

К НОВОЙ ОФИЦИАЛЬНОЙ ВЕРСИИ

ЕГЭ 2020

А. А. Каменский, Н. А. Соколова,
А. С. Маклакова, Н. Ю. Сарычева, Н. А. Богданов

БИОЛОГИЯ

100
БАЛЛОВ

- Варианты экзаменационных заданий
- Необходимый теоретический материал
- Выполнение заданий и ответы



Издательство
ЭКЗАМЕН®

эффективный тренинг

**А. А. Каменский, Н. А. Соколова,
А. С. Маклакова, Н. Ю. Сарычева, Н. А. Богданов**

ЕГЭ 100 БАЛЛОВ

БИОЛОГИЯ

САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА К ЕГЭ

***Варианты экзаменационных заданий
Необходимый теоретический материал
Выполнение заданий и ответы***

***Издательство
«ЭКЗАМЕН»***

МОСКВА, 2020

УДК 372.8:57
ББК 74.262.8
К18

Авторы:

Каменский А. А., Соколова Н. А., Маклакова А. С., Сарычева Н. Ю. — разделы «Что представляет собой ЕГЭ по биологии», «Теоретический материал для подготовки к ЕГЭ».

Богданов Н. А. — разделы «Примерный вариант экзаменационной работы», «Контрольные работы».

Каменский А. А.

К18 ЕГЭ 2020. 100 баллов. Биология. Самостоятельная подготовка к ЕГЭ / А. А. Каменский, Н. А. Соколова, А. С. Маклакова, Н. Ю. Сарычева, Н. А. Богданов. — М. : Издательство «Экзамен», 2020. — 512 с. (Серия «ЕГЭ. 100 баллов»)

ISBN 978-5-377-15002-2

Предлагаемое пособие содержит теоретический материал и варианты экзаменационных заданий для самостоятельной подготовки к Единому государственному экзамену по биологии. Все задания сопровождаются ответами и комментариями.

Книга рассчитана на выпускников средних общеобразовательных школ, лицеев, гимназий, может быть использована для подготовки к экзамену в вуз, а также окажет помощь преподавателям биологии.

Приказом № 699 Министерства образования и науки Российской Федерации учебные пособия издательства «Экзамен» допущены к использованию в общеобразовательных организациях.

УДК 372.8:57
ББК 74.262.8

Справочное издание

**Каменский Андрей Александрович,
Соколова Наталия Александровна, Маклакова Анастасия Сергеевна,
Сарычева Наталия Юрьевна, Богданов Николай Александрович**

**ЕГЭ 100 БАЛЛОВ
БИОЛОГИЯ**

САМОСТЯТЕЛЬНОЕ ПОДГОТОВКА К ЕГЭ

Издательство «ЭКЗАМЕН»

Гигиенический сертификат

№ РОСС RU.НА34.Н08638 с 07.08.2018 г.

Главный редактор *Л. Д. Лаппо*. Редактор *Е. Д. Богданова*

Технический редактор *Л. В. Павлова*. Корректоры *Г. М. Морозова, Л. В. Дьячкова*
Дизайн обложки *Л. В. Демьянова*. Компьютерная верстка *М. В. Горькова, О. Н. Савина*

Россия, 107045, Москва, Луков пер., д. 8. www.examen.biz

E-mail: по общим вопросам: info@examen.biz; по вопросам реализации: sale@examen.biz
тел./факс 8 (495) 641-00-30 (многоканальный)

Формат 60х90/16. Гарнитура «Таймс».

Бумага газетная. Уч.-изд. л. 21,25. Усл. печ. л. 32. Тираж 5000 экз. Заказ № 4629.

Общероссийский классификатор продукции

ОК 034-2014; 58.11.1 — книги печатные

Отпечатано в филиале «Тверской полиграфический комбинат
детской литературы» ОАО «Издательство «Высшая школа»

Российская Федерация, 170040, г. Тверь, проспект 50 лет Октября, д. 46

Тел.: +7(4822) 44-85-98. Факс: +7(4822) 44-61-51

ISBN 978-5-377-15002-2

© Каменский А. А., Соколова Н. А., Маклакова А. С.,
Сарычева Н. Ю., Богданов Н. А., 2020
© Издательство «ЭКЗАМЕН», 2020



Оглавление

ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ЕГЭ ПО БИОЛОГИИ	12
Что должен знать выпускник средней школы.....	12
Как проверяется экзаменационная работа	12
Словарь терминов ЕГЭ	12
ПРИМЕРНЫЙ ВАРИАНТ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ	22
Часть 1	22
Часть 2	31
<i>Ответы к заданиям</i>	33
Часть 1	33
Часть 2	33
ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ	35
РАЗДЕЛ I. Растения. Бактерии. Грибы. Лишайники	35
Вегетативные органы растений	35
Особенности растений как живых организмов. Основные ткани и органы высших растений. Растения и окружающая среда.....	35
Корень: развитие корня из зародышевого корешка, виды корней, типы корневых систем. Внешнее и внутреннее строение корня в связи с его функциями. Удобрения. Видоизменения корня	40
Лист. Значение листьев в жизни растений. Внешнее строение листа. Листорасположение. Особенности внутреннего строения листа в связи с его функциями. Листопад	44
Стебель. Понятие о побеге. Развитие побега из почки. Значение стебля. Внутреннее строение древесного стебля в связи с его функциями. Образование годичных колец. Передвижение минеральных и органических веществ по стеблю. Видоизмененные побеги: их строение и хозяйственное значение	47
Вегетативное размножение цветковых растений. Биологическое и хозяйственное значение вегетативного размножения	50
Задания	52
Генеративные органы растений. Семя. Плод	55
Цветок и плод. Строение цветка. Соцветия и их биологическое значение. Перекрестное опыление насекомыми, ветром. Самоопыление. Оплодотворение	55

Образование семян и плодов. Типы плодов. Распространение плодов и семян. Значение цветков, семян и плодов в природе и жизни человека	58
Семя. Строение семян двудольного и однодольного растений. Состав семян. Условия прорастания семян. Питание и рост проростка. Время посева и глубина заделки семян.....	60
Задания	62
Водоросли	65
Строение и жизнедеятельность одноклеточных водорослей. Размножение водорослей. Нитчатые водоросли. Значение водорослей в природе и хозяйстве	65
Задания	70
Мхи. Папоротникообразные	73
Мхи. Зеленые мхи. Строение и размножение кукушкина льна. Мох сфагнум, особенности строения. Образование торфа и его значение	73
Папоротники, хвощи, плауны. Строение и размножение	75
Задания	77
Голосеменные	80
Строение и размножение голосеменных на примере сосны и ели. Распространение хвойных, их значение в природе, в народном хозяйстве	80
Задания	82
Покрытосеменные	85
Многообразие дикорастущих и культурных цветковых растений и их классификация. Элементарные понятия о систематических категориях. Значение международных названий растений.....	85
Основные семейства класса Двудольные	86
Основные семейства класса Однодольные	90
Задания	91
Развитие растительного мира на Земле	94
Основные этапы исторического развития и усложнения растительного мира. Создание культурных растений человеком	94
Бактерии	97
Строение и жизнедеятельность бактерий. Распространение бактерий и их роль в природе, медицине, сельском хозяйстве и промышленности. Болезнетворные бактерии и борьба с ними	97
Задания	102
Грибы. Лишайники	105
Общая характеристика грибов. Шляпочные грибы, их строение, питание, размножение. Условия жизни грибов в лесу. Съедобные	

и ядовитые грибы. Плесневые грибы. Дрожжи. Грибы-паразиты, вызывающие болезни растений. Роль грибов в природе и хозяйстве	105
Строение, питание, размножение лишайников. Симбиоз.	
Роль лишайников в природе и хозяйстве	110
Задания	112
РАЗДЕЛ II. Животные	115
Зоология — наука о животных. Значение животных в природе и жизни человека. Сходство и отличие животных и растений.	
Классификация животных	115
Одноклеточные	118
Общая характеристика	118
Тип Саркомастигофоры. Представители.	
Строение, распространение, значение	120
Тип Инфузории. Инфузория-туфелька, особенности строения и процессов жизнедеятельности, раздражимость, размножение	123
Многообразие и значение одноклеточных. Малярийный паразит — возбудитель малярии	124
Задания	125
Многоклеточные	128
Тип Кишечнополостные, общая характеристика типа	128
Пресноводный полип — гидра: среда обитания, внешнее и внутреннее строение. Нервная система. Рефлекс.	
Регенерация. Размножение вегетативное и половое	130
Морские кишечнополостные (полипы и медузы) и их значение	131
Задания	132
Плоские, Круглые и Кольчатые черви	136
Тип Плоские черви. Общая характеристика типа. Внешнее строение, мускулатура, питание, дыхание, выделение, нервная система, размножение, регенерация	136
Представители типа Плоские черви: их строение, распространение и значение	137
Тип Круглые черви (Нематоды). Общая характеристика типа.	
Внешнее строение, полость тела, питание, размножение и развитие. Многообразие паразитических червей и борьба с ними	140
Представители типа Круглые черви: строение, распространение, значение	141
Тип Кольчатые черви. Общая характеристика типа.	
Внешнее и внутреннее строение, процессы жизнедеятельности, регенерация, размножение	142

Представители типа Кольчатые черви: строение, распространение и значение	144
Задания	145
Тип Моллюски	149
Общая характеристика типа. Среда обитания и внешнее строение.	
Особенности процессов жизнедеятельности	149
Представители типа Моллюски: строение, распространение, значение	151
Задания	153
Тип Членистоногие	157
Общая характеристика типа	157
Класс Ракообразные. Речной рак: среда обитания, внешнее и внутреннее строение, особенности процессов жизнедеятельности	159
Класс Паукообразные. Паук-крестовик: среда обитания, внешнее и внутреннее строение. Ловчая сеть, ее устройство и значение. Роль клещей в природе и их практическое значение.	
Меры защиты человека от клещей	161
Задания	163
Класс Насекомые. Общая характеристика	166
Отряды насекомых с полным превращением:	
Жесткокрылые, Чешуекрылые, Двукрылые, Перепончатокрылые	168
Насекомые с неполным превращением: отряд Прямокрылые.	
Перелетная саранча — опасный вредитель сельского хозяйства	173
Задания	174
Тип Хордовые	177
Общая характеристика типа. Класс Головохордовые. Ланцетник: среда обитания, внешнее строение и особенности внутренней организации	177
Надкласс Рыбы. Общая характеристика надкласса. Речной окунь: среда обитания, внешнее и внутреннее строение, поведение, размножение и развитие. Многообразие рыб	179
Задания	183
Класс Земноводные. Общая характеристика класса. Лягушка: среда обитания, внешнее и внутреннее строение, особенности процессов жизнедеятельности. Многообразие земноводных и их значение. Происхождение земноводных	186
Задания	191
Класс Пресмыкающиеся. Общая характеристика класса. Многообразие современных пресмыкающихся. Происхождение пресмыкающихся. Древние пресмыкающиеся: динозавры, зверозубые ящеры	194

Задания	200
Класс Птицы. Общая характеристика класса. Сезонные изменения в жизни птиц, гнездование, кочевка и перелеты.	
Происхождение птиц	203
Задания	209
Класс Млекопитающие. Общая характеристика класса.	
Отряды млекопитающих	213
Задания	220
РАЗДЕЛ III. Человек и его здоровье	224
Общий обзор организма человека. Органы и системы органов.	
Краткие сведения о строении и функциях эпителиальной, соединительной, мышечной и нервной тканей	224
Опорно-двигательная система человека. Строение костей, соединения костей. Скелет человека, отделы скелета	228
Мышцы человека, их строение и функции. Поперечно-полосатые мышцы. Гладкие мышцы	232
Задания	235
Внутренняя среда организма: кровь, тканевая жидкость, лимфа.	
Учение И.И. Мечникова о защитных свойствах крови. Иммунитет.	
Борьба с эпидемиями	238
Задания	245
Кровообращение. Органы кровообращения: сердце и сосуды.	
Большой и малый круги кровообращения.	
Нервная и гуморальная регуляция сердца	248
Задания	253
Дыхание. Органы дыхания, их строение и функции.	
Гуморальная и нервная регуляция дыхания	256
Задания	260
Пищеварение. Питательные вещества и пищевые продукты.	
Строение органов пищеварения и процесс пищеварения и всасывания в разных отделах пищеварительного тракта; роль пищеварительных желез.	
Нервно-гуморальная регуляция пищеварения	263
Задания	267
Обмен веществ. Пластический и энергетический обмен — две стороны единого процесса обмена веществ.	
Витамины и их значение для организма	271
Задания	279
Выделение. Органы мочевыделительной системы.	
Функции почек. Значение выделения продуктов обмена веществ	282
Кожа: строение и функции. Роль кожи в регуляции теплоотдачи	285
Задания	286
Железы внутренней секреции. Понятие о гормонах.	
Роль гуморальной регуляции в организме	290

Размножение и развитие человеческого организма. Половые железы и половые клетки. Оплодотворение. Развитие зародыша человека	294
Задания	298
Значение нервной системы. Понятие о рефлексе	301
Спинной мозг	301
Строение и функции отделов головного мозга	303
Вегетативная нервная система	309
Задания	310
Органы чувств. Анализаторы	314
Задания	319
Высшая нервная деятельность. Безусловные и условные рефлексы. Бодрствование и сон. Сознание и мышление	323
Задания	327
РАЗДЕЛ IV. Общая биология	332
Додарвиновский период развития биологии. Основные положения эволюционного учения Ч. Дарвина. Значение теории эволюции для развития естествознания	332
Критерии вида. Популяция — единица вида и эволюции. Понятие сорта растений и породы животных	334
Движущие силы эволюции: наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный отбор. Ведущая роль естественного отбора в эволюции	336
Задания	337
Возникновение приспособлений. Относительный характер приспособленности. Микроэволюция. Видообразование	342
Доказательства эволюции органического мира. Главные направления эволюции: биологический прогресс и регресс. Ароморфоз, идиоадаптация, общая дегенерация	346
Задания	348
Возникновение жизни на Земле. Развитие органического мира. Основные ароморфозы в эволюции органического мира. Основные направления эволюции покрытосеменных, насекомых, птиц и млекопитающих в кайнозойскую эру	352
Задания	356
Происхождение человека. Движущие силы антропогенеза: социальные и биологические факторы. Ведущая роль законов общественной жизни в социальном прогрессе человечества ...	359
Древнейшие, древние и ископаемые люди современного типа. Человеческие расы, их происхождение и единство	361
Задания	363

Биосфера и ее границы. Биомасса поверхности суши, Мирового океана, почвы. Живое вещество и его функции.....	367
Круговорот веществ и превращение энергии в биосфере	369
Задания	372
Предмет и задачи экологии. Экологические факторы. Фотопериодизм. Деятельность человека как экологический фактор.....	375
Комплексное воздействие факторов на организм. Ограничивающие факторы.....	380
Задания	381
Популяции. Факторы, вызывающие изменение численности популяций, способы ее регулирования	385
Вид, его экологическая характеристика.....	388
Биогеоценоз. Взаимосвязи популяций в биогеоценозе. Цепи питания. Правило экологической пирамиды. Саморегуляция. Смена биогеоценозов.....	388
Агроценозы.....	395
Задания	396
Клеточная теория	400
Основные положения клеточной теории. Клетка — структурная и функциональная единица живого. Особенности строения клеток прокариот и эукариот	400
Вирусы. Особенности их строения и жизнедеятельности.....	402
Задания	402
Строение и функции ядра, цитоплазмы и ее основных органоидов.....	406
Задания	412
Содержание химических элементов в клетке. Вода и другие неорганические вещества, их роль в жизнедеятельности клетки. Органические вещества, их роль в клетке. Самоудвоение ДНК.....	416
Задания	420
Обмен веществ и превращение энергии — основа жизнедеятельности клетки. Энергетический обмен в клетке. Значение АТФ в энергетическом обмене.....	423
Пластический обмен. Фотосинтез. Хемосинтез.	426
Задания	428
Биосинтез белка.....	432
Задания	434
Деление клетки и его значение. Митоз	437
Половое и бесполое размножение организмов. Половые клетки. Мейоз. Развитие яйцеклеток и сперматозоидов. Оплодотворение.....	438

Развитие зародыша (на примере животных).	
Постэмбриональное развитие	442
Задания	443
Генетика	447
Задачи генетики. Гибридологический метод Г. Менделя.	
Моногибридное скрещивание. Доминантные и рецессивные признаки.	
Аллельные гены. Фенотип и генотип. Гомозигота и гетерозигота.	
Наследование при неполном доминировании	447
Дигибридное скрещивание. Статистический характер расщепления.	
Цитологические основы расщепления	451
Сцепленное наследование. Нарушение сцепления.	
Перекрест хромосом	453
Генотип как целостная исторически сложившаяся система.	
Генетика пола. Хромосомная теория наследственности	455
Задания	458
Роль генотипа и условий внешней среды в формировании фенотипа.	
Модификационная изменчивость. Норма реакции. Статистические закономерности модификационной изменчивости	462
Мутации и их причины. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова.	
Экспериментальное получение мутаций	464
Генетика и теория эволюции. Генетика популяций	467
Задания	471
Генетические основы селекции растений, животных и микроорганизмов. Задачи современной селекции.	
Н.И. Вавилов о происхождении культурных растений	475
Селекция растений: основные методы и роль естественного отбора.	
Самоопыление перекрестноопыляемых растений. Гетерозис.	
Полиплоидия и отдаленная гибридизация.	
Достижения селекции растений	477
Селекция животных: типы скрещивания и методы разведения.	
Метод анализа наследственных хозяйственно-ценных признаков у животных-производителей. Отдаленная гибридизация домашних животных	480
Селекция грибов и бактерий, ее значение для микробиологической промышленности.	
Основные направления биотехнологии	482
Задания	483

КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ	487
Вариант 1	487
Часть 1	487
Часть 2	496
<i>Ответы к заданиям</i>	<i>498</i>
Вариант 2	500
Часть 1	500
Часть 2	509
<i>Ответы к заданиям</i>	<i>511</i>

ЧТО ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ ЕГЭ ПО БИОЛОГИИ

Что должен знать выпускник средней школы

Выполнение экзаменационной работы по биологии потребует от выпускников средней школы следующих знаний и умений:

- знание главных понятий, закономерностей и законов, касающихся строения, жизни и развития растительного, животного и человеческого организмов, развития живой природы;
- знание строения и жизни растений, животных, человека, основных групп растений и классификации животных;
- умение обосновывать выводы, оперировать понятиями при объяснении явлений природы с приведением примеров из практики сельскохозяйственного и промышленного производства, здравоохранения и т. д. Этому умению придается особое значение, так как оно будет свидетельствовать об осмысленности знаний, о понимании излагаемого материала экзаменуемым.

Как проверяется экзаменационная работа

Результаты выполнения заданий с кратким ответом автоматически обрабатываются после сканирования. Эксперты привлекаются в тех случаях, когда возникают проблемы со считыванием или его интерпретацией.

Задания с открытым развернутым ответом проверяются специалистами-биологами.

Словарь терминов ЕГЭ

В процессе работы над заданиями ЕГЭ возникла своя терминология, знание которой необходимо для правильного проведения ЕГЭ.

Апробация теста — пробное тестирование, предшествующее основному и предпринимаемое с целью устранения ошибок и неточностей в заданиях, а также для приблизительной оценки трудности теста и его отдельных частей (заданий). Апробацию следует отличать от более широкого понятия стандартизации теста (см.), а также от экспертной апробации (одобрения теста авторитетной комиссией экспертов).

Апелляция — это протест участника ЕГЭ, оформленный в виде особого письменного заявления в адрес конфликтной (апелляционной) комиссии, которая создается при ГЭК (см.) каждого субъекта Федерации. Комиссия принимает и рассматривает апелляции двух видов: по процедуре проведения ЕГЭ, по результатам ЕГЭ.

Аттестационное заключение — это заключение об уровне подготовки учащегося, принимаемое комиссией на основании сравнения результатов единого экзамена, с одной стороны, и итоговой годовой оценки, с другой стороны. На этапе эксперимента по ЕГЭ результат аттестации — это аттестационный балл (см.), который является средним арифметическим (с округлением в большую сторону) между результатом ЕГЭ и годовой оценкой, а в случае расхождения в один балл — любой более высокий балл.

Аттестационный балл (балл аттестата, школьный балл) — это балл по традиционной пятибалльной шкале, проставляемый в школьный аттестат зрелости (см. аттестационное заключение).

Балл свидетельства — см. сертификационный балл.

Бланк ответов (ответный лист) — это бумажный формуляр, в который экзаменуемый обязан вписать свои ответы в строгом соответствии с образцом заполнения и который после экзамена является главным документом о результатах учащегося. На этапе эксперимента один учащийся использует 3 бланка ответов в ходе одного экзамена: первый — регистрационный, второй — для заданий с кратким ответом, третий — для заданий с развернутым ответом.

Вариант ЕГЭ — это комплект (набор) тестовых заданий, предъявляемых в одном тестовом буклете одному учащемуся. В ЕГЭ по одному предмету создается и предъявляется несколько десятков разных вариантов. Синоним — комплект КИМ (см.)

Вузовский балл (конкурсный балл) — см. сертификационный балл, или балл свидетельства.

ГЭК — это Государственная экзаменационная комиссия, которая создается по Положению о ЕГЭ в каждом субъекте Федерации (области или республики в составе РФ). В состав ГЭК включаются руководители органов управления образованием, образовательных учреждений и представители педагогической общественности (видные специалисты в области общего и профессионального образования). Члены ГЭК получают особые полномочия (и персональную ответственность) по соблюдению правил и условий в пунктах проведения экзамена (ППЭ), по организации транспортировки КИМов (см.) и результатов ЕГЭ, по организации работы экспертов (см.) на местах.

Демоверсии КИМ ЕГЭ — это варианты ЕГЭ (см.), открытые для всеобщего обозрения и тренировки учащихся. Различаются ознакомительные и экзаменационные демоверсии (см.).

Задание теста (задание тестовое) — минимальная составляющая единица теста, которая состоит из условия (вопроса) и, в зависимости от типа задания (см. закрытый или открытый тип), может содержать, а может и не содержать набор ответов для выбора.

Задание закрытое (задание закрытой формы) — задание теста с выбором ответа из нескольких предложенных вариантов.

Задание открытое (задание открытой формы) — задание теста, в котором отсутствуют варианты ответа и экзаменуемый должен сам самостоятельно сформулировать свой ответ. В ЕГЭ используются 2 вида открытых заданий: с кратким ответом и с развернутым ответом.

Задание с кратким свободным ответом — это тестовые задания, на которые учащийся должен записать ответ словом, словосочетанием или числом. Является частным случаем заданий открытых (см.).

Задание с развернутым ответом — это тестовые задания, на которые учащийся должен записать ответ в виде одного или нескольких предложений или формул. Являются частным случаем заданий открытых (см.). Проверка правильности ответов на эти задания производится с помощью независимых экспертов (проверяющих) на местах и в ЦТМО.

Задачи — это любые тестовые задания.

Измерение — формализованный процесс оценивания (см.), который завершается количественной оценкой; в случае педагогического измерения это оценка уровня образовательных достижений.

Кодификатор — перечень элементов содержания за курс среднего общего образования по учебному предмету, в котором каждому элементу содержания присвоен собственный код. Кодификаторы ЕГЭ составлены на базе обязательного минимума содержания среднего (полного) и основного общего образования.

КИМ (контрольно-измерительные материалы) — это комплект (см. вариант теста) тестовых заданий разного типа (открытого и закрытого), подготовленных для проведения ЕГЭ. Наличие заданий открытого типа (см.) — особенность тестов ЕГЭ по сравнению с тестами, в которых присутствуют только задания закрытого типа (см.).

Ключ к заданию — это правильный ответ на тестовое задание (см.). В случае заданий с кратким ответом (см.) ключ может включать набор из нескольких правильных ответов. В случае заданий с развернутым ответом (см.) единственный формализованный ключ к тестовому заданию отсутствует и правильность ответа устанавливают независимые эксперты (проверяющие) (см.), действующие на основе авторской инструкции и эталонных ответов на конкретные задания этого типа.

Ключ к тесту (ключи ответов) — это набор ключей ко всем заданиям, включенным в данный тестовый вариант (см. КИМ).

Нормы (нормы теста) — это границы между интервалами на шкале тестовых баллов (см. тестовые баллы), в соответствии с которыми ставится определенное аттестационное заключение, в частности, школьные отметки (см.).

Ознакомительные демоверсии — это варианты КИМ ЕГЭ (см.), которые НЕ использовались и НЕ БУДУТ использованы в реальных сессиях ЕГЭ, а были созданы и опубликованы специально для ознакомления со структурой и содержанием предстоящих экзаменов в форме ЕГЭ.

Окончательная обработка результатов — это статистическая обработка, выполняемая на основе всех собранных результатов по данному тесту; на основе этой обработки создается таблица (шкала) соответствия между первичными и окончательными (тестовыми) баллами (см.). При этом вносятся поправки в предварительные тестовые нормы (см.), а также производится более точный расчет сертификационного балла (см.) с учетом реальной трудности тестовых заданий. Другое название для ООР — шкалирование (см.).

Организатор ЕГЭ — это прежде всего преподаватель, который проводит ЕГЭ в аудиториях на Пункте проведения экзамена. При назначении организаторов должно быть исключено присутствие на ЕГЭ преподавателей-предметников по соответствующему или родственному предмету (математика — физика, история — обществознание).

Пробный ЕГЭ — это бесплатный репетиционный экзамен по материалам ЕГЭ, который организуется для всех участников ЕГЭ в апреле. Цель пробного ЕГЭ — ознакомление с процедурой ЕГЭ. Федеральный центр не гарантирует обработку всех частей пробного ЕГЭ и выдачу всех индивидуальных результатов, так как не все регионы организуют проверку и отправку протоколов ЕГЭ.

Пятибалльная оценка — это оценка с использованием традиционной шкалы с четырьмя градациями «пять», «четыре», «три», «два».

В едином экзамене пятибалльная оценка используется в аттестационном заключении (см.), иными словами — при формировании балла аттестата (см. аттестационный балл).

Рейтинг-балл — это балл, показывающий процент участников ЕГЭ по данному предмету (по всем экспериментальным регионам ЕГЭ), получивших балл меньше или равный баллу данного участника.

РЦОИ — Региональный центр обработки информации, в котором производится сбор всей информации из пунктов проведения экзамена и пунктов первичной обработки информации (см.) и пересылка в Федеральный центр (см. ЦТМО). В каждом субъекте Федерации (области или республике в составе РФ) создается один РЦОИ.

Свидетельство ЕГЭ — это именной документ с результатами ЕГЭ, в котором баллы учащегося указаны по стобалльной шкале (см.). Учащийся может рассылать копии свидетельства в несколько различных вузов, но должен предъявить подлинник в тот вуз, в который он будет зачислен.

Секьюр-пак — это секретный пакет, в котором варианты ЕГЭ доставляются из Федерального центра в пункты проведения экзамена (ППЭ) в регионах. В секьюр-пак также упаковываются заполненные на экзамене бланки ответов участников. Несанкционированное вскрытие секьюр-пак приводит к необратимым изменениям, которые невозможно скрыть. Наблюдатели, а также сами участники ЕГЭ должны контролировать сохранность секьюр-пак перед их вскрытием в аудиториях в пунктах проведения экзамена.

Системный администратор — работник Регионального центра обработки информации (см. РЦОИ), отвечающий за устойчивое функционирование всех программно-аппаратных средств, необходимых для обработки результатов ЕГЭ на региональном уровне и пересылки их в Федеральный центр (см. ЦТМО).

Сертификат — это именное свидетельство о результате ЕГЭ, в котором балл учащегося за экзамен выражен на стобалльной шкале (см.). Учащийся может рассылать копии свидетельства в несколько

различных вузов, но должен предъявить подлинник в тот вуз, в который он будет зачислен.

Сертификационный балл (балл свидетельства, вузовский балл) — это балл по стобалльной шкале (см.), получаемый с помощью специальной статистической обработки заполненных бланков на этапе окончательной обработки результатов (см.). В отличие от аттестационного балла (см.) сертификационный балл предназначен для учета вузовскими приемными комиссиями.

Спецификация — основной документ, определяющий структуру и содержание контрольно-измерительных материалов (см.) по учебному предмету. Спецификация описывает назначение экзаменационной работы, устанавливает распределение заданий по содержанию, видам деятельности и уровню сложности, утверждает систему оценивания отдельных заданий и работы в целом, обозначает условия проведения и проверки результатов экзамена. На основе плана экзаменационной работы, содержащегося в спецификации, формируются КИМы (см.).

Стандартизация — построение уточненной стобалльной шкалы (см.) тестовых баллов (см.) на основе статистического учета результатов всех участников, выполнивших данный тест (вариант) в стране. Результатом стандартизации является тестовый (стандартизированный) балл (см. также сертификационный балл). В ходе стандартизации должны быть устранены возможные различия в уровнях трудности между разными вариантами. Иное названия для стандартизации — шкалирование (см.).

Стобалльная шкала — это шкала, по которой измеряется сертификационный балл (см.); стобалльная шкала предназначена для использования вузовскими приемными комиссиями с целью более высокой дифференциации (различения) уровня подготовки абитуриентов в вузах с разными условиями приема (требованиями, уровнем конкурса и т. п.). Вузовским приемным комиссиям предоставляется право самим устанавливать на стобалльной шкале границы проходных баллов или вообще никак не пересчитывать стобалльные показатели в традиционные пятибалльные.

Тест — это измерительная процедура, включающая инструкцию и набор заданий, прошедшая широкую апробацию (см.) и стандартизацию (см.).

Тестирование (стандартизированное испытание) — это измерение, или формализованное оценивание (см.) на основе тестов, завершающееся количественной оценкой, опирающейся на шкалы и нормы (см.), обоснованные статистически.

Тестовая тетрадь — это печатный текст, в котором содержатся все формулировки тестовых заданий, предназначенный для предъявления одному учащемуся в ходе одного экзамена (в рамках одного варианта). В отличие от тестового буклета (см.) работа с тестовой тетрадью не предполагает использования отдельного бланка ответов (см.), так как все ответы учащийся заносит в саму тестовую тетрадь. На этапе эксперимента по ЕГЭ тестовая тетрадь не используется.

Тестовые баллы — это окончательные баллы по результатам ЕГЭ, которые выставляются по стобальной шкале (см.) в результате процедуры шкалирования (см.), учитывающей все статистические материалы, полученные в рамках сессии ЕГЭ данного года. Тестовые баллы следует отличать от первичных (сырых) баллов (см.).

Тестовые шкалы (шкала) — упорядоченные множества числовых оценок результатов тестирования; для разных целей создаются различные тестовые шкалы (см. пятибалльная шкала, стобальная шкала).

Тестовый буклет (тестовый комплект) — это печатный текст, в котором содержатся все формулировки тестовых заданий, предназначенных для предъявления одному учащемуся в ходе одного экзамена (в рамках одного варианта). В отличие от тестовой тетради (см.), тестовый буклет не требует занесения учащимся ответов в сам буклет и предполагает работу учащегося с бланком ответов (см.).

Тестология — это наука о создании и применении тестов (см.). В области педагогических измерений тестовая тетрадь — это теоретико-методологическое и методическое обоснование процессов разработки и применения педагогических тестов.

Тестовый комплект — набор материалов, предназначенный для одного учащегося при проведении экзамена. Тестовый комплект включает тестовый буклет и бланк ответов (см.) или тестовую тетрадь (см.). Тестовый комплект не следует путать с вариантом теста (см.): для одного варианта в ЕГЭ создаются различные тестовые комплекты.

Тип задания — это разновидность тестовых заданий (см.), обладающих определенной формальной структурой. В ЕГЭ задания бывают закрытого (см.) и открытого (см.) типов; последние в свою очередь делятся на задания с краткими свободными (см.) и развернутыми ответами (см.).

Трудность задания — характеристика задания, отражающая статистический уровень его выполнения на выборке стандартизации (см.). Трудность задания отражает процент ошибок, допущенных учащимися при выполнении данного задания.

Шкалирование результатов — это процесс формирования тестовых шкал и тестовых норм, то есть правил начисления тестовых баллов (см.) по результатам тестирования на основе статистических данных. Иное название для Шкалирования результатов — окончательная обработка результатов (см.).

Экзамен — это процесс оценивания образовательных достижений учащихся с целью аттестации или конкурсного отбора; в едином экзамене в качестве инструмента его проведения используются КИМы, или тесты (см.), разработанные для всех регионов в едином федеральном центре.

Экзаменационные демоверсии — это варианты КИМ ЕГЭ (см.), которые использовались в реальных сессиях ЕГЭ в прошлые годы, а в данный момент открыты для всеобщего ознакомления и тренировки учащихся.

Эксперты — это специалисты-преподаватели по определенному предмету, которые привлекаются к обработке результатов ЕГЭ для оценивания заполненных бланков по заданиям высокого уровня сложности — с развернутыми ответами. Эксперты работают под руководством председателей предметных комиссий регионов и собираются на несколько дней на базе одного из пунктов первичной обработки информации или на базе РЦОИ (см.). Надежность и объективность экс-

пертных оценок в ЕГЭ достигается путем сличения оценок, данных одному и тому же множеству работ двумя независимыми экспертами. В случае расхождения оценок двух экспертов более чем на 1 балл назначается третий эксперт.

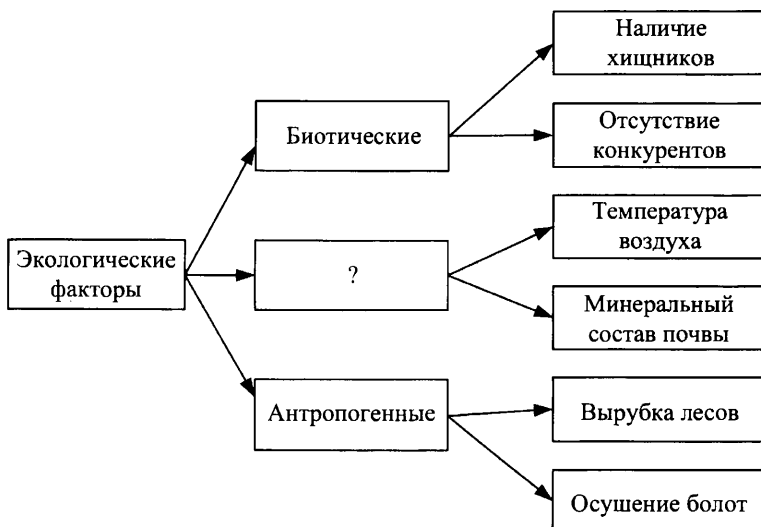
Элемент содержания — применительно к ЕГЭ по биологии — это какая-либо тема, раздел школьного курса биологии. Кодификатор содержит укрупненные единицы, под элементом содержания следует понимать конкретные и более узкие правила.

ПРИМЕРНЫЙ ВАРИАНТ ЭКЗАМЕНАЦИОННОЙ РАБОТЫ

ЧАСТЬ 1

Ответом к заданиям 1–21 являются последовательность цифр, число или слово (словосочетание).

1. Рассмотрите предложенную схему. Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный на схеме знаком вопроса.



Ответ: _____.

2. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

Основными методами физиологии являются

- 1) наблюдение
- 2) электронная микроскопия
- 3) гибридологический
- 4) эксперимент
- 5) световая микроскопия
- 6) лабораторный анализ

--	--	--

3. В половой клетке крыжовника 8 хромосом. Какой набор хромосом имеют клетки стебля этого растения? В ответе запишите только количество хромосом.

Ответ: _____ .

4. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Ядро клетки имеет в своем составе

- 1) кариоплазму и хроматин
- 2) двухмембранную оболочку
- 3) матрикс с рибосомами и кольцевой ДНК
- 4) ядрышко
- 5) систему мембран, образующих цистерны и каналы
- 6) стопки диктиосом, переходящих в трубочки

--	--	--

5. Установите соответствие между признаком и царством, для которого он характерен.

Признак	Царство
А) являются автотрофами Б) внедряют свою ДНК в ДНК клетки хозяина В) способны к фотосинтезу Г) имеют цитоплазму с органоидами Д) не способны к самостоятельному синтезу белков Е) не имеют рибосом	1) Растения 2) Вирусы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

6. Определите соотношение фенотипов у потомков в F_2 при моногибридном скрещивании, если положительный резус-фактор является доминантным признаком, а отрицательный — рецессивным.

Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов.

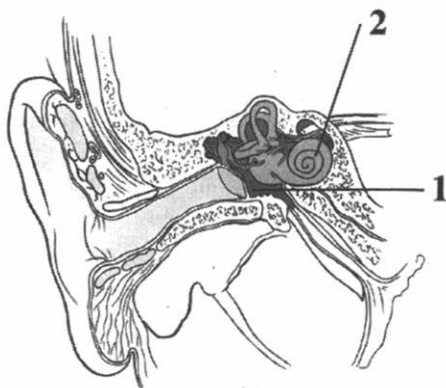
Ответ: _____ .

7. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Какими свойствами характеризуется модификационная изменчивость?

- 1) имеет индивидуальный характер
- 2) не наследуется
- 3) изменчивость не имеет пределов
- 4) ограничена нормой реакции
- 5) наследуется
- 6) имеет массовый характер

--	--	--

8. Установите соответствие между отделами органа слуха, обозначенными на рисунке цифрами 1, 2, и особенностями их строения и функциями. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.



Особенности строения и функции	Отдел органа слуха
А) содержит слуховые косточки Б) отделено от наружного уха барабанной перепонкой В) содержит слуховые рецепторы Г) состоит из полости и слуховой трубы Д) содержит улитку и полукружные каналы	1) среднее ухо 2) внутреннее ухо

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

9. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Признаки, характерные для мхов

- 1) наличие ризоидов
- 2) отсутствие проводящих тканей
- 3) наличие корня
- 4) наличие стебля и листьев
- 5) отсутствие спор
- 6) наличие цветка и плода

--	--	--

10. Установите соответствие между признаками растений семейства Бобовые и Крестоцветные.

Признак	Семейство
А) плод стручок Б) образуют симбиоз с клубеньковыми бактериями В) 4 лепестка венчика Г) плод боб Д) обогащают почву азотом Е) шесть тычинок	1) Бобовые 2) Крестоцветные

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

11. Установите последовательность явлений и процессов, происходящих в процессе эмбриогенеза. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) образование морулы
- 2) образование зиготы
- 3) образование бластулы

- 4) дробление
- 5) гастрюляция
- 6) формирование нервной трубки и хорды

--	--	--	--	--	--

12. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Теплоотдача организма осуществляется через

- 1) гипофиз
- 2) слюнные железы
- 3) щитовидную железу
- 4) надпочечники
- 5) потовые железы
- 6) сальные и молочные железы

--	--	--

13. Установите соответствие между признаком заболевания и витамином, с недостатком которого оно связано.

Признак заболевания	Витамин
А) ухудшение зрения в сумерках	1) А 2) С
Б) кровоточивость десен	
В) поражение роговицы глаза и кожи	
Г) снижение сопротивляемости заболеваниям	
Д) выпадение зубов	
Е) мелкие кровоизлияния из-за разрывов капилляров	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

14. Установите последовательность расположения отделов позвоночника, начиная от самого дальнего от черепа. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) копчиковый
- 2) шейный
- 3) крестцовый
- 4) грудной
- 5) поясничный

--	--	--	--	--

15. Известно, что **рыжий кенгуру** относится к семейству сумчатых млекопитающих. Используя эти сведения, выберите из приведенного ниже текста предложения, относящиеся к описанию данных признаков этого организма. Запишите в таблицу цифры, соответствующие выбранным ответам.

1) Рост самца большого рыжего кенгуру составляет 1,5 метра, а вес до 85 кг. 2) Рыжий кенгуру может прыгать на 13,5 метра в длину, 3,3 метра в высоту и может развивать скорость до 65 км/ч. 3) Питается рыжий кенгуру травами степей и полупустынь, злаками и другими цветковыми растениями. 4) Подобно другим сумчатым, самка кенгуру рождает крошечного детеныша весом 1 г и 2 см длиной, который, хватаясь за шерсть матери, заползает в сумку. 5) В сумке детеныш хватает один из сосков и прирастает к нему губами на 2,5 месяца. Сил сосать у него нет, поэтому самка впрыскивает ему молоко в рот, благодаря сокращению специальных мышц живота. 6) Повзрослев, кенгуренок начинает совершать короткие вылазки из сумки матери, тут же запрыгивая обратно при малейшем шорохе.

--	--	--

16. Установите соответствие между примерами и доказательствами эволюции, которым они соответствуют.

Примеры	Доказательства эволюции
А) крыло птицы и лапа крота — гомологичные органы Б) наличие двухкамерного сердца у зародышей птиц В) рудименты тазового пояса кита	1) эмбриологические 2) сравнительно-анатомические

Примеры	Доказательства эволюции
Г) наличие жаберных щелей у зародыша млекопитающих Д) онтогенез слона начинается с зиготы Е) рудименты тазового пояса питона	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

17. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. К архантропам (древнейшим людям) относятся

- 1) гейдельбергский человек
- 2) человек умелый
- 3) синантроп
- 4) питекантроп
- 5) неандерталец
- 6) кромањонец

--	--	--

18. Установите соответствие между признаком животных и экологической группой, которую он характеризует.

Признак животных	Экологическая группа
А) наличие плотной кутикулы, защищающей от пищеварительных соков Б) развитие со сменой хозяев В) наличие специальных органов прикрепления (присосок, крючков) Г) низкая плодовитость, забота о потомстве Д) хорошее развитие органов чувств Е) высокая плодовитость	1) свободноживущие 2) паразиты

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

19. Установите последовательность событий, происходящих в трофической цепи, начиная с возникновения благоприятных для размножения растений условий. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) увеличение биомассы растений
- 2) увеличение численности хищников
- 3) возникновение благоприятных для растений погодных условий
- 4) уменьшение численности травоядных животных
- 5) увеличение численности травоядных животных

--	--	--	--	--

20. Проанализируйте таблицу «Типы плодов». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины, приведенные в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквами, выберите соответствующий термин из предложенного списка.

Типы плодов

Название плода	Особенности строения	Примеры растений
(А)	Кожистый околоплодник не сростается с семенем	Подсолнечник
Боб	(Б)	Горох, бобы, акация
Стручок	Плод из двух створок с перегородкой, к которой прикреплены семена	В)

Список терминов

- 1) зерновка
- 2) плод из двух створок, к которым прикрепляются семена
- 3) многосемянный плод с мякотью и тонкой кожицей
- 4) семянка
- 5) смородина, томат
- 6) капуста, редька, редис
- 7) крылатка

Запишите в таблицу цифры выбранных терминов под соответствующими буквами.

А	Б	В

21. Изучите таблицу «Суточная потребность энергии для людей разных категорий труда».

Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании полученных результатов.

**Суточная потребность энергии
для людей разных категорий труда**

Группы профессий		Средние затраты энергии в сутки (в кДж)
1	Работники интеллектуального труда (ученые, врачи, педагоги)	До 12 600
2	Работники, выполняющие работу средней интенсивности (водители, токари, фрезеровщики)	От 12 600 до 14 700
3	Работники тяжелого механизированного труда (шахтеры, кузнецы, сельскохозяйственные рабочие)	От 14 700 до 16 800
4	Работники тяжелого физического труда (грузчики, землекопы, лесорубы)	От 18 900 и выше

Утверждения:

- 1) Врачи за сутки тратят больше энергии, чем токари.
- 2) Шахтеры и землекопы за сутки тратят одинаковое количество энергии.

- 3) За сутки тратят менее 17 000 кДж землекопы, грузчики.
- 4) Суточная потребность в энергии фрезеровщика меньше, чем у грузчика
- 5) Ученый-методист в среднем за сутки тратит около 12 600 кДж.

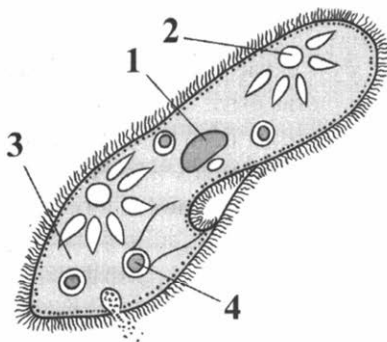
Запишите в ответе номера выбранных утверждений.

Ответ: _____ .

ЧАСТЬ 2

Запишите сначала номер задания, затем ответ к нему. На каждое задание дайте полный развернутый ответ.

22. Зачем человек разводит насекомое из отряда Чешуекрылые — тутового шелкопряда?
23. Какие структуры инфузории-туфельки изображены под цифрой 1? Какую функцию они выполняют? Почему инфузорию-туфельку считают более высокоорганизованным организмом, чем амёбу обыкновенную?



24. Найдите ошибки в приведенном тексте. Укажите номера предложений, в которых они сделаны, исправьте их.
1. Папоротниковидные — высшие споровые растения.
 2. Папоротники являются сосудистыми растениями.
 3. В чередовании поколений у папоротников преобладает половое поколение (гаметофит).
 4. Папоротники не имеют настоящих

корней, их спорофит прикрепляется к почве ризоидами. 5. Из оплодотворенной яйцеклетки — зиготы — у папоротников развивается зародыш семени, а из семязачатка — семя.

25. Слишком быстрый подъем водолазов с большой глубины приводит к кессонной болезни. Что является причиной этого заболевания?
26. Какие приспособления к сезонным изменениям среды имеют млекопитающие?
27. Какой хромосомный набор характерен для спор и гамет растения кукушкин лен? Объясните, из каких клеток и в результате какого деления они образуются.
28. Известно, что ген В, отвечающий за серую окраску тела у мух дрозофил, доминирует над геном b, отвечающим за черную окраску. Ген длинных крыльев V доминирует над геном v, отвечающим за появление коротких крыльев. Также известно, что гены, отвечающие за окраску тела и длину крыльев, находятся в одной хромосоме.

В результате скрещивания серой короткокрылой мухи с черным длиннокрылым самцом получили потомство, все особи которого имели серую окраску и длинные крылья. Для определения генотипа потомства было проведено анализирующее скрещивание. Составьте схемы обоих скрещиваний. Определите генотипы и фенотипы потомства в первом и втором скрещивании, если известно, что кроссинговера в них не происходило.

Ответы к заданиям

ЧАСТЬ 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	абиотические	12	136
2	146	13	121222
3	16	14	13542
4	124	15	456
5	121122	16	212112
6	3:1	17	134
7	246	18	222112
8	11212	19	31524
9	124	20	426
10	212112	21	45
11	241356		

ЧАСТЬ 2

22. Элементы ответа:

Благодаря этому разведению человек получает из нитей коконов тутового шелкопряда ценное волокно — шелковые нити, из которых делают ткань — шелк.

23. Элементы ответа:

- 1) Большое ядро (макронуклеус).
- 2) Оно обеспечивает инфузорию всеми видами РНК, контролирует метаболические процессы, не связанные с половым размножением.
- 3) Инфузория-туфелька, в отличие от обыкновенной амёбы, имеет постоянную форму тела, органоиды передвижения — реснички, каналы сократительных вакуолей, клеточный рот и клеточную глотку, постоянное место вывода непереваренных остатков пищи — порошицу. У инфузории-туфельки два ядра и имеется половой процесс.

24. Элементы ответа:

Ошибки допущены в предложениях:

- 1) 3 — У папоротников преобладает бесполое поколение (спорофит).
- 2) 4 — Спорофит папоротников имеет настоящие корни.
- 3) 5 — Из зиготы у папоротников не развивается зародыш семени, не развивается семя, у папоротников нет семязачатка, так как папоротники не семенные растения.

25. Элементы ответа:

1) На глубине при высоком давлении в крови растворяется больше газов, чем при нормальном атмосферном давлении.

2) При быстром подъеме с глубины давление резко падает, и газы не успевают выделиться через дыхательную систему.

3) В крови образуются пузырьки газа, которые закупоривают кровеносные сосуды, препятствуя кровоснабжению органов и тканей. Это часто приводит к смерти водолазов.

26. Элементы ответа:

1) Линяют и обрастают густым мехом.

2) Впадают в спячку.

3) Мигрируют на другие территории.

4) Делают запас кормов и накапливают жир.

27. Схема решения задачи включает:

1) У мха — кукушкина льна гаметы и споры имеют гаплоидный набор хромосом — n .

2) Гаметы у мха развиваются в половых органах на взрослом растении-гаметофите. В архегониях путем митоза образуются яйцеклетки, а в антеридиях также путем митоза — сперматозонды.

3) Споры кукушкина льна образуются на спорофите (спорогоне) — бесполом поколении мха. Из его диплоидных клеток путем мейоза образуются гаплоидные споры. Спора мха — это гаплоидная клетка, специализированная для бесполого размножения.

28. Схема решения задачи включает:

1) P: $v v$ $V V$

самка $ВПВ$ X самец $bПb$

G: v V

IV Ib

F_1 : $v V$

$ВПb$ черные длиннокрылые 100%

2) Анализирующее скрещивание — скрещивание с рецессивной гомозиготной особью

P: $v V$ $v v$

самка $В II b$ X самец $b II b$

G: $v V$ v

$IV Ib$ Ib

3) Генотипы и фенотипы возможного потомства:

$v v$ $V v$

$В II b$ $b II b$

Серый Черный

короткокрылый длиннокрылый

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЕГЭ

Раздел I. РАСТЕНИЯ. БАКТЕРИИ. ГРИБЫ. ЛИШАЙНИКИ

Вегетативные органы растений

Особенности растений как живых организмов.

Основные ткани и органы высших растений.

Растения и окружающая среда

Строение, а также жизнедеятельность, распространение растений, их взаимоотношения друг с другом и окружающей средой изучает **ботаника** (гр. *ботанэ* — растение, трава). Ботаника объединяет целый комплекс наук о растениях: систематику, морфологию, анатомию, эмбриологию, физиологию, биохимию, экологию и т. д. Начало ботаники как науки было заложено еще в Древней Греции: отцом ботаники считают древнегреческого ученого Теофраста.

К **особенностям растений** как живых организмов следует отнести их способ питания (в основном автотрофный), прикрепленный образ жизни, неограниченный рост, сильное расчленение тела с целью увеличения поверхности, распространение с помощью спор, плодов и семян, запасание углеводов в виде крахмала и ряд других. В растительных клетках имеются пластиды (хлоропласты, хромопласты и лейкопласты), большая центральная вакуоль, заполненная клеточным соком, плотные клеточные оболочки, которые состоят, как правило, из целлюлозы. В клетках целого ряда высших растений и некоторых водорослей нет центриолей.

Клетки, имеющие сходное строение и выполняющие одинаковые функции, объединяются в ткани. **Тканью** называется группа клеток, имеющих общее происхождение, сходных по форме и строению и выполняемым функциям. Тело высших растений образовано растительными тканями, из которых формируются разные органы растений.

Образовательные ткани (меристемы). Клетки образовательных тканей — мелкие, тонкостенные, недифференцированные, способные

к длительному делению. Образовательные ткани располагаются в разных частях растений.

1. Верхушечные — расположенные на верхушке стебля и кончике корня, обеспечивают рост данных органов в длину.

2. Боковые — камбий, перичикл — обеспечивают рост стеблей и корней в толщину.

3. Вставочные — располагаются в основании междоузлий стебля и молодых листьев.

4. Раневые — образуют при повреждении органов растения защитные ткани (пробку).

Основные ткани (паренхимные). Клетки основной ткани, как правило, крупные, неправильной формы, между ними располагаются большие межклетники. Основные ткани подразделяют по выполняемым функциям.

1. Ассимиляционные — находятся в листьях и молодых стеблях, их клетки содержат хлоропласты, основная функция этих тканей — фотосинтез.

2. Запасающие — находятся в стеблях, корнях, корнеплодах, клубнях, луковицах, плодах и т. д., в живых клетках этих тканей откладываются запасные питательные вещества (крахмал, белки, жиры).

3. Воздухоносные — между клетками ткани имеются очень большие межклетники, основная функция — вентиляция; межклетники связаны с внешней средой через отверстия в покровных тканях — устьица и чечевички.

4. Всасывающие (эпиблема) — образуются в зоне всасывания молодых корней, клетки эпіблемы несут корневые волоски, посредством которых происходит поглощение воды и минеральных веществ из почвы.

Покровные ткани выполняют защитную функцию, предохраняя растения от потери влаги, перегрева, поедания животными, заражения болезнетворными организмами и грибами.

1. Эпидермис (кожица). Живые клетки эпидермиса покрывают листья и молодые побеги растения. Клетки плотно прилегают друг к другу, лишены хлоропластов, снаружи покрыты кутикулой. Кроме кутикулы, у некоторых растений образуется восковой налет. Клетки кожицы могут нести выросты — волоски различной величины и формы. Волоски способны накапливать и выделять эфирные масла, слизи, и тогда они называются железистыми. Для газообмена в кожице имеются устьица.

2. Пробка. Клетки пробки мертвые, сменяют клетки кожицы. Пробка возникает за счет деятельности специальной образовательной ткани — пробкового камбия. Для обеспечения газообмена в пробке формируются чечевички.

3. Корка образуется у древесных пород в течение нескольких лет. Корка состоит из мертвых тканей, растрескивается и предохраняет деревья от температурных колебаний, пожаров, повреждений.

Выделительные ткани служат для накопления и выделения веществ из организма растений. В отдельных клетках растений откладываются кристаллы оксалата кальция, дубильные вещества, эфирные масла и др. В межклетниках образуются смоляные ходы, в которых собираются выделения, например у хвойных и цитрусовых. У некоторых растений имеются млечники — клетки, в которых накапливается млечный сок, содержащий смолу, каучук, алкалоиды и др. К выделительным тканям относятся нектарники и пищеварительные железы насекомоядных растений (росянка).

Механические ткани обеспечивают опорную функцию. Выделяют три типа механических тканей: колленхиму, волокна и каменистые клетки.

1. Колленхима образована из живых клеток разнообразной формы. Она встречается в молодых стеблях растений и листьях.

2. Волокна представлены мертвыми вытянутыми клетками с равномерно утолщенными оболочками. Волокна входят в состав древесины и луба. Примером лубяных неодревесневших волокон служит лен.

3. Каменистые клетки имеют неправильную форму и сильно утолщенные одревесневшие оболочки. Эти клетки образуют скорлупу орехов, косточки костянок и т. д. Каменистые клетки находятся в мякоти плодов груши и айвы.

Проводящие ткани осуществляют функции проведения воды и питательных веществ в теле растений. Выделяют два типа проводящих тканей: древесину (ксилему) и луб (флоэму).

1. Древесина состоит из сосудов — собственно проводящих элементов, древесинных волокон (механической ткани) и древесинной паренхимы, выполняющей запасную функцию. Сосуды образованы мертвыми вытянутыми клетками с утолщенными оболочками, между которыми в поперечных перегородках имеются отверстия. Сосуд представляет собой длинный узкий капилляр, по которому осуществляется движение воды и минеральных веществ. По сосудам древеси-

ны происходит восходящий ток жидкости — растворы минеральных солей поднимаются от зоны всасывания корня в стебель и листья.

2. Луб — образован ситовидными трубками, клетками-спутницами, лубяными волокнами (механическая ткань) и лубяной паренхимой. Ситовидные трубки представляют собой цепочки живых клеток, в которых отсутствуют ядра. Поперечные стенки двух соседних клеток пронизаны отверстиями и напоминают сито. Через эти отверстия цитоплазма соседних клеток сообщается друг с другом с помощью цитоплазматических тяжей. Рядом с ситовидными трубками располагаются клетки-спутницы. В них происходит активный обмен веществ. Клетки-спутницы выполняют трофическую функцию. Ситовидные трубки — основной проводящий элемент луба. По ним происходит транспорт растворенных органических веществ, поступающих от листьев в стебель и корень, то есть нисходящий ток.

Проводящие ткани вместе с механической тканью формируют особые структуры — сосудисто-волокнистые, или проводящие, пучки. Эти пучки проходят через все органы растения и образуют *единую проводящую систему*. Пучки называются закрытыми, если между лубом и древесиной нет камбия, и они не способны ко вторичному утолщению за счет его деятельности. Пучки называются открытыми, если в них между лубом и древесиной имеется камбий. Деление клеток камбия обеспечивает вторичное утолщение пучков, что в конечном итоге приводит к утолщению всего стебля.

Различные ткани образуют **органы растения**.

Орган — это часть растения, состоящая из тканей и выполняющая специальную функцию. Органы растения различаются как по внешнему, так и по внутреннему строению, делятся на вегетативные и генеративные.

Вегетативные органы — корень и побег (стебель с листьями и почками). С помощью этих органов протекают процессы питания (фотосинтез и минеральное питание), дыхание (газообмен), транспорт питательных веществ по телу растения и вегетативное размножение.

Генеративные органы у покрытосеменных растений — цветок, плод, семя. Их функция — осуществление процессов бесполого (спорообразование) и полового (образование гамет) размножения и расселение.

Взаимосвязь между органами растения осуществляется на основе двух процессов: питания и дыхания. **Питание растений** делится на

минеральное (всасывание корнем воды и минеральных веществ) и фотосинтез. Поглощенные корнем вода и минеральные соли по сосудам древесины транспортируются в надземные органы растения. Органические вещества, образовавшиеся в листьях, по ситовидным трубкам луба перемещаются в стебель и корень. Таким образом, в растении непрерывно происходят два разнонаправленных тока веществ: нисходящий и восходящий. Они связывают все органы растения в единую систему.

Все органы **растения** непрерывно **дышат**. Для дыхания необходимы кислород и сахарá. Сахарá синтезируются в листьях и по проводящей системе распределяются по всему телу растения. Кислород поглощается через устьица, чечевички или поверхностью корневых волосков. В тело растения кислород также поступает в результате фотосинтеза. Распределение кислорода и органических веществ по телу растения происходит постоянно, тем самым обеспечивая связь между органами.

Растения размножаются бесполом (спорообразование и вегетативное размножение) и половым (образование гамет и их слияние) способами. В жизненном цикле высших растений обязательно происходит смена полового (гаметофит) и бесполого (спорофит) поколений. В результате вегетативного размножения возникают особи с неизменным фенотипом, а в результате полового размножения меняется генотип особей, что приводит к повышению гетерозиготности популяций и в конечном счете повышает приспособленность организмов к меняющимся условиям окружающей среды.

В экологических системах растения играют роль **продуцентов**. Благодаря растениям происходит образование и накопление органики, выделение в атмосферу кислорода, включение в круговорот веществ углекислого газа. При прямом участии растений образуются почва, торф; ископаемые растения образовали залежи бурого и каменного угля.

Окружающая среда постоянно влияет на растительные организмы. Свет, температура, химический состав почвенного раствора и ряд других абиотических факторов вызывают у растений выработку ответных адаптаций. Так, есть светолюбивые и теневыносливые растения. Существуют растения галофиты, которые произрастают на засоленных почвах. На растения оказывают влияние другие виды растений, а также животные (биотические факторы).

В свою очередь, растения влияют на окружающую среду. Растения изменяют химический состав почвы, влажность воздуха, они насыщают атмосферу кислородом. Растения укрепляют почву, заселяют ранее безжизненные пространства, то есть участвуют в почвообразовании.

Все растения объединяют в царство Растения, которое включает три подцарства: Багрянки, Настоящие водоросли и Высшие растения.

Особое значение для человека имеют высшие семенные растения, прежде всего покрытосеменные (цветковые). Эти растения дают человеку пищу, топливо, одежду, строительный материал, сырье для химической промышленности, лекарства и т. д.

Корень: развитие корня из зародышевого корешка, виды корней, типы корневых систем.

Внешнее и внутреннее строение корня в связи с его функциями. Удобрения. Видоизменения корня

Корень — это подземный вегетативный орган растения. Корень имеет осевое строение, обладает неограниченным верхушечным ростом. На корне отсутствуют листья, он не расчленен на узлы и междоузлия, не несет в определенном порядке расположенных почек и обладает положительным геотропизмом.

Функции корня следующие: закрепление и удержание растения в почве; всасывание воды и минеральных веществ; транспорт этих веществ в надземные органы растения; синтез определенных веществ — гормонов, ферментов т. д.; запасание питательных веществ (корнеплоды); вегетативное размножение.

Зародышевый корешок, который выходит из семени при прорастании, превращается в главный корень. На границе между главным корнем и стеблем находится корневая шейка. Главный корень может ветвиться, при этом образуются боковые корни второго, третьего и т. д. порядков. На побеге могут развиваться придаточные корни. Совокупность всех корней образует корневую систему растения. В ее формировании участвуют главный, боковые и придаточные корни.

Различают два типа корневых систем: стержневую и мочковатую. Для стержневой корневой системы характерно преимущественное развитие главного корня, который длиннее и толще других корней. Она, как правило, встречается у двудольных растений. В мочковатой

корневой системе главный корень не отличается — он или слабо развит, или рано отмирает. Корневая система образована массой придаточных корней. Мочковатую корневую систему имеют однодольные растения и некоторые двудольные.

Корень нарастает в длину за счет верхушечной точки роста. Она состоит из образовательной ткани, клетки которой способны к постоянному делению. Точка роста одета корневым чехликом. Корневой чехлик образован живыми клетками, которые сменяются и замещаются новыми за счет клеток *точки роста*. Корневой чехлик защищает точку роста от механических повреждений. Эта зона корня называется *зоной деления*.

За зоной деления располагается *зона растяжения*, или роста. Здесь клетки растут и приобретают определенные форму и размеры.

За зоной растяжения находится *зона всасывания*. В ней наблюдается дифференциация клеток на ткани. Зона всасывания снаружи несет эпиблему, каждая клетка которой образует корневой волосок. За эпиблемой располагается первичная кора, перicycle и центральный осевой цилиндр.

При помощи корневых волосков происходит всасывание из почвенных растворов воды и минеральных веществ. Оболочка клеток корневых волосков тонкая — это облегчает всасывание. Почти всю клетку корневого волоска занимает крупная вакуоль, а ядро располагается у верхушки волоска. С ростом корня корневые волоски погибают, и зона всасывания образуется заново.

Четвертая зона корня — *зона проведения*. Ее функция — транспорт воды и минеральных веществ в надземные органы растения и транспорт органических веществ из стебля в корень.

Первичная кора корня образована живыми клетками основной ткани (паренхимы) и состоит из трех слоев. Функции первичной коры — транспортная (горизонтальный перенос веществ), запасочная.

Наружный слой клеток центрального осевого цилиндра образует перicycle. Его клетки могут делиться. В перicycle закладываются боковые корни и придаточные почки, с помощью которых осуществляется вегетативное размножение. Для вторичного утолщения корня служит камбий — вторичная меристема, которая закладывается в зоне проведения. Камбий обеспечивает рост корня в толщину.

Центральный осевой цилиндр состоит из разных тканей — проводящих, механических и основной. Участки древесины и луба череду-

ются между собой — древесина образует звезду, между лучами которой находится луб. В центре корня могут находиться механическая ткань и основная. По сосудам древесины протекает транспорт воды и минеральных веществ в надземные органы растений — это восходящий ток. По ситовидным трубкам луба из листьев и стебля в корень оттекают органические вещества — это нисходящий ток.

Воду и минеральные вещества корень всасывает из почвы при помощи корневых волосков. Вода поступает в корневой волосок за счет осмоса. Затем вода проходит путь по живым клеткам первичной коры корня и попадает в сосуды древесины центрального осевого цилиндра. Минеральные вещества всасываются корневыми волосками в результате пассивного или активного (с затратой энергии) транспорта через клеточную мембрану. В результате в сосудах древесины корня развивается повышенное осмотическое давление. При превышении осмотического давления в сосудах корня над осмотическим давлением почвенного раствора развивается корневое давление. Корневое давление наряду с испарением участвует в движении воды в теле растения.

Растения нормально развиваются, если в почвенном растворе обязательно есть азот, фосфор, сера, калий, магний, кальций и железо. Эти элементы имеют индивидуальное значение для жизни растения и поэтому не могут заменяться другими и называются макроэлементами. Для роста и развития растения необходимы также микроэлементы — бор, медь, кобальт, цинк, марганец, молибден и др. Их концентрация в почве значительно ниже, чем концентрация макроэлементов. В естественных биогеоценозах содержание в почве необходимых растению элементов поддерживается на относительно постоянном уровне за счет круговорота веществ. В агроценозах человек забирает из почвы часть минеральных веществ вместе с урожаем. Поэтому в почву сельскохозяйственных угодий надо вносить удобрения. Удобрения подразделяются на органические и минеральные.

Органические удобрения: навоз, торф, птичий помет, навозная жижа, торфокомпосты и т. д. — содержат все необходимые для растений питательные вещества. При внесении органических удобрений в почву попадают микроорганизмы — бактерии, грибы. Они разлагают органические остатки и повышают плодородие почв.

Минеральные удобрения бывают азотными, калийными и фосфорными. Азотные удобрения содержат азот в форме нитратов. К ним относятся различные селитры (калиевая, натриевая и др.), хлористый аммо-

ний, мочевины. Азот нужен растениям для нормального формирования вегетативных органов. Калийные удобрения — хлористый калий, сульфат калия и др. влияют на рост корней, клубней, луковиц. Фосфорные удобрения — суперфосфат, фосфоритная мука и др. ускоряют созревание плодов. Фосфор и калий повышают холодостойкость растений.

Дыхание корня происходит в результате диффузии кислорода из почвы в ткани. Для дыхания нужны органические вещества. Они поступают в корень из листьев. В процессе дыхания высвобождается энергия, запасенная в молекулах АТФ. Энергия расходуется на рост, деление клеток, транспорт веществ, процессы синтеза и т. д. Для проникновения воздуха в почву ее надо постоянно рыхлить. Рыхление способствует и сохранению влаги в почве, поэтому его называют «сухим поливом».

Корни могут видоизменяться. Встречаются следующие типы метаморфозов корня.

Корнеплоды выполняют запасающую функцию у многих видов двулетних растений (морковь, свекла, репа и др.). Они имеют двойное происхождение — верхняя часть образуется из стебля, а нижняя — как утолщение главного корня. В корнеплодах откладываются крахмал, сахар и т. д.

Корневые шишки (корневые клубни) — запасающие придаточные корни у георгина, батата, чистяка и др.

Корни прицепки имеют лазающие растения (плющ).

Втягивающие корни (у луковичных растений) служат для погружения луковицы в почву.

Воздушные корни образуются у растений, поселяющихся на других растениях (эпифиты), например орхидеи. Они обеспечивают растению всасывание из влажного воздуха воды и минеральных веществ.

Дыхательные корни имеют растения, которые растут на заболоченных почвах, например американский болотный кипарис. Эти корни поднимаются над поверхностью почвы и снабжают подземные части растения воздухом, который поглощается через специальные отверстия.

Ходульные корни образуются у деревьев, которые растут на литорали тропических морей (мангры). Корни сильно ветвятся и укрепляют растение в зыбком грунте.

Микориза — это симбиоз корней высших растений и почвенных грибов. Растения снабжают грибы растворимыми углеводами, а грибы доставляют растению минеральные вещества.

Клубеньки на корнях бобовых растений — это тоже видоизменения корней. В клубеньках находятся азотфиксирующие (клубеньковые) бактерии. Они фиксируют атмосферный азот и переводят его в соединения, которые усваиваются растениями. Это *симбиоз* между азотфиксирующими бактериями и корнями бобовых растений (клубеньковые бактерии) также является видоизменением корней.

Лист. Значение листьев в жизни растений.
Внешнее строение листа. Листорасположение.
Особенности внутреннего строения листа в связи
с его функциями. Листопад

Лист — это надземный, вегетативный орган растения, который обладает двусторонней симметрией. Рост листа происходит в его основании ограниченное время.

Функции листа: фотосинтез; испарение воды, или транспирация; газообмен; запасание питательных веществ; вегетативное размножение.

Лист образован листовой пластинкой, основанием, черешком и прилистниками; черешков и прилистников может и не быть. Основание листа может расширяться и охватывать стебель, при этом образуется влагалище. Листья с черешками называют черешковыми, а без черешков — сидячими. У некоторых растений у основания листа могут быть парные боковые выросты — прилистники. Они бывают разнообразной формы — в виде пленок, чешуек, колючек и т. д. Листья различаются между собой по ряду признаков:

- по размерам — от нескольких миллиметров до 20 метров (у пальм);
- по продолжительности жизни — у листопадных растений листья живут несколько месяцев, а у вечнозеленых — от 1,5 до 15 лет (бразильская араукария);
- по форме листовой пластинки — листья бывают округлые, овальные, игольчатые, линейные, продолговатые, яйцевидные, обратнояйцевидные и т. д.;
- по краю листовой пластинки — он может быть волнистым, выемчатым, городчатым, зубчатым и т. д.

Листья бывают простыми и сложными. Простой лист имеет только одну листовую пластинку и один черешок. При листопаде простой лист отпадает целиком. Сложный лист образован несколькими листовыми пластинками, каждая из которых имеет черешок, соединяющий

листовую пластинку с общим черешком. Во время листопада в сложном листе листовые пластинки опадают независимо друг от друга.

Листья различаются по типу жилкования. Жилки представляют собой проводящие пучки листа. У двудольных растений, как правило, наблюдается сетчатое жилкование, а у однодольных — параллельное и дуговое.

Листья расположены на стебле в определенном порядке. Участок стебля, который несет лист, называется узлом, расстояние между узлами — междоузлием, а угол между листом и стеблем — пазухой листа.

Выделяют три типа размещения листьев: очередное, или спиральное; супротивное и мутовчатое. При очередном листорасположении листья располагаются по спирали, при этом от каждого узла стебля отходит только один лист. При супротивном листорасположении в каждом узле находится пара листьев — один против другого. При мутовчатом листорасположении каждый узел несет три листа или более.

Листорасположение, величина и форма листьев демонстрируют приспособления к условиям освещенности. Расположение листьев на растении таким образом, что листовые пластинки не затевают друг друга и максимально поглощают свет называется листовой мозаикой.

С верхней и нижней сторон лист покрыт однослойной кожицей. **Кожица** — это покровная живая ткань. Ее клетки плотно сомкнуты между собой, в них отсутствуют хлоропласты. Кожица защищает лист от избыточной потери влаги и служит для механической опоры. На поверхности клеток кожицы могут располагаться волоски и шипики различной формы. Часто кожица выделяет кутикулу, или восковидный налет, которая предохраняет растение от испарения. Для обеспечения водо- и газообмена между клетками кожицы находятся устьица.

Устьица обычно располагаются с нижней стороны листовой пластинки, а у водных растений (кувшинка, кубышка) — только на верхней. У ряда растений (злаки, капуста) устьица есть на обеих сторонах листа.

Устьица представляют собой щель, которая расположена между двумя бобовидными (замыкающими) клетками. Замыкающие клетки находятся над большим межклетником в рыхлой ткани листа. Они смыкаются между собой противоположными концами. В отличие от других клеток кожицы в них находятся хлоропласты. Для замыкающих клеток устьиц характерно неравномерное утолщение их оболочек. Оболочка, обращенная к щели, толстая, а задняя стенка клетки — более тонкая и эластичная. При увеличении тургорного давления в замыкающих клетках тонкая стенка выпячивается, а передняя стенка

становится вогнутой и вся клетка изгибается в направлении от щели. Устьице при этом открывается. При снижении тургорного давления клетки принимают нормальную форму и устьичная щель закрывается.

Между верхней и нижней кожицей в листе располагается **основная ткань** (паренхима). Это живая фотосинтезирующая ткань, в клетках которой имеется много хлоропластов. Основная ткань обычно подразделяется на два слоя — столбчатую и губчатую паренхиму. Под верхней кожицей находится столбчатая, или палисадная, паренхима, состоящая из одного ряда клеток. Клетки удлинённой формы, плотно прилегают друг к другу, имеют много хлоропластов. Столбчатая паренхима — это основная ассимиляционная ткань. Под столбчатой паренхимой расположена губчатая, или рыхлая, паренхима. Её клетки имеют неправильную форму, между ними располагаются крупные межклетники, заполненные воздухом. В клетках губчатой паренхимы хлоропластов меньше, чем в клетках столбчатой.

Проводящий пучок листа, или жилка, состоит из сосудов древесины, ситовидных трубок луба и механической ткани. Между лубом и древесиной в пучках нет камбия. Древесина в пучке обращена к верхней стороне листа, а луб — к нижней.

Процессы дыхания в тканях листа протекают постоянно — как днем, так и ночью. В противоположность дыханию световая фаза фотосинтеза, во время которой происходит выделение кислорода, протекает только днем, на свету. Эти процессы связаны с газообменом, который регулируется работой устьиц. При фотосинтезе из внешних неорганических веществ (углекислого газа и воды) создаются органические вещества, при этом поглощается энергия света и выделяется кислород. В процессе дыхания, наоборот, органические вещества расходуются, высвобождается энергия, которая необходима для жизнедеятельности, поглощается кислород, а выделяются углекислый газ и вода. Газовый баланс растения можно представить так: растения поглощают больше углекислого газа, чем выделяют при дыхании, и выделяют больше кислорода, чем поглощают при дыхании.

Испарение воды растением называется **транспирацией**. Вода испаряется через всю поверхность тела растения, но особенно интенсивно через устьица в листьях. Значение транспирации: она принимает участие в передвижении воды и растворенных веществ по телу растения; способствует углеводному питанию растений; защищает растения от перегрева.

Листопад представляет собой адаптацию растений к сезонным изменениям климата, из-за которых происходит уменьшение испарения воды осенью и зимой. С понижением температуры всасывание воды корнями снижается, и поэтому растение может обезводиться и погибнуть. Сбрасывание листвы уменьшает общую площадь поверхности дерева, что предотвращает поломку ветвей при снегопаде. Перед листопадом хлорофилл разрушается, а каротиноиды становятся видимыми. Они придают желтую, оранжевую и красную окраску листьям.

Видоизменения (метаморфозы) листа: колючки (кактус, барбарис), усики (горох), листья насекомоядных растений (росянка, венерина мухоловка).

Стебель. Понятие о побеге. Развитие побега из почки. Значение стебля. Внутреннее строение древесного стебля в связи с его функциями. Образование годичных колец. Передвижение минеральных и органических веществ по стеблю. Видоизмененные побеги: их строение и хозяйственное значение

Стебель — осевая часть побега растений, состоящая из узлов и междоузлий. Стебель имеет цилиндрическую форму и в поперечном сечении бывает округлым, угловатым, многогранным и т. д.

Стебель выполняет следующие **функции**: транспорт воды и минеральных веществ из корня в листья и органических веществ из листьев в корень; увеличение поверхности растения в результате ветвления; формирование и наиболее выгодное расположение листьев; образование цветков; запасание питательных веществ и воды; вегетативное размножение.

Побег — это сложный орган, который состоит из оси — стебля, листьев и почек. Побег разделен на междоузлия и узлы, в которых располагается один или несколько листьев. Междоузлия бывают удлиненными и укороченными.

Первый побег развивается из зародышевого побега семени. Главный побег растущего растения формируется из верхушечной почки, а из пазушных почек образуются боковые побеги.

Почка представляет собой зачаточный побег. Снаружи почка одета плотными чешуйками. Под чешуйками в центре почки находятся зачаточный стебель и маленькие зачаточные листья. В пазухах зачаточных листьев расположены зачаточные пазушные почки. Верхушка

почка состоит из образовательной ткани и называется *конусом нарастания*. Конус нарастания отвечает за формирование всех органов и тканей побега. За счет деления клеток конуса нарастания побег растет в длину. Почки подразделяются на *вегетативные* и *генеративные*. Из вегетативной почки образуется стебель с листьями и почками, а из генеративной — одиночный цветок или соцветие.

Выделяют два типа ветвления побега — верхушечное и боковое. При верхушечном ветвлении конус нарастания делится на две части, каждая из которых образует побег. Такое ветвление носит название ди-хотомического (плауны). При боковом ветвлении побеги образуются из пазушных почек. Боковое ветвление бывает двух типов: моноподиальное и симподиальное. При моноподиальном ветвлении конус нарастания верхушечной почки функционирует в течение всей жизни растения и обеспечивает рост побега. Из пазушных почек формируются боковые побеги (ветви). Этот тип ветвления характерен для голосеменных (ель, сосна, лиственница и др.) и для некоторых древесных покрытосеменных (дуб, бук, клен и т. д.). При симподиальном ветвлении побеги развиваются из верхней пазушной почки, а побег, который образуется из верхушечной почки, отмирает (тополь, береза и др.).

По типу роста побеги подразделяются на прямостоячие, ползучие, цепляющиеся, вьющиеся.

По степени одревеснения растения бывают травянистыми и деревянистыми (деревья и кустарники). Травянистые растения представлены однолетними, двулетними и многолетними травами. Деревянистые растения образуют деревья, кустарники, кустарнички.

Стебель состоит из покровной ткани, первичной коры, вторичной коры, камбия, древесины и сердцевины.

Снаружи стебель покрыт *покровной тканью* — *перидермой*. Она состоит из трех слоев клеток: пробки (наружный слой), пробкового камбия (средний слой) и слоя основной ткани (внутренний слой). В перидерме находятся чечевички — отверстия, которые обеспечивают газообмен.

Под перидермой располагается *первичная кора*. Она образована механической тканью и паренхимой, которая выполняет запасную функцию.

Под первичной корой находится *вторичная кора*, или *луб* (флоэма). Луб образован ситовидными трубками, клетками-спутницами, лубяными волокнами и лубяной паренхимой.

Камбий — это образовательная ткань, которая располагается между лубом и древесиной. За счет деления клеток камбия наружу откладываются клетки луба, а внутрь — клетки древесины. На одну клетку луба камбий отделяет несколько клеток древесины. В результате древесина нарастает быстрее, поэтому на ее долю приходится почти вся масса ствола и ветвей.

Древесина (ксилема) образована сосудами, древесинной паренхимой и древесинными волокнами. За вегетационный период образуется одно кольцо древесины, которое называется годичным кольцом прироста. Граница между годичными кольцами у растений умеренных широт выражена отчетливо, поскольку весенняя древесина, образующаяся после начала деятельности камбия, состоит из больших тонкостенных клеток, а осенняя — из более мелких, толстостенных. По годичным кольцам древесины определяется возраст деревьев. У тропических деревьев, растущих непрерывно, годичных колец не наблюдается.

В центре стебля располагается *сердцевина*. Она образована живыми и мертвыми клетками основной ткани. В живых клетках откладываются запасные питательные вещества. От первичной коры к сердцевине тянутся сердцевинные лучи, выполняющие проводящую функцию — транспорт воды и органических веществ в горизонтальном направлении.

Вода и минеральные вещества, которые всасываются корнями, передвигаются по стеблю к листьям по сосудам древесины и образуют восходящий ток. Органические вещества, синтезирующиеся в листьях, оттекают во все органы растения по ситовидным клеткам луба и образуют нисходящий ток. У древесных растений передвижение питательных веществ в горизонтальной плоскости происходит при участии сердцевинных лучей.

Побеги могут видоизменяться. У многих растений в почве образуются подземные побеги, в которых накапливаются запасные питательные вещества. Эти вещества необходимы для переживания неблагоприятных для роста условий. Примеры видоизменения побегов: клубни, луковицы и корневища.

Клубни формируются как концевые утолщения подземных побегов — столонов. Столоны отрастают от основания надземных стеблей. Клубни развиваются в результате утолщения верхушечных почек столонов (картофель, земляная груша). На них располагаются группы почек, которые называются глазками. Клубни служат для вегетативного размножения.

Луковица представляет собой подземный укороченный видоизмененный побег. Стебель луковицы образует донце. К донцу прикрепляются листья, или чешуи. Наружные чешуи обычно сухие, они выполняют защитную функцию. Они прикрывают сочные чешуи, в которых откладываются питательные вещества и вода. На донце располагается верхушечная почка, из которой развиваются надземные листья и цветоносная стрелка. На нижней части донца развиваются придаточные корни. Луковицы характерны для многолетних растений (лилии, тюльпаны, лук, чеснок и др.). С помощью луковиц растения могут вегетативно размножаться.

Корневище — это также подземный побег, внешне похожий на корень. Корневище несет чешуевидные листья, в пазухах которых находятся пазушные почки. На корневище образуются придаточные корни, а из пазушных почек развиваются боковые ответвления корневища и надземные побеги. Корневища встречаются у многолетних травянистых растений (хвощ, папоротник, злаки и т. д.). Корневище является органом вегетативного размножения.

К видоизменениям побега относятся также колючки (дикая яблоня, дикая груша), усики (тыква, виноград), плети (костяника, живучка), надземные столоны (усы) — земляника, стебли кактусов.

Вегетативное размножение цветковых растений.

Биологическое и хозяйственное значение вегетативного размножения

Вегетативным размножением называется такой тип размножения растений, при котором увеличение числа особей происходит за счет их развития из вегетативных органов — корня, стебля, листа. Биологическое значение данного типа размножения состоит в том, что дочерние растения сохраняют все признаки материнского организма. Это главное отличие вегетативного размножения от полового. Вегетативное размножение широко распространено в природе и используется в сельском хозяйстве для ускоренного распространения сортов растений с нужными человеку признаками, получения высоких урожаев и для сохранения ценных сортов культурных растений.

Вегетативное размножение *с помощью корня* — это размножение корневыми черенками: корень делится на участки по 10–15 см, которые затем укореняются (хрен, одуванчик). Также многие растения

размножаются корневыми отпрысками: на корнях образуются придаточные почки, а из них развиваются надземные побеги. Затем эти побеги отделяются и формируют самостоятельное растение (малина, тополь, слива, облепиха и др.).

Вегетативное размножение *с помощью листа* происходит с помощью листовых черенков — это отделенный от растения лист, который затем укореняется (бегония, узамбарская фиалка). У ряда растений в пазухах листьев или на листовых пластинках формируются маленькие побеги, они отламываются от материнского растения, падают на почву и укореняются (очиток, камнеломка, бриофиллум).

Вегетативное размножение *с помощью побегов* происходит с помощью стеблевых черенков — от растения отделяется небольшой участок побега и дает корни (смородина, тополь, ива).

Луковичные многолетние травы размножаются при делении луковиц (лук, чеснок и др.). На луковичах образуются маленькие луковички — детки, которые отделяют и высаживают. Иногда луковички-детки формируются в соцветиях. Размножение клубнями — это тоже размножение с помощью видоизмененных побегов (картофель, топинамбур). Картофель можно размножать, высаживая целые клубни, а также отростками, глазками и верхушками. Верхушка — это часть клубня, где сосредоточено наибольшее количество глазков, противоположная месту прикрепления клубня к столону. При размножении глазками клубень делится на небольшие кусочки, каждый из которых содержит глазок. Отростки представляют собой побеги, образовавшиеся из глазка. Эти побеги отделяют и высаживают. Такими способами размножают особо ценные сорта картофеля.

Размножение корневищами главным образом свойственно сорным травам (ландыш, пырей, хвощ). Из пазушных почек корневища развиваются надземные побеги, и растение быстро распространяется. Крыжовник, смородина, виноград и некоторые другие растения размножаются отводками. Ветку растения пригибают к земле, укрепляют шпилькой и сверху присыпают землей. К осени на ветке образуются придаточные корни, и ее отделяют. Размножение с помощью прививок широко используется в садоводстве и декоративном растениеводстве. Различают два типа прививок — окулировка и копулировка (яблони, сливы, розы и т. д.). Растение, на которое прививают, называется подвой (это обычно дичок), а растение, которое прививают, называется привой (сортовое). Окулировка — это прививка, когда

привоем служит почка (глазок), а при копулировке привоем является участок побега с почкой. Возможно также размножение надземными ползучими побегами — усами (земляника), плетями (живучка), столонами (костяника). Делением кустов размножают декоративные растения, например флоксы, фиалки, маргаритки и др.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Из зародышевого корешка развиваются
 - 1) главные корни
 - 2) боковые корни
 - 3) придаточные корни
 - 4) боковые и придаточные корни
2. Корень растет в длину
 - 1) основанием
 - 2) средней частью
 - 3) верхушкой
 - 4) на всем своем протяжении
3. Корневые волоски характерны для зоны
 - 1) деления
 - 2) роста
 - 3) всасывания
 - 4) проведения
4. Основная функция корневого чехлика
 - 1) запасающая
 - 2) транспортная
 - 3) механическая
 - 4) защитная
5. Большую часть длины взрослых корней составляет зона
 - 1) деления
 - 2) роста
 - 3) всасывания
 - 4) проведения
6. Корневого чехлика нет у корней
 - 1) моркови
 - 2) ряски
 - 3) ржи
 - 4) дуба
7. Воздушные корни характерны для
 - 1) кувшинок
 - 2) тюльпанов
 - 3) лилий
 - 4) орхидей
8. Листовое влагалище присуще
 - 1) овсу
 - 2) ландышу
 - 3) бегонии
 - 4) фиалке

9. В каких клетках листа нет хлорофилла?
- 1) замыкающих
 - 2) кожицы
 - 3) столбчатой ткани
 - 4) губчатой ткани
10. К удобрениям, усиливающим рост зеленой массы растений, относятся:
- 1) органические
 - 2) азотные
 - 3) калийные
 - 4) фосфорные
11. Стебель травянистого растения выполняет функцию
- 1) фотосинтезирующую
 - 2) запасающую
 - 3) механическую
 - 4) все вышеперечисленные
12. Мертвые клетки входят в состав
- 1) луба
 - 2) древесины
 - 3) пробки
 - 4) всех перечисленных выше частей стебля
13. К древесине относится
- 1) кожа
 - 2) пробка
 - 3) флоэма
 - 4) ксилема
14. Основной функцией сердцевины является
- 1) защитная
 - 2) опорная
 - 3) проводящая
 - 4) запасающая
15. Изгиб в нижней части имеют побеги
- 1) прямостоячие
 - 2) приподнимающиеся
 - 3) ползучие
 - 4) вьющиеся

Выберите три правильных ответа.

16. В природе корневыми отпрысками размножается
- 1) земляника
 - 2) малина
 - 3) ирис
 - 4) сердечник луговой
 - 5) слива
 - 6) сирень
17. Парноперистосложный лист у
- 1) рябины
 - 2) люпина
 - 3) клевера
 - 4) акации
 - 5) гороха
 - 6) мышиного горошка

18. Супротивное расположение листьев имеет

- | | |
|-----------|------------|
| 1) береза | 4) клен |
| 2) сирень | 5) яблоня |
| 3) дуб | 6) крапива |

19. Видоизменением стебля является:

- | | |
|------------------------|--------------------|
| 1) столон картофеля | 4) колючка кактуса |
| 2) ус земляники | 5) усик гороха |
| 3) корнеклубень батата | 6) усик винограда |

20. Четырехгранный стебель у

- | | |
|------------------|----------------|
| 1) львиного зева | 4) подорожника |
| 2) злаков | 5) крапивы |
| 3) тыквы | 6) осоки |

21. Установите соответствие между названием растения и видом побега, который для него характерен.

Растение	Вид побега
1) рожь	А) прямостоячие побеги
2) земляника	Б) ползучие побеги
3) камнеломка	В) вьющиеся побеги
4) виноград	
5) подсолнечник	
6) горох	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	3	3	4	4	2	4	1	2	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	4	4	4	2	2,5,6	4,5,6	2,4,6	1,2,6	1,3,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	Б	В	А	В

Генеративные органы растений. Семя. Плод

Цветок и плод. Строение цветка.

Соцветия и их биологическое значение.

Перекрестное опыление насекомыми, ветром.

Самоопыление. Оплодотворение

Цветок представляет собой видоизмененный укороченный побег, приспособленный для образования спор и гамет. В цветке происходит опыление, оплодотворение и образование плода с семенами. Цветок развивается из генеративной почки.

Цветок образован из цветоножки, которая соединяет его со стеблем, цветоложа — расширенной верхней части цветоножки, чашечки, венчика, тычинок и пестиков, которые прикреплены к цветоложу. Цветоложе — это расширенная стеблевая часть побега. Многие ученые считают, что все остальные части цветка имеют листовую природу. Цветки, которые лишены цветоножки, называются сидячими.

Чашечка может быть образована из разного числа чашелистиков (обычно зеленого цвета). Бывают чашелистики свободные, и чашечка называется раздельнолистной; если чашелистики срастаются, чашечка называется спайнолистной. Чашелистики могут иметь различную форму.

Совокупность лепестков образует венчик. Лепестки венчика могут быть свободными или сросшимися, соответственно, венчик называется раздельнолепестным или спайнолепестным. Лепестки, как правило, ярко окрашены, имеют разную форму.

Чашечка и венчик образуют двойной околоцветник. Околоцветник, образованный одинаковыми листочками, называется простым. Если листочки простого околоцветника ярко окрашены, это венчиковидный околоцветник (тюльпан), если зеленые — чашечковидный (крапива). Цветки без околоцветника называются голыми (ива).

Тычинка состоит из тычиночной нити и пыльника. Пыльник образован двумя продольными половинками, каждая из которых разделена на два пыльцевых гнезда. В пыльцевых гнездах образуются микроспоры, а затем пыльца. Пыльца — это редуцированный мужской гаметофит, состоящий из двух клеток. Большая клетка, называемая вегетативной, впоследствии превращается в пыльцевую трубку. Маленькая, или генеративная, клетка дает начало двум спермиям — мужским гаметам.

Пестиков в цветке может быть один или несколько. Пестик образуется сросшимися плодолистиками. Он состоит из завязи (нижняя расширенная часть), в которой располагаются семязачатки, цилиндрического столбика и рыльца, на которое попадает и прорастает пыльца.

Семязачаток прикрепляется к завязи с помощью плаценты и состоит из семяножки, покрова и ядра семязачатка, в котором находится зародышевый мешок. Зародышевый мешок представляет собой редуцированный женский гаметофит, который развивается из мегаспоры. Покровы на верхушке семязачатка не срастаются и образуют пыльцевход. В части зародышевого мешка, обращенной к пыльцевходу, находится яйцеклетка и две клетки синергиды. На противоположном конце располагаются клетки-антиподы, а в центре — диплоидное вторичное ядро, которое образовалось в результате слияния двух полярных ядер.

Цветки, у которых есть тычинки и пестики, называются обоеполыми. Цветки, имеющие только тычинки (тычиночные) или только пестики (пестичные), называются однополыми (кукуруза, береза, тыква и др.). Растения, у которых однополые цветки (тычиночные и пестичные) сидят отдельно, но на одном растении, называются однодомными. Растения, у которых однополые цветки располагаются на разных растениях, называются двудомными (крапива, конопля, ива и др.).

Цветки бывают одиночными или могут быть собраны в соцветия. **Соцветие** — это побег или система побегов, несущих в определенном порядке расположенные цветки. Биологическое значение соцветий состоит в повышении эффективности опыления.

Соцветия бывают простые и сложные. Простые соцветия: кисть (цветки расположены на удлинённой оси, имеют цветоножки — черемуха), колос (цветки сидячие — подорожник), початок (колос с толстой осью — кукуруза), головка (ось сильно укорочена, цветки сидячие — клевер), щиток (цветки на цветоножках разной длины, располагаются в одной плоскости — груша), корзинка (цветки сидячие, расположены на расширенном конце оси соцветия — сложноцветные), зонтик (цветки сидят на цветоножках одинаковой длины — вишня). Сложные соцветия: сложный колос (образован из отдельных простых колосков — пшеница), метелка (образована из отдельных кистевидных соцветий — сирень), сложный зонтик (составлен простыми зонтиками — морковь, укроп), сложный щиток (пижма).

Опыление представляет собой процесс переноса пыльцы из пыльников на рыльце пестика. Различают самоопыление, перекрестное и искусственное опыление.

Самоопыление встречается у растений, имеющих двуполые цветки. При самоопылении пыльца переносится на рыльце пестика в одном и том же цветке. Самоопыление может происходить на стадии бутона. К самоопыляющимся растениям принадлежат: горох, ячмень, овес, просо и др.

Перекрестное опыление обеспечивается различными внешними факторами.

Опыление с помощью ветра называется анемофилией. У ветроопыляемых растений цветки мелкие, как правило, собраны в соцветия разных типов. Образуется много сухой мелкой пыльцы. Тычинки с длинными тычиночными нитями, рыльца пестиков широкие, часто перистые, высовываются из цветков. К ветроопыляемым растениям относятся почти все злаки, осоки, береза, осина, дуб, конопля и др.

Опыление с помощью насекомых называется энтомофилией. Основными насекомыми-опылителями служат пчелы, шмели, осы, бабочки. Цветки насекомоопыляемых растений крупные, ярко окрашены, способны вырабатывать нектар, обладают запахом. Пыльца крупная, липкая, на поверхности имеет различные выросты. Насекомоопыляемыми являются яблоня, груша, вишня, маки, ромашки, гречиха и др.

Опыление также может осуществляться при помощи птиц (колибри), летучих мышей, воды.

Оплодотворение является процессом слияния женской и мужской половых клеток. У растений оно протекает следующим образом. В результате опыления пыльца попадает на рыльце пестика. Из вегетативной клетки развивается пыльцевая трубка и прорастает через ткани рыльца и столбика по направлению к завязи. Затем пыльцевая трубка проходит в завязь и через пыльцевход проникает в семязачаток. В итоге она оказывается внутри зародышевого мешка. Из генеративной клетки образуется два спермия, они перемещаются к концу пыльцевой трубки. Пыльцевая трубка разрывается, и спермии оказываются в зародышевом мешке. Один спермий сливается с яйцеклеткой, образуется зигота — первая клетка зародыша семени. Вторым спермием сливается со вторичным диплоидным ядром, в результате образуется

триплоидная клетка, дающая начало эндосперму (запасной ткани семян). Этот процесс носит название двойного оплодотворения и свойственен только цветковым растениям. Он был открыт в 1898 году русским ботаником С.Г. Навашиным.

Образование семян и плодов. Типы плодов. Распространение плодов и семян. Значение цветков, семян и плодов в природе и жизни человека

После оплодотворения из семязачатка образуется семя. Оно покрыто семенной кожурой, содержит зародыш и запас питательных веществ. Параллельно образованию семян начинает разрастаться завязь. Из стенок завязи формируется околоплодник, который окружает семя, — так происходит образование плода.

Плод, образованный из единственного пестика в цветке, называют настоящим. Если плод образуется из нескольких пестиков одного цветка, он называется сложным (малина, ежевика). Плод считается ложным, если в его формировании, кроме завязи пестика, принимают участие другие части цветка — цветоложе, околоцветник, тычинки (земляника).

На основе строения околоплодника настоящие плоды подразделяются на сухие и сочные. Разновидности плодов определяются также и числом семян в плоде. Сухие и сочные могут быть односеменными и многосеменными. В итоге выделяют четыре типа плодов: сухие односеменные, сухие многосеменные, сочные односеменные, сочные многосеменные.

Сухие односеменные плоды: зерновка (семя плотно срастается с тонким околоплодником — рожь, пшеница); семянка (околоплодник кожистый, с семенем не срастается, часто имеет хохолок или летучку — подсолнечник, одуванчик); крылатка (семянка с крыловидным придатком — ясень); орех (околоплодник твердый, деревянистый — лещина); орешек (орех маленького размера — шавель); желудь (дуб).

Сухие многосеменные плоды: коробочка (вскрывается дырочками или трещинами — мак, белена, хлопчатник); листовка (вскрывается по брюшному шву — живокость); боб (вскрывается по двум швам — брюшному и спинному, семена прикреплены к створкам околоплодника — растения семейства бобовых); стручок (между створками имеется продольная перегородка, к которой прикрепляются семена, — горчи-

ца); стручочек (длина его превышает ширину не более чем втрое — пастушья сумка).

Сочные односеменные плоды: костянка (вишня, слива); сложная костянка (группа костянок, образовавшаяся из одного цветка, — малина, ежевика).

Сочные многосеменные плоды: ягода (виноград, томаты, клюква, смородина); яблоко (ложный плод, в образовании которого принимает участие разросшееся цветоложе, — яблоня, груша, рябина); тыквина (ложный плод, в образовании которого принимает участие цветоложе, — арбуз, тыква); померанец (плод цитрусовых — лимон, мандарин).

Соплодия — это плоды, которые образуются из соцветия в процессе срастания нескольких плодов в единое целое (инжир, шелковица).

Плоды и семена могут распространяться разными способами.

При помощи ветра разносятся очень легкие, мелкие семена — например, у растений семейства Орхидные. Семена многих растений имеют тонкие пленчатые выросты (крылатки) или хохолки. Эти образования также способствуют переносу семян воздушными течениями (тополь, одуванчик, клен, береза и т. д.).

С помощью воды распространяются семена водных растений — кувшинки, кубышки. Семена снабжены воздушными пузырями, что не позволяет им погрязнуть на дно.

Распространение семян животными происходит в том случае, когда семена имеют специальные выросты: крючочки, шипики, клейкие выделения и др., с помощью которых семена цепляются за шкуру животных.

Плоды с сочным околоплодником обычно распространяются птицами. Птицы питаются такими плодами (рябина, калина, вишня и др.), переваривают околоплодник, а семена выбрасываются неповрежденными.

В распространении семян могут принимать участие муравьи (семена, в которых содержится много масел), а также человек — это обычно семена сорных растений. Человек распространяет такие семена вместе с семенами культурных растений (василек, подорожник).

У бальзамина, бешеного огурца разбрасывание семян происходит при самопроизвольном раскрывании плода.

Семя. Строение семян двудольного и однодольного растений. Состав семян. Условия прорастания семян.

Питание и рост проростка.

Время посева и глубина заделки семян

Основное отличие в строении семян однодольных и двудольных растений определяется строением зародыша.

Строение семени двудольных растений рассмотрим на примере семени фасоли. Снаружи семя покрыто гладкой семенной кожурой, которая образовалась из покровов семязачатка. Семенная кожура защищает семя от потерь влаги и механических повреждений. На вогнутой стороне семени заметен рубчик — след от семяножки, при помощи которой семя крепилось к околоплоднику. Под семенной кожурой располагается зародыш. Зародыш состоит из двух мясистых семядолей, в которых сосредоточен запас питательных веществ, зародышевых корешка, стебелька и почечки. Семя фасоли не содержит эндосперм.

В семени пастушьей сумки также не содержится эндосперма. Запасные питательные вещества сосредоточены в зародышевых стебельке и корешке, а также семядолях, поэтому вышеперечисленные части зародыша выполняют питательную функцию.

У лютика и фиалки семена с эндоспермом. Небольшой зародыш, состоящий из корешка, стебелька, почечки и двух семядолей, окружен эндоспермом со всех сторон. В результате семенная кожура окружает не сам зародыш, как у фасоли и пастушьей сумки, а эндосперм.

Строение семени однодольных растений рассмотрим на примере зерновки пшеницы. У зерновки тонкий околоплодник срастается с семенной кожурой. Большую часть семени занимает мучнистый эндосперм, снизу к нему примыкает зародыш. Зародыш состоит из одной семядоли, которая называется щитком, зародышевых корешка, стебелька и почечки. Щиток непосредственно граничит с эндоспермом и осуществляет всасывание питательных веществ зародышем при прорастании семени.

У других однодольных растений (лук, ландыш) эндосперм окружает зародыш со всех сторон.

В эндосперме или в зародыше семени растений содержатся запасные вещества, необходимые для прорастания и развития будущего

растения. Эти вещества делятся на органические и минеральные. Органические вещества — растительный белок (клейковина), углеводы (крахмал), жиры (растительные масла). Минеральные вещества — вода и минеральные соли. Семена разных растений содержат вышеперечисленные вещества в различных количествах. Так, семена бобовых богаты белками, семена пшеницы — крахмалом, семена подсолнечника — жиром.

Прорастание семян представляет собой процесс перехода семени от состояния покоя к развитию и росту зародыша и формированию проростка. Прорастанию семян предшествует набухание, означающее проникновение в семя воды. При набухании в клетки семени попадает вода. В результате в клетках активизируются ферменты, контролирующие дыхание и распад запасных органических веществ. При этом вырабатывается энергия и накапливаются мономерные молекулы, которые идут на строительство органических веществ проростка. Важной характеристикой прорастающих семян служит **всхожесть**, а именно процент семян, дающих нормальные проростки при оптимальных условиях среды. Прорасть могут семена только с живыми зародышами. Гибель зародышей происходит по ряду причин: из-за неправильного хранения семян, в результате поражения бактериями, грибами и насекомыми и т. д. Набухают семена как с живыми, так и с погибшими зародышами, но прорастают — только с живыми.

Вторым условием прорастания является температурный фактор. Семена разных растений прорастают при определенных температурах. Так, семена ржи, моркови прорастают при температуре 1–5 °С (это холодостойкие растения), семена огурцов, томатов, кукурузы прорастают при температуре выше 15 °С (теплолюбивые растения).

Для прорастания семян необходим кислород воздуха. Дышат как сухие, так и прорастающие семена.

Сухие (покоящиеся) семена потребляют кислород в ограниченных количествах. При набухании и следующим за ним прорастанием семян дыхание усиливается. Кислород расходуется в процессе окислительного фосфорилирования, в результате образуются молекулы АТФ. Чем активнее идет прорастание, тем больше нужно энергии, следовательно, тем выше потребление кислорода.

При прорастании из семени выходит зародышевый корешок. На нем образуются корневые волоски, и начинается активное всасывание воды и минеральных веществ. Растворенные в воде органические ве-

щества из запасающих тканей притекают к зародышу, начинается деление клеток и активный рост проростка. Затем на поверхность почвы выносятся зародышевый стебелек с семядолями и почечкой. Семядоли выполняют роль первых листьев; в них начинается процесс фотосинтеза, то есть образуются органические вещества. Они расходуются на рост тканей почечки. Такой тип прорастания называют надземным (липа, фасоль), в отличие от подземного, когда семядоли остаются в верхнем горизонте почвы (дуб, пшеница). В результате развития почечки образуются настоящие листья, и проросток превращается в молодое растение.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Раздельнолепестный венчик имеется у
 - 1) петунии
 - 2) яблони
 - 3) дурмана
 - 4) белладонны
2. Простой околоцветник характерен для
 - 1) шиповника
 - 2) вишни
 - 3) тюльпана
 - 4) мака
3. Сидячие цветки характерны для
 - 1) петунии
 - 2) лилии
 - 3) мака
 - 4) подорожника
4. Однополые цветки характерны для
 - 1) тыквы
 - 2) капусты
 - 3) ржи
 - 4) редиса
5. Соцветие кисть характерно для
 - 1) кукурузы
 - 2) пшеницы
 - 3) ландыша
 - 4) клевера
6. Соцветие корзинка характерно для
 - 1) сложноцветных
 - 2) розоцветных
 - 3) мятликовых
 - 4) крестоцветных
7. К сложным соцветиям относится
 - 1) кисть
 - 2) метелка
 - 3) корзинка
 - 4) головка

8. Истинный плод развивается из
- | | |
|------------------------------|------------------|
| 1) пестика | 3) околоцветника |
| 2) цветоложа и околоцветника | 4) тычинок |
9. Многосемянные плоды у
- | | |
|---------------|-------------|
| 1) одуванчика | 3) кукурузы |
| 2) пшеницы | 4) фасоли |
10. Сочные плоды у
- | | |
|----------------|--------------|
| 1) хлопчатника | 3) редьки |
| 2) репы | 4) барбариса |
11. Плод ягода у
- | | |
|-------------------------------------|--|
| 1) винограда | |
| 2) смородины | |
| 3) клюквы | |
| 4) всех перечисленных выше растений | |
12. У мака плод
- | | |
|-------------|--------------|
| 1) зерновка | 3) коробочка |
| 2) семянка | 4) стручок |
13. Большое количество жиров содержится в семенах
- | | |
|------------|-----------|
| 1) пшеницы | 3) льна |
| 2) ржи | 4) фасоли |
14. При температуре почвы 10–12 °С прорастают семена
- | | |
|--------------|------------|
| 1) помидоров | 3) пшеницы |
| 2) редиса | 4) моркови |
15. Подземный тип прорастания семени присущ
- | | |
|-----------|---------|
| 1) тыкве | 3) дубу |
| 2) фасоли | 4) липе |

Выберите три правильных ответа.

16. Цветки насекомоопыляемых растений имеют
- | |
|--|
| 1) яркий венчик |
| 2) тычинки на длинных гибких нитях, свешивающиеся наружу |
| 3) пестики с крупными, перистыми рыльцами |
| 4) пестики с короткими твердыми столбиками |
| 5) много мелкой, сухой и легкой пыльцы |
| 6) нектарники |

17. Соцветие сложный колос характерно для:

- | | |
|------------|------------|
| 1) ячменя | 4) моркови |
| 2) ржи | 5) тмина |
| 3) пшеницы | 6) укропа |

18. К ветроопыляемым растениям относятся

- | | |
|-----------|--------------|
| 1) сирень | 4) картофель |
| 2) береза | 5) пшеница |
| 3) дуб | 6) гречиха |

19. Плод семянка у

- | | |
|------------------|---------------|
| 1) кукурузы | 4) липы |
| 2) подсолнечника | 5) одуванчика |
| 3) акации | 6) тополя |

20. С помощью ветра распространяются плоды

- | | |
|---------------|----------------|
| 1) тополя | 4) акации |
| 2) клена | 5) подорожника |
| 3) одуванчика | 6) кувшинки |

21. Установите соответствие между видом соцветия и растением, для которого оно характерно.

Растение	Вид соцветия
1) гиацинт	А) кисть
2) примула	Б) зонтик
3) спирея	В) щиток
4) ландыш	
5) вишня	
6) груша	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	3	4	1	3	1	2	1	4	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	3	3	1	3	1,4,6	1,2,3	2,3,5	2,5,6	1,2,3

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	А	Б	В

Водоросли

Строение и жизнедеятельность одноклеточных водорослей. Размножение водорослей.

Нитчатые водоросли.

Значение водорослей в природе и хозяйстве

Водоросли обнаруживаются повсеместно во всех пригодных для жизни местообитаниях. В пресноводных водоемах водоросли чаще всего имеют микроскопические размеры, но в морях встречаются водоросли, достигающие десятков метров в длину. Обитают водоросли в водоемах любого типа, но некоторые приспособились к жизни на суше (в почве и на ее поверхности, на камнях и скалах, стволах деревьев и т. д.). Одни из них свободно (активно или пассивно) перемещаются в толще воды, другие ведут прикрепленный образ жизни.

Водоросли — это разнородная в таксономическом отношении группа организмов, которые возникли и эволюционировали независимо друг от друга. Водоросли — это фотосинтезирующие организмы, выделяющие кислород, которые обитают преимущественно в воде. Тело водорослей представлено талломом, или слоевищем, а не разделяется на многоклеточные вегетативные органы. Для водорослей характерны одноклеточные органы размножения (спороношения и полового размножения). В настоящее время эта группа объединяет примерно 35–40 тысяч видов.

По строению тела водоросли делятся на одноклеточные, колониальные и многоклеточные. Клетки многих водорослей по своему строению похожи на клетки высших растений, то есть у них имеются клеточная стенка, вакуоль с клеточным соком и хлоропласты, которые у водорослей называются хроматофорами. В хроматофорах находятся пигментные системы, в состав которых входят хлорофиллы и каротиноиды. Комбинации этих пигментов обуславливают окраску талломов водорослей. Некоторые водоросли утратили способность к фотосинтезу и полностью перешли на гетеротрофный тип питания.

Размножение у водорослей может происходить как бесполым, так и половым способом.

Бесполое: вегетативное (делением клетки пополам, фрагментами колоний и нитей, специализированными структурами); подвижными зооспорами и неподвижными апланоспорами. Половое — путем с

участием гамет. Половой процесс у водорослей бывает трех типов: изогамия, при которой происходит слияние подвижных гамет, одинаковых по размеру и форме; гетерогамия, при которой сливаются подвижные гаметы, имеющие одинаковую форму, но отличающиеся по размерам; оогамия, когда сливается неподвижная крупная женская гамета (яйцеклетка) с мелким подвижным сперматозоидом. Отдельным типом полового процесса является конъюгация. При конъюгации сливаются протопласты двух гаплоидных вегетативных клеток и образуется диплоидная зигота.

Строение и жизнедеятельность одноклеточных водорослей могут быть рассмотрены на примере хламидомонады и хлореллы.

Хламидомонада — зеленая водоросль, которая обитает в лужах и мелких водоемах. По форме клетки эта водоросль напоминает каплю. Снаружи клетка хламидомонады покрыта клеточной стенкой, состоящей из пектина. Водоросль передвигается в воде с помощью двух одинаковых жгутиков, расположенных на переднем конце клетки. Большую часть клетки занимает чашевидный хроматофор. Ближе к переднему концу в нем расположен красный глазок, который воспринимает свет. В хроматофоре происходит процесс фотосинтеза и откладывается запасной полисахарид — крахмал. В цитоплазме клетки расположены ядро и две сократительные вакуоли. Вакуоль с клеточным соком у хламидомонады отсутствует. Размножение у хламидомонады бесполое и половое. Бесполое размножение осуществляется с помощью зооспор, которые формируются внутри материнской клетки. Чаще всего формируется 2–4–8 двужгутиковых зооспор, каждая из которых после выхода в воду дорастает до размеров взрослой особи. При половом размножении под оболочкой материнской клетки образуются двужгутиковые гаметы, которые попарно сливаются и образуют зиготу. Зигота покрывается толстой оболочкой и зимует. Весной ядро в ней мейотически делится, и в результате формируются четыре молодые гаплоидные хламидомонады. Таким образом, большая часть жизненного цикла хламидомонады протекает в гаплоидной стадии, диплоидной у нее является только зигота.

В пресных и соленых водоемах, а также в почве и на ее поверхности встречается одноклеточная зеленая водоросль *хлорелла*. Ее клетка имеет шаровидную форму, покрыта плотной целлюлозной оболочкой. В цитоплазме находится ядро и крупный чашевидный хроматофор.

Хлорелла размножается только бесполом путем с помощью округлых неподвижных апланоспор. Хлорелла — удобный объект для научных исследований, с ее помощью активно изучаются многие процессы, происходящие в фотосинтезирующих клетках. Ее использовали на космических кораблях для регенерации воздуха и утилизации органических остатков в замкнутых системах жизнеобеспечения.

Представителями **нитчатых водорослей** являются улотрикс и спирогира.

Нитчатая зеленая водоросль *улотрикс* обитает преимущественно в пресных водоемах и образует зеленый налет на подводных предметах. К субстрату нить улотрикса прикрепляется с помощью одной бесцветной базальной клетки (ризоида). Нити улотрикса не ветвятся и состоят из коротких одинаковых клеток. В цитоплазме клетки расположены ядро и хроматофор в виде незамкнутого кольца. Большая часть клетки занята вакуолью с клеточным соком. Размножается улотрикс вегетативным, бесполом и половым путем. Четырехжгутиковые зооспоры формируются внутри клеток улотрикса, выходят в воду, плавают, затем прикрепляются к подводным предметам и начинают делиться, формируя новые нити. В результате первого деления образуются две разнокачественные клетки: одна бесцветная (ризойд), другая зеленая. При делении последней происходит нарастание нити тела водоросли. При половом размножении в клетках образуются двужгутиковые гаметы. Половой процесс изогамный. Выйдя из материнской клетки, гаметы сливаются в воде, образуя четырехжгутиковую зиготу, которая, проплавав определенное время, одевается оболочкой. После периода покоя в зиготе в результате мейотического деления формируются 4 гаплоидные зооспоры, которые после выхода в воду прорастают в новые нити. Таким образом, большую часть жизненного цикла улотрикс проводит в гаплоидном состоянии, диплоидна у него только зигота.

Другая широко распространенная зеленая нитчатая водоросль — *спирогира* образует скопления зеленой тины в пресных водоемах. Нити ее не ветвятся, состоят из крупных цилиндрических клеток, одетых целлюлозной оболочкой и слизью. В центре клетки расположена крупная вакуоль с клеточным соком, в которой на цитоплазматических нитях подвешено ядро. Хроматофор спирально закрученный. В одной клетке могут быть несколько хроматофоров. Размножается спирогира вегетативным (при разрывах нитей) и половым способом.

Половой процесс у спирогиры протекает по типу конъюгации. При этом сливается содержимое вегетативных клеток двух рядом расположенных нитей. Образующаяся диплоидная зигота одевается оболочками и превращается в зимующую стадию. Весной ядро претерпевает мейотическое деление, три гаплоидных ядра отмирают, и вырастает только одна новая гаплоидная нить спирогиры.

Водоросли, которые обитают в морях, могут быть одноклеточными, колониальными и многоклеточными. Наиболее крупные талломы имеют бурые, красные и зеленые водоросли. *Бурые водоросли* являются многоклеточными организмами с желто-бурой окраской, которая обусловлена наличием большого количества желтых и бурых пигментов. Наиболее густые заросли бурые водоросли образуют до глубины 15 м, хотя могут заходить и до глубины 40–100 м. В северных и умеренных широтах произрастает одна из самых распространенных бурых водорослей — ламинария, или морская капуста, таллом которой может достигать в длину 20 м. В ее талломе содержится много аминокислоты метионина, йода, углеводов, минеральных веществ и витаминов, по содержанию которых она может превосходить многие овощи и кормовые травы. В жизненном цикле ламинарии происходит чередование бесполого и полового поколений. Эту водоросль культивируют в северных морях России и странах Юго-Восточной Азии.

Красные водоросли, или *багрянки*, в основном обитают в морях. Они называются так из-за окраски таллома, которая меняется в зависимости от соотношения пигментов от темно-малинового, розового до голубовато-зеленого или желтого цвета. Наличие красного пигмента позволяет красным водорослям обитать на больших глубинах (до 200 м). Это самые глубоководные водоросли. Их многоклеточные слоевища имеют вид красивых сложнорассеченных пластинок, иногда кустиков, напоминающих кораллы, но некоторые представители могут состоять из единственной клетки или образовывать колонии. В состав клеточной стенки красных водорослей помимо целлюлозы входит агар. Многие багрянки съедобны.

Значение водорослей в природе и хозяйстве многообразно. Водоросли способны синтезировать органические вещества из неорганических в процессе фотосинтеза. В водных экосистемах они чаще всего выполняют роль продуцентов, то есть несут ту же функцию, что и зеленые растения на суше. Это начальное звено в цепях питания.

В процессе фотосинтеза они выделяют большое количество кислорода. Кислород растворяется в воде и используется для дыхания другими организмами.

Заросли водорослей служат местом обитания, укрытия и размножения многих животных, то есть водоросли формируют разнообразные водные биотопы.

При наступлении благоприятных внешних условий некоторые водоросли способны массово размножаться и вызывать цветение воды. Зеленое цветение воды в канавах, лужах и ямах чаще всего обусловлено размножением эвгленовых водорослей. Большой урон рыболовству наносят красные приливы — цветение морей, вызванное рядом микроскопических одноклеточных водорослей (отсюда название — Красное море). Водоросли, вызывающие «красные приливы», выделяют вещества, токсичные для животных и человека.

Почвенные водоросли участвуют в формировании структуры почвы, обеспечивают частично ее плодородие, насыщают почву кислородом, принимают участие в формировании ряда горных и осадочных пород.

Водоросли вступают в различные отношения с другими организмами, например, являются внутриклеточными симбионтами некоторых беспозвоночных (простейших, губок, кишечнополостных). С грибами входят в состав лишайников — особый тип симбиотических организмов. Встречаются и водоросли-паразиты, в разной степени зависящие в своем питании от хозяина. Водоросли могут паразитировать на других водорослях, на высших растениях, на беспозвоночных животных.

Водоросли широко употребляют в пищу (виды рода порфира, ламинария). Ряд видов успешно культивируют.

Красные водоросли используют для получения агара. Он обладает желеобразующими свойствами и используется для изготовления желе, пастилы, суфле, ряда конфет и других продуктов, а в микробиологии для приготовления сред, на которых выращиваются микроорганизмы.

Бурые водоросли — единственный источник получения альгинов — соединений альгиновой кислоты, которые используют в пищевой промышленности.

Некоторые водоросли (ламинарии, фукусы, аскофиллум) используют на корм скоту и для получения удобрений.

Водоросли применяются в медицине при лечении ряда заболеваний. В последние годы препараты из водорослей применяют для выведения радионуклидов.

Некоторые водоросли используют в качестве индикаторных организмов для определения степени загрязнения водоемов. Используют их и для очистки сточных вод.

Многие водоросли служат хорошими модельными объектами для научных исследований.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. У водорослей не бывает
 - 1) стебля
 - 2) листьев
 - 3) корней
 - 4) ни стебля, ни листьев, ни корней
2. Хроматофор — это
 - 1) оболочка клетки водоросли
 - 2) хлоропласт водоросли
 - 3) орган размножения водоросли
 - 4) листовая пластинка бурых водорослей
3. Водоросли размножаются
 - 1) вегетативно
 - 2) зооспорами
 - 3) половым путем
 - 4) всеми перечисленными выше способами
4. Половое размножение не обнаружено у
 - 1) спирогиры
 - 2) хлореллы
 - 3) хламидомонады
 - 4) ламинарии
5. При бесполом размножении хламидомонады она образует
 - 1) одну зооспору
 - 2) шесть зооспор
 - 3) восемь зооспор
 - 4) неопределенное большое количество зооспор

6. Хламидомонада размножается половым путем
- 1) в неблагоприятных условиях
 - 2) в благоприятных условиях
 - 3) постоянно, независимо от внешних условий
 - 4) только в лабораторных условиях
7. Половой процесс называется конъюгацией у
- 1) хламидомонады
 - 2) ламинарии
 - 3) хлореллы
 - 4) спирогиры
8. Многоклеточной водорослью является
- 1) хламидомонада
 - 2) хлорелла
 - 3) спирогира
 - 4) пиннулария
9. Одноклеточной водорослью является
- 1) ламинария
 - 2) фукус
 - 3) хламидомонада
 - 4) спирогира
10. К нитчатым водорослям не относится
- 1) улотрикс
 - 2) ламинария
 - 3) кладофора
 - 4) спирогира
11. Хлорофилл в клетках спирогиры расположен в
- 1) многочисленных пластидах
 - 2) шаровидном хроматофоре
 - 3) ленточном хроматофоре
 - 4) цитоплазме в растворенном виде
12. Хроматофор в виде незамкнутого кольца имеет
- 1) хламидомонада
 - 2) спирогира
 - 3) хлорелла
 - 4) улотрикс
13. Ризоиды водорослей служат для
- 1) дыхания
 - 2) вегетативного размножения
 - 3) прикрепления к субстрату
 - 4) фотосинтеза
14. К отделу бурых водорослей относится
- 1) хламидомонада
 - 2) ламинария
 - 3) хлорелла
 - 4) спирогира

15. По типу питания водоросли, как правило, относятся к
- | | |
|---------------|-------------------|
| 1) сапрофитам | 3) хемосинтетикам |
| 2) паразитам | 4) фотосинтетикам |

Выберите три правильных ответа.

16. К нитчатым водорослям относится
- | | |
|------------------|--------------|
| 1) десмококкус | 4) спирогира |
| 2) хламидомонада | 5) улотрикс |
| 3) хлорелла | 6) кладофора |
17. Многоклеточной зеленой водорослью является
- | | |
|------------------|--------------|
| 1) хламидомонада | 4) спирогира |
| 2) хлорелла | 5) кладофора |
| 3) улотрикс | 6) ламинария |
18. В клетках водорослей могут содержаться следующие пигменты
- | | |
|---------------|--------------|
| 1) гемоглобин | 4) каротин |
| 2) гемоцианин | 5) миоглобин |
| 3) хлорофилл | 6) билирубин |
19. Частями таллома может делиться
- | | |
|------------------|--------------|
| 1) хламидомонада | 4) спирогира |
| 2) хлорелла | 5) улотрикс |
| 3) пиннулария | 6) кладофора |
20. Хлорофилл содержит
- | | |
|--------------|--------------|
| 1) ламинария | 4) хлорелла |
| 2) фукус | 5) анфельция |
| 3) улотрикс | 6) спирогира |

21. Установите соответствие между названием водоросли и типом, к которому она относится.

Название водоросли	Тип водорослей
1) десмококкус	А) красные водоросли
2) кладофора	Б) зеленые водоросли
3) ламинария	В) бурые водоросли
4) фукус	
5) цистозейра	
6) порфира	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	2	4	2	3	1	4	3	3	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	4	3	2	4	4,5,6	3,4,5	2,3,4	4,5,6	3,4,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	Б	В	В	В	А

Мхи. Папоротникообразные

Мхи. Зеленые мхи. Строение и размножение кукушкина льна. Мох сфагнум, особенности строения.

Образование торфа и его значение

Моховидные — вечнозеленые, многолетние растения. Современная флора моховидных насчитывает около 25 000 видов. Тело моховидных представляет собой либо слоевище, прижатое к субстрату, либо стебель с листьями. У мхов корней нет, есть только ризоиды, выполняющие роль корней. У мхов слабо выражены проводящие, запасающие и механические ткани.

Фотосинтезирующее тело моховидных представляет собой гаметофит. На гаметофите развиваются мужские (антеридии) и женские (архегонии) половые органы. В антеридиях образуются двужгутиковые сперматозоиды, а в архегониях — крупные яйцеклетки. При помощи воды (в сырую погоду) сперматозоиды выходят из антеридиев, и один из них проникает в архегоний и оплодотворяет яйцеклетку. Из зиготы вырастает спорофит — бесполое поколение. Спорофит представлен коробочкой, сидящей на ножке. В коробочке образуются споры.

При прорастании споры формируется протонема — тонкая разветвленная нить. На протонеме образуются почки, которые дают начало новым гаметофитам. Гаметофиты способны к вегетативному размножению.

Во влажных, затененных местах и на болотах произрастает **кукушкин лен**, зеленые стебли которого образуют подушечки. Кукушкин лен — растение двудомное: на верхушке одних стеблей развива-

ются архегонии, а на других — антеридии. Оплодотворение происходит с помощью воды. После оплодотворения на женском растении развивается спорофит — коробочка на ножке. Спорофит желтоватого цвета, не способен к фотосинтезу и питается за счет гаметофита. В коробочке созревают споры, из которых после прорастания образуется нитчатая протонема. На протонеме развиваются почки, а из них — новые зеленые гаметофиты.

Сфагновые мхи широко распространены в умеренных и холодных широтах. Они образуют сплошной покров на болотах и во влажных лесах.

Стебли у сфагнума прямостоячие, листья расположены мутовчато, стебель ветвится, ветви несут листья. Листья однослойные, состоят из клеток двух типов — живых зеленых, которые содержат хлоропласты, и бесцветных мертвых. Оболочки мертвых клеток имеют крупные отверстия, через которые в них проникает вода, поэтому сфагнум накапливает воду.

Сфагнум — растение однодомное: на одном стебле образуются архегонии и антеридии. Оплодотворение происходит с помощью воды, по которой сперматозоид подплывает к яйцеклетке. Из зиготы формируется спорофит. Он представляет собой коробочку на ножке. Спорофит — нефотосинтезирующее поколение, он питается за счет зеленого гаметофита. В коробочке созревают споры. Они высыпаются и распространяются с помощью ветра или воды. Из споры прорастает протонема, на которой развиваются стебли гаметофита.

Сфагнум не имеет ризоидов, он впитывает воду всей поверхностью тела. Нижняя часть стебля сфагнума погружена в воду и постепенно отмирает. Отмершие части стебля опускаются на дно водоема, где медленно разлагаются практически без доступа кислорода. В результате образуется торф. Процесс торфообразования протекает очень медленно — 1 см за 10 лет. Сфагнум содержит карболовую кислоту, обладающую бактерицидными свойствами, поэтому в торфяных отложениях хорошо сохраняются останки животных и растений.

Торф — ценное удобрение, также используется в химической промышленности как сырье для получения лаков, красок, пластмасс, метилового спирта, карболовой кислоты и в качестве топлива.

Значение мхов в природе в основном связано со сфагновыми мхами, вызывающими быстрое заболачивание и торфообразование.

Папоротники, хвощи, плауны. Строение и размножение

Насчитывается около 12 000 видов современных папоротников. Приблизительно две трети видов произрастают в тропиках, а оставшаяся треть — в умеренных зонах.

Папоротники умеренных широт — многолетние травянистые растения, в тропических лесах встречаются древовидные формы. Немногочисленные виды (сальвиния) обитают в воде.

Спорофиты папоротников имеют толстые, мощные корневища, на которых каждый год образуются розетки листьев. Придаточные корни отходят от корневищ у оснований листьев. На крупных листьях (вайях) имеются мелкие листочки, которые выполняют фотосинтезирующую и спороносную функции. Спорангии располагаются на нижней стороне листьев и собраны в кучки, одетые специальным покрывальцем. Эта структура называется сорусом. После созревания споры рассеиваются и при попадании в благоприятные условия прорастают в заросток — гаметофит. Заросток — микроскопическое зеленое растение сердцевидной формы. С нижней стороны заростка развиваются бесцветные ризоиды, выполняющие функцию корней. Там же образуются женские (архегонии) и мужские (антеридии) половые органы, в которых созревают половые клетки. Для передвижения сперматозоида к яйцеклетке необходима вода. После оплодотворения из зиготы развивается зародыш, который первое время существует за счет питательных веществ заростка. Зародыш имеет специальную ножку с присоской, с помощью которой он потребляет органические вещества из заростка, и небольшой лист. Через некоторое время заросток отмирает, и молодой спорофит переходит к самостоятельному существованию.

В настоящее время **хвощевидные** представлены одним родом, который включает около 30 видов многолетних травянистых растений, из них 17 встречаются в нашей флоре.

Хвощи произрастают во влажных или заболоченных местах. Надземные побеги имеют членистые стебли с мутовчато отходящими от узлов ветвями. Листья мелкие, чешуевидные, собраны в узлах мутовками. В клетках кожицы стеблей и листьев откладываются кристаллы кремнезема, поэтому тело хвощей очень жесткое.

Надземные побеги хвоща ежегодно формируются из почек корневища. От корневища отходят придаточные корни.

У хвоща два типа побегов. Ранней весной развиваются весенние побеги. Они светло-коричневого цвета, нефотосинтезирующие. В уз-

лах побега располагаются пленчатые коричневые листочки, образующие мутовку, которая охватывает стебель. На концах весенних побегов формируются спороносные колоски. После созревания споры высыпаются и прорастают в заросток (гаметофит). Заростки у хвощей зеленые, свободноживущие. Гаметофиты недолговечны, могут быть однополыми или обоеполыми, на них развиваются женские и мужские половые органы. Для оплодотворения необходима вода — сперматозоид плавает и достигает яйцеклетки. После оплодотворения из зиготы развивается зародыш. Зародыш некоторое время связан с гаметофитом, а затем прорастает в спорофит.

После отмирания весенних побегов на корневище развиваются летние, фотосинтезирующие побеги.

Современная флора насчитывает около 1000 видов **плаунов**: 400 видов относятся к роду Плаун и около 700 видов к роду Селагинелла, которые обитают в основном в тропиках и субтропиках. Тропические виды, главным образом эпифиты, плауны умеренных широт — вечнозеленые растения, образующие ковры на почве под покровом хвойного леса.

Спорофит плауна имеет ветвящееся подземное корневище, от которого отходят надземные побеги и придаточные корни. Чешуевидные листья плауна располагаются спирально на побегах. Стебли плауна стелятся по земле, от них вверх отходят вертикальные побеги, некоторые из них заканчиваются спороносными колосками.

После прорастания споры плауна дают начало обоеполым гаметофитам. Гаметофиты — нефотосинтезирующие растения, которые развиваются под землей в симбиозе с почвенными грибами. Для оплодотворения необходима вода — по ней двужгутиковый сперматозоид достигает яйцеклетки. После оплодотворения из зиготы развивается зародыш. Он некоторое время существует, прикрепившись к гаметофиту. Затем гаметофит отмирает, и из зародыша развивается самостоятельное растение — спорофит.

Роль папоротникообразных в природе и в хозяйственной деятельности человека в основном связана с залежами каменного угля, образованными древними папоротникообразными в каменноугольном периоде палеозоя. Современные папоротникообразные используют в медицине (например, щитовник мужской применяют как глистогонное средство), в качестве декоративных растений, в аквариумах и водоемах (сальвиния, азолла каролинская). Некоторые виды азоллы используют как зеленое удобрение, обогащающее почву азотом. Хвощи часто бывают злостными сорняками; среди них встречаются и ядовитые виды.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. К моховидным относится
 - 1) ламинария
 - 2) олений мох
 - 3) сфагнум
 - 4) леканора
2. У мохообразных отсутствуют
 - 1) стебли
 - 2) корни
 - 3) листья
 - 4) ризоиды
3. Споры у мхов созревают в
 - 1) сорусах на нижней стороне листа
 - 2) коробочках
 - 3) шишках
 - 4) спороносных колосках
4. Яйцеклетка у кукушкина льна созревает
 - 1) на нижней стороне листьев женского растения
 - 2) на верхушке женского растения
 - 3) у основания ризоидов женского растения
 - 4) на заростке
5. Из споры кукушкина льна во влажной почве образуется
 - 1) протонема
 - 2) заросток
 - 3) спороносный колосо
 - 4) зигота
6. Из зиготы у мхов развивается
 - 1) коробочка на ножке
 - 2) заросток
 - 3) мужское растение
 - 4) женское растение
7. В образовании торфа принимает участие
 - 1) аспарагус
 - 2) фукус
 - 3) сфагнум
 - 4) ламинария
8. Листья папоротников называются
 - 1) вайи
 - 2) сорусы
 - 3) стробилы
 - 4) конидии
9. Папоротник-орляк цветет
 - 1) раз в году
 - 2) раз в 3 года
 - 3) один раз в жизни
 - 4) никогда

10. Скопления спорангиев у папоротников имеются на
1) верхней стороне листьев 3) верхушках побегов
2) нижней стороне листьев 4) основаниях корневищ
11. Из споры папоротника развивается
1) заросток 3) стебель
2) корневище 4) первый лист
12. Листья у хвощей расположены
1) мутовчато 3) супротивно
2) поочередно 4) листья отсутствуют
13. Споры у хвощей созревают
1) на заростках
2) в колосках на верхушках побегов
3) на поверхности листьев
4) споры отсутствуют
14. Листья совмещают функции спороношения и фотосинтеза у
1) мхов 3) хвощей
2) папоротников 4) плаунов
15. Гаметофит преобладает у
1) мхов 3) хвощей
2) папоротников 4) плаунов

Выберите три правильных ответа.

16. Заросток представляет собой
1) образование, развивающееся из споры
2) место, где созревают сперматозоиды
3) место, где созревают яйцеклетки
4) бесполое поколение (спорофит)
5) тонкую зеленую нить с почками
6) нефотосинтезирующую коробочку на ножке
17. К папоротниковидным относятся
1) кукушкин лен 4) сфагнум
2) щитовник мужской 5) ягель
3) кочедыжник женский 6) сальвиния

18. Сфагнум не имеет

- | | |
|-------------|-------------------------|
| 1) листьев | 4) стеблей |
| 2) ризоидов | 5) корней |
| 3) цветков | 6) вегетативных органов |

19. Торф используют для получения

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1) альгиновой кислоты | 4) брома |
| 2) карболовой кислоты | 5) метилового спирта |
| 3) йода | 6) этилового спирта |

20. Торф используют как

- 1) удобрение
- 2) топливо
- 3) лекарство
- 4) корм скоту
- 5) фильтр для очистки сточных вод
- 6) сырье для химической промышленности

21. Установите соответствие между названием растения и отделом, к которому оно относится.

Название растения	Отдел
1) сальвиния 2) сфагнум 3) адиантум 4) лиственник 5) азолла 6) нефролепис	А) моховидные Б) папоротниковидные

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	3	2	2	2	1	1	3	1	4	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	1	2	2	1	1,2,3	2,3,6	2,3,5	2,5,6	1,2,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	А	Б	Б	Б	Б

Голосеменные

Строение и размножение голосеменных на примере сосны и ели. Распространение хвойных, их значение в природе, в народном хозяйстве

Голосеменные — это вечнозеленые деревья, реже лианы или кустарники, травянистые формы отсутствуют. У голосеменных семяпочки расположены открыто. В современной флоре наиболее богато представлен подкласс хвойных, который насчитывает около 600 видов растений. Они образуют леса в северной части Евразии и Северной Америке.

Хвойные — это деревья и кустарники. Листья у хвойных игловидные, многолетние. Большинство растений вечнозеленые, есть листопадные (лиственница). Растения, как правило, однодомные. **Сосна обыкновенная** — это дерево, достигающее 50 м высоты. На концах ветвей располагаются почки, которые дают начало новым побегам. Побеги у сосны двух типов: удлинённые и укороченные. На удлинённых побегах находятся коричневатые чешуйчатые листья, из пазух которых развиваются укороченные побеги. Каждый укороченный побег несет два листа — хвоины. Хвоины живут от 1,5 до 2 лет, а затем опадают вместе с побегом. Хвоины покрыты толстой кутикулой, у них всего два неветвящихся сосудистых пучка и немного устьиц, которые находятся в углублении, поэтому сосна экономно испаряет воду. Особенности строения листьев позволяют сосне обитать в относительно засушливых местах и переносить значительное переохлаждение. Неприхотливость сосны также объясняется строением ее корневой системы. Сосна имеет стержневую корневую систему. Главный корень проникает глубоко в почву и доставляет воду растению. При произрастании на зыбучих почвах (пески) у сосны мощно развиваются боковые корни, которые удерживают растение в грунте. Сосна светолюбива, может расти на бедных почвах и даже на болотах и на скалах. Толстая пробка ствола позволяет сосне переносить не очень сильные пожары.

Весной у основания молодых побегов образуются желто-зеленые мужские шишки. В мужских шишках формируются пыльцевые зерна, состоящие из двух клеток: вегетативной и генеративной. Генеративная клетка делится на две мужские гаметы — спермии. Пыльца разносится ветром.

Женские шишки собраны по 1–3 на концах молодых побегов. Каждая шишка представляет собой ось, от которой отходят чешуи двух типов: бесплодные и семенные. На каждой семенной чешуе с внутренней стороны формируется по два семязачатка. В центре семязачатка развивается эндосперм, который представляет собой женский гаметофит. Эндосперм развивается из мегаспоры, в его ткани образуются два архегония.

Пыльца переносится ветром к пыльцевходу семязачатка. Из пыльцевхода выделяется клейкая жидкость, при подсыхании которой пыльца втягивается внутрь семязачатка. Между опылением и оплодотворением проходит около года. Пыльцевое зерно прорастает в пыльцевую трубку, которая достигает архегония. В конце пыльцевой трубки находятся два спермия. Один из них сливается с яйцеклеткой одного из архегониев, а другой погибает. Из образовавшейся зиготы развивается зародыш.

Зародыш состоит из почки, корешка, стебелька и нескольких (от 5 до 12) семядолей. После оплодотворения семязачаток превращается в семя. Семя состоит из семенной кожуры, образующейся из покровов семязачатка, гаплоидного женского эндосперма и зародыша. После созревания семян семенные чешуйки шишек раскрываются и семена высыпаются; это происходит в конце зимы. Семена сосны имеют прозрачное крылышко и распространяются ветром.

Еще один важный представитель голосеменных — это **ель**. Она теневынослива, растет на богатых почвах. Ель может расти под пологом сосны. У ели поверхностная корневая система, хвоя существует 6–8 лет, пробка тонкая, поэтому ель не переносит даже несильные пожары. Корневые системы сосны и ели образуют симбиоз с гифами грибов — микоризы.

Другие представители голосеменных — это **пихта**, **лиственница**, **можжевельник**, **секвойя** (самое высокое дерево на Земле — его высота может достигать 120 м) и др. Среди голосеменных есть и «долгожители»: **сосна остистая**, которая произрастает в Калифорнии, может жить до 5000 лет.

Значение голосеменных в биоценозах огромно, так как они являются лесообразующими породами. В Северном полушарии большая часть лесов — это хвойные леса. Голосеменные растения дают пищу животным — лоси питаются молодыми побегами сосны, белки, клесты — семенами кедровой сосны и т. д. Древесина голосеменных ис-

пользуется человеком для разных целей: как топливо, как строительный материал, как сырье для получения бумаги и т. д.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Голосеменные растения представляют собой
 - 1) отдел высших растений
 - 2) отдел низших растений
 - 3) класс
 - 4) семейство
2. К голосеменным не относятся
 - 1) туи
 - 3) пихты
 - 2) можжевельники
 - 4) верески
3. К вечнозеленым хвойным не относятся
 - 1) ели
 - 2) сосны
 - 3) тсуги
 - 4) лиственницы
4. Сосны могут расти
 - 1) на песках
 - 2) на скалах
 - 3) на торфяниках
 - 4) в любых из перечисленных выше условий
5. Хвоинки сосны обыкновенной
 - 1) сменяются ежегодно
 - 2) живут 2–3 года
 - 3) живут 5–7 лет
 - 4) живут в течение всей жизни растения
6. Количество хвоинок сосны обыкновенной на укороченных побегах составляет
 - 1) одну
 - 2) две
 - 3) четыре
 - 4) неопределенное большое число

7. При размножении у голосеменных происходит распространение
- 1) плодов
 - 2) семян
 - 3) заростков
 - 4) спор
8. Женские шишки у сосны расположены
- 1) у основания молодых побегов
 - 2) у основания старых побегов
 - 3) на верхушках молодых побегов
 - 4) на верхушках старых побегов
9. Семя у голосеменных включает в себя
- 1) зародыш
 - 2) эндосперм
 - 3) семенную кожуру
 - 4) все перечисленные выше компоненты
10. После опыления оплодотворение у сосны происходит через
- 1) неделю
 - 2) три месяца
 - 3) год
 - 4) два года
11. Семена сосны обыкновенной расположены
- 1) попарно на чешуях шишек
 - 2) поодиночке на чешуях шишек
 - 3) в плодах
 - 4) открыто на верхушках побегов
12. Семена сосны обыкновенной распространяются с помощью
- 1) воды
 - 2) ветра
 - 3) зверей
 - 4) птиц
13. Мужские гаметы не обладают подвижностью у
- 1) мхов
 - 2) папоротников
 - 3) голосеменных
 - 4) хвощей
14. Эндосперм в семенах голосеменных
- 1) гаплоиден
 - 2) диплоиден
 - 3) триплоиден
 - 4) полиплоиден

15. Хвойные растения выделяют

- 1) антибиотики
- 2) каучук
- 3) фитонциды
- 4) карболовую кислоту

Выберите три правильных ответа.

16. К голосеменным относятся

- 1) кипарисы
- 2) лиственницы
- 3) секвойи
- 4) мангры
- 5) баобабы
- 6) агавы

17. Хвоинки испаряют мало воды из-за того, что

- 1) вода запасается в стебле
- 2) транспирацию осуществляет в основном стебель
- 3) они опушены
- 4) на них мало устьиц
- 5) они покрыты толстой кожей
- 6) сосудистые пучки в них не ветвятся

18. Чешуевидную хвою имеют

- 1) кедры
- 2) тсуги
- 3) туи
- 4) тиссы
- 5) можжевельники
- 6) кипарисовики

19. Древесина хвойных используется для получения

- 1) скипидара
- 2) камфоры
- 3) альгинатов
- 4) бальзама
- 5) ацетона
- 6) анилина

20. Прочную твердую древесину имеют

- 1) пихты
- 2) сосны
- 3) кедры
- 4) лиственницы
- 5) туи
- 6) можжевельники

21. Установите соответствие между названием растения и семейством, к которому это растение принадлежит.

Название растения	Семейство
1) мамонтово дерево	А) кипарисовые
2) можжевельник	Б) таксодиевые
3) пихта	В) сосновые
4) ель	
5) болотный кипарис	
6) лиственница	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	4	4	4	2	2	2	3	4	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	2	3	1	3	1,2,3	4,5,6	3,5,6	1,2,4	2,3,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	А	В	В	Б	В

Покрытосеменные

Многообразие дикорастущих и культурных цветковых растений и их классификация.

Элементарные понятия о систематических категориях. Значение международных названий растений

Цветковые (покрытосеменные) растения — это наиболее многочисленный отдел растений, занимающий господствующее положение в современной флоре.

Отдел делится на два класса: Однодольные и Двудольные. В свою очередь классы подразделяются на семейства. Семейства подразделяются на роды, а роды на виды. При описании видов используется бинарная номенклатура, введенная К. Линнеем. По принципам бинарной номенклатуры первое слово в названии растения является существительным и обозначает род. Оно пишется с заглавной буквы.

Второе слово — прилагательное и означает название вида. Оно пишется с маленькой буквы. Например, Ландыш майский, Лютик ползучий, Фиалка трехцветная. В описании названий растений используется латинский язык. Это позволяет унифицировать различные местные названия растений и позволяет ботаникам, говорящим на разных языках, понимать друг друга.

Цветковые демонстрируют различные жизненные формы: деревья, кустарники, кустарнички, травы. Цветковые растения имеют следующие отличительные особенности: имеется цветок — видоизмененный побег, в котором идут процессы бесполого и полового размножения; семена развиваются внутри плода, который защищает их от неблагоприятных воздействий и способствует распространению; оплодотворение двойное; ткани высокодифференцированы; проводящая система достигает вершины своего развития — формируется сосудистая система.

Тело высших растений расчленено на органы: корень и побег (за исключением моховидных, у которых впервые появляются стебель и листья, но корней еще нет). В состав этих органов входит много различных тканей. У высших растений хорошо развита проводящая система, образованная лубом и древесиной. У высших растений образуется сложная система покровных тканей, сложный устьичный аппарат, развиваются проводящие ткани.

Характерной чертой высших растений является правильная смена поколений — бесполого (спорофита) и полового (гаметофита). Спорофит — диплоидное поколение, которое образует гаплоидные споры. Гаметофит — гаплоидное половое поколение в жизненном цикле растений, которое продуцирует гаметы; у покрытосеменных растений женский гаметофит — это зародышевый мешок, а мужской гаметофит — пыльца.

Основные семейства класса Двудольные

Семейство Крестоцветные охватывает примерно 3200 видов растений. В основном это травянистые растения-однолетники, двулетники и многолетники. Есть кустарники и полукустарники.

Листья очередные, простые, без прилистников, могут быть рассеченными. Цветки обоеполые, с двойным околоцветником. Чашечка образована четырьмя свободными чашелистиками. Венчик состоит из четырех раздельных лепестков. Окраска лепестков чаще желтая или

белая, реже фиолетовая или розовая. Тычинок — шесть: две короткие и четыре более длинные. В основании тычинок имеются нектарники. Пестик — один, состоит из двух сросшихся плодолистиков. Цветки без прицветников, собраны в соцветие кисть — простую или сложную. Насекомоопыляемые. Плод — стручок, или стручочек, открывается двумя створками от основания к вершине.

Среди крестоцветных есть много овощных и кормовых культур — капуста (разные формы), репа, турнепс, хрен, кресс-салат; масличные растения — горчица, рапс, рыжик; декоративные — левкой, ночная фиалка; есть сорняки — дикая редька, сурепка, пастушья сумка. В семенах и вегетативных органах крестоцветных могут накапливаться эфирные масла, алкалоиды, жирные масла.

Семейство Розоцветные насчитывает более 3000 видов. Среди них встречаются однолетние и многолетние травы, листопадные и вечнозеленые кустарники и кустарнички, деревья.

Цветки одиночные или собраны в различные типы соцветий — кисть, зонтик, щиток и др. Цветки обоеполые с двойным околоцветником. Характерной чертой для цветков розоцветных является образование гипантия (чаши). Гипантий образуется в результате срастания цветоложа с основаниями чашелистиков, лепестков, тычинок и принимает участие в формировании ложных плодов. Чашечка из пяти (реже четырех) свободных чашелистиков, иногда имеется подчашие. Венчик из пяти (реже четырех) свободных лепестков. Окраска лепестков — белая, желтая, розовая. Число тычинок кратно пяти. Пестик — один или их много, количество плодолистиков колеблется от одного до бесконечности. Имеются нектарники. Розоцветные — насекомопыляемые растения. Плоды разнообразны: костянки, многолистовки, многоорешки, многокостянки, яблоко. Семена без эндосперма.

Розоцветными являются плодовые и ягодные культуры — вишня, слива, яблоня, груша, персик, абрикос, земляника, малина и т. д.; лекарственные растения — шиповник, лапчатка; декоративные — розы, спирея.

Семейство Бобовые (Мотыльковые) объединяет 18 000 видов, одно из наиболее богатых видами растений семейство. Среди бобовых есть однолетние и многолетние травы, кустарнички, кустарники и деревья. Среди представителей бобовых имеются листопадные и вечнозеленые растения.

Листья сложные, листорасположение очередное, редко супротивное. Имеются прилистники. Цветки собраны в разнообразные соцветия — кисть, головку, зонтик, колос. Цветки обоеполые, с двойным околоцветником. Чашечка неправильной формы из пяти сросшихся чашелистиков. Венчик раздельнолепестный: верхний лепесток называется парус, два боковых лепестка — весла, два нижних сросшихся — лодочка. Тычинок — десять, одна свободная, а другие срастаются тычиночными нитями в трубочку. Пестик — один. Завязь пестика окружена тычиночной трубочкой. Тычинки и пестик располагаются внутри лодочки.

Бобовые — насекомоопыляемые растения, встречаются и самоопыляемые (горох).

Характерный признак семейства — плод боб. Это многосемянный плод, вскрывающийся от верхушки к основанию. Семена прикрепляются к створкам. Семена без эндосперма.

На корнях большинства бобовых имеются клубеньки. В клубеньках находятся азотфиксирующие бактерии, способные использовать молекулярный атмосферный азот и переводить его в форму, усваиваемую растениями. Во всех органах бобовых содержится большое количество белка. Бобовые: пищевые (горох, фасоль, соя), кормовые (люцерна, клевер), медоносные (люпин, донник) растения.

Семейство Пасленовые включает около 2500 видов. Растения травянистые, в тропических зонах — кустарники и деревья.

Листья простые цельные или рассеченные, без прилистников. Листорасположение очередное. Цветки одиночные, чаще собраны в соцветие — кисть. Цветки обоеполые с двойным околоцветником. Чашечка из пяти сросшихся чашелистиков, сохраняется при плодах, иногда полностью охватывая плоды (физалис). Венчик из пяти сросшихся лепестков в виде колокольчика или воронки. Тычинок — пять, они прирастают к трубке венчика, пыльники — в виде конуса, охватывают столбик пестика. Пестик — один, образован двумя плодолистиками. Плод — ягода, реже костянка или коробочка.

В различных органах пасленовых образуются ядовитые алкалоиды, поэтому многие из них ядовиты.

Пасленовые представлены пищевыми культурами (картофель, томаты, стручковый перец, баклажаны, физалисы); лекарственными травами (красавка, белена, скополия); декоративными растениями — (петуния, душистый табак); техническими культурами (настоящий табак, махорка).

Семейство Сложноцветные включает в себя около 25 000 видов. Это одно из самых обширных семейств растений.

Большинство сложноцветных — травы, как однолетние, так и многолетние, реже полукустарники. В тропических районах произрастают кустарники, деревья, лианы.

Листья — простые, без прилистников, цельные или рассеченные. Листорасположение чаще очередное, реже супротивное или мутовчатое. Листья могут быть собраны в прикорневую розетку. В вегетативных органах многих видов сложноцветных могут находиться млечные или смоляные ходы. Характерный признак семейства — соцветие корзинка. Корзинки могут быть собраны в более сложные соцветия — щиток, метелку и др. Корзинка имеет расширенную ось соцветия, образующую ложе. Снизу корзинка окружена верхушечными листьями, или оберткой. На ложе корзинки расположены многочисленные цветки. Обычно цветки обоеполые, но могут быть однополыми, мужскими или женскими, иногда цветки бесполое. Цветки в корзинке могут быть одинаковыми по строению или разными, обычно срединные цветки отличаются от краевых. Чашечка состоит из пяти пленчатых чашелистиков, которые обычно видоизменены в волоски. Волоски образуют хохолок, прицепки или щетинки. Хохолок разрастается с плодом и превращается в летучку.

По типу срастания лепестков венчика выделяют следующие типы цветков:

- трубчатые — лепестки срастаются в трубку, расширяющуюся кверху. Цветки обоеполые, реже однополые.
- язычковые — трубка из сросшихся лепестков короткая, имеется пятизубчатый отгиб в виде язычка. Цветки обоеполые.
- воронковидные — трубка венчика длинная, изогнутая, кверху сильно расширена. Цветки бесполое, располагаются по краю корзинки. Служат для привлечения насекомых.

Тычинок пять. Основания тычиночных нитей прирастают к трубке венчика, пыльники срастаются и окружают столбик пестика. Пестик один, образован из двух плодолистиков. Плод — семянка, обычно с хохолком, но может быть и без хохолка (подсолнечник). Семена без эндосперма.

Среди сложноцветных есть пищевые (салат, цикорий, артишок), масличные (подсолнечник) и кормовые культуры (топинамбур); лекарственные (одуванчик, полынь, череда, тысячелистник) и декора-

тивные растения (георгины, хризантемы, астры), а также сорняки (осот, молочай, василек, горчак).

Основные семейства класса Однодольные

В **семейство Лилейные** входит более 1300 видов растений. Подавляющее большинство лилейных — это многолетние травы, которые имеют подземные запасающие побеги: луковицы или корневища. Реже встречаются лианы и деревья.

Листья линейные или ланцетные, с параллельным или дуговым жилкованием. Листорасположение очередное, супротивное или мутовчатое. Цветки или одиночные, или собраны в соцветия — метелку, кисть, зонтик, колос. Цветки обоеполые, с простым венчиковидным околоцветником. Околоцветник бывает раздельнолистным либо сростнолистным. Тычинок шесть, тычиночные нити могут прирастать к трубке сростнолистного околоцветника. Пестик один, обычно образован тремя плодолистиками. От верхушки завязи отходит несколько столбиков — по числу плодолистиков. Насекомоопыляемые растения. Плод коробочка или ягода.

Лилейные представлены пищевыми и витаминными растениями (лук, спаржа); лекарственными травами (ландыш); декоративными видами (лилия, рябчик, тюльпан); и даже ядовитыми растениями (вороний глаз, черемица).

Семейство Злаки (Мятликовые) — одно из наиболее богатых видами семейств растений класса однодольных. Оно включает в себя около 11 000 видов.

Представители этого семейства играют важнейшую роль в формировании травянистой растительности лугов, степей, прерий, саванн и т. д.

Злаки — многолетние травянистые растения с мочковатой корневой системой. Древесные представители злаков — бамбуки.

Стебель злаков — соломина — цилиндрический с полыми междоузлиями. Листорасположение очередное. Лист состоит из цилиндрического влагалища и узкой листовой пластинки. Злаки обладают вставочным ростом. Ветвление у злаков происходит под землей или над поверхностью почвы — здесь располагается зона кущения: основания побегов со сближенными узлами. Надземная часть злаков ежегодно отмирает, живыми сохраняются только подземные и надземные участки растения в

зоне кушения. Цветки собраны в соцветие колосок. Отдельные растения образуют сложные соцветия — метелку, сложный колос и др. В состав колоска входят от одного до нескольких цветков. На главной оси колоска располагаются чешуевидные листья, из которых два нижних называются колосковыми. Чешуи, расположенные выше колосковых, называются цветковыми, в их пазухах развиваются цветки. Цветки мелкие, обоеполые. Над верхними цветковыми чешуями располагаются околоцветковые пленки — лодикулы. Тычинок обычно три. Тычиночные нити сильно удлинены, выносят пыльники из цветка. Пестик один с двумя перистыми рыльцами. Плод — зерновка, опадает вместе с цветковыми и колосковыми чешуями. У зерновки околоцветник срастается с семенной кожурой, семя с эндоспермом. Зародыш примыкает к эндосперму щитком — видоизмененной семязлоей.

Наиболее распространенные представители семейства — хлебные злаки (рис, пшеница, рожь, кукуруза, овес и т. д.) и кормовые травы (тимopheевка, мятлики); встречаются также сорняки (пырей, ежовник).

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Семязчатки цветковых растений образуются
 - 1) на поверхности завязи
 - 2) внутри завязи
 - 3) внутри цветоложа
 - 4) в пыльниках тычинок
2. Двудольные растения обычно имеют
 - 1) мочковатую корневую систему
 - 2) листья с дуговым или параллельным жилкованием
 - 3) цветок с простым околоцветником
 - 4) цветок с двойным околоцветником
3. К однодольным растениям относится

1) душистый табак	3) ландыш
2) люпин	4) георгин
4. Формула цветка $\text{C}_{(5)}\text{I}_{(5)}\text{T}_5\text{P}_1$ характерна для представителей семейства

1) Розоцветные	3) Пасленовые
2) Мотыльковые	4) Сложноцветные

5. Язычковые цветки семейства Сложноцветные являются
 - 1) обоеполыми
 - 2) тычиночными
 - 3) пестичными
 - 4) бесполоыми
6. В наших широтах растения семейства Сложноцветные обычно представляют собой
 - 1) травы
 - 2) кустарнички
 - 3) кустарники
 - 4) деревья
7. К семейству Крестоцветные относится
 - 1) горчица
 - 2) перец
 - 3) чеснок
 - 4) лук
8. Соцветие корзинка характерно для представителей семейства
 - 1) Розоцветные
 - 2) Пасленовые
 - 3) Крестоцветные
 - 4) Сложноцветные
9. Мужское соцветие кукурузы называется
 - 1) головка
 - 2) початок
 - 3) метелка
 - 4) щиток
10. Плод боб у
 - 1) редиса
 - 2) люцерны
 - 3) табака
 - 4) томата
11. Плод стручок характерен для представителей семейства
 - 1) Мотыльковые
 - 2) Пасленовые
 - 3) Крестоцветные
 - 4) Злаковые
12. Тростник относится к семейству
 - 1) Бобовые
 - 2) Пасленовые
 - 3) Крестоцветные
 - 4) Злаковые
13. Полынь, ромашка, арника относятся к семейству
 - 1) Розоцветные
 - 2) Пасленовые
 - 3) Злаковые
 - 4) Сложноцветные
14. Образование клубеньков на корнях характерно для представителей семейства
 - 1) Розоцветные
 - 2) Мотыльковые
 - 3) Сложноцветные
 - 4) Злаковые

15. Сидячие листья с влагалищем и язычком характерны для представителей семейства

- | | |
|------------------|---------------|
| 1) Сложноцветные | 3) Лилейные |
| 2) Крестоцветные | 4) Мятликовые |

Выберите три правильных ответа.

16. К двудольным растениям относится

- | | |
|-----------|-------------|
| 1) овес | 4) баклажан |
| 2) томат | 5) редис |
| 3) чеснок | 6) ячмень |

17. К семейству Розоцветные относится

- | | |
|-------------|---------------|
| 1) гравилат | 4) белладонна |
| 2) рябина | 5) полынь |
| 3) слива | 6) солодка |

18. Плод ягода у

- | | |
|------------|--------------|
| 1) томата | 4) мака |
| 2) фасоли | 5) винограда |
| 3) клевера | 6) смородины |

19. Соцветие кисть у

- | | |
|----------------|------------|
| 1) ландыша | 4) левкоя |
| 2) подорожника | 5) спиреи |
| 3) черемухи | 6) клевера |

20. К семейству Пасленовые относится

- | | |
|--------------|--------------|
| 1) картофель | 4) капуста |
| 2) баклажан | 5) спаржа |
| 3) перец | 6) боярышник |

21. Установите соответствие между названием растения и семейством, к которому оно относится.

Название растения	Семейство
1) тимopheевка	А) Мятликовые
2) люцерна	Б) Мотыльковые
3) пастушья сумка	В) Крестоцветные
4) ярутка	
5) клевер	
6) пырей	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	4	3	3	1	1	1	4	3	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	4	4	2	4	2,4,5	1,2,3	1,5,6	1,3,4	1,2,3

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	В	Б	А

Развитие растительного мира на Земле

Основные этапы исторического развития и усложнения растительного мира.

Создание культурных растений человеком

Примерно 2000 млн лет назад появились синезеленые водоросли (цианобактерии) — одноклеточные и многоклеточные прокариотические организмы, способные к фотосинтезу с выделением кислорода. Это привело к обогащению атмосферы Земли кислородом, необходимым для всех аэробных организмов. В *протерозойской эре* господствовали представители эукариот — зеленые и красные водоросли. Водоросли продолжали господствовать и в палеозое (возраст палеозоя примерно 570 млн лет), однако в силурийском периоде *палеозоя* появляются древнейшие высшие растения — риниофиты (псилофиты). Эти растения уже имели побеги, но у них еще не было листьев и корней. Размножались они спорами и вели наземный или полуводный образ жизни. В девонском периоде палеозоя появляются моховидные и папоротникообразные (плауны, хвощи, папоротники), но господствуют на Земле еще риниофиты и водоросли. В девоне же появляется и новое царство — Грибы. Моховидные и папоротникообразные — это Высшие споровые растения. У мхов появляются стебли и листья (выросты стебля), однако корней еще нет; функцию корней выполняют ризоиды — корнеобразные отростки от стебля. В цикле развития мхов преобладает гаплоидное поколение (гаметофит) — это само растение мха. Диплоидное поколение (спорофит) у них не способно к са-

мостоятельному существованию и питается за счет гаметофита. У папоротникообразных появляются корни; в цикле их развития преобладает спорофит (само растение), а гаметофит представлен отдельно живущим растением — заростком (это маленькая сердцевидная пластинка у папоротников или клубенок у плаунов и хвощей). В древности папоротникообразные были огромными древовидными растениями. Размножение у Высших споровых невозможно без воды, так как подвижные мужские гаметы — сперматозоиды — движутся к яйцеклеткам для оплодотворения в капельках воды. Именно поэтому вода для Высших споровых — ограничивающий фактор; если не будет капельной воды, размножение этих растений станет невозможным.

В *карбоне* (каменноугольном периоде) появляются семенные папоротники, от которых в дальнейшем, как полагают ученые, произошли голосеменные растения. Господствуют на планете гигантские древовидные папоротникообразные (именно они и дали залежи каменного угля), а риниофиты в этом периоде полностью вымирают. В пермском периоде палеозоя появляются древние голосеменные растения. Древовидные папоротникообразные вымирают, а господствуют в этом периоде семенные и травянистые папоротники. Голосеменные растения относятся к Высшим семенным растениям. Размножаются они семенами, которые еще пока не защищены стенками плода (цветков и плодов у голосеменных растений нет). Размножение этих растений уже не зависит от воды.

В *мезозое* (возраст мезозоя примерно 240 млн лет) различают три периода — триасовый, юрский и меловой. В мезозое появляются современные голосеменные (в триасе) и первые покрытосеменные растения (в юрском периоде). Господствующие растения — голосеменные. Древние голосеменные растения и папоротники в эту эру вымирают. Появление покрытосеменных растений было связано с целым рядом ароморфозов. У этих растений появляется цветок — видоизмененный укороченный побег, приспособленный для образования спор и гамет. В цветке осуществляется опыление, оплодотворение, формируется зародыш и плод. Семена покрытосеменных растений защищены околоплодником — это способствует их сохранению и распространению. При половом размножении у этих растений происходит двойное оплодотворение: один спермий оплодотворяет яйцеклетку, а второй спермий — центральную клетку зародышевого мешка, в результате чего образуются зародыш и триплоидный эндос-

перм — питательная ткань зародыша. Оплодотворение происходит в зародышевом мешке, который развивается в семяпочке, защищенной стенками завязи. Среди покрытосеменных растений есть и травы, и кустарники, и деревья. Вегетативные органы (корень, стебель, лист) имеют множество видоизменений. Эволюция покрытосеменных растений шла очень быстро. Для них характерна высокая эволюционная пластичность. Большую роль в их эволюции и расселении сыграли насекомые-опылители. Покрытосеменные — единственная группа растений, образующая сложные многоярусные сообщества. Это способствует более интенсивному использованию среды и успешному завоеванию новых территорий.

В *кайнозойской эре* (ее возраст примерно 62–70 млн лет) на Земле господствуют современные покрытосеменные и голосеменные растения, а Высшие споровые растения подвергаются биологическому регрессу.

Сельскохозяйственные (культурные) растения произошли от дикорастущих видов. Первобытный человек, находя растения со съедобными плодами, семенами, корнями, позднее стал выращивать их вблизи своего жилища. При этом он заметил, что уход за растениями (рыхление почвы, полив, уничтожение сорняков и вредителей) увеличивает и улучшает урожай. Кроме того, происходил постоянный отбор особей с наиболее ценными качествами, поскольку именно они являлись самым качественным посевным материалом. В результате происходила стихийная селекция культурных растений и появились различные их сорта.

Сорт называется однородная группа (популяция) растений с определенными признаками и свойствами, искусственно созданная человеком. Признаки сорта передаются по наследству, хотя в полной мере проявляются лишь при определенных климатических условиях и соответствующем уходе (агротехнике). Характерно, что в полеводстве и овощеводстве подавляющее большинство растений размножается семенами и чисто генетических факторов достаточно для сохранения свойств сорта. В плодоводстве обычно используется вегетативное размножение (черенки, прививки и т. п.).

В настоящее время селекция представляет собой одну из прикладных областей биологии и использует для создания и улучшения сортов растений не только традиционные способы скрещивания и отбора, но и различные генетические и молекулярно-биологические методы. Они позво-

ляют создавать полиплоидные сорта, проводить отдаленную (межвидовую) гибридизацию, а также направленные изменения ДНК растений, придавая им устойчивость к различным заболеваниям и т. п.

Чем разнообразнее исходный материал, используемый для селекции, тем больше возможностей он дает для успешного создания новых сортов и тем эффективнее селекция. Источником такого разнообразия служат прежде всего исходные («дикие») популяции растений — предков современных пшеницы, картофеля и т. п. При этом те районы, где обнаружено наибольшее генетическое разнообразие предков какого-либо вида культурного растения, являются, очевидно, и местами его происхождения и одомашнивания. Систематическое исследование таких районов было проведено Н.И. Вавиловым, который установил основные центры древнего земледелия.

Бактерии

Строение и жизнедеятельность бактерий.

Распространение бактерий и их роль в природе, медицине, сельском хозяйстве и промышленности.

Болезнетворные бактерии и борьба с ними

Бактерии были описаны в 1676 г. голландским натуралистом Антони ван Левенгуком. Это прокариотические микроскопические организмы. Размеры бактериальных клеток колеблются в среднем от 0,1 до 10 мкм. Тело бактерий состоит из одной клетки, однако бактерии могут образовывать колонии в виде шариков, нитей, пленок. Многоклеточные представители встречаются среди цианобактерий (синезеленых водорослей). В клетках бактерий нет оформленного ядра. Генетический аппарат бактерий представлен одной кольцевой молекулой ДНК (бактериальной хромосомой), которая присоединена в определенном месте к клеточной мембране и занимает в цитоплазме пространство, называемое нуклеоидом. У бактерий отсутствуют мембранные органеллы, характерные для клеток эукариот: эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, митохондрии, пластиды и ряд других. Рибосомы бактерий мельче рибосом эукариот. Бактериальная клетка от внешней среды отграничена плазматической мембраной типичного строения. Снаружи от мембраны клетка бактерий покрыта жесткой клеточной стенкой, в со-

став которой входит полисахарид муреин. Клеточная стенка проницаема для воды, ионов и низкомолекулярных соединений, но непроницаема для крупных полимерных молекул. Поверх клеточной стенки у бактерий могут располагаться капсула или слои слизи. Эти образования служат дополнительной защитой для клеток и участвуют в формировании колоний. Плазматическая мембрана образует впячивания внутрь клетки, которые называются мезосомами; на их поверхности локализованы ферменты, принимающие участие в дыхательных процессах. У фотосинтезирующих бактерий во впячиваниях плазматической мембраны встроены фотосинтетические пигменты. Существуют неподвижные и подвижные бактерии. У подвижных бактерий имеется один или несколько жгутиков. Жгутики бактерий устроены иначе, чем у эукариот. Они представляют собой полый цилиндр из особых белков и не покрыты цитоплазматической мембраной.

По форме клетки бактерии можно разделить на четыре основных типа.

Бациллы имеют форму палочек. Среди них есть как одиночные (кишечная палочка,), так и собранные в цепочки (возбудитель сибирской язвы).

Кокки имеют форму шариков. Если они располагаются попарно — это диплококки (возбудитель пневмонии), если образуют цепочки клеток — то стрептококки (возбудители ангины, скарлатины), если они сгруппированы в комочки, напоминающие виноградную кисть, — то это стафилококки (вызывают пищевые отравления).

Вибрионы — это бактерии, имеющие изогнутую форму, напоминающие запятую (возбудитель холеры).

Спириллы — это нитевидные или закрученные по спирали клетки. На них похожи спирохеты. Спириллы и спирохеты отличаются друг от друга по способу перемещения.

При наступлении неблагоприятных условий некоторые бактерии образуют толстостенные споры. Споры эндогенного происхождения, то есть они формируются внутри клеток и служат не для размножения, а для перенесения неблагоприятных условий и распространения. Споры способны выдерживать нагревание, переохлаждение, облучение и могут сохраняться живыми десятки лет.

Размножаются бактерии простым делением клетки пополам (бинарное деление). Перед делением клетки у них происходит удвоение молекулы ДНК. У некоторых бактерий деление может происходить

каждые 20 минут. У бактерий может происходить обмен генетическим материалом. Этот процесс называется генетической рекомбинацией. У бактерий выделяют три ее формы: трансформацию, конъюгацию (не путать с половым процессом конъюгацией у водорослей и инфузорий!) и трансдукцию.

Бактерии-гетеротрофы для получения необходимой энергии используют готовые органические вещества. Они получают энергию при окислении органических веществ кислородом или при сбраживании (без участия кислорода). В зависимости от субстрата, на котором они развиваются, различают сапрофитные бактерии (питаются мертвым органическим веществом, например бактерии гниения, молочнокислые бактерии); бактерии-паразиты (питаются только живыми организмами, например менингококки, гонококки). Есть миксотрофные бактерии (способны и к паразитическому, и к сапрофитному образу жизни, например бациллы сыпного тифа, сибирской язвы).

Автотрофные бактерии используют неорганические соединения углерода (главным образом углекислый газ) для синтеза собственных органических веществ. В качестве источника энергии они используют или свет (фотоавтотрофы: цианобактерии, пурпурные бактерии, зеленые бактерии), или химическую энергию окисления неорганических веществ (хемоавтотрофы: серобактерии, нитрифицирующие бактерии, железобактерии, водородные бактерии). К фотоавтотрофным принадлежат бактерии, имеющие зеленые пигменты бактериохлорофиллы. Фотосинтез у некоторых из них протекает в анаэробных условиях без выделения кислорода (аноксигенный фотосинтез). У цианобактерий фотосинтез протекает с выделением кислорода (оксигенный фотосинтез). В группу хемоавтотрофов входят нитрифицирующие бактерии, способные окислять аммоний до нитратов. Азотфиксирующие бактерии переводят молекулярный азот в нитраты. Бесцветные серные бактерии окисляют сероводород до молекулярной серы, а при нехватке сероводорода переводят серу в сернистую и серную кислоты. Железобактерии окисляют двухвалентное железо в трехвалентное, благодаря их деятельности в протерозойской эре образовались залежи железных руд (Криворожское месторождение). Водородные бактерии окисляют молекулярный водород до воды.

Особый интерес представляют бактерии-симбионты, тесно связанные с другими живыми организмами симбиотическими типами отношений. Например, клубеньковые бактерии (принадлежат к роду

Ризобиум), которые образуют клубеньки на корнях бобовых растений, свободно живут в почве, но фиксацию молекулярного азота могут осуществлять только в симбиозе с растениями. Они способны фиксировать молекулярный азот и переводить его в форму, доступную для всасывания растениями.

Растение обеспечивает бактерии питательными веществами и создает для них необходимые условия существования, а бактерии снабжают растения азотом. Бактерии имеют повсеместное распространение. Наибольшее количество бактерий обитает в почве — в 1 г плодородной пахотной почвы их содержится несколько миллиардов. Почвенная флора в основном представлена бактериями гниения. Они разлагают органические остатки (отмершие тела растений и животных) до веществ, которые потребляют растения: до углекислого газа, воды и минеральных солей. Этот процесс называется минерализацией органических остатков. Чем больше бактерий в почве, тем интенсивнее идет процесс минерализации, следовательно, тем выше плодородие почв. В почве также могут находиться болезнетворные бактерии и их споры (столбняк). В воду бактерии попадают главным образом из почвы. На дне водоемов сконцентрированы сапрофитные бактерии, они разлагают отмершее органическое вещество, оседающее на дно, то есть выполняют ту же роль, что и почвенные бактерии. Концентрация бактерий в воде значительно ниже, чем в почве. В 1 см³ воды обычно содержится до 400 000 бактерий. В воде могут присутствовать и болезнетворные бактерии — возбудители холеры, туляремии и др. Меньше всего бактерий в воздухе, однако их количество значительно повышается в помещениях, в местах скопления людей. Наименьшее количество бактерий содержится в воздухе хвойных лесов, особенно сосновых. Смолистые выделения хвойных растений обладают бактерицидным свойством. В населенных пунктах, особенно в промышленных городах, число бактерий в воздухе увеличивается, так как они оседают на взвеси пыли, в избытке содержащейся в воздухе. В местах скопления людей воздух содержит очень большое количество разнообразных болезнетворных бактерий и их споры (туберкулез, ангина). Бактерии встречаются и в бескислородной среде (в глубоких слоях почвы, в иле, в толще воды). Одни бактерии приспособились жить при низких температурах, например, в 1 г льда Антарктиды обнаружено около 100 бактерий. Другие, наоборот, могут жить в горя-

чих источниках, выдерживая температуру до 80 °С. Бактерии живут на покровах растений, животных и человека или внутри них.

Бактерии принимают непосредственное участие в круговороте веществ в природе, разрушая мертвые органические вещества, и тем самым способствуют поглощению этих веществ растениями.

Цианобактерии при фотосинтезе выделяют кислород. Именно благодаря этой группе организмов примерно 2 миллиарда лет тому назад в атмосфере началось накопление молекулярного кислорода. В результате деятельности этих бактерий изменился газовый состав атмосферы и сформировался озоновый экран.

Важную роль играют бактерии в фиксации атмосферного азота. Среди них встречаются как свободно живущие бактерии (азотобактер), так и живущие в симбиозе клубеньковые бактерии. Делая доступным для растений азот атмосферы, они повышают плодородие почвы.

Цианобактерии входят в состав лишайников. Множество симбиотических бактерий обитают в кишечнике млекопитающих как симбионты, например кишечная палочка. Они частично разлагают клетчатку, которую эти животные не способны переварить. В процессе их жизнедеятельности синтезируются витамины группы В и витамин К, необходимые для нормальной жизнедеятельности. При отсутствии бактерий в кишечнике у животных и человека развивается заболевание — дисбактериоз.

Способность бактерий расщеплять органические вещества используют при очистке загрязненных сточных вод.

В пищевой промышленности бактерии используют в процессах брожения для получения кисломолочных продуктов, сыра, масла, квашения овощей. В химической промышленности бактерии используют для получения спиртов, уксусной кислоты, ацетона, сахаров и полимеров.

Бактерии применяются в микробиологической промышленности для получения антибиотиков, витаминов, гормонов и ферментов. Бактерии широко используются в генетической инженерии. Так, путем переноса в клетки генов бактерий, кодирующих синтез инсулина у человека, удалось получить человеческий инсулин.

Бактерии могут играть и отрицательную роль. Они способны вызывать порчу сена, кормов, пищевых продуктов, повреждение книг и рукописей. Цианобактерии вызывают цветение воды, что пагубно отражается на существовании других обитателей водоемов — беспозво-

ночных и рыб. Бактерии вызывают заболевания растений, животных и человека. У человека бактерии являются возбудителями таких заболеваний, как тиф, холера, чума, сибирская язва, туберкулез, ангина и др. Заражение может происходить как при контакте с больными людьми, так и через воду, воздух, продукты питания, предметы личной гигиены. К мерам борьбы с возбудителями инфекционных заболеваний относятся: проведение предохранительных прививок, контроль за источниками воды и пищевыми продуктами, пастеризация и термическая обработка продуктов питания, соблюдение основных гигиенических требований, дезинфекция помещений, стерилизация медицинских инструментов и перевязочного материала и др.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Размеры самых крупных бактерий составляют примерно
 - 1) 10^{-5} м
 - 2) 10^{-8} м
 - 3) 1 мм
 - 4) 1 см
2. Шарообразные бактерии называются
 - 1) спиралями
 - 2) кокками
 - 3) вибрионами
 - 4) бациллами
3. Возбудителем холеры является
 - 1) стрептококк
 - 2) бацилла
 - 3) вибрион
 - 4) спирохета
4. Бактерии способны передвигаться с помощью
 - 1) жгутиков
 - 2) ложноножек
 - 3) пароподий
 - 4) ресничек
5. Бактерии-сапротрофы питаются
 - 1) живыми клетками
 - 2) умершими организмами
 - 3) неорганическим веществом
 - 4) любым из перечисленных способов
6. К миксотрофным бактериям относятся
 - 1) гонококки
 - 2) молочнокислые бактерии
 - 3) возбудители сибирской язвы
 - 4) азотфиксирующие бактерии

7. Фотоавтотрофами являются
- 1) цианобактерии
 - 2) азотфиксирующие бактерии
 - 3) болезнетворные бактерии
 - 4) денитрифицирующие бактерии
8. Споры у бактерий служат для
- 1) активного передвижения
 - 2) бесполого размножения
 - 3) полового размножения
 - 4) переживания неблагоприятных условий
9. Споры бактерий наиболее уязвимы для
- 1) кипячения
 - 2) замораживания
 - 3) обезвоживания
 - 4) ультрафиолетового излучения
10. По типу питания бактерии гниения относятся к
- 1) сапротрофам
 - 2) паразитам
 - 3) хемосинтетикам
 - 4) фотосинтетикам
11. Больше всего бактерий на единицу объема обитает в
- 1) болотной воде
 - 2) плодородном слое почвы
 - 3) воздухе городов
 - 4) океане
12. Азотфиксирующие бактерии относятся к
- 1) молочнокислым бактериям
 - 2) бактериям гниения
 - 3) бактериям спиртового брожения
 - 4) клубеньковым бактериям
13. Палочка Коха относится к
- 1) почвенным бактериям
 - 2) бактериям гниения
 - 3) болезнетворным бактериям
 - 4) уксуснокислым бактериям
14. Симбионтом человека является
- 1) азотобактер
 - 2) холерный вибрион
 - 3) кишечная палочка
 - 4) золотистый стафилококк

15. Бактерии являются возбудителями

- 1) оспы
- 2) гепатита
- 3) краснухи
- 4) сибирской язвы

Выберите три правильных ответа.

16. Бактерии не имеют

- 1) клеточной стенки
- 2) ДНК
- 3) ядра
- 4) цитоплазмы
- 5) аппарата Гольджи
- 6) эндоплазматической сети

17. Формами генетической рекомбинации у бактерий являются

- 1) транскрипция
- 2) трансляция
- 3) трансформация
- 4) трансдукция
- 5) конъюгация
- 6) транслокация

18. Хемоавтотрофами являются

- 1) молочнокислые бактерии
- 2) уксуснокислые бактерии
- 3) бактерии спиртового брожения
- 4) нитрифицирующие бактерии
- 5) водородные бактерии
- 6) железобактерии

19. Бактерии являются возбудителями

- | | |
|--------------|--------------|
| 1) чумы | 4) гриппа |
| 2) холеры | 5) чесотки |
| 3) столбняка | 6) бешенства |

20. Бациллы являются возбудителями

- | | |
|-----------------|-----------|
| 1) сыпного тифа | 4) оспы |
| 2) сифилиса | 5) чумы |
| 3) туберкулеза | 6) ангины |

21. Установите соответствие между заболеванием и бактериями, являющимися его возбудителями.

Заболевание	Название бактерий
1) скарлатина	А) бациллы
2) пневмония	Б) кокки
3) сифилис	В) спирохеты
4) сибирская язва	
5) сыпной тиф	
6) ангина	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	2	3	1	2	3	1	4	4	1
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	4	3	3	4	3,5,6	3,4,5	4,5,6	1,2,3	1,3,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	Б	В	А	А	Б

Грибы. Лишайники

Общая характеристика грибов. Шляпочные грибы, их строение, питание, размножение. Условия жизни грибов в лесу. Съедобные и ядовитые грибы. Плесневые грибы. Дрожжи. Грибы-паразиты, вызывающие болезни растений. Роль грибов в природе и хозяйстве

Грибы относятся к отдельному царству живых организмов. Они демонстрируют признаки как растений, так и животных. С растениями их сближает осмотрофный тип питания, способность к неограниченному росту нитчатого тела, наличие жесткой клеточной стенки и размножение спорами. Признаки животных — это гетеротрофный тип питания, присутствие хитина в клеточной стенке, запасной углевод — гликоген, наличие мочевины в азотистом обмене веществ.

Тело грибов состоит из ветвящихся нитей, которые называются гифами, а вся совокупность гиф называется мицелием, или грибницей. В настоящее время насчитывают около 100 тысяч видов грибов.

Все грибы гетеротрофные организмы, среди них выделяют сапротрофов, паразитов и симбионтов. Сапротрофные грибы вместе с бактериями в экосистемах формируют группу редуцентов. У них имеются разнообразные ферменты, что позволяет сапротрофным грибам разлагать различные органические субстраты. Грибы-паразиты паразитируют на живых растениях и животных. Грибы-симбионты участвуют в формировании двух важных симбиозов: с водорослями они образуют лишайники, а с корнями высших растений — микоризу. Почвенные грибы-микоризообразователи оплетают корень растения (есть грибы, проникающие внутрь тканей корня) и выполняют роль корневых волосков. Они всасывают минеральные вещества и воду (особенно важна роль грибов при поглощении соединений фосфора) и транспортируют их в корень. В свою очередь, высшее растение снабжает гриб органическими веществами. Микоризу не образуют водные растения, осоки и крестоцветные.

Размножаются грибы вегетативным, бесполом и половым путем. Вегетативное размножение происходит частями мицелия, а у дрожжевых грибов — почкованием. Бесполое размножение грибов происходит при наличии подвижных и неподвижных спор. Половое размножение у разных групп грибов происходит по-разному: у низших грибов идет процесс изо- и гетерогамии, у сумчатых (аскомицетов) происходит слияние мужских и женских клеток антеридия и архикарпа, у базидиальных идет процесс соматогамии с образованием базидий.

Плесневые грибы — это грибы, которые вызывают порчу продуктов питания, овощей, фруктов. У гриба из рода мукор мицелий состоит из одной гигантской многоядерной разветвленной клетки, в которой нет перегородок, то есть мицелий одноклеточный. Гриб образует белый налет на портящихся продуктах, навозе. Мицелий формирует вертикальные гифы, на концах которых находятся черные головки — спорангии. В них происходит образование и созревание спор. Через некоторое время налет становится черным, это означает, что споры созрели. При раскрывании спорангиев споры рассеиваются. Кроме того, гриб может размножаться вегетативно частями мицелия, а также половым путем.

Плесневый гриб — *пеницилл*, или зеленая плесень, также вызывает порчу пищевых продуктов. Его мицелий, в отличие от мицелия муко-ра, образован из ветвящихся гиф, поделенных перегородками на клетки. Другое название этого гриба — кистевик, так как его спорангии имеют вид небольших кисточек. Споры бесполого размножения пеницилла собраны в цепочки и расположены на концах конидиеносцев. Этот гриб является продуцентом антибиотика — пенициллина, который применяется при лечении ряда заболеваний. Лечебные свойства пенициллина были открыты в 1929 году английским врачом А. Флемингом.

Дрожжи — это одноклеточные грибы, которые размножаются почкованием. Их клеточная стенка содержит очень мало хитина. При вегетативном размножении на поверхности клетки образуется выпуклость, которая растет и превращается в клетку. Затем дочерняя клетка отделяется от материнской. Дрожжи могут размножаться и половым путем. Человек начал использовать дрожжи в хлебопечении и приготовлении напитков задолго до нашей эры. В процессе брожения дрожжи разлагают сахар, при этом образуется спирт и углекислый газ, который разрыхляет тесто и поднимает пену на поверхности бро-дящей жидкости. Дрожжи используют также для получения витами-нов группы В (пивные дрожжи), ферментов, органических кислот, пищевых добавок для корма птице и скоту. Дрожжевые грибки рода Тортюлла используются при изготовлении кефира. Некоторые дрож-жи являются возбудителями тяжелых заболеваний человека — канди-домикозов.

Шляпочные грибы образованы из плодового тела и грибницы. Мицелий шляпочных грибов развивается в субстрате, богатом орга-ническими веществами. Он состоит из ветвящихся гиф, каждая клетка которых имеет по два гаплоидных ядра. В перегородках между клет-ками имеются отверстия, через которые сообщается цитоплазма со-седних клеток. По мере накопления питательных веществ на поверх-ности субстрата из мицелия формируются плодовые тела. Плодовое тело гриба состоит из шляпки и пенька (ножки). В плодовом теле ги-фы мицелия плотно переплетаются и образуют ложную ткань. Верх-ний слой шляпки образует кожицу, которая может быть окрашена в разные цвета. У одних грибов нижний слой шляпки несет многочис-ленные пластинки, например, у сыроежек, шампиньона, мухоморов; это пластинчатые грибы. У других нижний слой шляпки пронизан

трубочками, например, у белого гриба, подосиновика, подберезовика; это трубчатые грибы. В трубочках и на пластинках плодовых тел образуются многочисленные споры, с помощью которых грибы размножаются. Высыпаясь, споры подхватываются токами воздуха или разносятся животными, питающимися грибами (слизни, насекомые, зайцы, белки и др.). При попадании в благоприятные условия споры прорастают в гифы. Многие шляпочные грибы являются микоризообразователями, некоторые из них получили свое название по названию дерева, рядом с которым они встречаются (например, подосиновик, подберезовик, поддубовик и др.). Гифы мицелия оплетают корень и могут проникать внутрь его. Гриб получает от дерева органические вещества и витамины, а дает дереву аминокислоты и увеличивает всасывающую поверхность.

Многие шляпочные грибы съедобны. Плодовые тела грибов на 98% состоят из воды, поэтому они быстро портятся. Большая часть их сухого веса приходится на белки и другие азотистые соединения, углеводов в грибах содержится значительно меньше, чем в растительных продуктах. Они богаты витаминами (группы В и К) и другими биологически активными веществами. Но из-за наличия хитина в клеточных стенках доступность питательных веществ ограничена, поэтому питательная ценность грибов довольно низкая. Лучшие съедобные грибы — это белый, рыжик, подосиновик, подберезовик. Широко распространено культивирование шампиньона и вешенки. Но среди шляпочных грибов имеются и ядовитые, например, смертельно ядовитыми являются бледная и белая поганки.

Грибы-паразиты растений вызывают заболевания дикорастущих и культурных растений. Среди грибов, наиболее вредоносных для сельскохозяйственных растений, можно отметить возбудителей ржавчины и головни. Цикл возбудителя хлебной ржавчины протекает с участием двух хозяев. Весной этот гриб начинает развиваться на барбарисе, а летом его споры попадают на злаки, на которых за один сезон образуется несколько поколений спор, окрашенных в оранжевый цвет. В местах образования спор на листьях и стеблях злаков формируются пятна ржавого цвета, отсюда и название заболевания — ржавчина. При поражении злаков происходит подавление образования колосьев.

Другое грибковое заболевание злаков вызывает головня. Свое название заболевание получило из-за внешнего вида пораженных расте-

ний. Они похожи на обуглившиеся головешки. В этих черных колосьях вместо зерен образуются многочисленные споры гриба. Во время уборки урожая и молотьбы эти споры попадают на здоровые семена и сохраняются до весны. А весной, когда из семени начинает формироваться растение, споры гриба прорастают, и мицелий проникает в ткань проростка. Гриб развивается внутри растения-хозяина и достигает колоса. Гифы поражают зерновки злака и за счет питательных веществ, накопленных в зерновках, образуются споры гриба.

Большой вред лесному хозяйству наносят грибы, которые паразитируют на деревьях. Они называются трутовиками. Деревья заражаются спорами этих грибов через повреждения на теле растения: трещины коры, обломки ветвей, солнечные ожоги и др. Мицелий этих грибов развивается в древесине, а плодовые тела формируются на стволах деревьев. Плодовые тела многолетние, твердые, имеют форму копыта и расположены один над другим в виде этажерки. На их нижней стороне в трубочках формируются споры. Пораженные деревья становятся хрупкими и в конечном итоге погибают.

Грибы принимают участие в круговороте веществ в природе, поскольку в экосистемах они выполняют роль редуцентов. Особенно велико их значение в лесных экосистемах, где они разрушают целлюлозу и лигнин. Грибы непосредственно участвуют в почвообразовании: разлагая отмершее органическое вещество, они вызывают минерализацию органических остатков.

Грибы вступают в симбиотические отношения с водорослями, в результате образуются лишайники, и с корнями высших растений, формируя микоризу.

Съедобные грибы употребляют в пищу. Во многих странах их активно культивируют (шампиньоны).

Грибы используют в пищевой промышленности (дрожжи в хлебопечении и производстве спиртных напитков, пенициллы в производстве определенных сортов сыра).

Грибы, которые паразитируют на беспозвоночных, а также на других грибах, используются для получения препаратов, подавляющих развитие вредителей и возбудителей заболеваний сельскохозяйственных растений.

В микробиологической промышленности грибы используют для получения ферментов, витаминов, органических кислот, гормонов роста, антибиотиков.

Грибы-паразиты вызывают серьезные заболевания человека, животных и растений. Они могут выделять и токсичные соединения — микотоксины, которые также вызывают ряд серьезных заболеваний. Среди шляпочных грибов встречаются ядовитые (бледная поганка).

Грибы разрушают изделия из древесины, вызывают порчу продуктов питания, повреждения промышленных изделий и материалов: бумаги, нефтепродуктов, лаков, красок, произведений искусства и т. д.

Строение, питание, размножение лишайников. Симбиоз. Роль лишайников в природе и хозяйстве

Лишайники — это организмы, тело которых образовано в результате симбиоза гриба и водоросли. Тело лишайника называется талломом (слоевищем). Фотосинтезирующим компонентом лишайника является водоросль или цианобактерия, а гриб обеспечивает поглощение воды и минеральных солей. Среди водорослей встречаются чаще всего зеленые и желто-зеленые водоросли, всего около 100 видов. В современной флоре насчитывается около 13 500 видов лишайников.

Лишайники встречаются в различных местообитаниях от Северного до Южного полюса. Они произрастают на камнях и скалах, коре деревьев и листьях растений, почве, искусственных субстратах. Некоторые лишайники обитают в воде.

По форме таллома лишайники подразделяются на три типа: накипные, листоватые и кустистые. Накипные имеют вид корочек и плотно срастаются с субстратом. Листоватые имеют уплощенную форму, части таллома приподнимаются над субстратом и напоминают листья. Они прикрепляются к субстрату пучками гиф, и их можно отделить без повреждения таллома от субстрата. Кустистые лишайники имеют вид повисающих или прямостоячих кустиков, которые прикрепляются к субстрату только основанием таллома.

По внутреннему строению лишайники бывают двух типов. У одних водоросли равномерно распределены среди гифов гриба по всей толщине слоевища. Пространство между гифами и водорослями заполнено слизью. Это гомеомерный тип строения. У других лишайников плотное переплетение гиф образует верхнюю кору, под которой

залегает слой рыхло расположенных гиф с клетками водорослей между ними. Под этим слоем располагаются рыхло расположенные гифы, формирующие сердцевину. Серцевину подстилает нижняя кора, образованная тесно сплетенными гифами. Из сердцевины выходят пучки гиф, с помощью которых лишайник крепится к субстрату.

Гриб доставляет водоросли воду с растворенными минеральными веществами и предохраняет ее от воздействия неблагоприятных факторов внешней среды. В свою очередь, водоросль в результате фотосинтеза продуцирует органические соединения. Но гриб может питаться в лишайнике и как паразит за счет живых клеток водоросли, поэтому их взаимоотношения можно рассматривать и как паразитизм гриба на водоросли.

Чаще всего лишайники размножаются вегетативно: частями таллома; клетками водорослей, оплетенными гифами гриба; специализированными выростами таллома, содержащими фико- и микобионты. После отделения этих структур при благоприятных условиях они начинают развиваться в новый таллом лишайника. Лишайники могут размножаться и бесполым, и половым путем, но это размножение связано с микобионтом. Растут лишайники очень медленно: за год их таллом вырастает от нескольких сотых долей миллиметра до нескольких сантиметров.

Лишайники способны аккумулировать солнечную энергию и создавать органические соединения из неорганических. С другой стороны, микобионт лишайников — гетеротроф. Лишайники — пионеры растительности, они первыми осваивают безжизненные субстраты, делая со временем их пригодными для других организмов. Лишайники — индикаторы загрязнения воздуха, особенно чувствительные к содержанию сернистого газа в атмосфере. Их используют в археологии и геоморфологии для установления возраста субстрата.

Лишайники служат кормом для животных, особенно в зимнее время в северных регионах (например, ягель, или олений мох). Птицы могут использовать слоевища лишайников как строительный материал для своих гнезд.

Некоторые лишайники съедобны и для человека. Из лишайников получают ряд веществ, использующихся в парфюмерной промышленности. Некоторые лишайники используют в народной медицине при лечении ряда заболеваний.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Грибы являются
 - 1) отдельной группой растений
 - 2) симбиозом растений и бактерий
 - 3) особой группой животных
 - 4) особой группой живых существ
2. К низшим растениям относятся
 - 1) грибы
 - 2) водоросли
 - 3) мхи
 - 4) лишайники
3. Признаком, общим для грибов и животных, является
 - 1) отсутствие пластид
 - 2) способ размножения
 - 3) наличие внутреннего скелета
 - 4) осмотрофный тип питания
4. Клеточная стенка грибов содержит
 - 1) муреин
 - 2) пектин
 - 3) целлюлозу
 - 4) хитин
5. Мицелий гриба образован
 - 1) хитиновыми волокнами
 - 2) гифами
 - 3) спорами
 - 4) ризоидами
6. Почкованием размножается
 - 1) мукор
 - 2) головня
 - 3) пеницилл
 - 4) дрожжи
7. К пластинчатым грибам относятся
 - 1) сыроежки
 - 2) маслята
 - 3) моховики
 - 4) подосиновики
8. Микориза — это
 - 1) грибковое заболевание ржи
 - 2) симбиоз гриба с корнями высших растений
 - 3) орган размножения плесневых грибов
 - 4) один из самых ядовитых грибов

9. Микоризу образует
- 1) мукор
 - 2) шампиньон
 - 3) подберезовик
 - 4) спорынья
10. Мицелий представлен одной клеткой у
- 1) головни
 - 2) трутовика
 - 3) пеницилла
 - 4) мукора
11. Споры у мукора созревают
- 1) в специальных шариках на концах вертикальных гифов
 - 2) по всему мицелию
 - 3) в кистевидных разветвлениях
 - 4) мукор спор не образует
12. Дрожжи в процессе жизнедеятельности сбрасывают
- 1) глюкозу
 - 2) молочную кислоту
 - 3) уксусную кислоту
 - 4) масляную кислоту
13. Головня является паразитом
- 1) животных
 - 2) хлебных злаков
 - 3) плодовых культур
 - 4) картофеля
14. Лишайники имеют
- 1) стебель, корни и листья
 - 2) стебель и ризоиды
 - 3) только ризоиды
 - 4) не имеют вегетативных органов
15. Клетки грибницы снабжают организм лишайника
- 1) водой и органическими веществами
 - 2) водой и минеральными веществами
 - 3) исключительно водой
 - 4) кислородом и углекислым газом
- Выберите три правильных ответа.**
16. Признаком, общим для грибов и растений, является
- 1) неподвижность
 - 2) наличие жестких клеточных стенок
 - 3) постоянный рост
 - 4) запасание углеводов в форме гликогена
 - 5) наличие мицелия
 - 6) клеточная стенка из клетчатки

17. К трубчатым грибам относятся
- 1) грузди
 - 2) шампиньоны
 - 3) подберезовики
 - 4) волнушки
 - 5) подосиновики
 - 6) подореховики
18. Грибы являются возбудителями
- 1) ржавчины
 - 2) мучнистой росы
 - 3) чесотки
 - 4) стригущего лишая
 - 5) экземы
 - 6) проказы
19. К грибам-паразитам относятся
- 1) масленок
 - 2) фитофтора
 - 3) шампиньон
 - 4) спорынья
 - 5) вешенка
 - 6) головня
20. К лишайникам относятся
- 1) золотянка
 - 2) эмпуза
 - 3) ламинария
 - 4) ксантория
 - 5) пармелия
 - 6) анфельция
21. Установите соответствие между названием лишайника и группой, к которой он относится.

Название	Группа лишайников
1) графис 2) золотянка 3) пармелия 4) бацидия 5) ягель 6) леканора	А) листоватые Б) кустистые В) накипные

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	2	1	4	2	4	1	2	3	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	1	2	4	2	1,2,3	3,5,6	1,2,4	2,4,6	1,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
В	А	А	В	Б	В

Раздел II. ЖИВОТНЫЕ

Зоология — наука о животных. Значение животных в природе и жизни человека. Сходство и отличие животных и растений. Классификация животных

Зоология — это наука, изучающая животных, которые в настоящее время обитают на Земле или существовали в прошлые эпохи. Все животные относятся к отдельному царству органического мира (Животные).

Зоология исследует внешнее и внутреннее строение животных, функции отдельных органов и систем органов, поведение, размножение и индивидуальное развитие, а также происхождение, эволюцию и значение животных в природе и для человека.

Все животные и растения обладают рядом общих свойств:

- химическим составом как на уровне элементов, так и на уровне молекул (органические молекулы — белки, липиды, углеводы, нуклеиновые кислоты);
- клеточным строением;
- все живые организмы являются открытыми системами, то есть находятся в постоянном обмене веществом, энергией и информацией с окружающей средой.

Совокупность обменных процессов называется метаболизмом. Метаболизм складывается из двух непрерывно протекающих, взаимосвязанных процессов: ассимиляции (синтеза) и диссимиляции (распада). Животные и растения способны размножаться. Передача признаков при размножении организмов обеспечивается наследственностью, с которой неразрывно связана изменчивость. Животные и растения обладают свойством раздражимости, то есть способностью отвечать на различные воздействия факторов внешней среды.

Животные и растения различаются. Во-первых, набором и составом органических молекул: белков, углеводов, липидов и др. (например, у животных — гликоген, у растений — крахмал; у животных — гемоглобин, у растений — хлорофилл). Во-вторых, набором клеточных органелл (например, у растений имеются клеточная стенка, центральная вакуоль, у животных эти органеллы отсутствуют). В-третьих, на уровне обменных процессов растения (за некоторым исключением) — автотрофы, а животные (за исключением некоторых

простейших) — гетеротрофы. В-четвертых, в жизненном цикле животных доминирует диплоидная стадия (за исключением некоторых групп простейших), а у растений происходит закономерное чередование диплоидной (спорофита) и гаплоидной (гаметофита) стадий развития. В-пятых, на раздражение большинство животных отвечает движением, растения же — существа неподвижные, хотя и у них встречаются двигательные реакции (тропизмы, настии). В-шестых, животные обитают там, где растения жить не могут: в глубинах морей, в пещерах и т. д.

Значение животных в природе заключается в том, что они являются обязательным компонентом всех без исключения экосистем. В экосистемах они играют роль редуцентов или консументов различных уровней. Таким образом, животные вместе с растениями и другими организмами, входящими в экосистемы, участвуют в круговороте веществ.

Животные имеют огромное и разноплановое практическое значение. Прежде всего это относится к позвоночным: ими представлены почти все виды домашних животных. Это животные, которые выращиваются для получения продуктов питания, шерсти, кожи, для транспортных, сторожевых, спортивных и других целей. И сейчас продолжается процесс одомашнивания диких животных, например одомашнены лисицы, песцы, норки, страусы и т. д.

Наряду с полезной ролью позвоночные животные могут приносить и вред, например сельскому хозяйству, портя и уничтожая запасы зерна, корнеплодов, фруктов, овощей, сена, силоса (суслики, мыши, полевки и др.).

Некоторые виды позвоночных (птицы, копытные, грызуны) относятся к числу носителей и распространителей опасных инфекционных заболеваний (энцефалита, чумы, туляремии, бруцеллеза и др.), а также паразитарных инвазий (малярии, лейшманиозов, трипаносомозов и т. д.).

Среди беспозвоночных одомашненных животных немного — медоносная пчела и тутовый шелкопряд. Некоторые виды перепончатокрылых (наездники) используются человеком для борьбы с вредными насекомыми (биологические методы).

Некоторые беспозвоночные являются опасными паразитами растений, диких и домашних животных, а также человека. Массовое заражение животных паразитами называется эпизоотией. Паразитические формы встречаются в разных типах беспозвоночных животных:

среди простейших (малярийный паразит, лямблии, лейшмании), плоских червей (сосальщики, ленточные), круглых червей (нематоды, волосатики). Членистоногие (насекомые и паукообразные) служат переносчиками как инфекционных (энцефалит, чума, тиф и др.), так и паразитарных (простейшие, нематоды) заболеваний. Среди них много эктопаразитов: вши, блохи, оводы, пухоеды, клещи и т. д.

Царство Животные подразделяется на большое количество групп, которые различаются по своей организации. При установлении этих групп используется система соподчиненных категорий: они называются систематическими или таксономическими.

Основы системы животного мира были заложены в конце XVII и в первой половине XVIII в. в работах английского естествоиспытателя Дж. Рея и шведского ученого К. Линнея. В своем основополагающем труде «Система Природы», который вышел в 1735 г., К. Линней разработал принцип бинарной номенклатуры для названий видов животных и растений. Каждому виду присваивается латинское название, состоящее из двух слов — первое (существительное) обозначает название рода, а второе (прилагательное) обозначает название вида. Например: Аскарида человеческая, Аскарида свиная, Аскарида конская. Бинарная номенклатура, предложенная К. Линнеем, используется учеными и в настоящее время.

Основной систематической единицей (категорией) является вид, например, Амеба обыкновенная, Двуустка печеночная, Лягушка травяная, Ящерица прыткая и т. д. Близкие виды объединяются в роды, близкие роды — в семейства, семейства — в отряды, отряды — в классы, а классы — в типы.

Тип — это высшая систематическая категория. Каждый тип характеризуется определенным планом строения животных, который является общим для всех групп, в него входящих. Так, у всех членистоногих имеется наружный твердый скелет, брюшная нервная цепочка, отсутствует кожно-мускульный мешок и т. д. У хордовых центральная нервная система имеет вид трубки, расположенной над хордой или позвоночником, внутренний твердый скелет — хорда, которая у высших представителей типа замещается на хрящевой или костный позвоночник, глотка пронизана жаберными щелями и т. д.

В современной зоологии также принимается и классификация самих типов: под определенным названием, например, объединяются типы, сходные по существенным признакам: Одноклеточные и Мно-

гоклеточные. Категории, стоящие выше типа, а именно Подцарство, Надраздел, Раздел, Подраздел, не являются систематическими, а введены для удобства описания.

Система животных, так же как и других организмов, призвана отражать историческое (эволюционное) развитие царства Животные и отдельных групп, входящих в его состав. Подобная система строится на основе выяснения степени родства между разными группами организмов.

Одноклеточные

Общая характеристика

Одноклеточные, или простейшие, это эукариотические организмы, тело которых состоит из одной клетки, но функционирует как целостный организм. Иногда простейшие образуют колонии. Тело простейшего отграничено от внешней среды плазматической мембраной. Простейшие растительного происхождения снаружи от мембраны формируют клеточную стенку из полисахаридов — целлюлозы, пектина и т. д. Жгутиконосцы, инфузории и споровики имеют пелликулу — определенным образом организованный верхний слой цитоплазмы, прилегающий к мембране. Если оболочка или пелликула отсутствует, форма тела простейших непостоянна. Простейшие могут образовывать наружные скелеты в виде раковин или панцирей, а также внутренние скелеты разнообразной формы.

Цитоплазма простейшего условно подразделяется на два слоя: наружный — прозрачный плотный — эктоплазму; и внутренний — жидкий зернистый — эндоплазму. В эндоплазме сосредоточены клеточные органеллы: ядро, ЭПС, аппарат Гольджи, митохондрии, лизосомы и клеточные включения и цитоскелет.

Органеллами движения у простейших служат ложноножки, жгутики или реснички. Ложноножки представляют собой временные выпосты цитоплазмы. Жгутики и реснички имеют одинаковое внутреннее строение, в основе которого лежат микротрубочки, расположенные в определенном порядке и снаружи покрытые плазматической мембраной. В цитоплазме реснички и жгутики связаны с базальным тельцем.

К мембранным органеллам тела простейшего относятся сократительные или пульсирующие вакуоли. У разных видов их число колеблется от одной до двадцати. Основная функция сократительных вакуолей — регуляция осмотического давления. Автотрофные простейшие в цитоплазме имеют хлоропласты, число и форма которых сильно различаются в отдельных группах. У гетеротрофных и миксотрофных представителей группы образуются пищеварительные вакуоли. Вакуоли формируются в процессе фагоцитоза с помощью ложноножек или в процессе пиноцитоза — в виде мелких мембранных пузырьков. Многие паразитические простейшие питаются осмотрофно. Непереваренные остатки пищи выводятся во внешнюю среду посредством наружной клеточной мембраны.

У простейших есть ядро. Как правило, в клетке имеется одно ядро, которое может быть диплоидным или гаплоидным. Есть многоядерные простейшие, например, жгутиконосцы, в теле которых содержится много ядер, но они все одинаковой ploидности. У инфузорий, как минимум, есть два ядра разной ploидности. Большое ядро — полиплоидное, называется вегетативным и отвечает за жизнедеятельность организма. Малое ядро — диплоидное, участвует в половом процессе.

По типу питания простейшие делятся на следующие группы: автотрофы — фотосинтетики (например, вольвокс); гетеротрофы (сапрофаги, паразиты, хищники); миксотрофы — организмы, сочетающие как автотрофный, так и гетеротрофный типы питания (например, эвглена зеленая).

Газообмен у простейших осуществляется через всю поверхность тела в результате диффузии газов. У паразитов дыхание анаэробное (гликолиз).

Выделение продуктов метаболизма — аммиака и солей — происходит также через наружную клеточную мембрану.

Простейшие размножаются бесполом путем. Существует два типа бесполого размножения: деление клетки на две дочерние с последующим ростом каждой; деление клетки на множество мелких клеток без дальнейшего их роста.

Многие представители одноклеточных размножаются половым путем, который протекает двумя способами: копуляция представляет собой слияние гамет, а конъюгация — обмен генетическим материалом между двумя особями (не путать с конъюгацией у водорослей).

Простейшие обладают раздражимостью — они реагируют на свет, температуру, химические вещества, механические воздействия, давление и т. д. Воздействие факторов среды организмы воспринимают при помощи рецепторов, находящихся в мембранах, или с помощью специализированных органелл, например светочувствительных глазков. Ответом на раздражение обычно является движение, или таксис.

Простейшие инцистируются — то есть образуют вокруг тела плотную защитную оболочку. В форме цист они переживают неблагоприятные условия и расселяются.

Жизнь свободноживущих простейших тесно связана с водой. Они обитают в соленых и пресных водоемах, где входят в состав бентоса и планктона. Важную и большую группу образуют почвенные простейшие. Они находятся в воде, заполняющей почвенные капилляры. Среди простейших много паразитов, поражающих как беспозвоночных, так и позвоночных, в том числе и человека. Есть паразиты растений. Паразитические простейшие вызывают тяжелые заболевания, например малярию, сонную болезнь и т. д.

Тип Саркомастигофоры. Представители. Строение, распространение, значение

Амеба обыкновенная относится к надклассу Корненожек, все представители которого отличаются непостоянной формой тела. Движение и питание происходит с помощью ложноножек, число и форма которых у разных видов неодинаковы. Среди представителей корненожек есть виды, которые имеют наружную раковинку или внутренний скелет разнообразной формы.

Обыкновенная амеба обитает на дне пресных стоячих водоемов.

Тело амебы покрыто только плазматической мембраной, поэтому форма клетки изменчива. Животное ползает с помощью ложноножек — временных выпячиваний тела, образованных эктоплазмой и эндоплазмой. Если на пути амебы встречается пища: бактерии, водоросли, мелкие простейшие, ложноножки «обтекают» пищевую частицу со всех сторон, смыкаются, и образуется пищеварительная вакуоль. Этот процесс называется фагоцитозом. Непереваренные остатки пищи выбрасываются из вакуоли в любом месте поверхности тела. У амебы одновременно могут образовываться несколько пищеварительных вакуолей.

Сократительная вакуоль одна, ее опорожнение происходит в любом месте поверхности тела амебы. Частота сокращений зависит от многих факторов: температуры воды, концентрации в ней солей и т. д. Главная функция пульсирующей вакуоли — осморегуляция.

Газообмен осуществляется всей поверхностью тела.

Удаление продуктов обмена — аммиака и избытка солей — происходит также через всю поверхность тела амебы.

Размножение амебы происходит только бесполым способом — делением клетки на две. Делению цитоплазмы предшествует митотическое деление диплоидного ядра.

Амеба способна к хемотаксису и отрицательному фототаксису.

Амеба способна инцистироваться. В состоянии цисты организм переживает неблагоприятные условия.

Дизентерийная амеба — паразит человека, обитающий в толстой кишке. Заражение происходит при употреблении воды, содержащей цисты амeбы, а также с загрязненными продуктами питания. Амебы внедряются в слизистую кишечника и питаются эритроцитами. Из-за изъязвления кишечника у человека развивается тяжелое заболевание — амeбная дизентерия, или амeбиаз.

Эвглена зеленая — это одноклеточный организм с признаками животного и растения. Эвглена зеленая относится к классу Жгутиковых. Движение у представителей этого класса происходит с помощью жгутиков, число которых может колебаться от одного до нескольких сотен. По типу питания жгутиковые делятся на две группы: автотрофы — растительные жгутиконосцы, и гетеротрофы — животные жгутиконосцы.

Эвглена зеленая принадлежит к растительным жгутиконосцам. Она обитает в мелких стоячих водоемах, вода которых содержит много растворенных органических веществ.

Тело эвглены веретеновидное, на заднем конце заострено, а на переднем — притуплено. Форма его постоянна благодаря плотной эластичной пелликуле. На переднем конце тела расположено углубление — глотка, около которого выходит один жгутик, связанный в цитоплазме с базальным тельцем. Рядом с клеточной глоткой находится красный светочувствительный глазок. В глотку происходит опорожнение единственной сократительной вакуоли. В цитоплазме клетки имеется одно гаплоидное ядро, несколько десятков некрупных хлоропластов.

На свету эвглена зеленая питается как зеленое растение: происходит процесс фотосинтеза, и образуются питательные вещества. Минеральные вещества, кислород и углекислый газ эвглена поглощает из воды через всю поверхность тела.

В темноте при наличии в воде растворенных органических веществ эвглена теряет хлорофилл, становится бесцветной и переходит к гетеротрофному питанию. В клеточной глотке образуются микроскопические пищеварительные вакуоли. Этот тип питания называется миксотрофным, или смешанным, встречается у многих растительных жгутиконосцев. Наличие у эвглены двух способов питания сближает этот организм как с животными, так и с растениями и свидетельствует о единстве происхождения этих групп организмов от общего предка.

Функцию осморегуляции у эвглены выполняет сократительная вакуоль. Выделение происходит через всю поверхность тела.

Эвглена обладает положительным фототаксисом, свет улавливается светочувствительным глазком, и она перемещается в более освещенную часть водоема — это связано с питанием.

Размножаются эвглены только бесполым путем — продольным делением клетки на две. Ядро делится митотически. От переднего конца тела к заднему проходит борозда деления. На переднем конце образуется новый жгутик и глотка, а старый жгутик вместе с глоткой остается у одной из дочерних клеток. При неблагоприятных условиях эвглена инцистируется.

Вольвокс — колониальное простейшее. Колония состоит из нескольких десятков тысяч отдельных клеток и имеет вид шарика. Каждая клетка по строению напоминает хламидомонаду: два жгутика на переднем конце, чашевидный пристеночный хроматофор, две пульсирующие вакуоли. Между собой клетки колонии соединены цитоплазматическими мостиками. Внутри колонии находится студенистое вещество. Движение колонии происходит в результате согласованной работы жгутиков. У вольвокса имеется половой процесс. Одни клетки колонии растут, теряют жгутики и образуют макрогаметы. Другие клетки многократно делятся без последующего роста, в результате чего формируются микрогаметы. При слиянии гамет возникает зигота, которая опускается внутрь колонии и делится мейотически, в результате чего восстанавливается гаплоидный набор хромосом в клетках.

Среди жгутиконосцев животного происхождения много паразитов. Они вызывают опасные заболевания животных и человека. *Трипаносома* — возбудитель африканской «сонной» болезни. Природным резервуаром возбудителей служат антилопы, а переносчиками — мухи цеце. Внутриклеточные паразиты — *лейшмании*, переносятся москитами, а резервуаром лейшманий в природе являются грызуны и собаки. В месте укуса москита на теле человека появляется долго незаживающая язва.

В двенадцатиперстной кишке человека паразитируют *лямблии*, вызывающие тяжелую форму колита.

Тип Инфузории. Инфузория-туфелька, особенности строения и процессов жизнедеятельности, раздражимость, размножение

Инфузория-туфелька обитает в стоячих пресных водоемах. Форма тела животного постоянна, так как имеется плотная эластичная пелликула. Тело туфельки покрыто продольными рядами ресничек.

На середине брюшной стороны тела простейшего расположен клеточный рот, окруженный более длинными ресничками, загоняющими в рот пищу — бактерии. Рот ведет в глотку, на дне которой формируются пищеварительные вакуоли. Непереваренные остатки пищи выводятся из вакуолей через специальное отверстие в пелликуле — порошицу.

Дыхание и выделение происходит через всю поверхность тела. Функцию осморегуляции выполняют две сократительные вакуоли, которые находятся на переднем и заднем концах тела. Вода из тела животного собирается в приводящие каналы, из которых изливается в центральный резервуар, открывающийся во внешнюю среду. По внешнему виду вакуоль напоминает звездочку. Сократительные вакуоли пульсируют попеременно.

Инфузория-туфелька обладает хемотаксисом: она способна активно двигаться в направлении пищи и, наоборот, уплывает от вредных химических воздействий.

Ядерный аппарат у инфузории-туфельки состоит из двух ядер: большого, полиплоидного (вегетативного), которое контролирует синтез белков в клетке; и малого, диплоидного (генеративного), принимающего участие в половом процессе.

При благоприятных условиях туфелька размножается бесполом путем: клетка делится на две поперечной перетяжкой. При этом вегетативное ядро делится перетяжкой на два, а генеративное — митозом. При бесполом размножении многие клеточные органеллы дотраиваются заново, например ротовой аппарат.

Половой процесс у инфузорий называется конъюгацией. Две особи подходят друг к другу и соединяются в области клеточных ртов: между ними формируется цитоплазматический мостик. Ядерный аппарат преобразуется таким образом, что в каждой особи оказывается по два гаплоидных ядра. Одним из этих ядер животные обмениваются. Затем инфузории расходятся, а гаплоидные ядра сливаются. Из образовавшегося диплоидного ядра вновь возникают большое и малое ядра.

Многообразие и значение одноклеточных. Малярийный паразит — возбудитель малярии

К типу Саркомастигофоры помимо описанных выше представителей относятся также фораминиферы и лучевики (радиолярии). *Фораминиферы* — составная часть планктона и бентоса морей и солоноватоводных водоемов. Их тело заключено в раковинку разной формы, строения и химического состава. У некоторых фораминифер раковинки состоят из песчинок, а у других — имеют кальцитовый (карбонат кальция) состав. Фораминиферы с известковыми (кальцитовыми) раковинками доминировали в фауне морей мелового периода мезозойской эры (отсюда и происходит название периода). Раковинки отлагались на дне морей, накапливались, спрессовывались и образовывали залежи мела и известняка. Многие виды ископаемых фораминифер служат руководящими ископаемыми формами при определении относительного возраста осадочных горных пород в геологии.

Лучевики представлены только морским планктоном с внутренним скелетом причудливой формы. Скелеты состоят или из окиси кремния — кремнезема, или из сернокислого стронция — целестина. Ископаемые лучевики используются в качестве руководящих форм в биостратиграфических исследованиях в геологии.

Малярийный паразит относится к типу Споровиков, все представители которого — паразиты. При укусе малярийным комаром в кровь человека попадают малярийные паразиты. Они внедряются в

клетки печени, где растут, превращаясь в форму, напоминающую многоядерную амёбу. Затем паразит многократно делится (бесполое размножение), и в кровь человека выходят мелкие плазмодии, которые внедряются в эритроциты. Питаясь содержимым эритроцита, паразит растёт и снова многократно делится. Выход паразитов из эритроцитов в кровь сопровождается попаданием в организм продуктов обмена веществ паразита. Они ядовиты для человека и вызывают повышение температуры тела, лихорадку, судороги. После нескольких периодов бесполого размножения в эритроцитах образуются клетки, из которых в организме комара могут быть сформированы гаметы. Чтобы продолжился цикл, кровь с этими клетками должен выпить комар. В желудке комара образуются гаметы, они сливаются в зиготу. Зигота делится, и в теле комара накапливаются новые паразиты. Малярия — опасное заболевание и при отсутствии лечения приводит к смерти.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. К органоидам движения Простейших не относятся
 - 1) реснички
 - 2) жгутики
 - 3) псевдоподии
 - 4) пароподии
2. Размножение амёбы начинается с
 - 1) деления ядра митозом
 - 2) деления цитоплазмы
 - 3) деления сократительной вакуоли
 - 4) разрушения вегетативного ядра
3. Запасные питательные вещества в цитоплазме эвглени зелёной представлены
 - 1) глюкозой
 - 2) гликогеном
 - 3) крахмалом
 - 4) парамилом
4. Общим признаком для амёбы и эвглени зелёной является
 - 1) наличие жгутиков
 - 2) наличие светочувствительного глазка
 - 3) способность к инцистированию
 - 4) миксотрофный тип питания

5. Тело инфузории-туфельки покрыто
 - 1) жгутиками
 - 2) ресничками
 - 3) слизью
 - 4) гладкой оболочкой
6. У инфузории-туфельки отсутствует
 - 1) глотка
 - 2) порошица
 - 3) сократительная вакуоль
 - 4) стигма
7. Непереваренные остатки пищи у инфузории-туфельки выводятся через
 - 1) сократительную вакуоль
 - 2) всю поверхность тела
 - 3) ротовое отверстие
 - 4) порошицу
8. При половом размножении инфузории-туфельки
 - 1) сначала делится малое ядро
 - 2) сначала делится большое ядро
 - 3) делится только малое ядро
 - 4) делится только большое ядро
9. Фораминиферы являются представителями
 - 1) инфузорий
 - 2) жгутиковых
 - 3) амёб
 - 4) почвенных бактерий
10. У радиолярий имеются раковины, состоящие из
 - 1) кальция
 - 2) кремнезема
 - 3) солей фосфора
 - 4) раковины отсутствуют
11. Чередование полового и бесполого размножения встречается у
 - 1) эвглены зеленой
 - 2) амёбы обыкновенной
 - 3) дизентерийной амёбы
 - 4) инфузории-туфельки
12. Анаэробное дыхание характерно для
 - 1) эвглены зеленой
 - 2) амёбы обыкновенной
 - 3) малярийного плазмодия
 - 4) инфузории-туфельки
13. В эритроцитах человека паразитирует
 - 1) лейшмания
 - 2) трипаносома
 - 3) дизентерийная амёба
 - 4) малярийный плазмодий

14. Трипаносома относится к
- 1) жгутиконосцам
 - 2) саркодовым
 - 3) споровикам
 - 4) инфузориям
15. Вольвокс нельзя отнести к многоклеточным организмам, так как
- 1) тело вольвокса содержит мало клеток
 - 2) клетки вольвокса не связаны друг с другом
 - 3) изолированная клетка вольвокса может существовать как самостоятельный организм
 - 4) отсутствует дифференциация клеток

Выберите три правильных ответа.

16. У инфузории-туфельки имеются
- | | |
|---------------------------|-----------------------------|
| 1) сократительная вакуоль | 4) пелликула |
| 2) ядро | 5) жгутик на переднем конце |
| 3) стигма | 6) хлоропласты |
17. Споровики не имеют
- | | |
|-----------------------------|----------------|
| 1) пищеварительных вакуолей | 4) ядер |
| 2) сократительных вакуолей | 5) цитоплазмы |
| 3) органоидов движения | 6) плазмалеммы |
18. К заболеваниям, вызываемым представителями Простейших, относятся
- | | |
|---------------|-------------------|
| 1) сыпной тиф | 4) холера |
| 2) лямблиоз | 5) сонная болезнь |
| 3) сифилис | 6) лейшманиоз |
19. Диплоидное ядро имеет
- | | |
|-----------------------|-------------------------|
| 1) эвглена зеленая | 4) дизентерийная амеба |
| 2) амеба обыкновенная | 5) малярийный плазмодий |
| 3) инфузория-туфелька | 6) вольвокс |
20. К жгутиконосцам относятся
- | | |
|-------------------------|---------------|
| 1) малярийный плазмодий | 4) трипаномы |
| 2) фораминиферы | 5) радиолярии |
| 3) лямблии | 6) лейшмании |

21. Установите соответствие между названием простейших и классом, к которому они принадлежат.

Простейшие	Класс
1) радиолярии 2) лямблии 3) фораминиферы 4) трипаносомы 5) лейшмании 6) плазмодии	А) Споровики Б) Саркодовые В) Жгутиконосцы

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	1	4	3	2	4	4	3	3	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	3	4	1	3	1,2,4	1,2,3	2,5,6	2,3,4	3,4,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	В	Б	В	В	А

Многоклеточные

Тип Кишечнополостные, общая характеристика типа

Кишечнополостные — многоклеточные двухслойные животные. Ткани, которые образуют их тело, развиваются из двух зародышевых листков — эктодермы и энтодермы и имеют такие же названия. Организация тела кишечнополостных соответствует гастрule в эмбриональном развитии многоклеточных животных. Между эктодермой и энтодермой расположена мезоглея — слой неклеточного вещества.

Кишечнополостные обладают радиальной, или лучевой, симметрией. Это значит, что через тело животного можно провести несколько плоскостей симметрии, и каждый раз оно будет делиться на две зеркальные половины. Такой тип симметрии характерен для сидячих организмов.

Тело кишечнорастворных образует двуслойный мешок, снаружи выстланный эктодермой, а изнутри — энтодермой. Энтодерма формирует полость кишки, которая сообщается с внешней средой ртом, окруженным венчиком щупалец. Кишечнополостные — хищники. Они ловят добычу — мелких планктонных животных — с помощью щупалец. Пищеварение полостное и внутриклеточное. Непереваренные остатки пищи выводятся через рот.

Дыхание, а также выделение продуктов обмена осуществляется через всю поверхность тела животных.

У кишечнорастворных имеется примитивная нервная система. Она образована нервными клетками, разбросанными в эктодерме. Они соединяются в общую сеть с помощью нервных отростков. Этот тип нервной системы называется рассеянным нервным сплетением. При участии нервной системы у кишечнорастворных вырабатываются простейшие рефлексы: защитный и пищедобывательный. Органы чувств развиты слабо: у полипов присутствует только осязательная чувствительность, а у медуз, кроме того, имеются глаза и органы равновесия.

В жизненном цикле кишечнорастворных, как правило, происходит смена двух жизненных форм: прикрепленных полипов и свободноплавающих медуз (иногда бывают прикрепленные медузы). Полипы бывают одиночными, но чаще всего образуют колонии. Медузы — одиночные организмы.

Размножаются кишечнорастворные бесполым и половым путем. Бесполое размножение происходит у полипов, а половое — у медуз. На теле полипа формируется бугорок — почка, из которой образуется новый полип или медуза, таким образом, медузы возникают на полипах в процессе бесполого размножения (почкования). У медуз закладываются половые железы — гонады, в которых образуются половые клетки — гаметы. Медузы раздельнополы. Половые продукты вымываются в воду, где происходит оплодотворение и развивается личинка, покрытая ресничками. Личинка плавает, затем оседает на субстрат и превращается в новый полип. У большинства видов кишечнорастворных в жизненном цикле происходит закономерное чередование полового и бесполого поколений.

Есть кишечнорастворные, в жизненном цикле которых отсутствует стадия медузы, например гидра и коралловые полипы. В этом случае половым способом размножаются полипы.

Особо характерным признаком кишечнорастворимых является присутствие в эпидермисе специальных стрекательных клеток, служащих для нападения и защиты.

Кишечнорастворимые обитают только в воде. В морях их видовое разнообразие значительно выше, чем в пресных водах.

**Пресноводный полип — гидра: среда обитания,
внешнее и внутреннее строение. Нервная система.
Рефлекс. Регенерация.**

Размножение вегетативное и половое

Пресноводный полип *гидра* относится к классу Гидрозои. Гидра обитает в пресных чистых стоячих водоемах, где прикрепляется к водным растениям или грунту. Это одиночный малоподвижный полип. Тело гидры цилиндрической формы, на переднем конце тела расположен рот, окруженный венчиком из 5–12 щупалец. На заднем конце тела расположена подошва, с ее помощью гидра прикрепляется.

Клеточный состав эпидермиса следующий:

1. Эпителиально-мышечные клетки эпидермиса образуют основную массу клеток этого слоя. Клетки имеют цилиндрическую форму и формируют однослойный покровный эпителий. К мезоглее прилегают сократимые отростки данных клеток.

2. Промежуточные клетки находятся между эпителиально-мышечными. Это мелкие округлые недифференцированные клетки. Они могут превращаться во все остальные типы клеток тела гидры, в том числе и половые.

3. Нервные клетки образуют примитивную нервную систему — рассеянное нервное сплетение. У гидры имеется уплотненное скопление нервных клеток на подошве, вокруг рта и на щупальцах.

4. Стрекательные клетки. Большое количество стрекательных клеток находится на щупальцах, где они образуют стрекательные батареи. Стрекательная клетка имеет стрекательную капсулу, заполненную ядовитым веществом. Внутри капсулы свернута стрекательная нить. На поверхности клетки находится чувствительный волосок, при его раздражении нить выбрасывается и поражает жертву. После выстреливания нити клетки погибают, а на их месте из промежуточных клеток образуются новые.

Клеточный состав энтодермы следующий:

1. Эпителиально-мускульные клетки энтодермы. Эпителиальные части клеток направлены в полость кишки и несут жгутики, которые перемешивают пищу. Эти клетки могут образовывать ложноножки, с помощью которых захватывают частицы пищи. В клетках формируются пищеварительные вакуоли, то есть происходит внутриклеточное пищеварение.

2. Железистые клетки энтодермы выделяют в полость кишки пищеварительные соки, которые расщепляют пищу, то есть обеспечивают полостное пищеварение. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через рот.

Дыхание и выделение продуктов обмена происходит всей поверхностью тела животного.

Наличие нервной системы позволяет гидре вырабатывать простые рефлексы. Рефлекс — ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при участии нервной системы. Гидра реагирует на механическое прикосновение, температуру, наличие в воде химических веществ и на ряд других факторов внешней среды.

Гидра обладает высокой регенерационной способностью. Регенерация — это процесс восстановления организмом поврежденных или утраченных тканей, органов, частей организма. В регенерации гидры основная роль отводится промежуточным клеткам.

При благоприятных условиях гидра размножается бесполым путем. На теле животного образуется почка, она растет, затем формируются щупальца и прорывается рот. Молодая гидра отпочковывается от материнского организма и ведет самостоятельный образ жизни.

Осенью гидра переходит к половому размножению. На теле в энтодерме закладываются гонады — половые железы, а в них развиваются половые клетки. Оплодотворение происходит в теле гидры: через специальное отверстие в гонаде сперматозоид проникает к яйцеклетке и сливается с ней. Вокруг зиготы образуется плотная защитная оболочка. В таком виде яйцо зимует. Весной начинается развитие и из яйца выходит молодая гидра.

Морские кишечнополостные (полипы и медузы) и их значение

К классу Гидрозов относятся, помимо свободноживущих, и колониальные морские кишечнополостные. Колонии полипов состоят

из многих сотен особей и представляют собой кустики, неподвижно прикрепленные к субстрату. Кишечная полость каждого полипа сообщается с общей кишечной полостью, проходящей через все участки колонии, поэтому полипы оказываются объединенными между собой «общей кишкой», по которой распределяется пища. Есть и одиночные полипы.

В жизненном цикле большинства морских гидроидных присутствуют медузы. Медуза напоминает зонтик, по краю которого расположены щупальца; она плавает ртом вниз. Среди медуз есть очень ядовитые, например дальневосточная медуза-крестовичок.

К классу Сцифоидные относятся очень крупные медузы с хорошо развитой мезоглеей. В жизненном цикле этих животных происходит чередование поколений: медуз и полипов. Полипы, как правило, одиночные, мелкие, от них отщипываются маленькие медузы, которые затем растут. Представители — *аурелия*, *корнерот* — широко распространены в Черном и Белом морях.

К классу Коралловые полипы относятся исключительно морские организмы, очень требовательные к солености и химическому составу воды. Медуз у них нет. Среди кораллов есть одиночные, малоподвижные представители, например актинии. Однако большинство кораллов — колониальные и имеют твердый известковый или роговой скелет. Рифообразующие кораллы участвуют в постройке береговых рифов, атоллов и коралловых островов. Отмершие скелеты кораллов используются как строительный материал. Красный, голубой и черный кораллы используют для изготовления украшений.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. В эктодерме гидры больше всего содержится клеток
 - 1) нервных
 - 2) кожно-мускульных
 - 3) стрекательных
 - 4) промежуточных
2. При сокращении волоконцев всех кожно-мускульных клеток эктодермы тело гидры
 - 1) растягивается
 - 2) сжимается
 - 3) наклоняется
 - 4) не меняет форму

3. В энтодерме гидры имеются клетки
- 1) стрекательные
 - 2) нервные
 - 3) половые
 - 4) железистые
4. Гидра размножается половым путем
- 1) в течение всего года
 - 2) только при благоприятных условиях
 - 3) только при неблагоприятных условиях
 - 4) никогда
5. Яйцеклетка гидры
- 1) имеет гладкую оболочку
 - 2) может образовывать ложноножки
 - 3) имеет жгутики
 - 4) имеет ложноножки и жгутики
6. Регенерация у гидры осуществляется за счет следующих клеток эктодермы
- 1) кожно-мускульных
 - 2) стрекательных
 - 3) промежуточных
 - 4) чувствительных
7. Актинии являются представителями типа
- 1) Инфузории
 - 2) Кишечнополостные
 - 3) Губки
 - 4) Споровики
8. Актинии передвигаются при помощи
- 1) подошвы
 - 2) щупалец
 - 3) подошвы и щупалец
 - 4) ведут прикрепленный образ жизни
9. Кишечная полость у кишечнополостных связана с наружной средой
- 1) только через рот
 - 2) через рот и порошицу
 - 3) через рот и анальное отверстие
 - 4) только через анальное отверстие
10. Хищником не является
- 1) гидра пресноводная
 - 2) аурелия
 - 3) цианея арктическая
 - 4) эвглена зеленая

11. Медузоидное поколение преобладает в цикле развития
- 1) морских гидроидных полипов
 - 2) коралловых полипов
 - 3) сцифоидных медуз
 - 4) пресноводных гидроидных полипов
12. Органы равновесия имеются у
- 1) гидры пресноводной
 - 2) ушастой медузы
 - 3) актинии
 - 4) ксении
13. В пресной воде могут обитать представители класса
- 1) Гидроидные
 - 2) Сцифоидные
 - 3) Коралловые полипы
 - 4) всех перечисленных
14. Наиболее простое строение из кишечнополостных имеют
- 1) Коралловые полипы
 - 2) Сцифоидные
 - 3) Гидроидные
 - 4) Сифонофоры
15. Наиболее многочисленным классом кишечнополостных является класс
- 1) Гидроидные
 - 2) Сцифоидные
 - 3) Коралловые полипы
 - 4) Сифонофоры

Выберите три правильных ответа.

16. Характерной особенностью всех кишечнополостных является
- 1) радиальная симметрия тела
 - 2) двусторонняя симметрия тела
 - 3) наличие единственной полости тела — кишечной
 - 4) исключительно водный образ жизни
 - 5) отсутствие полового размножения
 - 6) анаэробное дыхание
17. Для кишечнополостных характерно
- 1) трехслойное строение тела
 - 2) наличие внутреннего скелета
 - 3) появление тканей
 - 4) сочетание полостного и внутриклеточного пищеварения
 - 5) питание путем биофильтрации
 - 6) отсутствие специфических органов выделения

- 18.** К типу Кишечнополостных относятся
- 1) аурелия
 - 2) лейшмания
 - 3) обелия
 - 4) радиолярия
 - 5) лямблия
 - 6) актиния
- 19.** В жизненном цикле отсутствует медузоидная стадия у
- 1) аурелии
 - 2) обелии
 - 3) цианеи
 - 4) гидры пресноводной
 - 5) актинии
 - 6) ксении
- 20.** Значение коралловых полипов состоит в том, что они
- 1) составляют первые звенья в цепях питания
 - 2) принимают участие в образовании рельефа морского дна
 - 3) образуют отложения известняка
 - 4) выполняют в водоемах роль санитаров
 - 5) являются местом обитания множества морских организмов
 - 6) являются ценным источником жемчуга и перламутра
- 21.** Установите соответствие между названием животного и классом, к которому оно относится.

Название животного	Класс
1) обелия	А) Гидроидные
2) аурелия	Б) Сцифоидные медузы
3) цианея	В) Коралловые полипы
4) корнерот	
5) актиния	
6) ксения	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	2	4	3	2	3	2	3	1	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	2	1	3	3	1,3,4	3,4,6	1,3,6	4,5,6	2,3,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	Б	Б	В	В

Плоские, Круглые и Кольчатые черви

Тип Плоские черви. Общая характеристика типа. Внешнее строение, мускулатура, питание, дыхание, выделение, нервная система, размножение, регенерация

Плоские черви — это трехслойные животные. Их ткани и органы формируются из трех зародышевых листков: наружного — эктодермы, внутреннего — энтодермы и среднего — мезодермы.

Плоские черви — двусторонне симметричные организмы. Через тело червя можно провести только одну плоскость симметрии, которая разделит тело на две зеркально отраженные половины — левую и правую.

Форма тела листовидная или лентовидная, оно сплющено в спинно-брюшном направлении. В теле выделяются брюшная, спинная и две боковые стороны. Снаружи черви покрыты однослойным эпителием. Под эпителием располагаются слои мускулатуры: кольцевой, продольный и пучки спинно-брюшных мышц. Эпителий и мышечные слои формируют кожно-мускульный мешок, образующий стенку тела червей. Внутри кожно-мускульного мешка пространство между органами заполнено рыхлой соединительной тканью — паренхимой. Крупные межклетники в паренхиме заполнены жидкостью. Функции паренхимы: опорная — жидкий внутренний скелет; распределительная — через паренхиму происходит транспорт газов и питательных веществ; выделительная — осуществляется перенос продуктов метаболизма от тканей к органам выделения; запасающая — откладываются гликоген и другие запасные вещества.

Пищеварительная система слепо замкнута. Она образована передней и средней кишкой. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через рот. У ленточных червей пищеварительная система отсутствует, а всасывание питательных веществ происходит через поверхность тела.

У свободноживущих представителей газообмен происходит через всю поверхность тела, а у паразитов дыхание анаэробное (гликолиз).

У плоских червей возникает выделительная система. Она выполняет функции выделения продуктов обмена и осморегуляции. В паренхиме находятся особые звездчатые клетки, которыми заканчиваются тонкие разветвленные каналы. В просвет канала от клетки

отходит пучок жгутиков. Затем каналцы сливаются в более крупные и открываются на поверхности тела червя выделительными порами. Такая выделительная система называется протонефридиальной.

Нервная система «лестничного типа». В передней части тела у червей располагаются два нервных узла. Это головной мозг, который координирует функционирование нервной системы. От головного мозга отходят нервные стволы, тянущиеся вдоль тела червя, между собой стволы соединены нервными перемычками. Органы чувств у свободноживущих представителей типа хорошо развиты: зрение, осязание, равновесие, химическое чувство. У паразитов органы чувств редуцированы.

Плоские черви — **гермафродиты**. Гермафродитным называется организм, в теле которого формируются и женские, и мужские половые клетки. Женская половая система состоит из яичников, где образуются яйцеклетки, яйцеводов, по которым они поступают в матку, и желточников, вырабатывающих питательные клетки. Мужская половая система образована семенниками, в которых развиваются сперматозоиды, семяпроводами и семяизвергательным каналом, заканчивающимся совокупительным органом. Оплодотворение внутреннее, перекрестное. Развитие у ряда представителей типа протекает с метаморфозом — имеется личиночная стадия, отличающаяся от взрослого организма, а у других — без метаморфоза — из яйца выходит организм, напоминающий по внешнему виду и плану строения взрослое животное, но только меньших размеров.

Представители типа Плоские черви: их строение, распространение и значение

К типу Плоские черви принадлежат три класса: Ресничные черви, Сосальщики и Ленточные черви.

К классу **Ресничные черви** относятся свободноживущие организмы, которые обитают в воде, однако есть и наземные формы. Тело покрыто ресничным эпителием, который принимает участие в движении червя. Представитель этого класса — *белая планария*. Белая планария — обитатель мелких пресных водоемов. Тело червя листовидное, вытянутое, на переднем конце расположены два щупальца — органы осязания и два глаза. Движение осуществляется за счет сокращений мышц кожно-мускульного мешка и ресничного эпителия.

В эпителии находятся слизистые железы, которые способствуют скольжению планарии.

Рот расположен посередине брюшной стороны тела червя и ведет в мускулистую глотку — переднюю кишку. Глотка может выворачиваться и захватывать добычу — мелких беспозвоночных. От глотки начинается слепозамкнутая средняя кишка. Кишка имеет три ветви — одна направлена вперед к головному концу, а две другие тянутся назад вдоль краев глотки. Ветви кишечника имеют дополнительные карманообразные выпячивания, которые увеличивают поверхность кишечника. Непереваренные остатки пищи выбрасываются через рот.

Дыхание происходит всей поверхностью тела.

Выделительная система протонефридального типа.

Нервная система образована крупным парным головным мозгом, от которого по бокам тела отходят два продольных нервных ствола. Стволы соединяются между собой нервными перемычками. Органы чувств: органы осязания, зрения, химического чувства и орган равновесия.

У планарии хорошо развита способность к регенерации: она восстанавливает утраченные части тела. Регенерационная способность червя лежит в основе бесполого размножения.

Планария — гермафродит. Яйца развиваются внутри слизистого кокона. Кокон животное прикрепляет к подводным предметам. Развитие прямое, из яйца через разрывы кокона выходят маленькие планарии.

В классе **Сосальщики** все представители класса — паразиты, обитающие в телах беспозвоночных и позвоночных животных. Эпителий сосальщиков не несет ресничек. На брюшной стороне тела имеются две присоски — ротовая, на дне которой открывается рот, и брюшная. Присоски служат для прикрепления к организму хозяина.

Печеночный сосальщик — паразитирует в желчных протоках печени крупного и мелкого рогатого скота. В отдельных случаях может паразитировать у человека. Позвоночные животные служат окончательным хозяином печеночного сосальщика.

Сосальщики откладывают огромное количество яиц, которые выводятся из организма хозяина вместе с экскрементами.

Для последующего развития яйца должны оказаться в воде. Там из яйца выходит личинка с ресничками. Личинка плавает и находит

промежуточного хозяина. Им является малый прудовик. Личинка проникает в тело прудовика, сбрасывает реснички и перемещается в печень моллюска. Здесь происходит несколько этапов размножения личинок. В конечном итоге образуются хвостатые личинки. Они выходят из тела прудовика в воду, плавают и прикрепляются к подводным растениям. Хвост отбрасывается, а личинки одеваются плотной оболочкой и превращаются в цисту. В этом состоянии они могут заражать окончательного хозяина, что происходит при поедании скотом травы.

Кроме печеночного сосальщика у человека паразитируют *кошачья двуустка* и *кровяная двуустка*.

Все представители класса **Ленточные черви** — паразиты. Окончательными хозяевами червей являются позвоночные животные, у которых они паразитируют в кишечнике, а промежуточными — позвоночные и беспозвоночные животные. Тело червей образовано головкой, шейкой и члениками, число которых различно у разных видов (есть и нерасчлененные представители). У ленточных червей отсутствует пищеварительная система — всасывание происходит всей поверхностью тела с помощью микроворсинок наружного эпителия.

К этому классу относится *бычий цепень*. Окончательный хозяин бычьего цепня — человек, у которого червь обитает в тонком кишечнике. Тело червя состоит из небольшой головки, несущей четыре присоски; короткой шейки и многочисленных (более 1000) члеников. С помощью присосок паразит фиксируется в стенке кишечника. Шейка — это зона роста, где формируются новые членики. Каждый членик червя имеет собственную гермафродитную половую систему. Членики, содержащие зрелые яйца, отрываются от тела червя и вместе с экскрементами выводятся наружу. Во внешней среде яйца рассеиваются и с помощью выростов оболочки зацепляются за траву. Крупный рогатый скот — промежуточный хозяин цепня — поедает траву и заглатывает яйца. В кишечнике быка из яйца выходит личинка, вооруженная шестью крючьями. Личинка пробуравливает стенку кишки и током крови переносится по организму. Личинки оседают в мышцах и превращаются в следующую стадию развития — финну, которая выглядит как двухслойный пузырек величиной с горошину, внутри которого ввернута головка с шейкой.

При недостаточной термической обработке мяса финны остаются живыми. Человек, съев такое мясо, заражается цепнем. По тому же принципу протекает цикл развития *свиного цепня*.

У кошек, собак в кишечнике паразитирует *огуречный цепень*, промежуточными хозяевами которого являются блохи.

Тип Круглые черви (Нематоды). Общая характеристика типа. Внешнее строение, полость тела, питание, размножение и развитие. Многообразие паразитических червей и борьба с ними

Тело нематод имеет веретеновидную форму, сужающуюся к переднему и заднему концам. В поперечном сечении тело круглое — отсюда происходит название типа.

Тело одето плотной эластичной кутикулой, которую выделяет наружный эпителий. Под эпителием находится слой продольных мышц, который делится на четыре тяжа. Кутикула, эпителий и продольная мускулатура образуют кожно-мускульный мешок.

Между кожно-мускульным мешком и внутренними органами тела расположена обширная полость. Это первичная полость тела: она не имеет собственной эпителиальной выстилки и заполнена жидкостью, которая находится под давлением. Функции первичной полости тела: опорная, распределительная, выделительная.

Сильная кутикулизация покровов нематод привела к полной редукции мерцательного эпителия, даже сперматозоиды у этих животных лишены жгутиков.

На переднем конце тела находится ротовое отверстие, окруженное губами. Рот ведет в мускулистую глотку, с помощью которой нематоды засасывают пищу. Глотка открывается в кишку, которая заканчивается анальным отверстием, то есть у нематод имеется сквозной кишечник.

Дыхание свободноживущих представителей данного типа происходит через всю поверхность тела, у нематод-паразитов дыхание анаэробное.

Выделительная система образована одноклеточной шейной железой, представляющей собой видоизмененный протонефридий. Функцию выделения также выполняют специальные фагоцитарные клетки, которые находятся в полости тела.

Нервная система нематод состоит из окологлоточного нервного кольца и шести отходящих вперед и назад нервных стволов, из которых преимущественно развиты спинной и брюшной. Между собой нервные стволы связаны нервными перемышками. Органы чувств развиты слабо — имеются лишь органы осязания и органы химического чувства.

Нематоды раздельнополы. Половой диморфизм выражен отчетливо, то есть имеются различия между самцом и самкой по внешнему виду. У самцов задний конец тела загнут на брюшную сторону и имеются специальные органы, способствующие оплодотворению. Половые органы имеют трубчатое строение. У самок парные яичники переходят в парные яйцеводы, которые переходят в парные матки, сливающиеся в непарное влагалище, открывающееся женским половым отверстием. У самцов имеется семенник, переходящий в семяпровод, и семяизвергательный канал, заканчивающийся совокупительным органом.

Развитие нематод протекает с метаморфозом (превращением). В жизненном цикле этих животных обязательно присутствуют четыре личиночные стадии и одна взрослая. Переход от стадии к стадии происходит в процессе линьки, когда сбрасывается старая кутикула. Жизненный цикл паразитических нематод очень сложен и часто сопровождается сменой хозяев, миграциями в организме хозяина и сменой сред обитания.

Представители типа Круглые черви: строение, распространение, значение

Человеческая аскарида паразитирует в тонком кишечнике человека, обычно детей. Питается полупереваренной пищей (кишечным химусом). В кишечнике червь находится в постоянном движении против перистальтических волн.

Строение аскариды в целом соответствует описанию, изложенному выше.

Жизненный цикл аскариды. Яйца вместе с экскрементами выводятся во внешнюю среду. Для формирования личинки внутри яйца оно должно 2–3 недели находиться в присутствии кислорода. В человеческий организм яйца попадают при употреблении в пищу плохо промытых овощей, фруктов или с водой. В кишечнике личинки выхо-

дят из яйца, пробуравливают стенку кишки и попадают в кровь. Сначала они заносятся в печень, затем в сердце, а оттуда — в легкие. Некоторое время личинки находятся в легких, а потом через бронхи и трахею выползают в рот, при этом они раздражают слизистую дыхательных путей. Человек кашляет, выделяется мокрота, и вместе с мокротой личинки вторично проглатываются. Снова оказавшись в кишечнике, личинки растут и достигают половой зрелости. Подобное перемещение личинок в организме хозяина называется миграцией.

Аскариды отравляют человека продуктами своего метаболизма, что вызывает серьезные расстройства пищеварения.

Другой представитель этого типа — *острица*, которая паразитирует в толстом кишечнике человека. Чтобы отложить яйца, черви выходят в промежность, вызывая при этом зуд. Человек расчесывает зудящее место, яйца попадают под ногти, а затем, через руки или предметы обихода, могут попасть в рот, в результате чего и происходит заражение. Эти паразиты особенно часто встречаются у детей.

Также представители нематод могут паразитировать у человека в подкожной клетчатке (*филярии*), мышцах (*трихинелла*), глазах, крови и т. д.

Нематоды — паразиты растений — способны поражать все их вегетативные органы. В ротовой полости у них имеется особый стилет, при помощи которого нематоды прокалывают ткани растений. Эти паразиты обладают внекишечным пищеварением, они впрыскивают в пораженные ткани пищеварительные соки, а затем всасывают полупереваренную пищу. Галловые нематоды поселяются на корнях томатов и огурцов, снижая продуктивность растений. Свекловичная нематода паразитирует в корнеплодах сахарной свеклы. Она вызывает изменения в строении корнеплода, нарушает темпы роста и снижает урожайность. Стеблевая нематода картофеля, поселяясь в клубнях, превращает их в труху.

Тип Кольчатые черви. Общая характеристика типа.

Внешнее и внутреннее строение, процессы жизнедеятельности, регенерация, размножение

Тело кольчатых червей сегментировано и состоит из головной лопасти, сегментов туловища и анальной лопасти. На головной лопасти обычно располагаются органы чувств.

Тело червей покрыто тонкой прозрачной кутикулой, которую выделяет однослойный покровный эпителий. В эпителии находятся одноклеточные слизистые железы. Слизь облегчает движение червей, а у почвенных животных служит также для дыхания. Под эпителием располагаются два слоя мускулатуры — кольцевой и продольный. Кутикула, эпителий и слои мускулатуры формируют кожно-мускульный мешок. У морских представителей кольчатых червей (многощетинковые) сегменты туловища по бокам имеют парные двигательные придатки — параподии, в которых располагаются пучки щетинок. У почвенных и пресноводных форм (малощетинковые) параподии редуцированы, а на их месте сохраняются только немногочисленные щетинки.

Кожно-мускульный мешок внутри выстлан однослойным эпителием, он ограничивает полость тела, которая называется вторичной. Функции вторичной полости тела: опорная; распределительная; выделительная; половая.

Пищеварительная система начинается ртом, расположенным на первом сегменте туловища. Далее идет глотка, пищевод, который может расширяться в зоб, желудок, средняя кишка, а потом задняя, открывающаяся анальным отверстием.

Дышат черви всей поверхностью тела.

Выделительная система образована воронками, выстланными изнутри мерцательным эпителием. Воронки продолжают в длинные извитые каналы, открывающиеся наружу порой. Такие органы называются метанефридиями. В каждом сегменте имеется пара выделительных органов.

У кольчатых червей замкнутая кровеносная система. Это означает, что кровь в теле животного циркулирует только по сосудам и не смешивается с полостной жидкостью. Имеются два главных кровеносных сосуда — спинной, по которому кровь течет от заднего конца тела к переднему, и брюшной, по которому кровь течет в обратном направлении. В каждом сегменте спинной и брюшной сосуды соединяются кольцевыми сосудами. Сердца нет. Его функции выполняет или брюшной сосуд, или утолщенные кольцевые сосуды в передней части тела. Самыми тонкими сосудами в кровеносной системе являются капилляры. Они образуют два сплетения: вокруг кишки (всасывание питательных веществ) и под кожей (дыхание).

Нервная система образована парным надглоточным нервным узлом (головным мозгом), окологлоточным нервным кольцом, которое связывает надглоточный узел с подглоточным, и брюшной нервной цепочкой. Брюшная нервная цепочка образована двумя продольными нервными стволами, на которых в каждом сегменте располагаются два сближенных нервных узла. От нервных узлов отходят нервы к органам и тканям животного. Органы чувств хорошо развиты. У многощетинковых червей это органы зрения, осязания, химического чувства.

Многие кольчатые черви могут размножаться бесполом путем.

Половое размножение протекает по-разному. Одни виды — раздельнополы, другие — гермафродиты. Оплодотворение наружное. У многощетинковых червей развитие протекает с метаморфозом — развивается планктонная личинка. У малощетинковых червей развитие происходит без метаморфоза.

Представители типа Кольчатые черви: строение, распространение и значение

К типу Кольчатых червей относятся классы Многощетинковые черви, Малощетинковые черви и Пиявки.

Многощетинковые черви — за редким исключением морские обитатели. Каждый сегмент тела червя снабжен парой двигательных придатков с пучком щетинок. На переднем конце тела располагаются органы чувств: осязательные щупальца, глаза, обонятельные ямки. Сегменты, образующие тело, могут быть одинаковыми по строению и по выполняемым функциям (*нереида*), а могут быть разными (*пескожил*). Многощетинковые черви — раздельнополы, в их жизненном цикле имеется планктонная личинка.

Многощетинковые черви служат пищей для рыб, ракообразных, морских птиц и млекопитающих.

К классу **Малощетинковые черви** относится *дождевой червь*. Дождевой червь живет в богатых перегноем почвах, где роет в земле норки. В передней трети тела находится поясok — утолщение, образованное скоплением слизистых желез. Каждый сегмент тела по бокам с брюшной стороны несет пучки коротких щетинок. Щетинки облегчают движение в норках. Однослойный эпителий выделяет тонкую кутикулу. Между клетками эпителия находятся железы, образующие слизь, поэтому поверхность тела червя всегда влажная. Кольцевые и

продольные мышцы кожно-мускульного мешка червя обеспечивают движение животного и рытье норок.

Дождевой червь питается перегнившими растительными остатками, заглатывая их вместе с землей. С помощью мускулистой глотки червь засасывает пищу в пищевод, который расширяется и образует зоб. В зобу пища накапливается, набухает и подвергается воздействию ферментов, которые расщепляют углеводы. Затем пища поступает в мускулистый желудок, где перетирается. Из желудка пища выталкивается в кишечник.

Строение кровеносной системы типично. Роль сердец у червя выполняют пять первых пар кольцевых сосудов вокруг глотки: они перекачивают кровь из спинного сосуда в брюшной. Под кожным эпителием у дождевого червя развита густая сеть капилляров. Кровь красного цвета; она просвечивает через покровы, что придает червю темно-розовый или красный цвет.

Газообмен происходит в подкожных капиллярах: газы растворяются в воде слизи, а затем диффундируют в кровь.

Строение выделительной и нервной систем типично.

Дождевые черви обладают высокой способностью к регенерации — они могут восстанавливать недостающие части тела. Регенерационная способность лежит в основе бесполого размножения, свойственного многим малощетинковым червям.

Дождевые черви — гермафродиты. Половые железы располагаются только в нескольких половых сегментах в передней части тела. Оплодотворение перекрестное, наружное. Партнеры обмениваются спермой, которая затекает в семяприемник. Особые железы выделяют муфточку слизи, которая сдвигается к головному сегменту. В нее попадают сперма партнера и яйцеклетки самой особи, и происходит оплодотворение. Развитие без метаморфоза.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Плоские черви имеют
 - 1) первичную полость тела
 - 2) вторичную полость тела
 - 3) кишечную полость тела
 - 4) не имеют полости тела

2. Переваривание пищи у планарии происходит в
- 1) желудке
 - 2) двенадцатиперстной кишке
 - 3) желудке и тонком кишечнике
 - 4) разветвлениях кишечника
3. Продукты обмена веществ у планарии выделяются через
- 1) всю поверхность тела
 - 2) порошицу
 - 3) ротовое отверстие
 - 4) систему специальных выделительных каналов
4. Нервная система планарии представляет собой
- 1) клетки, разбросанные по всему телу
 - 2) два нервных ствола, соединенные перемычками
 - 3) брюшную нервную цепочку
 - 4) нервную трубку
5. У печеночного сосальщика процесс полового размножения происходит
- 1) в печени крупного рогатого скота
 - 2) в печени моллюска
 - 3) в кишечнике крупного рогатого скота
 - 4) половой процесс отсутствует
6. В цикле развития печеночного сосальщика промежуточным хозяином является
- | | |
|-------------------------|-------------------|
| 1) крупный рогатый скот | 3) малый прудовик |
| 2) человек | 4) мидия |
7. Кишечник отсутствует у
- 1) молочно-белой планарии
 - 2) бычьего цепня
 - 3) дождевого червя
 - 4) печеночной двуустки
8. Аскарида прикрепляется к стенке кишечника с помощью
- 1) ротовой присоски
 - 2) брюшной присоски
 - 3) крючьев на головке
 - 4) специальные органы прикрепления отсутствуют

9. Примерное количество яиц, которое самка аскариды откладывает в сутки, составляет
- 1) 200
 - 2) 2000
 - 3) 20 000
 - 4) 200 000
10. Эхинококк — это
- 1) ленточный червь
 - 2) круглый червь
 - 3) ресничный червь
 - 4) личинка кораллового полипа
11. Аэробное дыхание паразитических круглых червей осуществляется
- 1) через всю поверхность тела
 - 2) через дыхательные отверстия в коже
 - 3) через легочные мешки
 - 4) дыхание отсутствует
12. Продукты распада выводятся из организма дождевого червя через
- 1) всю поверхность тела
 - 2) два выделительных канала с порами на переднем конце тела
 - 3) трубочки с воронками в каждом членике тела
 - 4) почки
13. Впервые зачаточная форма парных конечностей появляется у
- 1) Кишечнополостных
 - 2) Круглых червей
 - 3) Многощетинковых червей
 - 4) Малощетинковых червей
14. Среди беспозвоночных животных выделительная система метанефридального типа у
- 1) Кишечнополостных
 - 2) паразитических Плоских червей
 - 3) Круглых червей
 - 4) Кольчатых червей
15. Тело не сегментировано у
- 1) нереиды
 - 2) ришты
 - 3) бычьего цепня
 - 4) эхинококка

Выберите три правильных ответа.

16. Плоские черви имеют
- 1) билатеральную симметрию тела
 - 2) кожно-мускульный мешок
 - 3) первичную полость тела
 - 4) замкнутую кровеносную систему
 - 5) специальную выделительную систему
 - 6) брюшную нервную цепочку
17. К классу Ленточные черви не относится
- 1) кошачья двуустка
 - 2) эхинококк
 - 3) белая планария
 - 4) свиной цепень
 - 5) печеночный сосальщик
 - 6) широкий лентец
18. В каждом членике тела дождевого червя повторяются
- 1) кольцевые кровеносные сосуды
 - 2) выделительные трубочки
 - 3) яичники
 - 4) семенники
 - 5) органы равновесия
 - 6) нервные узлы
19. К Многощетинковым червям относится
- 1) дождевой червь
 - 2) пескожил
 - 3) трубочник
 - 4) nereis
 - 5) nereida
 - 6) глоссифония
20. Гермафродитом является
- 1) молочно-белая планария
 - 2) свиной цепень
 - 3) дождевой червь
 - 4) nereida
 - 5) острица
 - 6) трихинелла
21. Установите соответствие между названием животного и типом, к которому оно относится.

Название	Тип
1) ришта	А) Плоские черви
2) nereida	Б) Круглые черви
3) глоссифония	В) Кольчатые черви
4) трихинелла	
5) кровяная двуустка	
6) молочно-белая планария	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	4	4	2	1	3	2	4	4	1
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	3	3	4	2	1,2,5	1,3,5	1,2,6	2,4,5	1,2,3

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	В	В	Б	А	А

Тип Моллюски

Общая характеристика типа. Среда обитания и внешнее строение. Особенности процессов жизнедеятельности

Моллюски, или мягкотелые, — преимущественно водные животные. Однако существуют виды, которые ведут наземный образ жизни.

Тело моллюсков не сегментировано и подразделяется, как правило, на голову, ногу и туловище. Голова обособлена от туловища и несет органы чувств — щупальца и глаза. С брюшной стороны на голове открывается рот. Нога — мускулистый вырост брюшной стенки тела — у представителей разных классов имеет разную форму и служит для передвижения. Туловище разрастается на спинную сторону тела, и в нем располагается большая часть внутренних органов.

Моллюски — двустороннесимметричные животные, но в некоторых группах развивается асимметрия (класс Брюхоногие).

Тело моллюсков обычно заключено в раковину. Раковина может состоять из двух створок или иметь форму в виде колпачка, завитка, спирали и т. д. Раковина образована двумя слоями — наружным (органическим) и внутренним (известковым). Известковый слой подразделяется на два: за органическим залегает фарфоровидный слой, образованный призматическими кристаллами карбоната кальция, а под ним — перламутровый, кристаллы которого имеют форму тонких пластинок, на которых происходит интерференция света.

Раковина представляет собой наружный твердый скелет. Возникновение этого типа скелета приводит к существенным перестройкам внутренней организации животных. Во-первых, распадается кожно-

мускульный мешок. Мускулатура моллюсков представлена отдельными мышцами, которые крепятся к раковине. Во-вторых, распадается вторичная полость тела, так как она утрачивает свою опорную функцию. От вторичной полости тела остается только околосоудная сумка и полость гонад. Промежутки между органами в теле моллюсков заполнены рыхлой соединительной тканью.

У моллюсков имеется **мантия** — кожная складка, окружающая основание туловища. Между мантией и стенкой тела образуется полость, называемая мантийной. В мантийной полости располагается мантийный комплекс органов: органы дыхания, почки, сердце, некоторые органы чувств и т. д. Мантия выделяет раковину.

Пищеварительная система состоит из передней, средней и задней кишок. Передняя кишка в зависимости от способа питания животного дифференцируется на глотку, пищевод, расширяющийся в зоб. У многих моллюсков в глотке расположена терка. Терка состоит из рядов кутикулярных зубчиков, которые служат для соскабливания и измельчения пищи. У моллюсков имеется особая пищеварительная железа — печень, протоки которой открываются в желудок. Печень выделяет пищеварительные ферменты в кишечник, в ней идет переваривание пищи и запасаются питательные вещества. Кишечник открывается анальным отверстием в мантийную полость.

Первичноводные моллюски дышат жабрами, расположенными в мантийной полости. Наземные и вторичноводные моллюски (то есть те, которые перешли от обитания на суше к обитанию в воде) дышат легкими. Легкое — это карман мантии, стенка которого густо оплетена кровеносными сосудами.

Органы выделения моллюсков: 1–2 крупные почки, протоки которых открываются в мантийную полость.

У моллюсков незамкнутая кровеносная система. Это значит, что кровь из сосудов изливается в полости между органами и смешивается с полостными жидкостями. Сердце состоит из 1–2 предсердий и мускулистого желудочка.

Нервная система моллюсков носит название разбросанно-узловой. Нервные узлы, образующие нервную систему, располагаются в самих органах или около тех органов, которые они иннервируют. Между собой нервные узлы соединены нервными стволами. Органы чувств хо-

рошо развиты: имеются довольно сложно устроенные глаза, органы осязания, химического чувства, равновесия.

Размножаются моллюски только половым путем. Есть как раздельнополые виды, так и гермафродиты. Развитие может протекать с метаморфозом — развивается планктонная личинка; или без метаморфоза — из яйца вылупляется маленький моллюск.

Представители типа Моллюски: строение, распространение, значение

В составе типа три класса: Брюхоногие, Двустворчатые и Головоногие.

В **классе Брюхоногие**, или Улитки, тело моллюсков подразделяется на голову, ногу и туловище. Туловище заключено в раковину, имеющую вид колпачка или спирали. В глотке имеется терка. Представителем этого класса является *большой прудовик*.

Большой прудовик обитает в тихих стоячих пресных водоемах. Питается водной растительностью. Раковина прудовика закручена спирально в 4–5 оборотов и имеет устье — отверстие, через которое из раковины выдвигаются нога и голова прудовика. Туловище находится в раковине и повторяет ее обороты. Изнутри к раковине прикреплены мускулы, которые втягивают и выдвигают ногу и голову.

На голове находятся два щупальца, служащие органами осязания. У основания щупалец расположены глаза. На брюшной стороне головы открывается рот.

Нога большая, мускулистая, имеет широкую плоскую ползательную подошву. Питается прудовик водными растениями, ткани которых соскабливает при помощи терки, находящейся в глотке.

Дыхание у прудовика легочное, атмосферным кислородом. Окисленная кровь из легкого поступает в сердце, а затем разносится по всему телу.

Сердце состоит из предсердия и мускулистого желудочка.

Органы выделения представлены одной почкой, которая расположена около легкого.

Нервная система прудовика состоит из скопления нервных узлов вокруг глотки. От них отходят нервы к органам и тканям тела.

Прудовик имеет только одну половую железу, которая называется гермафродитной, в ней одновременно формируются яйцеклетки и сперматозоиды. Оплодотворение внутреннее, перекрестное. Яйца

прудовик откладывает в прозрачные слизистые шнуры, которые крепит к подводным растениям. Развитие без метаморфоза.

Разнообразие брюхоногих моллюсков велико. Их раковины имеют разную окраску и форму, иногда весьма причудливую. Есть виды без раковины — это морские голожаберные моллюски и наземные *слизни*. Слизни питаются растениями и наносят ущерб сельскому хозяйству. На суше обитают моллюски, которые имеют раковину: *виноградная улитка, фруктовая улитка, янтарка*. Они также питаются растениями.

Брюхоногие моллюски имеют важное медицинское и ветеринарное значение, поскольку служат первыми промежуточными хозяевами личинок сосальщиков, паразитирующих у человека и животных.

В **классе Двустворчатые** тело моллюсков заключено в раковину, образованную двумя створками. Головы нет. Тип питания — фильтрация. Представителем этого класса является *беззубка*.

Беззубка обитает на дне пресных стоячих водоемов, зарываясь до середины тела в грунт. Раковина состоит из двух створок, которые на спинной стороне соединяются с помощью эластичного тяжа. С брюшной стороны створки раковины беззубки могут раскрываться.

Захлопывание и раскрытие створок происходит с помощью мускулов-замыкателей, которые проходят через тело животного и прикрепляются к створкам раковины.

Тело беззубки состоит из ноги и туловища. Голова редуцирована. Вместе с головой исчезают органы чувств, глотка, терка. Нога имеет клиновидную форму и служит для рытья грунта.

Туловище находится на спинной стороне тела животного. От туловища по обеим сторонам тела животного свешиваются мантийные складки, у заднего конца тела мантийные складки образуют два сифона: верхний — выводной и нижний — вводной. Через сифоны осуществляется смена воды в мантийной полости. Складки мантии прикрывают две крупные решетчатые жабры.

Над ногой находится рот, окруженный двумя парами ротовых лопастей. Эпителий жабр, мантии и ротовых лопастей снабжен ресничками, которые гонят воду в мантийную полость.

Через вводной сифон вода попадает в мантийную полость и проходит через жабры, где происходит газообмен. Пищевые частицы, попавшие с водой (мелкие беспозвоночные, одноклеточные водоросли и др.), оседают на слизи, которую выделяет жаберный эпителий.

В результате биения ресничек слизь с пищей движется вперед и попадает в рот. Подобный способ питания называется фильтрацией.

На спинной стороне тела находится сердце, которое состоит из двух предсердий и желудочка. Окисленная кровь поступает в предсердия, а из них — в желудочек.

Выделительная система образована двумя крупными почками.

Нервная система состоит из трех пар нервных узлов. Имеются органы осязания и равновесия.

Беззубки — раздельнополые животные. Половые железы находятся в ноге. Гаметы выметываются в мантийную полость. Через выводной сифон сперматозоиды выходят в воду и проникают в мантийную полость самки. Яйцеклетки оседают в жабрах, где после оплодотворения развиваются личинки — глохидии. Когда личинки полностью сформировались, они выводятся через выводной сифон в воду. Для дальнейшего развития личинка должна прикрепиться к коже рыбы. С помощью шипов личинка внедряется под кожу рыбы и начинает питаться соками хозяина, то есть ведет паразитический образ жизни. Через некоторое время личинка превращается в маленькую беззубку, выходит из опухоли на теле рыбы и приступает к самостоятельной жизни. Рыба служит не только хозяином для личинок моллюска, но и помогает ему расселяться по водоему.

Все двустворчатые моллюски — биофильтраторы. На этом и основано их основное значение для водных экосистем — это естественные биофильтры, очищающие воду от посторонних частиц и взвесей.

Мидии, устрицы, гребешки — объекты промысла, разводятся искусственно.

Двустворчатые моллюски — обязательный компонент в пищевом рационе многих рыб, морских птиц и млекопитающих.

Подводным деревянным сооружениям (сваям, днищам кораблей и т. д.) наносит вред моллюск *корабельный червь*, который проделывает ходы в древесине, делая ее трухлявой.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Тип Моллюски насчитывает

- 1) менее 100 видов
- 2) примерно 1000 видов

- 3) приблизительно 10 000 видов
- 4) более 100 000 видов
- 2. У моллюсков функцию выделения выполняют
 - 1) мальпигиевы сосуды
 - 2) зеленые железы
 - 3) почки
 - 4) жировое тело
- 3. Органы дыхания у моллюсков представлены
 - 1) трахеями и легкими
 - 2) жабрами и кожей
 - 3) трахеями и жабрами
 - 4) жабрами и легкими
- 4. Раковина прудовика большого изнутри покрыта слоем
 - 1) извести
 - 2) рогоподобного вещества
 - 3) хитина
 - 4) кремния
- 5. Прудовики, живущие в пресных водоемах
 - 1) фильтруют воду и очищают ее от одноклеточных водорослей
 - 2) очищают водоемы от зарастания водными растениями
 - 3) являются хищниками, поедая мелких беспозвоночных животных
 - 4) паразитируют на рыбах
- 6. Обогащение крови кислородом у прудовика большого происходит за счет диффузии кислорода через стенки
 - 1) жаберных капилляров
 - 2) легочных капилляров
 - 3) мантийной полости
 - 4) кислород поступает через всю поверхность тела
- 7. В кровеносной системе прудовика имеются
 - 1) двухкамерное сердце и один круг кровообращения
 - 2) двухкамерное сердце и незамкнутая кровеносная система
 - 3) незамкнутая кровеносная система, а функцию сердца выполняют два сосуда в передней части тела
 - 4) кровеносная система отсутствует

8. При размножении прудовика большого происходят следующие процессы
- 1) самец выбрасывает гаметы в воду, и через вводной сифон они попадают в мантийную полость самки
 - 2) самка и самец выводят гаметы в воду, где и происходит оплодотворение
 - 3) у прудовиков происходит процесс самооплодотворения
 - 4) гаметы гермафродитных особей прудовика попадают в мантийную полость, где происходит перекрестное оплодотворение
9. Малый прудовик является промежуточным хозяином
- 1) эхинококка
 - 3) острицы
 - 2) печеночного сосальщика
 - 4) власоглава
10. К брюхоногим относятся
- 1) мидии
 - 3) устрицы
 - 2) слизи
 - 4) морские гребешки
11. Дыхание беззубки обеспечивается за счет поступления кислорода через
- 1) жабры
 - 3) всю поверхность тела
 - 2) трахеи
 - 4) легкие
12. К двустворчатым моллюскам не относится
- 1) перловица
 - 3) корабельный червь
 - 2) жемчужница
 - 4) каракатица
13. К сухопутным раковинным моллюскам относится
- 1) янтарка
 - 3) беззубка
 - 2) слизень
 - 4) гребешок
14. Головоногие моллюски, обитающие в соленых водоемах
- 1) служат промежуточными хозяевами для ленточных червей
 - 2) являются объектом промысла для получения перламутра
 - 3) являются объектами промысла для получения мяса
 - 4) занимаются биофильтрацией
15. Личинка моллюсков, развивающихся с метаморфозом, называется
- 1) трохофора
 - 3) глохий
 - 2) планула
 - 4) онкосфера

Выберите три правильных ответа.

16. Моллюски имеют

- 1) радиальную симметрию тела
- 2) первичную полость тела
- 3) кожно-мускульный мешок
- 4) незамкнутую кровеносную систему
- 5) в качестве органов выделения — почки
- 6) разбросанно-узловую нервную систему

17. С помощью легких дышит

- | | |
|-----------------------|---------------|
| 1) большой прудовик | 4) устрица |
| 2) беззубка | 5) жемчужница |
| 3) виноградная улитка | 6) янтарка |

18. К классу Двустворчатых моллюсков относится

- | | |
|-----------------------|--------------|
| 1) каракатица | 4) перловица |
| 2) виноградная улитка | 5) мидия |
| 3) осьминог | 6) устрица |

19. Непрямое развитие имеет:

- | | |
|-----------------------|-------------|
| 1) большой прудовик | 4) мидия |
| 2) беззубка | 5) устрица |
| 3) виноградная улитка | 6) осьминог |

20. Развитие без метаморфоза происходит у

- | | |
|-----------------------|----------------------|
| 1) кальмара | 4) осьминога |
| 2) малого прудовика | 5) морского гребешка |
| 3) корабельного червя | 6) тридакны |

21. Установите соответствие между названием моллюска и классом, к которому он относится.

Название	Класс
1) кальмары	А) Брюхоногие
2) морские гребешки	Б) Головоногие
3) слизни	В) Двустворчатые
4) трубачи	
5) катушки	
6) осьминоги	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	3	4	1	2	2	2	4	2	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	4	1	3	3	4,5,6	1,3,6	4,5,6	2,4,5	1,2,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	В	А	А	А	Б

Тип Членистоногие

Общая характеристика типа

Тело членистоногих подразделяется на головную лопасть, сегменты туловища и анальную лопасть. Сходные сегменты образуют отделы тела: голову, грудь, брюшко. Сегменты внутри отделов могут сливаться между собой.

Сегменты тела снабжены парными конечностями. Конечности состоят из члеников и представляют многоколенный рычаг. Это позволяет членистоногим совершать сложные движения. Конечности выполняют разнообразные функции: двигательную, пищедобывательную, дыхательную, чувствительную, половую.

Тело членистоногих одето хитиновым панцирем — наружным скелетом.

Наличие наружного скелета у членистоногих привело к распаду кожно-мышечного мешка и вторичной полости тела. Скелетная мускулатура образована пучками поперечнополосатых мышц, крепящихся к частям скелета. От вторичной полости тела сохраняется только окологерцевая сумка.

Полость тела членистоногих смешанная, она образуется в результате разрушения вторичной полости, которая сливается с остатками первичной полости. Полость тела заполнена гемолимфой. Гемолимфа выполняет функции крови и полостной жидкости, а также циркулирует в кровеносной системе.

Наличие твердых покровов препятствует непрерывному росту животных. Поэтому рост и развитие членистоногих сопровождается периодическими линьками. Старая кутикула сбрасывается, и, пока новая еще не затвердевает, животное растет. Кутикулизация покровов препятствует развитию ресничного эпителия.

Пищеварительная система начинается ртом, который окружен видоизмененными конечностями, образующими ротовой аппарат. Имеются глотка, пищевод, иногда расширяющийся в зоб, желудок, кишечник, заканчивающийся анальным отверстием. В глотку открываются протоки слюнных желез, а протоки печени впадают в среднюю кишку. Функции печени: секреторная, внутриклеточного пищеварения, всасывающая и запасающая. Органы выделения наземных членистоногих — мальпигиевы сосуды — слепозамкнутые на одном конце трубочки, открывающиеся в кишечник. В мальпигиевы сосуды поступают продукты обмена из полостной жидкости и выводятся через кишечник. У насекомых функцию выделения также выполняет жировое тело. Органы выделения ракообразных представлены парой крупных зеленых желез, расположенных в голове.

Дыхание ракообразных осуществляется с помощью жабр — видоизмененных конечностей. Паукообразные дышат легкими — видоизмененными конечностями, погруженными внутрь брюшка. Кроме легких у некоторых паукообразных имеются трахеи — трубочки, стенки которых выстланы тонкой кутикулой. У насекомых дыхание только трахейное.

Нервная система образована головным мозгом, окологлоточным нервным кольцом и брюшной нервной цепочкой.

Органы чувств у членистоногих развиты хорошо, особенно у наземных представителей типа. Органы зрения — глаза, они могут быть простыми и сложными. Сложный глаз состоит из множества отдельных простых глазков, или фасеток. Имеются органы осязания, химического чувства и равновесия. У насекомых появляются органы слуха.

Кровеносная система незамкнутая. Сердце располагается на спинной стороне тела в околосердечной сумке и имеет парные отверстия, число и расположение которых различно у разных представителей типа. Через отверстия в сердце попадает окисленная гемолимфа. От сердца отходят кровеносные сосуды, по которым гемолимфа выталкивается в полость тела.

Членистоногие раздельнополы. Случаи гермафродитизма крайне редки. У большинства видов выражен половой диморфизм. Половые железы парные, образуют собственные протоки. Развитие протекает как с метаморфозом, так и без метаморфоза.

К типу членистоногих относятся три класса: класс Ракообразные, класс Паукообразные и класс Насекомые.

Класс Ракообразные. Речной рак: среда обитания, внешнее и внутреннее строение, особенности процессов жизнедеятельности

Речной рак является представителем **класса Ракообразные**, отряда Десятиногие. Обитает в пресных чистых водоемах. Ведет скрытый образ жизни, всеяден.

Тело рака включает головную лопасть, 18 сегментов туловища и анальную лопасть. Туловищные сегменты объединены в три отдела: голову, грудь и брюшко. Голова и грудь сливаются и образуют головогрудь. Со спины и боков головогрудь прикрыта плотным головогрудным щитом. Спереди щит образует выступ, по бокам которого находятся два сложных стебельчатых глаза. Сегменты брюшка соединены подвижно.

На головной лопасти расположена первая пара коротких усиков, а на первом сегменте головы — вторая пара длинных усиков. Усики подвижны, на них располагаются рецепторы осязания и обоняния. Около рта у рака расположены три пары видоизмененных конечностей, которые образуют ротовой аппарат. Второй сегмент головы несет пару верхних челюстей, третий и четвертый — по паре нижних челюстей.

Первые три сегмента груди снабжены ногочелюстями. Следующие пять сегментов груди несут по паре ходильных ног. Первая пара ходильных ног имеет мощные клешни, которые служат для захвата пищи, нападения и защиты.

Первые два сегмента брюшка имеют видоизмененные половые ножки. На следующих четырех сегментах расположены двуветвистые плавательные ножки. Последний сегмент тела несет анальные ножки, которые вместе с анальной лопастью формируют хвостовой плавник.

Пищеварительная система начинается ртом, он переходит в пищевод, который впадает в желудок. Желудок состоит из двух отделов —

жевательного и цедильного. Из желудка пища попадает в короткую среднюю кишку, а оттуда — в печень. В печени происходит переваривание и всасывание питательных веществ. Непереваренные остатки пищи выводятся в заднюю кишку, а затем через анальное отверстие наружу.

Органы выделения — зеленые железы, они расположены у основания второй пары усиков.

Дыхание жаберное. Жабры являются выростами восьми пар грудных конечностей. Гемолимфа циркулирует в жабрах, через тонкие покровы которых происходит газообмен. Окисленная гемолимфа через отверстия затекает в сердце. Оно расположено на спинной стороне головогруды, над жабрами.

Нервная система рака образована хорошо развитым головным мозгом (надглоточный узел), окологлоточным нервным кольцом и брюшной нервной цепочкой. От головного мозга нервы отходят к глазам и усикам, от подглоточного узла — к ротовым органам, а от узлов брюшной нервной цепочки — к конечностям и внутренним органам.

Органы чувств развиты хорошо: усики — это органы осязания и химического чувства, на голове находятся органы равновесия. Глаза сложные, находятся на стебельках.

Раки раздельнополы, выражен половой диморфизм. Половые железы парные, располагаются в головогруды и открываются половыми отверстиями на брюшной стороне последних головогрудных сегментов. Ранней весной самки выметывают икру, которую придерживают брюшными ножками, при этом брюшко сильно загибается под головогрудь. Развитие без метаморфоза — из икринок вылупляются маленькие рачата, которые некоторое время остаются на брюшке у матери.

Рост и развитие раков сопровождается периодическими линьками. Молодые раки линяют несколько раз в год. Взрослые раки — один раз в год.

В планктоне пресных и соленых водоемов обитают мелкие рачки, которые принадлежат к веслоногим и ветвистоусым ракам. Они питаются одноклеточными водорослями, а сами служат пищей малькам рыб и рыбам-планктонофагам (сельдь, мойва, килька и др.). Крабы, креветки, морские тараканы входят в рацион питания рыб бентофагов, морских птиц и млекопитающих. Промысловое значение имеют речные раки, креветки, крабы, лангусты, омары.

Класс Паукообразные. Паук-крестовик: среда обитания, внешнее и внутреннее строение. Ловчая сеть, ее устройство и значение. Роль клещей в природе и их практическое значение.

Меры защиты человека от клещей

Представители **класса Паукообразные** — преимущественно обитатели суши, наибольшее разнообразие их наблюдается в засушливых регионах. Тело паукообразных состоит из головогруди и брюшка. Головогрудь несет шесть пар одноветвистых конечностей, усики отсутствуют. На брюшке конечностей нет.

Представителем этого класса является *паук-крестовик*.

На головогруди у него расположены четыре пары простых глазков, ротовые органы и ходильные ноги. Первая пара ротовых органов — ногочелюсти. Ногочелюсти заканчиваются острыми когтевидными члениками, на вершине которых открываются протоки ядовитых желез, расположенных в голове. Эти конечности служат пауку для нападения, умерщвления добычи и защиты. Вторая пара ротовых органов — ногощупальца, они немного короче ходильных ног и выполняют осязательную функцию. Ходильных ног четыре пары. Каждая нога имеет три коготка. Особые гребенчатые коготки служат для плетения паутинных нитей. С помощью других коготков паук передвигается по ловчей сети.

Брюшко крупное, все членики брюшка слиты вместе. На брюшке располагается пара легочных мешков, которые являются видоизмененными конечностями. На конце брюшка имеются три пары паутинных бородавок, которые выделяют паутину.

Паутина может быть нескольких типов: сухая, влажная, гофрированная. Из паутинных нитей самка паука строит ловчую сеть, растягивая ее между различными предметами. Из толстых сухих нитей обрывается многоугольная рама и лучи, которые расходятся из центра. На эту основу паук закрепляет тонкую клейкую нить, располагая ее по спирали. От центра ловчей сети к убежищу паука тянется сигнальная нить. По колебанию сигнальной нити паук определяет, что жертва попала в сеть. Паук подбегает к насекомому и оплетает его паутиной, затем он прокалывает покровы жертвы ногочелюстями и впрыскивает в тело яд. Яд обездвиживает добычу, а содержащиеся в нем ферменты ее переваривают. Затем паук вновь подходит к насекомому и всасыва-

ет полупереваренную пищу. Этот тип питания называется внекишечным пищеварением.

Пауки также используют паутину для строительства убежищ, коконов и т. д. С помощью паутинной нити молодые паучки летают и расселяются.

Пищеварительная система начинается ртом, ведущим в мускулистую глотку. С помощью глотки всасывается полупереваренная пища, и поэтому ее называют сосательным желудком. Глотка переходит в кишку, образующую боковые выпячивания, отростки которых заходят в основания конечностей. В кишку впадают протоки печени, находящейся в брюшке. Заканчивается пищеварительный тракт анальным отверстием.

Органы выделения — пара мальпигиевых сосудов.

Дышат пауки с помощью легких и трахей. Гемолимфа, обогащенная кислородом, от легких поступает в сердце. Пара трахей открывается собственным дыхательным отверстием.

Кровеносная система незамкнутая. Трубочатое сердце располагается на спинной стороне брюшка.

Нервная система состоит из головного мозга, окологлоточного нервного кольца и головогрудного нервного сплетения, которое формируется в процессе слияния в единую нервную массу узлов брюшной нервной цепочки. У пауков очень хорошо развиты осязание и обоняние, кроме того, они могут воспринимать колебания воздуха.

Пауки раздельнополы. Выражен половой диморфизм — самки крупнее самцов. Половые железы располагаются в брюшке. Оплодотворение внутреннее. Самка откладывает яйца в кокон, сплетенный из паутины. Яйца зимуют в коконе, весной из яиц вылупляются молодые паучки.

К классу Паукообразные относятся также клещи.

Клещи — мелкие Паукообразные, тело которых лишено сегментации и не разделено на отделы. Клещи приспособились к обитанию в разных средах: одни живут в почве, лесной подстилке и питаются переносимым, другие — хищники. Есть паразитические клещи — они паразитируют на телах растений и животных. Они переносят возбудителей опасных заболеваний.

Паутинный клещик поселяется на листьях хлопчатника и других сельскохозяйственных растений. Питаясь соками растений, клещ за-

медляет рост и развитие растения, что в конце концов приводит к его гибели.

Мучной клещ уничтожает запасы зерновых, выедавая в зернах зародыши растений.

Под кожей человека обитает *чесоточный зудень* — клещ, вызывающий заболевание — чесотку. В коже клещи прогрызают ходы, куда откладывают яйца. Вылупившиеся из яиц молодые клещи выползают на поверхность кожи и проделывают новые ходы. Заболевание передается контактным способом.

Таежный клещ питается кровью животных и человека. Этот клещ переносит вирусы энцефалита. В природе вирусы энцефалита циркулируют в крови диких животных — оленей, лосей, зайцев, белок и т. д. Клещ, питаясь кровью зараженных животных, получает вирусные частицы и передает их человеку. Энцефалит — тяжелое заболевание нервной системы, которое может привести к смерти.

Другие виды клещей переносят возбудителей клещевого сыпного и возвратного тифа, туляремии, пироплазмоза и других опасных заболеваний. Клещи, питающиеся растительными соками, распространяют вирусные заболевания растений.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Смешанная полость тела свойственна
 - 1) кишечнополостным
 - 2) членистоногим
 - 3) круглым червям
 - 4) кольчатым червям
2. Хитиновый покров членистоногих выполняет функции
 - 1) защиты
 - 2) терморегуляции
 - 3) газообмена
 - 4) все перечисленные
3. Усики рака — это органы
 - 1) вкуса
 - 2) осязания
 - 3) обоняния
 - 4) осязания и обоняния
4. Мандибулы рака — это
 - 1) туалетные ножки
 - 2) органы осязания
 - 3) верхние челюсти
 - 4) нижние челюсти

5. Сердце рака имеет
- 1) два отдела: предсердие и желудочек
 - 2) три отдела: два предсердия и один желудочек
 - 3) один отдел
 - 4) сердце отсутствует
6. Сердце рака содержит
- 1) только венозную гемолимфу
 - 2) только артериальную гемолимфу
 - 3) смешанную гемолимфу
 - 4) в левой половине артериальную, в правой — венозную гемолимфу
7. Канал выделительной системы рака открывается на
- 1) хвостовом плавнике
 - 3) голове
 - 2) брюшке
 - 4) груди
8. Почки являются органами выделения у
- 1) нереиса
 - 3) речного рака
 - 2) большого прудовика
 - 4) кошачьей двуустки
9. Самка рака выметывает икринки, которые прикрепляются к
- 1) подводным предметам
 - 2) телу рыб
 - 3) брюшным ножкам самки
 - 4) хитиновому покрову самки
10. Яд паука-крестовика попадает в тело жертвы через
- 1) ротовое отверстие
 - 2) отверстия ногочелюстных коготков
 - 3) отверстия в ногощупальцах
 - 4) яйцеклад
11. Смешанное трахейно-легочное дыхание может быть у
- 1) моллюсков
 - 3) паукообразных
 - 2) кольчатых червей
 - 4) насекомых
12. Мальпигиевы сосуды являются органами выделения у
- 1) нереиса
 - 2) большого прудовика
 - 3) речного рака
 - 4) паука-крестовика

13. Прямой тип постэмбрионального развития встречается у
- | | |
|-----------------------|---------------------|
| 1) крылатых насекомых | 3) круглых червей |
| 2) паукообразных | 4) ленточных червей |

14. Клеши вызывают
- | | |
|--------------|-------------|
| 1) энцефалит | 3) менингит |
| 2) столбняк | 4) диарею |

15. Возбудителей сонной болезни переносят
- | | |
|---------------|--------------|
| 1) простейшие | 3) насекомые |
| 2) клещи | 4) гельминты |

Выберите три правильных ответа.

16. Ногочелюсти у рака — это конечности на
- | | |
|------------------------------|---------------------------|
| 1) втором сегменте головы | 4) первом сегменте груди |
| 2) третьем сегменте головы | 5) втором сегменте груди |
| 3) четвертом сегменте головы | 6) третьем сегменте груди |

17. Замкнутая кровеносная система у
- | | |
|-----------------|---------------------|
| 1) речного рака | 4) малого прудовика |
| 2) пескожила | 5) трубочника |
| 3) тарангула | 6) нерейса |

18. К ракообразным не относятся
- | | |
|------------|---------------|
| 1) мокрицы | 4) трубочники |
| 2) дафнии | 5) мидии |
| 3) циклопы | 6) каракатицы |

19. К ракообразным относятся
- | | |
|-------------|------------|
| 1) крабы | 4) омары |
| 2) острицы | 5) слизни |
| 3) креветки | 6) устрицы |

20. Экологическое значение ракообразных состоит в том, что они являются
- 1) санитарами водоемов
 - 2) переносчиками возбудителей опасных заболеваний
 - 3) паразитами животных и человека
 - 4) объектами промысла для добычи мяса
 - 5) основой пищевой базы рыб и китов
 - 6) промежуточными хозяевами паразитических червей

21. Установите соответствие между названием животного и классом, к которому оно относится.

Название	Класс
1) крабы	А) Низшие ракообразные Б) Высшие ракообразные В) Паукообразные
2) омары	
3) скорпионы	
4) лангусты	
5) циклопы	
6) бокоплавы	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	1	4	3	3	2	3	2	3	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	4	2	1	3	4,5,6	2,5,6	4,5,6	1,3,4	1,5,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	Б	В	Б	А	А

Класс Насекомые. Общая характеристика

Тело насекомых состоит из головы, груди и брюшка. Единственная группа беспозвоночных животных, приобретающая способность к полету.

Сверху и с боков голова одета головной капсулой. По бокам головы расположены два сложных глаза, между которыми обычно имеются простые глазки. На голове есть пара членистых усиков. На усиках находятся осязательные и обонятельные рецепторы.

Рот находится на брюшной стороне головы и окружен видоизмененными конечностями, образующими ротовой аппарат. Грызущий ротовой аппарат имеют жуки, тараканы, кузнечики, гусеницы бабочек и т. д. Он образован верхней губой, верхней челюстью, нижней челюстью и нижней губой. К ротовому аппарату относится язык.

Грудь образована тремя сегментами. К сегментам груди прилегают три пары ходильных ног.

На спинной стороне второго и третьего сегментов груди расположены крылья — двухслойные складки покровов тела. В крыле проходят трахеи и нервы. Их залегания образуют утолщения — жилки. У жуков, тараканов первая пара крыльев превращается в жесткие надкрылья. У двукрылых (мухи, комары) развита только первая пара крыльев, а вторая превращена в жужжальца — органы стабилизации при полете. Среди насекомых есть первично бескрылые виды, которые относятся к древним, примитивным группам. Есть вторично бескрылые насекомые, утратившие крылья в связи с особенностями образа жизни, например блохи, вши и т. д.

Брюшко состоит из разного числа сегментов. На брюшке конечностей нет, но могут находиться их рудименты: грифельки, церки, яйцеклады.

Рот ведет в ротовую полость, в нее впадают протоки нескольких пар слюнных желез. Ротовая полость переходит в глотку, за которой располагается пищевод, иногда расширяющийся в зоб. Желудок мускулистый, кишечник заканчивается анусом. Печени у насекомых нет.

Органы выделения — мальпигиевы сосуды. В выделении принимает участие жировое тело. Видоизмененные участки жирового тела у некоторых насекомых (жуки-светлячки) образуют органы свечения.

Нервная система образована головным мозгом, окологлоточным нервным кольцом и брюшной нервной цепочкой. Наиболее развиты нервные узлы грудных сегментов, поскольку они иннервируют ноги и крылья. Органы чувств сложны и многообразны, имеются органы осязания, обоняния, вкуса, зрения и у некоторых видов — слуха.

Дыхание только трахейное. Трахеи начинаются парными дыхательными отверстиями. Внутри тела насекомого трахеи ветвятся и оплетают внутренние органы.

Кровеносная система развита относительно слабо. Сердце трубчатое и расположено на спинной стороне брюшка.

Насекомые раздельнополы, выражен половой диморфизм. Половые железы парные, находятся в брюшке. Оплодотворение внутреннее.

Развитие примитивных насекомых протекает без метаморфоза. У высокоорганизованных насекомых — развитие с метаморфозом (или с превращением). В последнем случае развитие может быть с неполным превращением и с полным превращением.

При развитии с неполным превращением организм проходит следующие стадии: яйцо — личинка — взрослое насекомое. Личинка, вылупившаяся из яйца, имеет сходство со взрослым насекомым по ряду важнейших признаков. Личинки и взрослые насекомые имеют общий план строения тела, один и тот же тип ротового аппарата, а следовательно, сходный спектр питания, обычно обитают в тех же условиях внешней среды. Отличаются личинки от взрослых насекомых недоразвитием крыльев, неполным числом сегментов брюшка, отсутствием вторичных половых признаков. С неполным превращением развиваются насекомые отрядов Прямокрылые (кузнечики), Тараканы, Полужесткокрылые (клопы), Равнокрылые (тли), вши и т. д. У насекомых с полным превращением развитие протекает по следующей схеме: яйцо — личинка — куколка — взрослое насекомое. Личинки принципиально отличаются от взрослых насекомых по общему плану строения тела, как правило, имеют иной тип организации ротового аппарата и иной спектр питания, обитают в разных средах (например, комар и его водная личинка). Личинка после последней линьки переходит в состояние покоя — окукливается. С полным превращением развиваются отряды насекомых: Жесткокрылые, Чешуекрылые, Перепончатокрылые, Двукрылые, Блохи и т. д.

Отряды насекомых с полным превращением: Жесткокрылые, Чешуекрылые, Двукрылые, Перепончатокрылые

Одним из многочисленных представителей отряда **Жесткокрылые** является *майский жук*.

Голова жука полуподвижно соединена с грудью. На голове находятся пара фасеточных глаз и пара пластинчатых усиков — органов обоняния. Ротовой аппарат грызущего типа, жуки питаются молодыми листиками деревьев. Ко второму и третьему сегментам груди прикреплены крылья. Первая пара крыльев жесткая, с продольными жилками, называется надкрыльями. Вторая пара крыльев — тонкие, перепончатые.

С брюшной стороны к каждому сегменту груди причленяется пара ног бегательного типа.

Брюшко состоит из восьми члеников и неподвижно соединено с грудью.

Пищеварительная система состоит из рта, глотки, пищевода, который расширяется в зоб, мускулистого желудка и кишечника. В кишечник впадают мальпигиевы сосуды — органы выделения. Внутренние органы жука со спинной стороны покрыты особой тканью — жировым телом.

По бокам тела на двух последних сегментах груди и на брюшке располагаются дыхательные отверстия — дыхальца. Дыхальца ведут в трахеи. Колебаниями брюшка жук совершает дыхательные движения.

Кровеносная система устроена очень просто: на спинной стороне брюшка находится трубчатое многокамерное сердце, замкнутое сзади. В сердце расположены клапаны, которые позволяют крови течь только в одном направлении — от заднего конца к переднему, от которого отходит кровеносный сосуд.

Нервная система типичного строения.

Самки майского жука крупнее самцов. Самка откладывает яйца в почву, после чего погибает.

Личинки, вышедшие из яйца, обитают в подстилке и питаются перегноем. Зимуют личинки глубоко в земле, а следующей весной поднимаются к поверхности и начинают питаться корнями трав. После второй зимовки в почве личинки начинают поедать корни кустарников и деревьев, тем самым наносят вред, вызывая гибель молодых растений.

Личинки белые с мягкими покровами. Голова одета плотной темной головной капсулой. На грудных сегментах расположены три пары членистых конечностей. По бокам тела находятся дыхальца.

После четвертой зимовки личинка окукливается в почве. Осенью из куколки выходит взрослый жук, который зимует в земле и поднимается на поверхность только весной следующего года.

Другими представителями насекомых с полным превращением являются *бабочки* (отряд **Чешуекрылые**, или Бабочки).

У бабочек две пары перепончатых крыльев покрыты чешуйками. Цвет, структура и размещение чешуек определяют разнообразие окраски и рисунков крыльев. Ротовой аппарат — сосущего типа. Он имеет вид свернутого в спираль хоботка. С помощью хоботка бабочки высасывают нектар.

Личинки бабочек — гусеницы. Гусеницы имеют червеобразную форму тела, голова покрыта плотной капсулой, ротовой аппарат гры-

зущего типа, глаза простые. Три сегмента груди несут по паре членистых конечностей с коготками. Брюшко также сегментировано и имеет выросты с крючьями — ложные ножки, их пять пар. Питаются гусеницы растениями.

К бабочкам относится *капустная белянка*. Бабочки питаются нектаром. Они откладывают яйца на нижнюю сторону листьев капусты. За вегетационный период развиваются 2–3 поколения капустной белянки. Гусеницы капустной белянки питаются листьями капусты и других растений из семейства Крестоцветных.

Тутовый шелкопряд — это одомашненные бабочки, утратившие способность к полету, в дикой природе не встречаются. Самки тутового шелкопряда откладывают до 700 яиц. Гусеницы, которые выходят из яиц, питаются листьями тутового дерева, или шелковицы. Слюнные железы гусениц-шелкопрядов преобразованы в прядильные, или шелкоотделительные. В железах вырабатывается секрет, который застывает на воздухе и превращается в шелковую нить. Взрослая гусеница начинает обматывать себя этой нитью, формируя кокон. Внутри кокона гусеница окукливается. Куколок замаривают горячим паром и на специальных машинах разматывают нить кокона, которая может достигать длины 1000 метров.

К насекомым с полным превращением относится также отряд **Двукрылые** (мухи, комары, слепни, оводы, мошки, мокрецы и др.).

У представителей отряда Двукрылые развита только первая пара перепончатых крыльев. Вторая пара преобразована в жужжальца. Голова подвижная. Ротовой аппарат лижущий (мухи) или колюще-сосущий (комары). Усики разной формы. Личинки у Двукрылых белые, безголовые, безногие с членистым телом. Личинки обладают внекишечным пищеварением, обитают в гниющих органических остатках, есть подкожные паразиты. Куколки или неподвижные (у мух), или подвижные (у комаров).

Комнатная муха обитает в жилище человека. На голове находятся пара щетинковидных коротких усиков и пара сложных глаз. Органы вкуса у мухи находятся на ногах. Ротовой аппарат лижущего типа. У взрослых мух, так же как у личинок, наблюдается внекишечное пищеварение. Личинки мух — опарыши — обитают в выгребных ямах, уборных, помойках и т. д., где скапливаются гниющие органические остатки. Окукливаются личинки в земле. Куколка неподвижна и называется пупарий.

Мухи переносят возбудителей опасных заболеваний — брюшного тифа, дизентерии, туляремии и т. д., а также яйца аскарид.

Оводы внешне похожи на большую черную муху. Обитают оводы там, где есть копытные животные. Взрослые оводы не питаются: у них не развиты ротовые органы и пищеварительная система. Они живут и размножаются за счет питательных веществ, накопленных личинкой. После выхода из куколки взрослые оводы спариваются и самки откладывают яйца на шерсть животных (кожные оводы) или в ноздри, рот, глаза животных и человека (полостные оводы). Личинки кожных оводов выходят из яйца и вбуравливаются под кожу животных. Личинки активно питаются и растут. На месте проникновения личинки образуется бугорок с язвой. Весной личинки вываливаются из язвы и окукливаются в земле. Из куколки выходит взрослое насекомое.

Оводы наносят существенный ущерб животноводству: снижают продуктивность животных (удой молока, привесы мяса), портят шкуры — на месте язвы остается поврежденная кожа.

Одним из важнейших отрядов насекомых с полным превращением является отряд **Перепончатокрылые** (пчелы, осы, шмели, муравьи, наездники и др.).

У Перепончатокрылых обе пары крыльев прозрачные с немногочисленными жилками, вторая пара крыльев меньше первой. Голова подвижная, на ней располагается пара усиков различной формы и ротовой аппарат грызущего, грызуще-лижущего, лакающего и др. типов. У самок многих видов на конце брюшка имеется яйцеклад, который у жалящих насекомых преобразуется в жало.

Медоносные пчелы живут семьями по 40–70 тыс. особей в ульях или дуплах деревьев. В семье находится одна самка — матка, несколько сотен самцов — трутней, а все остальные являются рабочими пчелами. Матка ежедневно откладывает до 1000 яиц. Трутни — гаплоидные самцы, оплодотворяют матку. Рабочие пчелы — это недоразвитые самки, неспособные размножаться. Их яйцеклад превращается в жало, связанное с парой ядовитых желез, расположенных в брюшке. Ротовые органы рабочих пчел грызуще-лижущие, с их помощью они строят соты, слизывают и сосут нектар. Нектар собирается в зобик, где превращается в мед. Медом пчелы питаются и выкармливают личинок. Мед пчелы отгрызают в ячейки сот. На теле пчелы находятся многочисленные волоски. Когда пчела перелетает с

цветка на цветок, на волоски оседает пыльца. Насекомое счищает пыльцу с волосков, и она скапливается в специальных углублениях на последней паре ног — корзиночках. Затем пчелы стряхивают пыльцу в соты и заливают медом, образуется перга — корм для личинок. На четырех последних сегментах брюшка располагаются восковые железы. Воск выделяется на поверхность тела животного и застывает в виде тонких пластиночек. Пчела челюстями откусывает и пережевывает эти пластиночки и строит из них соты.

Весной матка начинает откладывать по одному оплодотворенному яйцу в каждую ячейку сот. Из яйца вылупляются червеобразные личинки, которых рабочие пчелы первые пять дней кормят маточным молочком, а затем — пергой. Маточное молочко образуют особые железы, находящиеся на верхних челюстях пчел. Внутри ячейки сот личинки строят кокон и окукливаются. Через две недели из куколки вылетает молодая рабочая пчела. В более крупные ячейки матка откладывает неоплодотворенные яйца — из них развиваются трутни. В самых крупных ячейках развиваются матки, которых пчелы все время развития кормят маточным молочком.

Перед вылуплением молодой матки старая матка с частью рабочих пчел покидает улей, происходит роение, или деление семьи.

Молодая матка через некоторое время вылетает из улья вместе с самцами-трутнями. После спаривания она возвращается в улей и начинает откладывать яйца.

У пчел очень сложное поведение. Оно базируется на инстинктах. Инстинкт представляет собой проявление многих последовательных рефлексов. Инстинктивными являются своеобразный «танец» пчел, строительство сот, кормление и уход за личинками, подготовка улья к зиме и т. д.

Полезная деятельность пчел заключается в том, что они опыляют цветковые растения. Пчелиный мед — ценный пищевой продукт. В медицине используют маточное молочко, пчелиный клей (прополис) и пчелиный яд. Пчелиный воск используется в различных отраслях промышленности — электротехнической, химической и т. д.

Муравьи — общественные насекомые, так же как и пчелы, живут семьями. Семья образуется из нескольких тысяч особей и обитает в гнезде — муравейнике, в семью входят бескрылые рабочие особи (недоразвитые самки), крылатые самцы (которые живут недолго — после спаривания они погибают) и крылатые самки — основательницы.

У многих видов муравьев имеется разделение труда между рабочими особями — имеются муравьи-солдаты, муравьи-фуражиры, муравьи, ухаживающие за личинками, и т. д. Зимуют муравьи в подземной части муравейника, где поддерживается постоянная температура.

Весной самка-основательница начинает откладывать яйца, из которых выходят белые червеобразные личинки. Личинки окукливаются, и из куколок образуются новые рабочие муравьи.

Муравьи играют важную роль в процессах почвообразования: своими ходами они рыхлят почву, способствуют ее вентиляции и увлажнению, обогащают почву перегноем. Муравьи питаются насекомыми, уничтожая огромное количество вредителей растений.

Наездники — это перепончатокрылые насекомые, личинки которых паразитируют в теле других насекомых или паукообразных. Самка наездника при помощи длинного яйцеклада откладывает яйца в тело жертвы. Из яиц выходят личинки. Затем личинки выходят из тела насекомого, которое при этом погибает.

Насекомые с неполным превращением: отряд Прямокрылые. Перелетная саранча — опасный вредитель сельского хозяйства

У представителей Прямокрылых крылья первой пары превращены в узкие надкрылья. Вторая пара крыльев — широкие, тонкие перепончатые. Ротовой аппарат грызущего типа. Третья пара ходильных ног — прыгательного типа.

Перелетная саранча обитает в зарослях тростника у водоемов. Она заселяет нижнее течение рек Кубани, Дона, Терека, Урала и др. В конце лета самки саранчи яйцекладом роют в почве ямку, куда откладывают пакетик яиц — кубышку. Весной из яиц выходят бескрылые личинки. Личинки собираются в стаи и перемещаются в поисках пищи. Саранча питается разными видами растений, полностью уничтожая естественные биоценозы и сельскохозяйственные посадки. Через несколько линек личинки превращаются во взрослых крылатых насекомых. Крылатая саранча, также как и ее личинки, образует стаи, перелетает на значительные расстояния и уничтожает растительный покров. Борьба с саранчой ведется с помощью химических методов.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Насекомые представляют собой
 - 1) тип
 - 2) класс
 - 3) отряд
 - 4) семейство
2. Крылья у насекомых находятся на
 - 1) переднегруди и среднегруди
 - 2) среднегруди и заднегруди
 - 3) только на переднегруди
 - 4) только на заднегруди
3. На голове майского жука имеется
 - 1) две пары членистых усиков
 - 2) пара простых глаз
 - 3) ротовой аппарат грызущего типа
 - 4) отверстие выделительной системы у основания усиков
4. Насекомые никогда не бывают
 - 1) шестикрылыми
 - 2) четырехкрылыми
 - 3) двукрылыми
 - 4) бескрылыми
5. Кислород к тканям насекомых поступает за счет диффузии через
 - 1) стенки капилляров
 - 2) стенки трахей
 - 3) стенки легочных мешков
 - 4) сначала поступает в трахеи, а затем в капилляры
6. Сердце майского жука представляет собой
 - 1) трубку, лежащую на спинной стороне брюшка
 - 2) мешочек, лежащий на спинной стороне груди
 - 3) образование, имеющее одно предсердие и один желудочек
 - 4) крупные сосуды, расположенные вокруг пищевода
7. Выделительная система майского жука представлена
 - 1) парными почками
 - 2) зелеными железами
 - 3) мальпигиевыми сосудами
 - 4) воронками, открывающимися в полость тела
8. Развитие майского жука происходит в течение
 - 1) одного года
 - 2) двух лет
 - 3) трех лет
 - 4) более трех лет

9. К насекомым с неполным превращением относятся
- | | |
|----------|--------------|
| 1) блохи | 3) клопы |
| 2) осы | 4) наездники |
10. К насекомым с полным превращением не относится
- | | |
|-----------------------|--------------------|
| 1) непарный шелкопряд | 3) колорадский жук |
| 2) домовая муха | 4) тля |
11. Ротовые органы рабочей пчелы по типу строения относятся к
- | | |
|-------------|--------------------|
| 1) грызущим | 3) грызуще-лижущим |
| 2) лижущим | 4) грызуще-сосущим |
12. Жужжальца у двукрылых насекомых — это
- | | |
|---|--|
| 1) специальные придатки на задних конечностях | |
| 2) видоизмененные задние крылья | |
| 3) специализированные ротовые органы | |
| 4) придатки на брюшке | |
13. Азиатская саранча относится к отряду
- | | |
|---------------------|----------------|
| 1) Полужесткокрылые | 3) Прямокрылые |
| 2) Жесткокрылые | 4) Равнокрылые |
14. Число экземпляров насекомых, живущих одновременно на Земле, составляет
- | | |
|-----------|--------------|
| 1) 10^6 | 3) 10^{12} |
| 2) 10^9 | 4) 10^{17} |
15. Простые глаза у
- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1) паука-крестовика | 3) майского жука |
| 2) речного рака | 4) азиатской саранчи |

Выберите три правильных ответа.

16. Ротовой аппарат грызущего типа у
- | | |
|----------------------|-----------------|
| 1) божьей коровки | 4) жука-олени |
| 2) медоносной пчелы | 5) жужелицы |
| 3) поцелуйного клопа | 6) домовой мухи |
17. К насекомым с полным превращением относятся
- | | |
|------------|--------------|
| 1) клопы | 4) жуки |
| 2) муравьи | 5) кузнечики |
| 3) бабочки | 6) сверчки |

18. К Перепончатокрылым относятся

- | | |
|---------------|-------------|
| 1) наездники | 4) термиты |
| 2) шелкопряды | 5) клопы |
| 3) яйцееды | 6) стрекозы |

19. Мухи и комары

- 1) относятся к одному отряду насекомых
- 2) развиваются с неполным превращением
- 3) развиваются с полным превращением
- 4) имеют одинаковые по типу ротовые органы
- 5) имеют только одну пару крыльев
- 6) имеют жесткие надкрылья

20. Эндопаразитами являются

- | | |
|--------------|--------------|
| 1) лейшмании | 4) блохи |
| 2) клещи | 5) трипаномы |
| 3) вши | 6) гельминты |

21. Установите соответствие между насекомым и отрядом, к которому оно относится.

Насекомое	Отряд
1) оводы	А) Чешуекрылые
2) яйцееды	Б) Перепончатокрылые
3) слепни	В) Двукрылые
4) комары	
5) муравьи	
6) шелкопряды	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	2	3	1	2	1	3	4	3	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	2	3	4	1	1,4,5	2,3,4	1,3,4	1,3,5	2,3,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
В	Б	В	В	Б	А

Тип Хордовые

Общая характеристика типа. Класс Головохордовые.

Ланцетник: среда обитания, внешнее строение и особенности внутренней организации

Все хордовые имеют внутренний скелет, основным осевым элементом которого является хорда. **Хорда** возникает из энтодермы и представляет собой упругий тяж, предотвращающий укорочение тела при сокращении мышц. Снаружи хорду одевает соединительнотканная оболочка. Хорда служит для опоры мускулатуры и участвует в движении животного. В течение всей жизни хорда сохраняется только у низших представителей типа. У позвоночных животных хорда присутствует в эмбриональном развитии, а затем замещается позвоночником. Позвоночник выполняет те же функции, что и хорда.

Центральная нервная система хордовых имеет трубчатое строение. Нервная трубка (спинной мозг) образована из эктодермы и расположена над хордой.

Передний отдел кишечной трубки (глотка) у хордовых прорезан жаберными щелями. Жаберные щели соединяют глоточную полость с внешней средой. Через жаберные щели осуществляется газообмен и питание (фильтрация). У водных позвоночных (рыбы) в жаберных щелях формируются жабры — органы водного дыхания. У наземных позвоночных жаберные щели присутствуют только у эмбрионов на начальных этапах индивидуального развития.

Все представители типа хордовых демонстрируют общий план строения тела. Над хордой располагается нервная трубка, а под хордой — кишечник. Рот открывается на переднем конце тела, а анальное отверстие — перед основанием хвоста.

В брюшной части тела, под хордой и над пищеварительной трубкой, находится сердце, из которого кровь движется в переднем направлении.

Хордовые — двустороннесимметричные вторичноротые животные с вторичной полостью тела.

Представителем типа является *ланцетник*, который относится к классу **Головохордовые**. Ланцетники обитают на дне морей тропических и умеренных широт на глубине до 20 метров, зарывшись в грунт, выставляя наружу передний конец тела. У ланцетника овальная

форма тела, суживающаяся к хвосту. Тело ланцетника покрыто кутикулой, которую выделяет однослойный покровный эпителий. На спинной стороне тела и хвосте находится кожная складка — плавник. На переднем конце тела расположен рот, окруженный 10–20 парами щупалец.

Вдоль тела от головного до хвостового конца тянется хорда. Хорда одета соединительной тканью, которая формирует опору плавника и разделяет мускулатуру на отдельные сегменты. Двигательная мускулатура поперечнополосатая, сокращение мышечных сегментов вызывает боковые изгибы тела, благодаря которым ланцетник плавает и зарывается в грунт.

Над хордой находится нервная трубка. На переднем конце тела хорда заходит вперед нервной трубки, отсюда и происходит название класса — Головохордовые. В стенках нервной трубки расположены светочувствительные глазки. От нервной трубки отходят нервы к мускулатуре и внутренним органам. Головной мозг у ланцетника не развит.

По типу питания ланцетник относится к биофильтраторам. Рот находится на переднем конце тела в глубине ротовой воронки, которая окружена щупальцами. Рот ведет в глотку, пронизанную жаберными щелями (их более 100). Перегородки между щелями несут мерцательный эпителий, который создает постоянный ток воды через глотку. Межаберные перегородки пронизаны кровеносными сосудами, в которых осуществляется газообмен. Газообмен также происходит через всю поверхность тела животного. Специализированных органов дыхания у ланцетника нет.

Вода, содержащая пищевую взвесь (детрит и мелких беспозвоночных), через рот попадает в глотку и выходит через жаберные щели. Пища оседает на капельках слизи, которую выделяет эпителий глотки, и попадает в кишечник. Кишка у ланцетника короткая, от ее начала отходит крупный печеночный вырост. Анальное отверстие открывается в основании хвостового плавника. Переваривание и всасывание пищи происходит как в кишечнике, так и в печени.

У ланцетника один круг кровообращения, сердце отсутствует, кровь бесцветная. Под глоткой находится брюшная аорта, от которой отходят жаберные артерии, ветвящиеся в межаберных перегородках. Окисленная кровь собирается в спинную аорту, от которой начинаются сосуды, несущие кровь к голове и другим органам тела. Венозная

кровь собирается в брюшной сосуд, по которому поступает в глоточный отдел кишечника на межжаберные перегородки, где окисляется.

Выделительная система ланцетника представлена многочисленными парными нефридиями и напоминает выделительную систему кольчатых червей. Располагаются нефридии в межжаберных перегородках.

Ланцетники — раздельнополые животные. Гонады закладываются в передней части тела под глоткой. Гонады не имеют постоянных протоков, и половые продукты выводятся во внешнюю среду через специальные временно возникающие протоки. Оплодотворение наружное. Из зиготы развивается личинка, покрытая ресничками, с помощью которых она передвигается.

У ланцетника имеются черты строения, сближающие его с беспозвоночными животными: строение выделительной системы, наличие внутриклеточного пищеварения, строение фильтрующего аппарата и питание с его помощью, дыхание всей поверхностью тела.

Надкласс Рыбы. Общая характеристика надкласса. Речной окунь: среда обитания, внешнее и внутреннее строение, поведение, размножение и развитие. Многообразие рыб

Рыбы — первичноводные животные, они обитают в водоемах различных типов. У большинства рыб обтекаемая форма тела. Тело их покрыто кожей, в которой находятся костные чешуи. Форма и строение чешуй различаются у рыб разных систематических групп. В коже располагаются железы, которые выделяют слизь. Слизь снижает трение при скольжении рыбы в воде, а также обладает бактерицидными свойствами.

В скелете рыб различают следующие отделы: осевой скелет (позвоночник), скелет головы (череп) и скелет парных и непарных плавников. Позвоночник состоит из двух отделов: туловищного и хвостового. У некоторых представителей (например, осетровых и кистеперых) на протяжении всей жизни в осевом скелете сохраняется хорда. У хрящевых рыб скелет только хрящевой. У остальных групп хрящ частично (осетровые) или полностью (костистые) замещается костной тканью. Осевой скелет образован позвонками, которые, в свою очередь, состоят из тела позвонка и верхних дуг, при слиянии

которых формируется спинномозговой канал. В нем располагается спинной мозг. Отростки верхних дуг позвонков служат опорой для спинных плавников. Позвонки туловищного отдела несут боковые отростки, к которым прикрепляются ребра. В хвостовом отделе у позвонков образуются также нижние дуги, образующие канал, в котором проходят хвостовые вена и артерия.

Рыбы — первые позвоночные животные, обладающие парными конечностями. Парные конечности представлены грудными и брюшными плавниками. Скелет конечности включает в себя пояс конечности и собственно скелет свободной конечности. У хрящевых рыб пояс передних конечностей залегает в толще мускулатуры, а у костных рыб прикрепляется к черепу. Тазовый пояс у всех рыб находится в толще брюшной мускулатуры и не соединен с позвоночником. Скелет свободной конечности состоит из хрящевых или костных лучей, покрытых кожей. Кроме парных конечностей — плавников — у рыб имеются непарные плавники: спинной, хвостовой, анальный.

В черепе находятся головной мозг и органы чувств. У хрящевых рыб череп полностью состоит из хряща, а у костных каждый его отдел образован несколькими костями. Органы чувств заключены в специальные капсулы, входящие в состав черепной коробки. К черепной коробке прикреплены челюсти и скелет жаберного аппарата. У большинства современных рыб (за исключением некоторых видов акул) жаберный аппарат образован из пяти дуг. К черепу костных рыб относится и скелет жаберных крышек, которые отсутствуют у хрящевых.

Туловищная мускулатура состоит из сегментов. Сокращение мускулатуры обеспечивает боковые изгибы позвоночника, что приводит к движению хвостового плавника и поступательному перемещению рыбы.

Пищеварительный тракт рыб начинается ротовым отверстием, которое ведет в ротовую полость. Ротовая полость ограничена верхней и нижней челюстями, несущими многочисленные зубы, которые служат только для удержания добычи. Из ротовой полости пища проходит через глотку в пищевод, потом в желудок, а затем в двенадцатиперстную кишку. В нее впадают протоки печени и поджелудочной железы. У большинства рыб имеется желчный пузырь. У костистых рыб кишечник открывается наружу самостоятельным анальным отверстием, а у хрящевых — в клоаку.

С пищеварительной системой связан плавательный пузырь, представляющий собой вырост стенки пищевода. У некоторых костных рыб связь плавательного пузыря с пищеварительной трубкой сохраняется на протяжении всей жизни. У хрящевых рыб плавательного пузыря нет. При изменении объема пузыря меняется удельный вес рыбы, что позволяет ей вертикально перемещаться в толще воды.

Органом водного дыхания рыб служат жабры. Жабры имеют скелет в виде жаберных дуг. На дугах сидят жаберные лепестки, пронизанные кровеносными сосудами, и жаберные тычинки, которые препятствуют попаданию крупных пищевых частиц в жаберные щели. Вода, поступающая в глотку через рот, омывает жаберные лепестки, и в них происходит газообмен между водой и кровью.

У современных рыб (за исключением двоякодышащих) кровеносная система представлена одним кругом кровообращения. Сердце двухкамерное, состоит из предсердия и желудочка. От желудочка отходит брюшная аорта. Венозная кровь попадает из нее в приносящие жаберные артерии, которые ведут в жабры. В жаберных лепестках кровь окисляется и по выносящим жаберным артериям попадает в спинную аорту. Спинная аорта тянется под позвоночником до конца тела и ответвляет сосуды, снабжающие артериальной кровью все органы. В сердце венозная кровь попадает в предсердие по пяти крупным венам. В сердце рыб находится только венозная кровь (кроме двоякодышащих, имеющих два круга кровообращения).

Органами выделения у рыб служат две лентовидные почки, тянущиеся под позвоночником практически вдоль всего тела. От них отходят мочеточники. У костных рыб мочеточники сливаются и открываются наружу единым отверстием на конце мочеполюска сосочка. У них есть мочевой пузырь. У хрящевых рыб мочеточники открываются в клоаку.

Нервная система рыб состоит из центральной (головной и спинной мозг) и периферической. Головной мозг образован пятью отделами: передним, промежуточным, средним, мозжечком и продолговатым мозгом. Передний мозг связан с органом обоняния, поэтому в нем хорошо развиты обонятельные доли. От промежуточного мозга отходят зрительные нервы. Зрительные центры лежат в зрительных долях среднего мозга. В продолговатом мозге находятся центры органов слуха, боковой линии и некоторых других органов чувств. Продолговатый мозг плавно переходит в спинной. Мозжечок располага-

ется над продолговатым мозгом. Он отвечает за координацию движений и в связи со сложными движениями рыб достигает достаточно крупных размеров.

Органы чувств рыб позволяют животным ориентироваться в пространстве и адекватно реагировать на изменения факторов окружающей среды. Орган обоняния представлен парными мешками, открывающимися на поверхности головы ноздрями. Отличительная особенность строения органа зрения рыб — шаровидная форма хрусталика и плоская роговица. Орган слуха представлен внутренним ухом. Колебания воды рыбы воспринимают органами боковой линии. Чувствительные клетки органа боковой линии погружены в каналы, проходящие под кожей и открывающиеся на поверхность тела отверстиями. Органами химического чувства служат вкусовые почки, которые находятся в ротовой полости и разбросаны по всей поверхности тела. Они определяют химический состав воды.

Органами размножения у самцов рыб являются парные семенники, а у самок — яичники (у самки окуня один яичник). Гонады рыб представляют собой мешки, заполненные половыми продуктами. У костных рыб половые железы на заднем конце сливаются и открываются наружу самостоятельным половым отверстием. Яичники и семенники хрящевых рыб образуют половые протоки (яйцеводы и семяпроводы), открывающиеся в клоаку. Среди рыб есть и гермафродитные особи (морской окунь).

Для большинства рыб характерно наружное оплодотворение. Оно происходит в воде, куда самцы рыб выметывают сперматозоиды (молюки), а самки — яйцеклетки (икринки). У некоторых рыб оплодотворение внутреннее, и зародыш развивается в половых путях самки (яйцеживорождение, например, у гуппи). В размножении рыб можно выделить два основных направления этого процесса. Первое направление — это производство огромного количества половых продуктов в воду во время нереста. Так, треска выметывает до 10 млн икринок, большинство из них гибнет на ранних стадиях развития, и лишь несколько мальков достигают половозрелости. Второй тип размножения состоит в том, что рыбы выметывают небольшое количество икры, но заботятся о своем потомстве, а это дает малькам больше шансов на выживание. Некоторые рыбы откладывают икру в естественные укрытия (под камни, в углубления дна, в ракушки и т. д.), другие строят гнезда сами (трехиглая колюшка, лабиринтовые рыбы и т. д.). Есть

виды, у которых самцы вынашивают развивающуюся икру в ротовой полости (тиляпия) или в специальной сумке на брюшке (морской конек). Многие рыбы активно охраняют свои кладки. У живородящих рыб (пецилии, гуппи и т. д.) икры еще меньше, однако процент выживших мальков достаточно высокий. Однако такой способ размножения правильнее было бы называть «яйцеживорождением», поскольку зародыш развивается только за счет питательных веществ икринки. У некоторых акул наблюдается настоящее живорождение, так как зародыш получает питательные вещества и из организма матери.

Рыбы представляют собой древнюю группу позвоночных. Ископаемые остатки рыб известны с девонского периода. Длительная эволюция привела к возникновению большого разнообразия жизненных форм рыб. В настоящее время на Земле обитает около 20 000 видов рыб. К хрящевым рыбам относятся акулы и скаты; к костным — кистеперые, двоякодышащие, осетровые и костистые рыбы. Надотряд костистых рыб — самый молодой и многочисленный.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Хорда в течение всей жизни сохраняется у
 - 1) окуня
 - 2) электрического ската
 - 3) леща
 - 4) карпа
2. Нервная система ланцетника представляет собой
 - 1) брюшную нервную цепочку
 - 2) нервную трубку
 - 3) головной и спинной мозг
 - 4) разбросанные по телу нервные клетки
3. Позвоночник рыб делится на следующие отделы
 - 1) туловищный и хвостовой
 - 2) шейный, туловищный и хвостовой
 - 3) шейный, грудной, крестцовый и хвостовой
 - 4) деление на отделы отсутствует
4. Костно-хрящевой скелет имеется у
 - 1) кеты
 - 2) сельди
 - 3) белуги
 - 4) скатов

5. Число позвонков у окуня составляет примерно
 - 1) 10
 - 2) 20
 - 3) 30
 - 4) 40
6. Плавательный пузырь имеется у
 - 1) всех рыб
 - 2) челюстных рыб
 - 3) хрящевых рыб
 - 4) костистых рыб
7. Кровеносная система у рыб
 - 1) замкнутая
 - 2) незамкнутая
 - 3) замкнутая у всех костных и незамкнутая у хрящевых
 - 4) замкнутая только у двоякодышащих рыб
8. В сердце у костистых рыб содержится кровь
 - 1) в предсердии венозная, в желудочке смешанная
 - 2) только венозная
 - 3) только артериальная
 - 4) в предсердии венозная, в желудочке артериальная
9. Сердце полностью заполнено венозной кровью у
 - 1) ланцетника
 - 2) протоптеруса
 - 3) плотвы
 - 4) беззубки
10. У окуня имеется
 - 1) наружное, среднее и внутреннее ухо
 - 2) среднее и внутреннее ухо
 - 3) только внутреннее ухо
 - 4) органы слуха отсутствуют
11. Органы боковой линии проходят у рыб
 - 1) от головы вдоль всего тела с одного и другого бока
 - 2) от головы до хвоста по спине
 - 3) от головы до середины туловища
 - 4) локализуются вдоль спинного плавника
12. Половые органы у костистых рыб открываются наружу
 - 1) самостоятельным отверстием
 - 2) мочеполовым отверстием у самцов и половым отверстием у самок
 - 3) анальным отверстием
 - 4) открываются в клоаку

13. Рострум — это
- 1) видоизмененный хвостовой плавник осетровых
 - 2) передняя часть головы осетровых
 - 3) видоизмененный грудной плавник у кистеперых
 - 4) кутикулярный выступ в глотке у кистеперых
14. К классу Костных рыб не относятся
- 1) двоякодышащие
 - 2) кистеперые
 - 3) костистые
 - 4) круглоротые
15. Осетровые имеют следующие характерные особенности
- 1) полностью хрящевой скелет
 - 2) отсутствие плавательного пузыря
 - 3) жаберный аппарат без жаберных крышек
 - 4) хорду в течение всей жизни

Выберите три правильных ответа.

16. Хорда сохраняется всю жизнь у
- | | |
|---------------|-------------|
| 1) акулы | 4) окуня |
| 2) ланцетника | 5) кеты |
| 3) латимерии | 6) ставриды |
17. Плавательного пузыря нет у
- | | |
|------------|------------|
| 1) осетров | 4) акул |
| 2) скатов | 5) карпов |
| 3) химер | 6) сельдей |
18. Продолговатый мозг у рыб регулирует
- 1) обмен веществ
 - 2) кровообращение
 - 3) пищеварение
 - 4) дыхание
 - 5) размножение
 - 6) стайное поведение
19. К отряду Окунеобразные относится
- | | |
|-------------|-------------|
| 1) пескарь | 4) тиляпия |
| 2) скумбрия | 5) ставрида |
| 3) колюшка | 6) тунец |

20. Особенностью хрящевых рыб является

- 1) плакоидная чешуя
- 2) отсутствие плавательного пузыря
- 3) незамкнутая кровеносная система
- 4) отсутствие органов равновесия
- 5) гермафродитизм
- 6) отсутствие жаберных крышек

21. Установите соответствие между названием рыбы и отрядом, к которому она относится.

Название	Отряд
1) форель	А) Лососеобразные
2) плотва	Б) Карпообразные
3) горбуша	В) Окунеобразные
4) сазан	
5) тунец	
6) лещ	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	2	1	3	4	4	1	2	3	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	1	2	4	4	1,2,3	2,3,4	2,3,4	2,5,6	1,2,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	А	Б	В	Б

Класс Земноводные. Общая характеристика класса.

Лягушка: среда обитания, внешнее и внутреннее строение, особенности процессов жизнедеятельности.

Многообразие земноводных и их значение.

Происхождение земноводных

Кожа земноводных, или амфибий, образована многослойным эпидермисом и кориумом (собственно кожей). В коже взрослых амфибий находятся многочисленные кожные железы, которые постоянно вы-

деляют слизь, поэтому она всегда влажная. Кроме слизистых желез имеются еще и ядовитые, секрет которых представляет собой средство химической защиты и обладает бактерицидными свойствами. Поскольку амфибии имеют кожное дыхание, для которого также необходима влажная поверхность, в коже располагается большое количество кровеносных капилляров.

Скелет земноводных состоит из осевого скелета (позвоночника), скелета головы (черепа), скелета парных конечностей и их поясов. Позвоночник образован отдельными позвонками, тела которых практически полностью вытесняют хорду. Позвоночник делится на четыре отдела: шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой. Шейный позвонок один, он подвижно причленяется к затылочному отделу черепа, поэтому земноводные могут совершать несложные движения головой в вертикальной плоскости. К туловищным позвонкам хвостатых амфибий прикрепляются ребра. У бесхвостых земноводных ребер нет. Крестцовый отдел образован одним позвонком. Он имеет крупные боковые отростки, к которым причленяется тазовый пояс. У бесхвостых амфибий, в отличие от хвостатых, позвонки хвостового отдела сливаются в одну кость — уростиль. Череп амфибий широкий и плоский, содержит много хрящевых элементов. Крупные отверстия глазниц располагаются на верхней стороне черепа.

Переходу к обитанию на суше способствовало возникновение пятипалой конечности рычажного типа. Она позволяет животным преодолевать силу тяжести и обеспечивает их передвижение по твердой поверхности. Скелет конечности составляют скелет пояса конечности и скелет свободной конечности. Плечевой пояс (пояс передних конечностей) образован парными лопатками, двумя ключицами и двумя вороньими костями (коракоидами), соединенными с грудиной. Скелет свободной передней конечности состоит из плеча, предплечья и кисти. Плечо образовано плечевой костью, предплечье — лучевой и локтевой костями, кисть — костями запястья, пясти и фаланг четырех пальцев. В состав свободной задней конечности входят бедро (бедренная кость), голень (большая и малая берцовая кости) и стопа, состоящая из предплюсны, плюсны и фаланг пяти пальцев. У бесхвостых амфибий кости предплечья (лучевая и локтевая), а также кости голени (большая и малая берцовые) сливаются, а все кости задней конечности сильно удлинены. Такое строе-

ние позволяет животным передвигаться прыжками. Тазовый пояс (пояс задних конечностей) состоит из парных подвздошных, седалищных и лобковых костей, которые срослись между собой. Он прочно прикреплен к крестцовому позвонку посредством подвздошных костей.

Мускулатура амфибий делится на мускулатуру головы, туловища и конечностей. Туловищная мускулатура четко сегментирована. Специализированные мышцы обеспечивают сложные движения передних и особенно задних конечностей. На голове находятся мышцы, поднимающие и опускающие нижнюю челюсть.

Все земноводные по типу питания — хищники. Рот открывается в ротоглоточную полость, на дне которой находится язык. У лягушек он прикреплен к нижней челюсти своим передним концом. При ловле насекомых задний конец языка выбрасывается из рта, и прилипшая к нему добыча направляется в ротоглоточную полость. На челюстях есть зубы; у лягушек они расположены только на верхней челюсти. Зубы служат для удержания добычи. В ротоглоточную полость открываются протоки слюнных желез, секрет которых не содержит пищеварительных ферментов и служит исключительно для смачивания пищи. Из ротоглоточной полости пища по пищеводу поступает в желудок, затем — в двенадцатиперстную кишку (передний отдел тонкого кишечника). Тонкий кишечник переходит в толстый и заканчивается прямой кишкой, открывающейся в клоаку. К пищеварительной системе принадлежат также печень с желчным пузырем и поджелудочная железа. Их протоки открываются в двенадцатиперстную кишку.

Для дыхания в воздушной среде земноводным служат легкие. Также в газообмене участвуют вся поверхность кожи и слизистый эпителий ротоглоточной полости. Личинки земноводных, которые обитают в воде, дышат наружными жабрами. Легкие амфибий имеют вид тонкостенных мешков, оплетенных густой сетью кровеносных сосудов. Каждое легкое открывается самостоятельным отверстием в ротоглоточную полость, поскольку трахеи у земноводных нет. Воздух поступает в ротоглоточную полость через ноздри, имеющие специальные клапаны. При открытых клапанах дно полости опускается, и воздух засасывается в полость. При поднятии дна полости и закрывании ноздрей клапанами воздух проталкивается в легкие. Таким образом, воздух нагнетается в легкие за счет изменения объема

ротоглоточной полости. Площадь поверхности легких земноводных в полтора раза меньше площади поверхности их кожи, принимающей у этих животных активное участие в дыхании. У жаб, приспособленных к обитанию в более засушливой среде, кожа ороговевает, и дыхание осуществляется преимущественно легкими.

Кровеносная система земноводных имеет два круга кровообращения: большой и малый. Появление малого круга связано с приобретением ими легочного дыхания. Сердце у амфибий трехкамерное, состоит из двух предсердий и одного желудочка. Большой круг кровообращения начинается двумя дугами аорты, которые отходят от артериального конуса. На спинной стороне тела дуги сливаются и образуют спинную аорту, которая отдает сосуды ко всем органам тела. От артериального конуса отходят также сонные артерии, снабжающие наиболее окисленной кровью голову. Малый (легочный) круг кровообращения начинается парными кожно-легочными артериями, которые также отходят от артериального конуса. Они несут кровь к органам дыхания — коже и легким. От легких обогащенная кислородом кровь собирается в парные легочные вены, впадающие в левое предсердие. В правое предсердие венозную кровь от всего тела доставляют парные передние полые вены и непарная задняя полая вена. Кроме того, в правое предсердие попадает также порция артериальной крови по кожным венам. В результате в правом предсердии кровь оказывается смешанной. Из предсердий кровь попадает в желудочек. В результате особого внутреннего строения желудочка в нем не происходит полного перемешивания артериальной и венозной крови. Особый порядок отхождения артерий от желудочка способствует попаданию наиболее бедной кислородом крови в кожно-легочные артерии, смешанной крови — к органам тела, а наиболее богатой кислородом крови — к органам головы.

Органы выделения представлены парными туловищными почками (здесь кровь освобождается от продуктов обмена), от которых отходят мочеточники, впадающие в клоаку. Из клоаки моча попадает в мочевой пузырь. После наполнения мочевого пузыря моча снова поступает в клоаку и выводится из организма. Часть продуктов обмена и большое количество влаги выделяется через кожу. Эти особенности не позволили земноводным полностью перейти к наземному образу жизни.

Головной мозг состоит из пяти отделов. Передний мозг относительно крупный, разделен на два полушария, имеет крупные обонятельные доли. Промежуточный мозг хорошо развит, а средний мозг относительно невелик. Мозжечок развит слабо, что связано с однообразностью движений, совершаемых животными. Продолговатый мозг относительно крупный, является центром регуляции дыхательной, кровеносной и пищеварительной систем.

Органы чувств изменились в связи с переходом к наземному образу жизни. Орган зрения — глаз, он защищен подвижными веками, имеет выпуклую роговицу и хрусталик в виде линзы; секрет специальных желез смачивает роговицу и предохраняет ее от высыхания, у многих развито цветное зрение. Орган обоняния — обонятельные мешки (открываются наружу ноздрями, а в ротоглоточную полость — хоанами, и функционируют только в воздушной среде). Орган вкуса — вкусовые почки в ротовой полости и на языке. В органе слуха, кроме внутреннего уха, появляется новый отдел — среднее ухо (аппарат усиления звуковых колебаний), в котором есть одна слуховая косточка. Среднее ухо отделено от внешней среды барабанной перепонкой. Орган боковой линии есть только у головастиков и водных представителей земноводных.

У большинства земноводных оплодотворение происходит в воде. У самок яйцеклетки выпадают в полость тела и попадают в яйцеводы, открывающиеся в клоаку, а уже затем из клоаки выводятся наружу. Самцы имеют парные семенники. Отходящие от них семявыносящие каналцы впадают в мочеточники, одновременно служащие самцам семяпроводами. Они также открываются в клоаку. Через некоторое время из икринок вылупляются личинки, которые ведут исключительно водный образ жизни и по строению напоминают рыб (головастики). У личинок нет парных конечностей. Они дышат наружными жабрами, имеют двухкамерное сердце, один круг кровообращения и органы боковой линии. Питаются головастики растительной пищей, соскабливая водоросли с поверхности водных растений. В процессе метаморфоза происходит изменение внутреннего и внешнего строения животных, и они приобретают черты взрослых амфибий.

Земноводные некоторых видов демонстрируют заботу о потомстве (*жаба-повитуха*, квакши, *южноамериканская пипа* и др.). Каковы бы ни были особенности размножения отдельных видов земноводных, для развития их потомства необходима водная среда.

Предки амфибий, которые обитали в водной среде, должны были иметь воздушные органы дыхания. Такими возможными предками могли быть какие-то двоякодышащие и кистеперые рыбы. Вероятнее всего земноводные происходят от древних кистеперых рыб. По строению конечностей и черепа эти рыбы очень близки к ископаемым земноводным карбона — стегоцефалам, которых считают предками современных амфибий.

Современные земноводные принадлежат к трем отрядам: Безногие, Хвостатые и Бесхвостые. К первому относится небольшое количество видов (около 60), которые ведут роющий образ жизни, напоминают больших червей, и поэтому данный отряд называют также червягами. Бесхвостые земноводные передвигаются с помощью прыжков, у них развиты мощные задние конечности и отсутствует хвост. Типичные представители бесхвостых — травяная и остромордая лягушки, серая и зеленая жабы, жерлянки, чесночницы, квакши. К отряду хвостатых амфибий относятся обыкновенный и гребенчатый тритоны, саламандры и аксолотли, протей.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. У лягушек число шейных позвонков равно
 - 1) одному
 - 2) двум
 - 3) семи
 - 4) шейные позвонки отсутствуют
2. В осевом скелете бесхвостых амфибий выделяют следующие отделы
 - 1) туловищный и хвостовой
 - 2) шейный, туловищный, крестцовый и хвостовой
 - 3) шейный, грудной, поясничный и крестцовый
 - 4) шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой
3. Вороньи кости у лягушки входят в скелет
 - 1) пояса задних конечностей
 - 2) пояса передних конечностей
 - 3) свободных передних конечностей
 - 4) свободных задних конечностей

4. У лягушек малый круг кровообращения заканчивается в
 - 1) правом предсердии
 - 2) левом предсердии
 - 3) желудочке
 - 4) у лягушек всего один круг кровообращения
5. У лягушек большой круг кровообращения начинается в
 - 1) левом желудочке
 - 2) правом желудочке
 - 3) единственном желудочке
 - 4) артериальном конусе
6. У бесхвостых амфибий венозная кровь течет по
 - 1) дугам аорты
 - 2) кожным артериям
 - 3) подключичным артериям
 - 4) легочным венам
7. Только артериальная кровь в сердце лягушки содержится в
 - 1) левом предсердии
 - 2) правом предсердии
 - 3) в обоих предсердиях
 - 4) в желудочке
8. Преимущественно легкими дышат
 - 1) лягушки
 - 2) жабы
 - 3) тритоны
 - 4) квакши
9. В строении глаза лягушки
 - 1) только верхние веки
 - 2) только нижние веки
 - 3) верхние и нижние веки
 - 4) веки отсутствуют
10. В слуховом аппарате у лягушек имеется
 - 1) наружное слуховое отверстие, среднее ухо и внутреннее ухо
 - 2) среднее ухо и внутреннее ухо
 - 3) только внутреннее ухо
 - 4) барабанная перепонка, среднее ухо и внутреннее ухо
11. Мочеполовые органы у земноводных открываются
 - 1) в клоаку
 - 2) самостоятельными отверстиями
 - 3) у бесхвостых — в клоаку, у хвостатых — самостоятельными отверстиями
 - 4) у самцов в клоаку, у самок самостоятельным отверстием

12. Гаметы у бесхвостых земноводных
- 1) выбрасываются наружу через клоаку
 - 2) выбрасываются наружу через протоки половых желез
 - 3) самцы вводят сперматозоиды в клоаку самки
 - 4) самцы вводят сперматозоиды в половое отверстие самки
13. У головастика имеются
- 1) только наружные жабры
 - 2) только внутренние жабры
 - 3) в процессе развития происходит смена наружных жабр на внутренние
 - 4) происходит смена внутренних жабр на наружные
14. Головастик имеет кровеносную систему
- 1) незамкнутую
 - 2) с одним кругом кровообращения и двухкамерным сердцем
 - 3) с одним кругом кровообращения и трехкамерным сердцем
 - 4) с двумя кругами кровообращения и трехкамерным сердцем
15. Переходной формой между ископаемыми рыбами и амфибиями считаются
- 1) стегоцефалы
 - 2) ихтиостеги
 - 3) котилозавры
 - 4) сеймурии

Выберите три правильных ответа.

16. К отряду бесхвостых амфибий не относятся
- | | |
|---------------|---------------|
| 1) жерлянки | 4) квакши |
| 2) чесночницы | 5) саламандры |
| 3) тритоны | 6) червяги |
17. В состав плечевого пояса у амфибий входят
- | | |
|-------------------|-------------------|
| 1) плечевые кости | 4) локтевые кости |
| 2) лопатки | 5) лучевые кости |
| 3) ключицы | 6) коракоиды |
18. У бесхвостых амфибий артериальная кровь течет по
- | | |
|----------------------------|--------------------|
| 1) легочным венам | 4) сонным артериям |
| 2) кожным венам | 5) дугам аорты |
| 3) кожно-легочным артериям | 6) полым венам |

19. У головастика имеется

- | | |
|-----------------------------|-----------------------------|
| 1) двухкамерное сердце | 4) два круга кровообращения |
| 2) трехкамерное сердце | 5) орган боковой линии |
| 3) один круг кровообращения | 6) парные конечности |

20. К органам выделения лягушки относятся

- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1) туловищные почки | 4) протонефридии |
| 2) тазовые почки | 5) метанефридии |
| 3) мочеточники | 6) мочевой пузырь |

21. Установите соответствие между земноводным и отрядом, к которому оно относится.

Земноводное	Отряд
1) квакши	А) Бесхвостые
2) жерлянки	Б) Хвостатые
3) аксолотли	В) Безногие
4) саламандры	
5) чесночницы	
6) червяги	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	2	2	2	4	2	1	2	3	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	1	3	2	2	3,5,6	2,3,6	1,2,4	1,3,5	1,3,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	А	Б	Б	А	В

Класс Пресмыкающиеся. Общая характеристика класса.

Многообразие современных пресмыкающихся.

Происхождение пресмыкающихся. Древние пресмыкающиеся: динозавры, зверозубые ящеры

Пресмыкающиеся — первые позвоночные животные, полностью перешедшие к обитанию на суше и утратившие связь с водой. В связи с этим у представителей класса выработался целый комплекс приспособ-

лений. У пресмыкающихся более совершенная дыхательная система. Они откладывают яйца, защищенные скорлупой, зародыш в яйце имеет амниотическую оболочку, следовательно, пресмыкающиеся — амниоты. Рептилии имеют сухую, ороговевшую, практически лишенную желез кожу. Это позволяет уменьшить потери воды при испарении с ее поверхности. В коже есть специальные защитные образования (роговые чешуи и щитки). Для рептилий характерна линька — периодическая смена наружных кожных покровов.

Скелет рептилий состоит из тех же отделов, что и у всех позвоночных (позвоночник, череп и скелет парных конечностей и их поясов). Осевой скелет включает пять отделов: шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой. Количество позвонков в шейном отделе у разных рептилий колеблется в зависимости от систематической принадлежности животного. Два первых шейных позвонка рептилий имеют особое строение, которое обеспечивает подвижность головы. Первый позвонок (атлант) имеет форму кольца и подвижно сочленяется с черепом. У второго шейного позвонка (эпистрофея) есть вырост, входящий в это кольцо. Благодаря подобному сочленению позвонков голова может свободно перемещаться как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

У рептилий (за исключением змей) появляется грудная клетка. Она образована ребрами, которые прикрепляются одним концом к груди, а другим — к грудному отделу позвоночника. Поясничный отдел образован разным числом позвонков. Крестцовый отдел состоит из двух позвонков, к которым причленяется тазовый пояс. Позвонки шейного и поясничного отделов рептилий также несут ребра, но они относительно короткие и не соединены с грудиной. В хвостовой отдел рептилий может входить разное количество позвонков. У ящериц позвонки хвостового отдела удлинены и имеют особое строение (хрящевые диски), что позволяет им «отбрасывать» хвост при опасности. Через некоторое время хвост отрастает вновь, но его основой в этом случае служат не костные позвонки, а хрящевой стержень.

Череп пресмыкающихся образован костями. Челюсти вытянутой формы, их движение обеспечивает мощная жевательная мускулатура.

Строение поясов конечностей сходно со строением этих отделов скелета у земноводных. В прикреплении пояса передних конечностей к позвоночнику участвуют как мышцы, так и грудина. Тазовый пояс

крепится к двум позвонкам крестцового отдела. Свободная конечность имеет строение, типичное для наземных позвоночных. Происходит дальнейшее усложнение туловищной мускулатуры: образуются группы мышц шеи, обеспечивающие движения головы и межреберных мышц, благодаря которым происходит расширение и сжатие грудной клетки.

Пищеварительная система имеет строение, типичное для всех позвоночных животных. Она начинается ротовой полостью, откуда пища попадает в глотку, затем в пищевод, далее — в желудок, тонкий и толстый кишечник. На границе между последними двумя отделами находится небольшая слепая кишка. Заканчивается пищеварительный тракт прямой кишкой, открывающейся в клоаку. Имеются печень с желчным пузырем и поджелудочная железа. Протоки пищеварительных желез открываются в двенадцатиперстную кишку.

Единственный орган дыхания у рептилий — легкие. Кожа в результате ороговевания утрачивает дыхательную функцию. У разных видов рептилий легкие имеют различное строение. Дыхательная система начинается ноздрями, которые ведут в носовую полость. Из носовой полости воздух попадает в ротоглоточную полость, оттуда в гортань, трахею и по двум бронхам проникает в легкие. В стенках трахеи и бронхов есть хрящевые полукольца, предохраняющие их от спадания. Верхние дыхательные пути образуются у рептилий в связи с удлинением шейного отдела. Грудная клетка позволяет рептилиям применять механизм реберного дыхания (активный вдох и пассивный выдох).

В кровеносной системе пресмыкающихся два круга кровообращения (большой и малый), сердце трехкамерное. В желудочке большинства рептилий есть неполная перегородка, которая предотвращает полное смешивание венозной и артериальной крови. Исключение — крокодилы, у которых эта перегородка полная. От определенных участков желудочка, содержащих кровь, в разной степени окисленную, отходят три крупных сосуда. Легочная артерия несет чисто венозную кровь в легкие. Эта артерия относится к малому кругу кровообращения. Правая дуга аорты содержит только артериальную кровь; от нее отходят сонные артерии к головному мозгу и сосуды к передним конечностям. Левая дуга несет смешанную кровь. Спинная аорта, образованная слиянием левой и правой дуг, снабжает смешанной кровью

внутренние органы. Венозная кровь направляется в правое предсердие по двум передним и одной задней полым венам.

Органами выделения рептилий являются почки. В почках осуществляется механизм обратного всасывания воды, поэтому рептилии экономят воду при выделении. От почек отходят мочеточники, открывающиеся в клоаку. Здесь же находится отверстие мочевого пузыря. Продуктом выделения у одних видов рептилий (водные черепахи, морские змеи) является мочеви́на, у других (большинство змей, вараны) — мочева́я кислота.

Все пресмыкающиеся — раздельнополые животные. Самцы имеют парные семенники. От них отходят семяпроводы, по которым созревшие сперматозоиды выводятся в клоаку. Самцы имеют копулятивные органы, поэтому оплодотворение у рептилий внутреннее. Это еще одно из приспособлений животных к полностью наземному образу жизни. Яйцеклетки созревают в парных яичниках самок. Оплодотворение происходит в верхних отделах яйцевода. Продвигаясь по яйцеводу, оплодотворенная яйцеклетка одевается белковыми и скорлуповыми оболочками. Оболочки предохраняют яйца от высыхания и образуют жидкость, в которой плавает зародыш; кроме того, они позволяют преодолевать силу тяжести, поэтому яйца не теряют свою форму и зародыш не деформируется. Это также приспособление рептилий к существованию в наземных условиях. Самки откладывают крупные, богатые желтком яйца. Для некоторых представителей класса (живородящая ящерица, некоторые виды змей) характерно яйцеживорождение (зародыш развивается в половых путях самки за счет питательных веществ, находящихся в яйце). Продукты обмена зародыша не выводятся во внешнюю среду, а накапливаются в специальном органе — зародышевом мочевом пузыре. Развитие происходит без метаморфоза, и из яйца вылупляется животное, отличающееся от взрослого только размерами и недоразвитием половых органов.

Строение центральной и периферической нервной системы пресмыкающихся не отличается от других позвоночных животных. Полушария переднего мозга покрыты серым веществом — корой. Развитие коры переднего мозга обеспечивает развитие сложных форм поведения животных. Обоняние у рептилий играет незначительную роль. На крыше промежуточного мозга располагается теменной орган, строение которого сходно со строением глаза. На важную роль зрения в жизни пресмыкающихся указывают большие размеры долей

среднего мозга. Мозжечок, отвечающий за координацию движений, у рептилий развит лучше, чем у земноводных. Это объясняется тем, что пресмыкающиеся более подвижны и движения их значительно разнообразнее.

Строение органов слуха рептилий и амфибий очень похоже. Органы зрения представителей этих двух классов также имеют сходное строение. У ящериц имеется мигательная перепонка (третье веко). Вместе с нижним и верхним веками она защищает роговицу. У змей веки срастаются. Органом осязания у многих рептилий является длинный язык, раздвоенный на конце. В ротовой полости у пресмыкающихся расположен специальный орган химического чувства. У некоторых змей, которые питаются теплокровными животными, имеются термолокаторы.

Предками рептилий считают *сеймурий*. Они обладали признаками как амфибий, так и рептилий. Первые пресмыкающиеся (котилозавры) появились, вероятно, в начале каменноугольного периода палеозойской эры. Отделившийся от котилозавров подкласс синапсидных рептилий дал начало млекопитающим. Несмотря на разнообразие форм (среди них были хищные, растительноядные и насекомоядные), все звероподобные представляли собой исключительно наземных животных. Некоторые древние пресмыкающиеся вторично приспособились к водному образу жизни. Ихтиозавры внешне напоминали современных зубатых китов. Как и киты, они утратили задние конечности, но приобрели вертикальный, как у рыб, хвостовой плавник. Поскольку они утратили способность к выходу на сушу, то приобрели живорождение. К водным животным принадлежали и плезиозавры.

Из современных форм к котилозаврам наиболее близко стоят черепахи. Они выработали уникальное приспособление для защиты — панцирь, а строение их внутренних органов практически не изменилось.

Примитивными, мало изменившимися по сравнению с ископаемыми формами являются современные клювоголовые. К ним принадлежит единственный доживший до настоящего времени представитель — *гаттерия*, обитающая на островах около Новой Зеландии. Внешним обликом она напоминает ящерицу, ведет ночной образ жизни и питается разнообразной животной пищей. У гаттерии ясно выражен теменной орган, который напоминает глаз.

Очень большую и разнообразную группу пресмыкающихся составляют *архозавры*. В основании этой группы стоят псевдозухии — небольшие животные с относительно сильно развитыми задними ногами. От псевдозухий произошло большое количество разнообразных форм пресмыкающихся: летающие ящеры (птеродактили), крокодилы, дожившие до настоящего времени, и динозавры.

Наиболее многочисленной и разнообразной группой пресмыкающихся были динозавры. В эту группу входили как мелкие животные (размером с кошку и мельче), так и гиганты 30-метровой длины и массой 40–50 т. Они были представлены как хищниками, так и травоядными животными, могли передвигаться на четырех конечностях или только на двух задних конечностях. Динозавров подразделяют на две группы — ящеротазовых и птицетазовых. Наиболее яркие представители ящеротазовых — бронтозавр и диплодок. К птицетазовым относят игуанодона, стегозавра с двумя рядами костных треугольных пластин на спине и трицератопса с одним рогом на конце морды и двумя — над глазами.

От архозавров берут свое происхождение и птицы.

Расцвет пресмыкающихся приходится на конец триасового и юрский период. К концу мелового периода мезозойской эры основные группы древних пресмыкающихся вымерли.

Современные рептилии составляют четыре отряда: Клювоголовые, Чешуйчатые, Крокодилы и Черепахи.

Отряд Чешуйчатые распадается на 2 подотряда: ящерицы и змеи. Около 2000 видов ящериц сгруппированы в семейства. К ящерицам относятся гекконы, агамы, круглоголовки, игуаны, а также безногие ящерицы — веретеница и желтопузик. К этой же группе принадлежат вараны, достигающие очень больших размеров, сцинки и настоящие ящерицы, представители которых — *прыткая* и *живородящая ящерицы*. Подотряд змей также объединяет более 2 тыс. видов. Удавы — очень крупные змеи длиной до 10 м, живущие в тропиках Америки, Азии и Африки. К узовым относятся *обыкновенный уж*, *водяной уж*, медянка, кошачья змея и стрела-змея. У гадюковых (*обыкновенная гадюка*, *гремучая змея*, *щитомордник*) передние зубы имеют канал, по которому в тело жертвы попадает секрет ядовитой железы. Ядовиты и все представители семейства аспидовых (кобры). Семейство морских змей объединяет животных, вторично перешедших к водному образу

жизни и населяющих тропические районы Тихого и Индийского океанов.

Отряд Крокодилы объединяет около двух десятков близких между собой видов. Представители отряда — *нильский крокодил*, гавиал, живущий в Индии, американские аллигаторы и кайманы.

Отличительная черта представителей отряда Черепахи — наличие панциря. Его верхняя часть образована расширенными ребрами, так что черепаха живет внутри своей грудной клетки. Некоторые черепахи ведут водный образ жизни (*каретта*, *суновая черепаха*, *болотная черепаха*) и являются хищниками. Все сухопутные черепахи — растительноядные. К ним относятся *среднеазиатская* и *греческая черепахи*, а также *слоновая черепаха* с Галапагосских островов.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Кожа у пресмыкающихся
 - 1) плотно прилегает к телу
 - 2) образует подкожные лимфатические мешки
 - 3) имеет много желез
 - 4) выполняет дыхательную функцию
2. Число пальцев у ящерицы равно
 - 1) пяти на всех конечностях
 - 2) пяти только на передних конечностях
 - 3) пяти только на задних конечностях
 - 4) четырем на передних и пяти на задних конечностях
3. Неполная межжелудочковая перегородка имеется в сердце
 - 1) тритонов
 - 2) саламандр
 - 3) аксолотлей
 - 4) хамелеонов
4. У ящерицы в левом предсердии кровь
 - 1) венозная
 - 2) артериальная
 - 3) смешанная
 - 4) в сердце ящерицы только одно предсердие

5. У ящерицы смешанная кровь течет по
- 1) легочной артерии
 - 2) легочной вене
 - 3) правой дуге аорты
 - 4) левой дуге аорты
6. У пресмыкающихся третье веко — это
- 1) перепонка, защищающая глаза от механических повреждений
 - 2) перепонка, увлажняющая глаза
 - 3) подвижное веко, закрывающее глаз
 - 4) третьего века нет
7. В слуховом аппарате у пресмыкающихся имеются
- 1) наружное слуховое отверстие, среднее ухо и внутреннее ухо
 - 2) барабанная перепонка, среднее ухо и внутреннее ухо
 - 3) среднее ухо и внутреннее ухо
 - 4) только внутреннее ухо
8. При размножении пресмыкающихся самцы
- 1) вводят сперматозоиды в половое отверстие самки
 - 2) вводят сперматозоиды в клоаку самки
 - 3) прикрепляют комок спермы у входа в половое отверстие самки
 - 4) у разных видов могут быть разные варианты
9. К ящеротазовым динозаврам относится
- 1) бронтозавр
 - 2) игуанодон
 - 3) стегозавр
 - 4) трицератопс
10. Из современных рептилий наиболее близки к ископаемым котилозаврам представители отряда
- 1) Крокодилы
 - 2) Черепахи
 - 3) Клювоголовые
 - 4) Чешуйчатые
11. Животные, сочетавшие признаки амфибий и рептилий, называются
- 1) псевдозухии
 - 2) плезиозавры
 - 3) котилозавры
 - 4) сеймурии

12. Пресноводные черепахи — это животные, которые
- 1) живут на суше, но размножаются в воде
 - 2) живут в воде, но размножаются на суше
 - 3) живут и размножаются в воде
 - 4) живут и размножаются на суше, но охотятся в воде
13. Гадюка обыкновенная откладывает яйца
- 1) в песок
 - 2) в воду
 - 3) в сухие листья
 - 4) яиц не откладывает
14. Ядовитые змеи от общего числа всех змей составляют примерно
- 1) 50%
 - 2) 70%
 - 3) 10%
 - 4) 1–2%
15. Древние гигантские ящеры царствовали в
- 1) протерозое
 - 2) палеозое
 - 3) мезозое
 - 4) кайнозое

Выберите три правильных ответа.

16. У рептилий венозная кровь течет по
- 1) легочной артерии
 - 2) правой дуге аорты
 - 3) левой дуге аорты
 - 4) спинной аорте
 - 5) передней полой вене
 - 6) задней полой вене
17. Характерной особенностью змей является
- 1) отсутствие поясов конечностей
 - 2) отсутствие грудной клетки
 - 3) четырехкамерное сердце
 - 4) отсутствие барабанной перепонки
 - 5) сросшиеся прозрачные веки
 - 6) наружное оплодотворение
18. К отряду Чешуйчатые относится
- 1) плащеносная ящерица
 - 2) гадюка обыкновенная
 - 3) древесная игуана
 - 4) гаттерия
 - 5) каретта
 - 6) гавиал
19. Ядовитыми змеями являются
- 1) кобальтовая змея
 - 2) гремучая змея
 - 3) анаконда
 - 4) медянка
 - 5) песчаная эфа
 - 6) королевская кобра

20. Развитие с метаморфозом происходит у

- 1) обыкновенной гадюки
- 2) древесной игуаны
- 3) южноамериканской пипы
- 4) желтобрюхой жерлянки
- 5) обыкновенной чесночницы
- 6) ломкой веретеницы

21. Установите соответствие между пресмыкающимся и отрядом, к которому оно относится.

Пресмыкающееся	Отряд
1) гаттерия	А) Клювоголовые
2) каретта	Б) Чешуйчатые
3) гюрза	В) Черепахи
4) веретеница	
5) медянка	
6) агама	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	1	4	2	4	1	2	2	1	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	2	4	3	3	1,5,6	1,2,5	1,2,3	2,5,6	3,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	В	Б	Б	Б	Б

Класс Птицы. Общая характеристика класса.

Сезонные изменения в жизни птиц, гнездование, кочевка и перелеты. Происхождение птиц

Птицы — наземные позвоночные, приобретшие постоянную температуру тела и способность к полету. Приобретение способности к полету привело к интенсификации обменных процессов и возникновению совершенно уникальных адаптаций.

Ряд черт в строении птиц сближает их с рептилиями. У птиц отсутствуют кожные железы, развиваются роговые образования в покровах — щитки на цевках, роговой чехол клюва, когти. Тело птиц покрыто перьями, которые представляют собой производные роговых чешуй рептилий. В зависимости от расположения на теле и функций перья имеют разные названия. Перья, определяющие контуры тела, называются контурными. Под ними находятся пуховые перья и настоящий пух, обеспечивающие термоизоляцию. Крупные маховые перья образуют плоскость крыла. Сверху и снизу их частично прикрывают кроющие перья. Перья хвоста называются рулевыми. Перо состоит из стержня, погруженного нижним концом (очином) в кожу. К стержню крепятся мускулы, обеспечивающие движение пера. В обе стороны от стержня отходят бородки первого порядка. На них расположены бородки второго порядка. Сцепляясь друг с другом крючочками, бородки образуют опахала пера. У пуховых перьев и пуха бородки второго порядка отсутствуют. Настоящий пух имеет сильно укороченный стержень.

Кожа птиц тонкая и сухая, в ней отсутствуют кожные железы. Исключение составляет копчиковая железа, которая выделяет жироподобный секрет. Им птицы смазывают перья, что обеспечивает эластичность перьев и водоотталкивающие свойства. Железа располагается у основания хвоста.

Скелет птиц состоит из позвоночника, черепа, скелета конечностей и их поясов. Части скелета птиц существенно отличаются своим строением от аналогичных частей скелета других наземных позвоночных. Эти отличия связаны с приспособлениями к полету. Позвоночник птиц, как и рептилий, подразделяется на шейный, грудной, поясничный, крестцовый и хвостовой отделы. Для всех отделов позвоночника, кроме шейного и части хвостового, характерно сращение позвонков между собой. Шейный отдел позвоночника очень длинный и состоит из разного числа позвонков у разных видов птиц. Два первых шейных позвонка — атлант и эпистрофей, а также особый тип сочленения остальных позвонков обеспечивают подвижность шеи. Все позвонки грудного отдела прочно срастаются. К ним причленяются ребра. Ребра состоят из двух частей, такое строение ребер облегчает изменение объема грудной клетки, что очень важно для произведения актов вдоха и выдоха. Соседние ребра соединены между собой отростками, благодаря чему увеличивается прочность грудной

клетки. Поясничные позвонки также сливаются; спереди к ним прирастает последний грудной позвонок, а сзади — крестцовые и несколько хвостовых позвонков. Последние хвостовые позвонки тоже срастаются в одну кость, дающую опору рулевым перьям хвоста.

Для черепа птиц характерен крупный мозговой отдел, что связано с большими размерами головного мозга. Тонкие кости черепа срастаются до исчезновения швов. В черепе расположены очень крупные глазницы. Челюсти представлены клювом, покрытым роговым чехлом. Верхняя часть клюва называется надклювьем, а нижняя — подклювьем. Зубы у птиц отсутствуют.

Передние конечности у птиц преобразованы в крылья. На земле птица передвигается только на задних конечностях. С этим связаны изменения в скелете обеих пар конечностей и их поясов. Пояс передних конечностей состоит из парных лопаток, мощных вороньих костей (коракоидов) и ключиц, срастающихся в вилочку. Крупная грудина посредством ребер связана с позвоночником. Снизу грудина имеет специальный вырост — киль. К нему прикрепляются мощные грудные мышцы, обеспечивающие опускание крыла. Передняя конечность (крыло) состоит из плеча, предплечья и кисти. Кости плеча и предплечья аналогичны таковым у наземных позвоночных. Кости запястья и пясти сливаются и образуют пряжку, в результате кисть значительно удлинняется. В передней конечности птиц остаются только три пальца. Прочное прикрепление задних конечностей к позвоночнику достигается в результате формирования сложного крестца, к которому крепится тазовый пояс. Тазовый пояс птиц образован сросшимися костями и называется открытым, так как его левая и правая половины не срастаются на брюшной стороне. Это связано с тем, что птицы откладывают крупные яйца. Скелет задней конечности птиц состоит из бедра, голени и цевки, образованной сросшимися костями предплюсны и плюсны. Малая берцовая кость сильно уменьшена и прирастает к большой берцовой кости. Для птиц характерно уменьшение количества пальцев в задней конечности. Число пальцев колеблется от четырех до двух (страусы).

Большую часть мускулатуры туловища составляют мышцы, поднимающие и опускающие крылья (подключичные — подъем крыла и большие грудные мышцы — опускание крыла). Они крепятся к груди и ее выросту — килю. Длинные мышцы шеи обеспечивают сложные движения головы. При передвижении по земле птицы опи-

раются только на задние конечности, поэтому их мускулатура сильно развита и имеет сложное строение.

Температура тела постоянна, это обеспечивается повышенной интенсивностью обмена веществ. Пища в желудочно-кишечном тракте птиц переваривается очень быстро благодаря активному действию пищеварительных ферментов и увеличению поверхности всасывания стенок кишечника. Клюв у птиц лишен зубов, и функцию измельчения пищи берет на себя желудок. Он состоит из двух отделов: железистого и мускульного. В железистом желудке пища переваривается с помощью секрета, выделяемого пищеварительными железами. В мускульном желудке пища обрабатывается механически: она перетирается в результате сокращений его мощной мускулатуры. Внутренняя поверхность этого отдела желудка имеет плотную роговую выстилку и лишена желез. У многих (главным образом растительноядных) птиц эффективному перетиранию пищи в мускульном желудке способствуют мелкие камешки, выполняющие роль жерновов. Птицы специально заглатывают эти камешки во время кормежки. Пища изо рта попадает в глотку, а затем в пищевод, который у некоторых птиц образует специальное расширение — зоб. Из зоба пища попадает в желудок. Зоб служит для накопления и временного хранения пищи. Передний отдел тонкого кишечника называется двенадцатиперстной кишкой. В него открываются протоки поджелудочной железы и печени. На границе тонкого и толстого кишечника располагаются парные слепые кишки. Прямая кишка у птиц очень короткая, непереваренные остатки пищи в ней не накапливаются и быстро выводятся через клоаку наружу.

Органами дыхания являются легкие. Кроме легких в процессе дыхания принимают участие воздушные мешки. Воздух поступает через ноздри в ротовую полость, оттуда через гортань в длинную трахею. В месте разветвления трахеи на два бронха натянуты тонкие мембраны — голосовые связки. За счет колебания мембран, вызванных током воздуха, птицы издают разнообразные звуки. Для нагнетания воздуха в легкие и его выталкивания используются тонкостенные воздушные мешки. Они расположены между всеми внутренними органами, а некоторые даже заходят в трубчатые кости передних конечностей. Расширяясь и сжимаясь при опускании и поднятии грудины, они прокачивают воздух через легкие. При вдохе большая часть воздуха по бронху поступает в задние воздушные мешки, а небольшая

его порция попадает в легкие. При выдохе воздух из задних воздушных мешков направляется в легкие, а из легких — в передние воздушные мешки и оттуда через трахею выводится наружу. Таким образом, воздух проходит через легкие и при вдохе, и при выдохе. Это называется двойным дыханием. Такой механизм дыхания обеспечивает повышенное насыщение крови кислородом.

Кровеносная система птиц состоит из двух кругов кровообращения — большого и малого. У птиц происходит полное разделение артериального и венозного токов крови, поскольку в желудочке сердца образуется полная перегородка. В результате сердце становится четырехкамерным. Легочный (малый) круг кровообращения начинается легочной артерией, несущей кровь из правого желудочка в легкие. Из легких обогащенная кислородом кровь поступает в левое предсердие по парным легочным венам. Правая дуга аорты, относящаяся к большому кругу кровообращения, берет начало из левого желудочка. От нее отходят парные сонные артерии к голове и очень крупные артерии, снабжающие кровью мощные грудные мышцы и передние конечности. Правая дуга переходит в спинную аорту, от которой отходят сосуды ко всем органам.

В правое предсердие впадают три крупные вены. Две передние полые вены собирают кровь от головы и передних конечностей. От всех остальных органов кровь оттекает по венам, сливающимся в заднюю полую вену. Сердце у птиц довольно крупное по сравнению с размерами тела, и большая скорость циркуляции крови по сосудам обеспечивается высокой частотой сердечных сокращений, что особенно важно в полете.

Органы выделения у птиц — парные почки. От них отходят мочеточники, впадающие в клоаку. Мочевого пузыря у птиц нет. Конечным продуктом обмена служит мочева кислота. Этим обеспечивается экономия воды в организме. Продукты азотистого обмена выводятся из организма птиц вместе с экскрементами.

Органы размножения у самцов парные и представлены семенниками, от которых отходят семяпроводы, впадающие в клоаку. У самок имеется только левый яичник, и в клоаку открывается единственный левый яйцевод. Продвигаясь по яйцеводу, яйцеклетка одевается белковой, подскорлуповой и скорлуповой оболочками. Они образуются из веществ, выделяемых железами стенок яйцевода. Оплодотворение у птиц внутреннее.

Хорошо развитые органы чувств и соответствующие им отделы головного мозга обеспечивают ориентацию и сложную координацию движений птиц в полете. Развитие полушарий переднего мозга способствовало возникновению сложных форм поведения. Обонятельные доли переднего мозга невелики, что свидетельствует о незначительной роли обоняния в жизни птиц. Ведущий орган чувств у птиц — орган зрения, поэтому у них сильно развиты зрительные бугры среднего мозга. К полушариям переднего мозга сзади примыкает мозжечок. Он является центром координации движений и достигает у всех птиц очень больших размеров. Глаза у птиц очень крупные, большая плотность фоторецепторов сетчатки позволяет получить детальное изображение объекта. Многие птицы обладают цветовым зрением. Хорошо развиты подвижные веки с ресницами и мигательная перепонка. Орган слуха состоит из внутреннего, среднего и зачатков наружного уха. Птицы очень хорошо различают звуки в широком диапазоне частот, и звуковое общение играет в их жизни очень большую роль.

Большинство птиц приступает к размножению весной, когда повышается температура воздуха и увеличивается длина светового дня. Сроки откладки яиц во многом определяются не столько условиями, сложившимися на момент ее начала, сколько условиями (главным образом доступностью и обилием пищи), в которых будут появляться птенцы.

По степени развития вылупляющихся из яиц птенцов птиц делят на птенцовых и выводковых. У видов первого типа (воробьиные, дятлы, голуби и др.) птенцы слепые, почти или полностью голые, неспособны сами добывать корм. У птиц, принадлежащих ко второму типу, птенцы рождаются зрячими, опушенными, активно передвигаются, способны добывать корм. Птицы с таким типом развития гнездятся в основном на земле; покинув гнездо вскоре после вылупления, птенцы в него больше никогда не возвращаются. Некоторые виды (чайки, хищные птицы и др.) занимают промежуточное положение между этими двумя типами. Их птенцы рождаются в плотном пуховом наряде, они могут передвигаться, но неспособны сами добывать корм.

Все птицы делятся на перелетных, кочующих и оседлых. Перелетные птицы каждый год улетают в определенные места зимовок, которые могут быть удалены на значительные расстояния (до 10 тыс.

км и даже дальше) от районов их гнездования. Кочующие птицы (снегири, свиристели, синицы) не совершают регулярных перелетов в строго определенных направлениях. Они зимуют в районах, ближайших к месту их гнездования, зимние условия которых для них наиболее оптимальны. Оседлые птицы проводят зиму в тех же местах, где размножаются (воробьи, тетерева, голуби).

Предками птиц считаются примитивные рептилии. Долгое время было известно единственное ископаемое животное, внешним обликом отдаленно напоминавшее современных птиц, — археоптерикс. Пять отпечатков этого животного было найдено в юрских отложениях Германии. Археоптерикс сочетал признаки как рептилий (наличие зубов, длинного хвоста из 20 позвонков, свободных пальцев в передней конечности; отсутствие кия), так и птиц (перьевой покров, характерное строение плечевого пояса и задней конечности). Согласно современным представлениям, археоптерикс выработал приспособления к полету параллельно с птицами и не является их прямым предком.

Современные птицы относятся к трем надотрядам: Бескилевые, Пингвины и Килевые. К Бескилевым относятся африканские и южноамериканские страусы, а также казуары и киви. Все представители надотряда неспособны к полету: у них слабо развиты крылья и на груди отсутствует киль. Передвигаются эти птицы исключительно по земле на задних конечностях.

Отличительная особенность Пингвинов — способность к плаванию и нырянию. В воде они двигаются с помощью крыльев, а не задних конечностей, как другие водоплавающие птицы. Распространены пингвины в Южном полушарии.

Большинство современных птиц относится к надотряду Килевых.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. В коже у птиц железы
 - 1) полностью отсутствуют
 - 2) имеется только одна железа, выделяющая секрет для смазывания перьев
 - 3) имеются в большом количестве
 - 4) имеются у всех, кроме водоплавающих

2. Крылья без слитных опахал имеют
- 1) утки
 - 2) страусы
 - 3) воробьи
 - 4) орлы
3. Птицы отличаются от пресмыкающихся наличием в скелете
- 1) шейного отдела позвоночника
 - 2) крестцового отдела позвоночника
 - 3) цевки
 - 4) грудной клетки
4. Цевка у птиц — это
- 1) сросшиеся кости голени
 - 2) сросшиеся ключицы
 - 3) несколько сросшихся мелких костей стопы
 - 4) несколько сросшихся мелких костей кисти
5. Сколько пальцев на задней конечности голубя?
- 1) 3
 - 2) 4
 - 3) 6
 - 4) пальцы отсутствуют
6. Киль имеется у
- 1) всех птиц
 - 2) только летающих птиц
 - 3) летающих и плавающих птиц
 - 4) летающих и бегающих птиц
7. Большие грудные мышцы у птиц
- 1) прикрепляются к килю
 - 2) поднимают крылья в полете
 - 3) составляют 80% от массы тела птицы
 - 4) участвуют в дыхательных движениях грудной клетки
8. Желудок птиц имеет
- 1) один отдел — мускульный
 - 2) два отдела — железистый и мускульный
 - 3) два отдела — мускульный и цедильный
 - 4) три отдела — железистый, мускульный и цедильный

9. В воздушных мешках у птиц газообмен осуществляется
- 1) только в покое
 - 2) только при полете
 - 3) постоянно
 - 4) газообмен отсутствует
10. От левого желудочка сердца птиц отходит
- 1) левая дуга аорты
 - 2) правая дуга аорты
 - 3) легочная артерия
 - 4) легочная вена
11. Частота сердечных сокращений у птиц
- 1) может достигать 500 и более уд./мин.
 - 2) не превышает 150 уд./мин.
 - 3) не превышает 100 уд./мин.
 - 4) не превышает 80 уд./мин.
12. Нормальная температура тела птиц составляет
- 1) 32–33 °C
 - 2) 36–37 °C
 - 3) 41–42 °C
 - 4) колеблется в зависимости от температуры окружающей среды
13. К кочующим птицам относится
- 1) воробей
 - 2) грач
 - 3) стриж
 - 4) соловей
14. Из органов чувств у дневных хищных птиц лучше всего развиты
- 1) органы зрения
 - 2) органы слуха
 - 3) органы обоняния
 - 4) все перечисленные органы развиты одинаково
15. К Бескилевым относится
- 1) пингвин
 - 2) голубь
 - 3) сова
 - 4) страус

Выберите три правильных ответа.

16. Тазовые кости у птиц срастаются с
- 1) первыми хвостовыми позвонками
 - 2) последними хвостовыми позвонками
 - 3) крестцовыми позвонками
 - 4) поясничными позвонками
 - 5) всеми грудными позвонками
 - 6) спереди друг с другом

17. Общий объем головного мозга у птиц по сравнению с пресмыкающимися возрастает за счет увеличения
- 1) продолговатого мозга
 - 2) мозжечка
 - 3) среднего мозга
 - 4) промежуточного мозга
 - 5) больших полушарий переднего мозга
 - 6) обонятельных долей переднего мозга
18. К птенцовым птицам относятся
- 1) гусь
 - 2) воробей
 - 3) тетерев
 - 4) рябчик
 - 5) беркут
 - 6) филин
19. Перелетными птицами являются
- 1) журавли
 - 2) лебеди
 - 3) аисты
 - 4) снегири
 - 5) дрозды
 - 6) сойки
20. Какой из признаков, найденных у археоптерикса, роднит его с пресмыкающимися?
- 1) 4 пальца на задних конечностях
 - 2) 3 пальца на передних конечностях
 - 3) наличие в челюстях зубов
 - 4) длинный хвостовой отдел позвоночника
 - 5) наличие цевки
 - 6) удлинённая форма черепа

21. Установите соответствие между названиями птиц и надотрядом, к которому они относятся.

Название	Надотряд
1) киви	А) Бескилевые
2) казуары	Б) Килевые
3) пингвины	В) Плавающие
4) лебеди	
5) совы	
6) гуси	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	2	3	3	2	3	1	2	4	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	3	2	1	4	1,3,4	2,3,5	2,5,6	1,2,3	3,4,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
A	A	B	B	B	B

Класс Млекопитающие.

Общая характеристика класса.

Отряды млекопитающих

Млекопитающие — это высший класс наземных позвоночных животных. Млекопитающие приобрели теплокровность и перешли к живорождению. Для поддержания постоянной высокой температуры тела необходимо интенсифицировать обмен веществ. Это достигается благодаря принципиальным изменениям в строении многих систем органов млекопитающих. Наиболее существенные преобразования произошли в пищеварительной, дыхательной и кровеносной системах. Особенности строения покровов млекопитающих обеспечивают эффективную терморегуляцию: волосяной покров способствует сохранению тепла, а при испарении секрета многочисленных потовых кожных желез организм животного охлаждается.

У млекопитающих имеются два типа волос: остевые и пуховые. Остевые волосы образуют мех, а пуховые — подпушь, или подшерсток. Прослойка воздуха между волосками подшерстка предохраняет животное от излишней потери тепла. На подбородке, вокруг носа, губ, над глазами, на щеках и на некоторых других участках тела млекопитающих имеются отдельные крупные жесткие волосы — вибриссы. Это органы осязания.

Кожа млекопитающих образована двумя слоями: эпидермисом и дермой. В ней расположены сальные и потовые железы. Протоки сальных желез открываются у основания волоса и выделяют жировой секрет, который смазывает волос и делает его эластичным. Через потовые железы выводятся продукты обмена (наряду с органами

выделения). Большую роль потовые железы играют в процессах терморегуляции. Для млекопитающих характерны также специфические кожные пахучие железы. Они играют важную роль в общении животных между собой (мечение территории, обнаружение полового партнера и т. д.). Млечные железы представляют собой видоизмененные потовые железы. Молоко, которое выделяют эти железы, содержит вещества (белки, жиры, углеводы, минеральные соли, витамины и др.), необходимые для нормального развития и роста новорожденных детенышей.

Скелет млекопитающих делится на осевой скелет (позвоночник), скелет головы (череп) и скелет свободных конечностей и их поясов. Позвоночник состоит из шейного, грудного, поясничного, крестцового и хвостового отделов. Шейный отдел позвоночника почти у всех млекопитающих (за исключением ленивцев и ламантинов) содержит семь позвонков. Особое строение двух первых шейных позвонков (атланта и эпистрофея) обеспечивает подвижность головы. К позвонкам грудного отдела прикрепляются ребра. Нижними концами они соединяются с грудиной, образуя грудную клетку. Число ребер и грудных позвонков различно (12–18). Поясничные позвонки массивные, особенно у крупных животных. Число их колеблется от 5 до 7. Крестцовые позвонки (их обычно 2–4, но у некоторых видов может быть до 9) срастаются между собой, образуя крестец. Количество позвонков в хвостовом отделе у разных млекопитающих зависит от длины хвоста животного.

Для черепа млекопитающих характерна большая черепная коробка (мозговой отдел), в которой расположен крупный головной мозг. Основная часть лицевого отдела черепа занята носовой полостью, содержащей носовые раковины. Они являются частью дыхательной системы (проходя через них, воздух согревается, очищается и увлажняется). Кроме того, задние раковины носовой полости покрыты обонятельным эпителием. За счет того, что верхние дыхательные пути отделены от ротовой полости твердым небом (сросшимися челюстными и небными костями), млекопитающие могут одновременно дышать и обрабатывать пищу во рту. В нижней челюсти отсутствуют мелкие кости, каждая ее половина состоит лишь из одной кости. Благодаря этому челюсть становится более прочной.

Скелет передней конечности млекопитающих состоит из пояса и скелета свободной конечности. Пояс передней конечности у плацентарных млекопитающих включает парные лопатки, прикрепляющиеся к позвоночнику с помощью мышц, и ключицы. У многих хорошо бегающих млекопитающих (собака, лошадь, гепард) ключицы отсутствуют. Тазовый пояс состоит из двух тазовых костей, образованных в результате срастания седалищной, лобковой и подвздошной костей. Скелет свободных конечностей построен по общему для наземных животных плану. Передняя конечность состоит из плечевой (плечо), лучевой и локтевой костей (предплечье), костей запястья, пясти и фаланг пальцев (кисть). В задней конечности им соответствуют бедренная (бедро), большая и малая берцовые кости (голень) и кости предплюсны, плюсны и фаланг пальцев.

Мускулатура образована группами мышц головы, шеи, туловища, конечностей и хвоста. Сложное строение имеют мышцы конечностей, обуславливающие разнообразие движений. У млекопитающих развита подкожная мускулатура. Она образует почти сплошной слой под кожей животного, принимает участие в образовании щек и губ. С помощью подкожной мускулатуры приводятся в движение определенные участки кожи на голове, а также губы и уши, что служит для выражения эмоционального состояния животного. Подкожная мускулатура играет важную роль в терморегуляции, приводя в движение волосы.

Пищеварительный тракт у млекопитающих начинается ротовым отверстием, окруженным мягкими губами. Губы служат детенышам для сосания материнского молока. Губы принимают участие в захвате пищи взрослыми животными. Обработка пищи начинается уже в ротовой полости. Твердая пища размельчается зубами. У большинства млекопитающих они делятся на резцы, клыки, предкоренные и коренные. Зубы очень прочные, имеют сложное строение и сидят в особых ячейках на челюстях. Схема строения зубной системы варьируется в различных отрядах. У грызунов и зайцеобразных, например, отсутствуют клыки, но зато очень сильно развиты резцы. У хищников клыки крупные, служат для удержания добычи, а для ее разгрызания звери пользуются так называемыми «хищными» зубами. В ротовой полости пищевые частицы смачиваются слюной и подвергаются действию пищеварительных ферментов, содержащихся в слюне. Из ротовой полости пища попадает в глотку, а по пищеводу — в желудок. За же-

лудком следует тонкий кишечник, начальный отдел которого, как и у всех позвоночных, называется двенадцатиперстной кишкой. В нее открываются протоки печени и поджелудочной железы. На границе тонкого и толстого кишечника находится небольшая слепая кишка, где обитают симбиотические бактерии. С помощью выделяемых ими ферментов здесь переваривается растительная клетчатка. Поэтому у растительноядных млекопитающих (например, у зайцеобразных и многих грызунов) этот отдел кишечника развит гораздо лучше, чем у видов, питающихся белковой пищей (хищных). В толстом кишечнике всасывается вода и формируются каловые массы. Продолжением толстой кишки является прямая кишка. У плацентарных и сумчатых млекопитающих она заканчивается анальным отверстием, а у однопроходных конечный отдел прямой кишки преобразуется в клоаку.

Дыхательная система начинается ноздрями, через которые воздух попадает сначала в носовую полость, имеющую сложное строение, а затем в гортань. В носовой полости воздух нагревается, увлажняется и очищается от различных твердых примесей. Благодаря развитию твердого и мягкого неба воздухоносные пути полностью отделены от ротовой полости, и воздух беспрепятственно поступает в организм. Во время прохождения пищи в пищевод отверстие гортани закрывается расположенным над ним хрящевым надгортанником. За гортанью начинается трахея, стенки которой снабжены хрящевыми полукольцами, не дающими стенкам трахеи спадаться. Трахея разделяется на два бронха, которые, войдя в легкие, многократно ветвятся. Концевые участки бронхов называются бронхиолами. Они ведут в полость легочных пузырьков (альвеол), тонкие стенки которых густо оплетены кровеносными капиллярами. Здесь происходит газообмен между находящимся в легких воздухом и кровью. Общая поверхность альвеол очень велика. Легкие одеты плеврой, которая соприкасается с плеврой, выстилающей грудную клетку изнутри. Между обоими листками плеврой воздуха нет, поэтому при расширении грудной клетки легкие, давление воздуха внутри которых равно атмосферному, расширяются. При сужении грудной клетки легкие сжимаются. Изменение объема грудной клетки осуществляется мышцами. Характерная особенность дыхательной системы млекопитающих — наличие диафрагмы — мышцы, разделяющей полость тела на грудную и брюшную. Диафрагма участвует в дыхании: на вдохе при ее сокращении

(вместе с сокращением межреберных мышц) увеличивается объем грудной полости и в легкие засасывается воздух. При расслаблении этих мышц происходит пассивный выдох.

Кровеносная система состоит из двух кругов кровообращения — большого и малого. Сердце четырехкамерное, благодаря чему венозный и артериальный токи крови полностью разделены. Поэтому все части тела получают богатую кислородом кровь. Малый круг кровообращения представлен системой легочных артерий и вен и устроен принципиально так же, как у всех наземных позвоночных. У млекопитающих, в отличие от птиц, сохраняется только левая дуга аорты. Она берет начало от левого желудочка и относится к большому кругу кровообращения.

Выделительная система представлена парными почками. Строение почек усложнилось по сравнению с другими наземными позвоночными: увеличилось количество клубочков, почечные канальцы значительно удлинились, поверхность соприкосновения их с кровеносными сосудами сильно возросла. От почек отходят мочеточники, по которым моча попадает в мочевой пузырь. От него начинается мочеиспускательный канал, открывающийся у плацентарных млекопитающих наружу самостоятельным отверстием.

Органы размножения. Семенники у большинства млекопитающих находятся в особом мешочке — мошонке. В них развиваются сперматозоиды; созревая, они попадают в семяпровод, открывающийся в мочеиспускательный канал. Мочеиспускательный канал проходит в совокупительный орган и открывается в его основании отверстием. Таким образом, у самцов мочеиспускательный канал служит для выведения мочи и половых продуктов. У самок половая система образована парными яичниками и яйцеводами. Яичники лежат в брюшной полости недалеко от воронок яйцеводов. Расширенные задние отделы яйцеводов, сливаясь, образуют матку, открывающуюся во влагалище. Оплодотворение у млекопитающих внутреннее; в половые пути самки сперматозоиды вводятся с помощью полового члена. Оплодотворение происходит в верхней части яйцевода, после чего яйцеклетка попадает в матку, где развивается зародыш. Наружная оболочка зародыша срастается со слизистой оболочкой матки, и образуется плацента (детское место). Плацента характерна только для плацентарных млекопитающих. Через плаценту осуществляется питание и дыхание зародыша. В плаценте сосуды оболочки зародыша тесно переплетаются с

сосудами матки, но не переходят одни в другие. Зародыш окружен амнионом (одна из зародышевых оболочек), который заполнен жидкостью. Благодаря этому зародыш предохранен от вредных последствий сотрясений, которые испытывает организм матери при беге, прыжках и т. д.

После периода беременности (развития зародыша внутри организма матери), продолжительность которого у разных видов млекопитающих неодинакова, на свет появляются детеныши. Количество их у разных представителей класса сильно варьируется; они могут быть как абсолютно беспомощными (у многих грызунов, хищных, приматов), так и вполне развитыми (у копытных). Детеныши всех млекопитающих в течение некоторого времени питаются материнским молоком, вырабатываемым млечными железами самок. У большинства млекопитающих млечные железы открываются на сосках. Число сосков различно и зависит от возможного количества детенышей в помете.

Отличительный признак строения центральной нервной системы млекопитающих — развитие крупных полушарий переднего отдела головного мозга, покрытых складчатой корой. Полушария настолько велики, что прикрывают промежуточный мозг и часть среднего мозга. В коре сосредоточены центры, воспринимающие зрительные, слуховые, осязательные и другие раздражения, а также двигательные и ассоциативные центры. Кора служит центром сбора информации, поступающей от всех органов чувств; в ней также формируются условные рефлексы. В среднем мозге имеются передние бугры, отвечающие за первичную обработку зрительной информации, и задние бугры — центры слуха. У млекопитающих хорошо развит мозжечок, также имеющий много извилин. Этот отдел головного мозга отвечает за поддержание равновесия и координацию движений. Продолговатый мозг связывает головной мозг со спинным мозгом.

Ведущие органы чувств млекопитающих — органы обоняния, осязания и слуха; значение органов зрения в жизни млекопитающих значительно меньше, чем в жизни птиц. Орган зрения (глаз) имеет практически такое же строение, как орган зрения всех наземных позвоночных. Хрусталик имеет вид двояковыпуклой линзы, аккомодация осуществляется за счет изменения его кривизны. Глаза снабжены подвижными веками с ресницами; во внутреннем углу глаза имеется рудиментарная мигательная перепонка. Орган слуха образован на-

ружным, средним и внутренним ухом. Наружное ухо представлено ушной раковиной, необходимой животному для определения положения источника звука, и наружным слуховым проходом. Наружный слуховой проход отделен от среднего уха барабанной перепонкой. В среднем ухе расположены три слуховые косточки — молоточек, наковальня и стремечко, передающие колебания барабанной перепонки во внутреннее ухо. Звук воспринимается клетками улитки, которая имеет вид спиральной перепончатой трубки и лежит во внутреннем ухе. Органы равновесия очень хорошо развиты. Млекопитающие совершают быстрые, сложные движения, поэтому восприятие любых изменений положения тела в пространстве для них исключительно важно.

Считается, что предками млекопитающих были звероподобные рептилии, появившиеся в верхнем карбоне. По некоторым признакам они были близки к современным млекопитающим. Так, зубы у них располагались в ячейках, имели корни и дифференцировались на резцы, клыки и коренные; головной мозг был сильно увеличен; конечности находились под туловищем, а не по бокам от него, как у пресмыкающихся. Непосредственными предками современных млекопитающих стали представители небольшой ветви этих рептилий — мелкие животные, приспособившиеся к ночному образу жизни в зарослях растительности. Обитание в таких условиях привело к прогрессивному развитию органов обоняния, осязания и слуха. После того как большая часть древних рептилий вымерла в меловом периоде, млекопитающие заняли господствующее положение, освоив практически все среды обитания: воздушную (летучие мыши, крыланы), водную (китообразные, ластоногие) и наземную (большая часть остальных млекопитающих). Расцвет млекопитающих приходится на кайнозойскую эру. В конце третичного периода кайнозойской эры существовало уже много отрядов современных млекопитающих.

Из современных млекопитающих наиболее близки к предковым формам представители *подкласса Первозвери* (клоачные, или однопроходные). К этому подклассу относятся утконос, ехидна и проехидна, обитающие в Австралии, Тасмании и Новой Зеландии. Все эти животные яйцекладущие. Ехидна и проехидна вынашивают яйца в сумке. Утконос ведет водный образ жизни, а яйца высидывает в норах. Вылупившиеся детеныши питаются молоком, которое слизывают с голого участка кожи на брюхе матери. Сосков нет. Челюсти одно-

проходных преобразованы в клюв. У ехидны клюв длинный и относительно тонкий, а у утконоса — широкий, похож на утиный.

К подклассу *Сумчатые* относят около 270 видов животных, обитающих в Австралии, Новой Гвинее, Тасмании и Южной Америке. Для животных этого подкласса характерно рождение у них очень мелких недоразвитых детенышей. Самки донашивают их в специальных сумках на брюхе, внутри которых находятся соски. На начальных стадиях развития детеныши плотно присасываются к соскам, и молоко впрыскивается им в рот при сокращении специальной мускулатуры молочной железы.

Большинство видов современных млекопитающих относится к подклассу *Плацентарные*. Отличительная черта этой группы — образование плаценты. К подклассу Плацентарные принадлежат 17 отрядов млекопитающих. Наиболее известны и многочисленны по количеству входящих в них видов отряды: насекомоядных (кроты, ежи, землеройки, выхухоли), рукокрылых (крыланы и летучие мыши), грызунов (мыши, крысы, полевки, белки, бурундуки, сурки), зайцеобразных (зайцы, кролики, пищухи), хищных (львы, тигры, медведи, волки, собаки, хорьки, выдры), ластоногих (моржи, тюлени, морские котики), китообразных (дельфины, киты, кашалоты), парнокопытных (коровы, свиньи, бараны, олени, зубры), непарнокопытных (лошади, куланы, ослы, носороги) и приматов (лемуры, мартышки, павианы, макаки, гориллы, человек).

Задания

Выберите один правильный ответ

1. Численность млекопитающих составляет примерно
 - 1) 500 видов
 - 2) 5000 видов
 - 3) 50 000 видов
 - 4) более 500 000 видов
2. Млекопитающие отличаются от остальных позвоночных наличием
 - 1) терморегуляции
 - 2) костных ячеек в челюстях для зубов
 - 3) диафрагмы
 - 4) четырехкамерного сердца

3. Среди позвоночных животных наружное ухо имеется у
 - 1) млекопитающих
 - 2) млекопитающих и рептилий
 - 3) млекопитающих и амфибий
 - 4) млекопитающих, птиц и пресмыкающихся
4. Живорождение присуще
 - 1) всем млекопитающим
 - 2) только плацентарным млекопитающим
 - 3) всем плацентарным и всем сумчатым млекопитающим
 - 4) всем плацентарным и некоторым сумчатым млекопитающим
5. У млекопитающих кровеносные сосуды матери и зародыша срастаются в
 - 1) пуповине
 - 2) плаценте
 - 3) стенке матки
 - 4) сосуды не срастаются
6. Детеныши развиваются в матке у
 - 1) всех млекопитающих
 - 2) плацентарных
 - 3) сумчатых
 - 4) всех плацентарных и всех сумчатых млекопитающих
7. Предками млекопитающих считаются
 - 1) стегоцефалы
 - 2) парапитеки
 - 3) зверозубые ящеры
 - 4) птицы
8. Лишены сплошного волосяного покрова представители отряда
 - 1) ластоногих
 - 2) китообразных
 - 3) рукокрылых
 - 4) приматов
9. Бурозубка является типичным представителем отряда
 - 1) грызунов
 - 2) зайцеобразных
 - 3) насекомоядных
 - 4) рукокрылых
10. К отряду непарнокопытных относится
 - 1) лось
 - 2) олень
 - 3) осел
 - 4) жираф

11. Клоака имеется у
- | | |
|-------------|-------------|
| 1) утконоса | 3) дельфина |
| 2) кенгуру | 4) тюленя |
12. Горностай относится к семейству
- | | |
|-------------|---------------|
| 1) кошачьих | 3) волчьих |
| 2) куньих | 4) виверровых |
13. К отряду насекомоядных не относится
- | | |
|---------|---------------|
| 1) еж | 3) ехидна |
| 2) крот | 4) землеройка |
14. Однокамерный желудок у
- | | |
|-----------|-----------|
| 1) козы | 3) осла |
| 2) коровы | 4) барана |
15. Человек относится к типу
- | |
|------------------|
| 1) Приматы |
| 2) Млекопитающие |
| 3) Позвоночные |
| 4) Хордовые |

Выберите три правильных ответа.

16. Донашивает детеныша в сумке
- | | |
|------------|-------------|
| 1) ехидна | 4) опоссум |
| 2) утконос | 5) выхухоль |
| 3) кенгуру | 6) капибара |
17. К отряду непарнокопытных относится
- | | |
|------------|----------|
| 1) бегемот | 4) тапир |
| 2) носорог | 5) олень |
| 3) кабан | 6) зебра |
18. Ключицы не развиты у представителей отряда
- | | |
|--------------------|------------------|
| 1) парнокопытных | 4) рукокрылых |
| 2) непарнокопытных | 5) насекомоядных |
| 3) хищных | 6) китообразных |
19. К жвачным животным относится
- | | |
|------------|-----------|
| 1) олень | 4) жираф |
| 2) кабан | 5) пекарь |
| 3) бегемот | 6) бык |

20. К человекообразным обезьянам относят

- | | |
|-------------|----------------|
| 1) макак | 4) павианов |
| 2) шимпанзе | 5) горилл |
| 3) мартышек | 6) орангутанов |

21. Установите соответствие между названием животного и отрядом, к которому оно относится.

Животное	Отряд
1) землеройка	А) Зайцеобразные
2) выхухоль	Б) Грызуны
3) белка	В) Насекомоядные
4) пищуха	
5) ондатра	
6) буроzubка	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	3	1	3	4	4	3	2	3	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	2	3	3	4	1,3,4	2,4,6	1,2,3	1,4,6	2,5,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
В	В	Б	А	Б	В

Раздел III. ЧЕЛОВЕК И ЕГО ЗДОРОВЬЕ

Общий обзор организма человека.

Органы и системы органов.

Краткие сведения о строении и функциях эпителиальной, соединительной, мышечной и нервной тканей

С известными допущениями можно сказать, что организм человека подразделяется на системы органов. Система органов выполняет в организме свою определенную функцию. Органы, составляющие систему, имеют сходное эмбриональное происхождение и связаны между собой анатомически. В организме человека обычно выделяют следующие системы: опорно-двигательную, кровеносную, дыхательную, пищеварительную, выделительную, эндокринную, нервную, половую. Иногда отдельно выделяют лимфатическую систему.

Орган — это обособленная часть организма, имеющая определенную форму, строение, расположение и приспособленная для выполнения какой-то функции. Орган состоит из нескольких тканей, но один или два вида ткани обычно преобладают. Например, нервная система в основном образована нервной тканью, а опорно-двигательная — соединительной и мышечной тканями.

Ткань — система клеток и неклеточных образований, имеющих общее происхождение, строение и выполняющих в организме сходные функции. Выделяют четыре основные группы тканей: эпителиальную, соединительную, мышечную и нервную.

Эпителиальные ткани подразделяются на покровные и железистые. *Покровный эпителий* образует внешние покровы тела, слизистые оболочки ротовой полости, носоглотки, верхних дыхательных путей, всех полых внутренних органов, а также выстилает брюшную, плевральную и околосердечную полости. Клетки покровной ткани очень плотно прилегают друг к другу, поэтому межклеточного вещества здесь мало, сосудов нет, клетки всегда располагаются на соединительной ткани. Поскольку эпителиальные клетки постоянно подвергаются механическим, химическим, температурным воздействиям, они быстро гибнут и заменяются новыми, так как обладают высокой способностью к регенерации. По происхождению эпителий может быть производным эктодермы или энтодермы.

Покровный эпителий может быть: однослойным — выстилает легочные альвеолы, почечные каналы, стенки желудка и кишечника, верхние дыхательные пути, и многослойным — образует верхние слои кожного эпидермиса (ороговевающий) либо слизистые рта, пищевода, роговицу глаза (неороговевающий).

Покровный эпителий выполняет следующие функции:

- 1) защитную — предохраняет глубже лежащие ткани и органы от механических и химических повреждений, проникновения инфекций, ультрафиолетового излучения;
- 2) обменную — участвует в процессах переваривания и всасывания пищевых веществ, выделении продуктов метаболизма, газообмене;
- 3) рецепторную — воспринимает обонятельные и вкусовые раздражители.

Железистый эпителий образует большинство желез (печень, поджелудочную, щитовидную, слюнные, потовые и др.) и выполняет секреторную функцию. Клетки железистого эпителия вырабатывают и выделяют различные физиологически активные вещества: пищеварительные ферменты, гормоны.

Соединительные ткани состоят из клеток и большого количества межклеточного вещества, которое вырабатывают сами клетки. Межклеточное вещество представлено основным веществом и волокнами коллагена или эластина. Основное вещество из полисахаридов и белков определяет консистенцию ткани, коллагеновые волокна придают ткани прочность, а эластиновые — упругость. Эти ткани также обладают высокой способностью к регенерации. По происхождению все соединительные ткани развиваются из мезодермы.

Соединительные ткани делят на: собственно соединительные, хрящевую, костную и ткани внутренней среды организма.

К собственно соединительным относят:

- 1) *плотную волокнистую* — встречается в связках, сухожилиях, фасциях, перепонках, стенках сосудов, обеспечивая им прочность и эластичность;
- 2) *рыхлую волокнистую* — образует остов внутренних органов, сопровождает нервы и сосуды;
- 3) *жировую* — образует ложе некоторых внутренних органов и подкожную жировую клетчатку; выполняя запасующую и защитную функции;

- 4) *ретикулярную* — образует кроветворные органы: красный костный мозг, селезенку, лимфатические узлы.

Для *хрящевой ткани* характерны относительно крупные клетки и плотное, упругое межклеточное вещество. Она покрывает суставные поверхности, образует межпозвоночные диски, входит в состав гортани, трахеи, бронхов, ушной раковины.

Самой прочной является *костная ткань*, которая содержит много коллагеновых волокон, а также солей кальция, фосфора, магния. Костная и хрящевая ткани образуют скелет, который защищает глубже лежащие органы и выполняет опорную функцию.

К тканям внутренней среды относят жидкие ткани — *кровь* и *лимфу*. Межклеточным веществом крови является жидкая плазма, а клетками — форменные элементы. Эти ткани обеспечивают гуморальную связь всех органов и тканей организма, участвуют в поддержании гомеостаза, обмене веществ, обеспечении иммунитета.

Таким образом, соединительные ткани выполняют следующие функции:

- 1) механическую, или опорную, — образуют скелет, связки и сухожилия;
- 2) соединительную — кровь и лимфа связывают воедино все органы и ткани организма;
- 3) защитную — клетки крови вырабатывают антитела и осуществляют фагоцитоз, участвуют в заживлении ран и регенерации органов;
- 4) кроветворную — образуют лимфатические узлы, селезенку, красный костный мозг;
- 5) трофическую, или обменную, — кровь и лимфа участвуют в обмене веществ.

Мышечные ткани образованы мышечными клетками (волокнами), в цитоплазме которых имеются нити сократительных белков актина и миозина. Основные свойства этой ткани — возбудимость, проводимость и сократимость. По происхождению мышечные ткани являются производными мезодермы. Различают гладкую и поперечно-полосатую мышечные ткани.

Гладкая мышечная ткань входит в состав стенок внутренних органов и сосудов, состоит из мелких веретеновидных клеток с одним ядром, нити актина и миозина расположены в них неупорядоченно.

Поперечно-полосатую мышечную ткань, в свою очередь, подразделяют на скелетную и сердечную. Волокно скелетной ткани достигает 10–12 см в длину, непосредственно под оболочкой располагается множество ядер и митохондрий, а центральную часть клетки занимают миофибриллы, до 1000 в каждом мышечном волокне. Каждая миофибрилла состоит из нитей сократительных белков актина и миозина, чередование которых и создает поперечную исчерченность скелетной мускулатуры.

Сердечная мышечная ткань образует средний слой стенки сердца — миокард — и имеет особенное строение. Ее мелкие одноядерные богатые митохондриями клетки соединены в единую сеть специальными контактами так, чтобы возбуждение с одного волокна быстро передавалось соседним и большие участки сердечной мышцы сокращались бы одновременно.

Итак, основными функциями мышечной ткани являются:

- 1) двигательная — движение тела и его частей; сокращение стенок желудка, кишечника, мочевого пузыря, артериальных сосудов, сердца;
- 2) защитная — защита органов, находящихся в грудной клетке, и особенно в брюшной полости, от внешних механических воздействий.

Нервная ткань образована нервными клетками (нейронами) и нейроглией. Нейроны обладают особыми свойствами — возбудимостью и проводимостью.

Обычно нейрон имеет тело неправильной формы, одно ядро, как правило, в центре клетки и отростки двух видов: многочисленные короткие дендриты, ветвящиеся под острым углом вблизи тела, и единственный длинный аксон, передающий электрические сигналы от нейрона к другим клеткам. Аксон может быть «голым» либо покрытым жироподобным веществом миелином, которое в данном случае выполняет ту же функцию, что и изоляция для электрического провода: чем толще оболочка, тем надежнее изоляция и больше скорость проведения сигналов по аксону ($v_{\text{max}} = 120\text{--}130$ м/с). Между нейронами расположены многочисленные клетки нейроглии, выполняющие по отношению к нейронам «обслуживающие» функции: защитную, опорную и питательную.

Нервная ткань образует центральную (головной и спинной мозг) и периферическую (нервы и нервные узлы) нервную систему. По про-

исхождению нервная ткань — производная эктодермы. Нервная ткань выполняет важнейшую функцию по снабжению организма информацией о происходящем во внешней среде, объединяет различные органы и системы в целостный организм.

Опорно-двигательная система человека.

Строение костей, соединения костей.

Скелет человека, отделы скелета

Опорно-двигательная система человека состоит из скелета и мышц и выполняет следующие функции:

- 1) опорную — для всех других систем и органов;
- 2) двигательную — обеспечивает передвижение тела и его частей в пространстве;
- 3) защитную — предохраняет от внешних воздействий органы грудной и брюшной полости, мозг, нервы, сосуды.

Скелет человека составляет около 15% от массы тела. Различные авторы насчитывают в составе скелета от 206 до 230 костей. Самой длинной костью скелета является бедренная, ее длина составляет в среднем 27,5% от роста человека, а самой маленькой — одна из слуховых косточек среднего уха — стремечко.

Строение костей. В состав костной ткани входят органические вещества, придающие ей упругость (коллаген), и неорганические вещества, главным образом минеральные соли фосфора, кальция, магния. Минеральные соли придают костям твердость. В костях детей больше органических веществ, и они более упруги, чем кости взрослого человека. Наиболее прочны кости у людей в возрасте 20–40 лет. У пожилых людей из-за нарушений минерального обмена кости становятся хрупкими.

Под микроскопом видно, что кость состоит из огромного числа трубочек, называемых остеонами. Остеон представляет собой несколько слоев тончайших костных пластинок, расположенных концентрически вокруг канала, по которому проходят кровеносные сосуды, питающие остеон, и нервные волокна. Между костными пластинками расположены костные клетки — остециты — с многочисленными отростками. Если костные трубочки уложены в кости плотно, то образуется так называемое компактное вещество кости, а если костные пластинки пересекаются под разными углами, образуя полости (ячейки), то это губчатое вещество кости.

В качестве примера рассмотрим строение бедренной кости. Средняя часть кости называется трубкой, или диафизом, а концевые суставные головки — эпифизами. Внутри диафиза находится канал, наполненный желтым костным мозгом. Поэтому такие кости, как бедренная, называются трубчатыми. Стенка диафиза образована компактным веществом и покрыта снаружи особой оболочкой из соединительной ткани — надкостницей. В надкостнице проходит большое число кровеносных сосудов и расположено множество болевых рецепторов. Внутренний слой надкостницы состоит из особых клеток — остеобластов. Делясь, остеобласты образуют костное вещество, за счет чего кость растет в толщину. Кроме того, остеобласты играют ведущую роль при срастании переломов. Эпифизы бедренной кости образованы губчатым веществом, ячейки которого заполнены красным костным мозгом. Снаружи эпифизы покрыты очень прочным и гладким гиалиновым хрящом толщиной около 0,5 мм. Этот хрящ сводит к минимуму трение между костями в суставах.

В детском возрасте кости в значительной степени состоят из хрящевой ткани, а с возрастом происходит постепенное их окостенение. В последнюю очередь происходит замена хряща на кость в области шеек костей, то есть между диафизом и эпифизами. В этих областях клетки хряща делятся, за счет чего и происходит рост костей в длину. Окончательное окостенение шеек длинных костей происходит у женщин к 16–18 годам, а у мужчин немного позднее — к 20–22 годам. После этого рост человека прекращается.

Трубчатые кости делят на длинные (кости бедра, голени, плеча и предплечья) и короткие (фаланги пальцев). Различают также губчатые кости (ребра, грудина, кости запястья и предплюсны), плоские кости (лопатки, тазовые кости, кости мозговой части черепа), смешанные кости (кости основания черепа).

Соединения костей необходимы либо для обеспечения движения одной кости относительно другой, либо для получения прочной механической структуры из нескольких костей. Таким образом, различают подвижные, полуподвижные и неподвижные соединения костей.

Подвижные соединения — суставы. Чаще всего сустав состоит из суставных поверхностей костей, покрытых хрящом, причем эти поверхности по форме строго соответствуют друг другу. Место контакта костей прикрыто прочной оболочкой из соединительной ткани —

суставной сумкой, образующей герметичную суставную полость. В суставной полости находится суставная жидкость, необходимая для уменьшения трения в суставе.

Неподвижные соединения костей характерны, например, для соединения костей мозговой части черепа. При этом небольшие выступы одной кости заходят в выемки на другой кости. Получающийся при этом шов очень прочен, прочнее окружающих его костей. Неподвижные соединения образуются и при срастании нескольких костей в одну (тазовые кости).

Промежуточной формой сочленения костей является *полуподвижное соединение*. В этом случае кости соединены между собой через упругие хрящевые прокладки. К полуподвижным соединениям относят соединения позвонков в шейном, грудном и поясничном отделах, соединение ребер с грудиной.

Скелет человека состоит из следующих отделов: скелета головы, скелета туловища, скелета конечностей. Основа скелета туловища — позвоночный столб, состоящий из 33–34 позвонков. Позвонок состоит из тела и дуги с несколькими отростками. Дуги позвонков замыкают позвоночные отверстия, которые, располагаясь друг над другом, образуют позвоночный канал, где проходит спинной мозг. Тела позвонков соединены между собой через хрящевые межпозвоночные диски и удерживаются при помощи многочисленных связок. Благодаря такому соединению большая часть позвоночника является упругой и гибкой. Так как хрящевые диски могут сжиматься, то к вечеру рост человека уменьшается на 1–2 см, а при больших физических нагрузках даже больше.

Позвоночник делится на отделы: шейный (7 позвонков), грудной (12 позвонков), поясничный (5 позвонков), крестцовый (5 позвонков) и копчиковый (4–5 позвонков). Чем ниже расположен позвонок в позвоночнике, тем больше на него нагрузка и тем массивнее его тело. В связи с переходом людей к прямохождению в позвоночнике образовались четыре изгиба, два из которых — лордозы — направлены выпуклостью вперед (шейный и поясничный), а другие два — кифозы — выпуклостью назад (грудной и крестцовый). Благодаря лордозам и кифозам обеспечивается надежная амортизация головного мозга при ходьбе, беге, прыжках.

Верхний шейный позвонок — атлант — не имеет тела, а его дуги срослись с костями основания черепа.

Грудной отдел позвоночника состоит из 12 грудных позвонков, которые соединены с 12 парами ребер. Семь верхних пар ребер подвижно соединены с грудной костью, или грудиной. С восьмой по десятую пары ребер соединены не прямо с грудиной, а через хрящи с вышележащими ребрами. Одиннадцатая и двенадцатая пары ребер, отходя от позвоночника, не доходят до грудины, а оканчиваются свободно в мышцах. Грудина состоит из рукоятки, к которой присоединяются ключицы, тела, к которому присоединяются 1–7 пары грудных ребер, и мечевидного отростка. Грудные позвонки, ребра и грудина образуют грудную клетку, в которой расположены сердце, легкие, трахея и пищевод. Благодаря движениям грудной клетки осуществляется внешнее дыхание.

Поясничный отдел позвоночника образован пятью массивными поясничными позвонками.

Пять крестцовых позвонков срастаются в единый прочный крестец, сросшийся с тазовыми костями. Такая мощная конструкция образовалась для того, чтобы обеспечить опору телу при прямохождении, и характерна только для человека. Окончательное сращение крестцовых позвонков происходит обычно к 18–20 годам.

Копчиковый отдел позвоночника у человека образован 4–5 маленькими сросшимися позвонками.

Скелет головы — череп, его подразделяют на мозговой и лицевой отделы. Мозговой отдел черепа образован неподвижно соединенными костями: лобной, двумя теменными, двумя височными, затылочной, клиновидной и решетчатой. У новорожденного ребенка эти кости соединены между собой через многочисленные прослойки соединительной ткани и хряща, образующих роднички. Роднички делают череп эластичным, что необходимо при родах. Кроме того, объем мозга после рождения человека увеличивается за несколько первых лет жизни приблизительно в 5–6 раз, и необходимо, чтобы объем мозгового отдела черепа также соответственно возрастал. Окончательное окостенение черепных швов происходит только к 20–25 годам. Кости мозгового отдела пронизаны многочисленными отверстиями, через которые проходят кровеносные сосуды и нервы. Самое крупное отверстие расположено в затылочной кости — через него спинной мозг соединяется с головным. Большие полости имеются в височных костях, где расположены органы слуха и равновесия.

Лицевой отдел черепа образован многочисленными парными и непарными костями. Все они, за исключением нижней челюсти, соединены между собой неподвижно. В ячейках костей верхней и нижней челюсти находятся корни зубов.

Скелет плечевого пояса служит для соединения скелета верхней конечности с остальным скелетом. В его состав входят две лопатки и две ключицы. Лопатки — плоские треугольные кости, расположенные на задней стороне грудной клетки и соединенные с ней только посредством мышц. Ключицы — S-образные кости, соединенные с грудиной и лопаткой. Скелет свободной верхней конечности образован плечевой костью, костями предплечья (локтевой и лучевой) и костями кисти. Скелет кисти образован восемью костями запястья (у взрослого человека две кости срастаются, и остается семь), расположенными в два ряда; пятью костями пясти и фалангами пальцев. В большом пальце две фаланги, в остальных — по три.

Скелет тазового пояса служит для соединения скелета нижней конечности с позвоночником. Тазовый пояс образован двумя тазовыми костями, каждая из которых состоит из сросшихся подвздошной, седалишной и лобковой костей. В месте соединения этих костей находится вертлужная впадина, в которую входит головка бедренной кости.

Скелет нижних конечностей образован бедренной костью, костями голени (большой и малой берцовой) и костями стопы. Стопа состоит из семи костей предплюсны, самая крупная из которых — пяточная, пяти костей плюсны и фаланг пальцев (две в большом пальце и по три в остальных).

Мышцы человека, их строение и функции.

Поперечно-полосатые мышцы.

Гладкие мышцы

Различают два вида мышц: поперечно-полосатые (скелетные и сердечная) и гладкие. Основная особенность мышечных клеток состоит в том, что они способны преобразовывать химическую энергию АТФ в механическую энергию сокращения.

Поперечно-полосатые мышцы выполняют в организме целый ряд функций: передвижение человека и частей его тела в пространстве; поддержание позы; дыхание; жевание и глотание; артикуляция и ми-

мика; защита внутренних органов. Большая часть поперечно-полосатых мышц прикреплена к костям скелета, их и называют скелетными. К скелетным мышцам относят мышцы головы, туловища, конечностей. Мускулатура у мужчин составляет 30–40% от массы тела. У тренированных людей этот показатель достигает 50%. В теле человека насчитывают около 400 мышц.

Скелетные мышцы прикреплены к костям сухожилиями. Большинство скелетных мышц обеспечивает движение какого-либо сустава. Они делятся на сгибатели и разгибатели сустава, на приводящие и отводящие сустав, на вращатели сустава (внутри и наружу). Обычно в любом движении сустава участвуют несколько групп мышц. Так как движение каждого сустава находится под контролем высших отделов нервной системы, работа всех групп мышц, обслуживающих какой-либо сустав, происходит согласованно. Так, если необходимо согнуть локтевой сустав, то двуглавая мышца сокращается, а разгибатель (трехглавая), соответственно, расслабляется, чтобы не мешать движению сустава. Если же двуглавая и трехглавая мышцы одновременно сократятся, развивая одинаковое усилие, то локтевой сустав зафиксирован в каком-то определенном положении.

Каждая мышца покрыта соединительнотканной оболочкой — фасцией, отделяющей ее от других мышц. Эти оболочки переходят в сухожилия, которые образованы очень прочными соединительнотканными оболочками, сросшимися с костью.

Поперечно-полосатые мышцы образованы длинными тонкими многоядерными клетками, которые называются мышечными волокнами. Поперечно-полосатые мышцы сокращаются произвольно, то есть по нашему желанию. Сокращаются мышцы рефлекторно, то есть под действием нервных импульсов из соответствующих отделов центральной нервной системы, приходящих по аксонам двигательных нейронов. Когда к мышечному волокну приходит нервный импульс, оно сокращается и укорачивается, а при сокращении многих волокон укорачивается и вся мышца.

Примером сгибательного рефлекса может служить коленный рефлекс. Рецепторы этого простейшего двигательного рефлекса лежат в сухожилиях мышц, и когда невропатолог ударяет молоточком по сухожилию, рецептор растяжения возбуждается и посылает нервные импульсы в спинной мозг. Тела этих нейронов находятся в специаль-

ных узлах, расположенных вдоль спинного мозга. По аксону чувствительного нейрона возбуждение (сигнал о том, что сухожилие растянуто) достигает двигательного нейрона, или мотонейрона. Тела мотонейронов расположены в передних рогах серого вещества спинного мозга. Мотонейрон возбуждается, по его аксону возбуждение достигает ноги, мышца возбуждается и сокращается.

Аксон мотонейрона ветвится в мышце и образует нервно-мышечные окончания (синапсы) на нескольких мышечных волокнах. Мотонейрон и те мышечные волокна, которыми этот мотонейрон управляет, вместе называются двигательной единицей. В глазных мышцах, где требуются очень тонкие движения, один мотонейрон управляет всего 2–5 мышечными волокнами, то есть двигательная единица очень маленькая. В икроножной мышце, которая не должна совершать очень тонких движений, двигательная единица включает до 1000 волокон.

На работу мышц тратится большое количество АТФ. Вот почему содержание этого вещества в мышцах заметно выше, чем в клетках большинства органов. Скелетные мышцы способны развивать значительные усилия. Так, одно мышечное волокно, сокращаясь, способно поднять груз весом до 200 миллиграммов.

Чем чаще сокращается какая-либо мышца и чем выше на нее нагрузка, тем быстрее развивается в ней утомление. *Утомлением* называется временное снижение работоспособности мышц. Причины утомления заключаются в том, что при работе в мышце накапливаются продукты обмена, препятствующие ее нормальному сокращению: молочная кислота, фосфорная кислота, калий и др. Кроме того, при длительной работе происходит утомление в тех отделах мозга, которые управляют движениями. Однако при кратковременном прекращении работы, то есть отдыхе, работоспособность мышц быстро восстанавливается, так как кровь удаляет из мышц вредные продукты обмена.

Поперечно-полосатые мышцы подразделяют на несколько групп: мышцы верхних и нижних конечностей, мышцы живота, мышцы груди, мышцы спины, мышцы шеи и головы. Мышцы головы подразделяют на жевательные и мимические.

Гладкие мышцы входят в состав стенок внутренних органов: желудка, кишечника, матки, мочевого пузыря и др., а также большинства кровеносных сосудов. Гладкие мышцы сокращаются медленно и

непроизвольно. Гладкомышечные клетки имеют одно ядро и невелики, их длина не более 0,5 мм. Основой сократимости гладких мышц, так же как и поперечно-полосатых, является взаимодействие белков актина и миозина. Однако нити актина и миозина расположены в клетках гладких мышц не так упорядоченно, и скорость скольжения актина относительно миозина в 100 раз медленнее, чем в поперечно-полосатых мышцах. Поэтому гладкие мышцы сокращаются медленно — в течение десятков секунд. Но благодаря этому тратится меньше АТФ, образуется меньше продуктов обмена и гладкие мышцы могут находиться в состоянии сокращения очень долго, утомление в них практически не развивается. Например, мышцы стенок артерий находятся в сокращенном состоянии всю жизнь человека. Клетки гладких мышц очень тесно прижаты друг к другу, и между ними образованы специальные контакты, через которые возбуждение свободно переходит с одной клетки на другую. Поэтому при возбуждении одной клетки может возбудиться вся гладкая мышца, и по ней пройдет волна сокращения. Это очень важно для нормальных движений стенок желудка и кишечника.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. В скелет человека входит немногим более
 - 1) 100 костей
 - 2) 150 костей
 - 3) 200 костей
 - 4) 250 костей
2. От сухого веса кости органические вещества составляют
 - 1) 1/5
 - 2) 1/3
 - 3) 1/2
 - 4) 2/3
3. Какой отдел позвоночника человека не может состоять из пяти позвонков?
 - 1) шейный
 - 2) поясничный
 - 3) крестцовый
 - 4) копчиковый
4. В позвоночнике человека срослись между собой следующие позвонки
 - 1) шейные
 - 2) грудные
 - 3) поясничные
 - 4) крестцовые

5. У позвонков какого отдела остистые отростки сильно наклонены вниз?
 - 1) шейного
 - 2) грудного
 - 3) поясничного
 - 4) крестцового
6. Ключица соединена с
 - 1) лопаткой и грудиной
 - 2) ребрами и грудиной
 - 3) грудиной и позвоночником
 - 4) позвоночником и лопаткой
7. Тазовые кости соединены со следующим отделом позвоночника
 - 1) поясничным
 - 2) крестцовым
 - 3) копчиковым
 - 4) грудным
8. Трубчатой костью является
 - 1) плечевая
 - 2) ключица
 - 3) лопатка
 - 4) коленная чашечка
9. Плоской костью является
 - 1) бедренная
 - 2) подвздошная
 - 3) ребро
 - 4) малая берцовая
10. В полостях трубчатых костей находится
 - 1) красный костный мозг
 - 2) желтый костный мозг
 - 3) межклеточная жидкость
 - 4) лимфа
11. Полуподвижно соединены между собой
 - 1) тазовые кости
 - 2) позвонки шейного отдела
 - 3) кости крыши черепа
 - 4) бедро и голень
12. Подвижно соединены между собой
 - 1) ребра и грудина
 - 2) все лицевые кости
 - 3) бедро и голень
 - 4) кости основания черепа
13. Непосредственно с грудиной соединяются следующие пары ребер
 - 1) все
 - 2) I–VII
 - 3) VIII–X
 - 4) XI–XII

14. Непарной костью является
- 1) верхнечелюстная
 - 2) затылочная
 - 3) теменная
 - 4) височная
15. К мозговому отделу черепа принадлежат следующие кости
- 1) скуловые
 - 2) теменные
 - 3) верхнечелюстные
 - 4) небные

Выберите три правильных ответа.

16. К лицевому отделу черепа относятся следующие кости
- | | |
|-------------|-------------------|
| 1) лобная | 4) затылочная |
| 2) носовая | 5) нижнечелюстная |
| 3) скуловая | 6) решетчатая |
17. Трубчатыми костями являются
- | | |
|-------------|--------------------|
| 1) теменные | 4) фаланги пальцев |
| 2) позвонки | 5) кости пясти |
| 3) ребра | 6) берцовые |
18. Губчатыми костями являются
- | | |
|-------------|---------------------|
| 1) плечевая | 4) лучевая |
| 2) позвонок | 5) большая берцовая |
| 3) грудина | 6) пяточная |
19. Парными костями являются
- | | |
|--------------------|-------------------|
| 1) теменная | 4) нижнечелюстная |
| 2) височная | 5) затылочная |
| 3) верхнечелюстная | 6) клиновидная |
20. Неподвижно соединены
- 1) кости крыши черепа
 - 2) 1-й шейный позвонок и затылочная кость
 - 3) позвонки и ребра
 - 4) лопатка и ключица
 - 5) позвонки копчика между собой
 - 6) кости таза и крестец

21. Установите соответствие между названием кости и частью скелета человека, к которой эта кость принадлежит.

Название кости	Часть скелета
1) лопатка	А) пояс верхних конечностей
2) подвздошная кость	Б) пояс нижних конечностей
3) пяточная кость	В) свободные нижние конечности
4) ключица	
5) малая берцовая кость	
6) лобковая кость	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	3	2	1	4	2	1	2	1	2	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	3	2	2	2	2,3,5	4,5,6	2,3,6	1,2,3	1,5,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	А	В	Б

**Внутренняя среда организма:
кровь, тканевая жидкость, лимфа.**

**Учение И.И. Мечникова о защитных свойствах крови.
Иммунитет. Борьба с эпидемиями**

Внутренняя среда организма — это кровь, лимфа и тканевая жидкость, омывающая клетки организма. Для внутренней среды характерно относительное постоянство состава, физических и химических свойств. Благодаря этому и создаются относительно постоянные условия существования всех клеток и тканей организма (гомеостаз). В поддержании гомеостаза участвуют органы, которые доставляют необходимые для нормальной работы организма вещества и удаляют из организма продукты распада. Для поддержания гомеостаза необходимо сохранение в организме относительно постоянного количества воды и электролитов. Исходя из этого, становится понятным, что

одна из главнейших ролей в поддержании гомеостаза принадлежит крови.

Лимфа — это бесцветная, почти прозрачная жидкость. Однако лимфа грудного протока и лимфатических сосудов кишечника через 6–8 часов после приема жирной пищи имеет молочно-белый цвет, так как в ней содержатся эмульгированные жиры, всосавшиеся в кишечнике. Она отличается от плазмы тем, что содержание белков в плазме примерно в два раза выше, чем в лимфе. В лимфе, как и в плазме крови, содержится фибриноген, то есть она способна к свертыванию. Лимфа, оттекающая от разных органов тканей, имеет разный состав, так, например, лимфа в лимфатических сосудах желез внутренней секреции содержит гормоны. В лимфе содержится небольшое число лейкоцитов, которые попадают в лимфу из кровеносных капилляров через тканевую жидкость. При повреждении кровеносных капилляров (например, при ионизирующей радиации) в тканевую жидкость может поступить значительное количество не только лейкоцитов, но и эритроцитов, которые затем перейдут в лимфатические капилляры. В лимфе грудного протока содержится много лимфоцитов, которые образуются в лимфатических узлах; с током лимфы эти лимфоциты уносятся в кровь.

Лимфатические сосуды — это «дренажная» система, удаляющая избыток тканевой жидкости. Еще одна важная функция лимфатической системы обусловлена тем, что оттекающая от тканей лимфа проходит через лимфатические узлы. В этих узлах задерживаются некоторые чужеродные частицы, например, бактерии и даже пылевые частицы. В лимфатических узлах образуются лимфоциты, которые участвуют в создании иммунитета.

Тканевая жидкость — это связующее звено между кровью и лимфой. Она есть в межклеточных пространствах всех тканей и органов. Из этой жидкости клетки поглощают необходимые им вещества и выделяют в нее продукты обмена. По составу она близка к плазме крови, отличается от плазмы меньшим содержанием белка. Состав тканевой жидкости меняется в зависимости от проницаемости кровеносных и лимфатических капилляров, от особенностей обмена веществ клеток и тканей. При нарушении лимфообращения тканевая жидкость может накапливаться в межклеточных пространствах, что приводит к образованию отеков.

Кровь — это жидкая соединительная ткань. Она состоит из плазмы и форменных элементов. Плазма — это жидкое межклеточное вещество, форменные элементы — это клетки крови. Плазма составляет 50–60% объема крови и на 90% состоит из воды. Остальное — это органические (около 9,1%) и неорганические (около 0,9%) вещества плазмы. К органическим веществам относятся белки (альбумин, гамма-глобулин, фибриноген и др.), жиры, глюкоза, мочевины. Благодаря наличию в плазме фибриногена кровь способна к свертыванию — важной защитной реакции, спасающей организм от кровопотери.

Эритроциты — это красные кровяные клетки; у млекопитающих и человека они не содержат ядра. Имеют двояковогнутую форму; диаметр их примерно 7–8 мкм. Суммарная поверхность всех эритроцитов примерно в 1500 раз больше поверхности тела человека. В 1 мм³ крови их содержится 4–5 млн. Образуются они в красном костном мозге и выполняют дыхательную функцию — транспортируют кислород и частично углекислый газ. Транспортная функция эритроцитов обусловлена тем, что в них содержится белок гемоглобин, в состав которого входит двухвалентное железо. Разрушается гемоглобин в печени и селезенке. Содержание гемоглобина в крови составляет 130–160 г/л у мужчин и 120–140 г/л у женщин. При снижении содержания гемоглобина или количества эритроцитов развивается анемия. Количество эритроцитов в крови увеличивается при гипоксии (недостатке кислорода) и уменьшается при анемии. Эритроциты — это долгоживущие клетки крови: они живут 30–120 дней.

Вторая группа форменных элементов крови — это *лейкоциты*. Это бесцветные клетки. Они содержат ядра и по размеру больше эритроцитов. В 1 мм³ содержится 4–9 тыс. лейкоцитов. Образуются они в красном костном мозге и селезенке, а также в лимфатических узлах.

Лейкоциты делятся на две группы: зернистые (гранулоциты) и незернистые (агранулоциты). К первой группе относятся нейтрофилы (50–79% всех лейкоцитов), эозинофилы и базофилы. Ко второй группе относятся лимфоциты (20–40% всех лейкоцитов) и моноциты. Нейтрофилы, моноциты и эозинофилы обладают наибольшей способностью к фагоцитозу, обеспечивают клеточный иммунитет. Некоторые фагоциты обладают амебодным способом движения и могут выходить из кровяного русла в ткани. Лимфоциты обеспечивают гуморальный иммунитет. Лимфоциты могут жить очень долго; они обладают

«иммунной памятью», то есть усиленной реакцией при повторной встрече с чужеродным телом. Т-лимфоциты — тимусзависимые лейкоциты. Это клетки-киллеры — они убивают чужеродные клетки. Есть также Т-лимфоциты-хелперы — они стимулируют иммунитет, взаимодействуя с В-лимфоцитами. В-лимфоциты участвуют в образовании антител.

Фагоцитоз и создание иммунитета — это и есть основные функции лейкоцитов. Кроме того, лейкоциты играют роль санитаров, так как уничтожают погибшие клетки. Число лейкоцитов увеличивается после еды, при тяжелой мышечной работе, при воспалительных процессах, инфекционных болезнях. Уменьшение числа лейкоцитов ниже нормы (лейкопения) может быть признаком тяжелого заболевания.

Тромбоциты, или кровяные пластинки, — самые мелкие форменные элементы. В 1 мм^3 их содержится 200–400 тысяч. Образуются они в красном костном мозге. Основная функция тромбоцитов — участие в свертывании крови, так как при их разрушении в плазму выходят факторы свертывания. При снижении числа тромбоцитов (тромбоцитопении) свертываемость крови снижается.

При крупных кровопотерях и некоторых заболеваниях пациентам делают **переливание крови** от донора (человека, который отдает кровь) к реципиенту (человеку, которому переливают кровь). При этом необходимо учитывать совместимость крови, так как при переливании несовместимой крови происходит слипание («склеивание») эритроцитов и они погибают. У людей различают 4 группы крови. У людей с I группой крови на поверхности эритроцитов нет агглютиногенов («склеиваемых» веществ), а в плазме есть оба типа агглютининов (их обозначают буквами греческого алфавита — альфа и бета; агглютинины — это «склеивающие» вещества). В связи с этим эту группу обозначают как нулевую (0). Люди, имеющие 0 группу крови (таких людей около 40%), — универсальные доноры, но им самим можно переливать кровь только 0 группы. Объясняется это тем, что кровь 0 группы не может «склеиться» (эта реакция называется агглютинацией): ведь в ней нет склеиваемых веществ — агглютиногенов. В эритроцитах крови II группы (группы А) содержится агглютиноген А, а в плазме — агглютинин бета. В эритроцитах III группы (группы В) — агглютиноген В, а в плазме — агглютинин альфа. Кровь людей II и III группы можно переливать только тем людям, у кого такая же группа крови, или же

людям с IV группой крови. В эритроцитах крови IV группы (группы АВ) — агглютиногены А и В; агглютининов в плазме у этой группы крови нет. Люди с IV группой крови (их около 6%) — универсальные реципиенты, так как им можно переливать кровь всех четырех групп.

Кроме того, при переливании крови надо учитывать резус-фактор (Rh-фактор). Этот фактор содержится в эритроцитах у 86% людей. Кровь этих людей называют резус-положительной. Если такую кровь перелить людям, кровь которых резус-отрицательна (не содержит резус-фактора), то в крови у последних образуются специальные агглютиногены и вещества, приводящие к слипанию и разрушению эритроцитов. Повторное переливание резус-положительной крови вызовет склеивание и разрушение (гемолиз) эритроцитов и может привести к смерти. Именно поэтому каждый человек должен знать свою группу крови и какая это кровь — резус-положительная или резус-отрицательная.

Защитные свойства организма выражаются в целом ряде защитных механизмов. К ним относятся, например, способность крови и лимфы к свертыванию (существование противосвертывающей системы), способность сердечно-сосудистой системы перераспределять кровоток в зависимости от потребности органов в доставке кислорода, способность кожи к защите внутренних органов от действия ультрафиолетового излучения, барьерная функция печени, обезвреживающая обезвреживание ядовитых продуктов распада, и т. д.

Процесс свертывания крови активизируется при повреждении стенок сосудов. Основные этапы этого процесса следующие: из клеток поврежденных тканей и тромбоцитов высвобождается тромбопластин. Под его влиянием в присутствии катионов кальция содержащийся в плазме белок протромбин превращается в тромбин. Белок протромбин образуется в печени, и для его образования необходим витамин К, который синтезируется в кишечнике при участии его микрофлоры. Далее под действием тромбина в присутствии кальция происходит образование из находящегося в плазме в растворенном состоянии белка фибриногена нерастворимого белка фибрина. В присутствии кальция и нескольких других факторов свертывания крови фибриноген полимеризуется, образуются нити фибрина, а из нитей фибрина образуется сеть, в ячейках которой задерживаются клетки крови, то есть формируется рыхлый кровяной сгусток. Этот процесс в норме идет несколько минут. Через несколько часов сгу-

сток сжимается, из него выделяется сыворотка, а на месте исходного сгустка образуется плотный тромб, который состоит из нитей фибрина и клеток крови. Фибриноген содержится и в лимфе, но процесс свертывания лимфы идет гораздо медленней.

Наряду со свертывающей системой в организме существует противосвертывающая система, которая препятствует образованию тромба в нормальных условиях и обеспечивает рассасывание тромба после восстановления поврежденной стенки сосуда. Основным белок этой системы — гепарин. Регуляцию обеих систем — свертывания и противосвертывания — обеспечивают нервная и гуморальная системы.

Одна из важнейших задач организма — это защита от генетически чужеродных веществ. Эту функцию выполняет иммунная система организма. **Иммунитет** (от лат. *immunitas* — освобождение, избавление от чего-либо) — это невосприимчивость организма к инфекционным и неинфекционным агентам, у которых есть антигенные свойства. Антигены — это чужеродные органические вещества с высоким молекулярным весом. При проникновении в организм антигены могут вызывать образование специфических белков — антител. Антитела выделяют В-лимфоциты. Антигены соединяются с антителами, которые возникли в организме под их влиянием, и в результате этой реакции образуется комплекс «антиген-антитело». Антигенные свойства есть у бактерий, вирусов, некоторых ядовитых веществ. Антигенными свойствами может обладать донорская кровь.

Различают следующие виды иммунитета:

Естественный врожденный иммунитет передается по наследству. Так, например, люди невосприимчивы к чуме рогатого скота, а кошки и собаки — к столбнячному токсину.

Естественный приобретенный иммунитет формируется, когда организм получает иммунные тела через плаценту или с материнским молоком. Такой иммунитет приобретается пассивно. Если антитела образуются после перенесенного заболевания, то формируется активный иммунитет.

Искусственный активный иммунитет вырабатывается при введении вакцины, которая содержит ослабленные или убитые возбудители или их ядовитые продукты обмена — токсины; такой иммунитет сохраняется очень долго. Вакцинация была разработана французским микробиологом Луи Пастером в 1881 г.

Искусственный пассивный иммунитет возникает при введении лечебной сыворотки, уже содержащей готовые антитела; такой иммунитет сохраняется недолго.

Первая линия защиты организма от возбудителей инфекционных заболеваний — это кожа и слизистые оболочки. В выделениях потовых и сальных желез содержатся вещества, которые вызывают гибель возбудителей заболевания, — это естественные факторы иммунитета (например, белок лизоцим, который есть в слюне). К естественным факторам относятся и интерфероны — белки, вырабатываемые клетками в ответ на проникновение вирусов. Эти белки препятствуют размножению вирусов. Воспаление — это тоже защитная реакция организма на проникающую инфекцию.

Важный фактор иммунитета — описанная выше фагоцитарная активность лейкоцитов. Явление фагоцитоза было открыто И.И. Мечниковым в 1882 г. В 1908 г. он получил за это открытие Нобелевскую премию.

Фагоцитоз и создание иммунитета — это и есть основные функции лейкоцитов.

Инфекционные заболевания вызываются патогенными бактериями (сыпной тиф, чума, холера, сифилис, туберкулез, ангина и т. д.) или вирусами (грипп, СПИД, герпес, гепатит, корь, бешенство, натуральная оспа, энцефалит, многие злокачественные опухоли и т. д.).

Меры борьбы с инфекционными заболеваниями сводятся к следующим: дезинфекция, ультрафиолетовое облучение, стерилизация (нагрев до 120 °C), пастеризация (нагрев продуктов несколько раз до 60–70 °C), уничтожение переносчиков, изоляция больных, соблюдение мер личной гигиены. Заболевших бактериальными инфекциями лечат антибиотиками, а вирусными инфекциями — противовирусными препаратами.

При эпидемии какого-либо инфекционного заболевания необходимо проводить вакцинацию, принимать препараты, активирующие иммунную систему человека (например, интерферон).

Вирус иммунодефицита человека (ВИЧ) поражает Т-лимфоциты, которые относятся к группе хелперов (помощников). Это резко подавляет клеточный и гуморальный иммунитет. Развивается иммунодефицитное состояние — организм оказывается беззащитным перед возбудителями инфекционных болезней, а также перед развитием опухолей.

Заражение происходит от человека, больного СПИДом (синдромом приобретенного иммунодефицита), или от вирусоносителя (ВИЧ-инфицированного человека). Заражение может произойти при половом контакте, переливании крови, при использовании шприцев, игл, медицинских инструментов, загрязненных кровью больных СПИДом или вирусоносителей. Основные группы риска — наркоманы, гомосексуалисты, проститутки, люди, больные гемофилией (при этой болезни необходимо часто переливать кровь, и поэтому высока опасность проникновения вируса СПИДа). Меры защиты — это прежде всего здоровый образ жизни. Кроме того, необходим тщательный контроль за донорской кровью, обследование людей, относящихся к группам риска, а также людей, которые контактировали с ВИЧ-инфицированными или больными СПИДом. Необходимы применение одноразовых шприцев, стерилизация хирургических инструментов. Необходимо соблюдение правил личной гигиены.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Объем крови в организме взрослого человека составляет примерно
 - 1) 2 л
 - 2) 3 л
 - 3) 5 л
 - 4) 6,5 л
2. Какую из функций крови не выполняет плазма?
 - 1) дыхательную
 - 2) питательную
 - 3) выделительную
 - 4) все вышеперечисленные функции
3. Сыворотка крови — это плазма, лишенная
 - 1) протромбина
 - 2) тромбина
 - 3) фибриногена
 - 4) фибрина
4. Для превращения фибриногена в фибрин необходимы ионы
 - 1) цинка
 - 2) натрия
 - 3) магния
 - 4) кальция

5. Основу тромба составляет
- 1) фибриноген
 - 2) фибрин
 - 3) тромбин
 - 4) форменные элементы крови
6. На образование тромба требуется примерно
- 1) 60 секунд
 - 2) 5–8 минут
 - 3) 15–20 минут
 - 4) 1–2 часа
7. Малокровие связано с
- 1) уменьшением количества эритроцитов
 - 2) увеличением количества лейкоцитов
 - 3) изменением формы эритроцитов
 - 4) снижением содержания NaCl в плазме крови
8. Эритроциты разрушаются в
- 1) тимусе
 - 2) желтом костном мозге
 - 3) печени
 - 4) поджелудочной железе
9. Количество лейкоцитов в 1 мм^3 крови здорового человека составляет порядка
- 1) 10^2
 - 2) 10^3
 - 3) 10^4
 - 4) 10^6
10. Фагоцитарной активностью обладают
- 1) тромбоциты
 - 2) эритроциты
 - 3) лимфоциты
 - 4) моноциты
11. По химической природе антитела являются
- 1) жирами
 - 2) углеводами
 - 3) белками
 - 4) нуклеотидами
12. Группы крови у людей отличаются друг от друга
- 1) солевым составом плазмы
 - 2) содержанием глюкозы в плазме
 - 3) содержанием фибриногена в плазме
 - 4) видами белков, содержащимися в плазме и эритроцитах

- 13.** Атом железа входит в состав
- | | |
|--------------------|----------------|
| 1) гамма-глобулина | 3) гемоглобина |
| 2) резус-фактора | 4) фибриногена |
- 14.** Антитела вырабатывают
- | | |
|----------------|----------------|
| 1) эритроциты | 3) В-лимфоциты |
| 2) Т-лимфоциты | 4) макрофаги |
- 15.** Лечебная сыворотка — это
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1) препарат антител | 3) взвесь лейкоцитов |
| 2) ослабленные бактерии | 4) раствор антибиотика |

Выберите три правильных ответа.

- 16.** Амебоидный способ движения присущ
- | | |
|----------------|----------------|
| 1) эозинофилам | 4) лимфоцитам |
| 2) нейтрофилам | 5) тромбоцитам |
| 3) моноцитам | 6) базофилам |
- 17.** В каскаде реакций свертывания крови принимают участие
- | | |
|------------------|---------------|
| 1) гепарин | 4) тромбин |
| 2) гемоглобин | 5) фибриноген |
| 3) тромбопластин | 6) альбумин |
- 18.** К белкам плазмы относится
- | | |
|---------------|-----------------------|
| 1) фибриноген | 4) γ -глобулин |
| 2) протромбин | 5) резус-фактор |
| 3) гемоглобин | 6) тромбопластин |
- 19.** Лейкоциты участвуют в
- 1) переносе кровью питательных веществ
 - 2) переносе кровью кислорода
 - 3) свертывании крови
 - 4) выработке антител
 - 5) фагоцитозе
 - 6) выработке гепарина
- 20.** К кроветворным органам относится
- | | |
|-------------------------|------------------------|
| 1) щитовидная железа | 4) желтый костный мозг |
| 2) селезенка | 5) надпочечники |
| 3) красный костный мозг | 6) лимфатические узлы |

21. Установите соответствие между клетками крови и характеристиками, которые им соответствуют.

Характеристика	Клетки крови
1) в 1 мм ³ крови содержится 4–5 млн клеток	А) тромбоциты
2) в 1 мм ³ крови содержится 5–8 тыс. клеток	Б) эритроциты
3) в 1 мм ³ крови содержится 200–400 тыс. клеток	В) лейкоциты
4) живут до 120 дней	
5) живут 12–72 ч	
6) живут десятки лет	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	3	4	3	4	2	2	1	3	2	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	4	3	3	1	1,2,3	3,4,5	1,2,4	4,5,6	2,3,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	В	А	Б	В	В

Кровообращение. Органы кровообращения: сердце и сосуды. Большой и малый круги кровообращения.

Нервная и гуморальная регуляция сердца

К органам кровообращения человека и млекопитающих относят сердце и сосуды. Сердце человека и млекопитающих четырехкамерное, состоит из двух предсердий и двух желудочков. Между правым предсердием и правым желудочком находится трехстворчатый клапан, а между левым предсердием и левым желудочком — двустворчатый (митральный) клапан. Из левого желудочка выходит аорта, а из правого — легочная артерия. На границе этих сосудов и желудочков имеются полулунные клапаны. Клапаны сердца обеспечивают однонаправленный ток крови в сердце — от предсердий к желудочкам и далее в артериальную систему. Стенка сердца состоит из трех слоев: эндокарда (внутренний эпителиальный слой), миокарда (средний

мышечный слой) и эпикарда (наружный слой, состоящий из соединительной ткани и покрытый серозным эпителием). Основную массу составляет миокард — это поперечно-полосатая мышца, которая по ряду признаков отличается от поперечно-полосатой скелетной мышцы. Сердце обладает автоматией — способностью возбуждаться и сокращаться в отсутствие внешних воздействий, то есть под влиянием импульсов, возникающих в самом сердце (скелетная мышца сокращается только в ответ на нервные импульсы, которые приходят к ней по нервным волокнам). Снаружи сердце покрыто околосердечной сумкой — перикардом. Стенки перикарда выделяют жидкость, которая уменьшает трение сердца при сокращении.

В системе кровеносных сосудов различают артерии, капилляры и вены. Артерии несут кровь от сердца под большим давлением, поэтому стенки этих сосудов толстые и упругие. Капилляры — это самые тонкие сосуды, их стенки состоят из одного слоя клеток. Через стенки капилляров легко проникают различные вещества. Вены несут кровь к сердцу под небольшим давлением, поэтому их стенки тонкие и неупругие. Внутри вен есть полулунные клапаны, а стенки вен сжимаются окружающими их мышцами, что способствует току крови по венам.

Все сосуды образуют два круга кровообращения: большой и малый. *Большой круг* начинается от левого желудочка аортой, которая образует дугу. От дуги аорты отходят артерии. От начальной части аорты отходят коронарные сосуды, которые снабжают кровью миокард. Часть аорты, находящаяся в грудной клетке, называется грудной аортой, а та часть, которая находится в брюшной полости, — брюшной аортой. Аорта ветвится на артерии, артерии на артериолы, артериолы на капилляры. Из капилляров большого круга ко всем органам и тканям поступают кислород и питательные вещества, а из клеток в капилляры поступают углекислый газ и продукты обмена, и кровь превращается из артериальной в венозную.

Очищение крови от ядовитых продуктов распада происходит в сосудах печени и почек. Кровь от пищеварительного тракта, поджелудочной железы и селезенки поступает в воротную вену печени. В печени воротная вена разветвляется на капилляры, которые затем снова объединяются в общий ствол печеночной вены. Эта вена впадает в нижнюю полую вену. Таким образом, вся кровь от органов брюшной полости до поступления в большой круг проходит через две капил-

лярные сети: через капилляры самих этих органов и через капилляры печени. Воротная система печени обеспечивает обезвреживание ядовитых веществ, которые образуются в толстом кишечнике. В почках тоже имеются две капиллярные сети: сеть почечных клубочков, через которую плазма крови, содержащая вредные продукты обмена (мочевину, мочевую кислоту), переходит в полость капсулы нефрона, и капиллярная сеть, оплетающая извитые каналы.

Капилляры сливаются в венулы, затем в вены. В конце концов вся кровь поступает в верхнюю и нижнюю полые вены, которые впадают в правое предсердие.

Малый круг кровообращения начинается в правом желудочке и заканчивается в левом предсердии. Венозная кровь из правого желудочка поступает в легочную артерию, затем в легкие. В легких происходит газообмен, венозная кровь превращается в артериальную. По четырем легочным венам артериальная кровь поступает в левое предсердие.

Работа сердца состоит в ритмическом нагнетании в артериальную систему крови, которая поступает в сердце из большого и малого кругов кровообращения по венам. Камеры сердца в определенной последовательности сокращаются (сокращение сердца называют систолой) и расслабляются (расслабление сердца называют диастолой). Первая фаза — это систола предсердий, вторая фаза — систола желудочков (предсердия в это время расслаблены), третья фаза — общая диастола предсердий и желудочков. Все три фазы вместе составляют сердечный цикл. У взрослого человека он длится 0,8 с при частоте сердечных сокращений 75 уд./мин. Первая фаза длится 0,1 с, вторая — 0,3 с, третья — 0,4 с. Такое попеременное сокращение и расслабление позволяет миокарду работать в течение всей жизни человека, не утомляясь.

Движение крови по сосудам обеспечивается за счет ритмической работы сердца и разницы давлений крови в сосудах при выходе из сердца и при возвращении в сердце. Определенную роль играет также присасывающая сила грудной клетки. Давление в сосудах создается за счет ритмической работы сердца; во время систолы левого желудочка кровь выталкивается в аорту и артерии; по мере ветвления сосудистого русла давление падает. Наибольшими значениями давления и скорости крови оказываются в аорте (соответственно, 150 мм рт. ст. и

0,5 м/с). В крупных артериях давление во время систолы (систолическое, или «верхнее», давление) составляет в норме 120 мм рт. ст., а скорость кровотока 0,25 м/с. В капиллярах давление падает до 20 мм рт. ст., а скорость кровотока — до 0,5 мм/с. В венах давление еще больше уменьшается, а в полых венах вблизи сердца даже становится отрицательным (то есть оказывается ниже атмосферного). А вот скорость кровотока в венах возрастает до 0,2 м/с. Пульс представляет собой ритмические колебания стенок артерий, которые возникают во время систолы. В норме пульс должен быть ритмичным и в покое составлять 60–80 уд./мин.

Регуляция работы сердца осуществляется нервным и гуморальным путем. Нервная регуляция обеспечивается вегетативной (автономной) нервной системой, ее двумя отделами — симпатическим и парасимпатическим. Центр симпатической регуляции сердца лежит в грудном отделе спинного мозга. Здесь в боковых рогах спинного мозга находятся тела первых (преганглионарных) симпатических нейронов. Аксоны этих нейронов выходят за пределы спинного мозга и оканчиваются в симпатических ганглиях, образующих две симпатические цепочки вдоль спинного мозга. От двигательных нейронов, лежащих в симпатических ганглиях, отходят аксоны, которые заканчиваются в миокарде. Из окончаний этих аксонов выделяется передатчик (медиатор) норадреналин. Под влиянием норадреналина увеличивается частота и сила сердечных сокращений, возрастает возбудимость миокарда, увеличивается скорость проведения возбуждения. Все это приводит к увеличению производительности сердца. Такой эффект необходим при физической нагрузке, при стрессе, так как в результате усиливается кровоток.

Центр парасимпатической регуляции сердца находится в продолговатом мозгу. Аксоны нейронов этого центра идут, не прерываясь, до сердца, так как парасимпатический ганглий лежит в самом сердце. Из окончаний аксонов ганглионарных нейронов выделяется другой медиатор — ацетилхолин. Он вызывает прямо противоположные эффекты (уменьшение возбудимости, скорости проведения возбуждения по миокарду). Парасимпатическая система регулирует работу сердца в состоянии покоя. Вегетативная регуляция сердца находится под влиянием вышележащих отделов центральной нервной системы.

В продолговатом мозгу лежит также сосудодвигательный центр — он регулирует просвет сосудов. Возбуждение этого центра приводит к сужению (констрикции) сосудов.

Важную роль в регуляции сердечно-сосудистой системы играют и гуморальные факторы, связанные с жидкой средой организма. Основной гормон, который регулирует работу сердца и сосудов, — адреналин. Он синтезируется в клетках мозгового слоя надпочечников. Эффекты адреналина те же, что и эффекты симпатического медиатора норадреналина, однако развиваются они медленнее. Гормоны щитовидной железы, тироксин и трийодтиронин, также увеличивают частоту сердечных сокращений. Влияют на работу сердца и различные ионы, которые поступают в него с током крови. Так, например, ионы кальция усиливают, а ионы калия подавляют работу сердца. Нервная и гуморальная регуляция сердечно-сосудистой системы тесно взаимосвязаны. Нервная регуляция обеспечивает срочные влияния на сердце, гуморальная регуляция оказывает более медленные и более длительные воздействия.

Таким образом, сердечно-сосудистая система обеспечивает непрерывное движение крови, которое необходимо для всех органов и тканей. По этой системе органы и ткани получают кислород, питательные вещества, воду, минеральные соли, с кровью к органам поступают гормоны, регулирующие работу организма. Из органов в кровь поступают углекислый газ, продукты распада. Кроме того, система кровообращения поддерживает постоянство температуры тела, обеспечивает постоянство внутренней среды организма (гомеостаз), взаимосвязь органов, обеспечивает газообмен в тканях и органах. Система кровообращения выполняет также защитную функцию, так как в крови содержатся антитела и антитоксины.

Гигиена сердечно-сосудистой системы подразумевает развитие, тренировку и укрепление этой системы. Великолепное влияние оказывает на ее деятельность физическая работа на свежем воздухе. Однако чрезмерные физические нагрузки, особенно у нетренированного человека, могут вызвать серьезные нарушения работы сердца и сосудов. Но наибольший вред конечно же приносят никотин и алкоголь. Они отравляют миокард, нарушают нормальную регуляцию сердца и сосудов. Это выражается в возникновении спазмов коронарных сосудов, то есть сосудов, питающих сам миокард. А вследствие этого в миокарде может возникнуть зона некроза — отмершей ткани, то есть

инфаркт миокарда. Следствием может стать также развитие гипертензии — стойкого повышения артериального давления; это также влечет за собой нарушение работы сердца.

К наиболее распространенным заболеваниям сердца относятся ишемическая болезнь сердца (в том числе острый инфаркт миокарда), воспалительные процессы в сердце (миокардит, перикардит), пороки сердца. Нарушения работы сердца часто выражаются в виде аритмий — нарушений ритма сердца. Для исследования работы сердца чаще всего применяют электрокардиографию. Этот метод позволяет оценить, как происходит возбуждение сердца, как это возбуждение распространяется по проводящей системе сердца.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Самые упругие стенки у
 - 1) артерий
 - 2) вен
 - 3) капилляров
 - 4) лимфатических сосудов
2. Полулунные клапаны расположены между
 - 1) левым желудочком и аортой
 - 2) левым предсердием и левым желудочком
 - 3) правым предсердием и правым желудочком
 - 4) левым и правым предсердиями
3. Двустворчатый клапан расположен между
 - 1) правым предсердием и правым желудочком
 - 2) левым предсердием и левым желудочком
 - 3) левым и правым предсердиями
 - 4) левым и правым желудочками
4. Сокращение желудочков сердца продолжается
 - 1) 0,1 с
 - 2) 0,2 с
 - 3) 0,3 с
 - 4) 0,4 с
5. Главный узел автоматии сердца расположен в
 - 1) левом предсердии
 - 2) правом предсердии
 - 3) левом желудочке
 - 4) правом желудочке

6. Веществом, тормозящим работу сердца, является
- | | |
|----------------|---------------|
| 1) ацетилхолин | 3) инсулин |
| 2) адреналин | 4) гемоглобин |
7. Скорость движения крови по аорте достигает
- | | |
|-------------|------------|
| 1) 150 см/с | 3) 50 см/с |
| 2) 100 см/с | 4) 5 см/с |
8. Кровоток при высоких физических нагрузках уменьшается в
- | | |
|----------|-----------|
| 1) коже | 3) мышцах |
| 2) мозге | 4) сердце |
9. Самые толстые стенки сердца в
- | | |
|---------------------|----------------------|
| 1) левом предсердии | 3) правом предсердии |
| 2) левом желудочке | 4) правом желудочке |
10. Сердечная мышца представляет собой
- 1) гладкую мышцу
 - 2) поперечно-полосатую мышцу, по строению одинаковую со скелетными мышцами
 - 3) поперечно-полосатую мышцу, по строению несколько отличающуюся от скелетных мышц
 - 4) клетки гладких и поперечно-полосатых мышц
11. Малый круг кровообращения проходит через
- | | |
|-----------|--------------|
| 1) легкие | 3) печень |
| 2) мозг | 4) селезенку |
12. Венозная кровь становится артериальной в
- 1) правом предсердии
 - 2) легочной артерии
 - 3) капиллярах большого круга
 - 4) капиллярах малого круга
13. Возбуждение, вызывающее сокращения сердца, возникает в
- | | |
|------------------------|---------------------------|
| 1) продолговатом мозге | 3) коре больших полушарий |
| 2) промежуточном мозге | 4) самом сердце |
14. Учащают и усиливают сердечные сокращения соли
- | | |
|------------|-----------|
| 1) кальция | 3) железа |
| 2) калия | 4) цинка |

15. Наименьшее давление крови регистрируется в
- | | |
|---------------------|---------------|
| 1) аорте | 3) капиллярах |
| 2) крупных артериях | 4) венах |

Выберите три правильных ответа.

16. Мышечный слой имеется в стенках
- 1) артерий
 - 2) вен
 - 3) кровеносных капилляров
 - 4) лимфатических капилляров
 - 5) сердца
 - 6) легочных альвеол
17. Полулунные клапаны
- 1) расположены между левым желудочком и аортой
 - 2) расположены между правым предсердием и правым желудочком
 - 3) препятствуют движению крови из желудочков в аорту и легочную артерию
 - 4) препятствуют движению крови из аорты и легочной артерии в желудочки
 - 5) открыты в течение систолы предсердий
 - 6) открыты в течение систолы желудочков
18. Активируют сердечную деятельность
- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) тироксин | 4) алкоголь |
| 2) ацетилхолин | 5) оротат калия |
| 3) адреналин | 6) инсулин |
19. Расширение коронарных сосудов вызывают
- | | |
|---------------------|------------------|
| 1) адреналин | 4) никотин |
| 2) недостаток O_2 | 5) хлорид натрия |
| 3) избыток CO_2 | 6) вазопрессин |
20. Основными причинами движения крови по сосудам являются
- 1) присасывающая сила грудной клетки при ее расширении
 - 2) разница давлений в различных участках кровеносной системы
 - 3) наличие мышечного слоя в стенках крупных кровеносных сосудов

- 4) ритмическая работа сердца
- 5) наличие фазы расслабления в сердечном цикле
- 6) разница в толщине мышечного слоя предсердий и желудочков

21. Установите соответствие между кровеносным сосудом и давлением, которое в нем бывает.

Давление	Кровеносные сосуды
1) 110–130 мм рт. ст.	А) артерии
2) 120 мм рт. ст.	Б) вены
3) 60–70 мм рт. ст.	В) капилляры
4) 20 мм рт. ст.	
5) 10 мм рт. ст.	
6) отрицательное давление	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	1	2	3	2	1	3	1	2	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	4	4	1	4	1,2,5	1,4,6	1,3,4	1,2,3	2,3,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	А	А	В	Б	Б

Дыхание.

Органы дыхания, их строение и функции.

Гуморальная и нервная регуляция дыхания

Дыхание — это одна из важнейших жизненных функций организма, включающая в себя поступление в организм кислорода, использование кислорода для получения энергии и выведение из организма конечных продуктов дыхания, в основном углекислого газа.

У человека воздух попадает сначала в носовую полость, которая состоит из извилистых носовых ходов, имеющих большую площадь и выстланных мерцательным эпителием, который служит для выноса инородных частичек, попавших в нос с воздухом. Из носовой полости

через носоглотку воздух попадает в гортань. Основа гортани — щитовидный хрящ, прикрывающий ее спереди. Так как рядом с гортанью начинается и пищевод, ведущий в желудок, то при глотании гортань рефлекторно прикрывается специальным надгортанным хрящом, чтобы в нее не попадала пища. Гортань также выстлана ресничным эпителием. Между хрящами гортани расположены особые складки — голосовые связки, просвет между которыми может изменяться в широких пределах. При выдыхании воздуха связки могут колебаться с различной частотой, генерируя звук. Тембр голоса зависит не только от толщины, длины и формы голосовых связок, но и от формы и объема глотки, носоглотки, ротовой полости, расположения языка и т. д.

Из гортани воздух проходит в трахею — трубку, передняя стенка которой образована хрящевыми полукольцами, а задняя примыкает к пищеводу. Трахея разветвляется на два бронха, а те, в свою очередь, многократно делясь, образуют многочисленные ветви — бронхиолы. Бронхиолы также многократно делятся, образуя воздухоносные ходы с гроздьями мельчайших легочных пузырьков — альвеол, заполненных воздухом. Альвеолы образуют легкие. Стенки альвеол образованы одним слоем клеток. Общая поверхность всех альвеол при вдохе достигает 120 м^2 (при выдохе — 40 м^2). И все они оплетены капиллярами малого круга кровообращения. Дыхательная и кровеносная системы неразрывно связаны и совместно обеспечивают получение кислорода из воздуха и доставку его ко всем клеткам организма.

Каждое легкое покрыто соединительнотканной оболочкой — легочной плеврой, а стенки грудной клетки, в которой расположены легкие, покрыты изнутри пристенной плеврой. Между двумя плеврами находится небольшое, герметически замкнутое пространство, в котором нет воздуха, — плевральная полость. Давление в плевральной полости — «отрицательное», то есть несколько ниже атмосферного.

У человека, находящегося в спокойном состоянии, приблизительно один раз в четыре секунды в нейронах дыхательного центра продолговатого мозга возникают залпы импульсов, идущие по нервным волокнам к межреберным мышцам и диафрагме, которая ограничивает грудную полость снизу. В результате этого мышцы сокращаются и ребра приподнимаются, а диафрагма, уплощаясь, опускается. Все это приводит к тому, что объем грудной полости увеличивается. Легкие,

находясь в герметически замкнутом пространстве, следуют за движениями грудной клетки и тоже расширяются; давление в них становится ниже атмосферного, и в них поступает воздух. Происходит вдох. При вдохе кровь насыщается кислородом, мгновенно доходящим до клеток дыхательного центра, которые перестают генерировать дыхательные импульсы. Вдох прекращается: ребра опускаются, диафрагма приподнимается. Таким образом объем грудной полости уменьшается, и происходит выдох.

Мужчины вдыхают воздух преимущественно за счет движений диафрагмы, а женщины — за счет движений ребер. Объем спокойно-го вдоха человека — около 500 см^3 , однако после очень глубокого вдоха человек способен выдохнуть $3500\text{--}4000\text{ см}^3$. Этот объем получил название жизненной емкости легких. Однако и после самого глубокого выдоха в легких человека обязательно остается около 1000 см^3 воздуха для того, чтобы альвеолы не слипались.

Во вдыхаемом воздухе содержится примерно 21% O_2 , 79% N_2 , 0,03% CO_2 . В легких около 5% O_2 проходит через тончайшие стенки альвеол и капилляров малого круга и связывается с гемоглобином в эритроцитах. Около 4% CO_2 , наоборот, выходит из кровяного русла в альвеолы и выдыхается. Таким образом, в состав выдыхаемого воздуха входят примерно 16% O_2 , 79% N_2 , 4% CO_2 , водяные пары.

Активность дыхательного центра регулируется как различными химическими веществами, приносимыми в дыхательный центр кровью (гуморальная регуляция), так и нервными импульсами, приходящими из различных отделов центральной нервной системы. Специфическим возбудителем нейронов, вызывающим вдох, является углекислый газ (CO_2): снижение уровня CO_2 в крови приводит к урежению дыхания. Если человек случайно вдохнет пары веществ, раздражающих рецепторы слизистой оболочки носа, глотки, гортани (аммиак, хлор и т. п.), происходит рефлекторный спазм голосовой щели, бронхов и задержка дыхания. При раздражении дыхательных путей мелкими инородными частицами (пылью, соринками, избытком слизи) возникает чихание или кашель. Таким образом, кашель и чихание в норме являются защитными рефлексам, представляющими собой резкие выдохи. При этом из дыхательных путей выносятся раздражающие частицы. Резко увеличивается частота дыхания при фи-

зической или нервной нагрузке, что связано с увеличением затрат энергии, а следовательно, и затрат кислорода.

Гигиена дыхания подразумевает прежде всего восстановление нормального состава, температуры и влажности воздушной среды в помещениях, то есть вентиляцию и кондиционирование помещений, а также отказ от курения. С каждой затяжкой курящий вводит в свой организм десятки ядовитых веществ, в результате чего гибнут клетки мерцательного эпителия, воспаляются голосовые связки, нарушается снабжение тканей и клеток кислородом. Все это в конечном счете приводит к развитию целого ряда хронических заболеваний.

В некоторых случаях может наступить остановка дыхания, которая уже через 4–5 минут приводит к гибели человека. Причиной остановки дыхания могут быть: закупорка воздухоносных путей инородными телами, сдавливание гортани или грудной клетки, отеки слизистой оболочки воздухоносных путей, ранения грудной клетки. В любом из этих случаев пострадавшему необходима срочная помощь.

Инородные тела из полости рта или глотки можно извлечь самостоятельно, а вот предметы из гортани или трахеи удаляют с помощью специальных медицинских инструментов.

При сдавливании горла или грудной клетки необходимо быстро ликвидировать причины этого сдавливания.

При утоплении необходимо очистить полость рта и носа от песка и т. п., положить пострадавшего лицом вниз на колено спасателя так, чтобы голова и туловище свешивались вниз, а затем надавливать на спину до тех пор, пока вода из легких не вытечет через рот.

При ранениях грудной клетки необходимо, насколько это возможно, восстановить герметичность плевральной полости. Для этого рану обрабатывают, накладывают на нее марлевый тампон, поверх него прорезиненную ткань, клеенку или полиэтиленовый пакет, а затем туго забинтовывают. Раненого необходимо срочно доставить в лечебное учреждение.

Если у пострадавшего остановилось дыхание и самостоятельно не восстанавливается, то необходимо проводить искусственное дыхание. Проще и эффективнее осуществлять искусственное дыхание способом «рот в рот». Для этого пострадавшего кладут на спину, откинув ему голову назад. Затем спасатель делает глубокий вдох и, поддерживая голову и шею пострадавшего снизу, сильно выдыхает воздух ему

в рот. При этом необходимо предотвратить утечку воздуха через нос пострадавшего. Иногда эту же процедуру осуществляют через нос, зажимая рот пострадавшего. Такие действия необходимо осуществлять 15–20 раз в минуту в течение 1–2 часов без перерывов, до восстановления дыхания у пострадавшего.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Сосудистые сплетения в носовой полости вдыхаемый воздух
 - 1) увлажняют
 - 2) согревают
 - 3) обеззараживают
 - 4) очищают
2. Хрящевые полукольца составляют основу скелета
 - 1) трахеи
 - 2) пищевода
 - 3) гортани
 - 4) бронхиол
3. Вверху гортань сообщается с
 - 1) трахеей
 - 2) носоглоткой
 - 3) бронхами
 - 4) глоткой
4. Внутренние стенки грудной полости выстланы
 - 1) гладкими мышцами
 - 2) кожей
 - 3) плеврой
 - 4) ресничным эпителием
5. Снаружи легкие покрыты
 - 1) гладкими мышцами
 - 2) сетью венозных сосудов
 - 3) плеврой
 - 4) ресничным эпителием
6. При спокойном вдохе в легкие взрослого в среднем поступает воздуха
 - 1) 100 см^3
 - 2) 500 см^3
 - 3) 1000 см^3
 - 4) 1500 см^3
7. Жизненной емкостью легких называется
 - 1) средний объем воздуха, вдыхаемый при спокойном вдохе
 - 2) объем воздуха, вдыхаемый за одну минуту при максимальной физической нагрузке
 - 3) максимальный объем воздуха, который можно выдохнуть после самого глубокого вдоха
 - 4) объем воздуха, остающийся в легких после самого глубокого выдоха

8. Содержание углекислого газа в выдыхаемом воздухе составляет примерно
- | | |
|--------|----------|
| 1) 15% | 3) 4% |
| 2) 10% | 4) 0,04% |
9. Атмосферный воздух при вдохе попадает в первую очередь в
- 1) бронхи
 - 2) трахею
 - 3) гортань
 - 4) носоглотку
10. Гортань образована
- 1) хрящами
 - 2) гладкими мышцами
 - 3) поперечно-полосатыми мышцами
 - 4) костными пластинками
11. Легочные пузырьки заполнены
- 1) соединительной тканью
 - 2) воздухом
 - 3) межклеточной жидкостью
 - 4) лимфой
12. Дыхательный центр находится в
- 1) месте разветвления трахеи на бронхи
 - 2) продолговатом мозге
 - 3) промежуточном мозге
 - 4) коре больших полушарий
13. Содержание кислорода в выдыхаемом воздухе составляет
- | | |
|--------------|--------------|
| 1) менее 5% | 3) около 16% |
| 2) около 11% | 4) более 20% |
14. Центры кашля и чихания находятся в
- 1) спинном мозге
 - 2) продолговатом мозге
 - 3) заднем мозге
 - 4) среднем мозге
15. Остаточный объем легких составляет примерно
- | | |
|----------|----------|
| 1) 5 л | 3) 1 л |
| 2) 3,5 л | 4) 0,4 л |

Выберите три правильных ответа.

- 16.** В носовой полости вдыхаемый воздух
- 1) увлажняется
 - 2) согревается
 - 3) дезинфицируется
 - 4) насыщается кислородом
 - 5) насыщается окисью углерода
 - 6) охлаждается
- 17.** Изнутри мерцательным эпителием выстланы
- 1) верхние носовые раковины
 - 2) нижние носовые раковины
 - 3) глотка
 - 4) гортань
 - 5) трахея
 - 6) легкие
- 18.** Дыхательный центр
- 1) лежит в промежуточном мозге
 - 2) находится под контролем коры больших полушарий
 - 3) функционально разделен на центр вдоха и центр выдоха
 - 4) обладает свойством автоматии
 - 5) не чувствителен к гуморальной регуляции
 - 6) получает сигналы от проприорецепторов
- 19.** Вдыхаемый и выдыхаемый воздух заметно различается по содержанию
- | | |
|---------------------|-------------------|
| 1) азота | 4) инертных газов |
| 2) кислорода | 5) водяных паров |
| 3) углекислого газа | 6) водорода |
- 20.** Жизненную емкость легких составляют
- 1) дыхательный воздух
 - 2) остаточный воздух легких
 - 3) воздух мертвого пространства
 - 4) резервный воздух вдоха
 - 5) резервный воздух выдоха
 - 6) общая дыхательная поверхность альвеол

21. Установите соответствие между характеристикой легких и ее выражением в см³.

Характеристика легких	Объем, см ³
1) объем спокойного вдоха	А) 1500
2) объем спокойного выдоха	Б) 1000
3) резервный объем вдоха	В) 500
4) резервный объем выдоха	
5) остаточный объем легких	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	1	4	3	3	2	3	3	4	1
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	2	3	2	3	1,2,3	2,4,5	2,3,4	2,3,5	1,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5
В	В	А	А	Б

**Пищеварение. Питательные вещества
и пищевые продукты.**

**Строение органов пищеварения
и процесс пищеварения и всасывания
в разных отделах пищеварительного тракта;
роль пищеварительных желез.**

Нервно-гуморальная регуляция пищеварения

Пищеварение включает в себя механическую переработку пищи, ее расщепление с помощью пищеварительных ферментов (переваривание), всасывание питательных веществ и выведение из организма непереваренных остатков. Все эти процессы идут в пищеварительном тракте.

Вещества, поступающие в организм с пищей, являются источниками энергии (энергетическая функция), а также материалом для построения клеток различных тканей (пластическая функция). Их можно разделить на неорганические (вода и минеральные соли) и

органические (белки, жиры, углеводы, нуклеиновые кислоты, витамины).

В пищеварительном тракте различают ротовую полость, глотку, пищевод, желудок, тонкий и толстый кишечник, прямую кишку. В начальный отдел тонкого кишечника — двенадцатиперстную кишку — впадают протоки двух крупных пищеварительных желез — печени и поджелудочной железы. В ротовую полость открываются протоки трех пар крупных слюнных желез (околоушной, подъязычной и подчелюстной) и множества мелких желез. В стенках желудка и кишечника также имеется множество мелких пищеварительных желез. Пищеварительные железы выделяют секреты — пищеварительные соки. В них содержатся ферменты — биологические катализаторы белковой природы. Под влиянием пищеварительных ферментов и некоторых других соединений происходит расщепление пищи, то есть сложные органические соединения расщепляются до простых.

В ротовой полости идет механическая переработка пищи: она пережевывается зубами. У человека 32 зуба. Та часть зуба, которая выступает над поверхностью челюсти, называется коронкой. Она состоит из дентина и покрыта эмалью. Эмаль — очень плотное вещество, она защищает зуб от повреждения. На языке находится множество вкусовых рецепторов: у корня языка — воспринимающие горький вкус, на кончике языка — рецепторы сладкого, а по бокам языка — рецепторы кислого и соленого вкуса.

В ротовой полости выделяется слюна. На 98–99% она состоит из воды и пищеварительных ферментов — амилазы (расщепляет углеводы до мальтозы) и мальтазы (расщепляет мальтозу до двух молекул глюкозы). Ферменты слюны активны только в щелочной среде. В состав слюны входят также муцин — слизистое вещество и лизоцим — бактерицидное вещество. В сутки выделяется от 600 мл до 1500 мл слюны. В желудке продолжается расщепление пищи. В стенке слизистой оболочки желудка есть клетки, которые выделяют пищеварительный фермент в неактивной форме — пепсиноген. Эти клетки называют главными. Пепсиноген переходит в активную форму — пепсин — под влиянием соляной кислоты, которая выделяется обкладочными клетками желудка. Третий вид клеток — добавочные — выделяют слизистый секрет, который защищает стенки желудка от действия на них пепсина. Пепсин — это фермент, который расщепляет белки до пептидов. Кроме того, в желудочном соке

есть фермент, который расщепляет жир молока (липаза); этот фермент особенно важен у грудных детей. Ферменты желудочного сока не влияют на углеводы. Но какое-то время расщепление углеводов продолжается под действием ферментов слюны, оставшейся внутри пищевого комка. Ферменты желудочного сока активны в кислой среде. Объем желудка у взрослого человека равен примерно трем литрам.

Пища в желудке находится в течение 3–4 часов, затем она порциями переходит в тонкий кишечник. В двенадцатиперстной кишке на пищу действует поджелудочный сок. Это бесцветная жидкость со слабощелочной реакцией. Он содержит ферменты, которые действуют на разные виды пищи. Липазы действуют на эмульгированные жиры, расщепляя их до жирных кислот и глицерина, амилаза и мальтаза — на углеводы, расщепляя их до глюкозы, трипсин и химотрипсин — на пептиды, расщепляя их до аминокислот. Эмульгирование жиров (дробление их на мельчайшие капли, что увеличивает поверхность взаимодействия жиров с ферментами) достигается за счет желчи, которая синтезируется в печени. Желчь скапливается в желчном пузыре, а затем по желчному протоку поступает в двенадцатиперстную кишку. Желчь также активизирует липазы и усиливает моторику кишечника.

В слизистой тонкого кишечника есть множество желез, которые выделяют кишечный сок. Ферменты этого сока действуют на разные виды пищи.

Вслед за перевариванием пищи начинается ее всасывание. Основное всасывание происходит в тонком кишечнике, слизистая оболочка которого образует ворсинки. Внутри ворсинок находятся кровеносные и лимфатические сосуды. На 1 см^2 поверхности слизистой находится до 2500 ворсинок, что увеличивает поверхность всасывания до $400\text{--}500\text{ м}^2$. Аминокислоты, глюкоза, витамины, минеральные соли в виде водных растворов всасываются в кровь, а жирные кислоты и глицерин, образовавшиеся при расщеплении жиров, переходят в эпителиальные клетки ворсинок. Здесь из них образуются свойственные человеческому организму молекулы жира, которые поступают сначала в лимфу, а потом уже в кровь. В толстом кишечнике главным образом всасывается вода. В этом отделе в симбиозе с человеком живет огромное количество бактерий. В кишечнике человека имеется микробная флора (микрофлора) — это бактерии (кишечная палочка, би-

фидобактерии, лактобактерии), которые подавляют развитие патогенных бактерий, синтезируют витамины (например, кишечная палочка синтезирует необходимый для свертывания крови витамин К), способствуют перевариванию пищи. При их участии расщепляется целлюлоза, которая проходит весь пищеварительный тракт без изменений. При подавлении микрофлоры антибиотиками может развиваться тяжелое состояние — дисбактериоз.

Значение всасывания заключается в том, что благодаря этому процессу в организм поступают все необходимые органические вещества, минеральные соли, вода и витамины.

Нервная регуляция пищеварения осуществляется рефлекторно вегетативной нервной системой. Парасимпатический отдел (блуждающий нерв) активирует работу пищеварительных желез и стимулирует моторику желудочно-кишечного тракта; симпатический отдел, как правило, оказывает противоположное действие. Вегетативную систему контролируют центры, которые находятся в гипоталамусе и коре больших полушарий. Гуморальная регуляция обеспечивается за счет гормонов пищеварительного тракта.

Великий русский физиолог И.П. Павлов различал безусловнорефлекторную и условнорефлекторную регуляцию процесса пищеварения. Отделение слюны может происходить в ответ на попадание пищи в ротовую полость, в результате чего будут возбуждаться рецепторы слизистой, от них импульсы будут поступать в центр слюноотделения в продолговатом мозгу и по эфферентным путям — к слюнным железам; это — безусловнорефлекторное слюноотделение. Но отделение слюны может возникать и в ответ на запах или вид пищи; в этом случае будут возбуждаться рецепторы соответствующих анализаторов, возбуждение будет поступать в соответствующую зону коры больших полушарий, а уже оттуда — в центр слюноотделения и к слюнным железам; это — условнорефлекторное слюноотделение.

При изучении механизмов секреции желудочного сока И.П. Павлов выделил две фазы. Первую фазу он назвал фазой рефлекторного сокоотделения, вторую — желудочной или нейрогуморальной фазой. В первой фазе происходит выделение запального (аппетитного) желудочного сока в ответ на вид или запах пищи или же в ответ на попадание пищи в ротовую полость (соответственно, условно- и безусловнорефлекторное сокоотделение). Во второй фазе пищевой комок

попадает уже в желудок, и это приводит к рефлекторному (при участии блуждающего нерва) выделению гормона гастрина. Гастрин регулирует моторику пищеварительного тракта и активирует секрецию желудочного сока.

Гигиена питания связана прежде всего с качеством пищи и режимом питания. Качество потребляемой пищи и режим питания в значительной мере определяют состояние желудочно-кишечного тракта. Питание в одни и те же часы вызывает обильное условнорефлекторное выделение пищеварительных соков, что делает усвоение питательных веществ более эффективным. Напротив, отсутствие режима питания может привести к повреждению стенок желудка и кишечника ферментами (гастриты, язвы). Умеренность в пище также приводит к наилучшему усвоению веществ. Переедание же снижает качество пищеварения и приводит к попаданию в толстый кишечник непереваренных органических соединений, что вызывает бурное размножение микрофлоры.

Серьезные проблемы может вызвать потребление несвежей пищи, в которой развились болезнетворные микроорганизмы. Наиболее опасными из них являются бактерии, вызывающие дизентерию, брюшной тиф, холеру. Выделяемые ими токсины серьезно отравляют организм человека и могут поставить под угрозу его жизнь. Примакают к желудочно-кишечным и глистные заболевания, поскольку яйца плоских и круглых червей попадают в наш организм также с пищей. Меры профилактики всех этих заболеваний просты: мытье рук, а также овощей и фруктов, борьба с мухами; сырую воду нельзя пить ни в коем случае, а мясо и рыба должны быть хорошо прожарены или проварены.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Наружная оболочка пищеварительного тракта состоит из
 - 1) эпителиальной ткани
 - 2) соединительной ткани
 - 3) гладких мышц
 - 4) поперечно-полосатых мышц

2. Поперечно-полосатые мышечные волокна входят в состав стенок
- 1) пищевода
 - 2) желудка
 - 3) желчного пузыря
 - 4) слепой кишки
3. По ходу пищеварительного тракта pH среды
- 1) изменяется от щелочной к кислой и снова к щелочной
 - 2) изменяется от кислой к щелочной
 - 3) везде щелочная
 - 4) везде кислая
4. Собственных пищеварительных желез нет в
- 1) ротовой полости
 - 2) пищеводе
 - 3) желудке
 - 4) тонком кишечнике
5. У маленьких детей нет
- 1) резцов
 - 2) клыков
 - 3) малых коренных зубов
 - 4) больших коренных зубов
6. Содержащийся в слюне лизоцим
- 1) расщепляет белки
 - 2) расщепляет углеводы
 - 3) расщепляет жиры
 - 4) обеззараживает пищу
7. Глотательный центр находится в
- 1) коре больших полушарий
 - 2) промежуточном мозге
 - 3) продолговатом мозге
 - 4) шейных сегментах спинного мозга
8. В пищеводе продолжается переваривание
- 1) белков
 - 2) углеводов
 - 3) жиров
 - 4) нуклеиновых кислот
9. Пепсиноген вырабатывается
- 1) главными клетками желудка
 - 2) обкладочными клетками желудка
 - 3) добавочными клетками желудка
 - 4) поджелудочной железой

10. Слизь, покрывающая стенки желудка
- 1) инактивирует ферменты слюны
 - 2) размягчает пищу
 - 3) способствует превращению пепсиногена в пепсин
 - 4) препятствует самоперевариванию стенок желудка
11. Длина тонкого кишечника человека составляет приблизительно
- 1) 25–30 см
 - 2) 1,5–2 м
 - 3) 4,5–5 м
 - 4) 10 м
12. Трипсин и химотрипсин расщепляют
- 1) белки
 - 2) углеводы
 - 3) жиры
 - 4) нуклеиновые кислоты
13. Самое интенсивное всасывание переваренных веществ происходит в
- 1) ротовой полости
 - 2) желудке
 - 3) тонком кишечнике
 - 4) толстом кишечнике
14. В лимфу всасываются
- 1) аминокислоты
 - 2) простые сахара
 - 3) вода
 - 4) жирные кислоты
15. В тонком кишечнике происходит
- 1) расщепление клетчатки
 - 2) активация ферментов поджелудочной железы
 - 3) выработка желчи
 - 4) синтез витаминов

Выберите три правильных ответа.

16. В неизменном виде усваиваются
- 1) простые сахара
 - 2) соли
 - 3) белки
 - 4) полисахариды
 - 5) витамины
 - 6) липиды
17. Соляная кислота в желудке
- 1) оказывает бактериостатическое действие
 - 2) повышает активность желудочных ферментов
 - 3) размягчает пищу
 - 4) расщепляет белки
 - 5) активирует моторику желудка
 - 6) защищает стенки желудка от самопереваривания

18. Желчь

- 1) вырабатывается желчным пузырем
- 2) содержит энтерокиназу
- 3) эмульгирует жиры
- 4) активирует моторику кишечника
- 5) расщепляет белки до отдельных аминокислот
- 6) способствует всасыванию жиров

19. Липаза не вырабатывается в

- 1) ротовой полости
- 2) пищеводе
- 3) желудке
- 4) поджелудочной железе
- 5) печени
- 6) двенадцатиперстной кишке

20. В толстом кишечнике происходит

- 1) пристеночное пищеварение
- 2) расщепление клетчатки
- 3) инактивация ферментов тонкого кишечника
- 4) синтез витаминов
- 5) всасывание аминокислот и простых сахаров
- 6) детоксикация ядовитых продуктов пищеварения

21. Установите соответствие между отделом пищеварительной системы и ферментом, который она вырабатывает.

Отдел пищеварительной системы	Фермент
1) ротовая полость	А) амилаза
2) желудок	Б) пепсиноген
3) двенадцатиперстная кишка	В) желчь
4) поджелудочная железа	
5) печень	
6) тощая кишка	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	1	1	2	4	4	3	2	1	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	1	3	4	2	1,2,5	1,2,3	3,4,6	1,2,5	2,3,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	А	А	В	А

Обмен веществ.

Пластический и энергетический обмен — две стороны единого процесса обмена веществ.

Витамины и их значение для организма

Обмен веществ заключается в поступлении в организм из внешней среды различных веществ, усвоении и изменении этих веществ и в выделении образовавшихся продуктов распада. При всех этих процессах наблюдается множество химических, механических, термических и электрических явлений, непрерывно происходит превращение энергии: потенциальная энергия сложных органических соединений при их расщеплении освобождается и превращается в тепловую, механическую, электрическую энергию. Преимущественно в организме освобождается тепловая и механическая энергия. Электрической энергии освобождается очень мало, но эта энергия имеет важнейшее значение для функционирования нервной и мышечной систем. За счет освобождающейся энергии поддерживается определенная постоянная температура тела у теплокровных животных и совершается внешняя работа. Освобождение энергии необходимо также для поддержания структур клеток и для синтеза сложных органических соединений. Обмен веществ и превращение энергии неотделимы друг от друга. Процессы обмена веществ и энергии в живом организме протекают согласно единому закону — закону сохранения материи и энергии. В живом организме материя и энергия не создаются и не исчезают, происходит лишь их изменение, поглощение и выделение.

Обмен веществ в организме состоит из процессов ассимиляции (построения веществ) и диссимиляции (распада веществ). В процессе *ассимиляции (или пластического обмена)* образуются сложные органические вещества, которые входят в состав различных структур организма. В процессе *диссимиляции (или энергетического обмена)* происходят распад сложных органических веществ, превращение их в более простые. При этом выделяется энергия, необходимая для нормальной жизнедеятельности организма. Обмен веществ в организме — это единый процесс: обмен одного вещества связан с обменом других веществ. Так, например, белки в процессе обмена веществ могут превращаться в жиры и углеводы, а жиры — в углеводы.

Вода — наиболее распространенное вещество в организме. Взрослый человек состоит из воды приблизительно на 65%, а человеческий эмбрион содержит около 90% воды. В сутки организм человека теряет около 2,0–2,5 л воды. Столько же он получает в сумме с питьем и пищей. Вода и растворенные в ней минеральные соли всасываются по всему желудочно-кишечному тракту, но больше всего через ворсинки тонкого кишечника. Обезвоживание организма приводит к быстрой гибели, и без воды человек может жить до 5–6 дней, тогда как без пищи он может обходиться более месяца. Вода — это та среда, в которой в организме проходят все химические реакции. Она является транспортным средством и переносит растворы веществ (плазма крови, лимфа, межклеточная жидкость). Вода необходима для поддержания постоянной температуры тела. Она удаляется из организма через почки (около 1 л в сутки), кожу (до 0,8 л в сутки), в виде пара через легкие (0,5 л в сутки), с калом.

Набор минеральных солей, необходимых организму человека, очень разнообразен. В сутки мы должны получать с пищей и питьем не менее 5–8 г натрия, столько же хлора, 3–5 г калия, по 1 г кальция и фосфора, около 0,5 г магния. Перечисленные вещества называют *макроэлементами*, поскольку их количество в организме исчисляется десятками и сотнями граммов. Функции макроэлементов весьма многочисленны. Так, ионы натрия, калия и хлора являются основными ионами межклеточной среды и цитоплазмы, а фосфаты кальция и магния входят в состав костей. Калий, натрий, кальций и хлор необходимы для нормальной работы нервной и мышечной систем, кальций является одним из факторов свертывания крови, фосфор входит в состав нуклеиновых кислот и т. д. Кроме макроэлементов нам необходимы *микроэлементы* — вещества, суточная потребность в которых исчисляется миллиграммами, но в их отсутствие нормальная жизнедеятельность организма невозможна. К микроэлементам относят железо, медь, йод, цинк, фтор и ряд других элементов (всего около 30). Все они входят в состав ферментов и транспортных белков (например, гемоглобина) либо являются структурными составляющими молекул небелковой природы (например, йод — молекул тироксина, фтор — эмали зубов).

Органические вещества, необходимые организму, делятся на заменимые (клетки могут синтезировать их самостоятельно) и незаме-

нимые (их можно получить только с пищей). Наличие в пище незаменимых органических соединений является обязательным условием нормального течения пластического обмена.

Белки поступают в организм с пищей, в пищеварительном канале под воздействием ферментов расщепляются до аминокислот, которые в тонком кишечнике всасываются в кровь. Затем в клетках из аминокислот синтезируются собственные белки, свойственные данному организму. Однако часть аминокислот подвергается распаду, при этом выделяется энергия (при распаде 1 г белка выделяется 4,1 ккал, или 17,6 кДж энергии). Конечные продукты распада белков — вода, углекислый газ, аммиак, мочевина и некоторые другие. Аммиак (в виде сульфата аммония) и мочевина выводятся из организма через мочевыделительную систему. Если функции почек нарушены, то эти азотистые вещества будут накапливаться в крови и отравлять организм. Белки в организме не откладываются, «белковых депо» в организме нет. У взрослых людей синтез и распад белков уравновешены, а в детском возрасте преобладает синтез.

Функции белков в организме разнообразны: пластическая (в составе клеток примерно 50% белков), регуляторная (многие гормоны — белки), ферментативная (ферменты — это биологические катализаторы белковой природы, они значительно увеличивают скорость биохимических реакций), энергетическая (белки представляют собой энергетический резерв в организме, который используется при нехватке углеводов и жиров), транспортная (например, белок гемоглобин транспортирует кислород), сократительная (белки актин и миозин в мышечной ткани).

Белки являются полимерами, состоящими в основном из 20 разных мономеров — аминокислот. Аминокислоты подразделяются на заменимые и незаменимые. К заменимым относятся глицин, серин и др. Однако 10 (у новорожденных — 12) аминокислот в наших клетках не синтезируются и обязательно должны присутствовать в пище. Часть из них встречается практически в любых белках, но часть — весьма дефицитна. Наиболее часто в пищевых белках обнаруживается недостаток лизина, триптофана и метионина. Тем не менее некоторые пищевые белки в достаточном количестве содержат все необходимые человеку аминокислоты. Такие белки, представляющие наибольшую пищевую ценность, являются белками животного происхождения —

молочными, яичными, мясными, рыбными. Белки растительного происхождения содержат существенно меньше незаменимых аминокислот. Это относится прежде всего к белкам злаков. Белки бобовых (особенно сои) и орехов занимают промежуточное положение между животными белками и белками злаков. Минимальную пищевую ценность представляют белки, которые содержатся в грибах.

Подсчитано, что за сутки в нашем теле распадается около 400 г белков. При этом две трети образовавшихся аминокислот не выводятся из организма, а используется вновь. Остальные аминокислоты, окисляясь, образуют воду, углекислый газ и аммиак. В клетках печени аммиак превращается в мочевины, выводимую в составе мочи. Суточная потребность человека в белках составляет примерно 100–118 г, из них не менее половины — животного происхождения.

Углеводы являются главным источником энергии в организме. Глюкоза особенно необходима для нормальной работы мозга. Содержание глюкозы в крови поддерживается на постоянном уровне (0,12%). Снижение ее содержания в плазме крови до 0,05% приводит к быстрой потере сознания, судорогам и гибели человека. В организм углеводы попадают в виде полисахаридов (прежде всего крахмала), дисахаридов (сахарозы) или моносахаридов. Всасываются они в виде моносахаридов в ворсинки тонкого кишечника и далее попадают в кровь. При большом количестве углеводов в пище их избыток превращается в печени и мышцах в гликоген, откладываясь про запас. Всего в организме человека может откладываться до 400 г гликогена. Расщепление 1 г глюкозы до углекислого газа и воды сопровождается выделением 17,6 кДж. Исходя из средних энергозатрат, взрослому человеку необходимо получать с пищей 400–500 г глюкозы в сутки. Помимо энергетической углеводы выполняют также пластическую функцию, входя, например, в состав нуклеиновых кислот.

Значение **жиров** для организма заключается в том, что они являются одним из важнейших источников энергии (при распаде 1 г жира выделяется 9,3 ккал, или 38,9 кДж энергии). Кроме того, жиры выполняют в организме защитную, амортизационную, пластическую функции, являются источником воды, так как при окислении жира образуется много воды (конечные продукты распада жиров — CO_2 и H_2O). Значительная часть энергетических потребностей печени,

мышц, почек (но не мозга) покрывается за счет окисления жиров. В организм человека жиры поступают как с животной, так и с растительной пищей. Распадаясь под действием ферментов на глицерин и жирные кислоты, жиры уже в клетках кишечного эпителия вновь восстанавливают свою структуру и затем переносятся в лимфатические сосуды. Незаменимым компонентом жиров являются жирные кислоты, содержащие ненасыщенные $C=C$ связи (по 2 и более; линолевая кислота, арахидоновая кислота и др.). Эти соединения присутствуют в жирах растительного происхождения и необходимы для построения клеточных мембран, определяя их текучесть, проницаемость, активность встроенных в мембраны ферментов и др. Потребность в жирах составляет в среднем 80–100 г в сутки (из них не менее трети должны быть растительными). Избыток жира откладывается в подкожной жировой клетчатке, причем могут образовываться жировые депо, покрывающие затраты энергии в течение многих суток.

Обмен веществ невозможен без участия витаминов. **Витамины** — органические вещества, жизненно необходимые для существования организма человека. Витамины или совсем не вырабатываются в человеческом организме, или вырабатываются в недостаточных количествах. Так как чаще всего витамины являются небелковой частью молекул ферментов (коферментами) и определяют интенсивность множества физиологических процессов в организме человека, то необходимо их постоянное поступление в организм. Исключения до некоторой степени составляют витамины B_{12} и А, способные в небольших количествах накапливаться в печени. Кроме того, некоторые витамины (B_1 , B_2 , К, Е) синтезируются бактериями, обитающими в толстом кишечнике, откуда и всасываются в кровь человека. При недостатке витаминов в пище или заболеваниях желудочно-кишечного тракта поступление витаминов в кровь уменьшается и возникают заболевания, имеющие общее название гиповитаминозов. При полном отсутствии какого-либо витамина возникает более тяжелое расстройство, получившее название авитаминоза. Витамины подразделяются на водорастворимые и жирорастворимые. Водорастворимые витамины усваиваются в водном растворе, а при их избытке в организме легко выводятся с мочой. Жирорастворимые витамины усваиваются вместе с жирами, поэтому

нарушение переваривания и всасывания жиров сопровождается нехваткой ряда витаминов (А, D, К). Значительное увеличение содержания жирорастворимых витаминов в пище может вызвать ряд нарушений обмена веществ, так как эти витамины плохо выводятся из организма. В настоящее время насчитывается не менее двух десятков веществ, относящихся к витаминам.

Сведения о потребности в основных витаминах, содержании в пище, а также о проявлениях авитаминозов приведены в таблице.

Основные витамины

Витамин	Суточная потребность	Источник	Проявления авитаминозов
ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ			
С — аскорбиновая кислота	50–100 мг	Клюква, шиповник, цитрусовые, черная смородина, чеснок, лук	Цинга — нарушение образования соединительных тканей: кровоточивость слизистых и десен, ломкость сосудов, выпадение зубов, распухание суставов, выпадение волос, мышечные боли, понижение сопротивляемости организма к инфекционным заболеваниям
В ₁ — тиамин	2–3 мг	Зерна злаковых, бобовые, гречки, орехи, яичный желток, печень	Полиневрит (бери-бери) — нарушение проведения импульсов по нервным волокнам: мышечные судороги, атрофия мышц, параличи конечностей
В ₂ — рибофлавин	2 мг	Бобовые, гречневая крупа, молоко, яичный белок, мясо, печень	Задержка роста, нарушение зрения, воспаление слизистой ротовой полости
В ₃ — никотиновая кислота	15–25 мг	Хлеб грубого помола, бобовые, картофель, мясо, печень	Пеллагра (<i>от итал. «шершавая кожа»</i>), фотодерматиты

ВОДОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ			
В ₅ — пантоте- новая кислота	5–10 мг	Встречается во всех пищевых продуктах	Нарушение нервно-мышеч- ной координации, утом- ляемость, вялость, сон- ливость, апатия, мышечные судороги
В ₆ — пиридок- син	1,5–3 мг	Хлеб, горох, дрожжи, карто- фель, мясо, ры- ба, яичный жел- ток, молоко	Неврологические наруше- ния: депрессия, раздражи- тельность. Дерматиты. Ане- мия
В ₁₂ — циано- кобола- мин	2–3 мг	Молоко, творог, яйца, печень, почки; выраба- тывается ки- шечной микро- флорой	Злокачественное малокро- вие, нарушение роста нерв- ной ткани
В ₉ — фолиевая кислота	0,2 мг	Зеленые овощи, печень, рыба	Анемия, особенно выра- женная у женщин во время беременности
Н — биотин	0,1–0,2 мг	Дрожжи, пе- чень, почки, яичный желток, бобовые, орехи; выделяется ки- шечной микро- флорой	Дерматиты, мышечные бо- ли, вялость, сонливость, тошнота, потеря аппетита
ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ			
А — ретинол	1–3 мг	Красноокрашен- ные овощи и фрукты: мор- ковь, помидоры, перец, тыква, ря- бина, абрикосы, смородина; сли- вочное масло, яичный желток, печень, рыбий жир, молочные продукты	Куриная слепота: развива- ется сухость роговицы гла- за и дегенерация слизистых оболочек, в результате ухудшается адаптация гла- за к темноте. Поражения кожи и дыхательных путей

ЖИРОРАСТВОРИМЫЕ ВИТАМИНЫ			
Д — кальциферол	0,002–0,005 мг	Рыбий жир, яичный желток, печень; образуется в коже под действием ультрафиолета	Нарушение образования костной ткани из-за недостатка в костях кальция. У детей — рахит: замедление роста, деформация костей; у взрослых — остеопороз: боли в костях, спонтанные переломы, кариес
Е — токоферол	10–15 мг	Зеленые овощи, растительное масло, яичный желток, печень; выделяется кишечной микрофлорой	Анемия из-за снижения числа эритроцитов и нарушения периферического кровообращения. Мышечная слабость. Бесплодие
К — филлохинон	0,2–0,3 мг	Томаты, картофель, шпинат, капуста; синтезируется кишечной микрофлорой	Замедление свертывания крови: кровоточивость, ломкость сосудов

Витамины не всегда хорошо сохраняются в пищевых продуктах. Например, витамин А разрушается при длительном хранении и высушивании моркови. Кроме того, следует учитывать, что большинство водорастворимых витаминов разрушаются при нагревании: около 60% витаминов из группы В, около 50% витамина С. Поэтому для сохранения витаминов овощи следует чистить и резать непосредственно перед приготовлением, варить их надо недолго и в закрытой кастрюле. Очень важно часто употреблять в пищу салаты из сырых овощей: капусты, моркови и т. п. Сохранять на зиму ягоды лучше в протертом с сахаром виде, так в них сохраняется больше витаминов.

Таким образом, пластический и энергетический обмены взаимосвязаны. В процессе обмена веществ непрерывно образуется энергия, которая также непрерывно расходуется на совершение работы, на обеспечение нервной деятельности, на синтез веществ. Источник энергии для человека — это питательные вещества, поэтому важно, чтобы в пище были все необходимые для нормального обмена веществ органи-

ческие и неорганические соединения. Образующиеся конечные продукты обмена должны выводиться из организма через легкие, кишечник, кожу и почки. Главная роль в выведении из организма продуктов распада принадлежит почкам, через которые удаляются мочевины, мочевая кислота, соли аммония, выводится избыток воды, солей.

Нормальный обмен веществ — основа здоровья. **Нарушения обмена** приводят к тяжелым заболеваниям (диабет, подагра, ожирение или, наоборот, потеря веса и т. д.). Часто нарушения обмена веществ связаны с недостаточным питанием. Недостаточное питание ведет к недополучению человеком энергии. В результате организм обращается к резервным запасам сначала гликогена, а потом жиров. При продолжающемся голодании может начаться разрушение мышц и многих внутренних органов. Однако пища должна обеспечивать человека не только энергией, но и материалом для пластического обмена. Недостаток незаменимых аминокислот ведет к так называемому белковому голоданию, при котором снижается скорость роста организма, нарушается развитие многих его систем. Недостаток незаменимых жирных кислот отражается прежде всего на состоянии тех органов, в которых идут процессы активного клеточного деления (кожа, слизистые, кровеносные ткани и др.).

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Масса тела человека состоит из воды на
 - 1) 65%
 - 2) 45%
 - 3) 25%
 - 4) 5%
2. Организму в большем количестве требуется ион
 - 1) Fe^{2+}
 - 2) I^-
 - 3) Na^+
 - 4) Zn^{2+}
3. При полном окислении белки распадаются до
 - 1) CO_2 и H_2O
 - 2) CO_2 и NH_3
 - 3) CO_2 , H_2O и NH_3
 - 4) H_2O и NH_3
4. Излишки углеводов накапливаются в виде гликогена в
 - 1) костях
 - 2) печени
 - 3) селезенке
 - 4) поджелудочной железе

5. Суточная потребность человека в белках составляет около
- 1) 30–50 г
 - 2) 80–100 г
 - 3) 130–150 г
 - 4) 180–200 г
6. В суточном рационе человека большую часть должны составлять
- 1) белки
 - 2) жиры
 - 3) углеводы
 - 4) минеральные соли
7. Минимальный суточный расход энергии взрослого человека составляет
- 1) 7 тыс. кДж
 - 2) 13 тыс. кДж
 - 3) 17 тыс. кДж
 - 4) 22 тыс. кДж
8. Тиамином называется витамин
- 1) А
 - 2) В₁
 - 3) С
 - 4) В₆
9. Витамины группы В в больших количествах содержатся в
- 1) печени акулы
 - 2) красном перце
 - 3) цитрусовых
 - 4) оболочках семян злаков
10. При нехватке витамина D развивается
- 1) бесплодие
 - 2) куриная слепота
 - 3) рахит
 - 4) злокачественное малокровие
11. В каскаде реакций свертывания крови принимает участие витамин
- 1) D
 - 2) E
 - 3) В₁₂
 - 4) К
12. Рибофлавином называется витамин
- 1) В₁
 - 2) В₂
 - 3) В₁₂
 - 4) D
13. При нехватке витамина В₁₂ развивается
- 1) злокачественное малокровие
 - 2) дерматит
 - 3) цинга
 - 4) полиневрит

14. Витамин А называется

- 1) ретинолом
- 2) филлохиноном
- 3) цианокобаламином
- 4) пиридоксином

15. При нехватке витамина А прежде всего поражается

- 1) продолговатый мозг
- 2) роговица глаза
- 3) почки
- 4) клапаны сердца

Выберите три правильных ответа.

16. К водорастворимым не относятся витамины

- 1) А
- 2) Н
- 3) С
- 4) D
- 5) Е
- 6) К

17. К водорастворимым относятся витамины

- 1) В₁
- 2) В₂
- 3) D₂
- 4) D₃
- 5) С
- 6) Е

18. Поражения кожи и слизистых, различные дерматиты развиваются при нехватке в организме витаминов

- 1) А
- 2) В₁
- 3) В₂
- 4) В₆
- 5) В₁₂
- 6) К

19. Витамином С особенно богаты

- 1) яйца
- 2) бобовые
- 3) цитрусовые
- 4) лук, чеснок
- 5) плоды шиповника
- 6) злаки

20. Ионы Са²⁺

- 1) участвуют в каскаде свертывания крови
- 2) в больших количествах угнетают сердечную деятельность
- 3) обеспечивают постоянство внутренней среды организма
- 4) участвуют в формировании костей
- 5) участвуют в мышечном сокращении
- 6) входят в состав гормонов щитовидной железы

21. Установите соответствие между химическим элементом и функцией, которую он выполняет в организме человека.

Химический элемент	Функция
1) Zn^{2+} 2) K^{+} 3) Ca^{2+} 4) Na^{+} 5) Mg^{2+} 6) Cu^{2+}	А) обеспечивает постоянство внутренней среды организма Б) входит в состав множества ферментов В) участвует в формировании костей

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	3	3	2	2	3	2	2	4	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	2	1	1	2	1,4,5	1,2,5	1,3,4	3,4,5	1,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	А	В	А	В	Б

Выделение. Органы мочевыделительной системы. Функции почек. Значение выделения продуктов обмена веществ

Совокупность процессов распада веществ в организме называется диссимиляцией. Конечными продуктами распада жиров и углеводов являются углекислый газ и вода, а конечными продуктами распада белков — углекислый газ, вода и мочеви́на. Продукты распада необходимо постоянно выводить из организма через органы выделения.

Через почки с мочой удаляются: вода, мочеви́на, мочевая кислота, некоторые соли. Через кожу с потом выделяются в меньших количествах те же вещества, что и через почки. Наконец, через легкие выводятся углекислый газ и пары воды.

Процессы выделения являются необходимой составной частью обмена веществ.

Мочевыделительная система человека состоит из двух почек, мочеточников, соединяющих почки с мочевым пузырем, мочеиспускательного канала, выводящего мочу из организма наружу. Почки — парные органы бобовидной формы, расположенные у задней стенки брюшной полости на уровне поясничных позвонков. Почка состоит из двух слоев — коркового и мозгового. В корковом слое расположены клубочки нефронов. *Нефрон* — это функциональная единица почки. В каждой почке приблизительно по 1 млн нефронов. Извитые канальцы и собирательные трубочки нефронов расположены в мозговом слое почек. Канальцы и собирательные трубочки собраны в почечные пирамиды, которые открываются в почечную лоханку, где берет начало мочеточник.

Кровь в почки попадает по почечным артериям, отходящим от аорты. За 4–5 минут через почки проходит вся кровь организма человека. Почечные артерии ветвятся на приносящие артериолы; они, многократно разветвляясь, образуют клубочки капилляров, заходящие в капсулы Шумлянского-Боумена, которыми начинается нефрон. Пройдя через капсулы, кровь собирается в выносящую артериолу. Диаметр приносящих артериол больше диаметра выносящих, поэтому давление крови в клубочках капилляров относительно велико. Стенка капсулы Шумлянского-Боумена образована одним слоем клеток, через который и происходит фильтрация крови. При этом в просвет капсулы не избирательно выходят многие низкомолекулярные вещества. Таким образом, в просвете капсул образуется так называемая первичная моча, в состав которой входят вода, глюкоза, соли, мочевины, аминокислоты, пептиды, витамины и т. п. Однако крупных белковых молекул и форменных элементов крови в первичной моче здорового человека быть не должно. Общий объем первичной мочи, образующейся за сутки, составляет около 150–200 л. Из просвета капсулы первичная моча движется по извитому канальцу, стенки которого способны к обратному всасыванию (реабсорбции) большинства веществ, содержащихся в ней. Таким образом, обратно в кровь всасывается вода, многие соли, витамины, аминокислоты, глюкоза. После этого моча делается концентрированной, в ней резко повышается содержание мочевины. Такая моча называется вторичной, она через собирательные трубочки сливается в мочеточник и поступает в мочевой пузырь. У человека в сутки образуется 1,5–2 л вторичной мочи.

Во вторичной моче около 98% воды и 2% мочевины, мочевой кислоты, солей натрия, калия, магния. Процесс образования мочи требует больших затрат энергии, достигающих 10–12% от общей энергии, необходимой организму человека. Присутствие в моче белков или клеток крови свидетельствует о том, что эпителий капсул нефронов поврежден.

Регуляция деятельности почек обеспечивается вегетативной нервной системой и гуморальным путем. Так, например, симпатическая система стимулирует реабсорбцию натрия, а парасимпатическая система — реабсорбцию глюкозы. Однако основная регуляция — гуморальная: в нейросекреторных клетках гипоталамуса вырабатывается гормон вазопрессин (антидиуретический гормон), который по аксонам этих клеток поступает в заднюю долю гипофиза, а затем в кровь. Этот гормон подавляет образование мочи (диурез) за счет усиления реабсорбции воды в собирательных трубочках нефронов.

Почкам свойственна также и эндокринная функция: в них синтезируется ренин (активирует синтез ангиотензина, который вызывает сужение сосудов) и эритропоэтин (стимулирует образование эритроцитов).

В почках моча образуется непрерывно, однако выводится из организма отдельными порциями. В мочевом пузыре происходит дополнительное всасывание воды в кровь. Когда мочевой пузырь наполняется, происходит его опорожнение. Это сложный рефлекторный акт. Центр мочеиспускательного рефлекса лежит в крестцовом отделе спинного мозга; он находится под контролем коры больших полушарий. Симпатическая система способствует накоплению мочи в мочевом пузыре (гладкомышечные стенки мочевого пузыря при этом расслабляются, а мышцы сфинктера на выходе из мочевого пузыря сокращаются); парасимпатическая система действует противоположно. Высшие мозговые центры обеспечивают произвольное мочеиспускание.

Нарушение нормального процесса выделения продуктов распада приводит к отравлению организма. При нарушении работы почек эти продукты скапливаются в крови, в результате чего возникают тяжелые состояния, которые могут закончиться смертью.

Кожа: строение и функции.

Роль кожи в регуляции теплоотдачи

Наружный покров тела человека — кожа. Общая площадь кожных покровов человека составляет приблизительно 2 м^2 . Кожа выполняет ряд важнейших функций: защитную, чувствительную, выделительную, запасающую и терморегуляторную.

Кожа состоит из трех слоев: эпидермиса, дермы (или собственно кожи), подкожной жировой клетчатки.

Эпидермис состоит из нескольких десятков слоев эпителиальных клеток. Наиболее толстый эпидермис расположен на подошвах и ладонях, а самый тонкий — на веках глаз. Верхние слои эпидермиса мертвые. Они постоянно слущиваются, особенно во время мытья, и заменяются ороговевающими клетками нижних слоев, образованными живыми клетками. В среднем за год человек теряет 600–700 г кожных частичек. В клетках эпидермиса вырабатывается пигмент меланин, от количества которого зависит цвет кожи. Меланин поглощает ультрафиолетовые лучи и особенно интенсивно вырабатывается при интенсивном солнечном освещении кожи.

Дерма — это соединительная ткань, богатая переплетающимися эластичными волокнами, придающими коже упругость. В дерме расположено большое число разнообразных рецепторов: температурных, прикосновения (тактильных), давления, болевых. Больше всего в коже болевых окончаний — около миллиона, а температурных гораздо меньше: 250 тыс. холодových, 30 тыс. тепловых. Волосы человека имеют эпидермальное происхождение. Волос состоит из луковицы, корня и стержня. У корня каждого волоса находится рудимент мышцы. Рядом с волосатыми луковицами расположены сальные железы. Пузырьки сальных желез, в которых вырабатывается кожное сало, открываются в волосные сумки. Кожное сало необходимо для смазывания волос и кожи. Потовые железы образованы железистыми клетками, выделяющими пот — жидкость, содержащую мочевины, соли и др. Выводные протоки потовых желез расположены по всей поверхности кожи. Больше всего их в подмышках, на ладонях, подошвах, а общее их количество составляет 2–3 млн. Количество выделяемого пота сильно колеблется. Особенно много пота выделяется в жаркие дни — до 3 л. Кожное сало и пот содержат вещества, препятствующие проникновению в кожу подавляющего большинства болезнетворных микроорганизмов.

В дерме также находится большое число кровеносных сосудов и нервных волокон.

Дерма переходит в третий слой кожи — *подкожную жировую клетчатку*, образованную рыхлой соединительной тканью. Накапливающийся в этой ткани жир защищает организм от переохлаждения, служит запасом для больших энергетических затрат.

Одна из важнейших функций кожи — терморегуляторная. Терморегуляция — это ряд физиологических процессов, позволяющих поддерживать температуру тела человека на постоянном уровне. Около 80% тепла, образующегося в организме, теряется через кожу. При повышении температуры окружающей среды сосуды кожи рефлекторно расширяются и теплоотдача возрастает. Кроме того, увеличивается выделение и испарение пота, что требует больших затрат энергии.

При низкой температуре окружающей среды сосуды кожи сужаются, выделение пота тормозится. Потерям тепла препятствуют также отложения жира в подкожной клетчатке.

Для повышения устойчивости организма к понижению или возрастанию температуры необходимо постоянно его закаливать. В результате закаливания вырабатывается комплекс рефлексов, обеспечивающих повышение защитных сил человека. Основные способы закаливания — водные и воздушные процедуры, спортивные упражнения и т. п.

Грязная кожа не может нормально выполнять защитную и терморегуляторную функции. Грязь приводит к закупорке сальных и потовых желез, увеличивает время жизни болезнетворных бактерий, попавших на кожу, поэтому кожу следует регулярно мыть. Для нормального состояния кожных покровов нужна удобная одежда. Она должна быть чистой, хорошо пропускать влагу и воздух, не препятствовать теплообмену.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Выделительную функцию в организме не выполняют
 - 1) почки
 - 2) легкие
 - 3) кожа
 - 4) печень

2. Мочеточник соединяет
- 1) почку с внешней средой
 - 2) мочевого пузыря с внешней средой
 - 3) почку с мочевым пузырем
 - 4) левую и правую почки
3. К железистой части почки относится
- 1) почечная лоханка
 - 2) приносящая почечная артерия
 - 3) капсула Шумлянского-Боумена с клубочком капилляров внутри
 - 4) собирательная трубочка
4. К проводящей части почки относится
- 1) капсула Шумлянского-Боумена с клубочком капилляров внутри
 - 2) петля Генле
 - 3) почечная лоханка
 - 4) проксимальный извитой каналец
5. Давление в капиллярных клубочках нефронов составляет в среднем
- 1) 30 мм рт. ст.
 - 2) 50 мм рт. ст.
 - 3) 70 мм рт. ст.
 - 4) 100 мм рт. ст.
6. В первичной моче здорового человека не должно быть
- 1) аминокислот
 - 2) солей
 - 3) белков
 - 4) витаминов
7. Обратному всасыванию не подвергается
- 1) глюкоза
 - 2) мочевины
 - 3) витамины
 - 4) аминокислоты
8. Количество выделяющейся мочи составляет в сутки около
- 1) 0,5 л
 - 2) 1,5 л
 - 3) 3 л
 - 4) 5 л

9. Естественным раздражителем мочеиспускательного рефлекса является
- 1) растяжение стенок пузыря
 - 2) повышение концентрации мочевины
 - 3) действие мочевины на центры спинного мозга
 - 4) произвольное желание
10. В мочевом пузыре мочи скапливается примерно
- 1) 1,5 л
 - 2) 3 л
 - 3) 300 мл
 - 4) 900 мл
11. Кожа человека не обладает следующей функцией
- 1) защитной
 - 2) выделительной
 - 3) чувствительной
 - 4) двигательной
12. В наибольшей степени роговой слой кожи развит на
- 1) лице
 - 2) ладонях
 - 3) спине
 - 4) груди
13. Роговой слой кожи наименее развит на
- 1) ступнях
 - 2) ладонях
 - 3) коленях
 - 4) веках
14. В собственно коже отсутствуют
- 1) ороговевшие клетки
 - 2) потовые железы
 - 3) сальные железы
 - 4) рудименты мышц
15. У человека в спокойных условиях при комнатной температуре в сутки выделяется пота
- 1) 200–600 мл
 - 2) 700–1200 мл
 - 3) 1500–2000 мл
 - 4) 2500–3000 мл

Выберите три правильных ответа.

16. Функцией почек является
- 1) выделение вредных и избыточных для организма веществ
 - 2) поддержание относительного постоянства химического состава и свойств жидких внутренних сред организма
 - 3) синтез биологически активных веществ
 - 4) детоксикация ядовитых веществ
 - 5) выработка антител
 - 6) депонирование форменных элементов крови

- 17.** В корковом слое почки находятся
- 1) петли Генле
 - 2) собирательные трубочки
 - 3) почечные лоханки
 - 4) капсулы Шумлянського-Боумена
 - 5) дистальные извитые канальца
 - 6) проксимальные извитые канальца
- 18.** В норме во вторичной моче отсутствуют
- 1) мочеви́на
 - 2) простые сахара
 - 3) форменные элементы крови
 - 4) белки
 - 5) соли
 - 6) моче́вая кислота
- 19.** В регуляции деятельности почек участвуют гормоны
- 1) окситоцин
 - 2) вазопрессин
 - 3) инсулин
 - 4) альдостерон
 - 5) ренин
 - 6) соматостатин
- 20.** При снижении температуры окружающего воздуха происходит
- 1) увеличение интенсивности сокращения мышц
 - 2) снижение потоотделения
 - 3) усиление потоотделения
 - 4) сужение кровеносных сосудов кожи
 - 5) расширение кровеносных сосудов кожи
 - 6) учащение сердцебиения
- 21.** Установите соответствие между частью почки и функцией, которую она выполняет.

Часть почки	Функция
1) капсула Шумлянського-Боумена	А) фильтрация жидкой части крови
2) проксимальный извитой каналец	Б) реабсорбция
3) дистальный извитой каналец	В) проведение вторичной мочи
4) петля Генле	
5) собирательная трубочка	
6) почечная лоханка	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	3	3	3	3	3	2	2	1	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	2	4	1	2	1,2,3	4,5,6	2,3,4	2,4,5	1,2,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	Б	Б	В	В

Железы внутренней секреции. Понятие о гормонах. Роль гуморальной регуляции в организме

Железами внутренней секреции, или **эндокринными**, называют те железы, которые не имеют выводящих протоков и выделяют образующиеся в их клетках биологически активные вещества (гормоны) непосредственно во внутреннюю среду организма — в кровь. Вместе с нервной эндокринная система обеспечивает приспособление организма к условиям внешней среды. Но если нервная система регулирует работу конкретных клеток, посылая к ним нервные импульсы, то гормоны, передвигаясь с кровью, действуют на клетки разных тканей и органов, где они могут связаться со специфическими рецепторами гормонов. Если нервная система осуществляет свои влияния практически мгновенно, то эндокринная воздействует на организм медленнее, но продолжительнее.

Гормоны — это вещества различной химической структуры (аминокислоты и их производные, пептиды, белки, стероиды), которые обычно вырабатываются и выделяются специализированными железами. Хотя, например, ряд гормонов синтезируется в гипоталамической области промежуточного мозга. Поэтому гипоталамус является нейроэндокринным органом. Вся деятельность эндокринной системы находится под контролем нервной системы, но и нервная система постоянно контролируется эндокринной системой.

Одни гормоны оказывают непосредственное регуляторное действие на какой-то орган, а другие могут обладать программирующим эффектом, то есть в определенный момент изменяют клетки каких-либо тканей на все последующее время их жизни.

Гипофиз — нижний мозговой придаток, связанный с гипоталамусом тонкой ножкой. Масса гипофиза — около 0,5 г. Располагается он в особой костной выемке — турецком седле. Анатомически и функционально гипофиз делится на три доли: переднюю, среднюю и заднюю. В передней доле гипофиза синтезируются и выделяются в кровь гормоны, управляющие деятельностью других эндокринных желез.

Адренокортикотропный гормон (кортикотропин, АКТГ) стимулирует деятельность коры надпочечников. Тиреотропный гормон (ТТГ) стимулирует синтез гормонов щитовидной железы. Гонадотропины (лютеинизирующий и фолликулостимулирующий гормоны) управляют деятельностью половых желез. Они усиливают образование мужских и женских половых гормонов в семенниках и яичниках, стимулируют рост семенников и фолликулов.

Соматотропный гормон (гормон роста) действует не на какую-то одну эндокринную железу, но стимулирует выработку тканевых факторов роста в клетках многих тканей. В свою очередь эти тканевые факторы стимулируют рост всех частей организма. При недостатке соматотропного гормона у детей развивается гипофизарная карликовость, а при избытке — гипофизарный гигантизм. Если же избыток соматотропного гормона наблюдается у взрослого человека, то возникает акромегалия — заболевание, при котором разрастаются кости лицевого отдела черепа, нос, губы, пальцы рук и ног.

В промежуточной доле гипофиза вырабатывается меланоцитстимулирующий гормон (МСГ), функции которого изучены недостаточно, однако показано, что его избыток усиливает пигментацию кожи, и она заметно темнеет.

Гормоны задней доли гипофиза — вазопрессин (антидиуретический гормон, АДГ) и окситоцин. Они вырабатываются в нейронах гипоталамуса, а потом по аксонам этих нейронов спускаются в заднюю долю гипофиза, где и поступают в кровь. Основные функции вазопрессина — усиление обратного всасывания воды в почечных канальцах, что приводит к уменьшению объема мочи. Этот гормон принимает важнейшее участие в регуляции постоянства внутренней среды организма, а при его нехватке у человека развивается несахарный диабет — заболевание, при котором организм теряет большое количество воды и некоторых солей. Окситоцин стимулирует сокращение гладкой мускулатуры семявыводящих протоков и яйцеводов, а также играет важнейшую роль при родах, стимулируя сокращение мышц матки.

Щитовидная железа расположена на передней стенке гортани, состоит из двух долей и перешейка и имеет массу от 25 до 40 г. Она образована особыми пузырьками — фолликулами, в которых вырабатываются гормоны, содержащие йод: тироксин (тетрайодтиронин) и трийодтиронин. Гормоны щитовидной железы выполняют ряд функций. Во-первых, они являются программирующими, участвуя, например, в половом созревании различных животных и человека. Если головастика лягушки лишить этих гормонов, то он вырастет до гигантских размеров, но в лягушку превратиться не сможет. Во-вторых, эти гормоны усиливают обмен веществ, стимулируя клеточное дыхание, повышают секрецию соматотропного гормона гипофиза. В-третьих, гормоны щитовидной железы усиливают продукцию тепла организмом — термогенез. Заболевания, связанные с нарушениями деятельности щитовидной железы, могут возникать не только при изменениях в самой железе, но и при нехватке йода в организме, при заболеваниях передней доли гипофиза и др.

При снижении функции щитовидной железы в детстве развивается кретинизм, характеризующийся торможением в развитии всех систем организма, малым ростом, слабоумием. У взрослого человека при нехватке гормонов щитовидной железы возникает микседема, при которой наблюдаются отеки, понижение иммунитета, слабость. Данное заболевание хорошо поддается лечению гормонами щитовидной железы, вводимыми извне. При гиперфункции щитовидной железы возникает базедова болезнь, при которой резко возрастает возбудимость, обмен веществ, частота сердечных сокращений, характерны пучеглазие (экзофтальм) и потеря веса.

В тех географических зонах, где вода содержит мало йода (обычно это встречается в горах), у населения часто наблюдается зоб — заболевание, при котором секретирующая ткань щитовидной железы не может в отсутствие необходимого количества йода синтезировать полноценные гормоны и разрастается. В таких районах потребление йода населением должно быть повышенным, что может быть обеспечено, например, продажей поваренной соли с обязательными небольшими добавками хлористого йода.

Поджелудочная железа обладает смешанной секрецией: часть ее клеток выделяет пищеварительные ферменты через протоки в двенадцатиперстную кишку (внешняя секреция), а скопления других клеток, называемые островками Лангерганса, выделяют гормоны инсу-

лин и глюкагон непосредственно в кровь. Непрерывное выделение инсулина в кровь необходимо для того, чтобы основной источник энергии — глюкоза — могла свободно переходить из плазмы крови в клетки тканей, а ее избыток — откладываться в печени в виде полимера гликогена. При нехватке инсулина развивается сахарный диабет, болезнь, при которой глюкоза не проникает в ткани, а ее уровень в плазме крови сильно возрастает, что влечет за собой выведение глюкозы из организма в больших объемах мочи. Если больному диабетом не вводить инсулин извне, то лишение мозга глюкозы приводит к потере сознания, судорогам и быстрой смерти. Второй гормон поджелудочной железы — глюкагон — синтезируется в особых клетках островков Лангерганса и необходим для образования глюкозы из гликогена при нехватке ее в плазме крови. Таким образом, инсулин и глюкагон, обладая до определенной степени противоположными эффектами, обеспечивают точное регулирование потребления организмом глюкозы.

Надпочечники — небольшие парные железы, расположенные на верхних полюсах почек и состоящие из двух слоев: коркового и мозгового. Клетки наружного, коркового, слоя вырабатывают:

- 1) глюкокортикоиды, главным из которых является кортизол, стимулируют синтез гликогена из глюкозы, понижают уровень потребления глюкозы тканями, тормозят иммунный ответ, препятствуют воспалительным процессам;
- 2) минералокортикоиды, главным из которых является альдостерон, регулируют содержание Na^+ и K^+ в организме.

При недостаточном функционировании коры надпочечников возникает аддисонова болезнь, для которой характерны нарушения углеводного обмена, низкое кровяное давление, похудание, тошнота, усиление пигментации кожи.

Мозговой слой надпочечников вырабатывает адреналин и норадреналин и функционально входит в единую регуляторную систему с симпатическим отделом вегетативной нервной системы. В те периоды, когда организм должен работать в большом напряжении (при травме, во время опасности, в условиях повышенного физического и умственного труда и т. п.), эти гормоны усиливают работу мышц, повышают содержание глюкозы в крови (для обеспечения возросших энергетических затрат мозга), усиливают кровоток в мозге и других жизненно важных органах, повышают уровень системного кровяного

давления, усиливают сердечную деятельность. Таким образом, гормоны мозгового слоя надпочечников служат для обеспечения реакции организма на экстремальные воздействия или реакции на стресс.

Половые железы (гонады) являются железами смешанной, то есть и внешней, и внутренней секреции. Половые железы женщины — яичники — выделяют во внешнюю среду яйцеклетки, а во внутреннюю — гормоны эстрогены и прогестины. Половые железы мужчины — семенники — во внешнюю среду выделяют сперматозоиды, а во внутреннюю — гормоны андрогены. Женские половые гормоны необходимы для нормального созревания яйцеклеток, протекания беременности, формирования вторичных половых признаков. Мужские половые гормоны необходимы для нормального формирования сперматозоидов, развития вторичных половых признаков по мужскому типу.

Эндокринную функцию выполняют также временные железы — желтое тело и плацента. Желтое тело вырабатывает гормон прогестерон, обеспечивающий подготовку организма женщины к беременности, а плацента — гонадотропин, стимулирующий выделение прогестерона желтым телом, и лактоген, подготавливающий молочные железы к лактации.

Размножение и развитие человеческого организма.

Половые железы и половые клетки. Оплодотворение.

Развитие зародыша человека

Воспроизведение себе подобных у человека происходит при помощи полового размножения, хотя в случае образования однойяйцевых близнецов фазу, когда зародыш на ранних стадиях дробления разделяется на два организма, следует рассматривать как вариант бесполого размножения. Новый человек образуется при слиянии половых клеток — гамет, образующихся в половых железах: яйцеклеток в яичниках и сперматозоидов в семенниках.

В состав **мужской половой системы** входят половые органы: внутренние — семенники, семявыносящие протоки, предстательная железа, семенные пузырьки, и наружные — половой член и мошонка. Парные семенники (яички) находятся в мошонке — кожно-мышечном мешочке, расположенном вне тела. Во время эмбрионального развития мальчика семенники закладываются и развиваются

в нижней части брюшной полости и опускаются в мошонку незадолго до рождения или вскоре после него. Расположение яичек вне полости тела связано с тем, что нормальное созревание сперматозоидов (сперматогенез) происходит только при пониженной температуре. Семенники имеют длину 3–4 см и массу около 20 г каждый. Семенник состоит из семенных канальцев, в которых с периода половой зрелости и практически до конца жизни мужчины в огромных количествах образуются сперматозоиды. В среднем в секунду вырабатывается по 1500 сперматозоидов, и общее их число в течение жизни мужчины составляет около 8×10^{11} . Зрелые сперматозоиды выталкиваются сокращением гладких мышц из семенника в семявыводящий проток, а затем смешиваются с секретами предстательной железы и семенных пузырьков, образуя сперму, или семенную жидкость. Наружу сперма поступает по мочеиспускательному каналу, проходящему внутри полового члена.

Женская половая система включает в себя внутренние (яичники, яйцеводы, матка и влагалище) и наружные (большие и малые половые губы, клитор) половые органы. Парные яичники находятся в брюшной полости в области малого таза. Они имеют длину 3–4 см и массу около 7 г каждый. Предшественники яйцеклеток закладываются в организме будущей девочки еще во время ее эмбрионального развития. К моменту рождения девочки их общее число составляет около двух миллионов, а к началу полового созревания — около 300 тыс.; они называются ооцитами первого порядка. Каждый ооцит окружен эпителиальными клетками, образующими пузырек, называемый фолликулом. Дальнейшее созревание яйцеклеток происходит именно в фолликулах, причем полной зрелости достигают лишь 350–400 яйцеклеток. Период, в течение которого женщина способна к размножению, длится около 30 лет, после чего активность яичников прекращается. По мере созревания ооцита эпителий фолликула разрастается, и в нем появляется полость, заполненная жидкостью. В среднем раз в 28 дней стенка яичника разрывается в том месте, где изнутри к ней прилежит фолликул, и яйцеклетка выходит в брюшную полость, откуда через бахромчатую воронку попадает в яйцевод (маточную трубу). Этот процесс называется овуляцией. Обычно овуляция происходит поочередно: то в левом, то в правом яичнике.

В то же время на месте лопнувшего фолликула развивается временная железа внутренней секреции — желтое тело, где вырабатыва-

ется гормон прогестерон. Если яйцеклетка будет оплодотворена, то есть наступит беременность, то прогестерон будет обеспечивать ее протекание. Если же беременность не наступила, то желтое тело на 13–14-й день после овуляции прекращает выделение прогестерона и разрушается. В это время разросшаяся под действием прогестерона слизистая оболочка матки отторгается, при этом лопаются довольно крупные кровеносные сосуды, начинается менструация.

После того как яйцеклетка попала в яйцевод, она начинает продвигаться по направлению к матке за счет сокращения гладких мышц яйцевода, а также движения ресничного эпителия его стенок. В яйцеводе происходит окончательное созревание яйцеклетки, и здесь она может быть оплодотворена сперматозоидом. Если оплодотворения не произошло, то яйцеклетка выходит в полость матки, где и разрушается.

Оплодотворением называется процесс слияния яйцеклетки и сперматозоида, когда сливаются их гаплоидные ядра и образуется зигота — клетка с диплоидным ядром, которая и дает начало новому организму. У человека нормальное оплодотворение происходит в верхней трети яйцевода. Оптимальные сроки для оплодотворения — 12 часов после овуляции. При одном выбросе сперматозоидов (эякуляции) во влагалище попадает около 200 млн сперматозоидов, однако в полость матки их проникает гораздо меньше, и лишь несколько сотен доходят по яйцеводу до спускающейся им навстречу яйцеклетки. Множество сперматозоидов окружают яйцеклетку, и поверхность их головок вступает в контакт с ее оболочками. При этом сперматозоиды выделяют фермент, увеличивающий проницаемость оболочек яйцеклетки. Наконец, один сперматозоид проникает в цитоплазму яйцеклетки, после чего вокруг нее образуется особая оболочка, препятствующая проникновению других сперматозоидов. Образовавшаяся зигота начинает дробление еще в яйцеводе.

Индивидуальное развитие человека (онтогенез) подразделяют на два больших периода: эмбриональный и постэмбриональный. Эмбриональный период продолжается от момента оплодотворения до рождения ребенка и длится около 280 суток (40 недель). Рассмотрим его более подробно.

Дробящаяся зигота продвигается по яйцеводу, формируется бластула, и на шестые сутки после оплодотворения бластула попадает в матку. Около суток зародыш находится в полости матки, а на седьмые

сутки внедряется в ее стенку — происходит имплантация. В этот же период происходит гастрюляция, то есть образуются зародышевые листки. Затем образуется плацента, которая связывает эмбрион с сосудистой системой материнского организма. Плацента представляет собой диск, часть которого образуется из слизистой оболочки матки (материнская часть), а часть — из ворсинчатого хориона (детская часть). В плаценте кровь матери и плода не смешивается, и обмен происходит через тончайший эпителий сосудов. Все время внутриутробного развития плод получает из крови матери питание, кислород, гормоны и пр., а в обратном направлении из плода в организм матери проходят продукты обмена, предназначенные для выделения.

К концу 8-й недели заканчивается закладка органов, происходит дифференцировка всех систем: кровеносной, пищеварительной, нервной, выделительной. В этот период зародыш имеет массу 5 г и длину около 4 см. Начиная с 9-й недели и до 40-й, когда беременность заканчивается родами, происходит развитие и рост всех систем плода. На 5-м месяце мать начинает ощущать движения плода, хотя двигаться он начинает несколько раньше. К моменту завершения эмбрионального периода, то есть к родам, плод имеет массу около 3 кг и длину около 50 см.

Во время беременности уровень эстрогенов в материнской крови постоянно повышается. Эстрогены повышают чувствительность матки к окситоину, стимулирующему сокращение ее мышц. Ровно через 40 недель беременности шейка матки расслабляется, а остальные мышцы матки под действием окситоцина начинают концентрически сдавливать амниотический мешок, выталкивая плод. При этом стимулируются многочисленные механорецепторы шейки матки и влагалища, и раздражение передается в мозг и приводит к еще более сильному выбросу в кровь окситоцина. Таким образом, родовая деятельность поддерживается вплоть до полного изгнания плода и плаценты.

Процесс родов регулируется рядом гормонов. Когда новорожденный издает первый в своей жизни крик, его легкие наполняются воздухом, и он начинает дышать самостоятельно. После этого плацента разделяется, и ее детская часть с оболочками плода также выходит наружу. На этом заканчивается эмбриональный период развития человека.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Гуморальная регуляция организма находится под контролем
 - 1) продолговатого мозга
 - 2) среднего мозга
 - 3) мозжечка
 - 4) промежуточного мозга
2. Железами внутренней секреции являются
 - 1) надпочечники
 - 2) слезные
 - 3) потовые
 - 4) слюнные
3. Тироксин выделяет
 - 1) гипоталамус
 - 2) щитовидная железа
 - 3) поджелудочная железа
 - 4) желтое тело
4. Инсулин главным образом воздействует на обмен
 - 1) белков
 - 2) жиров
 - 3) углеводов
 - 4) солей
5. Норадреналин — это гормон
 - 1) надпочечников
 - 2) паращитовидных желез
 - 3) поджелудочной железы
 - 4) гипоталамуса
6. Сахарный диабет возникает при нехватке гормона
 - 1) поджелудочной железы
 - 2) надпочечников
 - 3) гипофиза
 - 4) яичников
7. Иод входит в состав гормонов
 - 1) щитовидной железы
 - 2) семенников
 - 3) гипофиза
 - 4) поджелудочной железы
8. При недостаточности щитовидной железы у взрослых развивается
 - 1) микседема
 - 2) базедова болезнь
 - 3) аддисонова болезнь
 - 4) сахарный диабет
9. Гигантизм возникает при избытке гормона
 - 1) мозгового слоя надпочечников
 - 2) коры надпочечников
 - 3) гипофиза
 - 4) яичников
10. Лютеотропный гормон гипофиза регулирует работу
 - 1) щитовидной железы
 - 2) тимуса
 - 3) гонад
 - 4) молочных желез

11. Овуляцией называется
- 1) выход яйцеклетки из фолликула
 - 2) продвижение яйцеклетки по маточной трубе
 - 3) погружение яйцеклетки в слизистую оболочку матки
 - 4) начальная стадия деления яйцеклетки
12. Оплодотворение происходит в
- 1) матке
 - 2) яйцеводе
 - 3) яичнике
 - 4) влагалище
13. В норме оплодотворенная яйцеклетка начинает делиться в
- 1) полости тела
 - 2) яйцеводе
 - 3) матке
 - 4) яичнике
14. После оплодотворения яйцеклетки образовавшаяся зигота погружается в матку через
- 1) несколько часов
 - 2) 1–2 дня
 - 3) 6–9 дней
 - 4) несколько недель
15. Гормон желтого тела
- 1) способствует овуляции
 - 2) способствует оплодотворению яйцеклетки
 - 3) задерживает созревание следующего фолликула
 - 4) усиливает двигательную активность сперматозоидов

Выберите три правильных ответа.

16. По своей химической природе стероидами являются гормоны
- 1) мозгового слоя надпочечников
 - 2) коры надпочечников
 - 3) яичников
 - 4) семенников
 - 5) гипофиза
 - 6) поджелудочной железы
17. При нарушении функций щитовидной железы развивается
- 1) гигантизм
 - 2) акромегалия
 - 3) микседема
 - 4) кретинизм
 - 5) базедова болезнь
 - 6) аддисонова болезнь
18. Железами внешней секреции являются
- 1) надпочечники
 - 2) сальные
 - 3) молочные
 - 4) паращитовидные
 - 5) потовые
 - 6) гонады

19. Железой смешанной секреции является

- | | |
|-----------------------|---------------|
| 1) поджелудочная | 4) щитовидная |
| 2) кора надпочечников | 5) семенник |
| 3) гипофиз | 6) яичник |

20. Гормоны мозгового слоя надпочечников

- 1) оказывают противовоспалительное действие
- 2) стимулируют разложение гликогена в печени и мышцах
- 3) стимулируют половое созревание
- 4) сужают кровеносные сосуды кожи и органов брюшной полости
- 5) расширяют сосуды сердца, мозга, мышц
- 6) сужают бронхи

21. Установите соответствие между гормонами и органическими соединениями, к которым они относятся.

Гормоны	Органические соединения
1) соматотропин 2) тироксин 3) инсулин 4) глюкагон 5) адреналин 6) прогестерон	А) полипептиды Б) производные аминокислот В) стероиды

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	1	2	3	1	1	1	1	3	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	2	2	3	3	2,3,4	3,4,5	2,3,5	1,5,6	2,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	А	А	Б	В

Значение нервной системы.

Понятие о рефлексе

Нервная система регулирует работу всех систем организма, обеспечивая координацию их деятельности в меняющихся условиях существования.

Работа нервной системы основана на рефлекторном принципе, то есть она определенным образом реагирует на внешние и внутренние раздражители. **Рефлекс** — это адекватный ответ организма на раздражитель, осуществляемый через посредство нервной системы. При осуществлении рефлекторной реакции возбуждение распространяется по рефлекторной дуге. В состав рефлекторной дуги входит рецептор, воспринимающий раздражение, который часто является периферическим окончанием чувствительного (афферентного) нейрона. По аксону чувствительного нейрона возбуждение передается в центральную нервную систему и распространяется или непосредственно на двигательный (эфферентный) нейрон, или на вставочные нейроны, а уже через них — на эфферентный. По аксону эфферентного нейрона возбуждение достигает исполнительного органа, чаще всего мышцы. В результате возбуждения деятельность этого органа изменяется, например мышца сокращается.

Анатомически нервная система делится на центральную и периферическую, а функционально — на соматическую и вегетативную. Соматическая нервная система обеспечивает произвольные и непроизвольные сокращения скелетной мускулатуры. Центральная часть соматической нервной системы включает в себя спинной и головной мозг. Вегетативная нервная система управляет работой внутренних органов, регулирует обмен веществ в организме.

Спинной мозг

Спинной мозг расположен в позвоночном канале и представляет собой тяж длиной 43–45 см и массой около 30 г и диаметром около 1 см. Он разделен на отделы, соответствующие отделам позвоночника. Наверху спинной мозг переходит в нижний отдел головного мозга — продолговатый мозг, а внизу заканчивается на уровне поясничных позвонков. Спинной мозг омывается спинномозговой

жидкостью — ликвором, проходящий в центре спинного мозга канал также заполнен ликвором. Двумя продольными бороздами (передней и задней) спинной мозг делится на две симметричные половины. На поперечном срезе хорошо видно, что в центре спинного мозга вокруг спинномозгового канала расположены тела нейронов, образующие серое вещество спинного мозга. Вокруг серого вещества расположено белое вещество — отростки нейронов самого спинного мозга, а также приходящие в спинной мозг аксоны нейронов головного мозга.

На поперечном срезе серое вещество похоже на бабочку, и в нем различают передние, задние и боковые рога. В передних рогах расположены двигательные нейроны (мотонейроны), по аксонам которых возбуждение достигает скелетных мышц конечностей и туловища, заставляя их сокращаться. В задних рогах расположены главным образом тела вставочных нейронов, связывающих отростки чувствительных нейронов с телами двигательных нейронов, а также передающих информацию в другие отделы центральной нервной системы. В боковых рогах серого вещества расположены тела нейронов симпатического отдела вегетативной нервной системы.

Спинной мозг разделен на сегменты, от каждого из которых отходит пара смешанных, то есть содержащих чувствительные и двигательные волокна, спинномозговых нервов. Всего таких пар 31. Каждый из указанных нервов начинается двумя корешками — передним (двигательным) и задним (чувствительным). В составе переднего корешка (их образуют аксоны двигательных нейронов) от нейронов боковых рогов идут волокна к симпатическим ганглиям вегетативной нервной системы. В задних корешках спинного мозга расположены утолщения — нервные узлы (ганглии), в которых находятся тела чувствительных нейронов, несущие в спинной мозг информацию от внутренних органов, от мышц конечностей, туловища и кожи. В специальных отверстиях между позвонками передние и задние корешки соединяются, образуя смешанный спинномозговой нерв.

Каждый сегмент спинного мозга иннервирует определенный участок тела человека. Так, от шейных и верхних грудных сегментов спинного мозга отходят нервы к мышцам шеи, верхних конечностей и органам, расположенным в грудной полости. Нижние грудные и

верхние поясничные сегменты иннервируют мышцы туловища и органы брюшной полости. Нижние поясничные и крестцовые сегменты управляют работой мышц нижних конечностей и органами, расположенными в тазовой области.

Спинной мозг выполняет две функции: проводящую и рефлекторную. Проводящая функция заключается в том, что по волокнам белого вещества информация от кожных рецепторов (прикосновения, боли, температурных), рецепторов мышц конечностей и туловища, рецепторов сосудов и органов мочеполовой системы поступает в головной мозг. И, наоборот, от двигательных центров головного мозга поступают импульсы к мотонейронам передних рогов, а при их возбуждении — к мышцам конечностей, туловища и т. д.

Рефлекторная функция спинного мозга заключается в том, что его двигательные нейроны (мотонейроны) управляют движениями мышц конечностей, туловища и отчасти шеи. Вегетативные центры спинного мозга участвуют в регуляции деятельности сердечно-сосудистой, дыхательной, пищеварительной, выделительной, половой систем.

Следует указать также и на то, что информация, поступающая от органов через спинной мозг к головному мозгу, подвергается в спинном мозге частичному анализу и переработке. Так, например, спинной мозг способен влиять на силу болевых ощущений.

Все рефлексы спинного мозга находятся под мощным контролем со стороны головного мозга. Так, при травмах, приводящих к разрыву спинного мозга, ниже места разрыва могут восстановиться лишь простейшие сгибательные рефлексы, например коленный, да и то с нарушениями.

Строение и функции отделов головного мозга

Головной мозг делится на пять отделов: продолговатый мозг, средний мозг, мозжечок, промежуточный мозг и большие полушария мозга.

От головного мозга отходит 12 пар черепно-мозговых нервов (см. табл.).

Черепно-мозговые нервы и их функции

№	НАЗВАНИЕ	ФУНКЦИИ
I	Обонятельный	Афферентный обонятельный вход от рецепторов носа
II	Зрительный	Афферентный зрительный вход от клеток ганглиозного слоя сетчатки
III	Глазодвигательный	Эфферентный выход к четырем наружным мышцам глазного яблока
IV	Блоковый	Эфферентный выход к верхней косой мышце глаза
V	Тройничный	Основной афферентный вход от рецепторов лица
VI	Отводящий	Эфферентный выход к наружной прямой мышце глаза
VII	Лицевой	Эфферентный выход к мышцам лица и афферентный вход от части вкусовых рецепторов
VIII	Слуховой	Афферентный вход от рецепторов улитки внутреннего уха
IX	Языкоглоточный	Афферентный вход от части вкусовых рецепторов
X	Блуждающий	Основной нерв парасимпатического отдела вегетативной нервной системы, кроме того, в его составе проходят эфферентные волокна к мышцам глотки и гортани, а также афферентные волокна от вкусовых рецепторов
XI	Добавочный	Эфферентный выход к мышцам шеи и затылка (трапециевидной, грудиноключично-сосцевидной)
XII	Подъязычный	Эфферентный выход к мышцам языка

Продолговатый мозг является естественным продолжением спинного мозга, но сегментация у него выражена слабее, а нейронная организация более сложная, чем у спинного мозга.

Продолговатый мозг выполняет проводящую и рефлекторную функции. Через него проходят все пути, соединяющие нейроны спинного мозга с высшими отделами головного мозга, а также в нем лежат

центры многих важнейших для жизни человека рефлексов. Так, в продолговатом мозге находится дыхательный центр. Его нейроны возбуждаются, посылая импульсы к мотонейронам спинного мозга; от них импульсы идут к межреберным мышцам и мышцам диафрагмы, заставляя их сокращаться. Происходит вдох. Здесь же, в продолговатом мозге, расположен сосудодвигательный центр. Его нейроны, постоянно разряжаясь нервными импульсами, поддерживают оптимальный просвет артериальных сосудов, обеспечивая нормальное артериальное давление. Искусственное раздражение нейронов этого центра приводит к сужению артериальных сосудов и подъему давления, учащению сердцебиений.

В центральной части продолговатого мозга начинается ретикулярная формация ствола мозга — скопление огромного числа внешне хаотично расположенных нейронов. Нейроны ретикулярной формации имеют мощные связи со структурами переднего мозга — таламусом, гипоталамусом, лимбической системой, корой больших полушарий. Посылая импульсы в эти структуры, нейроны поддерживают передний мозг в бодрствующем состоянии. Поражение ретикулярной формации приводит к сонливости, потере сознания, летаргическому сну.

Мозжечок расположен на задней стороне ствола, позади продолговатого и среднего отделов мозга. Мозжечок состоит из червя (стволовой, наиболее древней части) и полушарий, разделенных бороздами на доли. Доли мелкими бороздками разделены на извилины. Полушария мозжечка покрыты трехслойной корой. В мозжечок поступает информация от всех двигательных систем и отделов больших полушарий, из среднего и спинного мозга. Основные функции мозжечка следующие:

- 1) регуляция позы тела и поддержание мышечного тонуса;
- 2) координация медленных произвольных движений с позой всего тела;
- 3) обеспечение точности быстрых произвольных движений.

При разрушении червя человек не может ходить и стоять, чувство равновесия нарушено. При поражениях полушарий мозжечка наблюдается снижение тонуса мышц, сильная дрожь конечностей, нарушение точности и быстроты произвольных движений, быстрая утомляемость. Нарушаются также речь и письмо.

Средний мозг, как и продолговатый, является частью ствола мозга. На поверхности его, обращенной к мозжечку, имеются 4 небольших бугорка — четверохолмие. Верхние бугры четверохолмия — центры первичной обработки зрительной информации, их нейроны реагируют на объекты, быстро передвигающиеся в поле зрения. Нижние бугры четверохолмия — центры первичной обработки слуховых стимулов. Нейроны этих центров реагируют на сильные, резкие звуки, приводя слуховую систему в состояние повышенной готовности. С буграми четверохолмия связан врожденный ориентировочный рефлекс на световой и звуковой раздражитель (поворот головы в стороны раздражителя).

В среднем мозге расположены важнейшие скопления нейронов, выполняющих двигательные функции, — красное ядро и черная субстанция. Нейроны красного ядра вместе с нейронами мозжечка участвуют в поддержании тонуса мышц и координации позы тела. Нейроны черной субстанции содержат в качестве медиатора дофамин, а аксоны этих нейронов проходят в структуры переднего мозга. При тяжелом заболевании — паркинсонизме — нейроны черной субстанции перестают вырабатывать дофамин и разрушаются. При этом человек теряет способность начинать произвольные движения, делается заторможенным, страдает также и эмоциональная сфера, может развиться слабоумие.

Промежуточный мозг состоит из таламуса (бугра), гипоталамуса (подбугровой области) и надбугровой области, в состав которой входит железа внутренней секреции эпифиз. Книзу от гипоталамуса на тонкой ножке расположена другая железа внутренней секреции — гипофиз.

Таламус является центром анализа всех видов ощущений, кроме обонятельных. Несмотря на небольшой объем (около 19 см³), в таламусе насчитывается более 40 пар ядер (скоплений нейронов) с разнообразными функциями. Специфические ядра анализируют различные виды ощущений и передают информацию о них в соответствующие зоны коры больших полушарий. Некоторые ядра таламуса являются продолжением ретикулярной формации ствола мозга и необходимы для активации структур переднего мозга. Нижняя часть промежуточного мозга — гипоталамус — также выполняет важнейшие функции, являясь высшим центром вегетативных регуляций. Передние ядра гипоталамуса — центр парасимпатических влияний, задние — симпати-

ческих влияний. Медиальная часть гипоталамуса — главный нейроэндокринный орган, нейроны которого выделяют в кровь целый ряд регуляторов, влияющих на деятельность передней доли гипофиза. Кроме того, в этой области синтезируются важнейшие гормоны окситоцин и вазопрессин (антидиуретический гормон). В гипоталамусе расположены также центры терморегуляции, голода и жажды (раздражение нейронов которых приводит к неукротимому поглощению пищи или воды), насыщения.

Таким образом, можно сказать, что гипоталамус необходим для обеспечения вегетативным сопровождением произвольной и непроизвольной соматической деятельности человека.

В толще белого вещества больших полушарий мозга расположен комплекс подкорковых мозговых ядер, получивших название *лимбической системы*. К лимбическим структурам относят гиппокамп, миндалевидный комплекс, перегородку. Лимбическая система является главным эмоциональным центром мозга, обеспечивающим эмоциональную оценку ситуации, оценку возможных последствий этой ситуации и выбор одной из альтернативных форм поведения. В результате правильного выбора линии поведения организм должен прийти в соответствие со своими потребностями, например избежать опасности или обеспечить себя пищей и т. д.

Гиппокамп по своему происхождению является древней корой. Его функции — участие в оценке и запечатлении новой информации, то есть запоминании и обучении. У людей с разрушенным гиппокампом запоминание новой информации затруднено. *Миндалевидный комплекс* ядер лежит в глубине височных долей и тесно связан с гипоталамусом. В этой области расположены скопления нейронов, раздражение которых приводит к необузданной ярости, паническому страху. Обнаружены также центры удовольствия, при раздражении которых в организме начинают вырабатываться вещества, сходные с морфином.

В основании больших полушарий расположены подкорковые ядра (*базальные ганглии*), обеспечивающие связь между двигательными зонами коры больших полушарий и другими двигательными центрами мозга (среднего мозга, мозжечка и др.). Важнейшая функция базальных ганглиев — запоминание сложных двигательных программ: ходьбы, бега, танцевальных движений, спортивных упражнений и т. д.

Филогенетически наиболее молодым образованием мозга является *кора больших полушарий*. Это слой серого вещества (то есть тел нейронов), покрывающий весь передний мозг. Многочисленные складки увеличивают поверхность коры. Общая поверхность коры человека составляет около 2400 см², кошки — только 100 см². Толщина коры — 1,5–4,5 мм, общий вес — 600 г. В состав коры входит около 10⁹ нейронов, то есть большая часть всех нейронов нервной системы человека. Кора состоит из шести слоев, которые отличаются по составу клеток, функциям и т. д. Нейроны слоев с 1-го по 4-й главным образом воспринимают и обрабатывают информацию от других отделов нервной системы; 5-й слой является главным эфферентным и из-за своеобразной формы составляющих его нейронов называется внутренним пирамидным.

Глубокими бороздами кора каждого полушария делится на доли: лобную, теменную, затылочную и височную. Различные функции коры связаны с различными ее долями. Так, в области передней центральной извилины лобной доли расположены высшие центры произвольных движений, а в области задней центральной извилины — центры кожно-мышечной чувствительности. К настоящему времени кора подробно картирована и точно известны представительства каждой мышцы, каждого участка кожи в коре больших полушарий. Двигательные пути, идущие от правого и левого полушарий, перекрещиваются и управляют, следовательно, мышцами противоположной стороны тела.

В затылочной доле расположены высшие центры зрительных ощущений. Именно здесь формируется зрительное изображение. В этой доле расположены зрительные рецептивные поля различной сложности: нейроны одних реагируют на изменение освещенности, а других — анализируют контуры, перегибы и т. д.

В височных долях расположены высшие слуховые центры, содержащие различные виды нейронов: одни из них реагируют на начало звука, другие — на определенную частотную полосу звука, третьи — на определенный ритм и т. д.

Центры вкуса и обоняния расположены на внутренней поверхности височных долей.

В лобные доли приходит информация обо всех ощущениях. Здесь происходит ее суммарный анализ и создается целостное представление об образе. Поэтому эту зону коры называют ассоциативной.

Именно с этой областью коры связана способность к обучению. Если лобная кора и гиппокамп разрушены, то не возникает ассоциаций между видом предмета и его названием, между изображением буквы и звуком, который она обозначает. Обучение становится невозможным.

Вся деятельность человека находится под контролем коры больших полушарий. Информация обо всем, что происходит в организме или вокруг него, в конечном итоге обязательно поступает в кору. Таким образом, кора больших полушарий обеспечивает взаимодействие организма с окружающей средой и является материальной базой для психической деятельности человека.

Вегетативная нервная система

Вегетативная (автономная) нервная система управляет работой внутренних органов, обеспечивая их оптимальное функционирование при изменениях внешней среды или смене рода деятельности организма. Эта система обычно не контролируется нашим сознанием, в отличие от соматической нервной системы. Однако на уровне полушарий и ствола мозга нервные центры соматической и вегетативной нервных систем разделить трудно.

Вегетативная нервная система подразделяется на два отдела: симпатический и парасимпатический. Высшие центры регуляции симпатических и парасимпатических влияний расположены в гипоталамусе, соответственно, в его задней и передней части.

Ядра симпатической нервной системы расположены в спинном мозге, в боковых рогах грудного отдела, где лежат тела преганглионарных симпатических нейронов. Аксоны этих нейронов выходят из спинного мозга в составе передних спинномозговых корешков и оканчиваются на нейронах симпатических нервных узлов (постганглионарных нейронах). Эти узлы располагаются двумя цепочками справа и слева от позвоночника и соединены между собой нервными волокнами. Симпатические цепочки начинаются у основания черепа и продолжаются до крестца. От постганглионарных нейронов, расположенных в узлах симпатических цепочек, аксоны направляются к органам головы, грудной и брюшной полостей, сосудам, железам. Окончания аксонов этих симпатических нейронов обычно выделяют медиатор норадреналин.

Центры парасимпатической нервной системы расположены в среднем мозге (III пара черепно-мозговых нервов), продолговатом мозге (IV, IX и X пары черепно-мозговых нервов), а также в крестцовом отделе спинного мозга, где лежат тела преганглионарных нейронов. От них аксоны направляются к парасимпатическим нервным узлам (ганглиям), расположенным либо вблизи органов (в области головы и тазовых органов), либо непосредственно в самих органах, в которых лежат тела постганглионарных нейронов, из окончаний аксонов которых выделяется медиатор ацетилхолин.

Симпатическая нервная система иннервирует гладкие мышцы сосудов, волос кожи, зрачков, органов брюшной полости, сердце, почки, многие железы (потовые, слюнные, пищеварительные). Парасимпатическая нервная система иннервирует гладкую мускулатуру и железы желудочно-кишечного тракта, органы мочеполовой системы, легкие, сердце, слезные и слюнные железы, глазные мышцы, некоторые сосуды.

Таким образом, многие органы имеют и симпатическую, и парасимпатическую иннервацию, причем влияния этих систем очень часто носят противоположный, антагонистический характер. Обычно оба отдела вегетативной нервной системы действуют слаженно. Например, для того, чтобы понизить артериальное давление крови, необходимо снизить частоту и силу сердечных сокращений. Этот эффект достигается одновременным снижением симпатических и усилением парасимпатических влияний на сердце.

В последние годы физиологи стали выделять, помимо двух описанных отделов вегетативной системы, третий, метасимпатический, отдел. К этому отделу относят, например, нейроны, расположенные в нервных сплетениях кишечника. Деятельность этих нейронов автономна и мало зависит от нервных влияний, приходящих из центральной нервной системы.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. В состав задних корешков спинного мозга входят аксоны
 - 1) проводящие импульсы от головного мозга
 - 2) двигательных нейронов
 - 3) чувствительных нейронов
 - 4) вставочных нейронов

2. В состав передних корешков спинного мозга входят аксоны
 - 1) проводящие импульсы от головного мозга
 - 2) двигательных нейронов
 - 3) чувствительных нейронов
 - 4) вставочных нейронов
3. Вставочные нейроны
 - 1) управляют работой внутренних органов
 - 2) находятся вне центральной нервной системы
 - 3) осуществляют связь между чувствительными и двигательными нейронами
 - 4) никогда не бывают тормозными
4. Большая часть нейронов спинного мозга относится к типу
 - 1) двигательных
 - 2) чувствительных
 - 3) вставочных
 - 4) симпатических
5. Диаметр спинного мозга составляет
 - 1) менее 0,5 см
 - 2) около 1 см
 - 3) около 3 см
 - 4) приблизительно 5 см
6. Количество пар черепно-мозговых нервов у человека составляет
 - 1) 8
 - 2) 10
 - 3) 12
 - 4) 16
7. Центры ориентировочных рефлексов на зрительные и звуковые раздражители расположены в
 - 1) спинном мозге
 - 2) продолговатом мозге
 - 3) мозжечке
 - 4) среднем мозге
8. Эмоциональные реакции у животных наиболее отчетливо проявляются при раздражении
 - 1) продолговатого мозга
 - 2) промежуточного мозга
 - 3) мозжечка
 - 4) среднего мозга

9. Зрительная зона коры головного мозга расположена в
- 1) затылочной доле
 - 2) височной доле
 - 3) лобной доле
 - 4) теменной доле
10. Зона кожно-мышечной чувствительности коры головного мозга расположена в
- 1) лобной доле
 - 2) височной доле
 - 3) затылочной доле
 - 4) теменной доле
11. Белое вещество мозга
- 1) состоит в основном из тел нейронов
 - 2) содержит мало миелина
 - 3) осуществляет проводниковую функцию
 - 4) образует «бабочку» вокруг спинномозгового канала
12. Симпатический и парасимпатический отделы принадлежат к
- 1) центральной нервной системе
 - 2) вегетативной нервной системе
 - 3) соматической нервной системе
 - 4) периферической нервной системе
13. Парасимпатическая нервная система увеличивает
- 1) давление крови
 - 2) перистальтику кишечника
 - 3) частоту сердечных сокращений
 - 4) способность к обучению
14. Двигательный нейрон дуги коленного рефлекса находится в
- 1) передних рогах серого вещества спинного мозга
 - 2) задних рогах серого вещества спинного мозга
 - 3) боковых рогах серого вещества спинного мозга
 - 4) нервных узлах, расположенных по обеим сторонам спинного мозга
15. Ядра симпатической нервной системы лежат в
- 1) среднем мозге
 - 2) продолговатом мозге
 - 3) грудных сегментах спинного мозга
 - 4) крестцовых сегментах спинного мозга

Выберите три правильных ответа.

- 16.** Промежуточный мозг регулирует
- 1) тонус кровеносных сосудов
 - 2) интенсивность слюноотделения
 - 3) поддержание постоянной температуры тела
 - 4) частоту дыхания
 - 5) потребление пищи и воды
 - 6) обмен веществ
- 17.** В мозжечке лежат центры регуляции
- 1) мышечного тонуса
 - 2) сосудистого тонуса
 - 3) позы и равновесия тела
 - 4) координации движений
 - 5) эмоций
 - 6) полового поведения
- 18.** Симпатическая нервная система
- 1) активирует деятельность ЖКТ
 - 2) подавляет деятельность ЖКТ
 - 3) активирует сердечную деятельность
 - 4) подавляет сердечную деятельность
 - 5) усиливает выделение мочи
 - 6) тормозит выделение мочи
- 19.** Парасимпатическая нервная система вызывает
- 1) повышение уровня глюкозы в плазме
 - 2) снижение уровня глюкозы в плазме
 - 3) расширение зрачка
 - 4) сужение зрачка
 - 5) сужение просвета бронхов
 - 6) расширение просвета бронхов
- 20.** Ядра парасимпатической нервной системы лежат в
- 1) коре больших полушарий
 - 2) промежуточном мозге
 - 3) среднем мозге
 - 4) продолговатом мозге
 - 5) грудных сегментах спинного мозга
 - 6) крестцовых сегментах спинного мозга

21. Установите соответствие между частями мозга и отделами, к которым они принадлежат.

Части мозга	Отделы мозга
1) миндалевидный комплекс	А) конечный мозг
2) таламус	Б) промежуточный мозг
3) четверохолмие	В) средний мозг
4) гипофиз	
5) гипоталамус	
6) гиппокамп	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	3	2	3	3	2	3	4	2	1	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	2	2	1	3	3,5,6	1,3,4	2,3,6	2,4,5	3,4,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	Б	Б	А

Органы чувств. Анализаторы

Анализатор — это система, обеспечивающая восприятие, передачу в мозг и анализ в нем какого-либо вида информации (зрительной, слуховой, обонятельной и т. д.). Каждый анализатор состоит из периферического отдела (рецептора), проводникового отдела (нервных путей) и центрального отдела (центров, в которых на основе анализа данного вида информации возникает ощущение).

Зрительный анализатор. Более 90% информации об окружающем мире человек получает с помощью зрения.

Орган зрения — глаз — состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата. К последнему относят веки, ресницы, мышцы глазного яблока и слезные железы. Слезы, образующиеся в слезных железах, омывают передний отдел глазного яблока и через носослезный канал стекают в ротовую полость.

Глазное яблоко имеет шарообразную форму и располагается в глазнице, где может поворачиваться при помощи глазодвигательных поперечно-полосатых мышц. Глазное яблоко имеет три оболочки. Наружная оболочка (фиброзная, или белочная) спереди глазного яблока переходит в прозрачную роговицу, а ее задний отдел называется склерой. Через среднюю оболочку — сосудистую — глазное яблоко снабжается кровью. Впереди в сосудистой оболочке имеется отверстие — зрачок, — позволяющее лучам света проникать внутрь глазного яблока. Вокруг зрачка часть сосудистой оболочки окрашена и называется радужкой. Мышцы зрачка расширяют или сужают его в зависимости от яркости света, освещающего глаз, приблизительно от 2 до 8 мм в диаметре. Между роговицей и радужкой расположена передняя камера глаза, заполненная жидкостью.

Позади радужки расположен прозрачный хрусталик — двояковыпуклая линза, необходимая для фокусировки лучей света на внутреннюю поверхность глазного яблока. Хрусталик снабжен специальными мышцами, меняющими его кривизну. Этот процесс называется аккомодацией. Между радужкой и хрусталиком расположена задняя камера глаза.

Большая часть глазного яблока заполнена прозрачным стекловидным телом. Пройдя через хрусталик и стекловидное тело, лучи света попадают на внутреннюю оболочку глазного яблока — сетчатку. Это многослойное образование, причем слои, содержащие зрительные рецепторы: колбочки (около 7 млн) и палочки (около 130 млн), обращены к сосудистой оболочке. В палочках содержится зрительный пигмент родопсин, они более чувствительны, чем колбочки, и обеспечивают черно-белое зрение при плохом освещении. Колбочки содержат зрительный пигмент йодопсин и обеспечивают цветное зрение в условиях хорошей освещенности. Больше всего колбочек располагается прямо напротив зрачка, в так называемом желтом пятне, а в периферических отделах сетчатки колбочек почти нет, там располагаются одни палочки.

Под действием квантов света зрительные пигменты разрушаются, генерируя электрические сигналы, которые передаются от палочек и колбочек к ганглиозному слою сетчатки. Отростки клеток этого слоя образуют зрительный нерв, выходящий из глазного яблока через слепое пятно — место, где нет зрительных рецепторов.

Выйдя из глазного яблока, зрительный нерв следует в верхние бугры четверохолмия среднего мозга, где зрительная информация подвергается первичной обработке. По аксонам нейронов верхних бугров зрительная информация попадает в ядра таламуса, а уже оттуда — в затылочные доли коры больших полушарий. Именно там формируется тот зрительный образ, который мы субъективно ощущаем.

Следует отметить, что оптическая система глаза формирует на сетчатке не только уменьшенное, но и перевернутое изображение предмета. Обработка сигналов в центральной нервной системе происходит таким образом, что предметы воспринимаются в естественном положении.

Слуховой анализатор. Слух необходим для восприятия звуковых колебаний в довольно широком диапазоне частот. В юношеском возрасте человек различает звуки в диапазоне от 16 000 до 20 000 Гц. Помимо создания объективной целостной картины об окружающем мире слух обеспечивает речевое общение людей.

Слуховой анализатор включает в себя орган слуха, слуховой нерв и центры мозга, анализирующие слуховую информацию. Периферическая часть органа слуха, то есть непосредственно орган слуха, состоит из наружного, среднего и внутреннего уха.

Наружное ухо человека представлено ушной раковиной, наружным слуховым проходом и барабанной перепонкой.

Ушная раковина — это хрящевое образование, покрытое кожей. Наружный слуховой проход — канал длиной 3–3,5 см, заканчивающийся барабанной перепонкой, отделяющей наружное ухо от полости среднего уха. В полости среднего уха объемом около 1 см³ расположены самые маленькие косточки организма человека: молоточек, наковальня и стремечко. Молоточек «рукояткой» срастается с барабанной перепонкой, а «головкой» подвижно присоединен к наковальне, которая другой своей частью также подвижно соединена со стремечком. Стремечко, в свою очередь, широким основанием сращено с перепонкой овального окна, ведущего во внутреннее ухо. Полость среднего уха через евстахиеву трубу соединена с носоглоткой. Это необходимо для выравнивания давления по обе стороны барабанной перепонки при изменениях атмосферного давления.

Внутреннее ухо находится в полости пирамиды височной кости. К органу слуха во внутреннем ухе относится улитка — костный спи-

рально закрученный канал в 2,75 оборота. Снаружи улитка омывается перилимфой, заполняющей полость внутреннего уха. В канале улитки расположен перепончатый лабиринт, заполненный эндолимфой; в этом лабиринте находится звуковоспринимающий аппарат — спиральный орган, состоящий из основной мембраны с рецепторными клетками и покровной мембраны. Основная мембрана — тонкая перепончатая перегородка, разделяющая полость улитки и состоящая из многочисленных волокон различной длины. В этой мембране расположено около 25 тыс. рецепторных волосковых клеток. Один конец каждой рецепторной клетки фиксирован на волокне основной мембраны. Именно от этого конца и отходит волокно слухового нерва.

При поступлении звукового сигнала столбик воздуха, заполняющий наружный слуховой проход, колеблется. Эти колебания улавливаются барабанной перепонкой и через молоточек, наковальню и стремечко передаются на овальное окошко. При прохождении через систему слуховых косточек звуковые колебания усиливаются приблизительно в 40–50 раз и передаются на перилимфу и эндолимфу внутреннего уха. Колебания через эти жидкости достигают волокон основной мембраны, причем высокие звуки вызывают колебания более коротких волокон, а низкие — более длинных. В результате колебаний волокон основной мембраны возбуждаются рецепторные волосковые клетки, и сигнал по волокнам слухового нерва передается сначала в ядра нижних бугров четверохолмия, оттуда в ядра таламуса и, наконец, в височные доли коры больших полушарий, где и находится высший центр слуховой чувствительности.

Вестибулярный анализатор выполняет функцию регуляции положения тела и его отдельных частей в пространстве.

Периферическая часть этого анализатора представлена рецепторами, расположенными во внутреннем ухе, а также большим количеством рецепторов, расположенных в сухожилиях мышц.

В преддверии внутреннего уха лежат два мешочка — круглый и овальный, которые заполнены эндолимфой. В стенках мешочков находится большое число рецепторных волосковидных клеток. В полости мешочков расположены отолиты — кристаллы солей кальция.

Кроме того, в полости внутреннего уха находятся три полукружных канала, расположенных во взаимно перпендикулярных плоскостях. Они заполнены эндолимфой, в стенках их расширений находятся рецепторы.

При изменении положения головы или всего тела в пространстве отолиты и эндолимфа полукружных канальцев перемещаются, возбуждая волосковидные клетки. Их отростки образуют вестибулярный нерв, по которому информация об изменении положения тела в пространстве попадает в ядра среднего мозга, мозжечок, ядра таламуса и, наконец, в теменную область коры больших полушарий.

Тактильный анализатор. Осязание — это комплекс ощущений, возникающих при раздражении нескольких видов рецепторов кожи. Рецепторы прикосновения (тактильные) бывают нескольких видов; одни из них чувствительны и возбуждаются при вдавливании кожи на руке всего на 0,1 мкм, другие возбуждаются лишь при значительном давлении. В среднем на 1 см² приходится около 25 тактильных рецепторов, однако на коже лица, пальцев, на языке их гораздо больше. Кроме того, к прикосновениям чувствительны волоски, покрывающие 95% нашего тела. У основания каждого волоска находится тактильный рецептор. Информация от всех этих рецепторов собирается в спинной мозг и по проводящим путям белого вещества поступает в ядра таламуса, а оттуда в высший центр тактильной чувствительности — область задней центральной извилины коры больших полушарий.

Вкусовой анализатор. Периферический отдел вкусового анализатора — вкусовые рецепторы — расположены в эпителии языка и в меньшей степени на слизистой ротовой полости и глотки. Вкусовые рецепторы реагируют только на растворенные в воде вещества, а нерастворимые вещества вкуса не имеют. Человек различает четыре вида вкусовых ощущений: соленое, кислое, сладкое, горькое. Больше всего рецепторов, восприимчивых к кислому и соленому, расположено по бокам языка, к сладкому — на кончике языка, к горькому — на корне, хотя небольшое число рецепторов любого из этих раздражителей разбросано по слизистой всей поверхности языка. Оптимальная величина вкусовых ощущений наблюдается при температуре в полости рта около 29 °С.

От рецепторов информация о вкусовых раздражителях по волокнам языкоглоточного и частично лицевого и блуждающего нервов поступает в средний мозг, ядра таламуса и в конечном итоге на внутреннюю поверхность височных долей коры больших полушарий, где расположены высшие центры вкусового анализатора.

Обонятельный анализатор. Обоняние обеспечивает восприятие различных запахов. Обонятельные рецепторы расположены в слизи-

стой оболочке верхней части носовой полости. Общая площадь, занимаемая обонятельными рецепторами, у человека составляет 3–5 см². Для сравнения отметим, что, например, у собаки эта площадь составляет 65 см², а у акулы — 30 см². Чувствительность обонятельных пузырьков, которыми заканчиваются рецепторные обонятельные клетки у человека, тоже не очень велика: для возбуждения одного рецептора необходимо, чтобы на него подействовало 8 молекул пахучего вещества, а ощущение запаха возникает в нашем мозге только при возбуждении приблизительно 40 рецепторов. Таким образом, человек начинает субъективно ощущать запах только в том случае, когда в нос попадает более 300 молекул пахучего вещества. Информация от обонятельных рецепторов по волокнам обонятельного нерва поступает в обонятельную зону коры больших полушарий, расположенную на внутренней и нижней поверхности больших полушарий.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Наружная оболочка глаза называется
 - 1) сетчаткой
 - 2) радужной
 - 3) белочной
 - 4) сосудистой
2. Средней оболочкой глаза является
 - 1) роговица
 - 2) сетчатка
 - 3) белочная
 - 4) сосудистая
3. Зрачок — это отверстие в
 - 1) сетчатке
 - 2) радужке
 - 3) роговице
 - 4) склере
4. Глазное яблоко изнутри заполнено
 - 1) хрусталиком
 - 2) фоторецепторами
 - 3) стекловидным телом
 - 4) эндолимфой
5. Хрусталик
 - 1) является основной светопреломляющей структурой глаза
 - 2) определяет цвет глаз
 - 3) регулирует поток света, поступающего в глаз
 - 4) обеспечивает питание глаза

6. Слой пигментированных клеток имеется в
 - 1) сетчатке
 - 2) сосудистой оболочке
 - 3) роговице
 - 4) склере
7. Приобретенная близорукость развивается из-за
 - 1) увеличения кривизны хрусталика
 - 2) уменьшения кривизны хрусталика
 - 3) сужения зрачка
 - 4) расширения зрачка
8. Причиной врожденной дальнозоркости является
 - 1) увеличение кривизны хрусталика
 - 2) укороченная форма глазного яблока
 - 3) уменьшение кривизны хрусталика
 - 4) удлиненная форма глазного яблока
9. Барабанная перепонка отделяет
 - 1) наружное ухо от внутреннего
 - 2) наружное ухо от среднего
 - 3) среднее ухо от внутреннего
 - 4) среднее ухо от носоглотки
10. Звуковая волна непосредственно вызывает
 - 1) колебания барабанной перепонки
 - 2) колебания слуховых косточек
 - 3) колебания овального окна
 - 4) раздражение слуховых рецепторов
11. Колебания барабанной перепонки непосредственно вызывают
 - 1) колебания слуховых косточек
 - 2) колебания овального окна
 - 3) колебания жидкости в улитке
 - 4) раздражение слуховых рецепторов
12. Колебания слуховых косточек непосредственно вызывают
 - 1) колебания барабанной перепонки
 - 2) колебания мембраны овального окна
 - 3) колебания жидкости в улитке
 - 4) раздражение слуховых рецепторов

13. Колебания перилимфы в улитке непосредственно вызывают
- 1) колебания барабанной перепонки
 - 2) колебания слуховых косточек
 - 3) колебания мембраны овального окна
 - 4) колебания основной мембраны
14. Волосковые рецепторы обнаружены в
- 1) сетчатке
 - 2) евстахиевой трубе
 - 3) стенках круглого и овального мешочков
 - 4) слизистой языка
15. Задняя часть языка более всего чувствительна к
- 1) горькому
 - 2) сладкому
 - 3) кислому
 - 4) соленому

Выберите три правильных ответа.

16. К светопреломляющим структурам глаза относится
- | | |
|--------------|----------------------|
| 1) роговица | 4) стекловидное тело |
| 2) зрачок | 5) сетчатка |
| 3) хрусталик | 6) радужка |
17. Палочки
- 1) возбуждаются быстро даже сумеречным светом
 - 2) воспринимают цвет
 - 3) распределены по сетчатке равномерно
 - 4) бывают трех видов
 - 5) содержат зрительный пигмент родопсин
 - 6) лежат в области слепого пятна
18. Колбочки
- 1) лежат в основном в области желтого пятна
 - 2) содержат зрительный пигмент родопсин
 - 3) возбуждаются медленно и только ярким светом
 - 4) по количеству уступают палочкам
 - 5) не воспринимают цвет
 - 6) не образуют синапсов с нейронами ганглиозного слоя

19. Волоски имеются у следующих рецепторов

- 1) болевые
- 2) слуховые
- 3) температурные
- 4) обонятельные
- 5) равновесия
- 6) тактильные

20. В состав слухового анализатора входят

- 1) височные доли коры больших полушарий
- 2) теменные доли коры больших полушарий
- 3) ядра мозжечка
- 4) ядра таламуса
- 5) верхние бугры четверохолмия
- 6) нижние бугры четверохолмия

21. Установите соответствие между частями уха и отделами, к которым они относятся.

Части уха	Отделы
1) полукружные каналы	А) наружное ухо
2) слуховые косточки	Б) среднее ухо
3) круглый и овальный мешочки	В) внутреннее ухо
4) круглое и овальное окошки	
5) барабанная перепонка	
6) евстахиева труба	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	3	4	2	3	1	2	1	2	2	1
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	2	4	3	1	1,3,4	1,3,5	1,3,4	2,4,5	1,4,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
В	Б	В	В	А	Б

Высшая нервная деятельность.
Безусловные и условные рефлексы.
Бодрствование и сон. Сознание и мышление

Высшая нервная деятельность человека представляет собой сложную совокупность нервных процессов, лежащих в основе поведения человека и обеспечивающих приспособление к изменяющимся условиям существования. Материальный субстрат высшей нервной деятельности — головной мозг. Получая информацию через сенсорные системы, мозг обеспечивает взаимодействие организма с окружающей средой и поддерживает постоянство внутренней среды организма. Высшие функции мозга — это восприятие окружающей среды, целенаправленные движения, эмоции, память и обучение, бодрствование и сон, мышление и речь, безусловные и условные рефлексы.

Мозг действует по рефлекторному принципу, непрерывно реагируя на внешние и внутренние раздражители. Под рефлексом обычно понимают наиболее адекватную, стереотипную реакцию на сенсорные раздражители. Ответная реакция организма на раздражитель практически всегда выражается движением. Любое ощущение осознанно или неосознанно сопровождается ответной двигательной реакцией. Движения бывают произвольными, входящими главным образом в систему обеспечения безусловных рефлексов, и произвольными, обеспечивающими вместе с произвольными условные рефлексы.

Основы современного учения о высшей нервной деятельности были заложены И.П. Павловым, разработавшим учение об условных рефлексах. Все рефлексы, свойственные организму, И.П. Павлов разделил на два класса: безусловные и условные (1903 г.).

Рефлексы

БЕЗУСЛОВНЫЕ	УСЛОВНЫЕ
Врожденные, передаются по наследству из поколения в поколение	Приобретаются организмом в течение жизни
Свойственны большинству особей данного вида	Индивидуальны, то есть свойственны отдельным особям
Имеют постоянные рефлекторные дуги	Рефлекторные дуги формируются при совпадении определенных условий

БЕЗУСЛОВНЫЕ	УСЛОВНЫЕ
Постоянны, практически не затухают в течение всей жизни	Непостоянны, вырабатываются и затухают в течение жизни
Реакция происходит в ответ на адекватные внешние или внутренние раздражители	Вырабатываются на основе безусловных рефлексов
Могут осуществляться за счет нервных центров, расположенных в спинном мозге и подкорковых структурах головного мозга	Осуществляются, как правило, при участии коры больших полушарий мозга

К *безусловным рефлексам* относятся: кашель при попадании инородных тел в дыхательные пути, выделение слюны при виде пищи, отдергивание руки при ожоге и т. п.

Для образования *условного рефлекса* необходимо сочетание во времени двух раздражителей: условного (безразличного, сигнального, индифферентного относительно вырабатываемой реакции) и безусловного, вызывающего определенный безусловный рефлекс. Условный сигнал (вспышка света, звук звонка и т. п.) должен несколько опережать во времени безусловное подкрепление. Обычно условный рефлекс вырабатывается после нескольких сочетаний условного и безусловного раздражителей, но в некоторых случаях достаточно одного предъявления условного и безусловного раздражителя, чтобы образовался условный рефлекс.

Например, если несколько раз включать звонок перед тем, как давать собаке пищу, то, начиная с какого-то момента, собака будет подходить к кормушке и выделять слюну каждый раз при включении звонка, еще до того, как ей будет предъявлена пища. В этом случае звук становится условным стимулом, сигналом о том, что организм должен приготовиться к безусловнорефлекторной пищевой реакции. Между стимулом (звонком) и пищевой реакцией формируется временная функциональная связь. Условный рефлекс вырабатывается в процессе обучения, причем связь между сенсорной (в нашем примере — слуховой) системой, воспринимающей условный раздражитель, и исполнительными органами (эффекторными), обеспечивающими реализацию рефлекса, формируется на основе совпадения условного стимула и безусловного подкрепления пищей.

Для успешной выработки условного рефлекса необходимо соблюдение трех условий. Во-первых, условный раздражитель (в нашем примере — звонок) должен по времени предшествовать безусловному подкреплению (в нашем примере — пище). Во-вторых, биологическая значимость условного раздражителя должна быть меньше, чем у безусловного подкрепления. Например, для самки крик ее детеныша является заведомо более сильным раздражителем, чем пищевое подкрепление. В-третьих, сила условного и безусловного раздражителей должна иметь определенную величину (закон силы), так как очень слабые и очень сильные раздражители не приводят к выработке стабильного условного рефлекса.

Классический условный рефлекс, выработанный на сочетание условного раздражителя и безусловного подкрепления, называется условным рефлексом первого порядка. Условный рефлекс, образованный на основе другого условного рефлекса, называется условным рефлексом второго порядка и т. д.

По мнению И.П. Павлова, под действием условного раздражителя, например звука, в соответствующей зоне коры больших полушарий образуется очаг возбуждения. Под действием безусловного раздражителя (пищевого, болевого и др.) в коре возникает второй очаг возбуждения. Между этими очагами возникает временная связь (замыкание, по И.П. Павлову). Иногда такая связь долго сохраняется уже после одного сочетания условного и безусловного раздражителей, но обычно для образования стойкого условного рефлекса необходимо несколько таких сочетаний. Теперь достаточно предъявления одного условного раздражителя для того, чтобы вызвать рефлекс.

Если безусловные рефлексы практически не тормозятся, то выработанные условные рефлексы могут терять свое значение при изменении условий существования. Угасание условных рефлексов называется торможением. Различают внешнее и внутреннее торможение условных рефлексов. Если под действием нового сильного внешнего раздражителя в мозге возникает очаг сильного возбуждения, то ранее выработанная условнорефлекторная связь не срабатывает. Например, пищевой условный рефлекс тормозится при сильном шуме, испуге собаки, действии на нее болевого раздражителя и т. д. Такой вид торможения называется внешним. Если же выработанный на звонок рефлекс слюноотделения не подкреплять кормлением, то постепенно звук перестает выполнять роль условного раздражителя и рефлекс начнет

угасать и затормозится. Временная связь между двумя центрами возбуждения в коре разрушится. Такой вид торможения условных рефлексов носит название внутреннего.

Основные контакты с внешним миром человек осуществляет в бодрствующем состоянии. Это состояние характеризуется достаточно высоким уровнем электрической активности мозга. В обеспечении состояния бодрствования важнейшую роль играет ретикулярная формация среднего мозга, от нейронов которой восходящие возбуждающие влияния идут к неспецифическим ядрам таламуса, а от них — ко всем зонам коры больших полушарий. Ликвидация этих влияний приводит к снижению внимания, ухудшению обучения, патологическому сну, потерям сознания и т. п.

Сон — специфическое состояние мозга и всего организма в целом, характеризующееся расслаблением мышц, слабой реакцией на внешние раздражители и т. п. Ослабление реактивности организма зависит от падения чувствительности периферических отделов анализаторов и снижения возбудимости структур переднего мозга вследствие ослабления ретикулярных возбуждающих влияний на кору. Одним из главных химических индукторов сна является серотонин, вырабатываемый нейронами центральной части среднего мозга. Если разрушить эту область и уменьшить содержание серотонина в мозге, то человек лишается возможности сна.

При регистрации электрических сигналов мозга на электроэнцефалограмме можно заметить, что период сна не однороден, а разбивается на несколько циклов, повторяющихся приблизительно каждые 90 минут. Во время полного цикла фаза медленноволнового (ортодоксального) сна — периода медленных низковольтных волн на ЭЭГ — сменяется фазой парадоксального, или быстроволнового, сна. В эту фазу наблюдаются быстрые движения глаз, сокращения мимической мускулатуры, движения пальцев. В эту фазу человек видит сны. В течение ночи обычно наблюдается 4–6 полных циклов.

Таким образом, сон представляет собой не просто угнетение деятельности мозга, а такое состояние, когда на фоне снижения сенсорного потока к мозгу в его структурах происходит усиление некоторых обменных процессов, обработка ранее полученной информации и т. п.

Сознание — это высшая функция человеческого мозга, которая заключается в отражении действительности и направленном регулировании взаимоотношений личности с окружающей средой.

Мышление — способность человека представить и передать другим людям свое отношение к происходящему при помощи слов и образов. Мышление является одной из главных функций человеческого мозга.

В основе сознания и мышления лежит процесс постоянного анализа огромного объема информации, поступающей как из внешней среды через органы чувств, так и от внутренних рецепторов, реагирующих на малейшие изменения во внутренней среде организма. Совокупность происходящих в центральной нервной системе процессов, обеспечивающих восприятие и анализ информации, а также адекватную ответную реакцию организма, называют *сигнальной системой*. И у животных, и у человека имеется первая сигнальная система. Она воспринимает конкретные материальные раздражители окружающего мира и является основой для формирования адекватной ответной реакции на происходящее. Кроме того, у человека в связи с появлением речи хорошо развита вторая сигнальная система. Она обусловлена особенностью высшей нервной деятельности человека воспринимать произнесенное или написанное слово, причем сигнальное значение слова определяется не сочетанием звуков или букв, а именно тем смысловым значением, которое несет это слово. При помощи слов человек может очень точно выразить сложнейшие абстрактные понятия, оттенки чувств и многое другое. Необходимо отметить, что зачатки второй сигнальной системы обнаружены у многих высокоразвитых животных: собак, китообразных, вороновых, попугаев и др. Собака, например, способна усвоить значения большого количества слов, но специфика скелета черепа не дает ей возможности членораздельно произносить слова и фразы.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Раздражитель, на который существует врожденная реакция, называется
 - 1) условным
 - 2) безусловным
 - 3) оборонительным
 - 4) индифферентным

2. Условные рефлексы
- 1) передаются по наследству
 - 2) видоспецифичны
 - 3) сохраняются в течение всей жизни
 - 4) индивидуальны
3. Безусловные рефлексы
- 1) не наследуются
 - 2) в течение жизни образуются и угасают
 - 3) являются врожденными
 - 4) способствуют выживанию в изменяющихся условиях среды
4. Торможение, которое вызывается сильным посторонним раздражителем, не связанным с выработанным условным рефлексом, называется
- 1) внешним
 - 2) условным
 - 3) запредельным
 - 4) внутренним
5. Впервые торможение в ЦНС было открыто
- 1) Л.С. Выготским
 - 2) И.П. Павловым
 - 3) И.М. Сеченовым
 - 4) А.А. Ухтомским
6. Автором учения о доминанте является
- 1) Н.И. Пирогов
 - 2) И.П. Павлов
 - 3) А.А. Ухтомский
 - 4) И.М. Сеченов
7. Центр сна расположен в
- 1) спинном мозге
 - 2) стволе мозга
 - 3) мозжечке
 - 4) коре больших полушарий
8. В обеспечении состояния бодрствования важнейшую роль играет
- 1) черная субстанция среднего мозга
 - 2) ретикулярная формация ствола мозга
 - 3) мозолистое тело
 - 4) гиппокамп
9. Основным химическим индуктором сна является
- 1) вазопрессин
 - 2) окситоцин
 - 3) дофамин
 - 4) серотонин

10. Быстрый сон наблюдается
- 1) несколько раз в течение периода сна
 - 2) в самом начале засыпания
 - 3) однократно в середине периода сна
 - 4) непосредственно перед пробуждением
11. Во время сна в организме человека происходит
- 1) переработка информации, полученной во время бодрствования
 - 2) полная релаксация мышц
 - 3) стойкое снижение интенсивности обменных процессов
 - 4) падение биоэлектрической активности мозга
12. К рефлексам самосохранения не относятся
- 1) пищевые
 - 2) питьевые
 - 3) ориентировочные
 - 4) гомеостатические
13. К защитным рефлексам относится
- 1) жевание
 - 2) глотание
 - 3) слюноотделение
 - 4) чихание
14. Вторая сигнальная система включает условные рефлексы, формирующиеся на следующие стимулы
- 1) зрительные
 - 2) обонятельные
 - 3) словесные
 - 4) слуховые
15. Вторая сигнальная система у человека получила свое развитие благодаря
- 1) прямохождению
 - 2) появлению речи
 - 3) появлению стереоскопического зрения
 - 4) асимметричному развитию правого и левого полушарий мозга

Выберите три правильных ответа.

16. Условные рефлексы
- 1) наследуются
 - 2) устойчивы, то есть сохраняются в течение всей жизни
 - 3) индивидуальны
 - 4) способствуют выживанию в изменяющихся условиях среды

- 5) не вырабатываются при повреждении коры больших полушарий
 - 6) универсальны
- 17. Безусловные рефлексы**
- 1) видоспецифичны
 - 2) не наследуются
 - 3) изменчивы, то есть постоянно образуются и угасают
 - 4) сохраняются после удаления коры больших полушарий
 - 5) являются врожденными
 - 6) индивидуальны
- 18. Для парадоксального сна характерно**
- 1) учащение пульса
 - 2) быстроволновая электрическая активность мозга
 - 3) падение частоты сердечных сокращений
 - 4) релаксация мышц
 - 5) сновидения
 - 6) урежение дыхания
- 19. Для медленного сна характерно**
- 1) учащение дыхания
 - 2) активное сокращение мимической мускулатуры
 - 3) движения глазных яблок под закрытыми веками
 - 4) урежение пульса
 - 5) колебания биоэлектрической активности мозга с частотой 1–3 Гц
 - 6) падение уровня обмена веществ
- 20. Условием выработки условного рефлекса является**
- 1) наличие двух раздражителей: условного и безусловного
 - 2) предшествование безусловного раздражителя условному по времени
 - 3) несколько сочетаний условного и безусловного раздражителей
 - 4) отсутствие отвлекающих посторонних раздражителей
 - 5) заторможенное состояние коры больших полушарий
 - 6) биологическая значимость условного раздражителя должна быть больше, чем у безусловного подкрепления

21. Установите соответствие между темпераментом и типом высшей нервной деятельности, которая для него характерна.

Темперамент	Тип ВНД
1) преобладание возбуждения над торможением	А) сильный неуравновешенный Б) сильный уравновешенный В) слабый
2) большая подвижность нервных процессов	
3) слабое развитие возбуждения и торможения	
4) меланхолический темперамент	
5) холерический темперамент	
6) сангвинический темперамент	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	4	3	1	3	3	2	2	4	1
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	3	4	3	2	3,4,5	1,4,5	1,2,5	4,5,6	1,3,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	В	А	Б

Раздел IV. ОБЩАЯ БИОЛОГИЯ

Додарвиновский период развития биологии.

Основные положения эволюционного учения Ч. Дарвина.

Значение теории эволюции для развития естествознания

Представления о развитии природы высказывали еще такие античные философы, как Аристотель и Гераклит (IV в. до н.э.). Так, Аристотель в своих трудах писал, что человек и животные имеют единый план творения, а Гераклит считал, что все живое произошло из неживого. В Средние века в науке господствовали метафизические представления, согласно которым природа постоянна, неизменна и изначально создана Богом так, как мы ее видим. В XVIII в. оформился трансформизм — учение об изменяемости видов животных и растений. Накопление фактических знаний привело к появлению систематики, создателем которой был великий шведский натуралист и врач Карл Линней (1707–1778). Наименьшей систематической единицей Линней считал вид; виды объединялись в отряды, отряды — в классы. К. Линней разделил всю живую природу на два царства — животные и растения и ввел бинарную номенклатуру — двойные латинские названия (например, *Ribes rubrum* — смородина красная).

Первая эволюционная теория была разработана в начале XIX в. Жаном Батистом Ламарком (1744–1829). В 1809 г. он пишет свой основной труд «Философия зоологии» (1809). Согласно Ламарку, жизнь возникла в виде простых элементов, затем начался длительный процесс постепенного усложнения организации от низших форм к высшим. Этот процесс Ламарк назвал «градацией». Таким образом, Ламарк признавал изменчивость видов и прогрессивное усложнение организации живых организмов. Движущими силами эволюции Ламарк считал стремление живых особей к совершенству, а также влияния внешней среды, в результате которых все возникающие изменения оказываются полезными и передаются по наследству. В соответствии с теорией Ламарка один вид может постепенно переходить в другой, то есть вид ареален. К безусловным заслугам Ламарка относится разработка общей схемы прогрессивного развития природы. Однако представления о движущих силах эволюции и вывод об ареальности видов были ошибочными.

Эволюционные представления высказывали и многие русские ученые XVIII–XIX вв. (М.В. Ломоносов, А.Н. Радищев и др.). Зоолог К.Ф. Рулье за 15 лет до появления эволюционного учения Ч. Дарвина писал о вытеснении одних видов другими вследствие борьбы за источники пищи.

Однако в учениях предшественников Ч. Дарвина не были решены две основные проблемы: превращение одной органической формы в другую (то есть проблема возникновения из одного вида другого вида) и проблема целесообразности органических существ (то есть почему каждая новая органическая форма оказывается приспособленной к окружающим условиям).

В конце 50-х гг. XIX в. Ч. Дарвин и независимо от него А.Р. Уоллес обосновали принцип естественного отбора и представление о борьбе за существование как механизме этого отбора.

В 1859 г. Ч. Дарвин (1809–1882) в своем гениальном труде «Происхождение видов путем естественного отбора, или Сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь» писал, что главной движущей силой эволюции является естественный отбор на основе наследственной изменчивости.

Таким образом, теория эволюции путем естественного отбора основана на двух положениях.

1. Для всех живых существ характерна изменчивость. Для эволюции ведущее значение имеет наследственная изменчивость. В благоприятных условиях существования небольшие различия между особями одного вида не очень заметны и не играют существенной роли. Однако в неблагоприятных условиях даже небольшие наследственные изменения могут оказаться решающими и определить, какие особи популяции погибнут, а какие — выживут.
2. Наследственная изменчивость дает материал для эволюционного процесса. Полезен ли возникший признак для вида, определяется естественным отбором. Естественный отбор, по Ч. Дарвину, — это совокупность природных процессов, обеспечивающих выживание наиболее приспособленных особей и их потомства, а с другой стороны — прекращение размножения и гибель наименее приспособленных особей. В основе естественного отбора лежит борьба за существование. Ч. Дарвин выделял три формы этой борьбы: внутривидовую, межвидовую и борьбу с неблагоприятными условиями среды.

По Ч. Дарвину, борьба за существование — это один из основных факторов эволюции. Дарвин использовал этот термин в широком метафорическом понимании, а не буквально. В борьбе за существование выживают и продолжают свой род те особи, которые могут передать своим потомкам набор признаков, позволяющих наилучшим образом приспособиться к данным условиям существования.

Влияние учения Ч. Дарвина на развитие биологической науки чрезвычайно велико, так как Дарвин впервые предложил естественнoнаучное объяснение эволюции. Он установил движущие силы эволюционного процесса: наследственную изменчивость и естественный отбор, в основе которого лежит борьба за существование. Дарвин предложил объяснение процессов видообразования и причин многообразия видов в природе, а также выяснил, каким образом человек создает новые сорта и породы живых существ.

Большой вклад в развитие биологической науки на основе учения Дарвина внесли К.А. Тимирязев, В.О. Ковалевский, А.О. Ковалевский, И.И. Мечников, И.П. Павлов, Н.И. Вавилов, А.Н. Северцов, И.И. Шмальгаузен, С.С. Четвериков и другие отечественные ученые.

В целом значение теории эволюции для развития естествознания состоит в том, что на базе эволюционного учения начали перестраиваться такие науки, как эмбриология, физиология, палеонтология, начала развиваться систематика на основе установления родственных связей и происхождения систематических групп. Экспериментальное изучение естественного отбора привело к развитию генетики, экологии и других новых направлений в биологии.

Критерии вида.

Популяция — единица вида и эволюции.

Понятие сорта растений и породы животных

По современным представлениям **вид** — это совокупность особей, обладающих общими морфологическими, физиологическими и биохимическими признаками, занимающих определенный ареал, способных скрещиваться друг с другом и дающих плодовитое потомство. Эти свойства прямо связаны с общностью происхождения всех особей данного вида.

Характерные для данного вида признаки и свойства называют критериями вида. Различают морфологический (сходство строения),

генетический (одинаковый набор хромосом), физиологический (сходство физиологических процессов), биохимический (сходство биохимических процессов), географический (ареал вида) и экологический (сходство условий существования) критерии. Ни один из критериев нельзя считать абсолютным, то есть для характеристики вида надо учитывать всю совокупность критериев. Так, например, сходное строение может и не быть признаком одного вида, так как в природе существуют морфологически неотличимые виды-двойники (полевка обыкновенная и полевка восточноевропейская; в первом случае набор хромосом равен 46, а во втором — 54). Важной характеристикой вида является то, что вид — это закрытая генетическая система, то есть между генофондами двух видов нет обмена генами. В основе этого явления лежат отличия в наборе хромосом (генетический критерий), несовпадение сроков размножения (экологический критерий), различия в строении половых органов (морфологический критерий), различия в брачном поведении (физиологический критерий) и другие факторы. Генетическая структура вида изменяется под действием эволюционных факторов, поэтому вид неоднороден.

В связи с неодинаковыми условиями среды особи одного вида в пределах ареала распадаются на более мелкие единицы — популяции. Реально вид существует именно в виде популяций.

Популяция — элементарная структура вида — это совокупность свободно скрещивающихся особей данного вида, живущая длительно на определенной территории ареала вида. Внутри популяции частота скрещиваний особей гораздо выше, чем между популяциями.

Виды — это сумма популяций; внутри популяции происходит естественный отбор, и в определенных условиях могут возникать сначала подвиды, а затем и новые виды.

Сорта растений — это большая совокупность растений одного вида, созданная человеком в результате селекции. Сорта растений характеризуются определенными морфофизиологическими и хозяйственными признаками. Для поддержания существования того или иного сорта необходимы определенные условия. Если благоприятные для данного сорта растений условия исчезают, то сорт вырождается. Существуют многие сотни сортов различных культурных растений (например, только одной пшеницы насчитывается более 300 различных сортов).

Породы животных — это созданные с помощью искусственного отбора группы животных одного вида, которые отличаются генетически устойчивыми морфологическими, физиологическими и хозяйственными признаками. В качестве примера можно привести ярославскую и холмогорскую породы крупного рогатого скота.

Выведением пород и сортов занимается *селекция*, задачей которой является создание новых и улучшение существующих сортов растений и пород животных.

**Движущие силы эволюции:
наследственная изменчивость,
борьба за существование, естественный отбор.
Ведущая роль естественного отбора в эволюции**

Движущие силы эволюции видов в природе, по Ч. Дарвину, — это наследственная изменчивость и естественный отбор. Основа естественного отбора — борьба за существование.

Различают несколько форм естественного отбора, которые зависят от условий внешней среды.

Стабилизирующий отбор ведет к сохранению мутаций, уменьшающих изменчивость средней величины признака, то есть сохраняет среднее значение признака. Например: у цветковых растений цветки мало изменяются, а вегетативные части растения более вариабельны. На пропорции цветка в этом примере повлиял стабилизирующий отбор.

Другая форма отбора — *движущий отбор*, при котором происходит смена нормы реакции в определенном направлении; такой отбор изменяет среднее значение признака. Примером такого отбора может служить постепенная замена в промышленных районах светлоокрашенных особей бабочки березовая пяденица на темноокрашенные.

Еще одна форма — *дизруптивный (разрывающий) отбор*, который дает преимущество для выживания особей, имеющих крайние проявления данного признака. Такой отбор направлен против средних и промежуточных форм. При этом сохраняются наиболее уклонившиеся от средних значений признака части популяции; как правило, это происходит в связи с очень резкими изменениями среды обитания. Например, вследствие массового применения ядохимикатов со-

хранились устойчивые к этим химикатам группы особей насекомых. Каждая такая группа стала самостоятельным селективным центром, в пределах которого уже стабилизирующий отбор сохраняет устойчивость к пестицидам.

В основе естественного отбора лежит **борьба за существование**. Дарвин выделял три формы этой борьбы.

- а) *внутривидовая борьба* за существование — это конкуренция растений одного вида за свет и воду, животных одного вида — за пищу и участки для поселения и т. д.;
- б) *межвидовая борьба* за существование — это взаимоотношения между особями различных видов, которые могут развиваться, в частности, в виде паразитизма, хищничества, конкуренции и т. п. Примером межвидовой борьбы могут служить взаимоотношения между популяцией хищников (куницы, горностаи и т. п.) и мелких грызунов или вытеснение светолюбивыми растениями других светолюбивых видов, которых они лишают необходимого освещения;
- в) *борьба с неблагоприятными условиями среды* — происходит при взаимодействии живых организмов с абиотическими факторами природы. То есть это борьба с недостатком или избытком влаги, освещенности, с перепадом температур, с закислением или защелачиванием почвы и т. п.

Таким образом, все новые признаки, возникающие в результате наследственной изменчивости, проходят проверку естественным отбором. Естественный отбор — главный движущий, направляющий фактор эволюционного процесса.

Задания

Выберите один правильный ответ.

- 1. Бинарную номенклатуру латинских названий в научную практику ввел
 - 1) Ж.Б. Ламарк
 - 2) К. Линней
 - 3) Ч. Дарвин
 - 4) Т. Морган
- 2. Первая эволюционная теория была создана
 - 1) Ж.Б. Ламарком
 - 2) К. Линнеем
 - 3) Ч. Дарвином
 - 4) К.Ф. Рулье

3. Эволюция — это процесс
 - 1) индивидуального развития любого живого существа
 - 2) исторического развития органического мира
 - 3) размножения и развития клеток
 - 4) улучшения и создания новых сортов растений и пород животных
4. Ведущую роль в эволюции играет следующий вид изменчивости
 - 1) цитоплазматическая
 - 2) модификационная
 - 3) комбинативная
 - 4) мутационная
5. По Ч. Дарвину, способность живых существ производить большое количество потомков и ограниченность мест обитания и жизненных ресурсов — это непосредственные причины
 - 1) наследственной изменчивости
 - 2) борьбы за существование
 - 3) вымирания
 - 4) видообразования
6. На ржаном поле, чистом от сорняков, имеются высокие и низкие растения, что иллюстрирует
 - 1) внутривидовую борьбу за существование
 - 2) межвидовую борьбу за существование
 - 3) борьбу с неблагоприятными условиями внешней среды
 - 4) модификационную изменчивость без борьбы за существование
7. Наследственная изменчивость в процессе эволюции
 - 1) создает новые виды
 - 2) доставляет материал для эволюции
 - 3) закрепляет созданный в процессе эволюции материал
 - 4) сохраняет наиболее полезные изменения
8. Естественный отбор
 - 1) создает новые признаки организмов
 - 2) увеличивает изменчивость в популяциях
 - 3) сохраняет наиболее полезные изменения
 - 4) создает новые виды

9. Естественный отбор действует на уровне
- 1) отдельного организма
 - 2) популяции
 - 3) вида
 - 4) биоценоза
10. Результатом действия естественного отбора не является
- 1) приспособленность организмов к среде обитания
 - 2) многообразие органического мира
 - 3) борьба за существование
 - 4) совершенствование организации живых существ
11. Иллюстрацией действия стабилизирующего отбора не является существование
- 1) клювоголовой рептилии гаттерии
 - 2) кистеперой рыбы латимерии
 - 3) темноокрашенных бабочек березовой пяденицы в промышленных районах Англии
 - 4) голосеменного растения гинкго
12. Элементарной единицей вида является
- 1) одна особь вида
 - 2) две разнополые особи вида
 - 3) семейная группа вида, стая
 - 4) популяция вида
13. Генетический критерий вида — это
- 1) сходство всех процессов жизнедеятельности особей
 - 2) сходство внешнего и внутреннего строения особей
 - 3) характерный для каждого вида набор хромосом
 - 4) совокупность факторов внешней среды, в которой существует вид
14. Совокупность факторов внешней среды, в которой существует вид, — это
- 1) экологический критерий вида
 - 2) географический критерий вида
 - 3) генетический критерий вида
 - 4) морфологический критерий вида

15. Различия генотипов разных особей одной популяции, обусловленные скрещиванием, определяются изменчивостью
- | | |
|------------------|--------------------|
| 1) мутационной | 3) соотносительной |
| 2) комбинативной | 4) модификационной |

Выберите три правильных ответа.

16. Основным положением эволюционной теории Ж.Б. Ламарка является утверждение о
- 1) изначальной целесообразности природы
 - 2) стремлении всего живого к совершенству
 - 3) направленном влиянии окружающей среды
 - 4) направляющем действии естественного отбора
 - 5) неизменности видов
 - 6) наследовании только полезных изменений
17. Заслуга Ч. Дарвина состоит в том, что он
- 1) создал первую эволюционную теорию
 - 2) разработал теорию естественного отбора
 - 3) сформулировал закон гомологических рядов наследственной изменчивости
 - 4) объяснил причину многообразия видов в природе
 - 5) объяснил процессы видообразования
 - 6) объяснил причины происхождения жизни
18. По представлениям Ч. Дарвина, основными движущими силами эволюции являются
- 1) определенная изменчивость
 - 2) неопределенная изменчивость
 - 3) естественный отбор
 - 4) дрейф генов
 - 5) борьба за существование
 - 6) соотносительная изменчивость
19. Движущий отбор
- 1) проявляется при изменении условий существования вида
 - 2) наблюдается при относительно постоянных условиях существования вида
 - 3) способствует смещению прежней нормы реакции в одном направлении

- 4) благоприятствует особям с отклонениями от средних значений признака
- 5) направлен против особей со средними и промежуточными значениями признака
- 6) приводит к сужению прежней нормы реакции признака

20. Стабилизирующий отбор

- 1) проявляется при изменении условий существования вида
- 2) проявляется при относительно постоянных условиях существования вида
- 3) способствует смещению прежней нормы реакции сразу в нескольких направлениях
- 4) отсеивает мутации, ведущие к увеличению нормы реакции признака
- 5) сохраняет среднее значение признака
- 6) приводит к расширению прежней нормы реакции признака

21. Установите соответствие между проявлениями естественного отбора и его видами.

Проявления	Виды
1) существование клювоголовой рептилии гаттерии	А) стабилизирующий отбор Б) движущий отбор В) дизруптивный отбор
2) существование кистеперой рыбы латимерии	
3) появление темноокрашенных бабочек березовой пяденицы в промышленных районах Англии	
4) существование разнообразных выюрков на Галапагосских островах	
5) существование голосеменного растения гинкго	
6) появление на океанических островах насекомых бескрылых либо с очень мощными крыльями	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	1	2	4	2	1	2	3	2	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	4	3	1	2	2,3,6	2,4,5	2,3,5	1,3,4	2,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
A	A	Б	Б	A	B

Возникновение приспособлений. Относительный характер приспособленности. Микроэволюция. Видообразование

Естественный отбор всегда имеет характер **приспособительной реакции** к условиям существования. Все признаки живых организмов приспособлены к условиям их существования. Приспособленностью отличаются внутреннее и внешнее строение организмов, поведение животных и т. п.

Так, например, интенсивность размножения выше у тех существ, потомство которых в своей массе погибает. Треска, не заботящаяся о своем потомстве, мечет за период нереста около 5 млн икринок. Самка маленькой морской рыбки, пятнадцатиглой колюшки, самец которой охраняет гнездо с икринками, мечет всего несколько десятков икринок. Слониха, потомству которой в природе почти ничто не угрожает, в течение своей долгой жизни приносит не более 6 слонят, а вот человеческая аскарида, абсолютное большинство потомства которой гибнет, в течение года откладывает по 200 тыс. яиц каждые сутки.

Ветроопыляемые растения производят огромное количество мелкой, сухой, очень легкой пыльцы. Рыльца пестиков их цветков большие и имеют перистую форму. Все это помогает им эффективнее опыляться. А у насекомоопыляемых растений пыльцы гораздо меньше, она крупная и липкая, цветки у них имеют нектарники и яркую окраску для привлечения насекомых-опылителей.

Яркие примеры приспособленности — покровительственная окраска и мимикрия. Мимикрия — подражание опасным видам — наблюдается у многих животных. Например, некоторые безобидные неядовитые змеи приобрели значительное сходство с ядовитыми сородичами, что помогает им избегать нападения хищников.

Теория Дарвина объясняет появление приспособленности наследственной изменчивостью и естественным отбором.

Однако всегда надо учитывать, что приспособленность относительна. То есть любое приспособление помогает выживать только в тех условиях, в которых оно формировалось. Стоит условиям измениться, и ранее полезный признак превратится во вредный и приведет к гибели. Например, прекрасно летающий стриж имеет очень длинные узкие крылья. Однако такая специализация крыла привела к тому, что стриж не может взлетать с ровных поверхностей и, если ему не с чего прыгнуть, погибает.

Относительный характер приспособленности можно рассмотреть также на следующем примере: в промышленных районах Европы, где вследствие интенсивного развития производства погибли светлоокрашенные лишайники, покрывавшие стволы деревьев, темноокрашенные особи бабочек вытеснили светлоокрашенных особей. Это явление получило название *индустриального меланизма*. Дело в том, что светлые насекомые очень хорошо заметны на темном фоне и преимущественно поедаются птицами. А в сельских районах наоборот — темные насекомые хорошо заметны на светлых стволах, и именно они уничтожаются птицами. Таким образом, естественный отбор положил начало дивергенции (расхождению) внутри вида, что может привести сначала к появлению подвидов, а затем и новых видов.

Образование новых видов — это и есть важнейший этап в процессе эволюции.

Эволюционный процесс подразделяют на микро- и макроэволюцию. **Микроэволюция** — это процесс перестройки внутри вида, приводящий к образованию новых популяций, подвидов и заканчивающийся образованием новых видов.

Таким образом, микроэволюция — это самый начальный этап эволюционного процесса, который может происходить в относительно короткие промежутки времени и который можно наблюдать и изучать непосредственно. В результате наследственной (мутационной) измен-

чивости происходят случайные изменения генотипа. Самопроизвольная частота мутаций довольно высока, и 1–2% половых клеток имеют мутировавшие гены или измененные хромосомы. Мутации чаще всего рецессивны и редко бывают полезными для вида. Однако если в результате мутации возникают полезные для какой-либо особи изменения, то она получает некоторые преимущества перед другими особями популяции: получает больше пищи или делается устойчивее к влияниям болезнетворных бактерий и вирусов и т. п. Например, возникновение длинной шеи позволило предкам жирафа питаться листьями с высоких деревьев, что обеспечивало им больше корма, чем особям популяции с короткой шеей.

Таким образом, с возникновением нового признака начинается процесс **дивергенции**, то есть расхождения признаков внутри популяции.

В популяции любого вида существуют волны численности. В благоприятные годы численность популяции возрастает: происходит интенсивное размножение, большинство молодых и старых особей выживает. В неблагоприятные годы численность популяции может резко упасть: множество особей, особенно молодых и старых, погибает, интенсивность размножения снижается. Такие волны зависят от многих факторов: от изменений климата, количества пищи, количества врагов, патогенных микроорганизмов и т. п. В неблагоприятные для популяции годы могут сложиться условия, когда в живых останутся только те особи, которые в результате мутации приобрели полезный признак. Например, во время засухи короткошее предки жирафа могли погибнуть от голода, и длинношее особи и их потомство стали преобладать в популяции. Таким образом, за довольно короткий промежуток времени в результате естественного отбора могла появиться «длинношеея» популяция парнокопытных животных. Но если бы особи этой популяции могли свободно скрещиваться с «короткошеими» родственниками из соседних популяций, то тогда новый вид не смог бы возникнуть.

Таким образом, следующим необходимым фактором микроэволюции является **изоляция** популяции особей с возникшим новым признаком от популяции особей, не имеющих этого признака. Изоляция может осуществляться несколькими путями.

1. *Географическая* изоляция как фактор видообразования. Этот вид изоляции связан с расширением зоны обитания вида — ареала.

При этом новые популяции попадают в иные по сравнению с другими популяциями условия: климатические, почвенные и т. п. В популяции постоянно происходят наследственные изменения, действует естественный отбор — в результате этих процессов генотип популяции меняется, и возникает новый подвид. Свободному скрещиванию новых популяций или подвидов между собой могут мешать разрывы ареала за счет рек, гор, ледников и т. п. Так, например, на основе географических факторов изоляции из одного вида ландышей за несколько миллионов лет возник целый ряд видов. Этот путь видообразования — медленный, происходящий на протяжении сотен, тысяч и миллионов поколений.

2. *Временная* изоляция как фактор видообразования. Этот вид изоляции связан с тем, что в случае несоответствия сроков размножения два близких подвида не смогут скрещиваться, и дальнейшая дивергенция приведет к образованию двух новых видов. Таким образом возникают новые виды рыб, если сроки нереста подвидов не совпадают, или новые виды растений, если не совпадают сроки цветения подвидов.
3. *Репродуктивная* изоляция как фактор видообразования. Этот вид изоляции возникает при невозможности скрещивания особей двух подвидов из-за несоответствия в строении половых органов, различий в поведении, несовместимости генетического материала.

В любом случае всякая изоляция приводит к репродуктивному разобщению — т. е. к невозможности скрещивания возникающих видов.

Таким образом, процесс микроэволюции можно разделить на следующие этапы:

1. Спонтанные мутации и начало дивергенции в пределах одной популяции.
2. *Естественный отбор наиболее приспособленных особей, продолжение дивергенции.*
3. Гибель менее приспособленных особей в результате влияния условий среды — продолжение естественного отбора и образование новых популяций и подвидов.
4. Изоляция подвидов, приводящая вследствие репродуктивного разобщения к появлению новых видов.

Доказательства эволюции органического мира. Главные направления эволюции: биологический прогресс и регресс. Ароморфоз, идиоадаптация, общая дегенерация

Макроэволюция органического мира — это процесс формирования крупных систематических единиц: из видов — новых родов, из родов — новых семейств и т. д. Процессы макроэволюции требуют огромных промежутков времени, и непосредственно изучать ее невозможно. Тем не менее в основе макроэволюции лежат те же движущие силы, что и в основе микроэволюции: наследственная изменчивость, естественный отбор, борьба за существование и репродуктивное разобширение. Так же, как и микроэволюция, макроэволюция имеет дивергентный характер.

Можно привести несколько групп **доказательств макроэволюции**.

1. Сравнительно-анатомические доказательства.

Все позвоночные животные имеют единый план строения, что указывает на единство происхождения. В частности, об общих предках рыб, земноводных, рептилий, птиц и млекопитающих говорит строение гомологичных органов (например, пятипалой конечности, в основе которой лежит скелет плавников кистеперых рыб). О единых предках свидетельствуют и атавизмы — органы предков, развивающиеся иногда у современных существ (например, возникновение у человека многососковости, хвоста, сплошного волосяного покрова и т. п.). Еще одно доказательство эволюции — наличие рудиментов — органов, утративших свое значение и находящихся на стадии исчезновения (у человека, например, остатки третьего века, аппендикс, утрачиваемый волосяной покров и т. п.).

2. Эмбриологические доказательства.

У всех позвоночных животных наблюдается значительное сходство зародышей на ранних стадиях развития: форма тела, зачатки жабр, хвост, один круг кровообращения и т. д. (закон зародышевого сходства К. Бэра). Однако по мере развития сходство между зародышами представителей различных систематических групп постепенно стирается, и начинают преобладать черты, свойственные их классам, семействам, родам и, наконец, видам. *Биогенетический закон Геккеля-Мюллера* гласит: онтогенез есть краткое и быстрое повторение фило-

генеза, то есть зародыш в индивидуальном развитии повторяет историю развития своего вида.

Таким образом, все хордовые животные произошли от единых предков.

3. Палеонтологические доказательства.

К таким доказательствам относят нахождение остатков вымерших переходных форм, позволяющих проследить путь от одной группы живых существ к другой. Например, обнаружение трехпалого и пятипалого предков современной лошади, имеющей один палец, доказывает, что у предков лошади было пять пальцев на каждой конечности. Обнаружение ископаемых останков археоптерикса позволило сделать вывод о существовании переходных форм между пресмыкающимися и птицами. Нахождение остатков вымерших семенных папоротников позволяет решить вопрос об эволюции современных голосеменных и т. п. На основании палеонтологических находок были выстроены филогенетические ряды, то есть ряды видов, последовательно сменяющих друг друга в процессе эволюции.

В разработку проблемы направлений эволюции огромный вклад внесли русские ученые А.Н. Северцов (1866–1936) и И.И. Шмальгаузен (1884–1963). Именно они установили, что главные направления эволюции органического мира — это биологический прогресс и биологический регресс. Для биологического прогресса характерно: повышение общего уровня организации, увеличение численности особей, увеличение числа подвидов, расширение ареала. Иногда этот процесс может идти на фоне морфофизиологического регресса, то есть упрощения организации (например, у паразитических ленточных червей). Для биологического регресса характерно уменьшение числа особей, подвидов, сужение ареала. Этот процесс ведет к вымиранию вида (например, постепенное исчезновение плаунов, хвощей).

Основные пути биологической эволюции — это ароморфоз, идиоадаптация и общая дегенерация.

Ароморфозом (морфофизиологическим прогрессом) называется эволюционное преобразование строения и функций организма, повышающее общий уровень его организации, но не имеющее приспособительного значения к условиям окружающей среды. Наиболее крупными ароморфозами были возникновение фотосинтеза, появление многоклеточных организмов и полового размножения. В числе крупных ароморфозов можно назвать также развитие гомойотермии

(поддержания постоянной температуры тела) у птиц и млекопитающих, возникновение живорождения и выкармливания детенышей молоком у млекопитающих, переход к размножению семенами у семенных растений и т. п. Ароморфозы имеют широкое приспособительное значение и предоставляют широкие возможности для освоения новой среды обитания. Так, появление у пресмыкающихся яйца в яйцевых оболочках позволило им обитать далеко от воды и освоить даже засушливые места, тогда как их предки — земноводные — должны были по крайней мере на период размножения уходить в воду. За ароморфозами следуют идиоадаптации.

Идиоадаптацией называется частное приспособление организмов к определенному образу жизни в конкретных условиях внешней среды. В отличие от ароморфоза идиоадаптация существенно не сказывается на общем уровне организации данной биологической группы. Благодаря формированию различных идиоадаптаций животные близких видов могут жить в самых различных географических зонах. Например, представителей семейства волчьих (*Canidae*) можно встретить на всей территории от Арктики до тропиков, что значительно снижает конкуренцию между видами. Идиоадаптация обеспечила этому семейству значительное расширение ареала и увеличение числа видов, что является критерием биологического прогресса. Но при этом ни про один вид, входящий в состав этого семейства, нельзя сказать, что он находится на более высоком уровне эволюции, чем другие. Примерами идиоадаптаций могут служить различные типы клювов у птиц или различные приспособления к опылению и распространению семян у растений. В результате идиоадаптаций возникают мелкие систематические группы.

Общая дегенерация — это морфофизиологический процесс, который ведет к упрощению организмов, к морфофизиологическому регрессу. Общая дегенерация, как уже было сказано, может наступить и при биологическом прогрессе (у паразитических организмов).

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Микроэволюция приводит к образованию новых
 - 1) семейных групп
 - 2) подвидов и видов
 - 3) родов
 - 4) отрядов и семейств

2. Изоляция — это фактор эволюции, который
 - 1) не влияет на скорость видообразования
 - 2) замедляет процесс формирования приспособленности
 - 3) не препятствует смешиванию популяции внутри вида
 - 4) ускоряет эволюционный процесс
3. Основным фактором, определяющим различия флор и фаун островов и ближайших материков, является
 - 1) размер островов
 - 2) удаленность островов от материка
 - 3) уязвимость островных растений и животных из-за их малой численности
 - 4) время, прошедшее с момента разделения острова и материка
4. Возникновение в процессе эволюции сходных признаков из несходных называется
 - 1) градацией
 - 2) дивергенцией
 - 3) конвергенцией
 - 4) регенерацией
5. Дивергенцией называется
 - 1) расхождение признаков в эволюционном процессе
 - 2) схождение признаков в эволюционном процессе
 - 3) взаимопроникновение ареалов двух видов
 - 4) происхождение нового вида от скрещивания двух или более видов
6. Макроэволюция приводит к образованию новых
 - 1) видов
 - 2) популяций
 - 3) подвидов
 - 4) родов
7. Гомологичными называются органы
 - 1) выполняющие несколько разных функций
 - 2) сходные по внешнему виду
 - 3) выполняющие одинаковые функции
 - 4) имеющие общее эволюционное происхождение
8. Аналогичными органами являются
 - 1) крыло бабочки и крыло птицы
 - 2) крыло крылана и нога лошади
 - 3) листья березы и иголки кактуса
 - 4) чешуя рептилий и перья птиц

9. К палеонтологическим доказательствам эволюции относят
- 1) филогенетические ряды
 - 2) сходство зародышей позвоночных
 - 3) наличие рудиментов у организмов
 - 4) сходство химического состава близкородственных видов
10. Последовательное уменьшение числа пальцев у предков лошади служит примером
- 1) дивергенции
 - 2) дегенерации
 - 3) гомологии
 - 4) филогенетического ряда
11. Биогенетический закон сформулирован
- 1) А.И. Опариным и Дж. Холдейном
 - 2) Н.И. Вавиловым
 - 3) Э. Геккелем и Ф. Мюллером
 - 4) А.О. Ковалевским
12. К направлениям эволюции относится
- 1) рудимент
 - 2) регресс
 - 3) атавизм
 - 4) видообразование
13. Биологический регресс вида характеризуется
- 1) возрастанием приспособленности организмов к окружающей среде
 - 2) сокращением ареала вида
 - 3) расширением ареала вида
 - 4) увеличением численности вида
14. Крупные систематические группы в процессе эволюции возникают, как правило, путем
- 1) ароморфоза
 - 2) идиоадаптации
 - 3) общей дегенерации
 - 4) направленной эволюции
15. К идиоадаптации следует отнести
- 1) четырехкамерное сердце у млекопитающих
 - 2) внутреннее оплодотворение у рептилий
 - 3) игольчатые листья у растений пустынь
 - 4) появление фотосинтеза у водорослей

Выберите три правильных ответа.

- 16.** Результатами эволюции являются
- 1) борьба за существование
 - 2) постепенное повышение организации живых существ
 - 3) естественный отбор
 - 4) относительная приспособленность организмов к условиям среды
 - 5) многообразие видов
 - 6) модификационная изменчивость
- 17.** Результатами географической изоляции можно считать
- 1) своеобразие флоры и фауны Австралии
 - 2) разнообразие выюрков на Галапагосских островах
 - 3) оригинальную фауну озера Байкал
 - 4) многообразие бокоплавов озера Байкал
 - 5) островные виды растений и животных
 - 6) 5 видов американских славок
- 18.** Покровительственную окраску имеют
- | | |
|------------------|------------------|
| 1) божья коровка | 4) тигр |
| 2) белый медведь | 5) оса |
| 3) жираф | 6) муха-шмелевка |
- 19.** Гомологичными органами являются
- 1) чешуя змеи и перья птицы
 - 2) глаз паука и глаз человека
 - 3) хвоя сосны и листья клена
 - 4) крыло бабочки и крыло летучей мыши
 - 5) жабры рака и жабры рыбы
 - 6) лапа ящерицы и ласт тюленя
- 20.** К ископаемым переходным формам относят
- 1) кистеперых рыб
 - 2) стегоцефалов
 - 3) динозавров
 - 4) зверозубых ящеров
 - 5) археоптерикса
 - 6) котилозавров

21. Установите соответствие между признаками животных и путем эволюции, в результате которого эти признаки выработались.

Признаки	Путь эволюции
1) уплощенная форма тела у донных рыб	А) ароморфоз
2) кожно-легочное дыхание у амфибий	Б) идиоадаптация
3) гомойотермия у птиц и млекопитающих	В) общая дегенерация
4) четырехкамерное сердце у птиц и млекопитающих	
5) живорождение у млекопитающих	
6) отсутствие кишечника у паразитических червей	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	4	4	3	1	4	4	1	1	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	2	2	1	3	2,4,5	1,3,5	2,3,4	1,3,6	2,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	Б	А	А	А	В

Возникновение жизни на Земле.

Развитие органического мира.

Основные ароморфозы в эволюции органического мира.

Основные направления эволюции покрытосеменных, насекомых, птиц и млекопитающих в кайнозойскую эру

Все многообразие гипотез о возникновении жизни на Земле может быть сведено к двум основным группам: к первой группе относятся гипотезы, основанные на представлении о биогенезе, то есть о происхождении живого только из живого, ко второй группе — гипотезы, основанные на представлении об абиогенезе, то есть о происхождении живого из неживого (о самозарождении жизни). Сторонники тео-

рии абиогенеза (виталисты, от лат. «*vita*» — жизнь) считали, что существует «жизненная сила», с помощью которой неживое может стать живым. Опровержением этой точки зрения послужили опыты Луи Пастера, доказавшие невозможность самопроизвольного зарождения жизни; в 1862 г. Пастер за эти опыты получил премию французской Академии наук.

Согласно теории возникновения жизни на Земле, созданной А.И. Опариным и Дж. Холдейном в 1924–1927 гг., живые тела возникли из веществ неорганической природы в три этапа. На первом этапе происходило образование органических веществ из неорганических; на втором этапе — образование из простых органических соединений в водах первичного океана белков, жиров, углеводов и нуклеиновых кислот. Третий этап — этап развития жизни. На этом этапе коацерваты (лат. *coacervo* — собираю, скапливаю), то есть коллоидные капли, в которых концентрация веществ была выше, чем в окружающем растворе, начали укрупняться и взаимодействовать друг с другом и с другими веществами. В результате взаимодействия коацерватов с нуклеиновыми кислотами образовались способные к самовоспроизведению протобионты; с этого момента начался период органической эволюции. Следует подчеркнуть, что живые организмы — это открытые, способные к самовоспроизведению системы, в которые энергия поступает извне. В связи с этим очевидно, что первые живые организмы были гетеротрофами, получавшими энергию за счет анаэробного расщепления органических соединений. Возникновение современной атмосферы прямо связано с появлением и развитием автотрофных организмов и фотосинтеза. С момента возникновения жизни появилась и связь между биологическими, геологическими и геохимическими процессами, которые изучает созданная академиком В.И. Вернадским наука биогеохимия. История Земли делится на эры, эры — на периоды, периоды — на эпохи, эпохи — на века. Периоды трех последних эр (палеозойской, мезозойской и кайнозойской) представляют наибольший интерес.

Палеозойская эра началась примерно 570 млн лет назад и продолжалась около 330–340 млн лет. Она включает шесть периодов: кембрий, ордовик, силур, девон, карбон и пермь (названия периодов, как правило, были образованы от названия местности, где впервые были обнаружены характерные черты этих периодов: Пермь, Кембрий — латинские названия Уэльса и т. д.). В начале эры из-за повы-

шения солености моря животные, усваивая минеральные соли, смогли образовать жесткий скелет. В кембрии жизнь существовала только в морях, где большого распространения достигли древнейшие членистоногие — трилобиты, а также кишечнополостные, моллюски и иглокожие. В конце ордовика начался выход на сушу: первые споровые растения (псилофиты) начинают заселять берега пресных водоемов. В морях распространяются полухордовые животные, похожие на современного ланцетника. Основными характеристиками силура считаются расцвет моллюсков и членистоногих и появление первых позвоночных — панцирных круглоротых. Продолжается заселение суши растениями; в конце силура — начале девона на суше появляются первые животные — паукообразные, похожие на современных скорпионов. В девоне в морях появляются настоящие рыбы (девон называют «веком рыб»); а затем происходит окончательное заселение суши растениями (сначала это были плауны, хвощи и папоротники, а затем голосеменные); возникают первые леса. Тогда же на суше появляются первые позвоночные — земноводные, которые достигают расцвета в карбоне. Для карбона был характерен влажный и теплый климат. Земля была покрыта мелкими морями и огромными заболоченными территориями. Еще не было сезонных колебаний погоды, и в условиях постоянного лета развились обширные и густые тропические леса, состоящие в основном из папоротников, хвощей и плаунов. Климат карбона способствовал расцвету земноводных. Появились лабиринтодонты, напоминавшие по внешнему виду саламандр. Эти животные жили на суше, у них развились настоящие пятипалые конечности с плечевым и бедренным суставами, развилось легочное дыхание (впервые легочное дыхание появилось еще в девоне у двоякодышащих и кистеперых рыб; кистеперых рыб и считают предками амфибий). У земноводных развились два круга кровообращения с трехкамерным сердцем. Но размножались амфибии путем выметывания икры в воду; оплодотворение у них было наружное. В связи с этим они не могли освоить удаленные от воды территории; период господства их на Земле был непродолжительным. В перми, когда климат становится более засушливым, земноводные начинают вытесняться пресмыкающимися, способными удаляться от воды на значительное расстояние, так как процесс их размножения не связан больше с водной средой.

Мезозойская эра закончилась 65–70 млн лет назад и продолжалась около 170 млн лет. В мезозое различают три периода: триасовый, юрский и меловой. Эту эру называют эрой пресмыкающихся (рептилий), которые тогда широко распространились по Земле и достигли огромного разнообразия. Они заселили сушу и водоемы, а некоторые даже освоили воздушное пространство. Размер древних рептилий мог быть огромным: так, брахиозавры достигали в длину более 30 м и весили до 50 т. После бурного расцвета начался процесс вымирания гигантских рептилий. Предполагают, что это было связано с резкими колебаниями климата в меловом периоде и уменьшением количества растительной пищи; допускают также возможность воздействия высоких доз радиации. В триасовом периоде появились первые теплокровные животные — примитивные млекопитающие; от триасовых пресмыкающихся отряда псевдозухий ведут начало и птицы. Остатки ископаемых птиц очень редки; первые находки — это отпечаток пера и скелет юрского археоптерикса. Юрская первоптица — археоптерикс — типичная переходная форма между рептилиями и птицами. Среди растений на протяжении почти всего мезозоя господствовали голосеменные, однако в начале мелового периода появились цветковые (покрытосеменные) растения. Цветковые растения начали широко распространяться, так как у них были значительные преимущества перед голосеменными (двойное оплодотворение, обеспечение зародыша большим количеством запасных питательных веществ, защита семени околоплодником и т. д.).

Кайнозойская эра началась почти 70 млн лет назад и продолжается до настоящего времени. Это время преобладания цветковых растений, насекомых, птиц и млекопитающих. Млекопитающие существовали еще в период господства динозавров, но их расцвет начался после вымирания этих ящеров в первом периоде кайнозоя (в палеогене), когда они заняли практически все освободившиеся ниши на суше, в воде и в воздухе. Уже в палеогене возникли все современные отряды млекопитающих. Расцвету млекопитающих способствовал целый ряд ароморфозов: постоянная температура тела, вынашивание детенышей в теле матери и питание их у плацентарных млекопитающих через плаценту, более развитый мозг с корой больших полушарий. Растительный мир в эпоху палеогена и следующего за ним периода — неогена характеризуется прогрессом покрытосеменных растений, возникновением их новых систематических групп. Палеоген и неоген

объединяют под общим названием третичного периода. В последнем периоде кайнозоя — антропогене (четвертичном периоде) живая природа принимает современный вид. В это время происходит заметное похолодание, Северное полушарие Земли четыре раза подвергается оледенению. Вымирают мамонты, саблезубые тигры и многие другие крупные животные. В антропогене появляется и начинает широко расселяться по Земле Человек разумный (*Homo sapiens*).

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Жизнь на Земле возникла примерно
 - 1) 5–7 млрд лет назад
 - 2) 3,5–4 млрд лет назад
 - 3) 1,5–2 млрд лет назад
 - 4) 500 млн лет назад
2. Против идеи самозарождения жизни первым выступил
 - 1) К. Лейбниц
 - 2) Ф. Реди
 - 3) Ж.Б. Ламарк
 - 4) К. Линней
3. Опыты, доказавшие невозможность самопроизвольного зарождения жизни, были проведены
 - 1) К. Бэр
 - 2) Л. Пастер
 - 3) Дж. Берналом
 - 4) Т. Чехом
4. Авторами теории абиогенного синтеза считаются
 - 1) Э. Геккель и Ф. Мюллер
 - 2) С. Миллер и Юри
 - 3) Дж. Уотсон и Ф. Крик
 - 4) А.И. Опарин и Дж. Холдейн
5. Автором теории биопозза считается
 - 1) А.И. Опарин
 - 2) Дж. Холдейн
 - 3) Дж. Бернал
 - 4) В.И. Вернадский
6. Возможность образования простых органических веществ из неорганических первыми экспериментально доказали
 - 1) Э. Геккель и Ф. Мюллер
 - 2) С. Миллер и Юри
 - 3) Дж. Уотсон и Ф. Крик
 - 4) А.И. Опарин и Дж. Холдейн

7. Креационизм — это представление о
- 1) сотворении высшей силой неизменных в дальнейшем видов живых организмов
 - 2) направленности и предсказуемости хода эволюции
 - 3) божьем промысле как факторе эволюции
 - 4) наследовании благоприобретенных признаков
8. Теория о вечно существующих «семенах жизни», переносимых с планеты на планету метеоритами, получила название теории
- 1) абиогенеза
 - 2) биопоэза
 - 3) креационизма
 - 4) панспермии
9. У коацерватов не было
- 1) обмена веществ
 - 2) роста
 - 3) размножения
 - 4) были все перечисленные процессы
10. У коацерватов имелись
- 1) мембранные структуры
 - 2) нуклеиновые кислоты
 - 3) рибосомы
 - 4) ничего из перечисленного
11. Выход живых организмов на сушу произошел в эру
- 1) мезозойскую
 - 2) палеозойскую
 - 3) протерозойскую
 - 4) архейскую
12. Появление двусторонней симметрии тела — один из важнейших ароморфозов, произошедших в
- 1) протерозое
 - 2) палеозое
 - 3) мезозое
 - 4) кайнозое
13. Господство на Земле пресмыкающихся наблюдалось в эру
- 1) протерозойскую
 - 2) архейскую
 - 3) мезозойскую
 - 4) кайнозойскую
14. Господство на Земле голосеменных наблюдалось в эру
- 1) протерозойскую
 - 2) архейскую
 - 3) мезозойскую
 - 4) кайнозойскую
15. Расцвет насекомых на Земле приходится на эру
- 1) протерозойскую
 - 2) палеозойскую
 - 3) мезозойскую
 - 4) кайнозойскую

Выберите три правильных ответа.

- 16.** К крупнейшим ароморфозам протерозойской эры относят появление
- 1) хорды
 - 2) двусторонней симметрии тела
 - 3) жаберного дыхания
 - 4) внутреннего оплодотворения
 - 5) двойного оплодотворения
 - 6) теплокровности
- 17.** К крупнейшим ароморфозам палеозойской эры относят появление
- 1) полового процесса
 - 2) внутреннего оплодотворения
 - 3) плотных оболочек яйца
 - 4) семени
 - 5) молочных желез
 - 6) многоклеточности
- 18.** В палеозойской эре выделяют следующие периоды
- | | |
|----------------|--------------------|
| 1) ордовикский | 4) каменноугольный |
| 2) пермский | 5) меловой |
| 3) юрский | 6) триасовый |
- 19.** В палеозое появились
- 1) первые наземные растения
 - 2) голосеменные
 - 3) покрытосеменные
 - 4) парапитеки и дриопитеки
 - 5) пресмыкающиеся и насекомые
 - 6) млекопитающие
- 20.** Кайнозойская эра — эра расцвета и господства
- 1) рыб
 - 2) амфибий
 - 3) пресмыкающихся
 - 4) птиц
 - 5) млекопитающих
 - 6) насекомых

21. Установите соответствие между геологическим периодом и эрой, к которой он относится.

Геологический период	Эра
1) палеоген	А) палеозойская
2) ордовик	Б) мезозойская
3) силур	В) кайнозойская
4) триас	
5) девон	
6) неоген	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	2	2	4	3	2	1	4	3	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	1	3	3	4	1,2,3	2,3,4	1,2,4	1,2,5	4,5,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
В	А	А	Б	А	В

Происхождение человека. Движущие силы антропогенеза: социальные и биологические факторы. Ведущая роль законов общественной жизни в социальном прогрессе человечества

Эволюционное отделение ветви, которая привела к появлению современных людей, произошло, по разным данным, от 15 до 6 млн лет назад.

По физиологическому и биохимическому строению человек обнаруживает большое сходство с человекообразными обезьянами (длинные конечности, выступающий нос, бинокулярное зрение, анатомические сходства в легких и почках, четыре группы крови, близкий хромосомный состав и т. д.). Обезьяноподобные предки человека обладали признаками, которые, совершенствуясь, давали преимущества в естественном отборе. Развитие хватательной функции передней конечности (противостояние первого пальца всем остальным), изна-

чально в определенной мере присущее всем приматам, способствовало возникновению прямохождения. Характерный для приматов хорошо развитый головной мозг стимулировал усложнение поведения; что давало преимущества в борьбе за существование. Наконец, существенным фактором в появлении человека явилось то обстоятельство, что его предки вели стадный образ жизни со сложно организованной структурой сообщества, что способствовало развитию средств коммуникации и в конечном счете привело к возникновению речи.

Таким образом, основными тенденциями в развитии человека были прямохождение, увеличение объема мозга и усложнение его организации, развитие руки, удлинение периода роста и развития. Развитая рука с хорошо выраженной хватательной функцией позволила человеку успешно использовать, а затем и изготавливать орудия, что дало ему преимущества в борьбе за существование, хотя по своим чисто физическим качествам он значительно уступал другим животным. Важнейшей вехой в развитии человека было приобретение умения сначала использовать и поддерживать, а затем и добывать огонь. Сложная деятельность по изготовлению орудий труда, добыванию и поддержанию огня и т. д. не могла обеспечиваться врожденным поведением, а требовала индивидуального обучения. Обмен сигналами в процессе трудового общения и обучения привел в конце концов к появлению речи и возникновению второй сигнальной системы, что принципиально отличает человека от человекообразных обезьян. Появление новых функций, в свою очередь, способствовало ускоренному развитию. Так, использование рук для охоты и защиты и употребление приготовленной на огне пищи сделало ненужным наличие мощных челюстей, что позволило увеличить объем мозговой части черепа за счет его лицевой части и обеспечить дальнейшее развитие умственных способностей человека. Возникновение речи способствовало развитию более совершенной структуры сообщества, разделению обязанностей между его членами, что также давало значительные преимущества в борьбе за существование.

Таким образом, **факторы антропогенеза** можно разделить на биологические и социальные. К биологическим факторам следует отнести наследственную изменчивость, борьбу за существование, естественный отбор. Под их влиянием возникали описанные выше антропоморфозы, то есть морфофизиологические изменения. К социальным факторам антропогенеза можно отнести трудовую деятельность, об-

пещерный образ жизни, развитие речи и мышления. Совершенствование труда и трудовых отношений, которое шло параллельно с развитием головного мозга, сознания, речи, привело к созданию новых социальных отношений. Социальные факторы в антропогенезе начали играть ведущую роль с момента появления кроманьонцев.

На современном этапе эволюции человека резко ослабло действие естественного отбора. Однако полностью отрицать его существование в человеческом обществе неправильно. С самого момента возникновения нового организма идет отбор на жизнеспособность зародышей, а затем клеток и органов человеческого организма. Гены людей, умерших до брачного возраста или оказавшихся бесплодными, устраняются из последующих поколений. В человеческом обществе действует как стабилизирующий отбор, поддерживающий стабильность внешнего облика человека и его физиологических функций, так и движущий, обеспечивающий адаптацию к изменениям внешней среды, которые в последнее время связаны главным образом с антропогенными факторами. Принципиальным фактором в современной эволюции человека оказывается и то, что он, в отличие от животных, не нуждается в приобретении личного опыта методом проб и ошибок, а способен воспринимать уже готовые знания, накопленные предыдущими поколениями.

Современный человек — тупиковая ветвь эволюции. Он перестал эволюционировать, так как оказался в стабильных социальных условиях существования.

Значительный вклад в изучение вопроса о происхождении человека внес Ч. Дарвин. В своей работе «Происхождение человека и половой подбор» он впервые поставил на научную основу вопрос об общем предке человека и человекообразных обезьян и проанализировал биологические факторы антропогенеза. Дарвин полагал, что Человек разумный появился на Африканском континенте от общего с высшими обезьянами предка.

Древнейшие, древние и ископаемые люди современного типа. Человеческие расы, их происхождение и единство

Общим предком человека и человекообразных обезьян считаются насекомоядные плацентарные, которые жили в мезозое. В палеогене кайнозоя от них отделилась ветвь, которая привела к появлению па-

рапитеков — предков современных человекообразных обезьян. От парапитеков отделилась ветвь, которая привела к появлению дриопитеков; полагают, что это произошло примерно 20 млн лет назад. Дриопитеки дали две ветви: одна из них привела к появлению современных человекообразных обезьян, а вторая — к появлению австралопитеков (время становления австралопитеков относят к периоду от 9 до 5 млн лет назад). Австралопитеки жили в Южной и Восточной Африке и представляли собой переходную форму от обезьяны к человеку. Одновременно существовало несколько видов австралопитеков. От одного из таких видов отделилась и в дальнейшем эволюционировала ветвь, которая и дала начало роду Человек (*Homo*). Как правило, выделяют три этапа эволюции человека: древнейшие, древние и первые современные люди.

К *древнейшим людям* относят Человека прямоходящего (*Homo erectus*). Они жили примерно 1 млн — 200 тыс. лет назад. Представителями древнейших людей являются питекантроп (объем мозга 900–1100 см³), синантроп (объем мозга 1220 см³) и гейдельбергский человек (объем мозга не был определен, так как была найдена одна челюсть без подбородочного выступа; в челюсти сохранились зубы, которые имели такое же строение, как и у современного человека). Древнейшие люди были каннибалами. Они изготавливали каменные орудия труда, возможно, пользовались огнем, но не умели его добывать; жилищ они не строили. Максимального расцвета они достигли примерно 600–400 тыс. лет назад.

На этой стадии антропогенез находился полностью под контролем естественного отбора.

Неандертальцы (древние люди) появились около 300 тыс. лет назад и за время своего существования успели создать довольно высокую культуру. Но примерно через 150–200 тыс. лет после них появился Человек разумный, или современный человек (современных людей, существовавших в тот период, принято называть кроманьонцами; такое название было дано по месту находки скелетов и орудий труда в местечке Кроманьон во Франции), который в короткий срок совершенно вытеснил неандертальца и привел к его полному исчезновению. Причины преимущества современного человека перед неандертальцем те же, что и причины преимущества человекоподобных обезьян перед остальными млекопитающими. Они уступали своим конкурентам по физической силе и по развитию материальной культуры, но зато об-

ладали большей гибкостью кисти, строением гортани, способствовавшим лучшему развитию членораздельной речи, и рядом других признаков, обеспечивающих более быстрое интеллектуальное развитие. Вытеснив неандертальцев, кроманьонцы заимствовали и использовали некоторые элементы их культуры.

Кроманьонцы и современные люди — это один вид *Homo sapiens*, относящийся к роду Людей. В этом виде выделяют 3 большие расы: негроидную, монголоидную и европеидную. Некоторые ученые выделяют еще две большие расы: австралоидную и американскую. Кроме того, существуют смешанные расы, которые сформировались в зонах контактов больших рас.

Расы — это исторически сложившиеся группы людей, которые отличаются определенными наследственными физическими особенностями. Люди, принадлежащие к разным расам, отличаются по цвету кожи, волос, разрезу глаз, по строению век, очертанию головы и т. д. Эти различия несущественны, и человечество в целом представляет собой единый биологический вид. Принадлежность всех рас к одному виду *Homo sapiens* доказывается одинаковым строением их черепа, мозга, стопы, наличием одних и тех же групп крови и, главное, одинаковым количеством и строением хромосом, что дает возможность различным расам свободно скрещиваться и давать полноценное потомство. Расы — это открытые генетические системы.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Социальные факторы стали играть ведущую роль в антропогенезе, начиная с
 - 1) питекантропов
 - 2) синантропов
 - 3) неандертальцев
 - 4) кроманьонцев
2. Человека разумного относят к классу Млекопитающие, так как у него
 - 1) 2 пары конечностей
 - 2) высоразвитый головной мозг
 - 3) 4 изгиба позвоночника
 - 4) 5 отделов головного мозга

3. Специфическими чертами Человека разумного являются
 - 1) наличие борозд и извилин в коре больших полушарий
 - 2) использование предметов для достижения цели
 - 3) бинокулярное зрение
 - 4) преобладание мозгового отдела черепа над лицевым
4. У человека рудиментарными органами являются
 - 1) обонятельные луковицы
 - 2) зубы мудрости
 - 3) молочные железы
 - 4) крестцовые позвонки
5. К виду *Homo sapiens* относят
 - 1) австралопитеков
 - 2) питекантропов
 - 3) синантропов
 - 4) кроманьонцев
6. К обезьянолюдям относят
 - 1) кроманьонца
 - 2) австралопитека
 - 3) питекантропа
 - 4) неандертальца
7. К древнейшим людям относят
 - 1) кроманьонца
 - 2) австралопитека
 - 3) питекантропа
 - 4) неандертальца
8. К древним людям относят
 - 1) синантропа
 - 2) питекантропа
 - 3) гейдельбергского человека
 - 4) неандертальца
9. К современным людям относят
 - 1) кроманьонца
 - 2) австралопитека
 - 3) питекантропа
 - 4) неандертальца
10. В эпоху великого оледенения жили
 - 1) кроманьонцы
 - 2) неандертальцы
 - 3) синантропы
 - 4) австралопитеки
11. Прямохождение с опорой на руки было характерно для
 - 1) австралопитека
 - 2) питекантропа
 - 3) синантропа
 - 4) неандертальца
12. Человек умелый, изготавливавший орудия труда, относится к
 - 1) австралопитекам
 - 2) древнейшим людям
 - 3) древним людям
 - 4) новым людям

13. Первыми овладели членораздельной речью
- | | |
|-----------------|------------------|
| 1) синантропы | 3) неандертальцы |
| 2) питекантропы | 4) кроманьонцы |
14. Каннибалами не были
- | | |
|----------------|----------------------------|
| 1) кроманьонцы | 3) питекантропы |
| 2) синантропы | 4) гейдельбергский человек |
15. У монголоидов
- 1) цвет кожи смуглый с желтоватым оттенком
 - 2) мягкие, прямые или волнистые волосы
 - 3) нос не уплощен
 - 5) губы толстые, вздутые
- Выберите три правильных ответа.**
16. К биологическим факторам антропогенеза относят
- 1) наследственную изменчивость
 - 2) борьбу за существование
 - 3) общественный образ жизни
 - 4) трудовую деятельность
 - 5) развитие речи и мышления
 - 6) естественный отбор
17. К человекообразным обезьянам относят
- | | |
|---------------|------------|
| 1) макаку | 4) павиана |
| 2) шимпанзе | 5) гориллу |
| 3) орангутана | 6) гиббона |
18. Австралопитеки
- 1) жили 1 млн — 500 тыс. лет назад
 - 2) вели стадный образ жизни
 - 3) имели рост 120–140 см и вес до 50 кг
 - 4) были всеядны
 - 5) изготавливали орудия труда
 - 6) умели добывать огонь
19. У европеоидов
- 1) узкое профилированное лицо
 - 2) борода и усы растут плохо
 - 3) глаза расположены горизонтально

- 4) верхнее веко закрыто кожной складкой
- 5) сильно выступающий нос
- 6) челюстная часть лица выступает вперед

20. У негроидов

- 1) плоское широкое лицо с сильно выступающими скулами
- 2) челюстная часть лица выступает вперед
- 3) борода и усы растут плохо
- 4) складка верхнего века развита слабо
- 5) губы тонкие
- 6) волосы мягкие, волнистые

21. Установите соответствие между характеристиками и этапами эволюции человека, к которым они относятся.

Характеристика	Этап эволюции человека
1) время жизни 300–40 тыс. лет назад	А) древнейшие люди Б) древние люди В) современные люди
2) рост приблизительно 180 см	
3) объем мозга примерно равен 1400 см ³	
4) объем мозга примерно равен 900–1100 см ³	
5) высокий лоб	
6) отсутствие подбородочного выступа на нижней челюсти	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	2	4	2	4	3	3	4	1	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	1	4	1	1	1,2,6	2,3,5	2,3,4	1,3,5	2,3,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	В	Б	А	В	А

Биосфера и ее границы.

Биомасса поверхности суши, Мирового океана, почвы.

Живое вещество и его функции

Впервые о биосфере как «области жизни» писал Ж.Б. Ламарк. Собственно термин «биосфера» в 1875 г. предложил австрийский ученый Э. Зюсс. Учение о биосфере как оболочке Земли, населенной живыми организмами, создал академик В.И. Вернадский.

Биосфера — это особая наружная оболочка Земли, состав, структура и энергетический потенциал которой определяются совместной деятельностью живых организмов, то есть это область распространения жизни.

Биосферу составляют следующие компоненты.

1. Живое вещество — совокупность всех живых организмов (микроорганизмов, грибов, растений, животных).
2. Биогенное вещество — это минеральные или органические вещества, созданные в результате жизнедеятельности живых организмов (газ, нефть, каменный уголь, известняки, трепел и т. д.).
3. Косное вещество — формируется без участия живых организмов (вулканизм, геотектонические процессы, метеориты и т. д.).
4. Биокосное вещество — создается живыми организмами вместе с неживой природой (почвы).

Биосфера включает в себя три основные оболочки Земли: атмосферу, гидросферу и верхнюю часть литосферы. Границы биосферы определяются абиотическими факторами, которые ограничивают существование живых организмов. Верхняя граница биосферы проходит на высоте около 20 км от поверхности Земли и зависит от озонового слоя, который задерживает ультрафиолетовое излучение. В гидросфере жизнь обнаружена на всех глубинах Мирового океана вплоть до 11 км. В литосфере живые организмы встречаются до глубины 3,5–7,5 км в зависимости от температуры земной коры и от уровня проникновения жидкой воды.

Атмосфера, или газовая оболочка Земли, состоит из смеси газов: азота, кислорода, углекислого газа, озона и инертных газов. Атмосфера оказывает огромное влияние на физико-химические и биологические процессы на поверхности Земли и в водной среде. Для дыхания всем живым организмам необходим кислород; углекислый газ — источник углерода при фотосинтезе и хемосинтезе; азот в результате

деятельности азотфиксирующих бактерий переходит в форму нитратов, усваиваемых растениями.

Гидросфера, или водная оболочка Земли, составляет около 70% поверхности земного шара. Наибольшие запасы воды сосредоточены в Мировом океане (до 95%), остальные 5% приходятся на пресные водоемы (озера, реки и т. д.). В воде обитает огромное количество живых организмов, причем их типовое разнообразие значительно выше, чем на суше. Состояние гидросферы — важнейший фактор, определяющий климатические условия различных географических областей.

Литосфера — это твердая оболочка Земли, которая включает в себя земную кору и верхнюю часть мантии. Жизнь в литосфере главным образом сосредоточена в ее верхнем плодородном слое — почве, глубина которого не превышает нескольких метров. В строении почвы выделяют несколько горизонтов (сверху вниз): верхний, называемый опадом, следующий — гумусовый слой, обеспечивающий плодородие почв, и третий, состоящий в основном из смеси песка и глины.

Живое вещество — это, по определению Вернадского, главное вещество биосферы. В пределах границ биосферы живое вещество распределено очень неравномерно. В высоких слоях атмосферы, в глубине гидросферы и литосферы живые организмы встречаются редко. Жизнь главным образом сосредоточена на границе этих трех сред. Биомасса организмов, обитающих на суше, на 99,2% представлена растениями и только 0,8% составляют грибы, животные и микроорганизмы. В Мировом океане это соотношение меняется: на долю растений приходится 6,3% биомассы, а на долю животных и микроорганизмов — 93,7%.

Масса живого вещества составляет около 0,01–0,02% от косного вещества биосферы, однако живые существа играют ведущую роль в геохимических процессах на Земле. Деятельность живых организмов является основой, обеспечивающей круговорот веществ в природе. Ежегодная продукция живого вещества в биосфере составляет около 232 млрд тонн сухого органического вещества. Оно постоянно преобразуется и разлагается, поставляя вещества и энергию, необходимые для обмена веществ всех живых организмов.

В биосфере живое вещество выполняет ряд важнейших функций: газовую, окислительно-восстановительную и концентрационную.

Газовая функция состоит в выделении и поглощении газов живыми организмами. Благодаря их деятельности около 2 млрд лет назад в

атмосфере Земли началось накопление свободного кислорода, а затем сформировался озоновый экран. Современный газовый состав атмосферы поддерживают зеленые растения в результате процессов дыхания и фотосинтеза. При гниении органических веществ в атмосферу выделяются аммиак и сероводород. Определенные группы бактерий утилизируют эти вредные для других организмов газы и переводят их в соединения, которые усваиваются растениями.

С газовой функцией живого тесно связана *окислительно-восстановительная функция*. Превращение веществ и энергии в живых организмах представляет собой цепь окислительно-восстановительных реакций: это процессы фотосинтеза, хемосинтеза, дыхания. Образование органических веществ при автотрофном питании и их разложение в процессе дыхания непосредственно замыкаются на газообмен между организмами и окружающей средой. То же самое относится к обмену веществ и у гетеротрофных организмов.

Концентрационная функция живого заключается в способности живых организмов накапливать в своих телах различные химические элементы в виде органических и неорганических соединений. Например, железобактерии аккумулируют из среды обитания железо, фораминиферы, кишечнорастворимые, моллюски — кальций, радиолярии, хвощи — кремний, губки — йод и т. д. Содержание некоторых элементов в телах живых организмов во много раз превышает их содержание в земной коре. Так, в растениях углерода содержится в 200 раз, а азота в 30 раз больше, чем в земной коре. Живые организмы обеспечивают интенсивную миграцию элементов (железа, марганца, серы, фосфора и др.). В результате деятельности живого вещества на Земле образовались залежи органоминерального топлива и почвы.

Круговорот веществ и превращение энергии в биосфере

Круговорот веществ представляет собой процессы превращения и перемещения вещества в природе. По своей природе это повторяющиеся, взаимосвязанные физико-химические и биологические процессы.

Среди всех элементов *круговорот углерода* в наибольшей степени зависит от деятельности живых организмов. Углекислый газ ассимилируется зелеными растениями и бактериями-фотосинтетиками и

включается в состав органических веществ. Все живые существа дышат; в результате этого процесса углерод, находящийся в органических веществах в виде углекислого газа, вновь поступает в атмосферу. Также углекислый газ образуется при минерализации органического вещества микроорганизмами. В живом веществе процессы ассимиляции углерода и его выделение при дыхании практически уравновешены. Только около 1% углерода откладывается в виде торфа, то есть изымается из круговорота. В гидросфере углерод содержится в растворенном виде (углекислый газ, угольная кислота, ионы угольной кислоты). Здесь его запасы значительно больше, чем в атмосфере. Углерод гидросферы также используется живыми организмами в процессе фотосинтеза и для построения известковых скелетов (губки, кишечнополостные, моллюски и т. д.). Между Мировым океаном и гидросферой постоянно происходит обмен углеродом, причем в океане значительное количество углерода изымается из круговорота и откладывается в виде малорастворимых карбонатов.

В атмосферу углерод также поступает в результате хозяйственной деятельности человека — при сжигании органоминерального топлива: угля, газа, нефти и продуктов ее переработки и т. д. Данные энергетические ресурсы образовались в результате деятельности живых организмов в древние геологические эпохи. Энергетические ресурсы делятся на возобновляемые (древесина, торф) и невозобновляемые (газ, уголь, нефть).

Огромные запасы углерода содержатся в горных осадочных породах — сланцах, карбонатах кальция и магния. Поступление углерода в атмосферу из этих пород зависит от геохимических процессов (выветривание, геоморфизм горных пород) и вулканической деятельности.

В газовом составе атмосферы азот составляет около 80%. Атмосферный азот в виде газа не может быть напрямую использован живыми организмами. Фиксация азота и перевод его в соединения, которые поглощают растения, осуществляются почвенными азотфиксирующими бактериями. Примером могут служить клубеньковые бактерии, развивающиеся на корнях бобовых растений. Азотфиксирующие бактерии обогащают почву азотом, тем самым повышая ее плодородие.

Азот может поступать непосредственно из атмосферы в результате разложения оксида азота под действием электрических грозových разрядов.

При разложении органических остатков в процессе минерализации под действием микроорганизмов выделяется аммиак. Частично аммиак может усваиваться растениями, но основное его количество переводится в форму нитратов при участии нитрифицирующих бактерий: сначала он окисляется до азотистой кислоты, а затем — до азотной.

В своих трудах, посвященных проблеме возникновения биосферы, В.И. Вернадский писал, что биосфера — это продукт взаимодействия живой и неживой природы Земли. С момента своего возникновения живые организмы представляют собой важную биогеохимическую силу, преобразующую земную кору.

Миграция химических элементов на поверхности Земли так или иначе осуществляется при участии живого вещества. Атомы биогенных элементов многократно проходят через тела живых организмов — биогенная миграция атомов осуществляется за счет энергии солнечного излучения. Живое вещество биосферы определяет состав атмосферы, биогенных осадочных пород, почвы, гидросферы.

Между органическим и неорганическим веществом на Земле существует неразрывная геохимическая связь, постоянный круговорот веществ и превращение энергии. Круговорот веществ и поток энергии через экосистемы обеспечивает существование жизни как таковой, потому что даже на Земле запасы необходимых биогенных элементов были бы очень быстро исчерпаны. Круговорот в виде биогеохимических циклов — необходимое условие существования биосферы. Термин «биогеохимические циклы» был введен в начале XX в. академиком В.И. Вернадским.

Деятельность человека создает новую искусственную оболочку Земли — ноосферу.

Ноосфера — это особое состояние биосферы, где разумная деятельность человека становится определяющим фактором ее развития. Понятие ноосферы как сферы разума было введено Э. Леруа и П. Тейером де Шарденом в 1927 г. Учение о ноосфере было создано и развито В.И. Вернадским в 40-х гг. XX в. Вернадский понимал ноосферу как особую структурную форму, развивающуюся в результате взаимодействия человеческого общества и биосферы.

Ноосфера — это следующее эволюционное состояние биосферы, направленно преобразуемое в интересах человечества. Для ноосферы характерна взаимосвязь законов природы с социально-экономическими законами общества. Переход биосферы в ноосферу будет происходить в процессе объединения всех людей, населяющих планету, для решения общих глобальных экологических проблем.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Термин «биосфера» впервые употребил
 - 1) К. Линней
 - 2) Э. Зюсс
 - 3) Ч. Дарвин
 - 4) В.И. Вернадский
2. Учение о биосфере как оболочке Земли было создано
 - 1) Дж. Берналом
 - 2) Т. Морганом
 - 3) А.И. Опариным
 - 4) В.И. Вернадским
3. Пресная вода от общих запасов воды земного шара составляет не более
 - 1) 0,1%
 - 2) 5%
 - 3) 30%
 - 4) 50%
4. Атмосфера простирается вверх до высоты
 - 1) 1–2 км
 - 2) 15–20 км
 - 3) 35 км
 - 4) 100 км
5. Кислород атмосферы представляет собой
 - 1) живое вещество
 - 2) биогенное вещество
 - 3) косное вещество
 - 4) биокосное вещество
6. Почва представляет собой
 - 1) живое вещество
 - 2) биогенное вещество
 - 3) косное вещество
 - 4) биокосное вещество
7. Живым веществом называется
 - 1) биомасса продуцентов, переходящая на второй уровень в цепи питания
 - 2) масса, образованная телами погибших организмов
 - 3) совокупность всех живых организмов Земли
 - 4) масса минеральных веществ, образовавшаяся при разложении живых организмов

8. Благодаря окислительно-восстановительной функции живого вещества
- 1) в почве и гидросфере образовались соли
 - 2) химические элементы накапливаются в организмах
 - 3) поддерживается относительно постоянный газовый состав атмосферы
 - 4) образовались скопления бокситов в земной коре
9. Основную массу растений Мирового океана составляет
- 1) зоопланктон
 - 2) фитопланктон
 - 3) прикрепленные многоклеточные водоросли
 - 4) высшие растения
10. Доля обитающих в океане организмов в фотосинтезе биосферы составляет
- 1) менее 10%
 - 2) примерно 30%
 - 3) около 70%
 - 4) более 95%
11. От биомассы организмов, обитающих на суше, растения составляют примерно
- 1) 99%
 - 2) 80%
 - 3) 50%
 - 4) 25%
12. Главную массу наземных животных составляют
- 1) плоские черви
 - 2) кольчатые черви
 - 3) членистоногие
 - 4) хордовые
13. Среди всех элементов в наибольшей степени зависит от деятельности живых организмов круговорот
- 1) углерода
 - 2) азота
 - 3) фосфора
 - 4) кремния
14. Озоновый слой необходим для
- 1) удержания тепла атмосферы
 - 2) удержания кислорода атмосферы
 - 3) задержки ультрафиолетовых лучей
 - 4) фиксации азота в верхних слоях атмосферы
15. К возобновляемым энергетическим ресурсам относят
- 1) каменный уголь
 - 2) торф
 - 3) горючий газ
 - 4) нефть

Выберите три правильных ответа.

- 16.** К газовой функции живого вещества относится
- 1) выделение кислорода растениями при фотосинтезе
 - 2) выделение углекислого газа при дыхании
 - 3) образование солей в почве и гидросфере
 - 4) образование залежей органоминерального топлива
 - 5) восстановление азота бактериями
 - 6) образование меловых отложений на дне водоемов
- 17.** Кальций из среды обитания аккумулируют
- 1) радиолярии
 - 2) губки
 - 3) кишечнополостные
 - 4) фораминиферы
 - 5) насекомые
 - 6) моллюски
- 18.** Биогенное происхождение имеют
- 1) метеориты
 - 2) известняки
 - 3) почвы
 - 4) залежи каменного угля
 - 5) кислород атмосферы
 - 6) илы
- 19.** К парниковым газам относят
- 1) H_2
 - 2) O_2
 - 3) O_3
 - 4) CO_2
 - 5) CH_4
 - 6) N_2O
- 20.** Углекислый газ поступает в атмосферу Земли при
- 1) горении
 - 2) гниении
 - 3) извержении вулканов
 - 4) электрических грозových разрядах
 - 5) фотосинтезе
 - 6) торфообразовании
- 21.** Установите соответствие между живыми организмами и химическими элементами, которые они накапливают.

Живые организмы	Химические элементы
1) бурые водоросли	А) йод
2) коралловые полипы	Б) кремний
3) двусторчатые моллюски	В) кальций
4) лучевики	
5) губки	
6) хвоши	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	4	2	4	2	4	3	1	2	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	3	1	3	2	1,2,5	3,4,6	2,4,5	4,5,6	1,2,3

Задание 21

1	2	3	4	5	6
A	B	B	Б	A	Б

Предмет и задачи экологии. Экологические факторы. Фотопериодизм. Деятельность человека как экологический фактор

Термин «экология» был предложен в 1866 г. немецким ученым Э. Геккелем и определен им как «наука о местообитании».

Экология — наука, изучающая закономерности взаимоотношений живых организмов между собой и с окружающей их средой. Как самостоятельная наука она оформилась в начале XX в. и представляет собой синтез различных отраслей знаний биологии, геологии, географии, химии, математики и др.

Экология делится на аутэкологию и синэкологию. Аутэкология изучает отдельные особи организмов и их приспособление к условиям окружающей среды. Синэкология, или экология сообществ, исследует группы организмов, например популяции, семьи, виды и др.

Одним из основных экологических понятий является *среда обитания*. Под средой обитания понимают комплекс окружающих условий, влияющих на организм. В понятие среды обитания входят элементы, прямо или косвенно влияющие на организм, они называются **экологическими факторами**. Выделяют три группы экологических факторов: абиотические, биотические и антропогенные. Эти факторы воздействуют на организм в различных направлениях: приводят к возникновению адаптационных изменений, ограничивают распространение организмов в среде, свидетельствуют об изменениях других экологических факторов.

К *абиотическим факторам* относятся факторы неживой природы: свет, температура, влажность, химический состав воды и почвы, атмосферы и т. д.

Солнечный свет — главный источник энергии для живых организмов. Биологическое действие солнечного света зависит от его характеристик: спектрального состава, интенсивности, суточной и сезонной периодичности.

Ультрафиолетовая часть спектра обладает высокой фотохимической активностью: в организме животных участвует в синтезе витамина Д, эти лучи воспринимают органы зрения насекомых.

Видимая часть спектра (красные и синие лучи) обеспечивает процесс фотосинтеза, яркую окраску цветков для привлечения опылителей. У животных видимый свет участвует в пространственной ориентации.

Инфракрасные лучи — источник тепловой энергии. Тепло важно для обеспечения терморегуляции холоднокровных животных (беспозвоночных и низших позвоночных). У растений инфракрасное излучение влияет на усиление транспирации, что способствует поглощению углекислого газа и движению воды по телу растения.

Растения и животные реагируют на соотношение между продолжительностью периода освещенности и темноты в течение суток или времени года. Это явление называется фотопериодизмом.

Фотопериодизм регулирует суточные и сезонные ритмы жизнедеятельности организмов, а также представляет собой климатический фактор, который определяет жизненные циклы многих видов.

У растений фотопериодизм проявляется в синхронизации периода цветения и созревания плодов с периодом наиболее активного фотосинтеза; у животных — в совпадении периода размножения с обилием пищи, в миграциях птиц, смене шерстного покрова у млекопитающих, впадении в спячку, изменениях в поведении и т. д.

Температура непосредственно влияет на скорость биохимических реакций в телах живых организмов, которые протекают в определенных пределах. Температурные границы, в которых обычно обитают организмы, — от 0 до 50 °С. Но некоторые бактерии и водоросли могут обитать в горячих источниках при температуре 85–87 °С. Высокие температуры (до 80 °С) переносят некоторые одноклеточные почвенные водоросли, накипные лишайники, семена растений. Есть животные и растения, способные переносить воздействие очень низких температур — вплоть до полного промерзания.

Большинство животных относятся к холоднокровным (пойкилотермным) организмам — температура их тела зависит от температуры окружающей среды. Это все типы беспозвоночных животных и значительная часть позвоночных (рыбы, амфибии, пресмыкающиеся).

Птицы и млекопитающие — теплокровные (гомойотермные) животные. Температура их тела относительно постоянна и в значительной степени зависит от обмена веществ самого организма. Также у этих животных вырабатываются приспособления, позволяющие сохранять тепло тела (волосы покров, плотное оперение, толстый слой подкожной жировой ткани и т. д.).

На большей части территории Земли температура имеет четко выраженные суточные и сезонные колебания, что обуславливает определенные биологические ритмы организмов. Температурный фактор оказывает влияние и на вертикальную зональность фауны и флоры.

Вода — основной компонент цитоплазмы клеток, является одним из важнейших факторов, влияющих на распространение наземных живых организмов. Недостаток воды приводит к возникновению ряда адаптаций у растений и животных.

Засухоустойчивые растения имеют глубокую корневую систему, более мелкие клетки, повышенную концентрацию клеточного сока. Снижается испарение воды в результате редукции листьев, образования толстой кутикулы или воскового налета и т. д. Многие растения могут поглощать влагу из воздуха (лишайники, эпифиты, кактусы). Ряд растений имеет очень короткий вегетационный период, пока в почве есть влага (тюльпаны, ковыль и др.). В засушливое время они пребывают в состоянии покоя в виде подземных побегов — лукович или корневищ.

У наземных членистоногих образуются плотные покровы, препятствующие испарению, видоизменяется обмен — выделяются неразтворимые продукты (мочевая кислота, гуанин). Многие обитатели пустынь и степей (черепахи, змеи) впадают в спячку в период засухи. Ряд животных (наскомые, верблюды) для жизнедеятельности используют метаболическую воду, которая вырабатывается при расщеплении жира. Многие виды животных восполняют недостаток воды за счет ее поглощения при питье или с пищей (амфибии, птицы, млекопитающие).

По отношению к *кислороду* все живые организмы можно разделить на две группы: аэробные (которым для дыхания нужен кислород)

и анаэробные (которым кислород не нужен). В среде без кислорода обитают некоторые бактерии, протисты и эндопаразиты. Большинство же организмов обитают в среде, где есть кислород.

Кислород земной атмосферы образовался биогенным путем в процессе фотосинтеза.

Кислород попадает в организмы из воды или воздуха разными способами: через поверхность тела (бактерии, простейшие, низшие беспозвоночные), с помощью особых органов дыхания (трахеи, жабры, легкие). Растениями кислород поглощается через устьица и чечевички — особые щели в покровной ткани.

Углекислый газ поступает в атмосферу Земли при дыхании живых организмов, в результате процессов горения, извержения вулканов, гниения, выбросов промышленных предприятий и транспорта. Ассимилируют углекислый газ фотосинтезирующие бактерии и зеленые растения. В итоге окисленное вещество — диоксид углерода переходит в максимально восстановленное вещество — глюкозу.

Биотические факторы представляют собой формы влияния на организм со стороны других живых организмов — влияние животных на растения, растений на животных, паразитарные отношения, влияние микроорганизмов и высших организмов друг на друга и т. д.

К биотическим факторам среды относится *конкуренция*.

Конкуренция может возникать как между особями одного вида (внутривидовая конкуренция), так и между особями разных видов (межвидовая конкуренция), ввиду ограниченности ресурсов внешней среды — пищи, света, воды, убежищ и т. д. Внутривидовая конкуренция — один из механизмов регуляции численности популяций. Благодаря этому типу взаимоотношений складывается определенная зависимость между скоростью размножения особей в популяции и их смертностью.

Межвидовая конкуренция широко распространена в природе, поскольку на одной и той же территории обитают сразу несколько видов, которые оказывают давление друг на друга. Если два вида вступают в конкурентные отношения за общие ресурсы среды, то один из них вытесняет другой. Исход конкурентной борьбы зависит от условий каждого конкретного местообитания. В одних условиях побеждает один вид, а в других — другой. Конкуренция отсутствует, если виды занимают разные экологические ниши.

Еще один биотический фактор — это *хищничество*.

Хищники — это организмы, которые ловят, умерщвляют и поедают свою жертву сразу или по частям. Взаимоотношения хищник — жертва широко распространены в природе: в животном царстве хищники встречаются практически во всех типах, также существуют хищные грибы и растения (роса, венерина мухоловка и др.).

Хищничество, так же как и конкуренция, служит механизмом регуляции численности популяций. В природе хищники в первую очередь уничтожают ослабленных или больных животных, что способствует обновлению популяции жертвы. Формой хищничества является каннибализм — поедание особей своего вида. Он встречается у насекомых, хищных рыб, паукообразных и т. д.

Паразитизм также относится к биотическим факторам.

Паразитизм — тип взаимоотношений между различными видами живых организмов, если один из них использует другого в качестве среды обитания. Паразиты отмечены практически во всех таксономических группах организмов — облигатные внутриклеточные паразиты вирусы, паразитические бактерии, одноклеточные животные, целые классы среди беспозвоночных, низшие хордовые. Существуют паразитические грибы и высшие растения.

Паразиты выработали ряд специфических приспособлений, которые отличают их от свободноживущих представителей той же группы организмов. Это прежде всего наличие органов проникновения и фиксации в организме хозяина, размеры и форма тела, высокая репродуктивная способность, сложные циклы развития и т. д.

Популяционные взаимоотношения в системе паразит — хозяин достаточно сложны, но в конечном итоге также служат механизмом регуляции численности.

Симбиоз — явление, противоположное паразитизму.

Под симбиозом понимается взаимовыгодное сожительство двух или большего числа организмов. В симбиоз могут вступать бактерии, водоросли, грибы, одноклеточные организмы, высшие растения и животные. Примеры симбиоза многочисленны. Это клубеньковые бактерии на корнях бобовых растений; микориза — симбиоз почвенных грибов и корней высших растений; лишайники — симбиоз грибов и водорослей; жгутиконосцы, обитающие в кишечнике термитов; раки-отшельники и актинии и др.

В специальную группу биотических факторов выделяют *антропогенные факторы*. К антропогенным факторам относятся разнообразные формы деятельности человека, которые влияют на природу и сказываются на самом существовании организмов. Антропогенные факторы разнообразны по своей природе. Человек разрушает естественные биотопы в процессе строительства городов, электростанций, плотин, дорог, в результате разработки месторождений полезных ископаемых, при ведении сельского хозяйства, вырубке лесов, осушении болот и т. д. В результате хозяйственная деятельность человека приводит к изменению и сокращению ареалов видов, нарушению их популяционной структуры.

Происходит загрязнение окружающей среды побочными продуктами производства. К таким загрязняющим веществам относятся: сероводород, двуокись серы, соли тяжелых металлов (меди, свинца, цинка и пр.), радионуклиды, побочные продукты нефтепереработки и т. д. Особенно в районах с развитой промышленностью эти вещества могут вызывать гибель организмов и стимулировать развитие мутационного процесса, что в итоге может привести к экологической катастрофе.

Комплексное воздействие факторов на организм. Ограничивающие факторы

Экологические факторы демонстрируют общий характер воздействия на живые организмы: при недостаточном действии фактора или при его максимальном действии жизнедеятельность организмов угнетается. Наиболее эффективно проявляется действие фактора при оптимальном его значении.

Диапазон действия экологического фактора представляет собой область толерантности вида. Область толерантности ограничивается точками минимума и максимума, которые соответствуют крайним значениям фактора, при которых может существовать данный организм. Интенсивность фактора, соответствующая наилучшей жизнедеятельности организма, называется точкой оптимума, или оптимальной.

Точки оптимума, минимума и максимума определяют норму реакции организма на данный фактор. Крайние точки кривой (минимум и максимум), которые выражают состояние угнетения организмов при

недостатке или избытке фактора среды, называются областями пессимума. За пределами этих точек, то есть за пределами зоны толерантности, значения фактора среды являются летальными (смертельными) для живых организмов.

Если определенный фактор среды или совокупность действующих факторов оказывают угнетающее действие на организм, то такие факторы называются *лимитирующими*, или *ограничивающими*.

Факторы среды, имеющие в конкретных условиях значения, наиболее удаляющиеся от оптимальных, затрудняют существование вида в данных условиях, несмотря на то, что значения других факторов оптимальны. Такая зависимость получила название закона ограничивающих факторов. Отклоняющиеся от оптимума факторы в подобной ситуации приобретают первостепенное значение для жизни вида в целом и отдельных особей в частности, что в конечном итоге определяет их географический ареал.

Организмы, которые способны существовать в разнообразных условиях внешней среды, называются эврибионтными. Например бурый медведь, живущий в различных климатических условиях от полярного круга до субтропиков.

Стенобионтные организмы приспособлены к обитанию в узком диапазоне условий среды. Например, форель живет только в чистых горных реках с высоким содержанием кислорода в воде.

Все факторы внешней среды, в которых обитает организм, определенным образом взаимосвязаны между собой, поэтому организмы вынуждены приспосабливаться ко всей совокупности этих факторов. Подобная совокупность факторов, необходимая для существования вида, называется **экологической нишей**.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Ограничивающим называется тот фактор, который
 - 1) выходит за пределы выносливости вида
 - 2) наиболее благоприятен для жизнедеятельности организма
 - 3) при значении выше или ниже оптимального снижает жизнеспособность организма
 - 4) отсутствие которого исключает возможность существования организма

2. Экологический фактор, выходящий за пределы выносливости, называется
- 1) стимулирующим
 - 2) лимитирующим
 - 3) абиотическим
 - 4) антропогенным
3. Ограничивающим фактором для деревьев, растущих на болоте, является недостаток
- 1) воды
 - 2) кислорода в почве
 - 3) освещенности
 - 4) минеральных веществ
4. Наиболее вредное воздействие на живые организмы оказывает
- 1) инфракрасное излучение
 - 2) излучение в сине-зеленой части спектра
 - 3) излучение в желто-красной части спектра
 - 4) ультрафиолетовое излучение
5. Ультрафиолетовый свет полезен для организма тем, что
- 1) вызывает загар
 - 2) дезинфицирует кожные покровы
 - 3) согревает организм
 - 4) индуцирует выработку витамина D в коже
6. Температурный оптимум для большинства наземных организмов составляет
- 1) 10–13 °C
 - 2) 17–20 °C
 - 3) 21–25 °C
 - 4) 25–28 °C
7. Скорость обменных процессов в организме не зависит от температуры окружающей среды у
- 1) амфибий
 - 2) рептилий
 - 3) птиц
 - 4) насекомых
8. К стенобионтам относится
- 1) бурый медведь
 - 2) серая крыса
 - 3) речная форель
 - 4) рыжий таракан
9. Конкуренция — это отношения между
- 1) хищниками и жертвами
 - 2) видами со сходными потребностями
 - 3) паразитами и хозяевами
 - 4) живыми организмами и абиотическими факторами

10. Симбиоз — это такие взаимоотношения между популяциями, когда
- 1) взаимодействие является отрицательным для обеих популяций
 - 2) одна популяция получает выгоду, а другая терпит ущерб
 - 3) один вид извлекает пользу из соседства, а другому оно безразлично
 - 4) каждый вид извлекает пользу из связи с другим
11. Хищничество — это такие взаимоотношения между популяциями, когда
- 1) взаимодействие является отрицательным для обеих популяций
 - 2) одна популяция получает выгоду, а другая терпит ущерб
 - 3) один вид извлекает пользу из соседства, а другому оно безразлично
 - 4) каждый вид извлекает пользу из связи с другим
12. К механизмам регуляции численности популяций не относится
- 1) конкуренция
 - 2) симбиоз
 - 3) паразитизм
 - 4) хищничество
13. Отношения паразита и хозяина состоят в том, что паразит
- 1) не приносит вреда хозяину
 - 2) приносит хозяину пользу
 - 3) приносит вред, но обычно не приводит к гибели хозяина
 - 4) приводит к гибели хозяина
14. Паразитом является
- 1) масленок
 - 2) пеницилл
 - 3) головня
 - 4) мукор
15. Хищником не является
- 1) мухоловка
 - 2) божья коровка
 - 3) росянка
 - 4) повилика

Выберите три правильных ответа.

- 16.** Примерами морфологической адаптации млекопитающих к низким температурам могут служить
- 1) зимняя спячка
 - 2) миграции
 - 3) сплошной шерстяной покров
 - 4) толстый слой подкожного жира
 - 5) более короткие придатки тела (уши, хвост) обитателей севера
 - 6) прекращение размножения зимой
- 17.** Примерами морфологической адаптации растений к низким температурам могут служить
- 1) глубокие разветвленные корни
 - 2) подушковидные формы
 - 3) стелющиеся формы
 - 4) игольчатые листья
 - 5) прикорневые розетки листьев
 - 6) толстая кутикула листьев
- 18.** Примерами адаптационных приспособлений для удержания воды у растений могут служить
- 1) игольчатые листья
 - 2) восковой налет на листьях
 - 3) прилистники
 - 4) устьица на обеих сторонах листа
 - 5) сворачивание листьев в трубку
 - 6) видоизменения листьев в усики
- 19.** Приспособлениями для удержания воды у животных являются
- 1) густой мех (у млекопитающих)
 - 2) жировые запасы (у грызунов, верблюдов)
 - 3) роговой покров (у рептилий)
 - 4) хитиновый покров (у насекомых)
 - 5) зимняя спячка (у млекопитающих)
 - 6) отложения подкожного жира (у ластоногих)
- 20.** От длины дня зависят
- 1) сроки цветения (у растений)
 - 2) сроки листопада (у растений)

- 3) половая структура популяций (у примитивных ракообразных)
- 4) характер брачных ритуалов (у птиц и млекопитающих)
- 5) темпы размножения (у бактерий)
- 6) начало миграций (у птиц)

21. Установите соответствие между парой организмов и типом отношений, который для них характерен.

Организмы	Тип отношений
1) волк и эхинококк	А) паразитизм
2) синица и дятел	Б) конкуренция
3) сова и лиса	В) симбиоз
4) актиния и рак-отшельник	
5) кишечная палочка и человек	
6) вирус СПИДа и шимпанзе	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	2	4	4	4	4	3	3	2	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	2	3	3	4	3,4,5	2,3,5	1,2,5	2,3,4	1,2,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	Б	В	В	А

Популяции. Факторы, вызывающие изменение численности популяций, способы ее регулирования

Популяцией называется группа особей одного вида, живущая длительное время на определенной территории (части ареала данного вида), способных свободно скрещиваться между собой и с особями соседних популяций того же вида.

Популяции формируются в течение длительного времени (исторически) в определенных экологических условиях. Популяции характеризуются экологическими параметрами: собственным ареалом в

пределах ареала вида; определенной численностью особей; половой и возрастной структурой; популяционной динамикой.

Территория (акватория), на которой обитает популяция какого-либо вида, может иметь разную протяженность в зависимости от биологии вида. Так, популяции видов крупных животных имеют больший ареал, чем популяции относительно малоподвижных мелких животных, например грызунов.

Ареал популяции может меняться — расширяться или сокращаться в течение времени, иногда даже по сезонам года. Расширение ареала наблюдается при миграциях особей, которые зависят от разных причин — интенсивности размножения, обилия пищи и т. д. В результате миграций происходит освоение особями вида нового пространства, приспособление к особенностям среды, что приводит к формированию новых популяций вида.

Популяциям разных видов организмов свойственны определенная численность особей и свои особенности ее колебания. В каждом конкретном случае на численность популяций влияют величина ареала, обеспеченность пищей, наличие благоприятных мест для размножения и т. д.

Популяцию как группу организмов характеризует такой показатель, как обилие. Мерой обилия служит общая численность организмов в популяции. Поскольку измерение общей численности сопряжено с большими трудностями, то в экологии используется такой показатель, как плотность популяции.

Плотность популяции — это численность или биомасса особей, которая приходится на единицу площади или объема жизненного пространства. Мерой обилия могут служить показатели, отнесенные к единице времени, например количество птиц на пролете в час, количество рыбы, выловленной за сутки, и т. д. Такие относительные показатели называются индексами численности.

Демографическими показателями популяции служат рождаемость и смертность. Рождаемость характеризует способность популяции к увеличению численности в результате процесса размножения. Смертность отражает процессы снижения численности популяции и выражается числом особей, погибших за определенный период времени. Смертность и рождаемость оказывают существенное влияние на численность популяции и, помимо биологических особенностей вида, определяются действием многих внешних факторов, как абиотиче-

ских, так и биотических. При одних и тех же показателях рождаемости чем выше смертность, тем ниже численность популяции, и наоборот.

Возрастной и половой состав популяции зависит от продолжительности жизни особей, времени достижения половозрелости, способностей и интенсивности размножения, смертности, скорости смены поколений и т. д.

Возрастная структура популяции может изменяться под действием внешних факторов, так как они влияют на процессы рождаемости и смертности. Возрастной состав популяции позволяет оценить ее способность к самоподдержанию численности и устойчивости к внешним воздействиям. Чем шире возрастной спектр популяции, тем устойчивее ее воспроизводство. Популяция, включающая в себя множество возрастных групп, менее подвержена действию факторов, определяющих успешность размножения.

Анализ возрастной структуры популяции позволяет прогнозировать численность популяции на несколько лет вперед, что особенно важно для оценки промысла рыбы, развития охотничьих хозяйств, в ряде зоологических исследований.

В соответствии с генетическими закономерностями соотношение полов в популяциях составляет 1:1, однако в связи с разной выживаемостью особей на разных этапах онтогенеза это соотношение может меняться. Особые случаи представляют популяции партеногенетических видов, например коловраток, дафний, тлей и т. д. На определенных стадиях жизненного цикла их популяции представлены только самками. У животных-гермафродитов половая структура популяций не определяется.

Под **регуляцией численности** понимают способность популяции к самовоспроизводству, то есть восстановлению числа особей до оптимальной величины, которая определяется условиями местообитания организмов. Эту способность обеспечивают определенные механизмы, которые начинают действовать, когда плотность популяции достигает или слишком высоких, или слишком низких значений. Механизмы, регулирующие плотность популяции, могут быть поведенческими, демографическими, физиологическими.

У ряда млекопитающих в условиях перенаселения происходят резкие изменения физиологического состояния. Затрагивая нейроэндокринную систему, они сказываются на поведении животных, сни-

жая их устойчивость к заболеваниям, поражению паразитами и сопротивляемость к различным видам стрессовых воздействий.

При возрастании плотности популяций у многих животных и растений наблюдается повышение показателей смертности и снижение показателей рождаемости.

Вид, его экологическая характеристика

Вид представляет собой систему соподчиненных структур различного ранга. Виды со слабо дифференцированной внутренней структурой характерны для эндемиков и называются монотипическими. Политипические виды отличаются сложной внутривидовой структурой.

Внутри видов могут быть выделены подвиды — территориально разобщенные географические расы, которые приспособлены к определенному местообитанию и отличаются морфофизиологическими признаками. Например, ель обыкновенная имеет европейскую, финскую и сибирскую расы (подвиды).

Экотипы — это экологические группировки, приуроченные к обитанию в определенных экологических условиях: например, растения кислых и щелочных почв.

Популяция — относительно обособленная группа особей одного вида, занимающая определенную территорию в пределах ареала вида. Популяции вида возникают и развиваются под действием естественного отбора. В свою очередь, популяции могут иметь свою структуру. Внутрипопуляционные подразделения отличаются биологическими особенностями, например сроками созревания половых продуктов, особенностями жизненных циклов, морфологическими признаками и т. д.

Таким образом, **вид** — это сложная целостная система внутривидовых подразделений (групп), которая складывается в процессе эволюции в определенных условиях внешней среды.

Биогеоценоз. Взаимосвязи популяций в биогеоценозе.

Цепи питания. Правило экологической пирамиды.

Саморегуляция. Смена биогеоценозов

Биогеоценоз — это комплекс живых существ (биоценоз) и абиотической среды, в которую входит и занимаемая организмами территория.

Экосистема — это совокупность совместно обитающих организмов и абиотических факторов, функционирующая как единое целое.

Биогеоценоз и экосистема — понятия сходные, но не тождественные. Понятие экосистемы шире, чем понятие биогеоценоза. Экосистема может быть представлена прудом, болотом, лужей, муравейником, горным хребтом и, наконец, биосферой в целом. Биогеоценоз — это экосистема, границы которой определены растительным сообществом — фитоценозом (дубравы, степи, хвойные леса и т. д.), то есть биогеоценоз — это частный случай экосистемы.

Совокупность всех биогеоценозов планеты образует глобальную экосистему, которая называется биосферой.

В любом биогеоценозе можно выделить четыре структурных звена:

1. Факторы неживой природы, или абиотические факторы. Биоценоз находится в постоянном обмене веществом и энергией с неживой природой.
2. Первичные продуценты. Это главным образом зеленые растения, в результате жизнедеятельности которых образуются органические вещества, служащие источником энергии для остального населения биогеоценоза. К первичным продуцентам также относятся фотосинтезирующие и хемосинтезирующие бактерии.
3. Консументы, или потребители, — организмы, которые живут за счет питательных веществ, созданных продуцентами. Консументы образуют вторичную продукцию экосистемы.
4. Редуценты, или разлагатели, — это комплекс организмов, разлагающих мертвое органическое вещество до минеральных соединений. К ним относятся бактерии, грибы, простейшие и многие многоклеточные животные, например дождевые черви.

Фотосинтезирующие организмы образуют сложные органические вещества из простых неорганических под действием энергии Солнца. Образованные органические вещества обладают скрытой энергией химических связей, которая высвобождается при их расщеплении гетеротрофными организмами. При этом гетеротрофные организмы синтезируют новые органические соединения, а продукты их жизнедеятельности, например диоксид углерода, аммиак и др., в свою очередь, используются автотрофами. В результате в границах биогеоценоза создается круговорот биогенных элементов и поток энергии. Энергия Солнца поддерживает этот циклический процесс и компен-

сирует потери энергии в системе, возникающие в результате теплового излучения.

В биоценозе постоянно происходит перенос веществ и энергии, заключенной в пище, в результате поедания одних организмов или продуктов их жизнедеятельности другими организмами. Таким образом, в результате соединения отдельных звеньев образуется **цепь питания**, например: фитопланктон — зоопланктон — мелкие рыбы — хищные рыбы — человек (или другое млекопитающее, птицы). В биоценозе одновременно формируются несколько пищевых цепей, которые тесно переплетаются и образуют пищевую, или трофическую, сеть.

В биоценозе все компоненты последовательно распределены по трофическим уровням цепей питания и их взаимодействующим сочетаниям — пищевым сетям. В результате складывается единая функциональная система обмена веществ и превращения энергии в рамках биоценоза.

Первый трофический уровень экосистемы образуют автотрофы — зеленые растения, фото- и хемосинтезирующие бактерии.

Второй уровень цепи питания образуют растительноядные животные, а также паразитические высшие и низшие растения.

К *третьему трофическому уровню* относятся плотоядные животные, которые питаются травоядными. Это хищники первого порядка — насекомоядные птицы, мелкие млекопитающие, рептилии, амфибии. Сюда же относятся и паразиты этих животных.

Четвертый трофический уровень представлен более крупными плотоядными животными — хищниками второго порядка и их паразитами.

Пятый трофический уровень занимают редуценты (деструкторы), потребляющие мертвое органическое вещество. К ним принадлежат беспозвоночные животные-сапрофаги, растения-сапрофаги, гетеротрофные микроорганизмы, грибы, простейшие.

В биогеоценозах одновременно существуют высшие и низшие формы живых организмов: бактерии, низшие растения, грибы, различные беспозвоночные и позвоночные животные. Это возможно потому, что разные формы живых существ занимают определенную часть среды обитания, где конкуренция с другими организмами сводится к минимуму. Такое место в структуре биогеоценоза называется **экологической нишей**. Экологическая ниша характеризует биологи-

ческую специализацию данного организма или популяции, в частности, и в цепи питания.

Организмы, ведущие сходный образ жизни, живут в разных местообитаниях, поскольку между ними возникает межвидовая конкуренция. Поэтому определенная экологическая ниша занята только одним видом. Если разные виды живут в одних условиях, то они различаются по пищевому спектру, суточной активности, поведению и т. д. Каждый из этих видов использует только часть доступной ему энергии из органического вещества, а непригодные ему остатки используются другими организмами пищевой цепи.

Поток энергии, идущий от растений через растительноядных животных, называется пастбищной пищевой цепью.

Мертвое органическое вещество, которое не используется консументами, например остатки растений, трупы животных, экскременты, называется детритом. Поток энергии, который начинается от мертвого органического вещества и проходит через цепь разлагателей, называется детритной **пищевой цепью**.

Отличие в функционировании пастбищной и детритной пищевых цепей заключается в том, что в пастбищной пищевой цепи мертвое органическое вещество не используется, а в детритной — используется до полного его разложения. При этом его энергия расходуется редуцентами на процессы жизнедеятельности или рассеивается в виде тепла.

В цепях питания существует закономерность, отражающая эффективность использования и превращения энергии в процессе питания живых организмов. На каждом последующем трофическом уровне утилизируется лишь 5–15% энергии биомассы, которая превращается во вновь построенное органическое вещество. Остальная энергия рассеивается в виде тепла или просто не усваивается. Таким образом, в результате неминуемой потери энергии количество образующегося органического вещества на каждом следующем пищевом уровне резко уменьшается. КПД каждого звена в среднем составляет около 10%. Поэтому цепи питания состоят не более чем из 4–6 пищевых уровней.

Так, для образования 1 кг массы тела дельфина нужно 10 кг съеденной рыбы, а этим рыбам нужно 100 кг беспозвоночных животных, которым, в свою очередь, требуется 1000 кг фитопланктона. Если эти величины изобразить в соответствующем масштабе и разместить в порядке зависимости, то образуется пирамида, которая получила на-

звание **экологической пирамиды**. На основе правила экологической пирамиды можно рассчитать количественные соотношения разных видов животных и растений в экосистемах.

Различают несколько типов экологических пирамид: пирамида чисел отражает число особей на каждом уровне пищевой цепи; пирамида биомассы — количественное соотношение органического вещества; пирамида энергии — количество энергии в пище каждого трофического уровня.

Для любой экосистемы характерны два основных показателя — продукция и биомасса.

Биомасса — это суммарная масса особей сообщества организмов, произведенная за единицу времени и соотнесенная к единице площади или объема местообитания данного биоценоза.

Продукция — это суммарная биомасса, образованная в экосистеме за определенное время. Различают первичную продукцию, произведенную автотрофными организмами (продуцентами), и вторичную продукцию, которую образуют гетеротрофные организмы — консументы и редуценты.

Общая биомасса живого вещества на Земле составляет около 2000 млрд т. Биомасса наземных зеленых растений образует более 90% от этого числа. Остальные 10% приходятся на водную растительность и гетеротрофные организмы.

Ограничивающими факторами для распространения наземной растительности, помимо света, являются температура и влажность среды. Поэтому основная биомасса растений приходится на тропические области (около 55%). В полярных и пустынных областях биомасса растений значительно ниже — всего около 12%.

Биомасса животных суши значительно меньше биомассы растений. Среди гетеротрофных организмов наиболее высокие показатели биомассы имеют почвенные организмы (микроорганизмы и беспозвоночные) по сравнению с наземными животными. В сравнении с суши биомасса Мирового океана в сотни раз меньше, и здесь наблюдается иное соотношение между биомассами автотрофов и гетеротрофов. Так, биомасса морских животных и микроорганизмов почти в 20 раз больше, чем биомасса водорослей и планктона.

На уровне биогеоценоза осуществляется взаимное влияние сообщества живых организмов и абиотической среды, что поддерживает существование экосистемы в целом. Между живым и неживым ком-

понентами биогеоценоза происходит непрерывный обмен органическими и неорганическими веществами: это процессы фотосинтеза, гниения, всасывания воды и минеральных веществ корнями растений и т. д. Таким образом, живые существа и среда их обитания связаны между собой потоками вещества и энергии, что и обеспечивает целостность биогеоценозов.

Целостность биогеоценозов определяет их важнейшее свойство — самовоспроизводство. Живые организмы питаются, растут, размножаются, используя энергию и пищу, получаемую из среды обитания. В свою очередь, живые организмы в процессе жизнедеятельности воссоздают свою среду обитания.

Возникающее равновесие между организмами и средой обитания в биогеоценозе является условием проявления устойчивости экосистемы. На уровне экосистем набор видов, формы взаимодействия между популяциями разных видов, трофические сети отражают приспособленность организмов к условиям среды и направлены на устойчивое поддержание круговорота веществ в данных условиях.

Если в экосистеме происходят нарушения, не затрагивающие средние характеристики среды, то принципиальная структура биоценоза сохраняется (например, сезонные колебания численности). При существенных нарушениях состава биоценоза возникают временные, неустойчивые, сменяющие друг друга сообщества. Результатом этого процесса может являться восстановление исходного типа биоценоза. При необратимых изменениях среды происходит смена типов сообществ и формирование новой устойчивой экосистемы.

В устойчивых экосистемах происходит естественный процесс **саморегуляции**. Саморегуляция — это свойство экосистемы автоматически устанавливать и поддерживать на определенном уровне численность популяций, соотношение полов, рождаемость и смертность и т. д. В основе поддержания относительно стабильной численности популяции лежат трофические связи в пищевых сетях (например, хищник — жертва, паразит — хозяин и пр.).

Массовое размножение видов в экосистеме регулируется с помощью прямых и обратных связей, формирующихся в пищевых цепях. При благоприятных погодных условиях сильно возрастает биомасса растений, ими питаются травоядные животные, и их число также возрастает. Травоядные животные служат пищей хищникам, а чем больше пищи, тем более многочисленное потомство производит хищник.

Массовое развитие хищников приводит к резкому снижению числа жертв, что в итоге выражается в снижении числа хищников. В результате равновесие в системе хищник — жертва восстанавливается.

Сообщества организмов изменяются во времени, при этом изменения затрагивают видовое разнообразие, количественные показатели, структуру пищевых сетей, продуктивность и т. д. Смена биогеоценозов — длительный процесс. В этом состоит его главное отличие от сезонных колебаний популяционных показателей. В определенном местообитании происходит закономерная смена популяций различных видов в строго определенной последовательности. Этот процесс называется **экологической сукцессией**.

Устойчивое сообщество характеризуется равновесием. Это означает, что суммарная продукция автотрофных организмов в энергетическом выражении точно соответствует энергозатратам, которые идут на обеспечение жизнедеятельности входящих в сообщество организмов. Поэтому биомасса в такой системе остается постоянной, а сама система — равновесной.

Существует несколько типов равновесия в сообществах. Рассмотрим основные из них.

Первый тип характерен для замкнутого сообщества: дополнительная продукция в него не поступает, а собственная продукция целиком остается внутри экосистемы.

Второй тип характерен для некоторых экосистем текучей воды: органическое вещество, помимо его образования автотрофами, еще привносится извне. В этом случае затраты энергии сообщества равны суммарной продукции самого сообщества, суммированной с продукцией, поступающей извне.

Третий тип равновесия свойственен агробиоценозам (сельскохозяйственным экосистемам). В них часть продукции изымается человеком, поэтому равновесие может быть достигнуто только в том случае, если общие затраты энергии равны величине продукции, которая остается в системе после изъятия ее части.

Если затраты в экосистеме станут меньше валовой первичной продукции, то будет происходить накопление органического вещества, если больше — его исчезновение. В любом случае нарушение равновесия будет вызывать изменения сообщества — популяции одних видов будут сменяться популяциями других видов. Это и определяет сущность экологической сукцессии. Особенность процесса сукцессии

состоит в том, что изменения в сообществах всегда направлены на достижение равновесного состояния в системе.

Сукцессия проходит в несколько стадий, которые сменяют друг друга до достижения устойчивого равновесия.

Если сукцессия начинается на ранее безжизненном месте, например песчаной дюне, скале и т. д., она называется первичной. Сообщества, развивающиеся на месте ранее существовавших биогеоценозов, представляют собой вторичную сукцессию.

Выделяют четыре типа сукцессионных изменений:

1. В процессе сукцессии происходит непрерывная смена видов, образующих сообщество.
2. Сукцессионные изменения приводят к повышению видового разнообразия.
3. В результате сукцессии происходит накопление органического вещества и образование гумуса.
4. Чистая продукция сообщества снижается, и повышаются его энергетические затраты.

Агроценозы

Агроценоз составляют организмы, обитающие на сельскохозяйственных угодьях: землях, занятых посевами и посадками культурных растений. Как в естественном биогеоценозе, так и в агроценозе комплексы организмов, входящие в его состав, формируют трофические цепи, также между ними возникают и другие типы взаимоотношений.

В отличие от естественных экосистем, в которых видовое разнообразие растений, как правило, велико и формируется в результате длительного процесса сукцессии, в агроценозах (садах, плантациях, полях) растительный покров представлен одним видом (сортом) культурного растения и создается человеком.

На фоне культивируемого человеком растения в агроценозе формируются комплексы других организмов по тем же законам, что и в естественном биоценозе. Основной движущей силой в их становлении является естественный отбор. В агроценозах человек создает условия, благоприятные для жизнедеятельности возделываемой культуры, а все другие виды (сорняки, насекомые-вредители и т. д.) подавляет. Таким образом, деятельность человека в агроценозе становится дополнительным жестким фактором отбора.

При создании агроценоза меняется исходный видовой состав растительноядных животных. Те животные, которые не питаются возделываемыми растениями, а условия их культивирования для них непригодны, исчезают или их популяции пребывают в подавленном состоянии. Напротив, те животные, которые в новых условиях находят благоприятные условия, размножаются и могут повреждать культурные растения. Таким образом, смена сообществ в агроценозе происходит при непосредственном участии человека и согласно его целям (например, уничтожение вредных насекомых, мышевидных грызунов и т. д.). Природные экосистемы — саморегулирующиеся системы, а агроценозы регулируются человеком.

В естественных экосистемах основным источником энергии служит Солнце. В агроценозах наряду с солнечной энергией присутствует энергия, привносимая человеком, — вспашка, полив, орошение, борьба с вредителями, внесение минеральных удобрений и т. д.

В естественных биоценозах происходит постоянный круговорот веществ, позволяющий долгое время сохранять баланс питательных элементов: поглощаемые растениями минеральные вещества со временем возвращаются в почву. В агроценозах человек постоянно изымает жизненно важные для растений минеральные элементы вместе с урожаем. Поэтому продуктивное функционирование агроценоза возможно только при внесении минеральных и органических удобрений.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Природным сообществом называется
 - 1) группа популяций различных видов, обитающих совместно
 - 2) популяции одного вида, населяющие разные территории
 - 3) особи одной популяции на одной территории
 - 4) особи одной возрастной группы, населяющие одну территорию
2. Биогеоценоз — это
 - 1) совокупность популяций разных видов
 - 2) популяции взаимосвязанных растений и животных
 - 3) совокупность взаимосвязанных видов
 - 4) любая совокупность организмов разных видов и компонентов природы, связанных круговоротом веществ

3. Продуктивностью экосистемы называется
 - 1) ее суммарная биомасса
 - 2) прирост биомассы за единицу времени
 - 3) суммарная биомасса продуцентов
 - 4) суммарная биомасса консументов
4. Саморегуляция в биоценозе направлена на
 - 1) возвращение численности его членов к норме
 - 2) уменьшение численности его членов
 - 3) увеличение численности его членов
 - 4) сохранение деятельности организмов в прежних масштабах
5. Наибольшее видовое разнообразие характерно для биоценоза
 - 1) тундры
 - 2) тайги
 - 3) смешанного леса
 - 4) тропического леса
6. Экологической сукцессией называется
 - 1) периодические колебания численности популяции
 - 2) сужение ареала вида
 - 3) постепенная смена структуры и состава экосистемы
 - 4) упрощение организации при переходе к паразитизму
7. Продуцентами являются
 - 1) только растения
 - 2) только животные
 - 3) грибы и животные
 - 4) растения и хемосинтезирующие бактерии
8. Травоядные животные являются
 - 1) редуцентами
 - 2) консументами I порядка
 - 3) консументами II порядка
 - 4) продуцентами
9. Организмы, осуществляющие распад органических веществ в биогеоценозе, называются
 - 1) консументами
 - 2) паразитами
 - 3) редуцентами
 - 4) автотрофами
10. Хищные животные являются
 - 1) редуцентами
 - 2) консументами I порядка
 - 3) консументами II и выше порядков
 - 4) продуцентами

11. Наибольшую биомассу в биоценозе луга имеют
- 1) насекомые
 - 2) грызуны
 - 3) птицы
 - 4) зеленые растения
12. По мере перемещения энергии по пищевой цепи происходит ее
- 1) потеря
 - 2) увеличение
 - 3) сохранение
 - 4) попеременное возрастание и уменьшение
13. Пастбищная пищевая цепь начинается с
- 1) животных
 - 2) растений
 - 3) бактерий
 - 4) грибов
14. Правильно составленная пищевая цепь — это
- 1) хариус — дафния — щука — хламидомонада
 - 2) хламидомонада — хариус — дафния — щука
 - 3) хламидомонада — дафния — хариус — щука
 - 4) дафния — хламидомонада — щука — хариус
15. Целенаправленно созданное человеком сообщество называется
- 1) биоценозом
 - 2) биогеоценозом
 - 3) агроценозом
 - 4) экосистемой

Выберите три правильных ответа.

16. Причиной экологической сукцессии является
- 1) влияние антропогенных факторов
 - 2) изменение среды обитания населяющими ее живыми организмами
 - 3) изменение пространственной структуры популяций
 - 4) популяционные волны
 - 5) постепенная смена климата
 - 6) суточные колебания солнечной активности
17. К продуцентам относится
- 1) саккулина
 - 2) амеба обыкновенная
 - 3) амеба дизентерийная
 - 4) хлорелла
 - 5) кладофора
 - 6) листовница

18. К консументам относится

- | | |
|------------------|-----------------------|
| 1) хламидомонада | 4) палочка Коха |
| 2) дафния | 5) верблюжья колючка |
| 3) спирогира | 6) инфузория-туфелька |

19. Консументами I порядка являются

- | | |
|------------------|---------------|
| 1) грызуны | 4) копытные |
| 2) зайцеобразные | 5) ластоногие |
| 3) хищники | 6) гельминты |

20. Агроценоз отличается от естественной экосистемы

- 1) преобладанием искусственного отбора над естественным
- 2) преобладанием естественного отбора над искусственным
- 3) меньшим видовым разнообразием
- 4) большим количеством популяций
- 5) низкой экологической устойчивостью
- 6) меньшими затратами энергии

21. Установите соответствие между названием животного и видом организмов, к которому оно относится.

Название животного	Вид организмов
1) улотрикс	А) продуценты
2) дождевой червь	Б) консументы
3) жук-мертвояд	В) редуценты
4) ясень	
5) ястреб-тетеревятник	
6) железобактер	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	4	2	1	4	3	4	2	3	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	1	2	3	3	1,2,5	4,5,6	2,4,6	1,2,4	1,3,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	В	В	А	Б	А

Клеточная теория

Основные положения клеточной теории. Клетка — структурная и функциональная единица живого. Особенности строения клеток прокариот и эукариот

Все живые организмы состоят из клеток — из одной клетки (одноклеточные организмы) или многих (многоклеточные). **Клетка** — один из основных структурных, функциональных и воспроизводящих элементов живой материи; это элементарная живая система. Существуют эволюционно неклеточные организмы (вирусы), но они могут размножаться только в клетках. Различные клетки отличаются друг от друга и по строению, и по размерам: размеры клеток колеблются от 1 мкм до нескольких см (яйцеклетки рыб и птиц), и по форме: могут быть круглыми (эритроциты), древовидными (нейроны), веретенообразными (мышечные волокна), и по биохимическим характеристикам: например, в клетках, содержащих хлорофилл или бактериохлорофилл, идет процесс фотосинтеза, который невозможен при отсутствии этих пигментов, и по функциям: различают половые клетки — гаметы и соматические — клетки тела, которые, в свою очередь, подразделяют на множество разных типов.

История изучения клетки связана с именами многих выдающихся ученых. Так, Роберт Гук впервые применил микроскоп для исследования тканей и на срезе пробки и сердцевины бузины увидел ячейки, которые и назвал позже клетками. Антони ван Левенгук впервые увидел клетки под увеличением в 270 раз, а Маттиас Шлейден и Теодор Шванн создали клеточную теорию. В работе «Микроскопические исследования о соответствии в структуре и росте животных и растений» (1839 г.) Т. Шванн сформулировал основные положения клеточной теории, которые затем неоднократно дополнялись и уточнялись.

Современная клеточная теория включает следующие положения:

1. Клетка — основная единица строения и развития всех живых организмов, наименьшая единица живого.
2. Клетки всех одноклеточных и многоклеточных организмов сходны (гомологичны) по своему строению, химическому составу, основным проявлениям жизнедеятельности и обмену веществ.

3. Размножение клеток происходит путем их деления, и каждая новая клетка образуется в результате деления исходной (материнской) клетки.
4. В сложных многоклеточных организмах клетки специализированы по выполняемой ими функции и образуют ткани; из тканей состоят органы, которые тесно взаимосвязаны и подчинены нервным и гуморальным системам регуляции.

Значение клеточной теории в развитии науки состоит в том, что благодаря ей стало понятно, что клетка — важнейшая составляющая часть всех живых организмов. Она их главный «строительный» компонент, клетка является эмбриональной основой многоклеточного организма, так как развитие организма начинается с одной клетки — зиготы; клетка — основа физиологических и биохимических процессов в организме, так как на клеточном уровне происходят в конечном счете все физиологические и биохимические процессы. Клеточная теория позволила прийти к выводу о сходстве химического состава всех клеток и еще раз подтвердила единство всего органического мира.

Прокариоты (лат. *pro* — перед и гр. *карион* — ядро) — это древнейшие организмы, не имеющие оформленного ядра. К ним относят бактерии, сине-зеленые водоросли (цианеи, или цианобактерии), риккетсии, микоплазмы и ряд других организмов. Наследственная информация у них передается через молекулу ДНК, которая образует нуклеоид. В цитоплазме прокариотической клетки нет многих органоидов, которые имеются у эукариотической клетки: митохондрий, эндоплазматической сети, аппарата Гольджи и т. д.; функцию этих органоидов выполняют ограниченные мембранами полости. В прокариотической клетке имеются рибосомы. Большинство прокариот имеет размер 1–5 мкм. Размножаются они путем деления без выраженного полового процесса. **Эукариоты** (гр. *эу* — хорошо и *карион* — ядро) — организмы, в клетках которых есть четко оформленные ядра, имеющие собственную оболочку (кариолемму). Ядерная ДНК у них заключена в хромосомы. В цитоплазме эукариотических клеток имеются различные органоиды, выполняющие специфические функции: митохондрии, эндоплазматическая сеть, аппарат Гольджи, рибосомы и т. д. Большинство эукариотических клеток имеет размер порядка 25 мкм. Размножаются они митозом или мейозом (при образовании половых клеток — гамет или при образовании спор у растений); изредка встречается амитоз — прямое деление, при котором не происходит рав-

номерного распределения генетического материала (например, в клетках эпителия печени). Эукариоты также выделяют в особое надцарство, которое включает царства грибов, растений и животных.

Вирусы. Особенности их строения и жизнедеятельности

Вирусы (*лат. virus — яд*) — не имеют клеточного строения, поэтому их относят к самым простым неклеточным формам жизни.

Вирусы — это внутриклеточные паразиты, и вне клетки они не проявляют никаких свойств живого. Они не потребляют пищи и не вырабатывают энергии, не растут, у них нет обмена веществ. Многие из них во внешней среде имеют форму кристаллов. Вирусы настолько малы, что их можно увидеть только с помощью электронного микроскопа.

От неживой материи вирусы отличаются двумя свойствами: способностью воспроизводить себе подобные формы (размножаться) и обладанием наследственностью и изменчивостью.

Устроены вирусы очень просто. Каждая вирусная частица состоит из РНК или ДНК, заключенной в белковую оболочку, которую называют капсидом.

Проникнув в клетку, вирус изменяет в ней обмен веществ, направляя всю ее деятельность на производство вирусной нуклеиновой кислоты и вирусных белков. Внутри клетки происходит самосборка вирусных частиц из синтезированных молекул нуклеиновой кислоты и белков. До момента гибели в клетке успевает синтезироваться огромное число вирусных частиц. В конечном итоге клетка гибнет, оболочка ее лопається, и вирусы выходят из клетки-хозяина.

Поселяясь в клетках живых организмов, вирусы вызывают многие опасные заболевания: у человека — грипп, оспу, корь, полиомиелит, свинку, бешенство, СПИД и многие другие; у растений — мозаичную болезнь табака, томатов, огурцов, скручивание листьев, карликовость и другие; у животных — ящур, чуму свиней и птиц, инфекционную анемию лошадей и другие.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Основателями клеточной теории являются

- | | |
|------------------------------|--------------------------|
| 1) Дж. Геккель и Т. Мюллер | 3) Т. Шванн и М. Шлейден |
| 2) А.И. Опарин и Дж. Холдейн | 4) Д. Уотсон и Ф. Крик |

2. Термин «клетка» впервые был предложен
- 1) Р. Гуком
 - 2) Т. Шванном
 - 3) М. Шлейденем
 - 4) Р. Броуном
3. Первым предположил, что каждая клетка многоклеточного организма возникает из одной зародышевой клетки — оплодотворенной яйцеклетки — в результате многократного деления
- 1) Р. Гук
 - 2) А. Левенгук
 - 3) К. Бэр
 - 4) Р. Вирхов
4. Первым доказал, что клетка происходит только от клетки
- 1) Ф. Реди
 - 2) Л. Пастер
 - 3) К. Бэр
 - 4) Р. Вирхов
5. Одноклеточные организмы первым увидел в микроскоп
- 1) Р. Гук
 - 2) А. Левенгук
 - 3) К. Бэр
 - 4) Р. Броун
6. К прокариотам относятся
- 1) бактерии
 - 2) растения и синезеленые водоросли
 - 3) растения и животные
 - 4) грибы
7. К эукариотам относятся
- 1) бактерии и грибы
 - 2) синезеленые водоросли и вирусы
 - 3) бактерии и синезеленые водоросли
 - 4) грибы, растения и животные
8. Самыми мелкими являются клетки
- 1) поджелудочной железы человека
 - 2) обонятельного эпителия собаки
 - 3) эвглены зеленой
 - 4) кишечной палочки
9. Самыми мелкими являются клетки
- 1) печени человека
 - 2) кишечного эпителия коровы
 - 3) возбудителя чумы
 - 4) инфузории-туфельки
10. Эукариоты
- 1) размножаются делением без выраженного полового процесса
 - 2) не имеют оформленного ядра

- 3) не имеют многих органоидов
- 4) имеют ядро с собственной оболочкой

11. Эукариоты

- 1) способны к хемосинтезу
- 2) имеют ДНК кольцевой формы
- 3) лишены митохондрий
- 4) размножаются с образованием гамет или спор

12. К неклеточным формам жизни относятся

- 1) риккетсии
- 2) микоплазмы
- 3) вирусы
- 4) цианеи

13. Эволюционно более молодыми являются

- 1) цианобактерии
- 2) молочнокислые бактерии
- 1) бактерии спиртового брожения
- 2) бактерии гниения

14. Клетки прокариот имеют

- 1) ядра
- 2) рибосомы
- 3) митохондрии
- 4) пластиды

15. Клетки человека отличаются от клеток мухи дрозофилы

- 1) наличием хлоропластов
- 2) отсутствием митохондрий
- 3) другим числом хромосом
- 4) наличием рибосом

Выберите три правильных ответа.

16. Прокариотические клетки

- 1) имеют размеры порядка 20–25 мкм
- 2) не имеют оформленного ядра
- 3) имеют ДНК, ассоциированную с гистоновыми белками
- 4) лишены митохондрий
- 5) не имеют рибосом
- 6) размножаются без выраженного полового процесса

17. Эукариотические клетки имеют

- 1) размеры порядка 20–25 мкм
- 2) ядро с собственной оболочкой

- 3) множество специфических органоидов
 - 4) органы движения — простые жгутики, не окруженные плазматической мембраной
 - 5) ДНК в кольцевой форме
 - 6) многочисленные впячивания плазмалеммы — мезосомы
- 18.** Общими признаками растительных клеток и клеток грибов являются
- 1) наличие клеточной стенки
 - 2) запасной углевод — крахмал
 - 3) постоянный рост
 - 4) наличие пластид
 - 5) гетеротрофный тип питания
 - 6) осмотротрофный тип питания
- 19.** Общими признаками животных клеток и клеток грибов являются
- 1) наличие клеточной стенки
 - 2) запасной углевод — гликоген
 - 3) отсутствие пластид
 - 4) гетеротрофность
 - 5) наличие центральной вакуоли
 - 6) осмотротрофный тип питания
- 20.** Клетки животных отличаются от клеток высших растений отсутствием
- 1) аппарата Гольджи
 - 2) клеточного центра
 - 3) хлоропластов
 - 4) жесткой клеточной стенки
 - 5) центральной вакуоли
 - 6) центриолей
- 21.** Установите соответствие между микроорганизмами и видом, к которому они относятся.

Микроорганизмы	Виды
1) малярийный плазмодий	А) неклеточные формы жизни
2) дизентерийная палочка	Б) прокариоты
3) дизентерийная амeba	В) эукариоты
4) вирус табачной мозаики	
5) бледная спирохета	
6) кишечная палочка	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	3	1	3	4	2	1	4	4	3	4
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	3	1	2	3	2,4,6	1,2,3	1,3,6	2,3,4	3,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
В	Б	В	А	Б	Б

Строение и функции ядра, цитоплазмы и ее основных органоидов

Цитоплазматическая, или клеточная, мембрана (плазмалемма) — это биологическая мембрана, окружающая протоплазму (цитоплазму) живой клетки. В основе строения лежит двойной слой липидов — водонерастворимых молекул, имеющих полярные «головки» и длинные неполярные «хвосты», представленные цепями жирных кислот; больше всего в мембранах содержится фосфолипидов, в головках которых имеются остатки фосфорной кислоты. Хвосты липидных молекул обращены друг к другу, полярные головки смотрят наружу, образуя гидрофильную поверхность. С заряженными головками соединяются белки, которые называют периферическими мембранными белками. Другие белковые молекулы могут быть погружены в слой липидов за счет взаимодействия с их неполярными хвостами. Часть белков пронизывает мембрану насквозь, образуя каналы или поры. У некоторых клеток мембрана является единственной структурой, служащей оболочкой, у других клеток поверх мембраны имеется дополнительная оболочка (например, целлюлозная оболочка у растительных клеток). Животные клетки снаружи от мембраны бывают покрыты гликокаликсом — тонким слоем, состоящим из белков и полисахаридов.

Клеточная мембрана выполняет множество важных функций, от которых зависит жизнедеятельность клеток. Одна из них заключается в образовании барьера между внутренним содержимым клетки и внешней средой. Наряду с этим мембрана обеспечивает обмен веществ между цитоплазмой и внешней средой, из которой в клетку че-

рез мембрану поступают вода, ионы, неорганические и органические молекулы. Во внешнюю среду через мембрану выводятся продукты, образованные в клетке (продукты обмена и вещества, синтезированные в клетке).

Таким образом, через мембрану осуществляется транспорт веществ. Крупные молекулы биополимеров поступают через мембрану благодаря фагоцитозу — явлению, впервые описанному И.И. Мечниковым. Процесс захвата и поглощения капелек жидкости происходит путем пиноцитоза. Важную роль в жизнедеятельности клетки играет рецепторная функция мембраны. В мембранах имеется большое число рецепторов — специальных белков, роль которых заключается в передаче сигналов извне внутрь клетки.

Клеточное ядро — это окруженная оболочкой, состоящей из двух мембран, часть клетки диаметром 3–10 мкм. Между наружной и внутренней мембранами есть узкое пространство (30 нм), заполненное полужидким веществом. Ядерная мембрана имеет такое же строение, как и плазматическая мембрана. В ядерной оболочке есть множество пор, через которые идет процесс обмена веществ между ядром и цитоплазмой. Под ядерной оболочкой находится ядерный сок (кариоплазма), в котором содержатся ядрышки и хромосомы.

Ядрышки — это округлые тельца диаметром от 1 мкм до нескольких мкм. В ядре может быть несколько ядрышек. В состав ядрышек входят РНК и белок. Ядрышки образуются на определенных участках хромосом; в них синтезируется рибосомальная РНК (рРНК). В ядрышках происходит формирование больших и малых субъединиц рибосом. Ядрышки видны только в неделящихся клетках.

Хромосомы (гр. *хрома* — краска и *сома* — тело) были так названы в связи со способностью к интенсивному окрашиванию — важнейший органоид ядра, содержащий ДНК в комплексе с основным белком — гистоном. Этот комплекс составляет около 90% вещества хромосом. Хромосомы могут иметь длину, в десятки и сотни раз превышающую диаметр ядра. В интерфазу (период между делениями) хромосомы видны только под электронным микроскопом и представляют собой длинные тонкие нити, именуемые хроматином (деспирализованное состояние хромосом). В этот период идет процесс удвоения (редупликации) хромосом; в конце интерфазы каждая хромосома состоит из двух хроматид. Каждая хромосома имеет первичную перетяжку, на которой расположена центромера; перетяжка делит

хромосому на два плеча одинаковой или разной длины. Центромера служит местом прикрепления нити веретена деления. У ядрышковых хромосом имеется еще вторичная перетяжка, где формируется ядрышко.

Функция хромосом заключается в контроле над всеми процессами жизнедеятельности клетки. Хромосомы являются носителями генов, то есть носителями генетической информации. Наследственная информация передается путем репликации молекулы ДНК. Число, размер и форма хромосом строго определены и специфичны для каждого вида.

В половых клетках и в спорах у растений имеется одинарный (гаплоидный) набор хромосом, в соматических клетках — двойной (диплоидный) набор. Бывают также полиплоидные клетки. Различают гомологичные (парные, соответствующие) и негомологичные хромосомы. Хромосомы, определяющие развитие пола, называют половыми. Остальные хромосомы называют аутосомами.

Цитоплазма (гр. *цитос* — клетка и *плазма* — вылепленная) — живое содержимое клетки, кроме ядра. Состоит из мембран и органоидов (ЭПС, рибосом, митохондрий, пластид, аппарата Гольджи, лизосом, центриолей и др.), пространство между которыми заполнено коллоидным раствором — гиалоплазмой. Снаружи цитоплазма ограничена клеточной мембраной, внутри — мембраной ядерной оболочки. У растительных клеток имеется еще и внутренняя пограничная мембрана, отделяющая клеточный сок и образующая вакуоль.

Цитоплазма содержит большое количество воды с растворенными в ней солями и органические вещества. Цитоплазма — это среда для внутриклеточных физиологических и биохимических процессов. Она способна к движению — круговому, струйчатому, ресничному.

Эндоплазматическая сеть (ЭПС), или эндоплазматический ретикулум (ЭПР), — это сеть каналов, пронизывающая всю цитоплазму. Стенки этих каналов представляют собой мембраны, контактирующие со всеми органоидами клетки. ЭПС и органоиды вместе составляют единую внутриклеточную систему, которая осуществляет обмен веществ и энергии в клетке и обеспечивает внутриклеточный транспорт веществ. Различают гладкую и гранулярную ЭПС. Гранулярная ЭПС состоит из мембранных мешочков (цистерн), покрытых рибосомами, благодаря чему она кажется шероховатой (шероховатая ЭПС). ЭПС может быть и лишена рибосом (гладкая ЭПС); ее строение бли-

же к трубчатому типу. На рибосомах гранулярной сети синтезируются белки, которые затем поступают внутрь каналов ЭПС, где и приобретают третичную структуру. На мембранах гладкой ЭПС синтезируются липиды и углеводы, которые также поступают внутрь каналов ЭПС.

ЭПС выполняет следующие функции: участвует в синтезе органических веществ, транспортирует синтезированные вещества в аппарат Гольджи, разделяет клетку на отсеки. Кроме того, в клетках печени ЭПС участвует в обезвреживании ядовитых веществ, а в мышечных клетках играет роль депо кальция, необходимого для мышечного сокращения.

ЭПС имеется во всех клетках, исключая бактериальные клетки и эритроциты; она составляет от 30 до 50% объема клетки.

Комплекс (аппарат) Гольджи — это сложная сеть полостей, трубочек и пузырьков вокруг ядра. Состоит из трех основных компонентов: группы мембранных полостей, системы трубочек, отходящих от полостей, и пузырьков на концах трубочек. Комплекс Гольджи выполняет следующие функции: в полостях накапливаются вещества, которые синтезируются и транспортируются по ЭПС; здесь они подвергаются химическим изменениям. Модифицированные вещества упаковываются в мембранные пузырьки, которые выбрасываются клеткой в виде секретов. Кроме того, пузырьки используются клеткой в качестве лизосом.

Лизосомы (гр. *лизо* — *растворять*, *сома* — *тело*) — это небольшие пузырьки диаметром порядка 1 мкм, ограниченные мембраной и содержащие комплекс ферментов, который обеспечивает расщепление жиров, углеводов и белков. Они участвуют в переваривании частиц, попавших в клетку в результате эндоцитоза, и в удалении отмирающих органов (например, хвоста у головастика), клеток и органоидов. При голодании лизосомы растворяют некоторые органоиды, не убивая при этом клетку. Образование лизосом идет в комплексе Гольджи.

Митохондрии (гр. *митос* — *нить* и *хондрион* — *гранула*) — внутриклеточные органоиды, оболочка которых состоит из двух мембран. Наружная мембрана — гладкая, внутренняя образует выросты, называемые кристами. Внутри митохондрии находится полужидкий матрикс, который содержит РНК, ДНК, белки, липиды, углеводы, ферменты, АТФ и другие вещества; в матриксе имеются также рибосомы.

Размеры митохондрий от 0,2–0,4 до 1–7 мкм. Количество зависит от вида клетки, например, в клетке печени может быть 1000–2500 митохондрий. Митохондрии могут быть спиральными, округлыми, вытянутыми, чашевидными и т. д.; могут также менять форму.

Функции митохондрий связаны с тем, что на внутренней мембране находятся дыхательные ферменты и ферменты синтеза АТФ. Благодаря этому митохондрии обеспечивают клеточное дыхание и синтез АТФ.

Митохондрии могут сами синтезировать белки, так как в них есть собственные ДНК, РНК и рибосомы. Размножаются митохондрии делением надвое.

По своему строению митохондрии напоминают клетки прокариот; в связи с этим предполагают, что они произошли от внутриклеточных аэробных симбионтов. Митохондрии имеются в цитоплазме клеток большинства растений и животных.

Хлоропласты относятся к пластидам — органоидам, присущим только растительным клеткам. Это зеленые пластинки диаметром 3–4 мкм, имеющие овальную форму. Хлоропласты, как и митохондрии, имеют наружную и внутреннюю мембраны. Внутренняя мембрана образует выросты — тилакоиды, тилакоиды образуют стопки — граны, которые объединяются друг с другом внутренней мембраной. В одном хлоропласте может быть несколько десятков гран. В мембранах тилакоидов находится хлорофилл, а в промежутках между гранами в матриксе (строме) хлоропласта находятся рибосомы, РНК и ДНК. Рибосомы хлоропластов, как и рибосомы митохондрий, синтезируют белки. Основная функция хлоропластов — обеспечение процесса фотосинтеза: в мембранах тилакоидов идет световая фаза, а в строме хлоропластов — темновая фаза фотосинтеза. В матриксе хлоропластов видны гранулы первичного крахмала, то есть крахмала, синтезированного в процессе фотосинтеза из глюкозы. Хлоропласты, как и митохондрии, размножаются делением. Таким образом, в морфологической и функциональной организации митохондрий и хлоропластов есть общие черты. Основная характеристика, объединяющая эти органоиды, это то, что они имеют собственную генетическую информацию и синтезируют собственные белки.

Клеточный центр относится к немембранным компонентам клетки. В состав его входят микротрубочки и две центриоли. Центриоли находятся в середине центра организации микротрубочек. Центриоли

обнаружены не во всех клетках, имеющих клеточный центр (например, их нет у покрытосеменных растений). Каждая центриоль — это цилиндр размером около 1 мкм, по окружности которого расположены девять триплетов микротрубочек. Центриоли располагаются под прямым углом друг к другу. Клеточный центр играет важную роль в организации цитоскелета, так как цитоплазматические микротрубочки расходятся во все стороны из этой области. Перед делением центриоли расходятся к противоположным полюсам клетки, и возле каждой из них возникает дочерняя центриоль. От центриолей протягиваются микротрубочки, которые образуют митотическое веретено деления. Часть нитей веретена прикрепляется к хромосомам. Формирование нитей веретена происходит в профазе.

Рибосомы — это субмикроскопические органоиды диаметром 15–35 нм, которые были открыты во всех клетках с помощью электронного микроскопа. В каждой клетке может быть несколько тысяч рибосом. Рибосомы могут быть ядерного, митохондриального и пластидного происхождения. Большая часть образуется в ядрышке ядра в виде субъединиц (большой и малой) и затем переходит в цитоплазму. Мембран нет. В состав рибосом входят рРНК и белки. На рибосомах идет синтез белков. Большая часть белков синтезируется на шероховатой ЭПС; частично синтез белков идет на рибосомах, находящихся в цитоплазме в свободном состоянии. Группы из нескольких десятков рибосом образуют полисомы.

К клеточным органоидам движения относят *реснички* и *жгутики* — выросты мембраны диаметром около 0,25 мкм, содержащие в середине микротрубочки. Такие органоиды имеются у многих клеток (у простейших, одноклеточных водорослей, зооспор, сперматозоидов, в клетках тканей многоклеточных животных, например, в дыхательном эпителии).

Функция этих органоидов заключается или в обеспечении движения (например, у простейших), или в продвижении жидкости вдоль поверхности клеток (например, в дыхательном эпителии для продвижения слизи).

Клетки могут передвигаться также с помощью образования ложноножек (псевдоподий; например, амебы и лейкоциты), но псевдоподии — временные образования, которые не относят к органоидам движения.

Клеточные включения — это непостоянные структуры клетки. К ним относятся капли и зерна белков, углеводов, жиров, а также кристаллические включения — органические кристаллы, которые могут образовывать в клетках белки, вирусы, соли щавелевой кислоты и т. д., и неорганические кристаллы, образованные солями кальция. В отличие от органоидов эти включения не имеют мембран или элементов цитоскелета и периодически синтезируются и расходятся.

Капли жира используются как запасное вещество в связи с его высокой энергоемкостью; зерна углеводов в виде крахмала у растений и в виде гликогена у животных и грибов — как источник энергии для образования АТФ; зерна белка — как источник строительного материала, соли кальция — для обеспечения процесса возбуждения, обмена веществ и т. д.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. В клетках растений, грибов и бактерий клеточная стенка состоит
 - 1) только из белков
 - 2) только из липидов
 - 3) из белков и липидов
 - 4) из полисахаридов
2. Гликокаликс — это наружный слой клеток
 - 1) животных
 - 2) всех прокариот
 - 3) всех эукариот
 - 4) грибов
3. Двумембранное строение имеют
 - 1) митохондрии
 - 2) лизосомы
 - 3) рибосомы
 - 4) центриоли
4. Пластиды имеются в клетках
 - 1) всех растений
 - 2) только животных
 - 3) всех эукариот
 - 4) во всех клетках
5. Хлоропласты — это органоиды клетки, в которых
 - 1) происходит клеточное дыхание
 - 2) осуществляется процесс фотосинтеза
 - 3) находятся пигменты красного и желтого цвета
 - 4) накапливается вторичный крахмал

6. В митохондриях происходит
- 1) накопление синтезируемых клеткой веществ
 - 2) клеточное дыхание с запасанием энергии
 - 3) формирование третичной структуры белка
 - 4) темновая фаза фотосинтеза
7. Шероховатой эндоплазматической сетью называется такая сеть, на стенках которой находится много
- 1) митохондрий
 - 2) лизосом
 - 3) рибосом
 - 4) лейкопластов
8. На мембранах агранулярной эндоплазматической сети происходит синтез
- 1) АТФ
 - 2) углеводов
 - 3) нуклеиновых кислот
 - 4) белков
9. Функция комплекса Гольджи заключается в
- 1) накоплении белков для последующего выведения
 - 2) синтезе белков и последующем их выведении
 - 3) накоплении белков для последующего расщепления
 - 4) синтезе белков и последующем их расщеплении
10. Пищеварительные ферменты содержатся в
- 1) рибосомах
 - 2) лизосомах
 - 3) митохондриях
 - 4) лейкопластах
11. Лизосомы участвуют в
- 1) транспорте веществ, синтезированных в клетке
 - 2) накоплении, химической модификации и упаковке синтезированных в клетке веществ
 - 3) синтезе белков
 - 4) удалении отживших органоидов клетки
12. Клеточный центр участвует в
- 1) синтезе АТФ
 - 2) хранении генетической информации
 - 3) формировании веретена деления
 - 4) синтезе рибосом
13. Основными структурами клеточного центра являются
- 1) тилакоиды
 - 2) грани
 - 3) центриоли
 - 4) мембранные пузырьки

14. Ядрышко участвует в
- 1) энергетическом обмене
 - 2) синтезе рибосом
 - 3) организации деления клетки
 - 4) транспорте синтезированных в клетке веществ
15. Хромосомы состоят из
- 1) ДНК
 - 2) ДНК и белков
 - 3) РНК
 - 4) РНК и белков

Выберите три правильных ответа.

16. Мембранными клеточными органоидами являются
- 1) лизосомы
 - 2) рибосомы
 - 3) эндоплазматическая сеть
 - 4) центриоли
 - 5) комплекс Гольджи
 - 6) микротрубочки цитоскелета
17. Эндоплазматическая сеть
- 1) является источником клеточных лизосом
 - 2) участвует в синтезе органических соединений
 - 3) обеспечивает транспорт веществ
 - 4) делит клетку на отдельные отсеки
 - 5) формирует рибосомы
 - 6) обеспечивает удаление отмирающих органоидов клетки
18. Плазмалемма
- 1) является барьером между цитоплазмой клетки и внешней средой
 - 2) обеспечивает транспорт аминокислот к месту синтеза белка
 - 3) обеспечивает избирательный транспорт веществ в клетку
 - 4) участвует в межклеточных взаимодействиях
 - 5) служит депо запасных питательных веществ
 - 6) участвует в накоплении и химической модификации веществ, синтезированных в клетке
19. Рибосомы
- 1) окружены двойной мембраной
 - 2) находятся на поверхности шероховатой эндоплазматической сети

- 3) состоят из двух субъединиц
- 4) осуществляют внутриклеточное пищеварение
- 5) формируют веретено деления
- 6) участвуют в синтезе белка

20. Ядерная оболочка

- 1) имеет толщину около 30 нм
- 2) отделяет ядро от цитоплазмы
- 3) является непроницаемой для молекул нуклеиновых кислот
- 4) состоит из двух мембран
- 5) пронизана порами
- 6) не содержит фосфолипидов

21. Установите соответствие между органоидом клетки и функцией, которую он выполняет.

Функции	Органоиды клетки
1) обеспечивает рост и обновление клеточных мембран	А) аппарат Гольджи
2) участвует в синтезе белков	Б) эндоплазматический ретикулум
3) участвует в организации цитоскелета	В) клеточный центр
4) является источником клеточных лизосом	
5) участвует в химической модификации веществ, синтезированных в клетке	
6) формирует веретено деления	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	4	1	1	1	2	2	3	2	1	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	3	3	2	2	1,3,5	2,3,4	1,3,4	2,3,6	2,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	Б	В	А	А	В

**Содержание химических элементов в клетке.
Вода и другие неорганические вещества, их роль
в жизнедеятельности клетки. Органические вещества,
их роль в клетке. Самоудвоение ДНК**

К неорганическим соединениям клетки относятся вода и различные соли.

В среднем в клетке содержится около 80% воды: в клетках эмбриона воды до 95%, в клетках старых организмов — 60%, то есть количество воды зависит от интенсивности обмена веществ. Количество воды зависит также от вида ткани: в нейронах ее 85%, в костях — не более 20%. При потере организмом 20% воды наступает смерть. Вода определяет тургор (упругость) тканей, создает среду для химических реакций, участвует в реакциях гидролиза, в световой фазе фотосинтеза, в терморегуляции, является хорошим растворителем. По отношению к воде различают вещества гидрофильные (полярные вещества) — хорошо растворимые в воде и гидрофобные (неполярные вещества) — плохо растворимые в воде.

Роль солей в организме заключается в обеспечении трансмембранной разности потенциалов (вследствие разницы во внутри- и внеклеточной концентрации ионов калия и натрия), создании буферных свойств (за счет наличия в цитоплазме анионов фосфорной и угольной кислоты), в создании осмотического давления клетки и т. д. В состав неорганических веществ клетки входят *микроэлементы* (их доля составляет менее 0,1%). К ним относятся цинк, марганец и кобальт, которые входят в состав активных центров ферментов; железо в составе гемоглобина; магний в составе хлорофилла; йод в составе гормонов щитовидной железы и др.

К органическим веществам клетки относятся белки, углеводы, жиры, нуклеиновые кислоты.

Белки — это гетерополимеры, состоящие из 20 различных мономеров — природных альфа-аминокислот. Белки — нерегулярные полимеры.

Общее строение аминокислоты может быть представлено следующим образом: $R-C(NH_2)-COOH$. Аминокислоты в белке связаны пептидной связью $-N(H)-C(=O)$. Аминокислоты разделяют на

заменяемые, синтезирующиеся в самом организме, и незаменимые, которые животный организм получает с пищей. Среди белков различают протеины — состоят только из аминокислот и протеиды — содержат небелковую часть (например, гемоглобин, который состоит из белка глобина и порфирина — гема).

В строении молекулы белка различают первичную структуру — последовательность аминокислотных остатков; вторичную — как правило, это спиральная структура (альфа-спираль), которая удерживается множеством водородных связей, возникающих между находящимися близко друг от друга $C=O$ и NH -группами. Другой тип вторичной структуры — бета-слой, или складчатый слой, — это две параллельные полипептидные цепи, связанные водородными связями, перпендикулярными цепям. Третичная структура белковой молекулы — это пространственная конфигурация, напоминающая компактную глобулу. Она поддерживается ионными, водородными и дисульфидными ($S=S$) связями, а также гидрофобными взаимодействиями. Четвертичная структура образуется при взаимодействии нескольких глобул (например, молекула гемоглобина состоит из четырех таких субъединиц). Утрата белковой молекулой своей структуры называется денатурацией; она может быть вызвана температурой, обезвоживанием, облучением и т. д. Если при денатурации первичная структура не нарушается, то при восстановлении нормальных условий полностью воссоздается структура белка.

Функции белков в клетке очень разнообразны. Они играют роль катализаторов, то есть ускоряют химические реакции в организме (ферменты ускоряют реакции в десятки и сотни тысяч раз). Белки выполняют также строительную функцию (входят в состав мембран и органоидов клетки, а также в состав внеклеточных структур, например, волокна коллагена в соединительной ткани). Движение организмов обеспечивается специальными белками (актином и миозином). Белки выполняют также транспортную функцию (например, гемоглобин транспортирует O_2). Белки входят в состав иммунной системы организма (антитела и антигены), обеспечивают свертывание крови (например, белок фибриноген плазмы крови), то есть выполняют защитную функцию. Они служат одним из источников энергии (при распаде 1 г белка выделяется 17,6 кДж энергии). Различают также регуляторную функцию белков, так как многие гормоны являются бел-

ками (например, гормоны гипофиза, поджелудочной железы и т. д.). Кроме того, в организме имеются еще и резервные белки, являющиеся источником питания для развития плода.

Углеводы — это органические соединения, в состав которых входят водород, углерод и кислород. Образуются из воды и углекислого газа в процессе фотосинтеза в хлоропластах зеленых растений (у бактерий в процессе бактериального фотосинтеза или хемосинтеза).

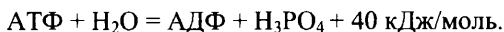
Различают моносахариды (глюкоза, фруктоза, галактоза, рибоза, дезоксирибоза), дисахариды (сахароза, мальтоза), полисахариды (крахмал, клетчатка, гликоген, хитин).

Углеводы выполняют следующие функции: являются источником энергии (при распаде 1 г глюкозы освобождается 17,6 кДж энергии), выполняют строительную функцию (целлюлозная оболочка в растительных клетках, хитин в скелете насекомых и в клеточной стенке грибов), входят в состав ДНК, РНК и АТФ в виде дезоксирибозы и рибозы. Обычно в клетке животных организмов содержится около 1% углеводов (в клетках печени до 5%), а в растительных клетках до 90%.

Жиры и липиды относятся к группе неполярных органических соединений, то есть являются гидрофобными веществами. Жиры — это триглицериды высших жирных кислот, липиды — большой класс органических веществ с гидрофобными свойствами (например, холестерин). К липидам относят фосфолипиды (в их молекуле один или два остатка жирных кислот замещены группами, содержащими фосфор, а иногда также азот) и стероиды (в основе их структуры лежат 4 углеводных кольца).

Эти соединения выполняют энергетическую функцию (при распаде 1 г жира выделяется 38,9 кДж), структурную (являются основой биологических мембран), защитную (защита от ударов, терморегуляция, гидроизоляция).

АТФ — это аденозинтрифосфат, нуклеотид, относящийся к группе нуклеиновых кислот. Концентрация АТФ в клетке мала (в среднем 0,04%; в скелетных мышцах 0,5%). Молекула АТФ состоит из аденина, рибозы и трех остатков фосфорной кислоты. При гидролизе остатка фосфорной кислоты выделяется энергия:



Связь между остатками фосфорной кислоты является макроэргической, при ее расщеплении выделяется примерно в 4 раза больше энергии, чем при расщеплении других связей. Энергию АТФ клетка использует в процессах биосинтеза, при движении, при производстве тепла, при проведении нервных импульсов, в процессе фотосинтеза и т. д. АТФ является универсальным аккумулятором энергии в живых организмах.

ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота) — это молекула, состоящая из двух спирально закрученных полинуклеотидных цепей. ДНК образует правую спираль шириной примерно 20 ангстрем, длиной несколько сотен микрон и молекулярной массой 10^7 дальтон. Структура ДНК была расшифрована Д. Уотсоном и Ф. Криком в 1953 г. Мономером ДНК является дезоксирибонуклеотид, состоящий из азотистого основания (аденина (А), цитозина (Ц), тимина (Т) или гуанина (Г)), пентозы (дезоксирибозы) и фосфата. Нуклеотиды соединяются в цепь за счет остатков фосфорной кислоты, расположенных между пентозами; в полинуклеотиде может быть до 30 тыс. нуклеотидов. Последовательность нуклеотидов одной цепи комплементарна, то есть соответствует последовательности в другой цепи. Цепи удерживаются за счет водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями: по две водородные связи между А и Т и по три между Г и Ц. В интерфазе перед делением клетки происходит репликация (редупликация) ДНК: ДНК раскручивается с одного конца, и на каждой цепи синтезируется новая комплементарная цепь; это ферментативный процесс, идущий с использованием энергии АТФ. ДНК содержится в основном в ядре; к внеядерным формам ДНК относятся митохондриальная и пластидная.

РНК (рибонуклеиновая кислота) — это молекула, состоящая из одной цепи нуклеотидов. Рибонуклеотид состоит из одного из четырех азотистых оснований, но вместо тимина (Т) в РНК урацил (У), а вместо дезоксирибозы — рибоза. В клетке имеются разные виды РНК: тРНК (транспортная — транспортирует аминокислоты к рибосомам), иРНК (информационная — переносит информацию о последовательности аминокислот с ДНК на белок), рРНК (рибосомальная — входит в состав рибосом), митохондриальная РНК и др.

Перед делением клетки происходит удвоение ДНК для того, чтобы обеспечить нормальный набор генов в обеих образующихся клетках.

Удвоение ДНК получило название *редупликации*. При редупликации водородные связи между комплементарными азотистыми основаниями аденином-тиминном и гуанином-цитозином разрываются специальным ферментом. Нити, составляющие двойную спираль ДНК, расходятся, и к каждому нуклеотиду обеих нитей последовательно подстраиваются комплементарные нуклеотиды. Подстраивающиеся нуклеотиды соединяются в две нити ДНК, каждая из которых представляет копию разошедшихся нитей ДНК. Таким образом, в результате редупликации возникают две одинаковые двойные спирали ДНК, состоящие из нити «материнской» молекулы и вновь синтезированной нити. В процессе удвоения ДНК участвует много ферментов. Как на любой синтез в клетке, на редупликацию затрачивается энергия АТФ.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Мономером белка является
 - 1) аминокислота
 - 2) моносахарид
 - 3) липоид
 - 4) нуклеотид
2. Число видов природных аминокислот, входящих в состав белков, составляет
 - 1) 12
 - 2) 20
 - 3) 61
 - 4) 64
3. Пептидная связь замыкается между атомами
 - 1) углерода и углерода
 - 2) углерода и кислорода
 - 3) углерода и азота
 - 4) азота и азота
4. Все особенности строения белка определяются
 - 1) аминокислотным составом молекулы белка
 - 2) последовательностью аминокислот в белковой цепи
 - 3) количеством аминокислотных звеньев в молекуле белка
 - 4) ни одним из вышеперечисленных признаков

5. Четвертичную структуру имеет
- 1) инсулин
 - 2) гемоглобин
 - 3) коллаген
 - 4) миозин
6. Утеря белковой молекулой своей структуры называется
- 1) деструкцией
 - 2) деформацией
 - 3) денатурацией
 - 4) дегенерацией
7. Регуляторную функцию выполняет
- 1) пепсин
 - 2) миоглобин
 - 3) вазопрессин
 - 4) эластин
8. Дисахаридом является
- 1) целлюлоза
 - 2) сахароза
 - 3) крахмал
 - 4) фруктоза
9. Нуклеотиды в нити молекулы ДНК соединяются связью
- 1) ковалентной
 - 2) водородной
 - 3) пептидной
 - 4) дисульфидными мостиками
10. В каждом витке спирали ДНК нуклеотидов содержится по
- 1) 2 пары
 - 2) 10 пар
 - 3) 20 пар
 - 4) 50 пар
11. Молекулы ДНК
- 1) доставляют к рибосомам аминокислоты
 - 2) передают информацию о строении белка в цитоплазму
 - 3) соединяются с функциональным центром рибосом
 - 4) хранят наследственную информацию о всех свойствах клетки и организма в целом
12. Комплементарные пары нуклеотидов удерживаются следующими связями
- 1) ковалентными
 - 2) водородными
 - 3) пептидными
 - 4) дисульфидными мостиками

13. Среди молекул РНК наименьшие размеры имеет
- 1) тРНК
 - 2) иРНК
 - 3) рРНК
 - 4) размеры всех видов РНК примерно одинаковы
14. Среди молекул РНК больше всего по количеству
- 1) тРНК
 - 2) иРНК
 - 3) рРНК
 - 4) всех видов РНК примерно поровну
15. У эукариот молекулы РНК, в отличие от ДНК, обнаруживаются в
- 1) ядре
 - 2) митохондриях
 - 3) пластидах
 - 4) цитоплазме

Выберите три правильных ответа.

16. Моносахаридами являются
- | | |
|------------------|--------------|
| 1) рибоза | 4) сахароза |
| 2) дезоксирибоза | 5) целлюлоза |
| 3) глюкоза | 6) мальтоза |
17. Полимерами глюкозы являются
- | | |
|-------------|----------------|
| 1) хитин | 4) клетчатка |
| 2) гликоген | 5) крахмал |
| 3) муреин | 6) полигликаны |
18. Липиды выполняют в клетке следующие функции
- | | |
|-------------------|-----------------|
| 1) транспортную | 4) регуляторную |
| 2) защитную | 5) рецепторную |
| 3) энергетическую | 6) двигательную |
19. Комплементарными являются пары
- | | |
|---------------------|--------------------|
| 1) аденин — цитозин | 4) урацил — аденин |
| 2) цитозин — гуанин | 5) гуанин — урацил |
| 3) тимин — аденин | 6) тимин — гуанин |

20. РНК отличается от ДНК следующим

- 1) вместо дезоксирибозы в РНК входит рибоза
- 2) вместо ковалентных нуклеотиды РНК соединены водородными связями
- 3) вместо одного нуклеотида РНК несут по три остатка фосфорной кислоты
- 4) вместо гуанина в РНК входит цитозин
- 5) вместо двух нитей в РНК имеется одна нить
- 6) вместо тимина в РНК входит урацил

21. Установите соответствие между белком и функцией, которую он выполняет.

Белок	Функция
1) оссеин	А) каталитическая функция
2) трипсин	Б) строительная функция
3) интерферон	В) защитная функция
4) коллаген	
5) фибриноген	
6) липаза	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	2	3	2	2	3	3	2	1	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	4	2	1	3	4	1,2,3	2,4,5	2,3,4	2,3,4	1,5,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	А	В	Б	В	А

Обмен веществ и превращение энергии — основа жизнедеятельности клетки. Энергетический обмен в клетке. Значение АТФ в энергетическом обмене

Любая живая клетка, осуществляя многообразные процессы синтеза и распада веществ, подобна сложнейшему химическому комбинату. Для нормального протекания этих химических процессов необ-

ходим постоянный обмен веществ между клеткой и окружающей средой, а также постоянное превращение энергии в клетке. Получаемые извне белки, жиры, углеводы, витамины, микроэлементы расходуются клетками на синтез необходимых им соединений, построение точных структур. Однако для синтеза веществ необходима энергия. Главный источник энергии для живых организмов — Солнце.

Из поступающих в клетку компонентов пищи под действием биологических катализаторов — ферментов — синтезируются новые молекулы для замены израсходованных веществ, для построения органоидов. Весь набор реакций биологического синтеза веществ в клетке (биосинтеза) получил название ассимиляции, или **пластического обмена**.

Очевидно, что синтез каких-либо веществ невозможен без затрат энергии. Особенно интенсивно реакции ассимиляции происходят в растущей, развивающейся клетке. Важнейшими из таких реакций являются синтез белка и фотосинтез. Как же клетка получает энергию для реакций биосинтеза? Наряду с процессами синтеза новых веществ в клетках происходит постоянный распад запасенных при ассимиляции сложных органических веществ. При участии ферментов эти молекулы распадаются до более простых соединений; при этом высвобождается энергия. Чаще всего эта энергия запасается в виде аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Далее энергия АТФ используется для различных нужд клетки, в том числе и для реакций биосинтеза. Совокупность реакций распада веществ клетки, сопровождающихся выделением энергии, получила название диссимиляции, или **энергетического обмена**.

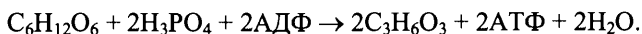
Ассимиляция и диссимиляция — противоположные процессы: в первом случае вещества образуются, во втором — разрушаются. Но они тесно взаимосвязаны и друг без друга невозможны. Ведь если в клетке не будут синтезироваться и запасаться сложные вещества, то нечему будет распадаться, когда потребуется энергия. А если вещества не будут распадаться, то где взять энергию для синтеза необходимых веществ?

Таким образом, ассимиляция и диссимиляция — это две стороны единого процесса обмена веществ и энергии, получившего название **метаболизма** (гр. *metabole* — превращение).

Энергетический обмен в клетке подразделяют на три этапа. *Первый этап* — подготовительный. Во время него крупные пищевые полимерные молекулы распадаются на более мелкие фрагменты. Поли-

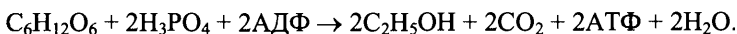
сахариды распадаются на ди- и моносахариды, белки — до аминокислот, жиры — до глицерина и жирных кислот. В ходе этих превращений энергии выделяется мало, она рассеивается в виде тепла, и АТФ не образуется.

Второй этап — неполное бескислородное расщепление веществ. На этом этапе вещества, образовавшиеся во время подготовительного этапа, разлагаются при помощи ферментов в отсутствие кислорода. Разберем этот этап на примере гликолиза — ферментативного расщепления глюкозы. Гликолиз происходит в животных клетках и у некоторых микроорганизмов. Суммарно этот процесс можно представить в виде следующего уравнения:



Таким образом, при гликолизе из одной молекулы глюкозы образуются две молекулы трехуглеродной пировиноградной кислоты ($C_3H_4O_3$), которая во многих клетках, например в мышечных, превращается в молочную кислоту ($C_3H_6O_3$), причем высвободившейся при этом энергии достаточно для превращения двух молекул АДФ в две молекулы АТФ. Несмотря на кажущуюся простоту, гликолиз — процесс многоступенчатый, насчитывающий более десяти стадий, катализируемых разными ферментами. Только 40% выделившейся энергии запасается в виде АТФ, а остальные 60% рассеиваются в виде тепла.

У большинства растительных клеток и некоторых грибов второй этап энергетического обмена представлен спиртовым брожением:



Исходные продукты спиртового брожения те же, что и у гликолиза, но в результате образуется этиловый спирт, углекислый газ, вода и две молекулы АТФ. Есть такие микроорганизмы, которые разлагают глюкозу до ацетона, уксусной кислоты и других веществ, но в любом случае «энергетическая прибыль» клетки составляет две молекулы АТФ.

Третий этап энергетического обмена — полное кислородное расщепление, или клеточное дыхание. При этом вещества, образовавшиеся на втором этапе, разрушаются до конечных продуктов — CO_2 и H_2O . Этот этап можно представить в следующем виде:



Таким образом, окисление двух молекул трехуглеродной кислоты, образовавшихся при ферментативном расщеплении глюкозы до CO_2 и H_2O , приводит к выделению большого количества энергии, достаточного для образования 36 молекул АТФ. Клеточное дыхание происхо-

дит на кристах митохондрий. Коэффициент полезного действия этого процесса выше, чем у гликолиза, и составляет приблизительно 55%. В результате полного расщепления одной молекулы глюкозы образуется 38 молекул АТФ.

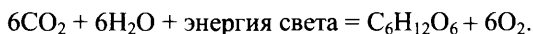
Для получения энергии в клетках кроме глюкозы могут быть использованы и другие вещества: липиды, белки. Однако ведущая роль в энергетическом обмене у большинства организмов принадлежит сахарам.

Пластический обмен. Фотосинтез. Хемосинтез.

Автотрофные организмы (*гр. аутус — сам и трофе — питание*) — это организмы, синтезирующие органику из неорганических веществ за счет энергии солнечной радиации (фотосинтез; фототрофы) или за счет энергии окисления неорганических соединений (хемосинтез; хемотрофы). К автотрофам относятся все зеленые растения и некоторые бактерии (пурпурные и зеленые, содержащие бактериохлорофилл), к хемотрофам — нитрифицирующие бактерии, серо- и железобактерии и др.

Гетеротрофные организмы (*гр. гетерос — другой, трофе — питание*) — это организмы, питающиеся готовыми органическими соединениями. К ним относятся сапротрофы — организмы, питающиеся мертвой органикой, и паразиты — питающиеся живой органикой. К сапротрофам относится большинство животных, человек, бактерии гниения и брожения, грибы. К паразитам — некоторые простейшие, паразитические черви, клещи, болезнетворные бактерии и т. д.

Фотосинтез — это процесс синтеза органических веществ из неорганических за счет энергии света. Фотосинтез в растительных клетках идет в хлоропластах. Его суммарная формула:



Световая фаза фотосинтеза идет только на свету: квант света выбивает электрон из молекулы хлорофилла, лежащей в мембране тилакоида; выбитый электрон либо возвращается обратно, либо попадает на цепь окисляющих друг друга ферментов. Цепь ферментов передает электрон на внешнюю сторону мембраны тилакоида к переносчику электронов. Мембрана заряжается отрицательно с наружной стороны.

Положительно заряженная молекула хлорофилла, лежащая в центре мембраны, окисляет ферменты, содержащие ионы марганца, лежащие на внутренней стороне мембраны. Эти ферменты участвуют в реакциях фотолиза воды, в результате которых образуется H^+ ; протоны водорода выбрасываются на внутреннюю поверхность мембраны тилакоида, и на этой поверхности появляется положительный заряд. Когда разность потенциалов на мембране тилакоида достигает 200 мВ, через канал АТФ-синтетазы начинают проскакивать протоны. Синтезируется АТФ.

В темновую фазу из CO_2 и атомарного водорода, связанного с переносчиками, синтезируется глюкоза за счет энергии АТФ. CO_2 связывается с помощью фермента с рибулезодифосфатом, который превращается после этого в трехуглеродный сахар.

Синтез глюкозы идет в строме хлоропластов на ферментных системах. Суммарная реакция темновой стадии:

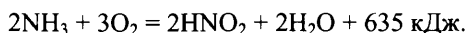


Фотосинтез очень продуктивен, но хлоропласты листа захватывают для участия в этом процессе всего 1 квант света из 10 тыс. Тем не менее этого достаточно для того, чтобы зеленое растение могло синтезировать 1 г глюкозы в час с поверхности листьев площадью 1 м².

Хемосинтез. Многие виды бактерий, способные синтезировать необходимые им органические соединения из неорганических за счет энергии химических реакций окисления, происходящих в клетке, относятся к хемотрофам. Захватываемые бактерией вещества окисляются, а образующаяся энергия используется для синтеза сложных органических молекул из CO_2 и H_2O . Этот процесс носит название хемосинтеза.

Важнейшую группу хемосинтезирующих организмов представляют собой нитрифицирующие бактерии. Исследуя их, С.Н. Виноградский в 1887 г. открыл процесс хемосинтеза.

Эти бактерии, обитая в почве, окисляют аммиак, образующийся при гниении органических остатков, до азотистой кислоты:



Затем бактерии других видов этой группы окисляют азотистую кислоту до азотной:



Взаимодействуя с минеральными веществами почвы, азотистая и азотная кислоты образуют соли, которые являются важнейшими компонентами минерального питания высших растений.

Под действием других видов бактерий в почве происходит образование фосфатов, также используемых высшими растениями.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Гликолизом называется
 - 1) анаэробное расщепление глюкозы
 - 2) полимеризация глюкозы с образованием гликогена
 - 3) разложение гликогена с образованием глюкозы
 - 4) расщепление полисахаридов до моносахаридов
2. Процесс гликолиза идет
 - 1) во всех клетках
 - 2) в клетках животных и некоторых бактерий
 - 3) только в клетках растений
 - 4) только в клетках животных
3. Гликолиз протекает
 - 1) на мембранах эндоплазматической сети
 - 2) на митохондриальных мембранах
 - 3) в цитоплазме
 - 4) в ядре
4. При гликолизе одна молекула глюкозы расщепляется до
 - 1) двух молекул пировиноградной кислоты с образованием двух молекул АТФ
 - 2) двух молекул молочной кислоты с образованием одной молекулы АТФ
 - 3) двух молекул молочной кислоты с образованием 36 молекул АТФ
 - 4) углекислого газа и воды с образованием 38 молекул АТФ
5. Клеточное дыхание протекает
 - 1) в цитоплазме
 - 2) на внешней мембране митохондрий
 - 3) на кристах митохондрий
 - 4) в рибосомах

6. В процессе полного расщепления одной молекулы глюкозы синтезируется
- 1) 2 молекулы АТФ
 - 2) 28 молекул АТФ
 - 3) 32 молекулы АТФ
 - 4) 38 молекул АТФ
7. Кислородное расщепление в энергетическом обмене по сравнению с бескислородным
- 1) так же эффективно
 - 2) примерно в 2 раза эффективнее
 - 3) примерно в 5 раз эффективнее
 - 4) почти в 20 раз эффективнее
8. При расщеплении углеводов наибольшее количество АТФ синтезируется в процессе
- 1) распада дисахаридов на моносахариды
 - 2) гликолиза
 - 3) цикла Кребса
 - 4) окислительного фосфорилирования
9. Синтез АТФ в клетке может происходить в отсутствие
- 1) АДФ
 - 2) H_3PO_4
 - 3) O_2
 - 4) необходимы все перечисленные вещества
10. Фосфорилирование — это процесс
- 1) транспорта электронов на кислород с помощью переносчика
 - 2) образования АТФ из АДФ
 - 3) превращения АТФ в АДФ
 - 4) выделения фосфатов
11. В световой фазе фотосинтеза идет процесс
- 1) фотофосфорилирования
 - 2) выделения кислорода из углекислого газа
 - 3) гликогенолиза
 - 4) изомеризации глюкозы
12. В темновой фазе фотосинтеза идет процесс
- 1) запасаания энергии АТФ
 - 2) синтеза углеводов
 - 3) выделения кислорода
 - 4) восстановления НАДФ⁺
13. Фотолиз — это процесс
- 1) ферментативного расщепления глюкозы
 - 2) ферментативного синтеза глюкозы

- 3) расщепления молекул воды в хлоропластах под воздействием света
 - 4) синтеза сложных органических веществ из простых неорганических с использованием энергии света
14. Энергия солнечного света при фотосинтезе используется растительной клеткой непосредственно для
- 1) возбуждения электрона хлорофилла
 - 2) восстановления НАДФ⁺
 - 3) синтеза глюкозы
 - 4) активации ферментов цикла Кальвина
15. Реакции темновой фазы фотосинтеза протекают
- 1) на свету на внутренней мембране хлоропластов
 - 2) на свету или в темноте в матриксе хлоропластов
 - 3) в темноте на кристах митохондрий
 - 4) на свету в матриксе митохондрий

Выберите три правильных ответа.

16. К реакциям энергетического обмена относят реакции
- 1) гликолиза
 - 2) цикла трикарбоновых кислот
 - 3) цикла Кальвина
 - 4) синтеза белка
 - 5) редупликации ДНК
 - 6) фотофосфорилирования
17. В темновую фазу фотосинтеза не происходит
- 1) фотолиза воды
 - 2) синтеза АТФ
 - 3) ферментативного связывания углекислого газа
 - 4) окисления НАДФ*Н
 - 5) восстановления НАДФ⁺
 - 6) образования рибулозомонофосфата
18. Синтез АТФ в клетке происходит в процессе
- 1) гликолиза
 - 2) световой фазы фотосинтеза
 - 3) темновой фазы фотосинтеза
 - 4) окислительного фосфорилирования

- 5) фотолиза воды
6) редупликации ДНК
19. Фотолиз воды при фотосинтезе
- 1) происходит в период световой фазы
 - 2) протекает в матриксе хлоропластов
 - 3) происходит на кристах митохондрий
 - 4) сопровождается восстановлением хлорофилла
 - 5) сопровождается синтезом органических веществ
 - 6) обуславливает выделение кислорода в атмосферу
20. Результатами световой фазы фотосинтеза являются
- 1) синтез углеводов
 - 2) связывание углекислого газа
 - 3) образование молекулярного кислорода
 - 4) восстановление НАДФ⁺
 - 5) синтез АТФ
 - 6) образование пировиноградной кислоты
21. Установите соответствие между бактериями и их ролью в обмене веществ.

Бактерии	Роль в обмене веществ
1) нитрифицирующие бактерии	А) фотоавтотрофы
2) серобактерии	Б) хемоавтотрофы
3) железобактерии	В) гетеротрофы
4) цианобактерии	
5) болезнетворные бактерии	
6) водородные бактерии	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	1	2	3	1	3	4	4	4	3	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	2	3	1	2	1,2,6	1,2,5	1,2,4	1,4,6	3,4,5

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	Б	Б	А	В	Б

Биосинтез белка

Биосинтез белков происходит во всех живых клетках, кроме безъядерных (эритроциты человека). В каждой клетке синтезируется несколько тысяч разновидностей белков. Способность к синтезу строго определенных белков закреплена наследственно.

Свойства любого белка зависят от его первичной структуры, то есть от последовательности аминокислот в его молекуле. Информация о первичной структуре белков определяется последовательностью нуклеотидов в ДНК, в которой содержится информация о последовательности аминокислот одного белка. У всех организмов на Земле генетическая информация записана только в одной из двух нитей спирали ДНК. Эту нить называют кодогенной, или информативной.

Ген — единица наследственности, участок молекулы ДНК, который содержит информацию о первичной структуре белка.

Каждой аминокислоте молекулы белка в молекуле ДНК соответствует комбинация из трех последовательно расположенных нуклеотидов ДНК — так называемый триплет. Триплеты в молекуле иРНК, кодирующие определенные аминокислоты, называются кодонами.

В состав ДНК входят 4 вида нуклеотидов, которыми теоретически можно закодировать $4^3 = 64$ аминокислоты. Так как белки образованы всего двадцатью аминокислотами, то многие из аминокислот кодируются несколькими триплетами. Из 64 возможных кодовых триплетов генетического кода 61 кодирует аминокислоты. Три кодона УАА, УГА, УАГ не кодируют аминокислоты, а прекращают синтез, определяя окончание молекулы белка. Их называют терминаторами (стоп-кодонами). Один триплет, соответствующий аминокислоте метионину, — инициатор, он обозначает место начала синтеза молекулы белка.

Свойства генетического кода:

Триплетность — каждая аминокислота молекулы белка кодируется тремя последовательно расположенными нуклеотидами ДНК — триплетом.

Однозначность — триплет соответствует только одной аминокислоте.

Выврожденность — некоторые аминокислоты кодируются несколькими триплетами (до шести).

Универсальность — генетический код един для всех живых существ на Земле.

Неперекрываемость — один нуклеотид не может быть в составе двух триплетов.

Прерывистость — между генами расположены «знаки препинания», или терминаторы, — триплеты, обозначающие окончание синтеза молекулы белка.

Синтез белка начинается с *транскрипции*. Транскрипцией называется перенос информации о строении белка из последовательности нуклеотидов гена ДНК в последовательность нуклеотидов иРНК (т. е. синтез иРНК по матрице одной из цепей ДНК). Процесс идет по принципу комплементарности с помощью фермента РНК-полимеразы и начинается с определенного участка ДНК. Синтезированная иРНК поступает в цитоплазму на рибосомы, где и идет синтез белковой молекулы. Собранные в полисомы рибосомы двигаются по иРНК, движение происходит последовательно, по триплетам.

Перенос информации из последовательности нуклеотидов иРНК в последовательность аминокислот белка во время его синтеза на рибосомах называется *трансляцией*. К рибосомам подходят тРНК, соединенные с аминокислотами. В месте контакта рибосомы с иРНК работает фермент, собирающий белок из аминокислот, доставляемых к рибосомам тРНК. При этом происходит сравнение кодона иРНК с антикодоном тРНК: если они комплементарны, фермент (синтетаза) «сшивает» аминокислоты, а рибосома продвигается вперед на один кодон.

Таким образом, трансляция — это перевод последовательности нуклеотидов молекулы иРНК в последовательность аминокислот синтезируемого белка.

Скорость движения рибосом по иРНК составляет приблизительно 5–6 триплетов в секунду, поэтому на синтез белковой молекулы, состоящей из сотен аминокислот, уходит всего несколько минут. Синтез белка требует участия большого числа ферментов и затрат энергии.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Информация о структуре одной молекулы белка содержится в
 - 1) ядрышке
 - 2) гене
 - 3) молекуле тРНК
 - 4) рибосоме
2. Ген — это участок
 - 1) ДНК
 - 2) белка
 - 3) тРНК
 - 4) полисахарида
3. При синтезе белка каждой аминокислоте соответствуют
 - 1) 1 нуклеотид ДНК
 - 2) 2 нуклеотида ДНК
 - 3) 3 нуклеотида ДНК
 - 4) 6 нуклеотидов ДНК
4. Триплетов — сигналов окончания синтеза белка существует
 - 1) 2
 - 2) 3
 - 3) 6
 - 4) 8
5. Триплетов, кодирующих определенные аминокислоты, существует
 - 1) 20
 - 2) 30
 - 3) 61
 - 4) 64
6. Транскрипция — это
 - 1) синтез молекулы иРНК по матрице одной из цепей ДНК
 - 2) перенос информации с иРНК на белок во время его синтеза
 - 3) доставка аминокислот к рибосомам во время синтеза белка
 - 4) процесс сборки белковой молекулы
7. Молекулы иРНК
 - 1) считывают генетическую информацию с ДНК
 - 2) расплетают цепочки ДНК
 - 3) формируют рибосомы
 - 4) катализируют сборку белковых молекул

8. Молекулы рРНК
- 1) считывают генетическую информацию с ДНК
 - 2) доставляют аминокислоты к рибосомам
 - 3) формируют рибосомы
 - 4) катализируют присоединение аминокислот к тРНК
9. Число нуклеотидов иРНК, вмещающихся в функциональный центр рибосомы, равно
- 1) 3
 - 2) 6
 - 3) 9
 - 4) 12
10. Число триплетов иРНК, вмещающихся в функциональный центр рибосомы, равно
- 1) 2
 - 2) 3
 - 3) 6
 - 4) 10
11. В рибосоме в процессе биосинтеза белка образуется белок следующей структуры
- 1) первичной
 - 2) вторичной
 - 3) третичной
 - 4) четвертичной
12. Время, требуемое для синтеза одной молекулы белка (200–300 аминокислот), у эукариот составляет
- 1) менее 1 с
 - 2) несколько секунд
 - 3) 1–2 минуты
 - 4) 10–15 минут
13. ДНК-полимераза катализирует процесс
- 1) синтеза иРНК по матрице одной из цепей ДНК
 - 2) присоединения аминокислот к соответствующим тРНК
 - 3) расплетания нитей ДНК
 - 4) репликации ДНК
14. Кодазы катализируют процесс
- 1) синтеза и РНК по матрице одной из цепей ДНК
 - 2) присоединения аминокислот к соответствующим тРНК
 - 3) расплетания нитей ДНК
 - 4) редупликации ДНК

15. Ферменты

- 1) активны в широком температурном диапазоне
- 2) действуют при любом pH среды
- 3) расходуется в процессе химических реакций
- 4) обладают высокой специфичностью

Выберите три правильных ответа.

16. К пластическому обмену относят реакции

- 1) гликолиза
- 2) цикла Кребса
- 3) цикла Кальвина
- 4) синтеза белка
- 5) полимеризации глюкозы
- 6) гликогенолиза

17. Процесс репликации ДНК основан на принципах

- 1) комплементарности
- 2) прерывистости
- 3) параллельности
- 4) доминанты
- 5) полуконсервативности
- 6) универсальности

18. К свойствам генетического кода относятся

- 1) однозначность
- 2) антипараллельность
- 3) вырожденность
- 4) комплементарность
- 5) полуконсервативность
- 6) неперекрываемость

19. Ферменты необходимы для

- 1) синтеза ДНК
- 2) синтеза РНК
- 3) соединения аминокислот с тРНК
- 4) формирования вторичной структуры белка
- 5) формирования третичной структуры белка
- 6) формирования четвертичной структуры белка

20. К функциям белка не относится

- 1) каталитическая
- 2) структурная
- 3) транспортная
- 4) транспирационная
- 5) теплоизоляционная
- 6) гомеостатическая

21. Установите соответствие между характеристикой РНК и ее видом.

Характеристика РНК	Вид РНК
1) содержит 3–5 тысяч нуклеотидов	А) рРНК
2) составляет около 10% от всей РНК клетки	Б) иРНК

3) составляет менее 1% от всей РНК клетки	В) тРНК
4) существует несколько десятков ее разновидностей	
5) переносит информацию о последовательности аминокислот с ДНК на белок	
6) переносит аминокислоты к рибосомам	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	1	3	2	3	1	1	3	2	1
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	1	3	4	2	4	3,4,5	1,2,5	1,3,6	1,2,3	4,5,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
А	В	Б	В	Б	В

Деление клетки и его значение. Митоз

Основным способом деления клетки является **митоз**. Митоз включает в себя ряд последовательных фаз, в результате которых сначала разделяется ядро, а затем происходит деление цитоплазмы. В результате получаются две абсолютно одинаковые клетки с наборами хромосом, идентичными набору родительской клетки. Последовательность всех процессов, происходящих в клетке с момента ее возникновения в результате митоза до следующего деления или гибели, называется **жизненным циклом клетки**. Часть жизненного цикла клетки от ее возникновения и до начала следующего деления называется **интерфазой**. Именно в интерфазу происходит подготовка клетки к делению. Важнейшим процессом при этом является удвоение ДНК, после которого каждая хромосома состоит из двух идентичных половинок — **хроматид**.

Митоз состоит из четырех фаз: профазы, метафазы, анафазы и телофазы. **Профаза** — первая фаза деления, в которую двуххроматидные хромосомы спирализуются и становятся заметными. Ядрышки и ядерная оболочка распадаются, образуются нити веретена деления. **Метафаза** — фаза скопления хромосом на экваторе клетки; нити ве-

ретена деления идут от полюсов и присоединяются к центромерам хромосом. К каждой хромосоме подходят две нити, идущие от двух полюсов. *Анафаза* — фаза расхождения хромосом, в которой центромеры делятся, а однохроматидные хромосомы растаскиваются нитями веретена к полюсам клетки. Это самая короткая фаза митоза. *Телофаза* — фаза окончания деления, когда происходит деспирализация хромосом, формируется ядрышко, восстанавливается ядерная оболочка, на экваторе закладывается перегородка (в растительных клетках) или возникает перетяжка (в животных клетках), нити веретена исчезают.

В результате митоза из одной диплоидной клетки, имеющей двуххроматидные хромосомы и удвоенное количество ДНК ($2n4c$, где n — число хромосом, c — число хроматид), образуются две дочерние клетки с однохроматидными хромосомами и одинарным количеством ДНК ($2n2c$). Так делятся соматические клетки (клетки тела).

Значение митоза состоит в точной передаче наследственной информации дочерним клеткам, увеличении числа клеток в организме, а также в обеспечении процесса бесполого размножения организмов и регенерации.

Половое и бесполое размножение организмов. Половые клетки. Мейоз. Развитие яйцеклеток и сперматозоидов. Оплодотворение

Древнейшим способом размножения на Земле было **бесполое размножение**. При бесполом размножении одна или несколько клеток тела родительской особи делятся. При этом образуются одна или несколько дочерних особей, во всем схожих с родительской. Бесполое размножение у различных живых организмов может проходить по-разному.

У бактерий перед размножением единственная хромосома удваивается, клетка удлиняется, и между расходящимися к ее полюсам хромосомами образуется перегородка — получаются две клетки.

Многие простейшие и одноклеточные водоросли делятся митозом, образуя две клетки из одной, например амебы, некоторые инфузории, эвглена зеленая, хламидомонада.

Другой способ бесполого размножения — почкование. Почкованием размножаются многие низшие грибы, например дрожжи, и даже

многоклеточные животные, например пресноводная гидра. При почковании дрожжей на клетке образуется утолщение, постепенно превращающееся в полноценную дочернюю клетку дрожжей. На теле гидры несколько клеток начинают делиться, и постепенно на материнской особи вырастает маленькая гидра, которая затем отделяется от материнского организма.

Некоторые животные могут размножаться делением тела на несколько частей, причем из каждой части вырастает полноценный организм, во всем сходный с родительской особью (плоские и кольчатые черви, иглокожие).

Большинство растений способно к бесполому размножению с помощью спор. Споры растений — это гаплоидные клетки, покрытые специальной оболочкой, защищающей их от вредного воздействия окружающей среды: холода, засухи и т. п. Например, у папоротников споры образуются в специальных органах — спорангиях на нижней стороне листьев, а у мхов — в особых коробочках на верхушках женских растений.

И, наконец, еще один способ бесполого размножения — *вегетативное размножение*, особенно часто встречающееся у высших растений. При таком способе размножения целое растение развивается из какого-либо вегетативного органа или даже части органа растения. Так, например, растения могут размножаться стеблем или его частью и видоизменениями: отводками (смородина), черенками (тополь), усами (земляника), клубнями (картофель), корневищами (ирис), луковицами (лук, чеснок, тюльпан). Возможно также вегетативное размножение корнями (малина, слива) и корнеклубнями (георгин). В определенных условиях растение может размножаться и черенком листа (бегония).

Бесполое размножение позволяет быстро увеличивать численность вида в благоприятных условиях. Но при таком способе размножения все потомки имеют абсолютно такой же генотип, как и родительская особь: ведь они развиваются из клеток тела этой особи.

При **половом размножении** каждое следующее поколение возникает в результате слияния двух специализированных клеток — гамет. Гаметы возникают в специальных органах родительских особей, мужской и женской. Сущность полового размножения заключается в слиянии генетической информации родителей, благодаря чему генетическое разнообразие в потомстве увеличивается, а значит, растет и жизнеспособность по сравнению с родительской.

Половые клетки — гаметы — формируются у животных в половых железах: у самцов в семенниках образуются сперматозоиды, а у самок в яичниках — яйцеклетки.

Яйцеклетки неподвижны, обычно достигают крупных размеров и содержат запасы питательных веществ. Диаметр яйцеклетки млекопитающих около 0,1 мм; яйцеклетки рыб (икринки) содержат больше питательных веществ и значительно крупнее. Еще крупнее яйцеклетки у птиц, например, яйцеклетка курицы с питательными веществами (желтком) имеет диаметр около 3 см. Сперматозоиды очень малы и подвижны. У млекопитающих сперматозоид состоит из головки (ее длина около 5–10 мкм), шейки и хвостика (их общая длина примерно 60 мкм). В головке расположено ядро, содержащее гаплоидный набор хромосом. Цитоплазмы в головке очень мало. В шейке находится небольшое число митохондрий, вырабатывающих энергию для движения сперматозоида, и центриоль, обеспечивающая колебания жгутика, лежащего вдоль оси хвостика.

Мужские половые клетки — сперматозоиды — образуются в результате сперматогенеза. Этот процесс идет в три стадии. На стадии размножения в семенниках диплоидные клетки сперматогенной ткани многократно делятся, и в результате образуются $2n$ -сперматоциты. Стадия роста сперматоцитов сопровождается синтезом ДНК и построением второй хроматиды, на стадии созревания сперматоциты делятся мейозом с образованием гаплоидных n -сперматозоидов.

В каждом сперматозоиде (человека и других млекопитающих) хромосомные наборы будут различаться по половым хромосомам: одни будут нести X-, а другие — Y-хромосому.

Женские половые клетки — яйцеклетки — образуются в результате оогенеза. Этот процесс идет в яичниках тоже в три стадии. На стадии размножения в яичниках диплоидные клетки оогенной ткани делятся, в результате образуются $2n$ -ооциты. Далее следуют стадия роста ооцитов, сопровождающегося синтезом ДНК и построением второй хроматиды хромосом, и стадия созревания ооцитов, которые делятся мейозом. В результате из ооцита образуется одна гаплоидная клетка с однохроматидными хромосомами ($1n1c$ -яйцеклетка) и три редукционных, или полярных, тельца. В дальнейшем яйцеклетка участвует в половом процессе, а редукционные тельца отмирают.

Процесс образования мужских и женских гамет называется *гаметогенезом*.

Отличия в строении сперматозоидов и яйцеклеток связаны с их функциями. Яйцеклетки в процессе созревания покрываются оболочками (в некоторых случаях, например, у пресмыкающихся, птиц и млекопитающих, возникает ряд дополнительных оболочек). Функция оболочек — защита яйцеклетки и зародыша от внешних неблагоприятных воздействий.

Функция сперматозоидов заключается в доставке в яйцеклетку генетической информации и стимуляции ее развития. В связи с этим в сперматозоидах происходит значительная перестройка: аппарат Гольджи располагается на переднем конце головки, преобразуясь в кольцевое тельце (акросому), выделяющее ферменты, которые действуют на оболочку яйца. Митохондрии компактно упаковываются вокруг появившегося жгутика, образуя шейку. В сформированном сперматозоиде содержатся также центриоли.

Мейоз — способ деления диплоидных клеток с образованием из одной материнской диплоидной клетки четырех дочерних гаплоидных клеток. Мейоз состоит из двух последовательных делений ядра и короткой интерфазы между ними.

Первое деление состоит из профазы I, метафазы I, анафазы I и телофазы I. В *профазе I* парные хромосомы, каждая из которых состоит из двух хроматид, максимально близко подходят друг к другу (этот процесс называется конъюгацией гомологичных хромосом), перекрещиваются (кроссинговер), образуя мостики (хиазмы), затем обмениваются участками. При кроссинговере осуществляется рекомбинация генов. После кроссинговера хромосомы разъединяются.

В *метафазе I* парные хромосомы располагаются по экватору клетки; к каждой из хромосом прикрепляются нити веретена деления. В *анафазе I* центромеры не делятся, и к полюсам клетки расходятся двуххроматидные хромосомы; при этом число хромосом у каждого полюса становится вдвое меньше, чем в материнской клетке. Затем происходит *телофаза I* — образуются две клетки с гаплоидным числом двуххроматидных хромосом; поэтому первое деление мейоза называют редукционным. После телофазы I следует короткая интерфаза (в некоторых случаях телофаза I и интерфаза отсутствуют). В интерфазе между двумя делениями мейоза удвоения хромосом не происходит, так как каждая хромосома уже состоит из двух хроматид.

Второе деление мейоза отличается от митоза только тем, что его проходят клетки с гаплоидным набором хромосом; во втором делении иногда отсутствует профазы II. В метафазе II двуххроматидные хромосомы располагаются по экватору; процесс идет сразу в двух дочерних клетках. В анафазе II делятся центромеры, и к полюсам отходят уже однохроматидные хромосомы. В телофазе II в четырех дочерних клетках формируются ядра и перегородки (в растительных клетках) или перетяжки (в животных клетках). В результате второго деления мейоза образуются четыре клетки с гаплоидным набором хромосом (1n); второе деление называют эквационным (уравнивательным). Это гаметы у животных и человека или споры у растений.

Значение мейоза состоит в том, что в гаметах создаются гаплоидный набор хромосом и условия для наследственной изменчивости за счет кроссинговера и вероятностного расхождения хромосом.

Оплодотворение — это процесс слияния сперматозоида с яйцеклеткой с последующим слиянием их ядер и образованием диплоидной зиготы. Биологическое значение этого процесса состоит в том, что при слиянии мужских и женских гамет образуется новый организм, несущий признаки обоих родительских организмов. При образовании гамет в мейозе возникают клетки с разным сочетанием хромосом, поэтому после оплодотворения новые организмы сочетают в себе признаки и отца, и матери в различных комбинациях. В результате этого значительно увеличивается наследственное разнообразие организмов.

Развитие зародыша (на примере животных). Постэмбриональное развитие

Эмбриональное развитие — это развитие животного от зиготы до рождения. Первая стадия — *бластула* (гр. *бластос* — *зачаток*): зародыш имеет форму многоклеточного однослойного шара, полого внутри. Все ядра клеток-бластомеров диплоидны с одинаковой генетической информацией. Обычно в бластуле 64 (иногда 128 и более) бластомеров. По величине бластула не превышает зиготу. Полость внутри бластулы — первичная (бластоцель). Вторая стадия — *гаструла* (гр. *гастер* — *желудок*): зародыш двухслойный, у него появляется кишечная полость, первичное ротовое отверстие, два слоя клеток — эктодерма и энтодерма. Затем начинается поздняя гаструла (у всех животных, кроме губок и кишечнополостных). На этой стадии появляется

третий слой клеток — мезодерма, которая закладывается между экто- и энтодермой. Вначале она имеет вид двух карманов, полости которых называются вторичной полостью тела. В зародыше хордовых наступает вслед за этим стадия *нейрулы* — формируется осевой комплекс, состоящий из хорды и нервной пластинки, расположенных параллельно друг другу. Хорда возникает из энтодермы (точнее, из хордомезодермы), а нервная пластинка — из эктодермы.

В дальнейшем идет дифференцировка клеток: из эктодермы образуются покровный эпителий, эмаль зубов, нервная система, органы чувств. Из энтодермы — эпителий кишечника, пищеварительные железы, легкие. Из мезодермы — скелет, мышцы, кровеносная система, выделительные органы, половая система. У всех животных и у человека одни и те же зародышевые листки формируют одни и те же органы и ткани. Это как раз и свидетельствует о том, что зародышевые листки гомологичны и имеют единое происхождение в эволюции.

С момента рождения организма или выхода организма из яйцевых оболочек наступает период постэмбрионального развития.

Постэмбриональное развитие может быть прямым, когда из яйца или организма матери появляется существо, сходное со взрослым (пресмыкающиеся, птицы, млекопитающие), и непрямым, когда образовавшаяся в эмбриональный период личинка устроена проще, чем взрослый организм, и отличается от него способами питания, движения и другими (кишечнополостные, плоские и кольчатые черви, ракообразные, насекомые, земноводные).

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Очередность стадий митоза следующая
 - 1) метафаза, телофаза, профаза, анафаза
 - 2) профаза, метафаза, анафаза, телофаза
 - 3) профаза, метафаза, телофаза, анафаза
 - 4) телофаза, профаза, метафаза, анафаза
2. Хроматидами называются
 - 1) перетяжки в хромосомах, к которым прикрепляются нити веретена деления
 - 2) половинки хромосом, которые расходятся во время митоза

- 3) слившиеся гомологичные хромосомы при мейозе
 - 4) деспирализованные, не видимые в микроскоп хромосомы
3. Центромерами называются
- 1) перетяжки в хромосомах, к которым прикрепляются нити веретена деления
 - 2) половинки хромосом, которые расходятся во время митоза
 - 3) слившиеся гомологичные хромосомы при мейозе
 - 4) деспирализованные, не видимые в микроскоп хромосомы
4. Удвоение хромосом происходит в
- 1) интерфазе
 - 2) профазе
 - 3) метафазе
 - 4) телофазе
5. Самой продолжительной фазой митоза является
- 1) телофаза
 - 2) анафаза
 - 3) метафаза
 - 4) профазе
6. Биологическое значение мейоза заключается в обеспечении
- 1) генетической стабильности
 - 2) регенерации тканей и увеличения числа клеток в организме
 - 3) генетической изменчивости
 - 4) вегетативного размножения
7. В результате мейоза образуются
- 1) клетки печени
 - 2) клетки эпителия
 - 3) гаметы
 - 4) нейроны
8. Редукция числа хромосом происходит во время
- 1) митоза
 - 2) мейоза
 - 3) интерфазы
 - 4) амитоза
9. К половому размножению относится
- 1) почкование
 - 2) фрагментация
 - 3) партеногенез
 - 4) простое деление
10. При образовании гамет у человека редукционное деление происходит на стадии
- 1) размножения
 - 2) роста
 - 3) созревания
 - 4) формирования

11. Общим для яйцеклетки и сперматозоида млекопитающих является
- 1) диплоидный набор хромосом
 - 2) гаплоидный набор хромосом
 - 3) подвижность
 - 4) большой запас питательных веществ в цитоплазме
12. Восстановление диплоидного набора хромосом в зиготе происходит в процессе
- 1) мейоза
 - 2) оплодотворения
 - 3) митоза
 - 4) дробления
13. Самой ранней стадией развития зародыша является
- 1) морула
 - 2) нейрула
 - 3) бластула
 - 4) гастрюла
14. Первичный рот зародыша образуется на стадии
- 1) морулы
 - 2) бластулы
 - 3) гастрюлы
 - 4) нейрулы
15. Мезодерма не закладывается у
- 1) хордовых
 - 2) членистоногих
 - 3) моллюсков
 - 4) кишечнополостных

Выберите три правильных ответа.

16. В профазе митоза в клетках животных происходит
- 1) конъюгация гомологичных хромосом
 - 2) расхождение центриолей
 - 3) кроссинговер
 - 4) разрушение ядерной оболочки
 - 5) формирование веретена деления
 - 6) расхождение гомологичных хромосом
17. В телофазе митоза происходит
- 1) деспирализация хромосом
 - 2) цитокинез

- 3) формирование ядерной оболочки
 - 4) деление клеточных органоидов
 - 5) синтез органических веществ
 - 6) расхождение центриолей к полюсам клетки
- 18.** Спорами могут размножаться
- 1) бациллы
 - 2) грибы
 - 3) кишечнополостные
 - 4) растительные жгутиконосцы
 - 5) водоросли
 - 6) папоротники
- 19.** Яйцеклетки хордовых
- 1) после созревания проходят стадию формирования
 - 2) по размеру уступают сперматозоидам
 - 3) неподвижны
 - 4) лишены большей части органоидов
 - 5) в процессе созревания покрываются защитными оболочками
 - 6) содержат большой запас питательных веществ
- 20.** Прямой путь постэмбрионального развития характерен для
- 1) насекомых
 - 2) двухстворчатых моллюсков
 - 3) амфибий
 - 4) рептилий
 - 5) птиц
 - 6) млекопитающих
- 21. Установите соответствие между органами живого организма и их происхождением.**

Органы	Происхождение
1) легкие	А) энтодермальное
2) пищеварительные железы	Б) мезодермальное
3) органы чувств	В) эктодермальное
4) кости	
5) кровеносные сосуды	
6) мышцы	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	2	1	1	4	3	3	2	3	3
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	2	1	3	4	2,4,5	1,2,3	2,5,6	3,5,6	4,5,6

Задание 21

1	2	3	4	5	6
A	A	B	B	B	B

Генетика

Задачи генетики. Гибридологический метод Г. Менделя.

Моногибридное скрещивание. Доминантные и рецессивные признаки. Аллельные гены.

Фенотип и генотип. Гомозигота и гетерозигота.

Наследование при неполном доминировании

Генетика изучает закономерности наследственной изменчивости и материальные основы наследственности. Основателем генетики был Г. Мендель, который разработал гибридологический метод. О результатах своей работы он сообщил в 1865 г., но признание новый метод изучения наследственности получил гораздо позднее — в 1900 г., когда Гуго де Фриз, К. Корренс и Е. Чермак независимо друг от друга заново воспроизвели основные закономерности, описанные Г. Менделем. Особенности метода Менделя состояли в следующем.

1. Для скрещивания Мендель брал растения, которые отличались по нескольким парам контрастных (альтернативных) признаков (например, цветки у одного растения были белые, у другого — пурпурные; цвет семян у одного растения был желтый, у другого — зеленый). В каждом поколении Мендель вел учет отдельно по каждой паре альтернативных признаков, независимо от других пар признаков.
2. Мендель вел количественный учет гибридных растений, которые различались по отдельным признакам в ряду поколений.

3. Ученый применил индивидуальный анализ потомства от каждого растения в ряду поколений. Кроме того, очень удачным оказался выбор объекта исследования — гороха (*Pisum sativum*). Горох — самоопыляющееся растение, то есть цветки гороха защищены от попадания посторонней пыльцы; горох имеет несколько пар хорошо выраженных альтернативных признаков (всего Мендель изучил наследование у гороха семи пар признаков).

Мендель начал свои исследования с моногибридного скрещивания, при котором родительские формы растений отличались только по одной паре альтернативных признаков (например, у материнского растения семядоли были желтого цвета, а у отцовского — зеленого). Перед скрещиванием таких форм необходимо было убедиться в том, что избранные признаки являются постоянными (константными) в ряду поколений, то есть при самоопылении такой признак стойко наследуется. Родительские формы, взятые для скрещивания, обозначают буквой Р (первая буква латинского слова родители — *parenta*), а первое гибридное поколение — буквой F₁ (первая буква латинского слова дети — *fili*). От скрещивания растений, отличавшихся по цвету семядолей (желтые и зеленые), Мендель в F₁ получил гибриды с семенами только желтой окраски. Таким образом, в F₁ из пары альтернативных признаков развился только один; второй признак (зеленый цвет семядолей) не проявился. Такое явление преобладания у гибридов F₁ признака одного из родителей Г. Мендель назвал доминированием, а проявившийся признак — доминантным (преобладающим); противоположный признак был назван рецессивным (подавленным).

Позднее явление доминирования было названо **1-м законом Менделя**, или правилом единообразия гибридов первого поколения, так как все особи в F₁ имеют одинаковое проявление признака.

Если гибриду F₁ предоставить возможность для самоопыления, то в F₂ появляются растения с признаками обеих родительских форм, причем эти признаки распределяются в строгом количественном соотношении: отношение числа растений с доминантным признаком (в нашем примере — с желтым цветом семян) к числу растений с рецессивным признаком (зеленым цветом семян) окажется равным 3:1. Таким образом, рецессивный признак у гибрида F₁ не исчез, а был только подавлен и проявился в F₂. При дальнейшем самоопылении растения с рецессивным признаком, составляющие 1/4 часть от всех растений F₂, в последующих поколениях будут давать такие же растения. А среди 3/4 рас-

тений F_2 с доминантным признаком $2/4$ окажутся гибридными (при самоопылении они дадут в F_3 расщепление в отношении $3:1$), а $1/4$ часть останется константной, то есть во всех последующих поколениях будет иметь место доминантный признак. Таким образом, потомки гибридов F_1 по данному наследственному признаку расщепляются в отношении $1:2:1$. Для того чтобы сделать такой вывод, Мендель проанализировал наследование данного признака у очень большого числа растений гороха. В F_2 им было получено 8023 семени, из которых 6022 оказались желтого, а 2001 — зеленого цвета, то есть отношение было очень близким к рассчитанному теоретически. Мендель подчеркивал, что эти отношения отражают лишь средние величины, то есть имеют статистический характер. При малом числе растений такие отношения могут не соблюдаться из-за случайных причин.

Гуго де Фриз в 1900 г. предложил назвать явление расщепления признаков в F_2 в отношении $3:1$ законом расщепления; позднее он был назван **2-м законом Менделя**.

Из результатов опытов Г. Менделя следует, что в F_2 надо различать расщепление по внешнему проявлению признака в отношении $3:1$ и расщепление по наследственным «задаткам» в отношении $1:2:1$. Первый вид расщепления — это расщепление по фенотипу, а второй — по генотипу. Эти термины были введены в 1903 г. В. Иогансеном. *Фенотипом* называют совокупность всех признаков организма (как внешних, так и внутренних), а *генотипом* — совокупность всех генов организма. Это целостная система взаимодействующих генов, которая возникла в процессе эволюции вида. Половые клетки (гаметы) несут в себе не сами признаки и свойства организма, а только их задатки — гены, которые представляют собой участки молекулы ДНК. Каждый ген определяет лишь возможность развития того или иного признака. У организмов одного вида каждый ген расположен в одном и том же месте строго определенной хромосомы — локусе гена. В гаплоидном наборе хромосом есть только один ген, отвечающий за развитие данного признака, а в диплоидном наборе имеются две гомологичные хромосомы, а значит, и два гена, определяющие развитие данного признака. Такие гены называют аллельными (*гр. аллелон — взаимно*). Это понятие также было введено В. Иогансеном, и с тех пор стали использовать термины «доминантный» и «рецессивный» аллель, обозначающие альтернативные состояния одного и того же гена. Доминантный аллель принято обозначать заглавной

буквой латинского алфавита (например, А), а рецессивный — строчной буквой (а). В этом случае генотип доминантной формы обозначается как АА, а рецессивной формы — как аа; гибрид F_1 — как Аа. Потомки гибридов F_1 дадут расщепление в F_2 в отношении: 1АА:2Аа:1аа. Константные формы АА и аа называют гомозиготными, так как они не дают расщепления в последующих поколениях, а формы Аа, дающие расщепление, — гетерозиготными.

Для объяснения явления расщепления была сформулирована гипотеза «чистоты гамет». Мендель писал, что гаметы несут в себе наследственные факторы (по современным представлениям, гены), которые определяют развитие признака. Каждая особь содержит два фактора, определяющих развитие одного признака: один из них был получен от отца, а другой — от матери. Гаметы имеют по одному такому фактору из каждой пары, то есть они «чисты». В настоящее время эта гипотеза формулируется так: при образовании гамет в каждую из них попадает только один ген из аллельной пары.

Современная формулировка 1-го и 2-го законов Менделя выглядит таким образом: при скрещивании двух гомозиготных организмов, отличающихся друг от друга по одной паре альтернативных признаков, все первое поколение гибридов окажется единообразным и будет нести признаки одного из родителей (1-й закон). При скрещивании двух гибридов F_1 в F_2 наблюдается расщепление по фенотипу в отношении 3:1, а по генотипу — в отношении 1:2:1 (2-й закон). Закон доминирования нельзя считать всеобщим, так как во многих случаях в природе наблюдается неполное доминирование. При неполном доминировании гибрид F_1 не воспроизводит полностью ни одного из родительских признаков, то есть выраженность признака оказывается промежуточной между доминантным и рецессивным признаками. Так, например, у гибридов ночной красавицы (*Mirabilis jalapa*), полученных при скрещивании растений с красными и белыми цветками, окраска цветка оказывается розовой (генотип Аа). В результате самоопыления в F_2 получается расщепление по фенотипу в отношении 1:2:1, а не 3:1, как это было бы при полном доминировании. Таким образом, в данном случае в F_2 расщепление по фенотипу совпадает с расщеплением по генотипу. Гибридность при неполном доминировании является источником изменчивости. Неполное доминирование имеется у растения львиный зев (окраска лепестков цветка), у кур (окраска оперения), у крупного рогатого скота (окраска шерсти) и др.

Дигибридное скрещивание. Статистический характер расщепления. Цитологические основы расщепления

Организмы отличаются друг от друга по многим парам альтернативных признаков. Поэтому на следующем этапе исследований Г. Мендель проанализировал наследование у гороха двух, трех и более пар признаков. Гибриды, которые получают от скрещивания организмов, отличающихся двумя парами альтернативных признаков, называют дигибридами, тремя парами — тригибридами и т. д.

Для дигибридного скрещивания Мендель использовал гомозиготные растения гороха, которые отличались по цвету и типу поверхности семян: материнское растение имело желтые и гладкие семена; оба признака были доминантными. Отцовское растение имело зеленые и морщинистые семена; оба признака были рецессивными. Если обозначить доминантный и рецессивный аллели, определяющие цвет семени, соответственно, буквами А и а, а аллели, определяющие тип поверхности семени, буквами В и b, то генотипы гомозиготных родительских форм будут выглядеть следующим образом: материнское растение ААВВ и отцовское растение ааbb. В первом случае гаметы будут нести в себе аллели А и В (AB), во втором — а и b (ab). Слияние двух таких гамет приведет к появлению дигибридной зиготы АаВb. По фенотипу такие растения при полном доминировании будут обладать двумя доминантными признаками: их семена будут желтыми и гладкими. Для того чтобы выяснить, сколько сортов гамет образует такой дигибрид, Мендель провел анализирующее скрещивание: он скрестил гибридные растения F₁ с растениями, гомозиготными по двум рецессивным признакам (то есть имеющими зеленые и морщинистые семена; генотип ааbb). В потомстве было получено 4 класса семян в отношении, близком к 1:1:1:1:55, желтых гладких (АаВb); 51 зеленых гладких (ааВb); 49 желтых морщинистых (Ааbb) и 53 зеленых морщинистых (ааbb). Таким образом, Мендель показал, что дигибрид образует 4 сорта гамет в равном отношении и является гетерозиготным по обоим аллельным парам.

Для проведения анализа расщепления по генотипу необходимо скрестить особи всех 16 генотипов, которые получатся при сочетании четырех сортов женских и мужских гамет, с рецессивной гомозиготой (ааbb), то есть провести анализирующее скрещивание. Такой анализ показывает, что в результате получается 9 классов расщепления по

генотипу в отношении 1:2:2:4:1:2:1:2:1. Аналогичный результат получается и при анализе с помощью решетки Пеннета.

При моногибридном скрещивании число классов по фенотипу равно 2 (в отношении 3:1), а по генотипу — 3 (в отношении 1:2:1). При дигибридном скрещивании эти значения составили, соответственно, 4 и 9, то есть в случае двух генов, определяющих два независимых признака, число классов по фенотипу соответствует 2^2 , а по генотипу — 3^2 .

На основании одновременного анализа наследования нескольких пар альтернативных признаков Г. Мендель установил закономерность независимого распределения генов («факторов», по Менделю). Эта закономерность известна как **3-й закон Менделя**: при скрещивании двух гомозиготных особей, отличающихся по нескольким альтернативным признакам, гены и соответствующие признаки наследуются независимо друг от друга. Третий закон Менделя применим только к наследованию генов, находящихся в негомологичных хромосомах.

Установить основные закономерности наследования Мендель сумел благодаря применению статистического метода в генетическом анализе. Согласно закону «чистоты» гамет отношения, возникающие при расщеплении признаков, представляют собой результат случайного сочетания гамет, несущих разные гены. При одинаковом числе гамет и их одинаковой жизнеспособности с равной вероятностью возможна встреча гамет, несущей доминантный аллель А, с такой же гаметой или с гаметой, несущей рецессивный аллель а. Встреча двух гамет — случайное событие, но при большом числе таких событий выявляется определенная закономерность, которую и наблюдал Мендель. Отсюда следует, что важным условием выявления закономерностей расщепления является размер выборки данных, которая оценивается в опыте. Само явление расщепления — это биологическое явление, но проявление его носит статистический характер.

К началу XX в., когда были заново открыты законы Менделя, в цитологии накопилось уже много сведений о развитии гамет и возникла гипотеза о связи генов с хромосомами. Цитологические основы дигибридного скрещивания опираются на следующие факты. В настоящее время известно, что при образовании гамет (гаметогенезе) в профазе I мейоза происходит конъюгация гомологичных хромосом; в анафазе I число хромосом, находящихся у каждого из полюсов клет-

ки, уменьшается вдвое. Известно также, что при расхождении к разным полюсам каждая пара хромосом ведет себя независимо от других пар. При слиянии двух гамет в зиготе восстанавливается диплоидный набор хромосом ($2n$). При образовании гамет у дигетерозиготной особи ($AaBb$) пары аллельных генов находятся в разных парах гомологичных хромосом, и в результате образуется 4 типа гамет: AB , Ab , aB , ab . Эти 4 типа гамет возникают вследствие случайного и независимого расхождения двух пар гомологичных хромосом к полюсам клетки в анафазу I мейоза. Из этого следует, что аллель A с одинаковой вероятностью может попасть в гамету с аллелем B или с аллелем b . То же самое справедливо и для аллеля a .

Сцепленное наследование. Нарушение сцепления. Перекрест хромосом

В каждой хромосоме находится несколько тысяч генов. В связи с этим возникает вопрос о том, как будут наследоваться признаки, гены которых находятся в одной хромосоме. В 1906 г. В. Бэтсон и Р. Пеннет проводили опыты по скрещиванию двух различных рас душистого горошка, которые различались по двум парам признаков (по форме пыльца и по окраске цветка). Ученые ожидали получить в F_2 расщепление признаков в отношении $9:3:3:1$, однако этого не случилось: признаки не дали независимого наследования, они оставались в исходной комбинации, которая была у родительских форм. Это явление сначала было названо «притяжением», а позднее в работах американского генетика Томаса Гента Моргана и его сотрудников получило название «сцепления генов». Благодаря работам Т. Моргана и было достигнуто понимание этого явления. Морган установил, что материальной основой сцепления является хромосома. Все гены, находящиеся в одной хромосоме, связаны между собой («сцеплены») и образуют «группы сцепления». Сцепленные гены располагаются в линейном порядке и наследуются вместе. Число групп сцепления равно числу пар хромосом, то есть гаплоидному набору хромосом (у гомогаметных особей).

Закон сцепления (закон Моргана) может быть сформулирован так: гены, находящиеся в одной хромосоме, образуют группу сцепления и наследуются вместе по схеме моногибридного скрещивания. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.

Разобрать это явление можно на следующем примере: если два гена полностью сцеплены, то дигибрид будет давать только два сорта гамет — АВ и аb в отношении 1:1. Если же гены наследуются независимо (не сцепленно), то дигетерозигота дает 4 сорта гамет: АВ, Ab, аВ, ab в равном соотношении. Проверить этот факт можно путем анализирующего скрещивания (то есть скрещивания с гомозиготной рецессивной формой): расщепление в анализирующем скрещивании покажет исследователю, сцеплены гены или же наследуются независимо. В случае если дигибрид образует только два сорта гамет (то есть гены сцеплены), в результате анализирующего скрещивания будет получено лишь две группы особей в отношении 1:1. Половина потомства будет иметь доминантные признаки, а вторая половина — рецессивные, то есть перекомбинации признаков наблюдаться не будет. При независимом наследовании анализирующее скрещивание даст 4 группы особей в равном соотношении с перекомбинацией исходных признаков.

Дальнейшие опыты Т. Моргана выявили, что сцепление не всегда бывает абсолютным. В экспериментах с плодовой мушкой дрозофилой Морган показал, что полное сцепление наблюдается только в 83% случаев (41,5% потомства имели серое тело и длинные крылья и 41,5% — черное тело и короткие крылья, то есть признаки родительских форм). В 17% случаев наблюдалась перекомбинация признаков: 8,5% потомства имело серое тело и короткие крылья и 8,5% — черное тело и длинные крылья. Причиной нарушения сцепления генов стал **кроссинговер** — перекрест хромосом, который происходит в профазе I мейоза. Было доказано, что чем дальше друг от друга расположены гены в хромосоме, тем выше вероятность перекреста и тем больше образуется гамет с перекомбинацией генов. Таким образом, частота кроссинговера между генами пропорциональна расстоянию между ними. В результате кроссинговера увеличивается комбинативная изменчивость, которая дает материал для естественного отбора. В этом и состоит биологическое значение кроссинговера.

С учетом процента кроссинговера составляются генетические карты хромосом. На таких картах нанесено относительное расстояние между генами, которое измеряется в морганидах. Одна морганида равна 1% кроссинговера.

Генотип как целостная исторически сложившаяся система. Генетика пола.

Хромосомная теория наследственности

Генотип — это не простая совокупность всех генов организма, а сложная целостная система взаимодействующих генов, которая возникла в процессе эволюции вида. Ген — это участок молекулы ДНК (или РНК у вирусов и фагов). Ген располагается в определенном участке хромосомы — локусе — и включает в себя от нескольких сотен до 1500 нуклеотидов. Каждый ген «отвечает» за синтез определенного белка. Гены контролируют образование белков, ферментов и, как следствие этого, определяют все признаки организма. Таким образом, в молекуле ДНК «записана» информация о химической структуре всех молекул белка. Ген обладает высокой устойчивостью; это определяет относительное постоянство вида. С другой стороны, ген способен к наследственным изменениям — мутациям; эта способность гена лежит в основе изменчивости организма и создает базу для естественного отбора. Все эти свойства генов характерны для всех живых существ на всех этапах эволюции.

Развитие признака, как правило, управляется несколькими генами, между которыми возникает определенное взаимодействие. Примером взаимодействия аллельных генов является неполное доминирование, при котором доминантный ген не полностью подавляет действие рецессивного гена; в результате развивается промежуточный признак. Но взаимодействуют и неаллельные гены, в результате чего при скрещивании появляются новые признаки. Различают следующие основные виды взаимодействия неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия.

Комплементарные (то есть «дополняющие») гены при совместном действии обуславливают развитие нового признака, которого не было ни у одного из родителей. Так, например, при скрещивании двух растений душистого горошка с белыми цветками, имеющих генотипы $AAbb$ и $aaBB$, в F_1 были получены растения с пурпурными цветками, генотип которых был $AaBb$. Появление нового признака у гибрида первого поколения объясняется тем, что в его генотипе имеются доминантные аллели обоих генов.

Эпистаз по своему проявлению противоположен комплементарности: при эпистазе аллель одного гена подавляет действие аллелей

других генов. Например, у кур есть ген, доминантный аллель которого (C) определяет окрашенность пера, а рецессивный аллель (c) — отсутствие окраски. Другой ген в доминантном состоянии (I) подавляет действие гена C, а в рецессивном состоянии (i) не мешает проявлению действия гена C. Вследствие этого у кур с генотипом CCII окраска пера не проявляется, а с генотипами CCii или Ccii — проявляется.

Гены определяют не только качественные, но и количественные признаки (вес животных, жирность молока, яйценоскость у кур и т. д.). Было доказано, что проявление таких признаков связано с взаимодействием многих доминантных генов, влияющих на один и тот же признак. Гены такого типа называли *полимерными*. При накоплении доминантных полимерных генов их действие суммируется. Например, окраска зерен пшеницы может изменяться от бледно-красной до темно-красной, а может и отсутствовать (белые зерна). Генотип растений с неокрашенными зернами был $a_1a_1a_2a_2a_3a_3$; генотип растений с темно-красными зернами — $A_1A_1A_2A_2A_3A_3$. Генотипы растений с промежуточными типами окраски занимали промежуточные положения (например, $A_1a_1A_2a_2A_3a_3$).

Изучение взаимодействия и множественного действия генов подтверждает тот факт, что генотип представляет собой целостную исторически сложившуюся систему взаимодействующих генов.

В организме нет ненаследственных признаков. Тот или иной пол организма — это тоже наследственный признак. У животных, как правило, пол определяется в момент оплодотворения (исключением является, например, партеногенетическое размножение). Главную роль в определении пола играет хромосомный набор зиготы. У самцов и самок одного вида хромосомные наборы отличаются по одной паре хромосом — по половым хромосомам (X или Y). По остальным парам хромосом отличий нет — это аутосомы (A). Пол, имеющий одинаковые половые хромосомы (XX), образует один тип гамет (все гаметы будут иметь X-хромосому). Такой пол называют гомогаметным. Пол, имеющий разные половые хромосомы (XY), образует в равном соотношении два типа гамет (с X- и Y-хромосомами). Это гетерогаметный пол. У человека и других млекопитающих гомогаметный пол — женский, а гетерогаметный — мужской. Но могут быть и другие варианты: например, у некоторых бабочек, а также у птиц и пресмыкающихся гетерогаметен женский пол.

У человека 23 пары хромосом: 22 пары аутосом и одна пара половых хромосом. Хромосомный набор мужчины — $44A + XY$; хромосомный набор женщины — $44A + XX$. В процессе гаметогенеза в результате мейоза образуются гаметы с гаплоидным набором хромосом. У женщины все яйцеклетки будут иметь $22A + X$ -хромосому. У мужчины 50% сперматозоидов будут иметь $22A + X$ -хромосому, а 50% — $22A + Y$ -хромосому. Очевидно, что при оплодотворении яйцеклетка с одинаковой вероятностью может быть оплодотворена сперматозоидом первого или второго типа, в результате чего соотношение полов должно быть примерно одинаковым (1:1). Мужчина X -хромосому получает от матери, а Y -хромосому — от отца; следовательно, решающую роль в определении пола играет именно Y -хромосома.

В половых хромосомах имеются гены, которые определяют признаки, не имеющие отношения к половым. Так, например, X -хромосома у человека содержит ген H , определяющий свертываемость крови. Его рецессивный аллель h определяет наследование гемофилии — заболевания, при котором кровь не может свертываться. При кариотипе $X^H X^h$ болезнь не проявится, а при кариотипе $X^h Y$ — проявится фенотипически, так как Y -хромосома не гомологична X -хромосоме и не содержит соответствующего доминантного аллеля.

Основателем **хромосомной теории наследственности** считается Т.Г. Морган. При сопоставлении закономерностей наследования признаков и поведения хромосом в мейозе и митозе Морган сформулировал следующие основные положения:

1. Носителями наследственности являются гены, находящиеся в хромосомах.
2. Каждый ген имеет в хромосоме строго определенное место (локус гена).
3. Каждая хромосома содержит десятки тысяч генов, которые расположены в ней линейно.
4. Гены в одной хромосоме называются сцепленными и образуют группу сцепления. Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.
5. Гены в одной хромосоме наследуются совместно.
6. Перекомбинация признаков происходит за счет независимого расхождения хромосом в мейозе и обмена между участками гомологичных хромосом (кроссинговера).

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Аллельными называются гены
 - 1) расположенные рядом в одной хромосоме
 - 2) определяющие возможность развития одного признака
 - 3) обуславливающие появление только рецессивных признаков
 - 4) обуславливающие появление только доминантных признаков
2. Фенотип — это
 - 1) способность одного гена контролировать несколько признаков
 - 2) совокупность внешних и внутренних признаков организма
 - 3) совокупность всех генов организма
 - 4) способность множества генов контролировать один признак
3. Генотип — это
 - 1) совокупность всех генов организма
 - 2) совокупность всех генов популяции
 - 3) гаплоидный набор хромосом
 - 4) совокупность всех генов и признаков организма
4. Г. Мендель на начальном этапе эксперимента использовал в качестве родительских растений гороха
 - 1) чистые линии
 - 2) гетерозиготные особи
 - 3) особи, гомозиготные по рецессивному гену
 - 4) одну гетерозиготную и одну гомозиготную по рецессивному гену особи
5. Сколько типов гамет образуют гетерозиготные особи?
 - 1) один
 - 2) два
 - 3) четыре
 - 4) восемь
6. Сцепленными называются гены, находящиеся в
 - 1) одной хромосоме
 - 2) гомологичных хромосомах
 - 3) негомологичных хромосомах
 - 4) только в X-хромосомах

7. Причиной нарушения закона сцепленного наследования является
- 1) независимое расхождение гомологичных хромосом в I делении мейоза
 - 2) независимое расхождение хроматид во II делении мейоза
 - 3) перекрест хромосом во время мейоза
 - 4) все перечисленные процессы
8. Частота кроссинговера между двумя генами определяется
- 1) доминантностью одного из генов
 - 2) доминантностью обоих генов
 - 3) рецессивностью обоих генов
 - 4) расстоянием между генами
9. Носителями гена, определяющего развитие гемофилии, являются:
- 1) чаще мужчины, чем женщины
 - 2) чаще женщины, чем мужчины
 - 3) только мужчины
 - 4) только женщины
10. При менделевском моногибридном скрещивании доля особей с одним рецессивным геном во втором поколении составит
- | | |
|--------|---------|
| 1) 25% | 3) 75% |
| 2) 50% | 4) 100% |
11. При промежуточном характере наследования число возможных фенотипов во втором поколении равно
- | | |
|------|------|
| 1) 1 | 3) 3 |
| 2) 2 | 4) 4 |
12. При менделевском дигибридном скрещивании число классов по фенотипу во втором поколении равно
- | | |
|------|-------|
| 1) 3 | 3) 9 |
| 2) 4 | 4) 16 |
13. Для выявления гетерозиготности гибридной особи нужно скрестить ее с
- 1) носителем доминантного аллеля
 - 2) носителем рецессивного аллеля
 - 3) гомозиготой по рецессивному аллелю
 - 4) гомозиготой по доминантному аллелю

14. Закон независимого расщепления Г. Менделя выполняется только в том случае, если
- 1) аллели разных генов находятся в одних и тех же хромосомах
 - 2) аллели разных генов находятся в разных хромосомах
 - 3) аллели рецессивны
 - 4) аллели доминантны
15. Т. Морган является автором закона
- 1) независимого расщепления
 - 2) чистоты гамет
 - 3) единообразия гибридов первого поколения
 - 4) сцепления генов

Выберите три правильных ответа.

16. К особенностям гибридологического метода Г. Менделя можно отнести
- 1) использование особей, различающихся небольшим количеством признаков
 - 2) изучение альтернативных признаков
 - 3) использование только самоопыляющихся растений
 - 4) использование генетических карт
 - 5) массовый отбор
 - 6) точный количественный учет
17. Гомозиготными организмами называются такие, которые
- 1) при скрещивании с себе подобными не дают расщепления
 - 2) при скрещивании с себе подобными дают расщепление
 - 3) несут разные аллели одного и того же гена
 - 4) образуют только один сорт гамет
 - 5) образуют несколько сортов гамет
 - 6) несут в себе либо только доминантный, либо только рецессивный ген
18. Гомологичные хромосомы
- 1) одинаковы по размеру и форме
 - 2) конъюгируют в профазе I мейоза
 - 3) расходятся к полюсам клетки в анафазе I мейоза
 - 4) расходятся к полюсам клетки в анафазе II мейоза
 - 5) располагаются в экваториальной плоскости клетки в метафазе II мейоза
 - 6) имеют одинаковое происхождение

19. К положениям хромосомной теории наследственности Т. Моргана относятся следующие

- 1) носителями наследственности являются гены, находящиеся в хромосомах
- 2) при образовании половых клеток в каждую из них попадает только один ген из пары
- 3) каждый ген имеет определенное место, или локус, в хромосоме
- 4) мутации возникают за счет изменения фенотипов
- 5) гены расположены в хромосомах в определенной линейной последовательности
- 6) между генами, как аллельными, так и неаллельными, осуществляются разные формы взаимодействия

20. Формами взаимодействия неаллельных генов являются

- 1) кодоминирование
- 2) комплементарность
- 3) эпистаз
- 4) полимерия
- 5) сверхдоминирование
- 6) неполное доминирование

21. Установите соответствие между содержанием первого и второго столбцов, где

А — доминантный признак желтой окраски семени

а — рецессивный признак зеленой окраски семени

В — доминантный признак гладкой поверхности семени

в — рецессивный признак морщинистой поверхности семени

1) $aaBv$	А) желтые гладкие семена
2) $AaBv$	Б) зеленые гладкие семена
3) $AAvv$	В) желтые морщинистые семена
4) $AaBB$	
5) $aaBB$	
6) $AAVv$	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	2	1	1	3	1	3	4	4	2
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	3	2	3	2	4	1,2,6	1,4,6	1,2,3	1,3,5	2,3,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	А	В	А	Б	А

Роль генотипа и условий внешней среды в формировании фенотипа.

Модификационная изменчивость.

Норма реакции. Статистические закономерности модификационной изменчивости

Изменчивостью называется общее свойство живых существ приобретать различия между особями одного вида. Действительно, сравнивая два растения или два животных, относящихся к одному виду, нельзя не заметить, что они обязательно отличаются друг от друга: по окраске, по размерам тела и т. п. Изменчивости подвержены все признаки организма. Например, растения водного лютика имеют различную форму листьев в зависимости от того, находятся листья под водой или на воздухе. У всех водных лютиков в воде развиваются тонкие листья, а на воздухе — изрезанные. Все растения белокочанной капусты при выращивании в жарком климате не образуют кочанов. У всех людей под действием солнечных лучей в коже образуется темный пигмент — меланин, и таким образом возникает загар. Следовательно, все особи одного вида сходно изменяются под действием определенного фактора внешней среды. Сходные изменения всех особей потомства популяции какого-либо вида в сходных условиях существования относят к модификационной (групповой, определенной) изменчивости.

Модификационная изменчивость не затрагивает гены организма и не передается из поколения в поколение. Модификации наблюдаются

только на протяжении жизни организма, находящегося в определенных условиях.

Модификационная изменчивость признака может быть очень велика, но она всегда контролируется генотипом организма. Так, например, усиленным кормлением и хорошим уходом можно увеличить настриг шерсти с одной овцы до 40 кг, однако никакими усилиями этот показатель нельзя увеличить до 200 кг.

Границы модификационной изменчивости, контролируемые генотипом организма, называют *нормой реакции*. Одни признаки (например, молочность скота) обладают широкой нормой реакции, другие (например, цвет шерсти) — узкой нормой реакции.

Таким образом, можно сказать, что наследуется не сам признак, а способность организма (определяемая его генотипом) продемонстрировать признак в большей или меньшей степени в зависимости от условий существования.

Модификационная изменчивость характеризуется следующими основными свойствами:

1. Ненаследуемостью.
2. Групповым характером изменений.
3. Четкой зависимостью направленности изменений от определенного воздействия внешней среды.
4. Нормой реакции — то есть границы этого вида изменчивости определяются генотипом организма.

К статистическим закономерностям модификационной изменчивости относятся вариационный ряд изменчивости признака и вариационная кривая. Вариационный ряд представляет ряд вариантов (то есть значений признака), расположенных в порядке нарастания или убывания. Например, если собрать листья с одного дерева и расположить их по мере увеличения длины листовой пластинки, то получится вариационный ряд изменчивости данного признака. Вариационная кривая — это графическое изображение зависимости между размахом изменчивости признака и частотой встречаемости отдельных вариантов данного признака. Наиболее типичный показатель признака — это его средняя величина, то есть среднее арифметическое вариационного ряда.

Мутации и их причины. Закон гомологических рядов наследственной изменчивости Н.И. Вавилова. Экспериментальное получение мутаций

К *наследственной изменчивости* относят такие изменения признаков живых существ, которые связаны с изменениями в генотипе (то есть мутациями) и передаются из поколения в поколение. Иногда эти изменения хорошо заметны фенотипически, например, отсутствие пигментов в коже и волосах — альбинизм. Но чаще мутации бывают рецессивными и в фенотипе проявляются только в том случае, когда они присутствуют в гомозиготном состоянии.

Передача генетического материала от родителей потомству должна происходить очень точно, иначе виды сохраниться не могут. Однако иногда происходят количественные или качественные изменения в ДНК, и дочерние клетки получают искаженный по сравнению с родительскими набор генов. Такие ошибки в наследственном материале передаются следующему поколению и называются **мутациями** (лат. *mutatio* — *перемена*). Организм, получивший в результате мутации новые свойства, называют мутантом. Мутационная теория была разработана в начале XX века голландским ботаником Гуго де Фризом.

Мутации имеют ряд свойств:

1. Мутации возникают внезапно, и мутировать может любая часть генотипа.
2. Мутации чаще бывают рецессивными и реже — доминантными.
3. Мутации могут быть вредными (большинство мутаций), нейтральными и полезными (очень редко) для организма.
4. Мутации передаются из поколения в поколение.
5. Мутации представляют собой стойкие изменения наследственного материала.
6. Мутации — это качественные изменения, которые, как правило, не образуют непрерывного ряда вокруг средней величины признака.
7. Мутации могут повторяться.

Мутации могут происходить под влиянием как внешних, так и внутренних воздействий. Различают мутации генеративные (они возникают в гаметях) и соматические (они возникают в соматических

клетках и затрагивают лишь часть тела); такие мутации будут передаваться следующим поколениям только при вегетативном размножении.

По характеру изменений в генотипе мутации подразделяются на несколько видов. *Точечные*, или генные, мутации представляют собой изменения в отдельных генах. Это может произойти при замене, выпадении или вставке одного или нескольких нуклеотидов в молекуле ДНК.

Хромосомные мутации представляют собой изменения частей хромосом или целых хромосом. Такие мутации могут происходить в результате делеции — утраты части хромосомы, дупликации — удвоения какого-либо участка хромосомы, инверсии — поворота участка хромосомы на 180° , транслокации — отрыва части хромосомы и перемещения ее в новое положение, например, присоединения к другой, негомологичной, хромосоме. Структурные хромосомные мутации, как правило, вредны для организма.

Геномные мутации заключаются в изменении числа хромосом в гаплоидном наборе. Это может происходить за счет уменьшения или увеличения числа хромосом в гаплоидном наборе. Частный случай геномных мутаций — полиплоидия — увеличение числа хромосом в генотипе, кратное n . Это явление возникает при нарушении веретена деления в мейозе или митозе. Полиплоиды отличаются мощным ростом, большими размерами. Большинство культурных растений полиплоиды. Гетероплоидия связана с недостатком или избытком хромосом в одной гомологичной паре. Эти мутации вредны для организма; примером может служить болезнь Дауна, при которой в 21-й паре появляется лишняя хромосома.

Большинство мутантов имеет сниженную жизнеспособность и отсеивается в процессе естественного отбора. Для эволюции или селекции новых пород и сортов необходимы те редкие особи, которые имеют благоприятные или нейтральные мутации. Эволюционное значение мутаций состоит в том, что именно они создают наследственные изменения, являющиеся материалом для естественного отбора в природе.

Мутации необходимы также для искусственного отбора особей с новыми, ценными для человека свойствами. Для получения новых

пород животных, сортов растений и штаммов микроорганизмов широко используются искусственные мутагенные факторы.

Комбинативная изменчивость также относится к наследственным формам изменчивости. Она обусловлена перегруппировкой генов в процессе слияния гамет и образования зиготы, то есть при половом процессе. Сходство между комбинативной и мутационной изменчивостью заключается в том, что в обоих случаях потомство получает набор генов каждого из родителей. Однако между этими видами изменчивости есть принципиальные отличия.

При комбинативной изменчивости в результате слияния родительских гамет возникают новые комбинации генов, однако сами гены и хромосомы остаются неизменными.

При мутационной изменчивости обязательно происходят изменения в самом генотипе: меняются отдельные гены, изменяется строение хромосом и их число.

Причины мутаций в природе до конца неясны. Доказано, что мутации можно вызвать путем применения ряда химических агентов (например, иприта, колхицина), под влиянием радиоактивных изотопов, при действии ионизирующего излучения, ультрафиолетом, рентгеновскими лучами.

Способность к мутированию — одно из основных свойств гена. Каждый отдельный ген обладает устойчивостью к действию мутагенных факторов; это явление известно как «стойкость» гена. Однако вследствие того, что генов в организме тысячи, общее число мутаций значительно. Известно, что у дрозофилы 5% гамет несут мутации. Говорят, что популяции «насыщены» мутациями.

Мутационная изменчивость является одним из главных факторов эволюционного процесса. В результате мутаций могут возникать полезные признаки, которые под действием естественного отбора дадут начало новым подвидам и видам.

Академик Н.И. Вавилов в течение многих лет исследовал закономерности наследственной изменчивости у дикорастущих и культурных растений различных систематических групп. Эти исследования позволили сформулировать **закон гомологических рядов** в наследственной изменчивости, или закон Вавилова. Формулировка этого закона следующая: генетически близкие роды и виды характеризуются

сходными рядами наследственной изменчивости. Таким образом, зная, какие мутационные изменения возникают у особей какого-либо вида, можно предвидеть, что такие же мутации в сходных условиях будут возникать у родственных видов и родов.

Н.И. Вавилов проследил изменчивость множества признаков у злаков. Из 38 различных признаков, характерных для всех растений этого семейства, у ржи было обнаружено 37 признаков, у пшеницы — 37, у овса и ячменя — по 35, у кукурузы — 32. Знание этого закона позволяет селекционерам заранее предвидеть, какие признаки изменятся у того или иного вида в результате воздействия на него мутагенных факторов.

К настоящему времени закон гомологических рядов подтвержден также на примере грибов, микроорганизмов и животных. Причины сходных мутаций у близкородственных видов заключаются в том, что у них одинаковое или очень близкое число хромосом и одинаковое расположение аллельных генов в хромосомах.

Путем *искусственного мутагенеза* и последующего отбора мутантов были получены новые высокоурожайные сорта ячменя и пшеницы. Этими же методами удалось получить новые штаммы грибов, выделяющие в 20 раз больше антибиотиков, чем исходные формы. Сейчас в мире культивируют более 250 сортов сельскохозяйственных растений, созданных при помощи физического и химического мутагенеза. Это сорта кукурузы, ячменя, сои, риса, томатов, подсолнечника, хлопчатника, декоративных растений.

Один из частных случаев искусственного мутагенеза — использование колхицина для получения полиплоидных растений. Колхицин разрушает веретено деления, в результате чего образуются клетки, набор хромосом которых увеличен кратно гаплоидному набору — до $4n$, $6n$ и т. п. Такие гибриды отличаются высокой урожайностью. Широко используются полиплоиды сахарной свеклы, гречихи, ржи, клевера, арбуза и т. д.

Генетика и теория эволюции. Генетика популяций

Популяцией называется совокупность особей одного вида, занимающих определенную территорию и обменивающихся генетическим материалом. Ввиду того, что живые организмы, входящие в одну по-

пуляцию, свободно скрещиваются между собой, можно охарактеризовать совокупность генов, свойственную всей популяции в целом и называемую генофондом популяции. В каждом поколении отдельные особи вносят больший или меньший вклад в общий генофонд в зависимости от их приспособительной ценности. Неоднородность организмов, входящих в популяцию, создает условия для действия естественного отбора, поэтому популяция считается наименьшей эволюционной единицей, с которой начинаются эволюционные преобразования вида. Популяция, таким образом, представляет собой надорганизменную форму организации жизни.

Популяция, однако, не является полностью изолированной группой. Иногда происходит скрещивание между особями различных популяций, хотя это бывает гораздо реже, чем между организмами одной популяции. Если же какая-либо популяция окажется полностью, географически или экологически, изолированной от других, она может дать начало новому подвиду, а впоследствии и виду.

Продолжительность жизни любой отдельной особи в сопоставлении с временным масштабом эволюции настолько мала, что ее индивидуальный генотип не может иметь какого-либо значения в эволюционном процессе. Поэтому реальные эволюционные сдвиги могут происходить только в популяциях, которые существуют в течение значительно большего времени. Популяция характеризуется относительной генетической обособленностью от других популяций того же вида и обладает общим генофондом, обеспечивающим генотипическое сходство входящих в нее особей. Но у отдельных особей популяции иногда возникают наследственные изменения, которые в результате свободного скрещивания распространяются в популяции. В результате этого внутри популяции появляется генетическая неоднородность особей, которая создает условия для естественного отбора. Следовательно, популяция представляет собой элементарную биологическую единицу, где возникают эволюционные процессы.

Популяция является частью вида, то есть все особи, ее составляющие, принадлежат к одному виду. Но популяция значительно более однородна по генотипическому составу, так как между ее особями постоянно происходит обмен генами, что нетипично для представителей всего вида в целом. Кроме того, генетическая обособленность популяции является относительной. При нарушении изоляции между

различными популяциями становится возможным скрещивание, то есть взаимный обмен генами. В результате через некоторое время популяции смешаются. Вид же представляет собой генетически замкнутую систему. Это означает, что представители одного вида не могут скрещиваться с представителями других видов, а следовательно, мутация, возникшая внутри одного вида, никогда не выйдет за его пределы.

Промежуточной формой между популяцией и видом является подвид, который представляет собой группу популяций, заметно отличающуюся от других групп того же вида по генотипу и фенотипу. Иногда в подвид входит только одна популяция, что характерно для организмов, обитающих на изолированных островах.

Разные популяции одного вида отличаются по частоте генов. Каковы же причины, препятствующие смешиванию популяций?

Основными причинами, обуславливающими различную частоту определенных генов (вернее, аллелей) среди популяций одного вида, являются независимое появление в них мутаций различного типа и генетический дрейф. Последний может возникнуть при отделении новой популяции от родительской из-за того, что процент определенных аллелей среди отделившихся особей будет иным, чем в исходной популяции. Например, некий аллель встречается в популяции в 1% случаев. Допустим, что 10 животных из этой популяции были занесены на изолированный остров и там образовали новую популяцию. Если среди этих десяти одно было носителем данного аллеля, то его частота в новой популяции будет составлять уже 10%. Если же не было ни одного, то в образовавшейся популяции этот аллель будет отсутствовать.

Второй причиной генетического дрейфа являются волны (флуктуации) численности популяций. Флуктуации могут быть сезонными (например, повышение численности в период размножения и постепенное ее снижение до начала следующего периода) или годовыми (увеличение численности в годы с благоприятными условиями жизни и ее снижение при неблагоприятных климатических или других условиях).

После очередного спада численности популяции оставшаяся часть особей может отличаться по генетическому составу от прежней, многочисленной, популяции, так как часть мутаций по чисто случайным

причинам может полностью исчезнуть из популяции вместе с гибелью их носителей, а другая часть может так же чисто случайно возрасти. Поскольку такие изменения носят случайный характер, их результат в других популяциях будет совершенно иным.

Главной причиной, препятствующей смешиванию популяций, является их пространственная или экологическая изоляция. Наиболее распространенной и изученной является географическая (пространственная) изоляция, когда между популяциями возникают преграды в виде гор, водных пространств и т. д. Кроме географической возможна экологическая изоляция, когда популяции занимают различные экологические ниши (местообитание в пределах одного водоема или леса, сроки размножения и т. д.). В этом случае скрещивание также становится невозможным, что приводит к образованию новых видов.

Генетической структурой популяции называют соотношение в ней различных генотипов и аллельных генов. Математик Д. Харди и врач В. Вайнберг сформулировали закон, согласно которому относительные частоты генов (гомо- и гетерозигот) в популяции при свободном скрещивании не изменяются из поколения в поколение. Этот закон справедлив только для так называемой «идеальной» популяции: такая популяция должна быть достаточно велика, в ней не должно быть отбора, мутаций, миграции особей. Была выведена формула, которая позволяет по фенотипам определять соотношение генотипов и аллельных генов в такой популяции: $p^2AA + 2pqAa + q^2aa = 1$, где p — частота встречаемости доминантного аллеля A ; q — частота встречаемости рецессивного аллеля a .

Для эволюции важным является как раз нарушение равновесия генов; идеальной популяции в природе не существует.

Связь генетических процессов с начальными этапами эволюции впервые установил замечательный русский ученый С.С. Четвериков (1926). Он считал, что в основе эволюционных процессов лежат насыщенность природных популяций рецессивными мутациями и колебания частот генов в популяции в зависимости от факторов внешней среды. Накопление в пределах популяции рецессивных мутаций, которые не проявляются фенотипически, создает резерв наследственной изменчивости (И.И. Шмальгаузен). При возрастании концентрации мутаций возрастает и вероятность скрещивания особей, несущих ал-

лельные рецессивные гены, в результате чего мутации проявляются фенотипически и попадают под контроль естественного отбора. Таким образом, изменения в популяциях происходят в соответствии с направлением естественного отбора.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Нормой реакции называются
 - 1) пределы мутационной изменчивости
 - 2) пределы модификационной изменчивости
 - 3) пределы изменения генотипа
 - 4) средние значения каждого фенотипического показателя
2. Цитоплазматическая изменчивость связана с наследованием признаков
 - 1) лизосом
 - 2) рибосом
 - 3) аппарата Гольджи
 - 4) митохондрий
3. Продуктивность животных в условиях улучшенного кормления и ухода повышается, что иллюстрирует изменчивость
 - 1) мутационную
 - 2) модификационную
 - 3) комбинативную
 - 4) соотносительную
4. Синонимом модификационной изменчивости является
 - 1) наследственная
 - 2) неопределенная
 - 3) определенная
 - 4) генотипическая
5. Узкую норму реакции имеют следующие признаки человеческого организма
 - 1) толщина подкожной жировой клетчатки
 - 2) количество молока, отделяемого при лактации
 - 3) продуктивность сальных желез
 - 4) размеры сердца
6. Мутации возникают
 - 1) при скрещивании
 - 2) при кроссинговере
 - 3) при конъюгации хромосом
 - 4) внезапно в ДНК или хромосомах

7. Мутации чаще являются
- 1) полезными
 - 2) вредными
 - 3) безразличными
 - 4) доминантными
8. По характеру изменений генотипа мутации делятся на
- 1) спонтанные и индуцированные
 - 2) соматические и генеративные
 - 3) генные, хромосомные и геномные
 - 4) летальные, полuletальные, нейтральные и положительные
9. Рecessивные мутации проявляются фенотипически
- 1) всегда
 - 2) только в гетерозиготном состоянии
 - 3) только в гомозиготном состоянии
 - 4) никогда
10. К структурным хромосомным мутациям не относят
- 1) гетероплоидию
 - 2) делецию
 - 3) транслокацию
 - 4) инверсию
11. Полиплоидия заключается в
- 1) изменении числа отдельных хромосом
 - 2) кратном изменении гаплоидных наборов хромосом
 - 3) изменении структуры хромосом
 - 4) изменении структуры отдельных генов
12. Полиплоидия является частным случаем
- 1) генных мутаций
 - 2) хромосомных мутаций
 - 3) геномных мутаций
 - 4) соматических мутаций
13. Соматические мутации
- 1) никогда не передаются по наследству
 - 2) передаются по наследству у животных
 - 3) передаются по наследству у растений
 - 4) всегда передаются по наследству

14. Мутация, вызывающая серповидно-клеточную анемию, по типу относится к
- 1) генным
 - 2) хромосомным
 - 3) геномным
 - 4) соматическим
15. Мутация, вызывающая болезнь Дауна, по типу относится к
- 1) генным
 - 2) хромосомным
 - 3) геномным
 - 4) соматическим

Выберите три правильных ответа.

16. Свойствами модификационной изменчивости являются
- 1) внезапность возникающих изменений
 - 2) границы изменений, определяемые генотипом
 - 3) групповой характер изменений
 - 4) адаптивный характер изменений
 - 5) наследуемость
 - 6) ненаправленность изменений
17. Узкую норму реакции имеют следующие признаки
- 1) строение цветков
 - 2) форма плодов
 - 3) масса семян в колосе
 - 4) яйценоскость кур
 - 5) масть животных
 - 6) жирность молока у дойных животных
18. Мутации
- 1) возникают внезапно
 - 2) наследуются
 - 3) носят адаптивный характер
 - 4) чаще бывают полезными, нежели вредными
 - 5) чаще бывают рецессивными, чем доминантными
 - 6) имеют норму реакции

19. По характеру изменений генотипа выделяют мутации

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1) рецессивные | 4) хромосомные |
| 2) доминантные | 5) соматические |
| 3) точечные | 6) геномные |

20. Х-сцепленные рецессивные мутации вызывают

- 1) гемофилию
- 2) болезнь Дауна
- 3) дальтонизм
- 4) миопатию Дюшенна
- 5) синдром Марфана
- 6) синдром кошачьего крика

21. Установите соответствие между изменением ДНК и видом мутаций.

Изменение ДНК	Вид мутации
1) утрата части хромосомы	А) генные
2) поворот участка хромосомы на 180°	Б) хромосомные
3) отрыв части хромосомы и перемещение ее в новое положение	В) геномные
4) изменение числа хромосом	
5) замена, выпадение или вставка одной или нескольких нуклеотидных пар в молекуле ДНК	
6) кратное изменение гаплоидного набора хромосом	

Ключи к заданиям

№ вопроса	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ответ	2	4	2	3	4	4	2	3	3	1
№ вопроса	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
ответ	2	3	3	1	3	2,3,4	1,2,5	1,2,5	3,4,6	1,3,4

Задание 21

1	2	3	4	5	6
Б	Б	Б	В	А	В

Генетические основы селекции растений, животных и микроорганизмов.

Задачи современной селекции.

Н.И. Вавилов о происхождении культурных растений

Селекция — наука о создании новых пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов. Селекцией называют также отрасль сельского хозяйства, занимающуюся выведением новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур и пород животных. Генетика является теоретической основой селекции, так как именно знание законов генетики позволяет целенаправленно управлять появлением мутаций, предсказывать результаты скрещивания, правильно проводить отбор гибридов. В результате применения знаний по генетике на практике удалось создать более 10 тыс. сортов пшеницы на основе нескольких исходных диких сортов, получить новые штаммы микроорганизмов, выделяющих пищевые белки, лекарственные вещества, витамины и т. п.

К задачам современной селекции относится создание новых и улучшение уже существующих сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов.

Многолетняя селекционная работа позволила вывести много десятков пород домашних кур, отличающихся высокой яйценоскостью, большим весом, яркой окраской и т. п. А их единый предок — банкливская кура из Юго-Восточной Азии. На территории России не растут дикие представители рода крыжовник. Однако на основе вида Крыжовник отклоненный, встречающегося на Западной Украине и Кавказе, получено более 300 сортов, многие из которых прекрасно плодоносят в России.

Выдающийся генетик и селекционер академик Н.И. Вавилов писал, что селекционеры должны изучать и учитывать в своей работе следующие основные факторы: исходное сортовое и видовое разнообразие растений и животных; наследственную изменчивость; роль среды в развитии и проявлении нужных селекционеру признаков; закономерности наследования при гибридизации; формы искусственного отбора, направленные на выделение и закрепление необходимых признаков.

Н.И. Вавилов считал, что в тех регионах мира, где наблюдается наибольшее число сортов и разновидностей какого-либо растения,

находится место исторического происхождения и одомашнивания этого растения. Организовав многочисленные экспедиции по всем материкам Земли, кроме Антарктиды, Н.И. Вавилов и его сотрудники собрали огромную коллекцию сортов культурных растений и разновидностей их диких предков. На основании полученных в этих экспедициях данных Н.И. Вавилов выделил 7 центров древнего земледелия, или центров многообразия и происхождения культурных растений.

1. Южноазиатский (Индия, Индокитай, Индонезия) — рис, огурец, манго, баклажан, сахарный тростник, лимон, мандарин, апельсин и др.
2. Восточноазиатский (Центральный Китай, Япония, Корея) — просо, соя, гречиха, лук, груша, яблоня, слива, чай, горчица, редька, корица и др.
3. Юго-Западноазиатский (Средняя Азия, Закавказье) — рожь, бобы, горох, морковь, репа, хлопчатник, конопля, грецкий орех и др.
4. Средиземноморский (берега Средиземного моря) — маслины, капуста, свекла, овес, укроп, тмин, петрушка и др.
5. Абиссинский, или Эфиопский, — сорго, пшеница, ячмень, бананы, лен и др. — древнейший из всех центров.
6. Центральноамериканский (Мексика и острова Мексиканского залива) — кукуруза, фасоль, какао, тыква, перец, томат, подсолнечник и др.
7. Андийский, или Южноамериканский (часть Колумбии, Перу, Чили), — картофель, хина, табак, арахис, ананас, каучук, земляника и др.

Следует учитывать, что многие виды одомашнивались одновременно в нескольких центрах: ячмень, оливы, пшеница, лук, чеснок и др.

К настоящему времени выделяют уже 12 первичных центров происхождения культурных растений.

Селекция растений: основные методы и роль естественного отбора.

Самоопыление перекрестноопыляемых растений. Гетерозис. Полиплоидия и отдаленная гибридизация. Достижения селекции растений

В основе селекции растений лежит **искусственный отбор**, когда человек отбирает растения с интересующими его признаками. До XVI–XVII вв. отбор происходил бессознательно, то есть человек, например, отбирал для посева лучшие, самые крупные семена пшеницы, не задумываясь о том, что он изменяет растения в нужном ему направлении.

Только в последние столетия человек, еще не зная законов генетики, стал использовать отбор сознательно или целенаправленно, скрещивая те растения, которые удовлетворяли его в наибольшей степени.

Однако методом отбора человек не может получить принципиально новых свойств у разводимых организмов, так как при отборе можно выделить только те генотипы, которые уже существуют в популяции. Поэтому для получения новых пород и сортов животных и растений применяют **гибридизацию**, скрещивая растения с желательными признаками и в дальнейшем отбирая из потомства те особи, у которых полезные свойства выражены наиболее сильно. Например, один сорт пшеницы отличается прочным стеблем и устойчив к полеганию, а другой сорт с тонкой соломиной не заражается стеблевой ржавчиной. При скрещивании растений из двух сортов в потомстве возникают различные комбинации признаков. Но отбирают именно те растения, которые одновременно имеют прочную соломину и не болеют стеблевой ржавчиной. Так создается новый сорт.

Основные методы селекции вообще и селекции растений в частности — отбор и гибридизация.

Для перекрестноопыляемых растений применяют массовый отбор особей с желаемыми свойствами. В противном случае невозможно получить материал для дальнейшего скрещивания. Таким образом получают, например, новые сорта ржи. Эти сорта не являются генетически однородными.

Если же желательно получение «чистой линии», то есть генетически однородного сорта, то применяют индивидуальный отбор, при

котором путем самоопыления получают потомство от одной-единственной особи с желательными признаками. Таким методом были получены многие сорта пшеницы, капусты и др.

Для закрепления полезных наследственных свойств необходимо повысить гомозиготность нового сорта. Иногда для этого применяют самоопыление перекрестноопыляемых растений. При этом могут фенотипически проявиться неблагоприятные воздействия рецессивных генов.

Основная причина этого — переход многих генов в гомозиготное состояние. У любого организма в генотипе постепенно накапливаются неблагоприятные мутантные гены. Они чаще всего рецессивны и фенотипически не проявляются. Но при самоопылении они переходят в гомозиготное состояние, и возникает неблагоприятное наследственное изменение. В природе у самоопыляемых растений рецессивные мутантные гены быстро переходят в гомозиготное состояние, и такие растения погибают, выбраковываясь естественным отбором.

Несмотря на неблагоприятные последствия самоопыления, его часто применяют у перекрестноопыляемых растений для получения гомозиготных («чистых») линий с нужными признаками. Это приводит к снижению урожайности. Однако затем проводят перекрестное опыление между разными самоопыляющимися линиями и в результате в ряде случаев получают высокоурожайные гибриды, обладающие нужными селекционеру свойствами. Это метод межлинейной гибридизации, при котором часто наблюдается *эффект гетерозиса*: гибриды первого поколения обладают высокой урожайностью и устойчивостью к неблагоприятным воздействиям. Гетерозис характерен для гибридов первого поколения, которые получают при скрещивании не только разных линий, но и разных сортов и даже видов. К сожалению, эффект гетерозисной (или гибридной) мощности бывает сильным только в первом гибридном поколении, а в следующих поколениях постепенно снижается.

Основная причина гетерозиса заключается в устранении в гибридах вредного проявления накопившихся рецессивных генов. Другая причина — объединение в гибридах доминантных генов родительских особей и взаимное усиление их эффектов. В селекции растений широко применяется *экспериментальная полиплоидия*, так как полиплоиды отличаются быстрым ростом, крупными размерами и высокой урожайностью.

В основе явления полиплоидии лежат следующие причины: каждому виду живых организмов присущ строго определенный набор хромосом. В половых клетках все хромосомы различны. Такой набор называется гаплоидным и обозначается буквой *n*. Клетки тела (соматические) обычно содержат двойной набор хромосом, называемый диплоидным ($2n$). Если хромосомы, удвоившиеся в процессе деления, не разойдутся в дочерние клетки, а останутся в одном ядре, то возникает явление кратного увеличения числа хромосом, называемое полиплоидией. В сельскохозяйственной практике широко используются триплоидная сахарная свекла, четырехплоидные клевер, рожь и твердая пшеница, а также шестиплоидная мягкая пшеница.

Получают искусственные полиплоиды при помощи химических веществ, которые разрушают веретено деления, в результате чего удвоившиеся хромосомы не могут разойтись и остаются в одном ядре. Одно из таких веществ — колхицин. Применение колхицина для получения искусственных полиплоидов является примером искусственного мутагенеза, применяемого при селекции растений.

Путем *искусственного мутагенеза* и последующего отбора мутантов были получены новые высокоурожайные сорта ячменя и пшеницы. Этими же методами удалось получить новые штаммы грибов, выделяющие в 20 раз больше антибиотиков, чем исходные формы.

Сейчас в мире культивируют более 250 сортов сельскохозяйственных растений, созданных при помощи физического и химического мутагенеза. Это сорта кукурузы, ячменя, сои, риса, томатов, подсолнечника, хлопчатника, декоративных растений.

При создании новых сортов при помощи искусственного мутагенеза исследователи используют закон гомологических рядов Н.И. Вавилова. Организм, получивший в результате мутации новые свойства, называют мутантом. Большинство мутантов имеет сниженную жизнеспособность и отсеивается в процессе естественного отбора. Для эволюции или селекции новых пород и сортов необходимы те редкие особи, которые имеют благоприятные или нейтральные мутации.

Отдаленная гибридизация — это метод, при котором производят скрещивание растений разных видов одного рода или даже разных родов. Существуют гибриды ржи и пшеницы, пшеницы и дикого злака эгилопс. Однако отдаленные гибриды, как правило, бесплодны, так как у них невозможен нормальный процесс созревания гамет из-за неспособности хромосом конъюгировать в профазе I мейоза.

К одному из достижений современной генетики и селекции относится преодоление бесплодия межвидовых гибридов. Впервые это удалось сделать Г.Д. Карпеченко при получении капустно-редечного гибрида. В результате отдаленной гибридизации было получено новое культурное растение — тритикале — гибрид пшеницы с рожью (*лат. Triticum — пшеница и Secale — рожь*). Отдаленная гибридизация широко применяется в плодоводстве.

**Селекция животных: типы скрещивания
и методы разведения. Метод анализа наследственных
хозяйственно-ценных признаков
у животных-производителей.**

Отдаленная гибридизация домашних животных

Так же, как и при селекции новых сортов растений, при селекции новых пород животных используются отбор и гибридизация. Однако селекция животных осложняется тем, что у них существует только половое размножение, потомство у большинства — немногочисленно и развивается медленно. Получить массовый материал для отбора от малого числа животных, имеющих нужные человеку признаки, очень трудно. Поэтому широко применяется *искусственное осеменение*, позволяющее получить от одного самца большое количество потомков.

Первым этапом селекции животных было приручение их диких предков, что произошло 5–9 тыс. лет назад. Географические области приручения животных в основном совпадают с центрами многообразия и происхождения культурных растений.

Из-за трудностей в получении массового потомства от пары родителей с нужным человеку признаком при селекции животных применяют близкородственное скрещивание, или *инбридинг* (*англ. in — в, внутри; breeding — разведение*), при котором скрещиваются между собой особи из одного помета или родительские особи скрещиваются с собственным потомством. Однако при инбридинге велика вероятность перевода каких-либо неблагоприятных рецессивных аллелей в гомозиготное состояние. Как известно, мутации, в частности неблагоприятные, обычно рецессивны и редко проявляются в фенотипе, но при близкородственном скрещивании такие мутантные гены перейдут в гомозиготное состояние и неблагоприятный признак проявится. Для

устранения неблагоприятных последствий инбридинга используют *аутбридинг* (англ. *out* — *вне*; *breeding* — *разведение*) — скрещивание неродственных форм одного вида. При этом не должно быть общих предков в ближайших 4–6 поколениях.

Во всех случаях гибридизации проводят тщательный индивидуальный отбор производителей для следующих этапов селекции. Для учета характера наследования признаков в селекционных хозяйствах ведут специальные племенные книги. Процесс получения новых пород животных медленный. Считается, что для получения новой породы, например коров, требуется не менее 30–40 лет.

При селекции домашних животных важно заранее определить наследственные качества животных-производителей — самцов по тем признакам, которые фенотипически у них не проявляются. Такими признаками может быть молочность и жирномолочность у быков или яйценоскость у петухов. С этой целью применяют метод определения данного качества животного-производителя по потомству: сначала получают немногочисленное потомство и сравнивают его продуктивность с материнской и со средней продуктивностью данной породы животных. Если продуктивность самок в потомстве окажется повышенной по сравнению с этими показателями, то делают вывод о большой ценности производителя. Такой метод применяют в племенной селекционной работе.

При отдаленной гибридизации животных, относящихся к различным видам, получают межвидовые гибриды с нужными для человека свойствами. Чаще всего межвидовые гибриды бесплодны, так как в их клетках содержатся родительские наборы, отличающиеся как по числу, так и по форме хромосом. Различные хромосомы не могут правильно конъюгировать в профазе I мейоза, а потому половые клетки межвидовых гибридов имеют искаженный хромосомный набор и не могут дать начало следующему поколению. Однако такие гибриды могут иметь ценные для человека свойства. Много веков, например, люди разводят мулов — гибридов кобылицы и осла. Это сильные, умные, очень спокойные животные. Созданы также гибриды карпа и карася, белуги и стерляди (бестер), коровы и яка, овец и архара и т. д. Все эти факты свидетельствуют о крупных достижениях в области селекции животных.

К достижениям селекции животных можно отнести также получение новой породы свиней: путем скрещивания самцов английской по-

роды свиней (йоркширская белая) с матками беспородных украинских свиней была получена порода белая степная. В этом процессе широко использовалось и скрещивание особей отдаленных линий, и близкородственное скрещивание. Получены многочисленные породы овец, крупного рогатого скота, лошадей и т. д.

Селекция грибов и бактерий, ее значение для микробиологической промышленности. Основные направления биотехнологии

Технологию получения необходимых человеку веществ из живых клеток или с их помощью называют **биотехнологией**.

Чаще всего для биотехнологии используют бактерии, грибы, водоросли: эти организмы относительно неприхотливы, очень быстро размножаются и способны выделять вещества, применяемые человеком в различных областях хозяйства. Биотехнология применяется в пищевой промышленности, медицине, охране природы и т. п.

Так, например, микробы способны выделять ферменты для хлебопечения, виноделия, производить аминокислоты, пищевые белки, сахара и т. п. С помощью бактерий и грибов получают витамины, гормоны, антибиотики и т. п. К настоящему времени получены новые формы бактерий, способных разрушать нефтепродукты, загрязняющие окружающую среду.

Основные методы биотехнологии: клеточная инженерия и генная инженерия.

Клеточная инженерия — это выращивание клеток какого-либо организма на искусственных питательных средах, где эти клетки размножаются, растут и выделяют необходимые человеку вещества. Так, например, делаются попытки выращивания культуры клеток желез внутренней секреции для получения гормонов.

Сущность *генной инженерии* состоит в том, что в организм (чаще прокариотный) встраивается ген или группа генов другого организма. В результате этого можно заставить клетку микроорганизма синтезировать те белки, которые она раньше вырабатывать не могла. Делаются попытки переноса генов, отвечающих за фиксацию азота у азотфиксирующих бактерий, в другие почвенные микроорганизмы. При

этом в почву из воздуха будут поступать большие количества азота, что сделает ненужными азотистые удобрения. Получены искусственные мутанты кишечных микробов, в которые встроен ген инсулина — гормона поджелудочной железы, жизненно необходимого людям, больным сахарным диабетом.

Задания

Выберите один правильный ответ.

1. Учение об исходном материале в селекции было разработано
 - 1) Ч. Дарвином
 - 2) Н.И. Вавиловым
 - 3) В.И. Вернадским
 - 4) К.А. Тимирязевым
2. К селекционным процессам не относят создание
 - 1) сортов растений
 - 2) пород животных
 - 3) клонов вирусов
 - 4) штаммов микроорганизмов
3. Центром происхождения культурных растений считаются районы, где
 - 1) обнаружено наибольшее число сортов данного вида
 - 2) обнаружена наибольшая плотность произрастания данного вида
 - 3) данный вид впервые выращен человеком
 - 4) обнаружено наибольшее количество естественных врагов данного вида
4. Древнейшим центром многообразия и происхождения культурных растений считается
 - 1) Южноазиатский
 - 2) Средиземноморский
 - 3) Эфиопский
 - 4) Центральноамериканский
5. Центром происхождения более 50% культурных растений считается
 - 1) Южноазиатский
 - 2) Средиземноморский
 - 3) Эфиопский
 - 4) Центральноамериканский

6. Родиной картофеля и табака считается
 - 1) Средиземноморский центр
 - 2) Абиссинский центр
 - 3) Центральноамериканский центр
 - 4) Андийский центр
7. Средиземноморский центр многообразия и происхождения культурных растений считается родиной
 - 1) маслин
 - 2) пшеницы
 - 3) томата
 - 4) какао
8. Межлинейная гибридизация культурных растений приводит к
 - 1) сохранению прежней продуктивности
 - 2) выщеплению новых признаков
 - 3) повышению продуктивности
 - 4) закреплению признаков
9. Аутбридинг — это скрещивание между
 - 1) особями одной породы
 - 2) братьями и сестрами одного поколения
 - 3) братьями и сестрами разных поколений
 - 4) родителями и детьми
10. Близкородственное скрещивание применяют с целью
 - 1) поддержания полезных свойств организма
 - 2) усиления жизненной силы
 - 3) получения полиплоидных организмов
 - 4) закрепления ценных признаков
11. Гетерозис наблюдается при
 - 1) близкородственном скрещивании
 - 2) скрещивании отдаленных линий
 - 3) вегетативном размножении
 - 4) искусственном оплодотворении
12. Гибриды, возникающие при скрещивании различных видов
 - 1) отличаются бесплодностью
 - 2) отличаются повышенной плодовитостью
 - 3) дают плодовитое потомство при скрещивании с себе подобными
 - 4) всегда бывают женского пола

13. К биологически отдаленной гибридизации относится скрещивание представителей
- 1) контрастных природных зон
 - 2) географически отдаленных районов Земли
 - 3) разных родов
 - 4) одной семьи

14. Стерильным не является

- 1) мул
- 2) лошак
- 3) 2п-капустно-редечный гибрид
- 4) 4п-капустно-редечный гибрид

15. Плазмиды, используемые в генной инженерии, — это

- 1) части хромосом
- 2) автономные молекулы линейной ДНК
- 3) кольцевые молекулы двуцепочечной ДНК
- 4) участки молекулы иРНК

Выберите три правильных ответа.

16. Андийский центр многообразия и происхождения культурных растений считается родиной

- | | |
|------------|--------------|
| 1) чая | 4) картофеля |
| 2) каучука | 5) табака |
| 3) какао | 6) кукурузы |

17. Определенные трудности селекции животных связаны с тем, что они в отличие от растений

- 1) размножаются только половым путем
- 2) подвержены вирусным и грибковым заболеваниям
- 3) имеют немногочисленное потомство
- 4) медленно растут
- 5) не бывают полиплоидами
- 6) бывают гермафродитами

18. К специфическим особенностям селекции животных относится

- 1) учет экстерьерных признаков
- 2) искусственное осеменение
- 3) отдаленная гибридизация
- 4) индивидуальный отбор

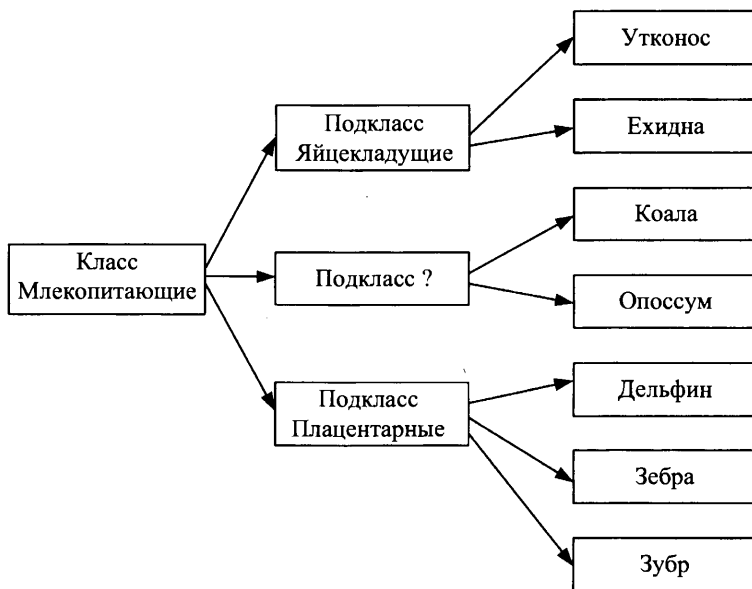
КОНТРОЛЬНЫЕ РАБОТЫ

ВАРИАНТ 1

ЧАСТЬ 1

Ответом к заданиям 1–21 являются последовательность цифр, число или слово (словосочетание).

1. Рассмотрите предложенную схему. Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный на схеме знаком вопроса.



Ответ: _____

2. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

В анатомии современными методами исследования являются:

- 1) эксперимент
- 2) компьютерная томография
- 3) рентгенологический
- 4) ультразвуковая томография

- 5) анкетирование
- 6) центрифугирование

--	--	--

3. В соматической клетке виноградной улитки 24 хромосомы. Какой набор хромосом имеют гаметы этого животного? В ответе запишите только количество хромосом.

Ответ: _____ .

4. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Для вирусов характерно

- 1) наличие рибосом
- 2) отсутствие цитоплазмы
- 3) наличие оформленного ядра
- 4) отсутствие рибосом
- 5) наличие плазматической мембраны
- 6) наличие паразитического образа жизни

--	--	--

5. Установите соответствие между видом гаметогенеза и его характеристикой.

Характеристика	Вид гаметогенеза
А) образуются подвижные гаметы Б) образуются направительные клетки В) формируется много мелких гамет Г) питательные вещества запасаются в одной из четырех клеток Д) образуется одна крупная половая клетка Е) питательные вещества в клетках не накапливаются	1) овогенез 2) сперматогенез

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

6. Определите соотношение фенотипов у потомков в F_2 при моногибридном скрещивании и полном доминировании, если карие глаза — это доминантный признак, а голубые — рецессивный.

Ответ запишите в виде последовательности цифр, показывающих соотношение получившихся фенотипов.

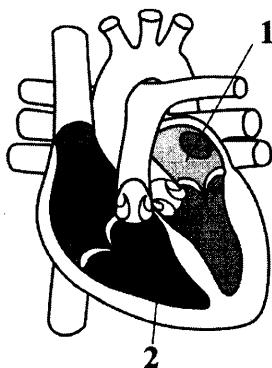
Ответ: _____.

7. Ниже приведен перечень характеристик изменчивости. Все они, кроме трех, используются для описания особенностей модификационной изменчивости. Найдите три характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) затрагивается большинство особей в популяции
- 2) обладает адаптивностью — способствует приспособлению к условиям среды
- 3)кратно увеличивается хромосомный набор
- 4) изменяется структура гетеросом
- 5) является кратковременной
- 6) происходит уменьшение числа хромосом

--	--	--

8. Установите соответствие между камерами сердца, обозначенными на рисунке цифрами 1, 2, их особенностями строения и функциями. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.



Особенности строения и функции	Камеры сердца
А) является окончанием малого круга кровообращения Б) является началом малого круга кровообращения В) наполняется венозной кровью Г) наполняется артериальной кровью Д) имеет более тонкую мышечную стенку	1) левое предсердие 2) правый желудочек

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

9. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Для паукообразных характерно

- 1) наличие усиков
- 2) 4 пары ходильных ног
- 3) отделы тела: головогрудь и брюшко
- 4) наличие паутинных желез
- 5) 3 пары ходильных ног
- 6) наличие зеленой железы

--	--	--

10. Установите соответствие между признаком и царством живых организмов.

Признак	Царство
А) не способны к передвижению Б) тело состоит из переплетающихся нитей — гиф В) отсутствие клеточной стенки Г) активно передвигаются Д) наличие хитина в клеточной стенке Е) имеют ограниченный рост	1) Животные 2) Грибы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

11. Установите последовательность процессов, происходящих в процессе трансляции. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) присоединение ко второму триплету иРНК транспортной РНК со второй аминокислотой
- 2) сборка рибосомы на иРНК
- 3) возникновение между метионином и второй аминокислотой пептидной связи
- 4) перемещение рибосомы на один триплет
- 5) разрушение рибосомы при достижении триплета терминации
- 6) присоединение к первому триплету иРНК антикодона тРНК с аминокислотой метионин

--	--	--	--	--	--

12. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Гипофиз — это железа

- 1) вырабатывающая гормон тироксин
- 2) расположенная в брюшной полости
- 3) вырабатывающая гормон роста
- 4) расположенная в полости черепа
- 5) контролирующая работу желез внутренней и смешанной секреции
- 6) выделяющая свой секрет по протокам в полость тела

--	--	--

13. Установите соответствие между характеристикой слоя кожи и его названием.

Характеристика слоя кожи	Слои кожи
А) содержит рецепторы	1) подкожная жировая клетчатка 2) собственно кожа (дерма)
Б) наиболее глубоко расположенный слой кожи	
В) обеспечивает запасующую функцию кожи	

Характеристика слоя кожи	Слои кожи
Г) содержит потовые и сальные железы Д) состоит из жировой соединительной ткани Е) кровеносные и лимфатические сосуды	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

14. Определите последовательность расположения отделов головного мозга, начиная с наиболее близко расположенного к спинному мозгу. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) промежуточный мозг
- 2) продолговатый мозг
- 3) мост
- 4) средний мозг
- 5) большие полушария

--	--	--	--	--

15. Известно, что **утконос** — млекопитающее из отряда однопроходных, отлично приспособленное к полуводному образу жизни. Используя эти сведения, выберите из приведенного ниже списка три утверждения, относящиеся к описанию данных признаков этого организма. Запишите в таблицу цифры, соответствующие выбранным ответам.

- 1) Масса утконоса составляет 2 кг, а длина его тела около 40 см.
- 2) Самцы примерно на треть крупнее самок.
- 3) Тело утконоса покрыто шерстью. Лицевой отдел головы вытянут в плоский кожистый клюв длиной 65 мм и шириной 50 мм. Конечности пятипалые с плавательной перепонкой.
- 4) У ехидны и утконоса есть клоака, в которую открываются кишечник, мочеточники и половые пути, что позволяет их отнести к однопроходным.

- 5) После спаривания самка утконоса роет выводковую нору, которая заканчивается гнездовой камерой, а вход в нее она закупоривает изнутри несколькими земляными пробками по 15–20 см толщиной, для защиты от хищников.
- 6) Самка утконоса обычно откладывает 2 яйца. Выводковой сумки у нее нет. Вылупившихся детенышей она вскармливает молоком.

--	--	--

16. Установите соответствие между примером борьбы за существование и формой, к которой эта борьба относится.

Пример	Форма борьбы
А) охота лисицы на мышей полевых	1) внутривидовая 2) межвидовая
Б) соперничество между самцами павианов за доминирование	
В) использование аскаридой свиней как места своего обитания	
Г) определение гнездовых участков в лесу между зелеными дятлами	
Д) борьба за источники пищи между популяциями кошачьих лемурув	
Е) вытеснение черной крысы серой крысой	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

17. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Биотическими факторами являются

- 1) распашка земель
- 2) количество хищников
- 3) количество видов-конкурентов
- 4) количество паразитов
- 5) влажность
- 6) посадка деревьев

--	--	--

18. Установите соответствие между парой животных и типом их взаимоотношений.

Пара животных	Тип взаимоотношений
А) аскарида — лошадь	1) паразит — хозяин
Б) рысь — заяц-беляк	2) хищник — жертва
В) широкий лентец — рыба	
Г) гидра — дафния	
Д) острица — человек	
Е) филин — лесная мышь	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

19. Установите последовательность отдельных трофических звеньев в цепи питания. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) чайки
2) мелкие рыбы
3) зоопланктон
- 4) хищные рыбы
5) фитопланктон

--	--	--	--	--

20. Проанализируйте таблицу «Типы соцветий». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины, приведенные в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквами, выберите соответствующий термин из предложенного списка.

Типы соцветий

Соцветие	Особенности строения	Растение
Початок	Сидячие цветки на разросшейся удлинённой оси соцветия	(В)
Сложный колос	(Б)	Пшеница
(А)	Сидячие цветки на разросшемся плоском ложе соцветия	Одуванчик

Список терминов

- 1) подорожник
2) корзинка

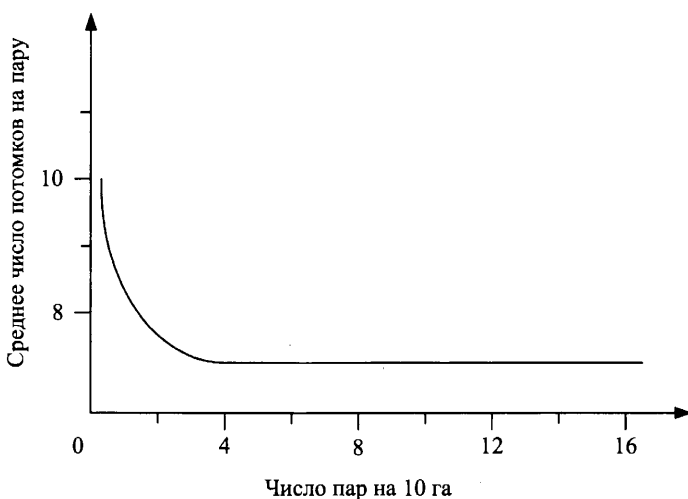
- 3) головка
- 4) несколько простых колосьев на общей оси
- 5) кукуруза
- 6) морковь
- 7) несколько простых зонтиков из вершины общей оси

Запишите в таблицу цифры выбранных терминов под соответствующими буквами.

А	Б	В

21. Рассмотрите график «Зависимость числа потомков пары синиц от числа пар на территории».

**Зависимость числа потомков пары синиц
от числа пар на территории**



Утверждения:

- 1) Среднее число потомков у пары синиц не зависит от численности синиц, проживающих рядом.
- 2) Если число пар, проживающих на 10 га, меньше четырех, то среднее число потомков у пары синиц увеличивается.
- 3) Если на 10 га проживает от 6 до 16 пар синиц, то среднее число потомков у них будет около 6.

- 4) Наблюдения за синицами проводились 16 лет.
- 5) Число пар синиц, принимавших участие в наблюдении, составило 10 тыс.

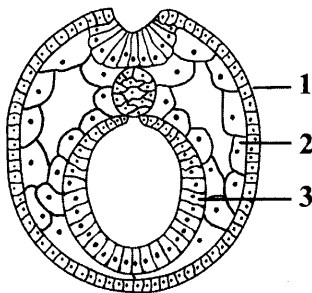
Запишите в ответе номера выбранных утверждений.

Ответ: _____ .

ЧАСТЬ 2

Запишите сначала номер задания, затем ответ к нему. На каждое задание дайте полный развернутый ответ.

22. Почему необходимо бороться с комнатными мухами?
23. Рассмотрите рисунок и назовите зародышевый листок позвоночного животного, обозначенный цифрой 3. Какие типы тканей и органы формируются из него?



24. Найдите ошибки в приведенном тексте, исправьте их, укажите номера предложений, в которых они сделаны, запишите эти предложения без ошибок.
 1. Выделяют два типа цветковых растений: однодольные и двудольные.
 2. Двудольные произошли от однодольных.
 3. Зародыш однодольных состоит из зародышевого корешка, зародышевого стебелька, зародышевой почки, двух семядолей.
 4. Листовые пластинки однодольных имеют параллельное и дуговое жилкование.
 5. Корневая система двудольных — стержневая.

25. Весной после разлива реки образовался небольшой водоем. В нем обнаружены следующие организмы: щитень, гидры, белые планарии, циклопы и дафнии, малый прудовик. Объясните, можно ли этот водоем считать экосистемой. Приведите не менее трех доказательств.
26. Какие приспособления имеют растения к жизни в засушливых условиях?
27. Последовательность нуклеотидов фрагмента цепи иРНК: АЦГЦУАГАУГУАЦУА. Определите последовательность нуклеотидов в ДНК, антикодоны соответствующих тРНК и аминокислотную последовательность во фрагменте молекулы белка, используя таблицу генетического кода.

Генетический код (иРНК)

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

Правила пользования таблицей

Первый нуклеотид в триплете берется из левого вертикального ряда, второй — из верхнего горизонтального ряда и третий — из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трех нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

- 28.** У дрозофилы цвет тела определяется аутосомным геном, ген размера глаз расположен на X-хромосоме. У дрозофил гетерогаметным полом является мужской. При скрещивании самок дрозофил с серым телом и нормальными глазами и черных самцов с маленькими глазами все потомство имело серое тело и нормальные глаза. Получившихся в первом поколении самок скрестили с исходной родительской особью. Составьте схемы первого и второго скрещиваний, определите генотипы и фенотипы родительских особей и потомства. Какие законы действуют в скрещиваниях? Какая часть женских особей от всего возможного потомства во втором скрещивании сходна с исходной женской особью из первого скрещивания по фенотипу? Укажите их генотипы.

ОТВЕТЫ

ЧАСТЬ 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	сумчатые	12	345
2	234	13	211212
3	12	14	23415
4	246	15	346
5	212112	16	212112
6	3:1	17	234
7	346	18	121212
8	12211	19	53241
9	234	20	245
10	221121	21	23
11	261345		

ЧАСТЬ 2

22. Элементы ответа:

- 1) Комнатная муха является переносчиком возбудителей брюшного тифа, дизентерии и других инфекционных заболеваний.
- 2) Муха переносит яйца аскарид на продукты питания человека.

1) Зародышевый листок — энтодерма;

тельного тракта, кроме эпителия рта и прямой кишки, и эпителий органов дыхания;

3) Секреторные клетки всех пищеварительных желез, печень, поджелудочная железа, эпителий мочеполовой системы.

Ошибки сделаны в предложениях 1, 2, 3.

Правильное написание предложений:

1) Выделяют два класса цветковых растений: однодольные и двудольные.

2) Двудольные не произошли от однодольных.

3) Зародыш однодольных состоит из зародышевого корешка, зародышевого стебелька, зародышевой почки, одной семядоли.

Этот водоем нельзя назвать экосистемой, так как в нем:

1) отсутствуют продуценты;

2) отсутствуют редуценты;

3) нет замкнутого круговорота веществ, так как нарушены цепи питания.

1) Листья этих растений опушены, покрыты восковым налетом или видоизменены в колючки и иголки. Некоторые листья имеют приспособления для впитывания атмосферной влаги в виде росы.

2) Некоторые растения запасают влагу в своих органах (листьях, стеблях и т. д.).

3) Корневая система этих растений либо глубоко проникает в почву, достигая грунтовых вод, либо располагается у самой поверхности почвы.

1) Последовательность нуклеотидов в ДНК: АЩГТАГАТГТАЦТА:

2) Антикодоны молекул тРНК: УГЦ-ГАУ-ЦУАЦАУ-ГАУ;

3) Последовательность аминокислот в белке: тре-лей-асп-вал-лей.

1) P: самка AAXBXB X самец aaXbY

Серая, нормальные глаза

G: AXB aXb: aY

F₁: AaXBXb; AaXBY

Серые, нормальные глаза

2) P: самка AaXBXb X самец aaXbY

серая, нормальные глаза

черный, маленькие глаза

G: AXB, AXb, aXB, aXb

$$aXb, aY$$

Генотипы и фенотипы возможного потомства:
 $AaXBXb$, $AaXBY$ — серое тело, нормальные глаза
 $AaXbXb$, $AaXbY$ — серое тело, маленькие глаза
 $aaXBXb$, $aaXBY$ — черное тело, нормальные глаза
 $aaXbXb$, $aaXbY$ — черное тело, маленькие глаза

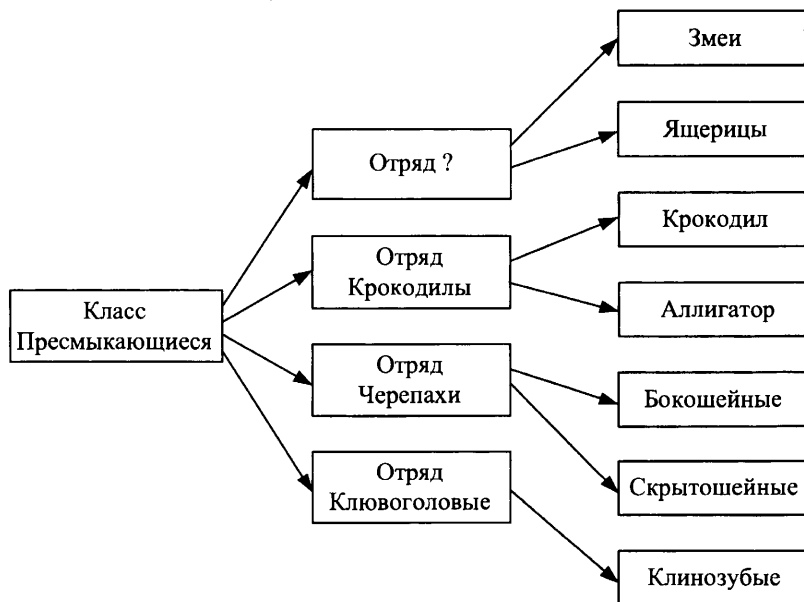
3) В обоих скрещиваниях действуют законы независимого наследования признаков, сцепленных с полом наследования. 12,5% потомков женского пола от всего возможного потомства во втором скрещивании по фенотипу сходны с исходной женской особью с серой окраской тела и нормальными глазами ($AaXBXb$).

ВАРИАНТ 2

ЧАСТЬ 1

Ответом к заданиям 1–21 являются последовательность цифр, число или слово (словосочетание).

1. Рассмотрите предложенную схему. Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный на схеме знаком вопроса.



Ответ: _____.

2. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

Палеонтология изучает

- 1) сезонные миграции птиц
- 2) отпечатки ископаемых растений
- 3) взаимоотношения живых организмов
- 4) останки древних животных
- 5) влияние внешних факторов на сельскохозяйственных животных
- 6) следы жизнедеятельности древних организмов

--	--	--

3. В половой клетке пшеницы 21 хромосома. Какой набор хромосом имеют соматические клетки этого растения? В ответе запишите только количество хромосом.

Ответ: _____ .

4. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Для животной клетки не характерно наличие

- 1) хлоропластов
- 2) рибосом
- 3) целлюлозной клеточной стенки
- 4) оформленного ядра
- 5) вакуолей с клеточным соком
- 6) митохондрий

--	--	--

5. Установите соответствие между характеристикой и типом деления клеток, к которому ее относят.

Характеристика	Тип деления клетки
А) между гомологичными хромосомами происходит обмен генами	1) митоз 2) мейоз
Б) образуются дочерние клетки, идентичные материнской	
В) деление лежит в основе почкования кишечнорастворимых животных	

Характеристика	Тип деления клетки
Г) деление лежит в основе вегетативного размножения	
Д) гомологичные хромосомы отходят к разным полюсам клетки	
Е) гомологичные хромосомы конъюгируют друг с другом	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

6. Сколько молекул АТФ будет синтезировано в клетках амебы на подготовительном этапе энергетического обмена, в процессе гликолиза и в процессе дыхания при окислении фрагмента молекулы гликогена, состоящего из 12 остатков глюкозы?

Ответ запишите в виде последовательности цифр, в порядке их убывания.

Ответ: _____ .

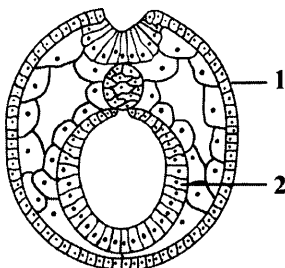
7. Ниже приведен перечень характеристик изменчивости. Все они, кроме трех, используются для описания комбинативной изменчивости. Найдите три характеристики, «выпадающие» из общего ряда, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

- 1) приводит к изменению генов
- 2) является ненаследственной изменчивостью
- 3) возникает в результате полового размножения
- 4) возникает в результате вегетативного размножения
- 5) проявляется в генотипическом разнообразии особей
- 6) повышает выживаемость вида в изменяющихся условиях его существования

--	--	--

8. Установите соответствие между зародышевыми листками, обозначенными на рисунке цифрами 1, 2, и структурами

организма, которые из них развиваются. К каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.



Структуры организма	Зародышевые листки
А) эпидермис кожи, ногти, волосы	1) эктодерма
Б) головной мозг	2) энтодерма
В) эпителий пищеварительного тракта	
Г) печень и поджелудочная железа	
Д) эмаль зубов	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

9. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Для низших растений характерны следующие признаки

- 1) имеют вегетативные и генеративные органы
- 2) тело представляет собой таллом, или слоевище
- 3) имеют разнообразные ткани
- 4) обычно живут в водной среде
- 5) включают одноклеточные организмы
- 6) имеют цветки и плоды

--	--	--

10. Установите соответствие между признаком и классом животных, для которого он характерен.

Признак	Класс
А) наличие среднего уха Б) отсутствие ребер В) наличие чешуи Г) наличие конечностей Д) двухкамерное сердце Е) отсутствие легких	1) Земноводные 2) Рыбы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

11. Укажите последовательность явлений и процессов, происходящих при биосинтезе белка. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) образование пептидной связи
- 2) синтез молекулы иРНК на ДНК
- 3) связывание молекулы иРНК с рибосомой
- 4) поступление молекулы иРНК из ядра в цитоплазму
- 5) процесс терминции
- 6) взаимодействие тРНК с аминокислотой метионином, с белково-синтезирующим комплексом (рибосомой и иРНК)

--	--	--	--	--	--

12. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. Подкожная жировая клетчатка выполняет функцию

- 1) хранения генетической информации
- 2) запасующую
- 3) терморегуляторную
- 4) пищеварительную
- 5) защитную
- 6) выделительную

--	--	--

13. Установите соответствие между отделом пищеварительного канала и процессом пищеварения, который в нем происходит.

Процессы пищеварения	Отделы пищеварительного канала
А) механическая обработка пищи Б) первичное расщепление углеводов В) уничтожение микроорганизмов соляной кислотой Г) переваривание белков Д) образование пепсина Е) склеивание пищи в комок	1) ротовая полость 2) желудок

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

14. Укажите последовательность кровеносных сосудов, по которым проходит кровь в малом круге кровообращения. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) правый желудочек 4) легочная вена
 2) капилляры легких 5) левое предсердие
 3) легочная артерия

--	--	--	--	--

15. Известно, что австралийская ехидна — яйцекладущее млекопитающее, добывающее термитов и муравьев своим длинным языком. Используя эти сведения, выберите из приведенного ниже списка три утверждения, относящиеся к описанию данных признаков этого организма. Запишите в таблицу цифры, соответствующие выбранным ответам.

- 1) Ехидна весит до 5 кг и имеет размеры до 50 см.
 2) Ехидну впервые описали в 1792 году, ошибочно причислив к муравьедам.
 3) Первую ехидну обнаружили в муравейнике, где она своим длинным липким языком, вытягивающимся на 18 см из узкой вытянутой морды, ловила муравьев.
 4) Передние лапы ехидны укорочены, пальцы снабжены мощными плоскими когтями, приспособленными для разламывания стенок термитников и рытья земли.

- 5) Ехидна перемещает яйцо из клоаки в выводковую сумку, где имеются млечные железы без сосков, поэтому детеныши слизывают молоко с шерсти матери.
- 6) При опасности ехидна сворачивается в шар, пряча живот и выставляя наружу колючки.

--	--	--

16. Установите соответствие между признаком моллюска большого прудовика и критерием вида, для которого он характерен.

Признаки моллюска	Критерий вида
А) органы чувств — одна пара щупалец	1) морфологический
Б) коричневый цвет раковины	2) экологический
В) населяет пресноводные водоемы	
Г) питается мягкими тканями растений	
Д) раковина спирально закручена	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д

17. Выберите три верных ответа из шести и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны. К устойчивым экосистемам относятся:

- 1) вишневый сад 4) смешанный лес
 2) картофельное поле 5) пшеничное поле
 3) таежный лес 6) березовая роща

--	--	--

18. Установите соответствие между характеристикой организмов и функциональной группой, к которой они относятся.

Характеристика организмов	Функциональная группа
А) синтезируют органические вещества из неорганических	1) продуцент
Б) являются сапротрофами	2) редуцент
В) разлагают органические вещества до минеральных	
Г) питаются готовыми органическими веществами	

Характеристика организмов	Функциональная группа
Д) в клетках содержат пигменты для фотосинтеза Е) поглощают из окружающей среды углекислый газ	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

А	Б	В	Г	Д	Е

19. Установите геохронологическую последовательность возникновения групп живых организмов на Земле. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- | | |
|-----------------------|------------------|
| 1) Пресмыкающиеся | 4) Земноводные |
| 2) Зеленые водоросли | 5) Круглые черви |
| 3) Цветковые растения | 6) Рыбы |

--	--	--	--	--	--

20. Проанализируйте таблицу «Особенности строения и функции органоидов». Заполните пустые ячейки таблицы, используя термины, приведенные в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквами, выберите соответствующий термин из предложенного списка.

Особенности и функции органоидов

Объект	Особенности строения	Функции
Митохондрии	(Б)	Окисляет органические вещества
(А)	Содержит граны	Синтезирует углеводы
Клеточный центр	Состоит из двух центриолей	(В)

Список терминов

- | | |
|-------------------------------|----------------------------------|
| 1) содержит хлорофилл | 5) образует кислород |
| 2) хлоропласты | 6) ЭПС |
| 3) содержит кристы | 7) клеточная стенка из целлюлозы |
| 4) участвует в делении клетки | |

Запишите в таблицу цифры выбранных терминов под соответствующими буквами.

А	Б	В

21. Изучите таблицу «Содержание белков, жиров и углеводов в продуктах питания».

Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании полученных результатов.

Содержание белков, жиров и углеводов в продуктах питания

Продукты	Содержание веществ в 100 г продукта		
	Белков	Жиров	Углеводов
Ржаной хлеб	5,5	0,6	39
Пшеничный хлеб	6	0,5	56
Манная крупа	9,5	0,7	70
Гречневая каша	8	1,5	64,5
Пшено	8,1	2,2	64
Рис	6,5	1,8	77,8
Картофель	1,3	0,1	18,5
Горох	19,3	3,2	50,3
Морковь	0,7	0,2	7,2
Капуста свежая	1,1	0,1	4,1
Томаты свежие	0,7	0,2	7,2
Огурцы свежие	0,7	0,1	1,8
Яблоки свежие	0,2	–	3
Масло растительное	–	97,8	–
Сахарный песок	–	–	98,2
Яйцо куриное	12,7	11,5	0,7
Сосиски	12,3	25	–

Продукты	Содержание веществ в 100 г продукта		
	Белков	Жиров	Углеводов
Говядина (нежирная)	19	8	–
Свинина (жирная)	14,4	37,3	–
Печень	16,7	3,7	2,7
Рыба свежая (сазан)	8,6	1,2	–
Молоко коровье	3,1	3,4	4,9
Кефир	3	3,2	4,5
Сметана	3,3	30,2	2,5
Сыр голландский	24,9	29,9	2,3
Творог (нежирный)	16,8	0,4	0,9
Масло сливочное	0,5	79,3	0,4

Утверждения:

- 1) В 100 г сметаны содержится 30,2 г жиров.
- 2) В 100 г картофеля больше углеводов, чем в 100 г риса.
- 3) 100 г куриных яиц содержат больше белка, чем 100 г свинины.
- 4) Количество белков в горохе выше, чем в сосисках.
- 5) 100 г свежей капусты содержат больше углеводов, чем 100 г моркови.

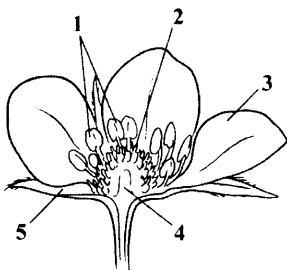
Запишите в ответе номера выбранных утверждений.

Ответ: _____ .

ЧАСТЬ 2

Запишите сначала номер задания, затем ответ к нему. На каждое задание дайте полный развернутый ответ.

22. Почему нельзя пить некипяченую воду?
23. Назовите класс и семейство цветкового растения, изображенного на рисунке. Что обозначено на рисунке под цифрами 1, 2, 3, 5? Обоснуйте ваш ответ.



24. Найдите ошибки в приведенном тексте. Укажите номера предложений, в которых они сделаны, исправьте их.

1. В лесах летом можно найти паука-крестовика. 2. Тело паука разделено на три отдела — голову, грудь и брюшко. 3. На брюшке кроме крестообразного узора имеются паутинные железы — паутинные бородавки. 4. Паук имеет 5 пар ходильных ног и одну пару ротовых органов — челюстей. 5. Ими пауки перетирают пыльцу цветков, мякоть плодов и другую растительную пищу.

25. Назовите основные ароморфозы растительного мира.

26. Какую функцию выполняют слюнные железы в пищеварении у млекопитающих? Укажите не менее трех функций.

27. Какой хромосомный набор характерен для клеток заростка и клеток листьев папоротника орляка? Объясните, из каких исходных клеток и в результате каких делений образуются эти клетки.

28. У львиного зева красная окраска цветка (А) неполно доминирует над белой. Гибридное растение имеет розовую окраску. Узкие листья (В) неполно доминируют над широкими. У гибридов листья имеют среднюю ширину. Гены располагаются в разных хромосомах.

Какое потомство получится от скрещивания растения с красными цветками и средними листьями с растением, имеющим розовые цветки и средние листья? Определите тип скрещивания, генотипы родителей и фенотипы потомства от этого скрещивания. Составьте схему решения задачи.

ОТВЕТЫ

ЧАСТЬ 1

№ задания	Ответ	№ задания	Ответ
1	чешуйчатые	12	235
2	246	13	112221
3	42	14	13245
4	135	15	345
5	211122	16	11221
6	432 24 0	17	346
7	124	18	122211
8	11221	19	256413
9	245	20	234
10	112122	21	14
11	243615		

ЧАСТЬ 2

22. Элементы ответа:

1) При употреблении сырой воды из загрязненных водоемов в тело человека могут попасть цисты дизентерийной амебы, холерного вибриона и других паразитических простейших и болезнетворных бактерий.

2) С сырой водой можно проглотить промежуточного хозяина паразитических червей. Например, рачка циклопа — хозяина ришты.

23. Элементы ответа:

1) Класс Двудольные, сетчатое жилкование листьев, цветок пятичленного типа с двойным околоцветником.

2) Семейство Розоцветные. Цветок правильный, 5 чашелистиков, 5 лепестков, множество тычинок и множество пестиков.

3) Цифрой 1 обозначены пыльники тычинок, 2 — пестики, 3 — лепестки, 5 — чашелистики.

24. Элементы ответа.

Ошибки допущены в предложениях:

- 1) 2 — Тело паука разделено на слитную головогрудь и брюшко.
- 2) 4 — У паука-крестовика, как и у всех паукообразных, 4 пары ходильных ног и 2 пары ротовых органов: челюсти и ногощупальца.

3) 5 — Пауки — хищники и не являются растительноядными животными.

25. Элементы ответа:

- 1) Появление процесса фотосинтеза.
- 2) Дифференцировка тела на ткани и вегетативные органы (корень и побег).
- 3) Появление генеративных органов (семя, плод, цветок).

26. Элементы ответа:

1) Слюна — секрет слюнных желез — состоит на 98% из воды и создает в ротовой полости слабощелочную влажную среду. Слюна смачивает и обеззараживает пищу. В слюне млекопитающих присутствует природный антибиотик — лизоцим, убивающий бактерий.

2) В слюне имеются ферменты — амилаза и мальтаза, которые в слабощелочной среде расщепляют углевод крахмал до глюкозы.

3) В слюне содержится вещество муцин, склеивающее пищу в пищевой комок.

27. Элементы ответа:

1) Заросток папоротника орляка — это гаметофит, имеющий гаплоидный набор хромосом — n ;

2) Заросток образуется из гаплоидной споры (n) путем митоза;

3) Листья образуются на взрослом растении папоротника орляка, которое является спорофитом, имеющим диплоидный набор хромосом $2n$.

4) Листья, как и все органы спорофита, образуются в результате митотического деления диплоидной зиготы.

28. Схема решения задачи включает:

1) Р:	мать AABb	х	отец AaBb
	красные цветки		розовые цветки
	средние листья		средние листья
G:	(AB) (Ab)		(AB) (Ab)
			(aB) (ab)

2) Соотношение генотипов и фенотипов F_1 :

AABb — 25% растений будет иметь красные цветки и средние листья,

AaBb — 25% розовые цветки и средние листья,

AABb — 12,5% будут иметь красные цветки и узкие листья,

AaBB — 12,5% розовые цветки и узкие листья,

Aabb — 12,5% розовые цветки и широкие листья,

AAbb — 12,5% красные цветки и широкие листья.

3) Тип скрещивания: дигибридное скрещивание с независимым наследованием признаков и неполным доминированием.