подкрепления
- Г) сохраняются без подкрепления
- Д) индивидуальные
- Е) характерны для вида

**РЕФЛЕКСЫ**

- 1) безусловные
- 2) условные

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

**Эволюция** — необратимый естественный процесс развития живой природы, который сопровождается изменением живых организмов и среды их обитания.



### Вид и популяция

**Вид** — совокупность особей, сходных по морфологическим и физиологическим признакам, особенностям жизнедеятельности, имеющих общее происхождение, свободно скрещивающихся между собой в природе и дающих плодовитое потомство.

**Популяция** — совокупность особей одного вида, занимающих определённую территорию относительно обособленно от других групп особей того же вида, в пределах ареала распространения вида.

**Ареал** — территория распространения организмов определённого вида или иных таксономических групп.

Важной характеристикой популяции является её **генофонд** — совокупность всех генов и их вариаций (аллелей), встречающихся в этой популяции.

С течением времени в генотипах живых организмов под действием ряда факторов происходят события (появление мутаций), которые приводят к изменению генофонда. Если между особями соседних популяций одного вида прекратится обмен генетическим материалом, то в каждой из них изменения аллельных частот будут происходить независимо, что в итоге приведёт к существенным различиям в генофондах и образованию новых видов. Таким образом, события, которые приводят





к появлению новых видов, происходят на уровне популяции — **элементарной единицы эволюции**. Совокупность эволюционных процессов, которые происходят в популяциях, называют **микрорезволюцией**.

**Видообразование** — направляемый естественным отбором процесс изменения генофонда, ведущий к образованию новых видов.

Появление новых видов сопровождается любой формой репродуктивной изоляции популяций:

- **аллопатрическое**, или **географическое**, видообразование — образование новых видов вследствие пространственной (географической) изоляции популяций в результате возникновения физических преград (горные хребты, моря, реки и т. п.) или расселения в новые места обитания;
- **симпатрическое**, или **биологическое**, видообразование — образование новых видов, связанное с любой формой репродуктивной изоляции, при которой новые виды могут возникать внутри ареала исходного вида.

1

Все перечисленные ниже характеристики, кроме двух, подходят для доказательства того, что две группы особей относятся к одному виду. Определите две характеристики, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) морфологическое сходство
- 2) одинаковый химический состав
- 3) занимают разные ареалы
- 4) могут скрещиваться между собой
- 5) дают плодовитое потомство



Ответ: \_\_\_\_\_



## Развитие эволюционных идей

**Креационизм** — жизнь на Земле во всём многообразии создана божеством и существует со дня сотворения в неизменном виде.

**Трансформизм** — не отрицает сотворения мира, но предполагает возможность развития видов, в процессе которого увеличивается биологическое разнообразие без изменения уровня сложности жизни.

**Эволюционизм** — система научных представлений о естественном зарождении и прогрессивном развитии живых организмов в процессе органической эволюции от самых примитивных до наиболее совершенных.

**Жан Батист Ламарк**, один из первых эволюционистов, признавал фундаментальный постулат эволюционизма, но придерживался двух принципиальных заблуждений о свойствах живого:

- стремление организмов к совершенству — повышению уровня организации вне зависимости от внешних условий (**закон градации**);
- возникновение полезных признаков путём упражнения органов (**закон упражнения и неупражнения органов и наследования благоприобретённых признаков**).

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют основным положениям теории Ламарка. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Все живые организмы, во всём их многообразии и разного уровня сложности, произошли от одного или нескольких простых существ. (2) Существует «идеал»



каждого вида, который может изменяться под влиянием внешних условий. (3)Элементарным материалом эволюции является наследственная изменчивость. (4)Все живые организмы стремятся к повышению уровня организации вне зависимости от внешних условий. (5)Полезные признаки организмов возникают путём упражнения органов. (6)Жизнь возникла длительным естественным путём, а самозарождение невозможно.

Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между характеристиками развития живой природы и теориями развития жизни. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ХАРАКТЕРИСТИКА**

- А) увеличивается многообразие жизни без изменения уровня сложности
- Б) естественное зарождение жизни путём биохимической эволюции
- В) прогрессивное развитие живых организмов
- Г) многообразие и сложность жизни не изменяются
- Д) божественное сотворение жизни, виды изменяются
- Е) виды неизменны

**ТЕОРИИ**

- 1) креационизм
- 2) трансформизм
- 3) эволюционизм



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## Теория эволюции Ч. Дарвина



### ПРЕДПОСЫЛКИ ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ Ч. ДАРВИНА

Предпосылками к созданию эволюционной теории были труды ряда исследователей в разных областях, а также успехи селекции растений и животных в Великобритании.

- **Жорж Кювье** — живой мир изменяется в процессе исторического развития.
- **Чарлз Лайель** — история развития Земли насчитывает, по крайней мере, десятки миллионов лет (по современным представлениям — более 4,5 млрд).
- **Томас Мальтус** — идея о **борьбе за существование**: увеличение народонаселения в геометрической прогрессии при ограниченности ресурсов неизбежно ведёт к бедности, голоду и социальным потрясениям. Впервые употребил этот термин, который впоследствии Дарвин использовал при изложении своей теории.
- Успехи **селекции** растений и животных продемонстрировали потенциал наследственной изменчивости организмов.

Во время кругосветного путешествия на судне «Бигль» (1831–1836) Чарлз Дарвин собрал огромный материал, который он использовал для доказательства эволюционного процесса. Наиболее важными наблюдениями были:

- сходство флоры и фауны материковой части Южной Америки и ближайших островов;
- разнообразие и распространение вьюрков и черепах на Галапагосских островах;
- ископаемые гигантские ленивцы Южной Америки;
- уникальность животного мира Австралии (сумчатые кенгуровые крысы и утконос).





## ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ТЕОРИИ ЭВОЛЮЦИИ Ч. ДАРВИНА

Основные положения теории, изложенные Дарвином в работе «Происхождение видов путём естественного отбора» (1859):

- виды характеризуются **наследственной изменчивостью**, которая выражается наличием индивидуальных различий между особями одного вида;
- появление новых признаков (индивидуальных различий) в популяции является случайным процессом, они возникают ненаправленно, под действием внешних факторов;
- организмы размножаются в геометрической прогрессии, но ограниченность жизненных ресурсов приводит к конкуренции между особями одного или разных видов за источники питания, жизненное пространство, успешное размножение. Дарвин называет это явление **борьбой за существование**;
- различия между особями одного вида могут способствовать тому, что часть из них окажется более приспособленной к определённым условиям, чем другие. В результате лучшей приспособленности такие особи имеют больше шансов на выживание и оставление потомства. Это явление называют **естественным отбором**;
- **особь** является **единицей отбора** (она выживает или нет), но эволюционировать может только группа. Элементарной **единицей эволюции** является **популяция**. Естественный отбор в двух изолированных популяциях, которые находятся в разных условиях, может привести к дивергенции признаков и к возникновению новых видов.

Таким образом, основными движущими силами эволюции по Дарвину являются **наследственная изменчивость**, **борьба за существование** и **естественный**



**отбор.** Наследственная изменчивость, которая является следствием **мутаций**, является материалом для отбора. Естественный отбор — это результат борьбы за существование, в процессе которой выживают более приспособленные особи.

## Формы естественного отбора

**Естественный отбор** — главная движущая сила эволюционного процесса, обеспечивающая выживание наиболее приспособленных особей, оставление ими потомства и гибель наименее приспособленных.

- **Стабилизирующий отбор** — отбор, направленный на закрепление признаков, наиболее соответствующих данным условиям существования (средняя масса новорождённого составляет 3500 г).
- **Движущий отбор** — возникает в ответ на изменения условий среды, при которых преимущество приобретают особи, имеющие мутации, в большей степени соответствующие новым условиям существования (явление **индустриального меланизма** — увеличение в популяции берёзовой пяденицы темнокрылых особей в промышленных районах Англии).
- **Разрывающий (дизруптивный) отбор** — отбор, способствующий сохранению крайних вариантов признака и удалению промежуточных, что приводит к возникновению полиморфизма в популяции (сохранение на сенокосных лугах раннецветущих и позднецветущих растений большой погремек).

## Виды борьбы за существование

**Борьба за существование** — совокупность сложных взаимосвязей между особями одного и разных видов за источники питания, жизненное пространство и возможность успешного размножения, а также с абиотическими факторами окружающей среды.





Виды борьбы за существование (по Ч. Дарвину):

- **внутривидовая борьба** наблюдается между особями одного вида, связана с избыточным размножением и конкуренцией за источники пищи, территории, укрытия, оставление потомства и др.;
- **межвидовая борьба** происходит между особями разных видов, может осуществляться как взаимная конкуренция, так и одностороннее использование одного вида другим (хищник — жертва, паразит — хозяин и др.);
- **борьба с неблагоприятными условиями** направлена на приобретение морфологических особенностей и формирование адаптивных механизмов, позволяющих организмам приспосабливаться к условиям окружающей среды и успешно конкурировать с менее приспособленными видами в освоении территорий.

1

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют основным положениям теории Дарвина. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1)Виды характеризуются наследственной изменчивостью. (2)Появление новых признаков происходит под действием внешних факторов и объясняется их целесообразностью. (3)Борьба за существование является следствием избыточного размножения и ограниченности жизненных ресурсов. (4)Давление естественного отбора прямо пропорционально целесообразности возникающих признаков. (5)Популяция является единицей отбора, а вид — элементарной единицей эволюции. (6)Репродуктивная изоляция двух популяций может привести к возникновению новых видов.

Ответ: \_\_\_\_\_



2

Установите соответствие между признаками и видами естественного отбора, которые способствовали их возникновению. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРИЗНАКИ**

- А) количество яиц в кладке птиц
- Б) наличие в популяции особей с крайними размерами
- В) средний размер крыльев
- Г) белая кровь ледяной рыбы
- Д) длинная шея жирафа
- Е) полиморфизм лягушек

**ВИДЫ ОТБОРА**

- 1) стабилизирующий
- 2) движущий
- 3) дизруптивный

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



## Синтетическая теория эволюции

Открытие и последующее переоткрытие законов Менделя позволило понять дискретность наследственной информации и объяснить сущность **гена** как элементарной единицы наследственной информации. Последующие успехи генетической науки дали возможность объяснить сущность эволюционного процесса на новом, молекулярно-генетическом уровне.

**Синтетическая теория эволюции** (СТЭ) — комплекс представлений об эволюционном процессе, основанный на объединении эволюционной теории Дарвина, генетики популяций и молекулярной биологии.





### **Основные положения синтетической теории эволюции:**

1. Элементарный материал эволюции — наследственная изменчивость (мутационная и комбинативная) у особей популяции. (Особь — единица отбора.)
2. Элементарная единица эволюции — популяция, в которой происходят микроэволюционные процессы.
3. Элементарное эволюционное событие — стойкое изменение генных частот в популяции.
4. Элементарные факторы эволюции — дрейф генов, волны жизни, поток генов, мутации — имеют ненаправленный, случайный характер.
5. Направленный фактор эволюции — естественный отбор (отбор особей по приспособленности).
6. Эволюция имеет дивергентный характер. На основе одного таксона может возникнуть несколько новых.
7. Эволюция имеет постепенный и продолжительный характер. Видообразование является сменой одной популяции последовательностью других временных популяций.
8. Различают два вида эволюционного процесса: микроэволюция и макроэволюция. Макроэволюция не имеет собственных механизмов и осуществляется за счёт микроэволюционных механизмов.
9. Любая систематическая группа может находиться в стадии биологического прогресса (процветать) или биологического регресса (вымирать).
10. Биологический прогресс достигается путём ароморфоза, идиоадаптации или общей дегенерации.
11. Основные закономерности эволюции — необратимый характер, прогрессивное усложнение форм жизни и развитие приспособленности видов к среде обитания. Эволюция является ненаправленным случайным процессом и не имеет конечной цели.



**Элементарные факторы эволюции** — события и процессы, которые приводят к изменению генофонда популяции. К ним относятся: мутационный процесс, комбинативная изменчивость, популяционные волны, дрейф генов, поток генов, изоляция, естественный отбор.

**Мутационный процесс** — элементарный эволюционный фактор, связанный с возникновением мутаций под воздействием внешних и внутренних факторов, благодаря которому поддерживается генетическая неоднородность популяции.

**Комбинативная изменчивость** — форма наследственной изменчивости, обусловленная возникновением нового сочетания генов у потомков в результате трёх событий: рекомбинации генов в процессе кроссинговера, независимого расхождения хромосом во время мейоза, случайного слияния гамет при оплодотворении.

**Популяционные волны** — элементарный эволюционный фактор, который существенно и случайно приводит к изменению частот редких аллелей и генотипов в популяции в результате периодических или непериодических изменений численности и плотности популяции под влиянием разных факторов (изменения количества пищи, нарушения условий обитания, размножения вредителей или хищников и др.).

**Дрейф генов** — ненаправленные случайные изменения частот аллелей генов в популяции, не связанные с естественным отбором. Этот процесс связан с глобальными изменениями условий среды (пожары, наводнения, землетрясения, пандемии), вызвавшими резкое снижение численности вида (эффект бутылочного горлышка) или с заселением новой географической территории малым количеством особей вида (эффект основателя).

**Поток генов** — перенос аллелей генов из одной популяции в другую, связанный с миграцией отдельных особей или групп.





**Изоляция** — возникновение барьеров (географических, экологических, поведенческих, репродуктивных и др.), затрудняющих или делающих невозможным скрещивание особей различных популяций:

- **географическая** — изоляция, возникающая в результате возникновения физических барьеров, разделяющих ареал;
- **биологическая** — изоляция, являющаяся следствием возникновения различий между группами особей в пределах одного вида, которые препятствуют свободному скрещиванию (разделение экологических ниш, размножение в разные сроки, особенности поведения, расхождение в структуре органов размножения, несовместимость половых клеток и др.).

1

Все перечисленные ниже положения, кроме двух, являются положениями синтетической теории эволюции. Определите два положения, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) Элементарное эволюционное событие — возникновение мутаций, создающих наследственную изменчивость.
- 2) Элементарное эволюционное событие — стойкое изменение генных частот в популяции.
- 3) Элементарные факторы эволюции — дрейф генов, волны жизни, поток генов, мутации — имеют ненаправленный, случайный характер.
- 4) Эволюция имеет постепенный и продолжительный характер.
- 5) Эволюционный процесс осуществляется скачкообразно.



Ответ: \_\_\_\_\_



2

Прочитайте текст. Выберите три предложения, которые соответствуют определениям факторов эволюции. Запишите **цифры**, под которыми они указаны.



(1) Мутационный процесс является ненаправленным элементарным эволюционным фактором, который связан с возникновением мутаций. (2) Популяционные волны — ненаправленный элементарный фактор эволюции, который существенно и случайно приводит к изменению частот редких аллелей и генотипов в популяции в результате периодических или непериодических изменений численности и плотности популяции под влиянием внешних факторов. (3) Комбинативная изменчивость — направленный фактор эволюции, связанный с возникновением нового сочетания генов у потомков. (4) Поток генов является процессом направленного изменения частот аллелей генов в популяции, не связанным с естественным отбором. (5) Дрейф генов обеспечивает перенос аллелей генов из одной популяции в другую путём миграции отдельных особей или групп. (6) Изоляция — возникновение географических и биологических барьеров, затрудняющих или делающих невозможным скрещивание особей из разных популяций.

Ответ: \_\_\_\_\_



## ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ

**Палеонтологические доказательства** **получают** на основании анализа ископаемых останков организмов, которые показывают, как изменялись организмы в процессе эволюции живой





природы на Земле. Очень важными являются ископаемые организмы, в строении которых совмещаются признаки эволюционно более древних и более молодых групп организмов. Такие организмы называют **переходными формами**. Наиболее известными переходными формами являются акантостега (рыбы → земноводные), археоптерикс (пресмыкающиеся → птицы), зверозубые ящеры (пресмыкающиеся → млекопитающие).

**Сравнительно-анатомические, или морфологические, доказательства** получают при выявлении сходства в строении тела организмов разных групп. Любая новая группа организмов в процессе эволюции возникает на основе уже существующей, поэтому, чем ближе организмы в эволюционном отношении, тем большее сходство между ними обнаруживается. Эволюционную преемственность структурных элементов у различных организмов можно проследить при изучении гомологичных и аналогичных органов, рудиментов и атавизмов.

**Атавизм** — проявление признаков, не характерных для данного вида, но свойственных его отдалённым предкам. Например, у человека были отмечены случаи рождения детей с хвостовым отростком, а у некоторых развивался избыточный волосяной покров на теле.

**Рудиментарные органы (рудименты)** — недоразвитые по сравнению с предковыми формами структуры, которые утратили своё основное значение в процессе эволюции. Примерами рудиментов у человека является аппендикс (червеобразный отросток слепой кишки), зубы мудрости, копчик (хвостовые позвонки).

**Гомологичные органы (части)** — сходные по строению, положению в организме и развитию органы (части) сравниваемых биологических объектов. Например, передние конечности у наземных позвоночных развиваются из одинаковых зародышевых листков и расположены



в передней части тела за головой. Однако принципиально схожие по строению конечности у разных групп используются для разных задач: хватательные конечности приматов, роющие конечности крота, плавники китообразных, лапы ластоногих, крылья птиц и т. д.

**Аналогичные органы** — структуры, сходные по внешнему виду и выполняющие одинаковые функции у разных групп организмов, но различные по строению и происхождению. Например, крылья насекомых и птиц, глаза позвоночных и головоногих моллюсков, плавники рыб, китообразных и ихтиозавра.

Гомологичные и аналогичные органы показывают особенности протекания эволюционного процесса.

- **Дивергентная эволюция (дивергенция)** протекает на основе общего плана строения в разных адаптивных зонах. Под действием разных условий внешней среды одинаковые органы приобретают различные морфологические черты и функции.
- **Конвергентная эволюция (конвергенция)** осуществляется на основе разных планов строения в одной адаптивной зоне. В похожих условиях разные органы могут приобрести сходные черты и функции.

**Биогеографические доказательства** основываются на закономерностях распространения организмов на поверхности Земли. Живые организмы занимают не все потенциально приемлемые территории, так как каждый новый вид появляется на основе конкретной популяции, а затем расселяется от исходного ареала на территории с подходящими условиями. На распространение видов значительное влияние оказало движение земной коры. В Австралии, которая первая отделилась от Пангеи, преобладают **эндемичные** виды растений и животных (однопроходные и сумчатые). В районах, где продолжительное время (сотни миллионов лет) сохранялись





относительно стабильные условия, можно обнаружить **реликтовые** виды (растение **гинкго**, кистепёрая рыба **латимерия**).

### **Сравнительно-эмбриологические доказательства.**

Карл Бэр показал, что на ранних стадиях эмбриогенеза появляются общие признаки и затем формируются специфические признаки, характерные для конкретной группы животных. Эти наблюдения легли в основу **закона зародышевого сходства**: «Чем более ранние стадии индивидуального развития сравниваются, тем больше сходства удаётся обнаружить».

Эрнст Геккель считал, что животные в индивидуальном развитии (онтогенезе) повторяют основные этапы филогенеза — исторического развития вида. На основании этого он сформулировал **биогенетический закон**: «Онтогенез есть рекапитуляция филогенеза».

### **Биохимические доказательства:**

- тела всех живых организмов состоят из сходных химических соединений, преобразование которых осуществляется в процессе метаболических механизмов, имеющих общие принципы;
- различия между группами живых организмов по химическому составу и особенностям метаболизма соответствуют их филогенетической удалённости.

**Молекулярно-генетические** доказательства основаны на универсальности генетического кода и гомологии первичной структуры белков и нуклеиновых кислот. Эти доказательства являются наиболее важными, поскольку демонстрируют постепенность эволюционного процесса (накопление мутаций и изменение генных частот в популяциях) и позволяют точное воссоздание филогенетического древа, решая спорные вопросы эволюционной науки.



1

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Рудиментарными признаками человека являются

- 1) копчик
- 2) хвостовидный придаток
- 3) зубы мудрости
- 4) аппендикс
- 5) ногти
- 6) избыточное оволосение кожи



Ответ: \_\_\_\_\_

2

Установите соответствие между парами органов и типом органов. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПАРЫ ОРГАНОВ****ТИП ОРГАНОВ**

- А) крылья мухи и синицы
- Б) передний плавник дельфина и роющая конечность крота
- В) зубы человека и плакоидная чешуя акулы
- Г) глаз зайца и глаз кальмара
- Д) колючки кактуса и лист осины
- Е) крылья птицы и летучей мыши

- 1) аналогичные
- 2) гомологичные



Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

3

Выберите два верных ответа из пяти и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Пары признаков, которые являются демонстрацией конвергентной эволюции, — это





- 1) передние конечности крота и медведки
- 2) передние конечности шимпанзе и человека
- 3) плавники акулы и карася
- 4) плавники дельфина и моржа
- 5) плавники белухи и ихтиозавра

Ответ: \_\_\_\_\_



## МАКРОЭВОЛЮЦИЯ

**Макроэволюция** — совокупность эволюционных процессов формирования надвидовых систематических единиц (родов, семейств, типов, отделов), в основе которых

лежат движущие силы, характерные для микроэволюции.

Микроэволюционные процессы, как известно, происходят в популяциях. После возникновения нового вида на основе одной из популяций исходного вида эволюционные процессы продолжают в популяциях нового вида и т. д. Со временем различия между новыми видами, возникшими от разных предков, будут значительно больше, чем между видами, имеющими одного предка. Это приведёт к тому, что возникнут группы видов, которые по ряду признаков можно объединить в таксоны более высокого порядка — рода. Аналогичным образом возникают таксоны более высоких уровней.

**Биологический прогресс** является результатом успеха вида в борьбе за выживание и характеризуется увеличением численности, расширением ареала и повышением внутривидовой изменчивости, приводящей к появлению новых видов.

**Биологический регресс** наблюдается при низкой приспособленности организмов к среде обитания, которая приводит к уменьшению численности, сокращению ареала и вымиранию вида.



Биологический прогресс достигается путём ароморфоза, идиоадаптации и общей дегенерации.

**Ароморфоз** — прогрессивное эволюционное морфофизиологическое преобразование организмов, которое приводит к повышению уровня их организации, что позволяет расширить возможности для приспособления к разнообразным условиям существования.

**Идиоадаптация** — частное морфофизиологическое приспособление, повышающее приспособляемость к специальным условиям среды, но не изменяющее уровня организации. Идиоадаптации позволяют генетически близким видам расселяться по разным климатическим зонам и занимать широкий спектр экологических ниш.

Распространённым видом адаптации является **мимикрия** — сходство одного организма по окраске и форме с другим организмом или с неодушевлённым объектом, что способствует выживанию вида в борьбе за существование.

**Дегенерация** — упрощение организмов в процессе эволюции, сопровождающееся потерей определённых функций, органов или систем органов.

1

Все перечисленные ниже признаки, кроме двух, являются ароморфозами растений. Определите два признака, «выпадающие» из общего списка, и запишите **цифры**, под которыми они указаны.

- 1) наличие цветка
- 2) сокращение гаплоидной фазы
- 3) колючки кактуса
- 4) клубни картофеля
- 5) редукция гаметофита



Ответ: \_\_\_\_\_





2

Установите соответствие между признаками и путями эволюции, в результате которых они появились. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

## ПРИЗНАКИ

- А) плавники пингвина  
 Б) альвеолярные лёгкие  
 В) лопастеподобный хвост бобра  
 Г) отсутствие хлорофилла у покрытосемянных  
 Д) глаза крота  
 Е) теплокровность животных

ПУТИ  
ЭВОЛЮЦИИ

- 1) ароморфоз  
 2) идиоадаптация  
 3) дегенерация

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

ГИПОТЕЗЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

Наиболее известные гипотезы о возникновении жизни:

- **креационизм** — жизнь на Земле была создана верховным божеством, жизнь во всём её многообразии существует со дня сотворения в неизменном виде (сторонником креационизма был Карл Линней);
- **теория самозарождения** — в окружающей материи есть активное начало, способное создавать живые организмы (Аристотель, Я. Б. ван Гельмонт, Ж. Б. Ламарк);
- **теория стационарного состояния** — жизнь не возникла, а существовала всегда, практически в неизменном виде;



- **теория панспермии** — предполагает взеземное происхождение жизни, которая затем была занесена на Землю в виде спор, бактерий или разумными пришельцами, но не объясняет возможные механизмы возникновения жизни как таковой;
- **теория биохимической эволюции** — возникновению жизни предшествовала биохимическая эволюция, в процессе которой органические соединения возникли из неорганических. Автор гипотезы Александр Иванович Опарин считал, что условия на Земле в период её формирования способствовали высокой химической активности. Насыщенность атмосферы газами (метан, аммиак, углекислый газ, пароводяная вода), высокая температура, электрические разряды, ионизирующее излучение и отсутствие кислорода были причиной образования и накопления простых органических соединений, которые впоследствии послужили блоками для синтеза более сложных полимерных веществ. Органика постепенно накапливалась на поверхности Земли и в первичном океане и формировала сгустки — коацерватные капли. Первичные этапы биохимической эволюции были экспериментально доказаны в 1953 г. Стэнли Миллером совместно с его учителем Гарольдом Юри. Однако дальнейшие события, которые привели к возникновению самореплицирующихся органических систем, давших начало первичным клеткам, не вполне понятны.

1

Установите соответствие между гипотезами возникновения жизни на Земле и их сторонниками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



**СТОРОННИКИ ГИПОТЕЗ**

- А) А. И. Опарин
- Б) Я. Б. ван Гельмонт
- В) Стэнли Миллер
- Г) Аристотель
- Д) Карл Линней
- Е) Жан Батист Ламарк

**ГИПОТЕЗЫ  
ВОЗНИКНОВЕНИЯ  
ЖИЗНИ**

- 1) креационизм
- 2) теория самозарождения жизни
- 3) теория биохимической эволюции

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**ОСНОВНЫЕ АРОМОРФОЗЫ  
В ЭВОЛЮЦИИ РАСТЕНИЙ  
И ЖИВОТНЫХ****Ароморфозы на ранних стадиях эволюции (прокариоты)**

- Возникновение автотрофных способов питания — хемосинтеза, а затем фотосинтеза.
- Развитие кислородного фотосинтеза у цианобактерий.
- Появление кислородного дыхания.
- Разделение прокариотических организмов на два домена: Бактерии и Археи.
- Увеличение площади мембран и развитие механизмов управления мембранами у Архей.
- Разделение клетки на компартменты — появление клеточных органелл.
- Возникновение эндоцитоза (фагоцитоза) — способность захватывать пищевые частицы с образованием пищеварительной вакуоли.
- Эндосимбиотическое происхождение эукариот.



### Общие ароморфозы эукариот

- Увеличение количества хроматина.
- Возникновение механизмов конденсации хроматина и появление неактивной части хроматина — гетерохроматина.
- Возникновение многоклеточности и дифференциации клеток.
- Появление диплоидности.
- Возникновение полового размножения.

### Основные ароморфозы растений

- Появление дифференцированных тканей (покровные, механические, проводящие) у наземных растений.
- Появление органов у наземных растений (стебель с чешуевидными листьями у листостебельных мхов).
- Появление полноценных придаточных корней у плаунов, хвощей и папоротников.
- Появление листьев с широкими листовыми пластинками у папоротников.
- Чередование гаплоидного (полового) и диплоидного (бесполого) поколений.
- Сокращение гаплоидной фазы развития у высших растений.
- Редукция гаметофита у семенных растений. Появление семязачатка, в котором развивается женский гаметофит. Преобразование мужского гаметофита в пыльцевое зерно.
- Возникновение процесса опыления с помощью ветра.
- Появление семени с дифференцированным зародышем и эндоспермом.
- Возникновение генеративного органа — цветка (семязачаток закрыт тканями плодолистика).
- Возникновение приспособлений для опыления цветка животными.
- Появление двойного оплодотворения.
- Возникновение плода.





### Основные ароморфозы животных

- Появление двуслойного зародыша у кишечнорастворимых (эктодерма и энтодерма).
- Появление третьего зародышевого листка (мезодермы) у плоских червей.
- Возникновение дифференцированных тканей, органов и систем органов.
- Появляется первичная полость тела (схизоцель) у круглых червей.
- У кольчатых червей возникает вторичная полость тела (целом).
- Формирование у многощетинковых червей примитивных органов движения — параподий.
- Разделение тела членистоногих на голову, грудь, брюшко, появление членистых конечностей и наружного хитинового скелета.
- Возникновение хорды, нервной трубки и брюшной аорты.
- Появление двухкамерного сердца у рыб.
- Видоизменение плавников у лопастепёрых рыб, позволяющих ползание по дну.
- Возникновение лёгочного дыхания и появление настоящих конечностей у земноводных.
- Появление трёхкамерного сердца и двух кругов кровообращения.
- Возникновение у пресмыкающихся сухих кожных покровов, альвеолярных лёгких, внутреннего оплодотворения и появление яйца с кожистой или известковой оболочкой.
- Появление четырёхкамерного сердца и полное разделение кругов кровообращения.
- Возникновение теплокровности (появление термогенеза и механизмов терморегуляции).



- Ароморфозы млекопитающих: возникновение плаценты (переход к живорождению), молочных желёз и дифференцированных зубов.
- Развитие центральной нервной системы, появление высшей нервной деятельности у животных, развитие умственной деятельности человека.

1

Установите последовательность возникновения ароморфозов в процессе исторического развития живой природы. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) возникновение эндоцитоза (фагоцитоза)
- 2) происхождение эукариот
- 3) появление кислородного дыхания
- 4) возникновение полового размножения
- 5) возникновение фотосинтеза
- 6) возникновение многоклеточности



Ответ: \_\_\_\_\_

2

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Ароморфозами растений являются

- 1) появление дифференцированных тканей у наземных растений
- 2) возникновение третьего зародышевого листка
- 3) возникновение процесса опыления
- 4) появление игольчатых листьев у хвойных
- 5) появление плодов, разбрасывающих семена
- 6) редукция гаметофита у семенных растений

Ответ: \_\_\_\_\_



3

Выберите три верных ответа из шести и запишите **цифры**, под которыми они указаны. Ароморфозами животных являются

- 1) возникновение копыт и рогов у травоядных животных
- 2) возникновение молочных желёз и дифференцированных зубов
- 3) появление семязачатка, в котором развивается женский гаметофит
- 4) появление целома — вторичной полости тела
- 5) развитие плавников у китообразных
- 6) появление двух кругов кровообращения



Ответ: \_\_\_\_\_



## УСЛОЖНЕНИЕ ЖИВЫХ ОРГАНИЗМОВ В ПРОЦЕССЕ ЭВОЛЮЦИИ

Историю Земли делят на временные промежутки, характеризующиеся сходными процессами и событиями. В геохронологии выделяют зоны, которые делят на эры, а эры — на периоды.

### КРИПТОЗОЙ (эон)

**Архейская эра (4,0–2,5 млрд лет назад).** Возникают самореплицирующиеся органические структуры, давшие начало первым живым организмам (около 3,5 млрд лет назад). Сначала возникли анаэробные прокариотические организмы, в том числе хемосинтезирующие, а позже — фотосинтезирующие бактерии, включая цианобактерии, имеющие кислородный тип фотосинтеза. В атмосфере начинает накапливаться кислород.

**Протерозойская эра (2,5 млрд – 540 млн лет назад).** Появляется механизм кислородного дыхания. Возникают



эукариотические организмы, которые разделяются на три царства: Животные, Растения, Грибы. Появляются половой процесс и многоклеточность. Возникают все типы беспозвоночных животных. Начинает формироваться почва.

## **ФАНЕРОЗОЙ (эон)**

### **Палеозойская эра (шесть периодов)**

**Кембрийский период (540–485 млн лет назад).** Резко увеличилось разнообразие живого мира (кембрийский взрыв). Появляются все типы животных. Многообразие членистоногих, расцвет трилобитов.

**Ордовикский период (485–443 млн лет назад).** В океане активно развиваются кишечнополостные, губки, иглокожие и моллюски. Появляются бесчелюстные рыбы. Расцвет зелёных и красных водорослей. На суше появились колонии лишайников.

**Силурийский период (443–419 млн лет назад).** Появляются первые сосудистые наземные растения — риниофиты (псилофиты). В океане многочисленны челюстноротые рыбы и ракоскорпионы. На суше появляются членистоногие: пауки и многоножки.

**Девонский период (419–359 млн лет назад).** На суше плауны, хвощи, папоротники образуют обширные заросли. Появляются первые голосеменные растения. В водоёмах процветают рыбы. Появляются первые земноводные. Формируется прогрессивная группа членистоногих — насекомые. Завершается формирование почвенного покрова.

**Каменноугольный период (459–299 млн лет назад).** Разнообразие земноводных (стегоцефалы) и насекомых. Появляются первые рептилии. Среди растений доминируют споровые, распространяются хвойные.

**Пермский период (299–252 млн лет назад).** Активное развитие пресмыкающихся и голосеменных.





### Мезозойская эра (три периода)

**Триасовый период (252–201 млн лет назад).** Доминируют семенные папоротники и голосеменные растения. Существенно повышается разнообразие рептилий, появляются яйцекладущие млекопитающие.

**Юрский период (201–145 млн лет назад).** Преобладают папоротниковые и саговниковые леса. Хвойные начинают вытеснять папоротники. Появляются первые покрытосеменные растения. Доминирование динозавров. Возникли сумчатые и плацентарные млекопитающие.

**Меловой период (145–66 млн лет назад).** Появились птицы, новые группы млекопитающих (копытные, насекомоядные и хищники). В конце периода мел-палеогеновое вымирание привело к исчезновению динозавров и многих споровых и голосеменных растений.

### Кайнозойская эра (три периода)

**Палеогеновый период (66–23 млн лет назад).** Доминируют покрытосеменные растения, млекопитающие и птицы. Суша преимущественно покрыта вечнозелеными тропическими лесами. В океане процветают головоногие моллюски. Появляются китообразные и приматы.

**Неогеновый период (23–2,6 млн лет назад).** Распространяются злаковые травы. Млекопитающие занимают все возможные экологические ниши. В конце периода возникают прямоходящие предки человека — австралопитеки.

**Антропогенный период (2,6 млн лет назад — наши дни).** Формируется холодоустойчивая флора и фауна. Оледенение привело к уничтожению животных и растений на значительной территории. Вымерли крупные млекопитающие. В начале периода возник род Человек (*Homo*), эволюционирование которого привело к появлению человека современного вида *Homo sapiens*. Хозяйственная деятельность человека преобразила окружающий мир.



1

Установите соответствие между эволюционными событиями и геохронологическими этапами развития органической жизни на Земле. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ЭВОЛЮЦИОННЫЕ  
СОБЫТИЯ****ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ  
ЭТАПЫ**

- А) появление и расцвет панцирных животных
- Б) расцвет динозавров
- В) появление сосудистых растений
- Г) возникновение фотосинтеза
- Д) появление рода *Ното*
- Е) возникновение эукариот

- 1) архей
- 2) кембрий
- 3) силур
- 4) протерозой
- 5) юра
- 6) антропоген

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е



2

Установите последовательность геохронологических этапов истории Земли, начиная от наиболее древних. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) палеоген
- 2) юра
- 3) ордовик
- 4) антропоген
- 5) кембрий
- 6) девон

Ответ: \_\_\_\_\_





# Происхождение и эволюция человека



## ПОЛОЖЕНИЕ ЧЕЛОВЕКА В СИСТЕМЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА

Человек является частью живой природы, занимая определённое место в системе живого мира.

<b>Царство</b>	Животные
<b>Подцарство</b>	Многоклеточные
<b>Тип</b>	Хордовые
<b>Подтип</b>	Позвоночные
<b>Класс</b>	Млекопитающие
<b>Подкласс</b>	Плацентарные
<b>Отряд</b>	Приматы
<b>Подотряд</b>	Высшие приматы, или Обезьяны
<b>Семейство</b>	Гоминиды
<b>Род</b>	Человек
<b>Вид</b>	Человек разумный ( <i>Homo sapiens</i> , L.)
<b>Подвид</b>	<i>Homo sapiens sapiens</i>

Человек имеет ряд черт, которые принципиально отличают его от генетически близких ему животных — человекообразных обезьян. Однако у человека есть множество признаков, характерных для животных.

### Отличие человека от человекообразных обезьян:

- вертикальное положение туловища;
- прямохождение;
- двойная сводчатость стопы — анатомическое приспособление к прямохождению;
- верхние конечности стали органом труда и приобрели значительную подвижность;



- развитая кисть верхних конечностей приспособлена для выполнения тонкой работы;
- большой объём головного мозга;
- умение изготавливать и использовать орудия труда;
- развитое мышление и членораздельная речь;
- сознательная творческая деятельность;
- удовлетворяет социальные и духовные потребности.

### **Сходство человека с человекообразными обезьянами:**

- общий план строения систем органов, отделов скелета;
- сходство зародышей;
- наличие рудиментов (копчик, аппендикс, третье веко);
- наличие атавизмов (многососковость, волосатость, появление хвоста);
- состав крови;
- хромосомный набор в клетке (человек — 46, шимпанзе — 48);
- общие болезни и паразиты;
- наличие ногтей на пальцах.

1

Установите последовательность расположения таксономических названий, начиная с самого крупного. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) Человек
- 2) Человек разумный
- 3) Плацентарные
- 4) Млекопитающие
- 5) Гоминиды
- 6) Приматы



Ответ: \_\_\_\_\_





2

Установите соответствие между признаками и отношением человека к человекообразным обезьянам. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ПРИЗНАКИ**

- А) вертикальное положение туловища  
 Б) состав крови  
 В) наличие головного мозга  
 Г) когнитивные способности  
 Д) двойная сводчатость стопы  
 Е) наличие ногтей на пальцах

**ОТНОШЕНИЕ  
К ЧЕЛОВЕКО-  
ОБРАЗНЫМ  
ОБЕЗЬЯНАМ**

- 1) отличие  
 2) сходство

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

**ГИПОТЕЗЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ  
ЧЕЛОВЕКА**

**Гипотеза мультирегионального происхождения неантропа (гипотеза полицентризма)** предполагает возникновение

Человека разумного от разных предковых форм в нескольких регионах Земли. Гипотеза считается несостоятельной, так как противоречит основным положениям синтетической теории эволюции.

**Гипотезы единого происхождения современного человека (гипотеза моноцентризма)** подтверждаются многочисленными палеонтологическими данными. Однако в рамках общей концепции моноцентризма возникли разные представления о месте происхождения человека.

- **Гипотеза внетропического происхождения человека.** Согласно этой гипотезе более сложные



климатические условия Евразии стимулировали развитие предков человека и ускорили их эволюционирование в человека.

- **Гипотеза африканского происхождения человека.** Гипотеза была выдвинута кенийским антропологом британского происхождения Луисом Лики и членами его семьи. В 1962 году в Олдувайском ущелье он нашёл череп Человека умелого (*Homo habilis*) — самого древнего из известных представителей рода *Homo*. Эта и другие находки Лики послужили основанием для выдвигания гипотезы африканского происхождения человека.

Исследование геномов современных людей подтверждает гипотезу африканского происхождения человека. Однако обнаружение в геноме человека примеси чужих последовательностей, в частности неандертальских, свидетельствует о том, что в становлении современного вида Человека разумного (*Homo sapiens*) могли участвовать несколько предковых форм, развивавшихся параллельно. Сейчас существует ещё одна гипотеза, получившая название **гипотезы широкого моноцентризма**.

1

Установите соответствие между гипотезами происхождения человека (*Homo sapiens*) и их характеристиками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



### ГИПОТЕЗЫ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА РАЗУМНОГО

- А) гипотеза полицентризма
- Б) гипотеза внетропического происхождения человека
- В) гипотеза африканского происхождения человека
- Г) гипотеза широкого моноцентризма





### ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 1) основаны исключительно на палеонтологических исследованиях Лики и других учёных
- 2) возникновение Человека разумного от разных предковых форм в нескольких регионах Земли
- 3) более сложные климатические условия Евразии стимулировали развитие предков человека и ускорили их эволюционирование в Человека разумного
- 4) присутствие в геноме Человека разумного чужих последовательностей, например неандертальских

Ответ:

А	Б	В	Г



### ДВИЖУЩИЕ СИЛЫ И ЭТАПЫ ЭВОЛЮЦИИ ЧЕЛОВЕКА

#### Движущие силы эволюции человека

При формировании человека как биологического вида имели значение биологические и социальные факторы эволюции, благодаря которым человек развился как биосоциальное существо. Социальные факторы обусловили прорыв в принципиально новую адаптивную среду, которая давала огромные преимущества для выживания популяций человека и резко ускоряла темпы его эволюции.

**Биологические факторы.** Основными движущими силами эволюции человека, как и других организмов, являются наследственная изменчивость, борьба за существование и естественный отбор.

**Морфологическими изменениями,** которые способствовали прямохождению и развитию рук как органа труда: S-образный изгиб позвоночника, сводчатая стопа, подвижные верхние конечности, развитые кисти рук.



Увеличение размеров мозга сопровождалось изменениями соотношения мозгового и лицевого отделов черепа.

**Социальные факторы** способствовали совершенствованию головного мозга и развитию руки.

- Трудовая деятельность:
  - создание и использование орудий труда;
  - использование огня;
  - изготовление одежды;
  - строительство жилищ.
- Общественный образ жизни:
  - членораздельная речь;
  - возникновение абстрактного мышления;
  - проявления альтруизма (забота о более слабых членах семьи — детях, женщинах и стариках).

## Эволюция человека

**Ардипитек** (4,4–4 млн лет назад), относится к группе **ранних австралопитеков** — первые известные предки человека, способные к прямохождению. Имели признаки обезьян и людей.

**Грацильные австралопитеки** (4 млн лет назад) — полностью прямоходящие животные. Скелет туловища и конечностей человеческого типа, череп обезьяний.

**АРХАНТРОПЫ** — древнейшие виды людей.

**Человек умелый** (*Homo habilis*, 2,3–1,5 млн лет назад) — первый представитель рода **Человек** (*Homo*). Похож на грацильных австралопитеков, но имел больший объём мозга (около 670 см<sup>3</sup>). Изготавливал и использовал грубые галечные орудия.

**Человек выпрямленный** (*Homo erectus*, 1,4–0,8 млн лет назад). Имел приплюснутый череп, объём мозга — 700–1100 см<sup>3</sup>. Человек выпрямленный изготавливал каменные орудия труда.

**Гейдельбергский человек** (*Homo heidelbergensis*, 800–200 тыс. лет назад) имел крупный череп с выпуклым лбом





и округлым затылком, объём мозга — 1200–1250 см<sup>3</sup>. Изготавливал орудия труда, строил примитивные жилища, пользовался огнём, хоронил умерших.

**ПАЛЕОАНТРОПЫ** — древние люди.

**Неандертальский человек** (*Homo neanderthalensis*, 130–28 тыс. лет назад) отличался мощным телосложением. Череп крупный, без подбородка. Объём мозга — 1500 см<sup>3</sup>.

**НЕОАНТРОП** — современный человек.

**Человек разумный** (*Homo sapiens*, 200 тыс. лет назад). Имел выпуклый лоб, гладкое лицо, уменьшенные надбровные дуги. Присутствовали архаичные признаки. Современный подвид *Homo sapiens sapiens* (40 тыс. лет назад). Стройное телосложение, высокая скорость размножения, агрессивность и сложное поведение. Объём мозга около — 1600 см<sup>3</sup>. Есть подбородочный выступ.

**Кроманьонцы** — люди, жившие от 40 до 10 тыс. лет назад. Мало отличались от современных людей. У кроманьонцев появились искусство и религия, они начали активно преобразовывать окружающую среду, занялись выращиванием растений и разведением животных.

У современных людей, произошедших от кроманьонцев, стал меньше объём мозга — в среднем 1350 см<sup>3</sup>. Считают, что это связано с усложнением организации мозга.

1

Установите последовательность появления предков человека, начиная с самого древнего. Запишите соответствующую последовательность **цифр**.

- 1) грацильные австралопитеки
- 2) Человек выпрямленный
- 3) Человек гейдельбергский
- 4) Человек разумный
- 5) Человек умелый
- 6) ардипитек



Ответ: \_\_\_\_\_

## ЭКОСИСТЕМЫ И ПРИСУЩЕ ИМ ЗАКОНОМЕРНОСТИ



### Среда обитания организмов

**Экология** — наука, изучающая взаимодействие живых организмов друг с другом и с компонентами окружающей среды.

Место обитания живых организмов, всё, что их окружает, называют средой обитания. **Среда обитания** представляет собой совокупность живых и неживых компонентов природы. Среда обитания бывает: водная, наземно-воздушная, почвенная и внутренняя среда организма.

**Водная среда.** Основа этой среды — вода. Относительно высокая плотность воды затрудняет перемещение в ней организмов, но при этом обеспечивает им опору. Организмы водной среды называют **гидробионтами**. По особенностям приспособленности гидробионтов к среде обитания их разделяют на несколько групп.

- **Планктон** — совокупность мелких организмов, живущих в толще воды и неспособных противостоять течению.
- **Нейстон** — организмы, обитающие у поверхности воды, используя силу поверхностного натяжения.
- **Нектон** — активно плавающие в толще воды животные.
- **Бентос** — совокупность донных организмов.

**Наземно-воздушная среда.** Организмы этой среды — **аэробиионты**. Для них характерно развитие опорных структур (скелет животных, механические ткани растений). Является идеальной для распространения фотосинтезирующих организмов. Достаточный уровень кислорода даёт возможность организмам поддерживать





высокую двигательную активность за счёт высокоэффективного механизма аэробного дыхания.

**Почвенная среда.** Поверхностный слой земной коры, преобразованный под действием сил выветривания и активности живых организмов. Отличается высокой плотностью, низкой освещённостью, неоднородностью состава и относительной стабильностью условий. Организмы этой среды — **эдафобионты**.

**Внутренняя среда организма.** Отличается постоянством условий. Характерна для симбиотических организмов, которые могут быть мутуалистами, комменсалами или паразитами.

1

Установите соответствие между группами гидробионтов и их характеристиками. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.



### ГРУППЫ ГИДРОБИОНТОВ

- А) планктон
- Б) нектон
- В) бентос
- Г) нейстон

### ХАРАКТЕРИСТИКИ

- 1) организмы, способные использовать силу поверхностного натяжения и живущие на поверхности воды или под ней
- 2) совокупность донных организмов
- 3) совокупность мелких организмов, живущих в толще воды и неспособных активно противостоять переносу течением
- 4) совокупность организмов, активно плавающих в толще воды

Ответ:

А	Б	В	Г	Д



## Экологические факторы

Живые организмы, населяющие определённую территорию, влияют на окружение и при этом сами испытывают на себе воздействие компонентов среды обитания. Любые объекты или явления природы, оказывающие влияние на живые организмы, называют **экологическими факторами**. По своей природе факторы делят на три группы: абиотические, биотические и антропогенные.

**Абиотические факторы** связаны с любыми химическими и физическими воздействиями объектов неживой природы.

- **Свет** — главный источник энергии в экосистемах. Является важным регуляторным фактором, который определяет интенсивность развития многих организмов.
- **Температура** влияет на активность метаболических процессов, от которых зависит состояние организмов.
- **Влажность**. Вода — основа жизни, поэтому её доступность для организмов является одним из лимитирующих факторов.
- **Химический состав**. Недостаток или избыток элементов, а также наличие в среде вредных соединений могут привести к серьёзным нарушениям активности функциональных систем организмов вплоть до возникновения заболеваний и даже гибели.

**Биотические факторы** — это совокупность всех живых существ, способных оказывать воздействие на другие организмы.

**Симбиоз** — взаимодействие двух видов организмов, при котором хотя бы один из них извлекает из этого пользу.

- **Мутуализм** — разновидность симбиоза, при котором отношения организмов разных видов являются





взаимовыгодными, а присутствие обоих партнёров обязательным (микоризные грибы и растения).

- **Кооперация (протокооперация)** — взаимовыгодные отношения, которые не являются обязательными для симбионтов (рак-отшельник и актиния; растения и животные, которые распространяют их семена).
- **Комменсализм** — взаимоотношения двух видов, при которых пользу получает один из них, а другой не получает ни пользы, ни вреда (акула и рыба-прилипала, лишайник и дерево).
- **Паразитизм** — разновидность антагонистических взаимоотношений, при которой один организм использует другой в качестве места обитания или источника пищи, нанося организму-хозяину очевидный вред (бычий цепень и человек, наездники и личинки бабочек).

**Антибиоз** — межвидовые антагонистические взаимоотношения, при которых один организм ограничивает возможности другого.

- **Аменсализм** — вид антибиоза, при котором негативное влияние однонаправлено, то есть организмы одного вида подавляют жизнедеятельность представителей другого вида, не ощущая при этом сопротивления (деревья, доминирующие в среде, затеняют и угнетают рост и развитие низкорослых растений).
- **Конкуренция** — тип антибиоза, при котором наблюдается обоюдное негативное влияние. Например, животные или растения, которые конкурируют за общие источники пищи или пространство.
- **Хищничество** — умерщвление животных одного вида особями другого вида для обеспечения питания (волки и зайцы, львы и антилопы).
- **Аллелопатия** — взаимодействие организмов при помощи биологически активных веществ, имеющее как положительный, так и негативный характер (корневые



выделения сосны подавляют развитие травянистых растений, а корневые выделения бобовых растений привлекают азотфиксирующие бактерии.

**Нейтрализм** — вид отношений, при котором совместно обитающие на одной территории организмы не оказывают друг на друга прямого влияния (белка и олень).

**Антропогенные факторы** — совокупность всех форм влияния деятельности человека на окружающую среду: истребление животных, вырубка лесов, распахивание земель, осушение болот, загрязнение среды промышленными отходами и др.

Деятельность человека, способствующая снижению численности особей в популяциях, может привести к исчезновению конкретных видов и тем самым способствовать нарушению экологического равновесия в природе, вплоть до глобальной экологической катастрофы.

1

Установите соответствие между типом взаимодействия между организмами и группами взаимодействий. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ТИПЫ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ**

- А) паразитизм
- Б) хищничество
- В) комменсализм
- Г) конкуренция
- Д) мутуализм
- Е) аллелопатия

**ГРУППЫ****ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ**

- 1) симбиоз
- 2) антибиоз

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Экосистема и её компоненты

**Экосистема** — совокупность живых организмов, тесно взаимодействующих между собой и с компонентами среды обитания.

**Биогеоценоз** — устойчивый, саморегулирующийся, относительно однородный комплекс взаимосвязанных видов живых организмов и компонентов неживой природы, между которыми осуществляется обмен веществом и энергией.

Компоненты биогеоценоза:

- **биоценоз** — биотический компонент биогеоценоза, совокупность популяций живых организмов, населяющих участок суши или водоёма;
- **биотоп** — абиотический компонент биогеоценоза, участок водоёма или суши с одинаковыми условиями рельефа, климата и другими абиотическими факторами, занятый определённым биоценозом.

В любой полноценной экосистеме, способной к саморегулированию и самоподдержанию, присутствуют автотрофные и гетеротрофные организмы, которые принято делить на три основные группы:

- **продуценты** — автотрофные организмы, синтезирующие органические вещества из неорганических (зелёные растения, фото- и хемосинтезирующие бактерии);
- **консументы** — гетеротрофы, потребляющие готовые органические вещества (животные);
- **редуценты** — гетеротрофы, разлагающие органические вещества до неорганических (бактерии, грибы).

**Видовая структура экосистемы** — совокупность видов, составляющих биоценоз экосистемы, и соотношение их численности.



**Пространственная структура** — пространственное распределение видов в экосистеме. Распределение видов в пространстве неравномерное и зависит от их потребностей в питании и определённых условиях обитания. Различают вертикальную и горизонтальную структуры.

- **Вертикальная структура** связана, главным образом, с неоднородным распределением растительности по вертикали, что создаёт определённые условия существования (**ярусы**).
- **Горизонтальная структура** определяется различными абиотическими условиями на разных участках биотопа.

**Экологическая ниша** — пространственное и трофическое место вида в биогеоценозе, которое характеризуется определённой совокупностью факторов среды.

Многие виды экосистемы прямо или косвенно связаны друг с другом трофическими взаимоотношениями, то есть организмы могут поедать особей одного вида, но при этом быть пищей для другого. Такие группы организмов формируют **трофические**, или **пищевые, цепи**.

В трофических цепях обеспечивается движение вещества и энергии в экосистеме от продуцентов (автотрофных организмов) к консументам и редуцентам (гетеротрофам). В экосистеме консументы могут быть представлены несколькими порядками, каждый из которых является пищей для консументов более высокого порядка. Например, консументы 1-го порядка — растительноядные насекомые, консументы 2-го порядка — лягушки, поедающие насекомых, консументы 3-го порядка — цапли, охотящиеся на лягушек. Редуценты разрушают органические вещества до неорганических, делая возможным их использование продуцентами.

К консументам относят также особую группу гетеротрофных животных — **детритофагов**, которые питаются детритом (разлагающимся органическим материалом).





В природных биогеоценозах комплексы взаимосвязанных трофических цепей образуют пищевые сети, так как особи одного вида могут поедать особей нескольких видов. При переходе на один трофический уровень около 90% энергии рассеивается в виде тепла, и только оставшиеся 10% могут быть использованы для увеличения биомассы. Эта закономерность формулируется **правилом экологической пирамиды** (правило 10%): количество биомассы, образованной за единицу времени, на каждом предыдущем трофическом уровне в 10 раз больше, чем на последующем.

Это правило принято демонстрировать в виде экологической пирамиды биомассы.

**Экологическая пирамида** — графическое изображение соотношения между продуцентами и консументами всех уровней в экосистеме по определённым показателям (количество особей, биомасса, энергия).

Степень сохранения энергии при её переносе в экосистеме на один трофический уровень ограничивает количество уровней. Количество пищевых уровней в большинстве экосистем, как правило, от трёх до пяти.

1

Решите задачу. Какая территория необходима для охоты волчьей стае, состоящей из семи особей, если средняя масса волка составляет 40 кг, а продуктивность растительной массы на этой территории — 2,2 т на гектар в год? Предположим, что в рацион волков входят исключительно зайцы, а зайцы составляют 50% биомассы травоядных животных биогеоценоза. Ответ дать в га.



Ответ: \_\_\_\_\_



## Развитие, смена и устойчивость экосистем

В любой экосистеме осуществляются обменные процессы — постоянный поток вещества и энергии. При этом живые организмы экосистемы не только находятся во взаимодействии друг с другом, но и активно влияют на среду обитания и способствуют её изменению. По сути, живая составляющая экосистемы является средообразующей. Это может привести к изменению среды и последующей смене биогеоценозов.

Естественные изменения в биогеоценозах происходят очень медленно. Скорость изменений, а следовательно, и устойчивость экосистем зависят от нескольких причин:

- стабильность функционирования пищевых цепей (если по какой-то причине исчезает один вид, то его место в трофической цепи занимает другой, поэтому в системах с большим видовым разнообразием трофические цепи функционируют более стабильно, а сами системы более устойчивы);
- сохранение численности популяций на определённом уровне благодаря внутривидовой конкуренции за ресурсы и межвидовых взаимоотношений по типу хищник — жертва и т. п.;
- отсутствие резких колебаний климатических условий.

Все перечисленные факторы способствуют сбалансированности процессов ассимиляции и распада в экосистеме и обеспечивают её существование в практически неизменённом состоянии на протяжении длительного времени. Если биогеоценоз по ряду причин становится нестабильным, в нём инициируются процессы, которые неизбежно приводят к смене сообществ экосистемы,





а саму систему — в более стабильное состояние. Это называют **саморазвитием биогеоценоза**. В результате таких процессов один биогеоценоз с течением времени сменяется другим. Это явление называют **сукцессией**, а последовательность сменяющих друг друга экосистем — **сукцессионным рядом**, или **серией биогеоценозов**. Например, заросший водоём превращается в болото, а затем становится лугом или зарастает лесом. Смена растительного покрова на территории приводит к существенным изменениям видового состава животных.

**Первичной сукцессией** называют смену сообществ при формировании биогеоценоза на территории, на которой нет органического вещества, например на застывшей лаве после извержения вулкана. Первым на безжизненном участке возникает **пионерное сообщество** — совокупность организмов, поселяющихся на ещё не изменённых деятельностью живых существ территориях и создающих органическое вещество (бактерии и водоросли). После накопления органики на этой территории поселяются мхи, затем травянистые растения, а после них кустарники и деревья. Первичная сукцессия сопровождается процессом почвообразования.

Смену биогеоценозов после уничтожения растительного покрова, вызванного стихийными причинами (лесные пожары, оползни), называют **вторичной сукцессией**. Её главной особенностью является то, что новый биогеоценоз развивается на территории, обогащённой органикой.

Наименее устойчивыми экосистемами являются **агроценозы** — искусственные экосистемы, созданные человеком с целью получения сельскохозяйственной продукции одного или нескольких видов растений или животных. Агроценозы характеризуются низким видовым разнообразием (часто одной культурой) и короткими



пищевыми цепями. Эти системы нестабильны и не могут существовать без их поддержания человеком.

1

Установите соответствие между явлениями и их определениями. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ЯВЛЕНИЯ**

- А) саморазвитие биogeоценоза
- Б) сукцессия
- В) серия биogeоценозов
- Г) первичная сукцессия
- Д) пионерное сообщество
- Е) вторичная сукцессия

**ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

- 1) последовательность сменяющих друг друга экосистем
- 2) смена сообществ при формировании биogeоценоза на территории, на которой нет органического вещества
- 3) смена одного биogeоценоза другим с течением времени
- 4) смена биogeоценозов на участке с уничтоженным растительным покровом в результате стихийных причин
- 5) процесс смены сообществ экосистемы, при котором система переходит в более стабильное состояние
- 6) совокупность организмов, поселяющихся на ещё не изменённых деятельностью живых существ территориях и создающих органическое вещество

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Биосфера

**Биосфера** — оболочка Земли, населённая живыми организмами и преобразуемая ими. Биосфера охватывает нижние слои атмосферы, всю гидросферу и верхнюю часть литосферы.

Биосфера имеет все признаки экосистемы — её составляют живые организмы, которые взаимодействуют между собой и оказывают влияние на среду существования. По сути, **биосфера — это глобальная экосистема Земли**, представляющая собой совокупность элементарных биогеоценозов.

Учение о биосфере было разработано российским и советским учёным В. И. Вернадским. В своём учении он представляет биосферу как сложную систему биогеоценозов, через которые осуществляется поток энергии и вещества, обеспечивается функционирование биогеохимических циклов и оказывается существенное влияние на геологические процессы Земли.

**Биосфера по В. И. Вернадскому** — земная оболочка, область существования живого вещества, включающая в себя не только живые организмы, но и изменённую ими среду обитания (кислород в атмосфере, горные породы органического происхождения и т. п.).

По В. И. Вернадскому биосфера состоит из четырёх компонентов:

- **живое вещество** — совокупность всех живых организмов;
- **биогенное вещество** — разнообразные органические остатки, в том числе и неполностью разложившиеся (детрит, торф, уголь, нефть и газ);
- **биокосное вещество** — разнообразные смеси биогенных веществ с минеральными породами абиогенного



происхождения (почва, илы, природные воды, газо- и нефтеносные сланцы, битуминозные пески, часть осадочных карбонатов);

- **косное вещество** — различные абиотические компоненты, не затронутые прямым биогеохимическим воздействием организмов (горные породы, минералы, осадки и др.).

В. И. Вернадский ввёл также понятие **ноосфера** — новое состояние биосферы, при котором умственная деятельность человека становится определяющим фактором развития. По его мнению, основной целью ноосферы является сохранение биосферы, которая позволит существование человека как вида. Учение о ноосфере предполагает управление природой техногенными средствами и критикуется за это многими учеными, которые называют её утопической и научно невозможной. Также подобные идеи считают даже опасными для существования природы как таковой.

1

Установите соответствие между объектами и компонентами биосферы. К каждой позиции первого столбца подберите соответствующую позицию из второго столбца.

**ОБЪЕКТЫ БИОСФЕРЫ**

- А) детрит
- Б) глина
- В) кальмар
- Г) почва
- Д) уголь
- Е) росыанка

**КОМПОНЕНТЫ БИОСФЕРЫ**

- 1) живое вещество
- 2) биогенное вещество
- 3) биокосное вещество
- 4) косное вещество

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е





## Ответы

### C. 7

1. A2; B3; B1; Г3; Д2; E1.

### C. 9

1. 25.

### C. 12

1. 15.

### C. 14

1. 245.

2. A1; B1; B2; Г2; Д1; E2.

### C. 16

1. 135.

### C. 24

1. 235.

2. A3; B5; B1; Г6; Д2; E4.

### C. 27

1. A3; B1; B2; Г2; Д1; E2.

### C. 31

1. A3; B6; B2; Г5; Д1; E4.

2. A3; B2; B1; Г2; Д3; E1.

### C. 33

1. A2; B1; B1; Г2; Д2; E1.

### C. 36

1. 425163.

### C. 38

1. A1; B1; B2; Г1; Д2; E2.

### C. 39

1. 45.

### C. 43

1. A5; B4; B3; Г6; Д2; E1.

### C. 45

1. 256.

### C. 50

1. A2; B5; B6; Г4; Д3; E1.

### C. 53

1. A3; B1; B2; Г2; Д3; E1.

### C. 56

1. 25.

2. A1; B2; B1; Г2; Д2; E3.

### C. 58

1. A1; B2; B1; Г2; Д2; E1.

### C. 61

1. A1; B2; B1; Г2; Д1; E2.

### C. 64

1. A2; B3; B1; Г3; Д2; E1.

2. 45.

### C. 66

1. 245.

### C. 68

1. 25.

### C. 70

1. A5; B2; B1; Г3; Д6; E4.

### C. 72

1. 16.

### C. 73

1. Мать *Aabb*, отец *aaBb*, сын *Aabb*, дочь *aabb*.

2. *AaBb* — близорукий темноволосый ребёнок;

*Aabb* — близорукий светловолосый ребёнок;

*aaBb* — темноволосый ребёнок с нормальным зрением;

*aabb* — светловолосый ребёнок с нормальным зрением.

### C. 75

1. L, K, M, N.

### C. 76

1. 34.

### C. 77

1. Могут родиться больные дальтонизмом и здоровые мальчики и девочки. Вероятность рождения девочки с нормальным цветовым зрением равна 25%.

### C. 79

1. A3; B1; B6; Г5; Д4; E2.

### C. 82

1. 236.

2. A1; B2; B3; Г2; Д3; E1.

### C. 85

1. 25.

**C. 88**

1. 24.

**C. 91**

1. A1; B2; B2; Г1; Д1; E2.

**C. 93**

1. 146.

**C. 96**

1. 126.

**C. 99**

1. 456.

**C. 100**

1. A2; B2; B1; Г2; Д1; E1.

**C. 102**

1. 126.

**C. 105**

1. 134.

2. A2; B3; B4; Г3; Д1; E4.

**C. 112**

1. 126.

2. A2; B1; B1; Г2; Д1; E2.

**C. 118**

1. 246.

2. A5; B4; B1; Г6; Д3; E2.

**C. 122**

1. 35.

2. A1; B2; B2; Г1; Д1; E2.

**C. 127**

1. A3; B2; B6; Г1; Д4; E5.

2. 235.

**C. 129**

1. 45.

**C. 133**

1. 234.

2. 136.

3. A3; B1; B1; Г2; Д3; E2.

**C. 136**

1. A1; B2; B2; Г1; Д2; E1.

**C. 139**

1. 416325879.

**C. 141**

1. A1; B2; B2; Г1; Д1; E2.

2. 156.

**C. 147**

1. A3; B1; B1; Г2; Д4; E4; Ж3; 32.

2. A4; B1; B3; Г2; Д1; E2.

**C. 150**

1. 346.

**C. 154**

1. 245.

2. A3; B1; B2; Г3; Д2; E1.

**C. 157**

1. 456.

**C. 159**

1. 125.

**C. 161**

1. 25.

**C. 163**

1. 126.

**C. 165**

1. 156.

**C. 168**

1. 23.

**C. 173**

1. A3; B5; B4; Г1; Д2; E6.

2. A3; B1; B2; Г2; Д1; E3.

**C. 176**

1. 145.

**C. 178**

1. 15.

**C. 180**

1. 124

**C. 184**

1. A1; B1; B2; Г2; Д1; E2.

**C. 188**

1. 145.

**C. 192**

1. 126.

**C. 197**

1. 135.

2. 24.

**C. 202**

1. 123.

2. A1; B3; B3; Г2; Д2; E1.



**C. 208**

1. 236.
2. 123.

**C. 210**

1. A5; B1; B2; Г3; Д4.

**C. 213**

1. A3; B2; B2; Г3; Д1; E1.
2. 635241.

**C. 217**

1. 3624157.
2. A1; B2; B1; Г2; Д2; E1.

**C. 220**

1. 248716593.

**C. 225**

1. A4; B3; B3; Г1; Д2; E1.
2. 45213.

**C. 228**

1. 354216.

**C. 231**

1. A1; B2; B2; Г1; Д1; E2.
2. 41325.

**C. 234**

1. 124.

**C. 236**

1. A2; B1; B2; Г1; Д1; E2.

**C. 242**

1. 145.
2. 23.

**C. 247**

1. 124.
2. A5; B4; B6; Г1; Д2; E3.

**C. 250**

1. A3; B1; B3; Г2; Д2; E1.
2. A6; B4; B1; Г5; Д3; E2.

**C. 254**

1. A4; B3; B6; Г2; Д5; E1.

**C. 256**

1. A1; B2; B2; Г1; Д2; E1.

**C. 258**

1. 34.

**C. 259**

1. 145.
2. A2; B3; B3; Г1; Д2; E1.

**C. 264**

1. 136.
2. A1; B3; B1; Г2; Д2; E3.

**C. 268**

1. 15.
2. 126.

**C. 273**

1. 134.
2. A1; B2; B2; Г1; Д2; E1.

**C. 275**

1. 34.
2. A2; B1; B2; Г3; Д3; E1.

**C. 277**

1. A3; B2; B3; Г2; Д1; E2.

**C. 281**

1. 531264.
2. 136.
3. 246.

**C. 285**

1. A2; B5; B3; Г1; Д6; E4.
2. 536214.

**C. 287**

1. 436512.
2. A1; B2; B2; Г1; Д1; E2.

**C. 289**

1. A2; B3; B1; Г4.

**C. 292**

1. 615234.

**C. 294**

1. A3; B4; B2; Г1; Д5.

**C. 297**

1. A1; B2; B1; Г2; Д1; E2.

**C. 300**

1. 25,4.

**C. 303**

1. A5; B3; B1; Г2; Д6; E4.

**C. 305**

1. A2; B4; B1; Г3; Д2; E1.



# Предметный указатель

- Агроценозы 302  
Аденозинтрифосфорная кислота (АТФ) 23  
Аксон 207  
Аллантаис 191  
Аллели (аллельные гены) 65  
Аллелопатия 296  
Альвеолы 215  
Аменсализм 296  
Аминокислота 21  
Амитоз 48  
Амнион 191  
Амниотическая полость 191  
Анаболизм 32  
Анализаторы (сенсорные системы) 251  
Анафаза 48  
Анаэробы 55  
Антеридии 128  
Антибиоз 296  
Апикомплекс 145  
Апопласт 102  
Аппарат Гольджи 29  
Ареал 257  
Ароморфоз 275, 278, 279, 280  
Артерии 229  
Архегонии 128  
Атавизм 271  
Аутбридинг 87  
Аэробы 55  
Бактерии 93  
Бактериофаги 92  
Белки 21
  - глобулярные 22
  - фибриллярные 22Бесчерепные 177  
Биогеоценоз 8, 298  
Биологический прогресс 274  
Биологический регресс 274  
Биология 6  
Биосфера 8, 304  
Биотоп 298  
Биоценоз 298  
Бластула 62  
Борьба за существование 261, 262, 263  
Брожение 35  
Вайи 132  
Вакуоль 30  
Вариационная кривая 81  
Вариационный ряд 81  
Вены 229  
Вещества органические 17  
Вид 257  
Видообразование 258  
Вирус 92  
Вода 15  
Водоросли 123
  - бурые 124
  - диатомовые 124
  - зелёные 125
  - красные 123Воспроизведение 9  
Высшая нервная деятельность 255  
Гамета 45  
Гаметогенез 50
  - мегагаметогенез 51
  - микрогаметогенез 51
  - оогенез 52
  - сперматогенез 51Гаметофит 128  
Гастрюла 62  
Гастрюляция 62  
Гемолимфа 162  
Ген 39, 65, 265
  - неаллельные гены 66
  - сцепленные гены 74Генетика 65  
Генетический код 41





- ←
- Генетический материал 12  
Геном 68, 69  
Генотип 66  
генофонд 257  
Гермафродит 59  
Гетерозигота 66  
Гетерозис 78, 88  
Гиалоплазма 27  
Гибридизация 87  
Гипоталамус 248  
Гипофиз 249  
Гистогенез 62  
Гифы 96  
Гликолиз 34  
Головастик 187  
Головогрудь 163  
Головохордовые 177  
Гомеостаз 9  
Гомозигота 66  
Гормоны 248  
Гортань 215  
Грибы 96  
Группа сцепления 74  
Движение 9  
Дегенерация 275  
Дендрит 207  
Деревья 109  
Диафрагма 199  
ДНК 23  
Доминирование
  - неполное 77
  - полное 77Дрейф генов 267  
Дробление 61  
Дыхальца 169  
Дыхание 35, 119
  - двойное 195
  - клеточное 34Желудок 212  
Животные 142  
Жизненный цикл 64
  - клетки 46Жилкование листьев 112  
Жиры (триацилглицеролы) 20  
Завязь 114  
Законы
  - биогенетический 272
  - гомологических рядов в наследственной изменчивости 86
  - зародышевого сходства 272
  - Менделя 72, 73
  - Моргана (правило) 74
  - чистоты гамет (правило) 73Зародышевые оболочки 191  
Зародышевый мешок 51  
Заросток 131  
Земноводные (Амфибии) 185  
Зигота 61  
Зоб 169, 194  
Зуб 211  
Идиоадаптация 275  
Изменчивость 65, 80
  - наследственная (генотипическая) 81, 262
    - › комбинативная 81, 267
    - › мутационная 81
  - ненаследственная (фенотипическая, модификационная) 80Изоляция 268
  - биологическая 268
  - географическая 268Иммунитет 240  
Инбридинг 87  
Индузий 132  
Интегумент 138  
Интерфаза 46  
Интрон 39  
Камбий 110  
Капилляры 229  
Кариотип 44  
Катаболизм 32  
Кифоз 223  
Кишечник 212  
Кишечнополостные 149



- Клетка 8, 10
- грибная 14
  - животная 13
  - половая 45
  - растительная 13
  - соматическая 45
- Клеточный центр 28
- Клоака 182
- Кодоминирование 78
- Коксальные железы 167
- Колленхима 104
- Комменсализм 296
- Комплементарность  
(взаимодействие генов) 78
- Комплементарность  
(пространственная) 41
- Конкуренция 296
- Консументы 298
- Конъюгация (инфузорий) 58,  
146
- Конъюгация (спирогира) 126
- Кооперация  
(протокооперация) 296
- Корень 106
- боковой 107
  - главный 107
  - придаточный 107
- Корка 104
- Корневая система 107
- мочковатая 107
  - стержневая 107
- Корневое давление 119
- Корневой чехлик 107
- Кость 221
- Кофермент 33
- Кровеносные сосуды 229
- Кровообращение 228
- Кровь 237
- Ксилема (древесина) 105
- Кустарники 109
- Кутикула 104, 155
- Кутин 104
- Эпирование 41
- Лёгкие 215
- Лёгочные мешки 166
- Лейкопласт 30
- Лейкоциты 238
- Ленточные черви 153
- Лизосома 29
- Лимфа 232, 237
- Лимфоциты 240
- Липиды 20
- Лист 111
- влагалищные 111
  - простые 111
  - сидячие 111
  - сложные 111
  - черешковые 111
- Листовая пластинка 111
- Листорасположение 108
- мутовчатое 109
  - очередное 108
  - супротивное 109
- Лишайники 99
- Лордоз 223
- Макронуклеус 146
- Макроэлементы 15
- Мальпигиевы сосуды 166, 169
- Мантя 159
- Междуузлие 108
- Межклеточное вещество 203
- Мейоз 48
- редукционное деление 48
  - эквационное деление 49
- Мембранный транспорт 25
- активный 26
  - пассивный 25
- Метаболизм (обмен  
веществ) 32
- Метафаза 47
- Микронуклеус 146
- Микротрубочки 28
- Микрофиламенты 28
- Микроэлементы 15
- Миксотрофы 55
- Минеральные соли 16





- Миофибрилла 206  
Миоциты 205  
Митоз 47  
Митохондрия 30  
Мицелий 96
  - клеточный 97
  - неклеточный 97Млекопитающие 198  
Модификация 81  
Мозг
  - головной 245
  - спинной 245Моллюски 159  
Молоточек 200, 253  
Мономеры 17  
Моносахариды 18  
Морганида 74  
Морула 62  
Муреин 94  
Мутации 82, 263
  - генные 82
  - геномные 82
    - › анеуплоидия 82
    - › нуллисомия 82
    - › полиплоидия 82
  - летальные 82
  - нейтральные 82
  - полублетальные 82
  - хромосомные 82Мутационный процесс 267  
Мутуализм 295  
Мхи 129  
Наковальня 200, 253  
Насекомые 168  
Наследственность 65  
Наследственные заболевания 84
  - генные 84
  - хромосомные 84Нейроглия 207, 208  
Нейрон 207, 244  
Нейрула 62  
Нейруляция 62  
Нейтрализм 297  
Нерв 245  
Нефрон 219  
Нонсенс-кодон (стоп-кодон) 42  
Ноосфера 305  
Норма реакции 81  
Нуклеиновые кислоты 22  
Нуклеоид 13, 28  
Нуклеотид 23  
Околоцветник 114  
Онтогенез 61  
Оператор 69  
Оперон 68  
Оплодотворение 59
  - внешнее 60
  - внутреннее 60
  - двойное 60, 120Опыление 120
  - перекрёстное 120Организм 8, 54  
Органогенез 62  
Органогеиы 15  
Органы 209
  - аналогичные 271
  - гомологичные 270
  - рудиментарные (рудименты) 270Органы растений
  - вегетативные 106
  - генеративные 106Осмоз 26  
Осмотическое давление 30  
Отбор
  - естественный 262, 263
  - искусственный 87
    - › бессознательный 87
    - › методический 88Паразитизм 296  
Партеногенез 58  
Педипальпы 166  
Пелликула 144  
Пенициллин 98  
Переходные формы 270



- Перо 193  
Пестик 114  
Пили 94  
Пиноцитоз 27  
Пищеварение 210  
Плавательный пузырь 183  
Плазма 237  
Плазматическая мембрана (плазмалемма) 12, 25  
Плазмида 69  
Плазмодесмы 102  
Пластида 30  
Плод 117  
Побег 108
  - розеточные 108
  - удлинённые 108
  - укороченные 108Позвонок 223  
Позвоночник 223  
Позвоночные 179  
Пол 75
  - гетерогаметный 75
  - гомогаметный 75Полиаденилирование 41  
Полимерия 78  
Полимеры 17  
Полипептиды (пептиды) 20  
Полисахариды 19  
Половой диморфизм 156  
Популяционные волны 267  
Популяция 8, 257  
Порода (сорт) 86  
Порошица 146  
Поток генов 267  
Почка (растения) 109  
Почки 219  
Правило экологической пирамиды 300  
Пресмыкающиеся 189  
Признаки 66
  - голландрические 77
  - доминантный 66
  - рецессивный 66
  - сцепленные с полом 76Прилистники 111  
Пробка 104  
Продуценты 298  
Прокариоты 12  
Промотор 39, 69  
Простейшие 142  
Профаза 47  
Процессинг 41  
Псевдоподии 143  
Псевдоцель 155  
Птицы 193  
Пыльник 114  
Пыльца 114  
Радула 160  
Развитие 9
  - не прямое 63
  - постэмбриональное 63, 236
  - прямое 63
  - эмбриональное 61, 236Раздражимость 9  
Размножение 57
  - бесполое 57
    - вегетативное 57
      - › почкование 58
      - › растений 58, 120
      - › фрагментация 58
    - половое 58, 120
    - собственно бесполое 57
      - › бинарное деление 57
      - › почкование 57
      - › размножение спорами 57
      - › шизогония 57, 145Ракообразные 163  
Растения 101
  - высшие 101, 128
  - голосеменные 136
  - низшие 101, 123
  - покрытосеменные 139Редуценты 298  
Репликация 40  
Ресничные черви 152  
Рефлекс 244, 255





- безусловный 255
- условный 255
- Рецептор 244
- Рибосома 29
- РНК 23
  - матричная (информационная) 23
  - рибосомная 23
  - транспортная 23
- Рост 9, 63
  - неограниченный (открытый) 63
  - ограниченный (закрытый) 63
- Рострум 182
- Рыбы 181
  - Костные 183
  - Хрящевые 182
- Рыльце (пестика) 114
- Самоопыление 120
- Саморазвитие биогеоценоза 302
- Сапротрофы 97
- Сверхдоминирование 78
- Селекция 86, 261
- Семя 116, 135
- Семязачаток (семяпочка) 114
- Септы 97
- Сердце 230
- Симбиоз 295
- Симпласт 102
- Синапс 244
- Синтетическая теория эволюции 265
- Система органов 209
  - дыхательная 214
  - кровеносная 228
  - лимфатическая 232
  - мочевыделительная 218
  - нервная 243
  - опорно-двигательная 221
  - пищеварительная 210
  - покровная 226
  - половая 235
  - эндокринная 248
- Систематика 89
- Скелет 222
- Скелетные мышцы 224
- Склеренхима 104
- Сорус 132
- Сосальщики 152
- Соцветие 116
- Сперматозоид 52
- Сплайсинг 41
- Спорангии 128
- Спорангий 132
- Спорофит 128
- Среда обитания 293
- Стебель 110
- Стрекательные клетки 149
- Стремечко 187, 200, 253
- Суберин 104
- Сукцессия 302
- Сцепленное наследование 74
- Таксоны (систематические категории) 89
- Таллом (слоевище) 99
- Телофаза 48
- Терминатор 39, 69
- Ткани животные 203
  - мышечные 205
  - нервная 207
  - соединительные 204
  - эпителиальные 203
- Ткани растительные 103
  - механические 104
  - образовательные ткани (меристемы) 103
  - основная 105
  - покровные 103
  - постоянные 103
  - проводящие 104
- Травянистые растения 109
- Транскрипция 41
- Трансляция 42
- Транспирация 119



- Трахея 215  
Триплет (кодон) 42  
Тромбоциты (кровяные пластинки) 238  
Тропизм 121
  - геотропизм 121
  - диагеотропизм 121
  - фототропизм 121Трофические (пищевые) цепи 299  
Тычинка 114  
Углеводы 18  
Узел 108  
Ундулирующая мембрана 144  
Уростиль 185  
Устьице 103  
Фагоцитоз 27  
Фенотип 66  
Фермент (энзим) 32  
Финны (пузырчатые личинки) 154  
Флоэма (луб) 105  
Фолликул 235  
Фотоавтотрофы 55  
Фотосинтез 37, 119  
Хвоя 137  
Хелицеры 166  
Хемоавтотрофы 55  
Хемогетеротрофы 55  
Хемосинтез 38  
Хемотаксис 144  
Хищничество 296  
Хлоропласт 30  
Хорда 175  
Хордовые 175  
Хорион 191  
Хроматида 44  
Хромoplast 30  
Хромосома 44
  - неполовая (аутосома) 45
  - половая (гоносома) 45Цветок 114  
Цветоложе 114  
Цветоножка 114  
Цевка 194  
Целом 157  
Цикл Кальвина 37  
Цикл Кребса 35  
Цисты 143  
Цитокинез 48  
Цитоплазма 12, 27  
Цитоскелет 28  
Цитостом 146  
Человек (Номо) 291  
Череп 223  
Черешок 111  
Членистоногие 161  
Штамм 86  
Эволюционизм 259  
Эволюция 9, 257  
Экзон 39  
Экзоцитоз 27  
Экологическая ниша 299  
Экологическая пирамида 300  
Экологические факторы 295  
Экология 293  
Экосистема 298  
Эктодерма 62  
Энтодерма 62  
Элементарные факторы эволюции 267  
Эмбрион 236  
Эндоплазматический ретикулум (ЭПР) 29  
Эндоцитоз 26  
Эпидерма (кожица) 103  
Эпидермис 227  
Эпистаз 78  
Эпителий 203  
Эритроциты 238  
Эукариоты 13  
Ядро 13, 28  
Ядрышко 28  
Язык 211  
Яйцеживорождение 156  
Яйцеклетка 51, 53





# СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	3
<b>БИОЛОГИЯ КАК НАУКА. МЕТОД НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ</b>	
<b>Биология как наука .....</b>	<b>6</b>
<b>Уровни организации живой природы .....</b>	<b>8</b>
<b>КЛЕТКА КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА</b>	
<b>История изучения клетки и её строение</b>	
Развитие знаний о клетке .....	10
Многообразие клеток .....	12
<b>Химический состав клетки</b>	
Макро- и микроэлементы .....	15
Неорганические вещества .....	15
Органические вещества .....	17
<b>Строение клетки</b>	
Плазматическая мембрана и мембранный транспорт ....	25
Компоненты клетки .....	28
<b>Обмен веществ и энергии</b>	
Направления метаболизма и ферменты .....	32
Энергетический обмен .....	34
Автотрофные процессы .....	37
<b>Ген и его структура .....</b>	<b>39</b>
Реализация генетической программы .....	40
<b>Клетка — генетическая единица живого</b>	
Хромосомы .....	44
Жизненный цикл клетки .....	46
Развитие половых клеток у растений и животных .....	50
<b>ОРГАНИЗМ КАК БИОЛОГИЧЕСКАЯ СИСТЕМА</b>	
<b>Разнообразие организмов .....</b>	<b>54</b>
Способы полового и бесполого размножения .....	57
Оплодотворение у цветковых растений и животных ....	59
Онтогенез и его периодизация .....	61
<b>Генетика</b>	
Методы и основные понятия генетики .....	65



Хромосомная теория наследственности .....	67
Современные представления о гене и геноме .....	68
Цитологические основы наследственности .....	70
Закономерности наследования, установленные Г. Менделем .....	72
Сцепленное наследование признаков. Закон Т. Моргана .....	74
Генетика пола .....	75
Наследование признаков, сцепленных с полом .....	76
Взаимодействие генов .....	77
Генетика человека. Методы изучения генетики человека .....	80
Закономерности изменчивости .....	80
Наследственные болезни человека .....	84
Селекция .....	86

## **СИСТЕМА И МНОГООБРАЗИЕ ОРГАНИЧЕСКОГО МИРА**

<b>Систематика</b> .....	89
<b>Вирусы — неклеточные формы жизни</b> .....	92
<b>Царство бактерий</b> .....	93
<b>Царство грибов</b>	
Характеристика грибов .....	96
Лишайники .....	99
<b>Царство растений</b>	
Клетки растений .....	101
Ткани растений .....	103
Органы растений .....	106
Генеративные органы .....	114
Жизнедеятельность и размножение растительного организма .....	119
<b>Низшие растения</b> .....	123
<b>Высшие растения</b>	
Общая характеристика .....	128
Высшие споровые растения .....	129
Семенные растения .....	135
Отдел Голосеменные .....	136
Отдел Покрытосеменные .....	139



**Царство Животные**

Общая характеристика царства Животные .....	142
Подцарство Одноклеточные, или Простейшие .....	142

**Подцарство Многоклеточные**

Тип Кишечнополостные .....	149
----------------------------	-----

**Тип Плоские черви**

Общая характеристика .....	151
Класс Ресничные черви (Турбеллярии) .....	152
Класс Сосальщико (Трематоды) .....	152
Класс Ленточные черви .....	153

**Тип Круглые черви** ..... 155 |**Тип Кольчатые черви** ..... 157 |**Тип Моллюски** ..... 159 |**Тип Членистоногие**

Общая характеристика типа .....	161
Класс Ракообразные .....	163
Класс Паукообразные .....	166
Класс Насекомые .....	168

**Тип Хордовые**

Общая характеристика типа Хордовые .....	175
Подтип Бесчерепные. Класс Головохордовые .....	177
Подтип Позвоночные, или Черепные .....	179
Надкласс Рыбы .....	181
Класс Земноводные, или Амфибии .....	185
Класс Пресмыкающиеся, или Рептилии .....	189
Класс Птицы .....	193
Класс Млекопитающие .....	198

**ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА И ЕГО ЗДОРОВЬЕ****Ткани** ..... 203 |**Органы. Системы органов** ..... 209 |

Пищеварительная система человека .....	210
Дыхательная система .....	214
Выделительная система .....	218
Опорно-двигательная система .....	221
Покровная система .....	226
Кровеносная система .....	228



Лимфатическая система .....	232
Размножение и развитие человека .....	235
Внутренняя среда организма человека .....	237
Нервная система .....	243
Эндокринная система .....	248
Анализаторы, или сенсорные системы .....	251
Высшая нервная деятельность .....	255

## **ЭВОЛЮЦИЯ ЖИВОЙ ПРИРОДЫ**

<b>Вид и популяция</b> .....	257
------------------------------	-----

<b>Развитие эволюционных идей</b> .....	259
---	-----

### **Теория эволюции Ч. Дарвина**

Предпосылки теории эволюции Ч. Дарвина .....	261
--	-----

Основные положения теории эволюции Ч. Дарвина .....	262
---	-----

<b>Синтетическая теория эволюции</b> .....	265
--	-----

Доказательства эволюции живой природы .....	269
---	-----

Макроэволюция .....	274
---------------------	-----

Гипотезы возникновения жизни на Земле .....	276
---	-----

Основные ароморфозы в эволюции растений и животных .....	278
---	-----

Усложнение живых организмов в процессе эволюции .....	282
--	-----

### **Происхождение и эволюция человека**

Положение человека в системе органического мира .....	286
--	-----

Гипотезы происхождения человека .....	288
---------------------------------------	-----

Движущие силы и этапы эволюции человека .....	290
---	-----

## **ЭКОСИСТЕМЫ И ПРИСУЩИЕ ИМ ЗАКОНОМЕРНОСТИ**

<b>Среда обитания организмов</b> .....	293
--	-----

<b>Экологические факторы</b> .....	295
------------------------------------	-----

<b>Экосистема и её компоненты</b> .....	298
---	-----

<b>Развитие, смена и устойчивость экосистем</b> .....	301
---	-----

<b>Биосфера</b> .....	304
-----------------------	-----

Ответы .....	306
--------------	-----

Предметный указатель .....	309
----------------------------	-----



Все права защищены. Книга или любая ее часть не может быть скопирована, воспроизведена в электронной или механической форме, в виде фотокопии, записи в память ЭВМ, репродукции или каким-либо иным способом, а также использована в любой информационной системе без получения разрешения от издателя. Копирование, воспроизведение и иное использование книги или ее части без согласия издателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

Справочное издание  
анықтамалық баспа

Для старшего школьного возраста  
меткеп жасындағы ересек балаларға арналған

ЕГЭ. СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

**Джамеев Вадим Юрьевич**

**БИОЛОГИЯ**  
(орыс тілінде)

Ответственный редактор *А. Жилинская*  
Ведущий редактор *Т. Судакова*  
Художественный редактор *Е. Брынчик*

ООО «Издательство «Эксмо»

123308, Россия, Москва, ул. Зорге, д. 1. Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru)

Өндіруші: «ЭКСМО» АҚБ Баспасы, 123308, Мәскеу, Зорге көшесі, 1 үй.

Тел.: 8 (495) 411-68-86.

Home page: [www.eksmo.ru](http://www.eksmo.ru) E-mail: [info@eksmo.ru](mailto:info@eksmo.ru).

Тауар белгісі: «Эксмо»

Интернет-магазин: [www.book24.ru](http://www.book24.ru)

Интернет-магазин: [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Интернет-дүкен: [www.book24.kz](http://www.book24.kz)

Импортер в Республику Казахстан ТОО «РДЦ-Алматы».

Қазақстан Республикасындағы импорттаушы «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Дистрибьютор и представитель по приему претензий на продукцию,

в Республике Казахстан: ТОО «РДЦ-Алматы»

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды

қабылдаушының өкілі «РДЦ-Алматы» ЖШС.

Алматы қ., Домбровский көш., 3-а, литер Б, офис 1.

Тел.: 8 (727) 251-59-90/91/92; E-mail: [RDC-Almaty@eksmo.kz](mailto:RDC-Almaty@eksmo.kz)

Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген.

Сертификация туралы ақпарат сайты: [www.eksmo.ru/certification](http://www.eksmo.ru/certification)

Сведения о подтверждении соответствия издания согласно законодательству РФ

о техническом регулировании можно получить на сайте Издательства «Эксмо»

[www.eksmo.ru/certification](http://www.eksmo.ru/certification)

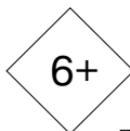
Өңдірген мемлекет: Ресей. Сертификация қарастырылған

Продукция соответствует требованиям ТР ТС 007/2011.

Дата изготовления / Подписано в печать 14.05.2019. Формат 75x108<sup>1</sup>/<sub>32</sub>.

Печать офсетная. Усл. печ. л. 15,0.

Тираж экз. Заказ



EKSMO.RU  
новинки издательства



ISBN 978-5-04-097502-0



9 785040 975020 >



# СУПЕРМОБИЛЬНЫЙ СПРАВОЧНИК

Приводятся все темы,  
проверяемые на ЕГЭ по биологии,  
и задания для самоконтроля  
с возможностью быстро проверить ответ  
и получить дополнительную информацию.

## БИОЛОГИЯ

Установите любое бесплатное приложение  
для считывания QR-кодов, и вы получите  
мгновенный доступ к дополнительной  
информации и подробным  
комментариям к ответам!

**Эффективно и современно!**

#эксмогетство

ISBN 978-5-04-097502-0



9 785040 975020 >

[www.vk.com/eksmo\\_kids](http://www.vk.com/eksmo_kids)

