



ФИПИ

Федеральная служба по надзору в сфере образования и науки
ФГБНУ «Федеральный институт педагогических
измерений»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ
обучающимся
по организации самостоятельной
подготовки к ЕГЭ 2023 года**

БИОЛОГИЯ

Москва, 2023

Автор-составитель: В.С. Рохлов, Р.А. Петросова

Методические рекомендации предназначены для обучающихся 11 классов, планирующих сдавать ЕГЭ 2023 г. по биологии. Методические рекомендации содержат советы разработчиков контрольных измерительных материалов ЕГЭ и полезную информацию для организации индивидуальной подготовки к ЕГЭ. В рекомендациях указаны темы, на освоение/повторение которых целесообразно обратить особое внимание.

Оглавление

Общие рекомендации.....	3
Рекомендации по организации повторения содержания тематических блоков.....	7
Блок 1. Биология как наука. Методы научного познания	7
Блок 2. Клетка как биологическая система	10
Блок 3. Организм как биологическая система.....	27
Блок 4. Система и многообразие органического мира	49
Блок 5. Организм человека и его здоровье.....	69
Блок 6. Эволюция живой природы.....	93
Блок 7. Экосистемы и присущие им закономерности	109
Примеры обновлённых и новых моделей заданий, включённых в КИМ в 2023 году.....	122

Общие рекомендации

Дорогие друзья!

Вам предстоит сдавать единый государственный экзамен (ЕГЭ) по биологии. Основная задача – показать хорошую биологическую подготовку и получить возможность поступить в выбранный вами вуз. Подготовка будет эффективной, если она будет правильно спланирована и логически выстроена. Данные рекомендации помогут вам в этом.

В экзаменационной работе ЕГЭ по биологии проверяются знания и умения, сформированные в процессе изучения следующих разделов курса биологии: «Растения», «Бактерии. Грибы. Лишайники», «Животные», «Человек и его здоровье» (базовый уровень), «Общая биология» (углублённый уровень).

В экзаменационной работе преобладают задания по разделу «Общая биология», поскольку в нём интегрируются и обобщаются фактические знания, полученные вами в предыдущие годы обучения предмету. Наиболее важны знания биологических теорий, биологических законов и закономерностей, в том числе: клеточная, хромосомная, эволюционная, рефлексорная теории и теория гена; законы наследственности (Менделя, Моргана, Вавилова) и изменчивости; экологические закономерности развития биосферы (например, закономерности действия экологических факторов на организм и др.). Востребованы при выполнении заданий ЕГЭ и конкретные биологические знания о строении и функционировании отдельных клеток, растительных и животных организмов (Растения, Животные, Бактерии, Лишайники, Вирусы, Человек). Также на экзамене проверяются прикладные знания из области биотехнологии, селекции организмов, охраны природы, здорового образа жизни человека, например, оказания первой помощи и др.

Что помешало многим участникам экзамена в 2022 году набрать максимальные баллы?

К типичным ошибкам следует отнести:

- невнимательное прочтение инструкций к заданиям и указаний к их выполнению;
- неумение выделить главное в тексте задания – особенно это касается заданий второй части, включающих достаточно объёмный контекст. При решении таких заданий текст следует прочитать несколько раз и только после этого переходить к ответам на вопросы;
- отсутствие умения «читать» рисунки, схемы, графики, таблицы и извлекать из них необходимую биологическую информацию;
- неумение проводить анализ исходных данных, формулировать выводы, делать обобщения, пояснять свою точку зрения.

К содержательным затруднениям следует отнести следующее.

Таблица 1

Тематические блоки	Описание затруднений участников ЕГЭ
Задания блока I «Биология как наука. Методы научного познания» контролируют материал о достижениях биологии, методах исследования, основных уровнях организации живой природы, её основных признаках	Наибольшие затруднения вызвали задания, проверяющие знание методов биологических исследований (например, определить гибридологический метод в генетике, получение эффекта гетерозиса в селекции, или метод кариотипирования в цитологии и генетике)
Задания блока II «Клетка как биологическая система» проверяют знания о строении, жизнедеятельности и многообразии клеток; умения устанавливать взаимосвязь строения	В первой части КИМ этого блока один рисунок использовался одновременно в двух линиях заданий – 5 и 6. Так, в первом задании (5) предлагалось определить клеточную структуру, процесс или вещество, а во втором задании – установить

<p>и функций органоидов клетки, распознавать и сравнивать клетки разных организмов, процессы, протекающие в них</p>	<p>соответствие между указанными на рисунке структурами или процессами и их характеристиками. Сложными оказались, например, следующие задания:</p> <ul style="list-style-type: none"> – по изображению тилакоида определить этапы фотосинтеза и вещества, которые образуются на этих этапах; – по изображению митохондрии установить соответствие между её структурами и их характеристиками; – по изображениям определить процессы обмена веществ и превращения энергии на клеточном и организменном уровне
<p>Задания блока III «<i>Организм как биологическая система</i>» контролируют усвоение знаний о закономерностях наследственности и изменчивости, об онтогенезе и воспроизведении организмов, о селекции организмов и биотехнологии, а также овладение умениями применять биологические знания при решении задач по генетике</p>	<p>Наибольшие затруднения вызвали задачи базового уровня сложности с кратким ответом на анализ родословных.</p> <p>В темах «Воспроизведение организмов. Способы размножения», «Онтогенез и присущие ему закономерности» наибольшие затруднения вызвали задания с рисунками. Участники экзамена не смогли определить по рисунку структуры, а потом подобрать к ним соответствующие характеристики. Серьёзные затруднения выявлены при выполнении заданий, проверяющих знание циклов развития споровых и семенных растений, гаметофита и спорофита</p>
<p>Задания блока IV «<i>Система и многообразие органического мира</i>» проверяют знания о многообразии, строении, жизнедеятельности и размножении организмов различных царств живой природы и вирусах; умения сравнивать организмы, характеризовать и определять их принадлежность к определённому систематическому таксону</p>	<p>В заданиях этого блока возникли затруднения при установлении соответствия видоизменений вегетативных органов растений и их характеристик, строения и характеристик клеток гидры</p>
<p>В заданиях блока V «<i>Человек и его здоровье</i>» проверялись знания о строении и функционировании организма человека, нейрогуморальной регуляции физиологических процессов, санитарно-гигиенических нормах и правилах здорового образа жизни</p>	<p>Наибольшие затруднения вызвали задания по следующим темам: «Нервная и эндокринная системы. Нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности организма», «Анализаторы, строение и функции, роль в организме. Высшая нервная деятельность».</p> <p>Так, в первой части затруднения вызвало задание, в котором требовалось установить соответствие между признаками и заболеваниями: сахарным диабетом и микседемой – и их влиянием на другие процессы в организме.</p> <p>Во второй части самым трудным оказалось задание, в котором требовалось оценить влияние щитовидной железы, мышц, промежуточного мозга на изменение концентрации глюкозы в крови.</p>

Блок VI « <i>Эволюция живой природы</i> » содержал задания, которые контролировали знания о движущих силах, направлениях и результатах эволюции органического мира; умения объяснять основные эволюционные процессы, взаимосвязь движущих сил и результатов эволюции	При выполнении этих заданий у участников ЕГЭ возникли проблемы при объяснении механизмов микроэволюции (видообразования) на конкретных примерах, представленных в заданиях
Блок VII « <i>Экосистемы и присущие им закономерности</i> » был направлен на проверку знаний об экологических закономерностях, о круговороте веществ в биосфере; умений устанавливать взаимосвязи организмов в экосистемах, выявлять причины устойчивости, саморазвития и смены экосистем	Типичных затруднений при выполнении заданий участниками ЕГЭ прошлых лет не выявлено

Опираясь на результаты экзамена, советуем тщательно прорабатывать содержание, которое традиционно вызывает затруднения у многих выпускников.

Для самостоятельной подготовки следует использовать учебники 6–11 классов, допущенные к использованию Министерством просвещения Российской Федерации. Особое внимание следует обратить на раздел «Общая биология» (10–11 класс). Рекомендуем пользоваться учебником углублённого уровня.

Советуем вам составить собственную «дорожную карту» подготовки к экзамену. Для входной диагностики уровня вашей подготовки прорешайте демонстрационный или любой тренировочный вариант КИМ ЕГЭ по биологии 2023 г. и проверьте ответы. Маркируйте задания и темы, которые вызвали затруднения. Самоподготовка будет эффективнее, если вы составите таблицу, фрагмент которой продемонстрирован ниже (таблица 2)¹. Изучите её структуру и продолжите заполнение. Фиксация сроков и планирование прохождения поможет вести учёт изученного и грамотно распределять время на прохождение всего курса биологии.

Таблица 2

Проверяемые элементы содержания	Пройдено/ изучено	Необходимо изучить/повторить (сроки)
Блок 1. Биология как наука. Методы научного познания (Биология как комплекс наук о живой природе)		
1.1. Биология как наука, её достижения, методы познания живой природы. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира		
1.2 и т.д.		
Блок 2. Клетка как биологическая система (Структурные и функциональные основы жизни)		
2.1. Современная клеточная теория, её основные положения, роль в формировании современной естественнонаучной картины мира. Развитие знаний о клетке.		

¹ Фрагмент таблицы составлен на основании раздела 2 «Перечень элементов содержания, проверяемых на едином государственном экзамене по биологии» кодификатора (<https://fipi.ru/ege/demoversii-specifikacii-kodifikatory#!/tab/151883967-6>).

Клеточное строение организмов – основа единства органического мира, доказательство родства живой природы		
2.2 и т.д.		
Блок 3. Организм как биологическая система (Организм)		
3.1. Разнообразие организмов. Размножение организмов		
3.2 и т.д.		
Блок 4. Система и многообразие органического мира (Теория эволюции)		
4.1. Многообразие организмов. Значение работ К. Линнея и Ж-Б. Ламарка. Основные систематические (таксономические) категории. Царство бактерий. Царство грибов. Лишайники		
4.2 и т.д.		
Блок 5. Организм человека и его здоровье		
5.1. Ткани. Органы и системы органов. Эндокринная система		
5.2 и т.д.		
Блок 6. Эволюция живой природы (Теория эволюции. Развитие жизни на Земле)		
6.1. Эволюционная теория Ч. Дарвина. Синтетическая теория эволюции		
6.2 и т.д.		
Блок 7. Экосистемы и присущие им закономерности (Организмы и окружающая среда)		
7.1. Среды обитания организмов. Экологические факторы: абиотические, биотические. Антропогенный фактор. Их значение		
7.2 и т.д.		

Рекомендации по организации повторения содержания тематических блоков

Блок 1. Биология как наука. Методы научного познания (Биология как комплекс наук о живой природе)

Содержание данного блока проверяется в следующих линиях заданий КИМ ЕГЭ 2023 г. 1, 2, 22, 23 (встречается обязательно); 26, 27 (возможно).

1.1. Биология как наука, её достижения, методы познания живой природы. Роль биологии в формировании современной естественнонаучной картины мира

Краткое содержание теоретического материала

Биология – наука, изучающая свойства живых систем.

Ботаника изучает жизнь растений, их строение, жизнедеятельность, условия обитания, происхождение и эволюционное развитие.

Зоология изучает строение, развитие, образ жизни животных, их видовой состав, распространение, происхождение, значение в природе и жизни человека.

Анатомия – наука, изучающая строение тела организмов и их частей на уровне выше клеточного. *Физиология* – наука, изучающая жизнедеятельность здорового организма и его частей – систем, органов, тканей, клеток. *Гигиена* – наука, изучающая влияние факторов внешней среды на организм человека в целях оптимизации благоприятного и профилактики неблагоприятного воздействия.

Цитология – наука о клетке, строении и функциях её органоидов.

Генетика – наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости организмов.

Эмбриология – наука о формировании и развитии зародышей.

Селекция – наука о создании новых и улучшении существующих пород животных, сортов растений, штаммов микроорганизмов.

Систематика – наука, задачей которой является описание и обозначение всех существующих и вымерших видов организмов, а также их распределение по различным группам.

Палеонтология – наука об ископаемых останках растений и животных, реконструирующая по найденным останкам их внешний вид, биологические особенности, а также восстанавливающая на основе этих сведений ход биологической эволюции.

Экология – наука, изучающая взаимодействие организмов между собой и с окружающей средой, закономерности развития экосистем, взаимоотношения организмов в них, эволюцию сообществ и биосферы

Метод – путь исследования, который проходит учёный, решая конкретную научную проблему. Методы познания живой природы: измерение, наблюдение, эксперимент, микроскопирование, моделирование и др.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Название метода	Сходство	Различие
Наблюдение		
Эксперимент		

Ответить на вопросы.

1. Знание каких естественных наук используют современные биологи?

2. Какие методы применяются к биологической науке?
3. В чём особенности теоретических методов биологических исследований?
4. Какие методы исследования нужно использовать для определения роли воды в жизни растений?
5. Предложите методы, с помощью которых можно изучить процесс фотосинтеза у растений.
6. Какими методами можно изучить поведение аквариумных рыб?
7. Какими методами можно исследовать клеточное строение кожицы чешуи лука?

Выполнить задание.

Проанализируйте таблицу «Энергозатраты на выращивание сельскохозяйственных культур и давление этого производства на экосистему в одной из провинций Китая».

Культуры	Энергия, Дж	Давление на экосистему, усл. ед.
Зерновые	$3,02 \times 10^{15}$	1,5034
Масличные	$3,25 \times 10^{14}$	1,6409
Овощные	$2,19 \times 10^{14}$	0,0432
Фрукты	$4,79 \times 10^{13}$	0,1857

Выберите утверждения, которые можно сформулировать на основании анализа полученных результатов. Запишите в ответе цифры, под которыми указаны выбранные утверждения.

- 1) Производство масличных культур требует меньше площадей, чем производство зерновых.
- 2) Суммарное давление на экосистему сельскохозяйственного производства данной провинции слишком велико.
- 3) При производстве овощей давление на экосистему наименьшее.
- 4) Активное использование сельскохозяйственных угодий может привести к эрозии почвы.
- 5) Наибольшее количество энергии требуется для производства зерновых.

Ответ: _____.

1.2. Биологические системы. Уровневая организация живой природы.

Общие признаки биологических систем

Краткое содержание теоретического материала

Система – это совокупность компонентов, находящихся во взаимосвязи и образующих единое целое. Биологическая система является открытой системой, существует в разных формах. Основные биологические системы: клетка, ткань, орган, организм, популяция, вид, биоценоз, биосфера.

Основные уровни организации живой природы: молекулярно-генетический, клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценологический, биосферный.

Молекулярно-генетический уровень: изучаются свойства и функции химических веществ в живых системах, процессы (репликация ДНК, синтез РНК). *Клеточный уровень:* изучаются строение и функции клеток и органоидов, процессы, протекающие на клеточном уровне (обмен веществ и деление клетки). *Организменный уровень:* изучаются одноклеточные или многоклеточные организмы, их строение, наследственность и изменчивость, образ жизни, поведение, размножение. *Популяционно-видовой:* изучаются группы особей одного вида, их основные характеристики (критерии вида), структура, состав, процессы. Популяция как единица эволюции. *Биогеоценологический (экосистемный):*

экосистемы, взаимоотношения организмов в экосистемах, состоящими из различных популяций и среды обитания. *Биосферный*: представлен совокупностью всех биогеоценозов. Для биосферы характерен круговорот веществ, обмен и превращение энергии.

Все живые организмы (биологические системы) обладают рядом общих признаков и свойств, которые делают их отличными от тел неживой природы.

1. Высокоупорядоченное строение. Живые организмы имеют определённый план строения – клеточный или неклеточный (вирусы), состоят из химических веществ – более высокого уровня организации, чем вещества неживой природы.

2. Обмен веществ и энергии. Для живых организмов характерна совокупность процессов дыхания, питания, выделения, посредством которых они получают из внешней среды необходимые вещества и энергию, преобразуют и накапливают их в организме и выделяют в окружающую среду продукты своей жизнедеятельности.

3. Раздражимость. Организмы способны специфически реагировать на изменения окружающей среды, адаптироваться и выживать в изменяющихся условиях.

4. Самовоспроизведение. Всё живое способно к самовоспроизведению, размножению. Размножение связано с передачей наследственной информации и является самым характерным признаком живого. Жизнь любого организма ограничена, но за счёт размножения живая материя «бессмертна».

5. Рост и развитие. Живые организмы растут, увеличиваются в размерах, развиваются, изменяются за счёт поступления питательных веществ.

6. Движение. Организмы способны к более или менее активному движению. Это один из ярких признаков живого. Движение происходит и внутри организма, даже на уровне клетки.

7. Саморегуляция. Одним из самых характерных свойств живого является поддержание постоянства внутренней среды организма при изменении внешних условий. Регулируется температура тела, давление, насыщенность газами, концентрация веществ и т.д. Саморегуляция происходит не только на уровне всего организма, но и на уровне клетки. Кроме того, за счёт деятельности всех живых организмов саморегуляция присуща и биосфере в целом. Саморегуляция связана с такими свойствами живого, как наследственность и изменчивость.

8. Наследственность – это способность передавать признаки и свойства организма из поколения в поколение в процессе размножения.

9. Изменчивость – это способность организма изменять свои признаки при взаимодействии со средой. В результате наследственности и изменчивости живые организмы приспособляются, адаптируются к внешним условиям, что позволяет им выжить и оставить потомство.

10. Эволюция. Все живое развивается от простого к сложному. В результате исторического развития возникло все многообразие живых организмов.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Что такое биологическая система?
2. Каковы отличительные признаки биологической системы?
3. Почему биосистемы называют открытыми системами?
4. Докажите на примере любой биосистемы, что она иерархична.
5. К какому уровню организации жизни вы отнесёте белого медведя, клевер красный, еловый лес, растительную клетку, обыкновенную амёбу? Ответ аргументируйте.
6. Какие процессы происходят в биосистемах разного уровня организации? Приведите примеры.

Выполнить задание.

Рассмотрите таблицу «Уровни организации живой природы». Запишите в ответе пропущенный термин, обозначенный в таблице вопросительным знаком.

Уровни организации живой природы	Примеры
Организменный	Проявление дальтонизма у ребёнка
?	Круговорот кислорода в природе

Ответ: _____.

Блок 2. Клетка как биологическая система (Структурные и функциональные основы жизни)

Содержание данного блока проверяется в следующих линиях заданий КИМ ЕГЭ 2023 г.: 3, 5, 6, 7, 28 (встречается обязательно); 21, 24 (возможно).

2.1. Современная клеточная теория, её основные положения, роль в формировании современной естественнонаучной картины мира. Развитие знаний о клетке. Клеточное строение организмов – основа единства органического мира, доказательство родства живой природы

Краткое содержание теоретического материала

Основные положения современной клеточной теории

1. Клетка является структурной и функциональной единицей живого, представляет собой элементарную живую систему. Для неё характерны все признаки и функции живого.
2. Клетки различных организмов имеют сходный химический состав и общий план строения.
3. Новая клетка возникает в результате деления исходной клетки.
4. Многоклеточные организмы развиваются из одной исходной клетки.
5. Сходство клеточного строения организмов свидетельствует о единстве их происхождения.

Химический состав. В клетке встречаются около 60 химических элементов – биогенов. Их можно разделить на три группы: макроэлементы (O, C, H, N, P, Ca), микроэлементы (S, K, Na, Cl, Mg, Fe), ультрамикроэлементы (Mn, I, Br, F, Zn, Cu, B и др.).

Вода. Содержание в клетках – 60–98%. Универсальный растворитель, определяет объём и тургор клеток; среда, где протекают химические реакции, катализатор, участник реакций обмена веществ. Составляет внутреннюю среду организма, структурирует клетку, участвует в терморегуляции.

Органические вещества. *Липиды* – сложные эфиры глицерина (или других спиртов) и высших жирных кислот. Содержание от 5 до 90%. Триглицериды (жиры и масла), фосфолипиды (содержат фосфорную кислоту), воски, стериды (холестерин, стероидные гормоны). Гидрофобные вещества с высокой энергоёмкостью. Функции в организме: энергетическая (1 г жира выделяет 38,9 кДж), строительная (фосфолипиды строят мембранные структуры клеток), защитная, терморегуляторная, гормональная (стероидные гормоны), компоненты витаминов D, E, источник воды в клетке, запасное питательное вещество.

Углеводы – сахароподобные вещества с общей формулой $C_n(H_2O)_m$. Содержание в клетках животных 1–3%, в клетках растений до 90%. Углеводы делятся на моносахариды, дисахариды, полисахариды. Моносахариды (глюкоза, фруктоза, рибоза, дезоксирибоза) и дисахариды (сахароза, лактоза) – бесцветные кристаллические вещества, хорошо растворимые в воде, имеют сладкий вкус. Полисахариды (крахмал, гликоген, целлюлоза) в воде растворимы плохо или нерастворимы. Моносахариды (глюкоза) являются

мономерами. Функции углеводов: строительная (целлюлоза, хитин), энергетическая (1 г углеводов образует 17,6 кДж), запасное питательное вещество (крахмал, гликоген). Рибоза и дезоксирибоза входят в состав нуклеиновых кислот и АТФ.

Белки – полимеры, мономеры – 20 различных аминокислот. Аминокислоты соединены друг с другом пептидной связью (CO-NH). Белки имеют сложное строение и несколько уровней организации. Первичная структура – последовательность аминокислот в полипептидной цепи, связанных пептидной связью. Эта последовательность определяется наследственной программой каждой клетки и организма. Вторичная структура – спирально закрученная полипептидная цепь (α -спираль) или слоистая (β -структура) цепь, образованная за счёт водородных связей. Третичная структура – определённая пространственная конфигурация молекулы. Она поддерживается связями: ковалентными (S-S), ионными ($-\text{NH}_3^+$, COO^-), водородными, гидрофобными взаимодействиями. Четвертичная структура – это суперструктура, объединение нескольких полипептидных цепей (субъединиц) в единую молекулу. Характерна не для всех белков.

Свойства белков: денатурация белка (свёртывание) – потеря белком природной структуры. Денатурация обратимая и необратимая. Функции: ферментативная (биокатализаторы), строительная (мембранные структуры клеток), энергетическая (1 г белка образует 17,6 кДж), двигательная (сократительные белки мышечных волокон, микротрубочек), транспортная (переносят вещества – гемоглобин), защитная (образуют антитела и антигены), регуляторная (гормоны – инсулин).

Нуклеиновые кислоты – биополимеры; мономерами являются нуклеотиды (остаток фосфорной кислоты, углевода, азотистое основание). ДНК (дезоксирибонуклеиновая кислота): H_3PO_4 , дезоксирибоза, азотистые основания аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц), тимин (Т). РНК (рибонуклеиновая кислота): H_3PO_4 , рибоза, азотистые основания аденин (А), гуанин (Г), цитозин (Ц), урацил (У). Комплементарные азотистые основания А=Т или А=У, цитозин Ц≡Г.

ДНК представляет собой двойную спираль за счёт водородных связей между комплементарными основаниями. Находится в ядре, митохондриях и хлоропластах. ДНК способна к самоудвоению – репликации. Функция – хранение и передача наследственной информации о первичной структуре белка, всех признаков организма.

РНК – одна полинуклеотидная цепь, находится в ядре, цитоплазме. Виды: транспортная тРНК (транспортирует аминокислоты к месту синтеза белка на рибосомы), информационная иРНК (переносит информацию о структуре белка от ДНК на рибосомы), рибосомальные рРНК (строят тело рибосомы), вирусные РНК (самые высокомолекулярные, являются генетическим аппаратом вируса).

АТФ – аденозинтрифосфат, мононуклеотид, состоящий из рибозы, аденина и трёх остатков фосфорной кислоты, между которыми имеются две макроэргические (высокоэнергетические) связи. Энергия простой связи – около 10 кДж/моль, а макроэргической – 40 кДж/моль. АТФ – универсальный источник энергии в клетке.

Пример задачи. В ДНК на долю нуклеотидов с аденином приходится 35%. Определите процентное содержание нуклеотидов с цитозином, входящих в состав молекулы. В ответе запишите только соответствующее число.

Решение. Для решения задачи подобного типа необходимо вспомнить, что молекула ДНК состоит из двух цепей, которые удерживаются друг с другом за счёт водородных связей между комплементарными азотистыми основаниями: А-Т, Г-Ц. Это означает, что количество тимина всегда равно количеству аденина, а количество цитозина равно количеству гуанина. Согласно условию количество нуклеотидов с аденином в молекуле составляет 35%, следовательно, количество нуклеотидов с тимином также составляет 35% (А = Т = 35%). В сумме количество этой комплементарной пары составляет 70%. Значит, на долю другой пары нуклеотидов – цитозина и гуанина – приходится 30% ($100 - 70 = 30$).

Так как цитозин и гуанин комплементарны друг другу, то их количество в молекуле ДНК одинаково: по 15% каждого вида ($30: 2 = 15$).

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Назовите авторов первой клеточной теории.
2. Сформулируйте основные положения современной клеточной теории.
3. Каким методом была впервые открыта клетка?
4. Каким методом можно разделить и выделить органоиды клетки?
5. С чем связаны уникальные физико-химические свойства воды? Перечислите те из них, которые наиболее важны для организмов.
6. За счёт взаимодействия каких групп аминокислот происходит образование пептидных связей?
7. Какие связи стабилизируют вторичную структуру белковой молекулы? Почему вторичная структура белков достаточно прочная, хотя поддерживающие её связи значительно слабее ковалентных?
8. Что такое денатурация белка? Каковы её причины? Что такое ренатурация?
9. Как сказываются различия в строении полисахаридов на их свойствах и биологических функциях? Ответ проиллюстрируйте примерами.
10. Объясните, почему жиры плохо растворяются в воде.
11. При окислении 1 г жира выделяется 38,9 кДж, а при окислении 1 г углеводов – 17,6 кДж. Объясните, почему энергоёмкость жиров в 2 раза выше энергоёмкости углеводов.
12. Что такое нуклеотид? Из каких компонентов он состоит? Какие части нуклеотида составляют остов цепи нуклеиновых кислот?
13. Что собой представляют молекулы нуклеиновых кислот? Чем нуклеиновые кислоты как полимеры отличаются от белков?

Выполнить задание.

Какую долю нуклеотидов с гуанином и цитозином в сумме содержит молекула ДНК, если доля нуклеотидов с тиминном составляет 14%? В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: _____ %.

2.2. Строение клетки. Многообразие клеток

Краткое содержание теоретического материала

Все клеточные организмы делятся на две группы: прокариоты (доядерные) и эукариоты (ядерные). *Прокариоты* – примитивные организмы, не имеющие чётко оформленного ядра. В клетках имеется кольцевая ДНК, отсутствуют органоиды, кроме рибосом. Это бактерии и цианобактерии (сине-зелёные «водоросли»). *Бактериальные клетки* (царство Дробянки) имеют плотную клеточную стенку, одну кольцевую молекулу ДНК (нуклеоид), рибосомы. Все остальные органоиды у них отсутствуют.

Эукариоты – истинно ядерные, имеют чётко оформленное ядро и все основные органоиды. К ним относятся растения, животные, грибы.

Все клетки снаружи окружены *наружной клеточной мембраной*. Наружная клеточная мембрана состоит из двойного слоя фосфолипидов (билипидного слоя), с мозаично вкрапленными молекулами белков. Свойства и функции: ограничивает живое содержимое клетки, обладает избирательной проницаемостью, защищает клетку, регулирует поступление веществ и обмен с внешней средой. Механизмы поступления

веществ в клетку: диффузия (низкомолекулярные ионы, молекулы), осмос (вода), активный транспорт с затратой энергии АТФ против градиента концентрации, пассивный транспорт без затрат энергии, эндоцитоз – поглощение крупных частиц, фагоцитоз – поглощение твёрдых частиц, пиноцитоз – поглощение жидких веществ. У клеток животных с внешней стороны к белкам или липидам присоединяются углеводы, образуя гликокаликс. Он обеспечивает сцепление клеток и выполняет рецепторную функцию.

Клетки растений и грибов снаружи имеют оболочку (клеточную стенку), которая придаёт клетке прочность, защищает, выполняет роль «скелета». У растений оболочка из целлюлозы, у грибов – из хитина. В оболочке имеются поры, через которые происходит взаимосвязь клеток друг с другом.

Цитоплазма – внутреннее полужидкое содержимое клетки, в котором располагаются все органоиды. Органоиды могут быть отделены от цитоплазмы мембраной.

Одномембранные органоиды имеют только одну мембрану. *Эндоплазматическая сеть (ЭПС)* – система канальцев, трубочек, цистерн, пронизывает всю цитоплазму, разделяет её на отсеки, обеспечивает сообщение между отдельными частями клетки и транспорт веществ. На гладкой ЭПС синтезируются липиды, полисахариды; на гранулярной ЭПС располагаются рибосомы и синтезируются белки. *Аппарат Гольджи* – система пузырьков, цистерн, связанных с ЭПС; обеспечивает упаковку и вынос синтезируемых веществ из клетки, формирование лизосом. *Лизосомы* – округлые тельца, содержат специальные ферменты, которые обеспечивают расщепление (гидролиз) поступающих в клетку полимеров до мономеров, а также внутриклеточное переваривание.

Вакуоли с клеточным соком – мембранные мешки различной величины и формы, заполненные клеточным соком и питательными веществами, характерны для растений.

Двумембранные полуавтономные органоиды. *Митохондрии* имеют продолговатую форму. Наружная мембрана гладкая, а внутренняя имеет складки – кристы. Внутри органоид заполнен матриксом, в котором находятся кольцевая ДНК, РНК, рибосомы. Митохондрии способны к самостоятельному росту, синтезу белков и делению. Являются энергетическими станциями клетки, в них происходит окончательное окисление органических веществ кислородом воздуха (дыхание) и синтез АТФ.

Пластиды характерны для растительных клеток и делятся на три вида: хлоропласты, лейкопласты и хромопласты. *Хлоропласты* – органоиды зелёного цвета, окружены двумя мембранами. Внутренняя часть заполнена стромой, в которую погружены мембранные структуры – граны. Граны образованы мембранными мешочками – тилакоидами. В строме имеются кольцевая ДНК, РНК, рибосомы. На мембранах располагается фотосинтезирующий пигмент – хлорофилл. В хлоропластах осуществляется фотосинтез. *Хромопласты* – органоиды шарообразной формы; они содержат красный, оранжевый, жёлтый пигменты, придают окраску цветкам, плодам, осенью – листьям, образуются из хлоропластов. *Лейкопласты* – бесцветные пластиды, находятся в неокрашенных частях растения, содержат запасные питательные вещества, могут на свету переходить в хлоропласты.

Немембранные органоиды. Рибосомы – мелкие тельца грибовидной формы, состоящие из большой и малой субъединиц, которые образованы из белков и рибосомальных РНК; на них идёт синтез белка. Микротрубочки – палочкообразные структуры, состоящие из спирально расположенных молекул белка. Они располагаются по всей клетке, выполняют роль внутреннего скелета, придают клетке определённую форму и обеспечивают движение цитоплазмы. Производные микротрубочек – две центриоли и центросфера клеточного центра, которая участвует в делении клетки, образует нити веретена деления и обеспечивает равномерное распределение хромосом между дочерними клетками. Центриоли – цилиндрические структуры, образованные из микротрубочек.

Органоиды движения – реснички и жгутики, обеспечивающие движение клетки (одноклеточных организмов). Представляют собой выросты цитоплазмы, окружённые

клеточной мембраной. Внутри находятся микротрубочки, сокращения которых приводят к движению клетки.

Ядро – центр регуляции жизнедеятельности клетки, обеспечивает передачу наследственной информации. Отделено от цитоплазмы двойной ядерной мембраной, в которой имеются поры. Внутри ядро заполнено кариоплазмой, в которой находятся молекулы ДНК. Здесь происходит синтез ДНК, РНК, формирование рибосом. В неделящейся клетке молекулы ДНК находятся в виде тонких нитей хроматина. Во время деления ДНК спирализуются, утолщаются, образуют комплексы с белком и превращаются в хорошо заметные структуры – хромосомы. *Ядрышко* – тёмное округлое образование в кариоплазме, место синтеза рРНК, формирования и скопления рибосом. В ядре может быть одно или несколько (до шести) ядрышек.

Строение прокариотной клетки. Снаружи *прокариотная клетка* покрыта оболочкой, но состоит из вещества гликопротеида – *муреина*. Она может иметь дополнительные слизистые слои и капсулу, которые выполняют защитную функцию. Под оболочкой располагается плазматическая мембрана, как у эукариотной клетки.

У аэробных прокариот на плазматической мембране имеются ферменты, которые участвуют в дыхании, аналогично ферментам митохондрий. На этих участках происходит кислородный этап энергетического обмена.

У фотосинтезирующих бактерий (цианобактерий) имеются впячивания в виде *фотосинтетических мембран*. Они могут располагаться в виде стопок в цитоплазме и напоминают граны хлоропластов. Генетический аппарат состоит из одиночной кольцевой молекулы ДНК – *нуклеоида*. В клетке имеются рибосомы, но они мельче, чем эукариотные. Многие прокариотные организмы подвижны и имеют один или несколько жгутиков, напоминают микротрубочку эукариот, но вместо тубулина здесь белок *флагеллин*. На клеточной стенке у некоторых бактерий имеются тонкие выросты – *пили*.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

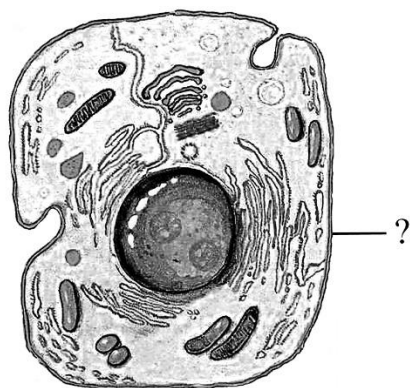
Название органоида	Строение	Функции

Ответить на вопросы.

1. Как образована плазматическая мембрана?
2. Какую функцию выполняют мембранные белки?
3. Какие структуры плазматической мембраны обеспечивают: а) избирательную проницаемость; б) распознавание соседних клеток; в) взаимное сцепление клеток друг с другом в одной ткани?
4. Чем оболочка клетки отличается от плазматической мембраны?
5. Какие органоиды клетки относятся к одномембранным? Какие функции они выполняют?
6. В чём сходство строения митохондрий и хлоропластов? Почему их считают полуавтономными органоидами?
7. Какое строение имеет рибосома? Какие функции выполняют рибосомы?
8. Каковы основные функции ядра?
9. Сравните строение ядерной и наружной плазматической мембраны. Укажите их сходство и различия.

Выполнить задание.

Все перечисленные ниже понятия, кроме двух, используются для описания структуры клетки, обозначенной на рисунке вопросительным знаком. Определите два понятия, «выпадающих» из общего списка, и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.



- 1) целлюлозная оболочка
- 2) фосфолипиды
- 3) транспорт веществ
- 4) рибосомы
- 5) белки

Ответ:

--	--

2.3. Обмен веществ и превращения энергии в клетке. Фотосинтез. Хемосинтез

Краткое содержание теоретического материала

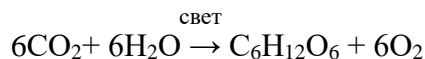
Ассимиляция (анаболизм, пластический обмен) – совокупность реакций синтеза высокомолекулярных органических веществ из низкомолекулярных органических или неорганических веществ, сопровождающихся поглощением энергии за счёт расщепления молекул АТФ. К пластическому обмену относят реакции синтеза органических веществ: углеводов, липидов, белков и нуклеиновых кислот. Молекулы АТФ при этом расщепляются, и выделяется энергия.

Диссимиляция (катаболизм или энергетический обмен) – совокупность реакций распада и окисления высокомолекулярных органических веществ до низкомолекулярных органических или неорганических веществ, сопровождающихся выделением энергии и запасанием её в синтезируемых молекулах АТФ. Живые существа для своей жизнедеятельности используют световую и химическую энергию, органический или неорганический углерод.

Автотрофные организмы синтезируют органические соединения из неорганических, используя энергию солнечного света (фототрофы) или энергию окисления неорганических соединений серы, азота, водорода, железа (хемотрофы). Источником углерода для них является углекислый газ. Автотрофы: растения, цианобактерии, хемосинтезирующие бактерии.

Гетеротрофы используют только готовые органические вещества, извлекая из них энергию за счёт их расщепления. Это животные, грибы, гетеротрофные бактерии.

Фотосинтез – это процесс первичного синтеза органических веществ из неорганических (углекислого газа и воды), осуществляемый с использованием энергии Солнца. Общее уравнение:



Энергетически бедные вещества – вода и углекислый газ – в процессе фотосинтеза превращаются в энергоёмкие органические вещества, при этом солнечная энергия аккумулируется в их химических связях. В результате для организмов становятся доступными энергия и углерод. Кроме того, в процессе фотосинтеза в атмосферу выделяется кислород, необходимый для дыхания.

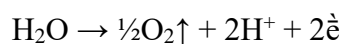
Фотосинтез протекает в две фазы: световую и темновую. Все реакции, происходящие при этом, можно разделить на две группы:

- 1) благодаря солнечной энергии идёт накопление энергии в процессе синтеза АТФ и происходит фотолиз воды, сопровождающийся образованием водорода и связыванием его с переносчиком, одновременно идёт выделение свободного кислорода;
- 2) происходит фиксация углекислого газа, его активизация за счёт энергии АТФ, восстановление водородом и синтез глюкозы.

Первая фаза – *световая*. Энергия света, поглощённая хлорофиллом, преобразуется в энергию электронов, за счёт которой идёт синтез АТФ и образование НАДФ·2Н. Процесс происходит на мембранах тилакоидов.

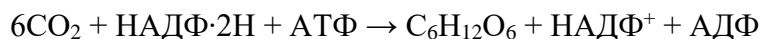
В световую фазу протекают следующие параллельные процессы:

- 1) возбуждение электронов хлорофилла энергией света и перемещение возбуждённых электронов на мембране тилакоидов;
- 2) синтез молекул АТФ за счёт энергии возбуждённых электронов – фосфорилирование;
- 3) фотолиз (разложение) молекул воды за счёт энергии света, образование кислорода и протонов водорода:



- 4) соединение водорода со специальным переносчиком НАДФ⁺ и образование НАДФ·2Н. Из клетки выделяется кислород.

Темновая фаза протекает в строме хлоропластов. В результате циклических реакций происходят фиксация CO₂, активирование промежуточных веществ за счёт энергии АТФ, восстановление углерода за счёт НАДФ·2Н и синтез глюкозы:



Значение фотосинтеза. Фотосинтез обеспечивает образование органических веществ из неорганических, снабжает пищей и энергией все живые организмы. Образовавшийся кислород обеспечивает дыхание и жизнь всех аэробных организмов.

Хемосинтез – процесс синтеза органических соединений из неорганических за счёт химической энергии, получаемой при окислении неорганических веществ (серы, сероводорода, железа, аммиака, нитритов и др.). Хемосинтез осуществляют только хемосинтезирующие бактерии. Высвобождающаяся энергия запасается бактериями в АТФ и используется для синтеза органических соединений из неорганических.

В зависимости от вещества, которое бактерии используют для выделения энергии, различают нитрифицирующие бактерии, железобактерии, серобактерии, водородные бактерии. Источником водорода в окислительно-восстановительных реакциях является не только вода, но и другие неорганические вещества, например сероводород – H₂S и водород – H₂. Углерод бактерии-хемосинтетики извлекают из углекислого газа. Хемосинтезирующие бактерии играют важную роль в природе и жизни человека.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Характеристики	Световая фаза	Темновая фаза
----------------	---------------	---------------

Место протекания реакций		
Источник энергии		
Исходные вещества		
Продукты реакции		

Ответить на вопросы.

1. Какие две группы реакций составляют обмен веществ?
2. Охарактеризуйте процессы анаболизма и катаболизма. Какова их взаимосвязь?
3. Приведите примеры организмов, отличающихся по использованию источников энергии, необходимого для обмена веществ.
4. Почему АТФ можно назвать ключевым источником энергии в реакциях обмена веществ?
5. На какие процессы расходуется АТФ?
6. Назовите основной источник энергии на Земле. В результате какого процесса аккумулируется эта энергия?
7. В каких органоидах идёт процесс фотосинтеза? Какое они имеют строение?
8. Какие процессы происходят в световую фазу фотосинтеза? В какой части хлоропластов протекают эти реакции?
9. Как происходит аккумуляция солнечной энергии молекулами хлорофилла?
10. Что такое фотолиз воды? Назовите продукты этого процесса.
11. Какое вещество образуется при фосфорилировании?
12. В какой части хлоропластов протекают реакции темновой фазы? Назовите основные реакции этой фазы.

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками и процессами обмена веществ у растений: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А) Образуется вода.
- Б) Процесс осуществляется в пластидах.
- В) Различают анаэробный и аэробный этапы.
- Г) Процесс происходит во всех живых клетках.
- Д) Углекислый газ присоединяется к углеводу.
- Е) Происходит транспорт возбуждённого светом электрона.

ПРОЦЕССЫ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

- 1) фотосинтез
- 2) дыхание

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:	А	Б	В	Г	Д	Е

2.4. Энергетический обмен в клетке и организме

Краткое содержание теоретического материала

Энергетический обмен – совокупность реакций распада высокомолекулярных органических веществ до низкомолекулярных органических или неорганических, сопровождающихся выделением энергии и запасанием её в синтезируемых молекулах АТФ. Энергетический обмен протекает в три этапа. Рассмотрим его на примере распада углеводов.

Первый этап – подготовительный. Это гидролитическое расщепление высокомолекулярных органических соединений пищи при участии воды до мономеров. Этот процесс протекает в пищеварительном тракте животных, а на клеточном уровне – в лизосомах.

Реакции подготовительного этапа:

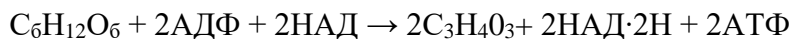
белки + H₂O → аминокислоты + Q;

жиры + H₂O → глицерин + высшие жирные кислоты + Q;

полисахариды + H₂O → глюкоза + Q.

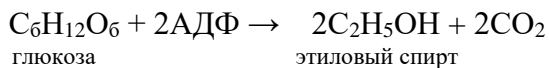
Вся энергия, выделяющаяся на подготовительном этапе, рассеивается в виде тепла.

Второй этап – бескислородный. *Гликолиз* – это расщепление и окисление глюкозы до пировиноградной кислоты (ПВК) и образование 2 молекул АТФ. Гликолиз происходит в цитоплазме.

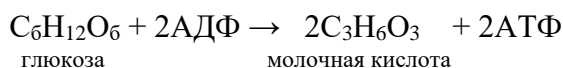


В клетках анаэробов (бактерии, дрожжи) этот процесс называется брожением. *Спиртовое брожение*: распад глюкозы на этиловый спирт и углекислый газ, образование двух молекул АТФ. *Молочнокислое брожение*: распад глюкозы до молочной кислоты, образование 2 молекул АТФ.

Спиртовое брожение:



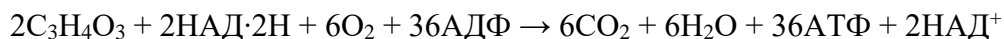
Молочнокислое брожение:



Третий этап энергетического обмена – кислородный, или аэробный, происходит только в присутствии кислорода. Поэтому его называют *биологическим окислением* или *дыханием*. Биологическое окисление протекает в митохондриях, где пировиноградная кислота окисляется до углекислого газа и воды, синтезируется 36 молекул АТФ. Преобразование происходит в результате циклических реакций, при этом образуется весь углекислый газ и высвобождаются атомы водорода, которые связываются с переносчиком НАД⁺, и образуются молекулы НАД·2Н. Этот процесс происходит в матриксе митохондрий. Образовавшийся углекислый газ выделяется из клетки и выводится из организма.

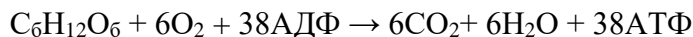
Молекулы НАД·2Н поступают на кристы митохондрий, где расположена дыхательная цепь ферментов. На мембране крист атомы водорода отщепляются от переносчика и соединяются с кислородом с выделением большого количества энергии. За счёт этой энергии на мембране синтезируют молекулы АТФ. Синтез молекул АТФ, сопряжённый с процессом окисления водорода, называется *окислительным фосфорилированием*.

Обобщённое уравнение реакции третьего этапа:



При расщеплении глюкозы на двух этапах энергетического обмена образуется всего 38 молекул АТФ, причём основная часть – на кислородном этапе или при биологическом окислении.

Суммарное уравнение энергетического обмена глюкозы:



Выход молекул АТФ в процессе кислородного окисления глюкозы – в 19 раз больше, чем при бескислородном расщеплении. Такой выигрыш энергии обеспечил преимущественное развитие на нашей планете аэробных организмов по сравнению с анаэробными.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Этапы энергетического обмена	Место протекания	Исходные вещества	Конечные продукты	Энергия (АТФ)

Ответить на вопросы.

1. Что общего в реакциях превращения белков, жиров и углеводов в пищеварительном тракте человека? Как называют такие реакции?
2. В каких органоидах клетки происходит первый этап энергетического обмена?
3. Какие продукты расщепления белков, жиров, углеводов образуются в результате первого этапа?
4. Сравните энергетическую эффективность двух типов брожения глюкозы. Сделайте вывод об эффективности анаэробного пути обмена веществ.
5. Опишите последовательность превращения пировиноградной кислоты в процессе биологического окисления. В каких органоидах клетки идут эти процессы?
6. В результате каких реакций образуется углекислый газ?
7. Где и как используется кислород, поступающий в организм при дыхании?
8. Где происходит образование молекул воды?
9. Объясните, почему и во сколько раз аэробный путь окисления органических веществ эффективнее анаэробного.

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками и этапами энергетического обмена углеводов: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

ЭТАПЫ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА

- | | |
|--|-------------------|
| А) Образуется молочная кислота. | 1) бескислородный |
| Б) Образуются конечные продукты – углекислый газ и вода. | 2) кислородный |
| В) Образуется пировиноградная кислота. | |
| Г) Происходит расщепление глюкозы. | |
| Д) Синтезируется более 30 молекул АТФ. | |
| Е) Обмен осуществляется в митохондриях. | |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

2.5. Генетическая информация в клетке. Биосинтез белка

Краткое содержание теоретического материала

Реакции матричного синтеза – это реакции синтеза органических веществ на основе имеющейся молекулярной матрицы. К реакциям матричного синтеза относят синтез ДНК на ДНК-матрице, синтез всех видов РНК на ДНК-матрице и синтез белка на иРНК-матрице. Исходной матрицей для синтеза белков и нуклеиновых кислот служит молекула ДНК. Реакции происходят по принципу комплементарности. Информация, заключённая в линейной последовательности нуклеотидов, используется для создания другой линейной последовательности: либо нуклеотидов (при синтезе РНК или ДНК), либо аминокислот (при синтезе белка).

Генетическая информация в клетке. Носителями наследственной информации клетки и организма являются молекулы ДНК. Ген – участок молекулы ДНК, в котором зашифрована информация о первичной структуре одного белка. Правило перевода последовательности нуклеотидов в нуклеиновой кислоте в аминокислотную последовательность белка называется *генетическим кодом*.

Характеристика генетического кода

1. Код триплетен – каждой аминокислоте соответствует сочетание из трёх нуклеотидов. Всего таких сочетаний – 64 кодона. Из них 61 кодон смысловой, соответствует 20 аминокислотам, а 3 кодона – бессмысленные стоп-коды, которые не соответствуют аминокислотам, а заполняют промежутки между генами.

2. Код однозначен – каждый триплет соответствует только одной аминокислоте.

3. Код вырожден (избыточен) – каждая аминокислота имеет более чем один кодон.

4. Код универсален – все живые организмы имеют один и тот же генетический код.

5. Код непрерывен – между кодонами и генами нет промежутков.

6. Код неперекрываем – последний нуклеотид одного триплета не может служить началом другого.

Матрицей для синтеза белка является иРНК, поэтому генетический код даётся по иРНК.

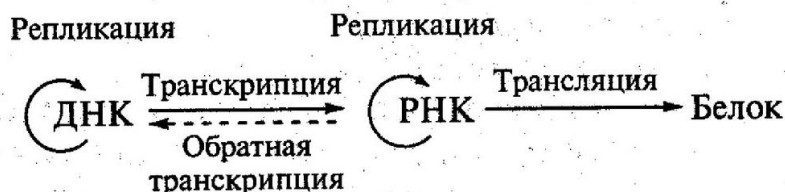
Генетический код (иРНК от 5' к 3' концу)

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 берётся из левого вертикального ряда; второй – из верхнего горизонтального ряда; третий – из правого вертикального. Там, где пересекутся линии, идущие от всех трёх нуклеотидов, и находится искомая аминокислота.

Центральная догма молекулярной биологии



Транскрипция – синтез иРНК на участке (гене) молекулы ДНК. Синтез РНК происходит только на определённом участке. Синтезируемые РНК значительно короче и являются копиями только определённого небольшого участка ДНК, где находится информация о структуре данной РНК или белка. Синтез РНК начинается с присоединения специального фермента *РНК-полимеразы* к определённой зоне на ДНК. Под действием специальных белков участок спирали ДНК раскручивается, и разрушаются водородные связи между двумя её цепями. Одна из них служит матрицей для синтеза РНК. Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны. Если рассмотреть схему двойной спирали ДНК, то можно увидеть, что 5' концу в одной цепи соответствует 3' конец другой цепи. Синтез любой нуклеиновой кислоты начинается с 5' конца, так как фермент РНК-полимераза и ДНК-полимераза может соединять нуклеотиды новой цепи только с одного конца - 5'. Следовательно, матрицей для синтеза нуклеиновой кислоты является цепь с 3'-конца. Это необходимо учитывать при выборе матричной цепи ДНК и написании комплементарных фрагментов цепи РНК. На одной цепи ДНК с 3'-конца по принципу комплементарности выстраиваются нуклеотиды.

На одной цепи ДНК по принципу комплементарности выстраиваются нуклеотиды. Фермент РНК-полимераза, продвигаясь по цепи ДНК, соединяет между собой нуклеотиды. В результате синтезируется РНК-копия. Процесс синтеза РНК продолжается до стоп-сигнала – одного из трёх стоп-кодонов, который прекращает движение фермента и синтез РНК. Фермент РНК-полимераза отделяется от ДНК, освобождается синтезированная молекула РНК, ДНК восстанавливает двойную спираль. Синтез завершён.

Трансляция – синтез белка на матрице иРНК, в ходе которого наследственная информация, закодированная в генах ДНК, реализуется в определённую последовательность аминокислот в белковых молекулах. Биосинтез белков происходит на рибосомах в цитоплазме или ЭПС. Для синтеза необходимы: набор аминокислот, тРНК, энергия АТФ, иРНК, рибосомы. тРНК связывают и кодируют аминокислоты, доставляют к рибосомам. Синтез полипептида на рибосоме также начинается с 5' конца. Рибосома соединяется с иРНК и движется по иРНК в направлении от 5' к 3'-концу. Это необходимо учитывать при определении последовательности аминокислот в полипептидной цепи. Место аминокислоты в белковой молекуле определяется соединением антикодона тРНК с кодоном иРНК в рибосоме. Здесь также необходимо учитывать антипараллельность нуклеиновых кислот. Так как синтез на иРНК идет с 5' конца, а кодоны в таблице генетического кода также даны с 5' конца, то соответствующие антикодоны должны иметь направление от 3'-конца к 5'-концу. Например, аминокислоте **Мет** соответствует кодон 5'-АУГ-3'. Следовательно, ему соответствует антикодон тРНК 3'-УАЦ-5'.

Окончание синтеза определяется стоп-кодонами на иРНК. Процесс трансляции в клетке обычно осуществляется многократно. Одна иРНК может соединяться с несколькими рибосомами, образуя *полирибосому*, или *полисому*. Полисома – это несколько рибосом на

одной молекуле иРНК, на которых происходит одновременный синтез одинаковых полипептидных цепей. Биосинтез белка протекает на рибосомах как в цитоплазме клетки, так и на поверхности каналов гранулярной ЭПС.

Репликация ДНК – процесс удвоения молекулы ДНК. Каждая молекула раскручивается с одного конца, и на каждой цепи синтезируется новая цепь по принципу комплементарности. В новых молекулах ДНК одна цепь исходная материнская, а вторая – новая дочерняя. Образовавшиеся две дочерние молекулы ДНК полностью идентичны исходной материнской. Точность копирования лежит в основе правильности передачи наследственной информации от материнской клетки дочерним клеткам. Процесс репликации происходит перед началом деления клетки.

Пример задания. Сколько нуклеотидов содержится в гене, определяющем структуру белка, состоящего из 35 аминокислот? В ответе запишите только соответствующее число.

Для решения задачи необходимо вспомнить свойство генетического кода – триплетность. Это означает, что каждая аминокислота кодируется сочетанием из трёх нуклеотидов. Если в молекуле белка 35 аминокислот, а код триплетен, то количество нуклеотидов равно 105 ($35 \times 3 = 105$).

Аналогично решается задача на количество кодонов на иРНК. Кодон – это один триплет из трёх нуклеотидов, который соответствует одной аминокислоте. Например, если кодонов на иРНК 10, то число нуклеотидов на иРНК – 30, а число аминокислот в белке, который синтезируется на иРНК, также равно 10 (1 кодон – 1 аминокислота).

Наиболее сложными являются задачи из второй части с развёрнутым ответом. Рассмотрим методику решения такой задачи. В условии задачи всегда присутствует фраза об антипараллельности цепей нуклеиновых кислот и направлении синтеза полипептида на рибосоме.

Пример задания Известно, что комплементарные цепи нуклеиновых кислот антипараллельны (5' концу в одной цепи соответствует 3'конец другой цепи). Синтез нуклеиновых кислот начинается с 5' конца. Рибосома движется по иРНК в направлении от 5' к 3' концу. Известно, что ген имеет кодирующую и некодирующую области. Фрагмент начала гена имеет следующую последовательность нуклеотидов (нижняя цепь матричная, транскрибируемая):



Определите последовательность аминокислот во фрагменте полипептидной цепи, объясните последовательность решения задачи. При ответе учитывайте, что полипептидная цепь начинается с аминокислоты **Мет**. Для выполнения задания используйте таблицу генетического кода. При написании последовательностей нуклеиновых кислот указывайте направление цепи.

Решение:

- 1) последовательность иРНК: 5' - ЦУАУГАГУЦГУАУУАУЦГУЦ -3';
- 2) аминокислоте **Мет** соответствует кодон 5'-АУГ-3' (АУГ);
- 3) синтез полипептида начинается с третьего нуклеотида на иРНК;
- 4) последовательность аминокислот в полипептиде: мет-сер-арг-иле-иле-вал.

При записи фрагмента молекулы иРНК следует помнить, что это единая молекула, её нужно записать сплошной цепью или через тире между триплетами. Последовательность аминокислот в полипептидной цепи также единая, её записывают через тире. Антикодоны тРНК принадлежат разным молекулам тРНК, поэтому их необходимо разделить запятыми.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Ответить на вопросы.

1. Как передаётся генетическая информация в клетке? Какие вещества участвуют в этом процессе?
2. Что представляет собой генетический код? Охарактеризуйте его свойства.
3. В чём состоит универсальность генетического кода?
4. Какие реакции относятся к матричным и почему?
5. Как называют процесс синтеза РНК? Какие виды РНК синтезируются на ДНК?
6. Какая молекула является матрицей для синтеза белка?
7. В каких органоидах клетки происходит биосинтез белка?
8. Каковы функции тРНК в биосинтезе белка? Назовите главный участок этой молекулы.
9. Каким образом в клетке синтезируются одновременно несколько молекул одного и того же белка?

Выполнить задание.

Установите последовательность процессов биосинтеза белка в эукариотической клетке. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) синтез иРНК на ДНК
- 2) соединение рибосомы с иРНК
- 3) отрыв полипептидной цепи от рибосомы
- 4) перемещение иРНК в цитоплазму
- 5) образование пептидных связей

Ответ:

--	--	--	--	--

2.6. Жизненный цикл клетки. Хромосомный набор клетки

Краткое содержание теоретического материала

Жизненный цикл – совокупность всех фаз развития, пройдя которые, клетка или организм достигают зрелости и способны дать начало следующему поколению. Непрерывность жизни обеспечивается путём деления клетки и передачи наследственной информации от исходной материнской дочерним клеткам. От момента предыдущего до момента последующего деления в клетке происходит ряд событий, обеспечивающих её рост, развитие и размножение.

Клеточный цикл – период жизнедеятельности клетки от момента её возникновения до момента деления на две дочерние клетки. Клеточный цикл состоит из интерфазы – периода подготовки к делению – и собственно деления. *Интерфаза* – период клеточного цикла между двумя последовательными делениями. Она характеризуется активными процессами обмена веществ, синтезом белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, накоплением клеткой питательных веществ, увеличением количества всех её органоидов, ростом и увеличением объёма цитоплазмы. В середине интерфазы происходит репликация ДНК. Если в начале интерфазы каждая хромосома состоит из одной молекулы ДНК (*1c*), то в конце этого периода она уже состоит из двух идентичных молекул ДНК (*2c*), т.е. из двух сестринских хроматид.

Строение хромосом. Хромосомы в эукариотных клетках – это комплексы молекул ДНК и белков. Хромосомы в интерфазе деспирализованы, что делает их практически невидимыми. В прокариотной клетке содержится только одна кольцевая молекула ДНК, не связанная с белками. Поэтому её нельзя назвать хромосомой. Это нуклеоид.

Идентифицировать хромосомы возможно только в период деления, когда они максимально плотно упакованы, спирализованы, хорошо окрашиваются и видны в световой микроскоп. После репликации две дочерние молекулы ДНК упаковываются порознь и образуют *сестринские хроматиды*, которые удерживаются вместе центромерой и образуют единую хромосому. *Центромера* – это участок сцепления двух сестринских хроматид, к которой прикрепляются нити веретена деления.

Хромосомный набор. Клетки каждого организма содержат определённый набор хромосом – *кариотип*. Хромосомный набор строго специфичен для каждого вида организмов. В клетках могут содержаться двойной и одинарный наборы хромосом. Двойной, или *диплоидный*, набор хромосом характеризуется наличием парных хромосом.

Гомологичные хромосомы – парные хромосомы, одинаковые по форме, величине и характеру наследственной информации. Двойной парный набор хромосом – диплоидный. Одинарный, непарный набор хромосом – гаплоидный, гомологичные хромосомы отсутствуют. Диплоидный набор соответственно обозначается $2n$, а гаплоидный – n . Для обозначения количества генетического материала, т.е. числа молекул ДНК, используют латинскую букву c . В диплоидном наборе количество ДНК в двуххроматидных хромосомах (после репликации) обозначается $4c$, а в однохроматидных (после митоза) – $2c$. Количество ДНК в гаплоидном наборе двуххроматидных хромосом обозначается $2c$, а однохроматидных – c . Половые клетки – гаметы и споры растений – всегда имеют гаплоидный набор (n). Зигота образуется после слияния гамет – оплодотворения, и всегда имеет диплоидный набор хромосом ($2n$).

В начале интерфазы каждая хромосома состоит из одной молекулы ДНК, хромосомный набор – $2n$, $2c$. В конце интерфазы перед началом деления хромосома состоит из двух молекул ДНК, которые образуют две сестринские хроматиды одной хромосомы, хромосомный набор – $2n$, $4c$.

Рассмотрим методику решения типовой задачи.

Пример задания. Число хромосом в соматических клетках дрозофилы равно 8. Сколько аутосом в её гамете? В ответе запишите только соответствующее число.

Решение. Гаметы имеют гаплоидный набор хромосом, т.е. половину от соматического набора – 4 хромосомы. Из них одна хромосома – половая и 3 – аутосомы. Ответ – 3.

При решении задач другого типа, в которых требуется определить число ДНК и хромосом в разные периоды интерфазы, следует учесть, что в начале интерфазы одной хромосоме соответствует одна молекула ДНК, а в конце интерфазы перед началом деления одной хромосоме соответствуют две молекулы ДНК. Это связано с репликацией ДНК в синтетический период интерфазы. Хромосомы при этом становятся двуххроматидными.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Что представляет собой хромосома? Из каких веществ она состоит?
2. Какое строение имеет интерфазная хромосома? Почему её невозможно увидеть в микроскоп?
3. Какое строение имеет метафазная хромосома, которая хорошо видна в световой микроскоп? Назовите её основные части.
4. Из скольких молекул ДНК состоит хромосома в начале интерфазы и перед самым делением клетки? Почему изменяется количество ДНК в разные периоды жизни клетки?
5. Какие хромосомы называют гомологичными?
6. Что такое диплоидный и гаплоидный наборы хромосом?

Выполнить задание.

Сколько половых хромосом содержит соматическая клетка млекопитающего, если в диплоидном наборе содержится 78 хромосом? В ответе запишите только соответствующее число.

Ответ: _____.

2.7. Деление клетки. Митоз. Мейоз.

Краткое содержание теоретического материала

Митоз – процесс образования из одной клетки двух дочерних клеток с набором хромосом, идентичным исходной материнской клетке. Обеспечивает увеличение числа клеток, рост организма, регенерацию, возобновление клеток в процессе их старения, лежит в основе бесполого размножения.

Фазы митоза

Профаза. Молекулы ДНК максимально спирализуются, утолщаются и превращаются в хорошо заметные хромосомы. Ядерная мембрана рассасывается, ядрышко исчезает. Центриоли клеточного центра расходятся к полюсам, образуя веретено деления ($2n$, $4c$).

Метафаза. Нити веретена деления полностью сформированы, соединены с центромерами хромосом, которые располагаются в экваториальной плоскости клетки ($2n$, $4c$).

Анафаза. Хромосомы внезапно разделяются в области центромеры на сестринские хроматиды и с помощью нитей веретена деления движутся к полюсам клетки. У каждого полюса оказывается такое же количество хромосом, сколько их было в исходной материнской клетке ($4n$, $4c$).

Телофаза. Происходит формирование двух новых клеток. Хромосомы деспирализуются, формируется ядро, появляется ядрышко. Нити веретена деления исчезают. Органоиды равномерно распределяются между двумя клетками, делится цитоплазма и в центральной части клетки образуется клеточная мембрана. Возникают две новые дочерние клетки ($2n$, $2c$).

Биологический смысл митоза: обеспечение постоянства числа хромосом, идентичности наследственной информации и генетической стабильности у вновь возникающих и исходной материнской клеток.

Мейоз – редукционное деление клетки, при котором хромосомный набор во вновь образующихся дочерних клетках уменьшается вдвое. Состоит из двух последовательных делений – мейоз 1 и мейоз 2.

Фазы мейоза

Профаза 1. Хромосомы спирализуются и утолщаются. Гомологичные хромосомы попарно соединяются – конъюгируют, происходит обмен участками гомологичных хромосом – кроссинговер. Ядерная мембрана исчезает, центриоли расходятся к полюсам клетки, образуется веретено деления ($2n$, $4c$).

Метафаза 1. Гомологичные хромосомы попарно располагаются над и под плоскостью экватора, образуя биваленты. Центромеры хромосом соединены с нитями веретена деления ($2n$, $4c$).

Анафаза 1. Гомологичные хромосомы расходятся к полюсам клетки. Основное отличие мейоза от митоза. У каждого полюса оказывается только одна из пары гомологичных хромосом. Происходит редукция – число хромосом у полюсов клетки уменьшается вдвое ($2n$, $4c$).

Телофаза 1. Делится всё остальное содержимое клетки, образуются две дочерние клетки с гаплоидным набором хромосом (n , $2c$ в каждом ядре).

Перед вторым делением мейоза интерфаза отсутствует. Обе клетки одновременно приступают ко второму делению. Мейоз II полностью идентичен митозу и протекает в двух клетках (ядрах) синхронно.

Профаза II. Хромосомы спирализуются, укорачиваются и утолщаются. Ядерная мембрана исчезает, образуется веретено деления. Эта стадия значительно короче профазы I ($n, 2c$).

Метафаза II. Хромосомы выстраиваются в плоскости экватора. Нити веретена деления соединены с центромерами ($n, 2c$).

Анафаза II. Центромеры делятся. К полюсам клетки расходятся сестринские хроматиды, которые теперь становятся хромосомами. У каждого полюса собирается гаплоидный набор хромосом, где каждая хромосома состоит теперь из одной молекулы ДНК, одной хроматиды. Общее число хромосом увеличивается в два раза и равно числу ДНК ($2n, 2c$).

Телофаза II. Хромосомы деспирализуются, становятся плохо различимыми. Нити веретена деления исчезают. Формируется ядерная мембрана. Образуются четыре гаплоидных ядра, или четыре гаплоидные клетки. Число хромосом и ДНК в каждом образовавшемся ядре или клетке равно соответственно n, c .

Биологический смысл мейоза заключается в образовании гаплоидных клеток, которые при слиянии вновь восстанавливают диплоидный набор. Этот процесс при половом размножении обеспечивает постоянный набор хромосом у вновь образующихся организмов.

Мейоз в жизненном цикле организмов (от одного полового размножения до другого) происходит один раз. У животных мейоз имеет место при образовании гамет из исходных диплоидных клеток. *Гаметогенез* – процесс образования половых клеток. Образующиеся гаметы имеют гаплоидный набор хромосом, тогда как у взрослых организмов он диплоидный.

Гаметогенез животных. Гаметы формируются в половых железах (гонадах): у самцов в семенниках и у самок в яичниках.

Стадии гаметогенеза. *Зона размножения.* Первичные половые клетки с диплоидным набором хромосом интенсивно делятся митозом, что увеличивает их количество. *Зона роста.* В следующей зоне клетки только растут и запасают питательные вещества. Это интерфаза перед мейозом. Клетки этой зоны гонад имеют диплоидный набор хромосом. *Зона созревания.* В этой зоне в результате мейоза формируются и созревают гаметы.

Сперматогенез – процесс образования мужских половых клеток – сперматозоидов. В сперматогенезе выделяют ещё одну – четвёртую стадию формирования сперматозоидов, где происходит формирование головки, шейки и хвостика сперматозоида. При сперматогенезе из одной исходной клетки в результате мейоза образуются 4 сперматозоида.

Овогенез – процесс образования женских половых клеток – яйцеклеток. При овогенезе из одной исходной клетки в результате мейоза образуется одна крупная яйцеклетка с большим запасом питательных веществ и 3 мелкие клетки – направительные тельца. Они служат только для образования гаплоидного набора хромосом в яйцеклетке. В дальнейшем эти клетки погибают.

Гаметофит и спорофит растений. У растений мейоз наблюдается перед спорообразованием, при этом из диплоидной клетки образуются гаплоидные споры. В жизненных циклах растений поколение с гаплоидным набором хромосом называют *гаметофитом*. На гаметофите в процессе митоза образуются гаметы. Поколение с диплоидным набором хромосом называют *спорофитом*, на нём в процессе мейоза образуются споры. Гаметофит развивается из гаплоидных спор, а спорофит – из диплоидной зиготы, образующейся в результате оплодотворения. У некоторых одноклеточных организмов, грибов, низших растений мейоз происходит сразу после

образования зиготы, и образуются споры, из которых развивается взрослый гаплоидный организм.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Фазы деления	Митоз		Мейоз 1		Мейоз 2	
	Характеристика	Хромосомы (n) и ДНК (c)	Характеристика	Хромосомы (n) и ДНК (c)	Характеристика	Хромосомы (n) и ДНК (c)

Ответить на вопросы.

1. Назовите стадии митоза. Какие процессы происходят в эти фазы?
2. Какие структуры в клетке обеспечивают равномерное расхождение хромосом в митозе?
3. В какой фазе митоза число хромосом в клетке увеличивается в два раза? Объясните почему.
4. В чём основное отличие мейоза от митоза? Какие клетки образуются в результате мейоза?
5. Опишите стадии мейоза. Как распределяются гомологичные и негомологичные хромосомы в мейозе?
6. Каково значение мейоза для организмов?
7. Сравните деление мейоза I и мейоза II. В чём основные отличия мейоза I и мейоза II?
8. Объясните биологический смысл мейоза. Почему редукционное деление имеет место только при половом размножении? Ответ обоснуйте.

Выполнить задание.

Установите соответствие между процессами и стадиями мейоза: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРОЦЕССЫ

- А) уменьшение вдвое числа хромосом
- Б) конъюгация гомологичных хромосом
- В) образование четырёх клеток с гаплоидными ядрами
- Г) расхождение однохроматидных хромосом к полюсам клетки
- Д) расхождение гомологичных хромосом к полюсам клетки

СТАДИИ МЕЙОЗА

- 1) первое деление
- 2) второе деление

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

	А	Б	В	Г	Д
Ответ:					

Блок 3. Организм как биологическая система (Организм)

Содержание данного блока проверяется в следующих линиях заданий КИМ ЕГЭ 2023 года : 5, 6, 7, 9, 29 (встречается обязательно); 1, 27 (возможно).

3.1. Разнообразие организмов. Размножение организмов

Краткое содержание теоретического материала

Разнообразие организмов. *Одноклеточные организмы* представлены одной клеткой, обладают всеми признаками самостоятельного организма. Встречаются во всех царствах живых существ. К ним принадлежат прокариоты (бактерии и цианобактерии), в царстве растений – одноклеточные водоросли, в царстве животных – простейшие, в царстве грибов – одноклеточные грибы (дрожжи). *Многоклеточные организмы* состоят из множества клеток, которые дифференцированы, специализированы и образуют ткани.

По способу получения энергии, питания и синтеза органических веществ все организмы разделяют на автотрофные и гетеротрофные. Автотрофы синтезируют органические вещества из неорганических. Это зелёные растения и цианобактерии, а также хемосинтезирующие бактерии. Гетеротрофы используют только готовые органические вещества. К гетеротрофам принадлежат все животные, грибы и большинство бактерий.

Вирусы выделены в отдельную империю неклеточных форм жизни. Размеры вирусов малы. Наследственная информация в виде ДНК или РНК имеет белковую или белково-липидную оболочку – капсид. Размножаться вирусы могут только внутри клетки другого организма; вне клетки могут кристаллизоваться с сохранением всех свойств. Жизнедеятельность вирусов – при внедрении в клетку вирус встраивает свой наследственный аппарат в ДНК клетки хозяина, начинает размножаться, что приводит к гибели клетки-хозяина.

Размножение – это способность организма воспроизводить себе подобное. Типы размножения: бесполое и половое. *Бесполое размножение* – образование нового организма из одной или группы клеток исходного материнского организма. В размножении участвует только одна родительская особь, которая передаёт свою наследственную информацию дочерним особям. Дочерние организмы идентичны материнскому. В основе лежит митоз.

Виды бесполого размножения: простое деление, или деление надвое, когда из одной клетки образуются две дочерние клетки, характерно для одноклеточных организмов. Почкование – от родительской особи отделяется группа клеток, образуя небольшой вырост – почку, из которой развивается дочерний организм. Характерно для кишечнополостные, многоклеточных водорослей, одноклеточных грибов – дрожжей.

Размножение спорами (споруляция) – размножение с помощью специальных клеток – спор, образующихся в материнском организме. Каждая спора, прорастая, даёт начало новому организму. Характерно для споровых растений (водорослей, мхов, папоротников) и грибов. Вегетативное размножение – размножение вегетативными органами, частями органов. Характерно для растений (размножение корнями, стеблями, листьями, побегами, видоизменёнными побегами или их частями), грибов (размножение грибницей). Фрагментация – разделение особи на две и более части, каждая из которых может дать начало новому организму. Способ размножения основан на способности организмов к регенерации – восстановлению недостающих частей тела. Характерен для животных (кишечнополостных, плоских червей, морских звёзд), встречается у растений (многоклеточные водоросли размножение частями слоевища). Клонирование – искусственный метод бесполого размножения, образование нового организма из соматической клетки.

Половое размножение – образование нового организма при участии двух родительских особей. Новый организм несёт наследственную информацию от двух родителей, образующиеся потомки отличаются друг от друга и своих родителей. При половом размножении происходит слияние половых клеток – гамет мужского и женского организма. Характерно для организмов всех царств. В основе полового размножения лежит

образование гаплоидных гамет и их слияние – оплодотворение. Мейоз и половое размножение являются основой разнообразия организмов.

Партеногенез – способ полового размножения, когда развитие взрослой особи происходит из неоплодотворённого яйца. Характерен для низших ракообразных (дафний), насекомых (пчёл, тлей), некоторых птиц (индюшек). Партеногенез может идти как при благоприятных условиях (у тлей, дафний развиваются самки), так и при неблагоприятных условиях (осенью из неоплодотворённых яиц развиваются самцы).

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. На какие группы по способу получения энергии, питания и синтеза органических веществ разделяют все организмы?
2. В чём состоит отличие аэробных и анаэробных организмов?
3. Какие способы размножения встречаются у организмов?
4. Почему вегетативное размножение растений относят к бесполому.
5. Сравните размножение спорами и вегетативное размножение у растений. Какое размножение даёт растению преимущество? Объясните почему.
6. Перечислите особенности полового размножения. Какие преимущества даёт организмам такой тип размножения по сравнению с бесполом?
7. В чём состоит сходство и различие полового и бесполого размножения организмов?

Выполнить задание.

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

Какое размножение относят к бесполому?

- 1) деление клеток простейших
- 2) партеногенез пчёл
- 3) слияние гамет хламидомонады
- 4) размножение спорами папоротников
- 5) почкование у кишечнополостных
- 6) спорообразование у бактерий

Ответ:

--	--	--

3.2. Оплодотворение и онтогенез животных

Краткое содержание теоретического материала

Онтогенез – процесс индивидуального развития организмов с момента оплодотворения и до смерти, в результате которого реализуется его наследственная информация. Онтогенез делится на два периода – эмбриональный и постэмбриональный.

Оплодотворение – процесс слияния мужских и женских половых клеток. В результате образуется клетка зигота – оплодотворённое яйцо. Она всегда имеет двойной набор хромосом. Из зиготы развивается зародыш, который даёт начало новому организму. Мейоз и половое размножение – основа разнообразия организмов.

У животных гаметы образуются путём мейоза в половых железах – семенниках и яичниках. Процесс оплодотворения начинается с проникновения сперматозоида в яйцеклетку, образуется зигота. Способы оплодотворения: 1) наружное – самка вымётывает яйцеклетки (икру), а самец – сперму во внешнюю среду, где и происходит оплодотворение (характерно для водных обитателей); 2) внутреннее – слияние гамет происходит в половых путях самки (у наземных и некоторых водных обитателей: червей, насекомых, рептилий, птиц, млекопитающих).

Оплодотворённое яйцо далее может развиваться в теле самки или во внешней среде. В последнем случае яйца покрываются специальными оболочками или скорлупой, и самка откладывает их в наиболее безопасное место, где происходит их дальнейшее развитие (у насекомых, моллюсков, рептилий, птиц и др.)

Этапы эмбриогенеза у животных. *Эмбриональный период (эмбриогенез)* начинается с зиготы и продолжается до рождения организма или выхода из яйца. *Дробление* – митотическое деление зиготы, образование бластомеров. Дробление заканчивается образованием бластулы. *Бластула* – однослойный зародышевый пузырёк с полостью внутри. *Гастрюляция* – образование двухслойного зародыша за счёт впячивания нижних клеток бластулы внутрь, образование гастральной полости, которая в дальнейшем превращается в кишечную трубку. *Гастрола* – двухслойный зародыш, состоящий из внешнего (*эктодерма*) и внутреннего (*энтодерма*) слоя клеток. На стадии двух зародышевых листков заканчивается развитие у губок и кишечнополостных. У остальных животных далее идёт формирование третьего зародышевого листка – *мезодермы* – за счёт миграции части клеток эктодермы и энтодермы. *Нейрула* – трёхслойный зародыш. У хордовых животных формируются вторичная полость – *целом* – и осевые органы: нервная трубка из эктодермы, хорда из мезодермы, кишечная трубка из энтодермы. Из трёх зародышевых листков развиваются ткани и органы будущего организма.

Органогенез. Закладка органов начинается на стадии нейрулы. Из эктодермы развиваются эпителиальная и нервная ткани, эпидермис кожи и его производные (ногти, волосы, сальные и потовые железы, эмаль зубов), нервная система, органы чувств, щитовидная железа. Гипофиз и эпифиз из формируются из нервной трубки. Из энтодермы формируется эпителиальная ткань, выстилающая органы пищеварительной, дыхательной (альвеолы), мочевыделительной и половой систем, пищеварительные железы (печень, поджелудочная железа); внутренние слизистые покровы. Из мезодермы образуется мышечная ткань и все виды соединительной ткани. Из хорды формируется хрящевой и костный скелет, из боковых участков мезодермы – мышцы, кровеносные сосуды, сердце, почки, органы половой системы, надпочечники и половые железы.

Постэмбриональное развитие животных. Постэмбриональное развитие животных бывает двух типов: прямое и непрямое. Прямое развитие происходит без превращений, родившийся организм имеет сходство со взрослой особью, но отличается размерами тела и недоразвитием некоторых органов. Такое развитие характерно для млекопитающих, птиц, пресмыкающихся и др. Непрямое развитие происходит с метаморфозом, в этом случае родившийся организм (личинка) не похож на взрослую особь. У насекомых различают развитие с неполным превращением и полным превращением. Насекомое с неполным превращением проходит в своём развитии три стадии: яйцо – личинка – взрослая особь. Такое развитие характерно для стрекоз, кузнечиков, клопов и др. Насекомые с полным превращением проходят в своём развитии четыре стадии: яйцо – личинка – куколка – взрослая особь. Такое развитие характерно для бабочек, жуков, пчёл, мух и др. Биологический смысл метаморфоза заключается в том, что личинки и взрослые особи питаются разной пищей, приспособлены к разным условиям жизни. Это снижает конкуренцию, способствует выживанию вида в целом.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицы.

Название стадии	Особенности	Зародышевые листки

Зародышевые листки	Формируемые ткани	Формируемые органы

--	--	--

Ответить на вопросы.

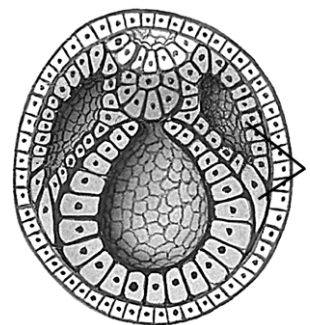
1. В чём преимущество внутреннего оплодотворения по сравнению с наружным?
2. Назовите основные стадии развития зародыша хордовых животных. На какой стадии происходит дифференцировка клеток?
3. Чем характеризуется каждый этап эмбрионального развития хордовых?
4. Какие структуры будущего организма развиваются из а) эктодермы; б) энтодермы; в) мезодермы?
5. Какие два типа развития характерны для насекомых? Приведите примеры животных с разным типом развития.
6. Объясните, в чём заключается биологический смысл развития с метаморфозом.

Выполнить задание.

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

Какие из приведённых ниже структур развиваются из зародышевого листка, обозначенного на рисунке цифрой 1?

- 1) альвеолы лёгких
- 2) почки
- 3) поджелудочная железа
- 4) бедренная кость
- 5) миокард сердца
- 6) эпителий тонкого кишечника



Ответ:

--	--	--

3.3. Оплодотворение и циклы развития растений

Краткое содержание теоретического материала

Размножение растений. У растений происходит смена поколений: гаметофита (гаплоидная фаза) и спорофита (диплоидная фаза). Гаметы образуются из клеток гаметофита путём митоза. Споры развиваются на спорофите путём мейоза. Из споры развивается гаметофит. При слиянии гамет образуется зигота, которая даёт начало спорофиту. Растения размножаются спорами и семенами.

Цикл развития растений:

Зигота ($2n$) → митоз → Спорофит ($2n$) → мейоз → Спора (n) → митоз → → Гаметофит (n) → митоз → Гаметы (n) → оплодотворение → Зигота ($2n$)
--

Размножение и развитие высших споровых растений. Мхи, хвощи, плауны размножаются спорами. У мхов взрослое растение – гаметофит, развивающийся из споры. На нём формируются органы полового размножения, в которых образуются яйцеклетка и сперматозоиды. С помощью воды сперматозоиды продвигаются к яйцеклетке, оплодотворяют её, образуется зигота. Из зиготы развивается коробочка (спорофит). В коробочке в результате мейоза образуются споры, после созревания они высыпаются, прорастают, образуются новые гаметофиты.

У плаунов, хвощей и папоротников взрослое растение – спорофит. Образующиеся в спорангиях споры созревают, высыпаются и при прорастании дают начало гаметофиту (заростку). На нём развиваются женские и мужские половые органы, в которых созревают

яйцеклетка и сперматозоиды. При наличии воды происходит оплодотворение, образуется зигота, из которой развивается молодой спорофит.

У семенных растений гаметофит сильно редуцирован; преобладающим поколением является спорофит. В тычинках цветковых растений в результате мейоза образуются микроспоры. Каждая из них делится митозом и образует вегетативную и генеративную клетки. Мужской гаметофит – пыльцевое зерно, состоящее из вегетативной и генеративной клеток. Генеративная клетка делится митозом, образуя два спермия. В завязи пестика в результате мейоза образуются четыре споры. Из них три мелкие отмирают, четвёртая, мегаспора, трижды делится митозом, образуется восьмиядерный зародышевый мешок – он и является женским гаметофитом. При попадании пыльцы на рыльце пестика вегетативная клетка прорастает в пыльцевую трубку, по которой два спермия проникают в зародышевый мешок. Один спермий сливается с яйцеклеткой, образуется зигота, из которой развивается зародыш. Второй спермий сливается с двумя ядрами центральной клетки, образуется триплоидная клетка, из которой развивается эндосперм. Этот процесс называется двойным оплодотворением.

Пример задания. Установите последовательность процессов в жизненном цикле мха кукушкин лён, начиная с оплодотворения.

- 1) развитие половых клеток
- 2) формирование зиготы
- 3) образование спорофита
- 4) развитие взрослого растения
- 5) образование споры

Ответ:

2	3	5	4	1
---	---	---	---	---

В результате оплодотворения образуется зигота (2). Из зиготы формируется спорофит кукушкина льна – коробочка на ножке (3). На спорофите формируются споры в результате мейоза (5). При прорастании гаплоидной споры образуется взрослое растение – гаметофит (4). На нём формируются половые клетки (1).

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Ответить на вопросы.

1. Какое поколение преобладает в жизненном цикле: а) водорослей; б) мхов; в) папоротников; г) голосеменных растений; д) покрытосеменных растений?
2. Как происходит изменение гаметофита от низших растений к высшим?
3. Как происходит чередование поколений в жизненных циклах растений?
4. Почему процесс оплодотворения цветковых растений назван двойным оплодотворением?
5. Чем представлен мужской гаметофит у покрытосеменных растений?
6. Чем представлен женский гаметофит у покрытосеменных растений?

Выполнить задание.

Какой хромосомный набор характерен для клеток листьев мха и его спор? Из каких исходных клеток и в результате какого деления образуются эти клетки?

3.4. Основные генетические понятия. Моногибридное скрещивание. Решение задач

Краткое содержание теоретического материала

Генетика – наука, изучающая закономерности наследственности и изменчивости организмов. Наследственность – способность организма сохранять и передавать при размножении свои признаки и особенности развития из поколения в поколение.

Методы генетики

1. Гибридологический – скрещивание различных по своим признакам организмов в целях изучения характера наследования признаков в потомстве (введён Г. Менделем).

2. Цитологические – анализ кариотипа особей, изучение поведения хромосом в мейозе и качества гамет.

3. Молекулярно-генетический – основан на изучении структуры генов, их количества и последовательности расположения в молекулах ДНК в составе хромосом, на выявлении нуклеотидной последовательности отдельных генов, генных аномалий.

Генотип – совокупность всех наследственных признаков – генов организма, полученных от обоих родителей. Фенотип – совокупность внутренних и внешних признаков, которые проявляются у организма в процессе его индивидуального развития. Геном – совокупность всех генов клетки, характерных для гаплоидного набора хромосом данного вида. Аллельные гены – парные гены, расположенные в одних и тех же участках (локусах) гомологичных хромосом и определяющие развитие альтернативных или одинаковых признаков. Доминантный признак – господствующий, преобладающий признак, который проявляется в гомозиготном и гетерозиготном состоянии (Aa , AA). Рецессивный признак – подавляемый признак, он проявляется только в гомозиготном состоянии (aa). Гомозигота – организм (зигота), имеющий одинаковые аллели одного гена в гомологичных хромосомах (AA , aa), гетерозигота – организм (зигота), имеющий противоположные аллели одного гена (Aa).

Организмы, гомозиготные по одному или нескольким признакам, получаемые от одной самоопыляющейся или самооплодотворяющейся особи и не дающие в потомстве проявления альтернативного признака, называют чистой линией. Организмы, полученные от скрещивания двух чистых линий, называют гибридами.

Моногибридное скрещивание – скрещивание родительских особей, различающихся по одной паре признаков. *Закон единообразия первого поколения* (правило доминирования) – при скрещивании двух гомозиготных особей с противоположными признаками в первом поколении все особи единообразны и похожи на одного из родителей, проявляется только доминантный признак.

$$\begin{array}{ccc}
 P \quad \text{♀} \quad AA & \times & \text{♂} \quad aa \\
 G \quad A & & a \\
 F_1 & & Aa
 \end{array}$$

Закон расщепления признаков – при скрещивании гетерозиготных гибридов первого поколения во втором поколении происходит расщепление признаков по фенотипу 3 : 1, по генотипу 1 : 2 : 1.

$$\begin{array}{ccc}
 P \quad \text{♀} \quad Aa & \times & \text{♂} \quad Aa \\
 G \quad A, a & & A, a \\
 F_2 & & AA, Aa, Aa, aa
 \end{array}$$

При неполном доминировании гетерозиготные потомки имеют промежуточный фенотип и расщепление по фенотипу 1 : 2 : 1.

Цитологические основы. В основе законов наследования лежит поведение хромосом в мейозе: гомологичные хромосомы при мейозе попадают в разные гаметы.

Для определения генотипа особей с доминантным признаком проводится анализирующее скрещивание.

Анализирующее скрещивание – это скрещивание особи с доминантным признаком, но неизвестным генотипом, с особью, гомозиготной по рецессивному признаку, генотип

которой всегда aa . По результату скрещивания определяется генотип особи с доминантным признаком.

Если при скрещивании особи с доминантным признаком с рецессивной гомозиготой полученное потомство даёт расщепление 1:1 то исследуемая особь с доминантным признаком гетерозиготна. Анализирующее скрещивание часто используют в селекции растений и животных для определения генотипа особи с доминантным признаком и выведения чистой линии.

Рассмотрим алгоритм решения задач разного типа.

Схема решения задачи (схема скрещивания):

1. Фенотипы и генотипы родителей – P .
2. Гаметы каждого родителя – G .
3. Генотипы и фенотипы потомков – F .

Алгоритм решения задач по генетике

1. Решение прямых задач. По условию задачи известны генотипы родителей, необходимо определить генотипы и фенотипы ожидаемого потомства.

1. Введите буквенное обозначение доминантного и рецессивного признаков. Запишите генотипы особей с доминантным и рецессивным признаками, гомозиготный или гетерозиготный генотипы.
2. Запишите гаметы, которые образуют данные особи.
3. Составьте схему скрещивания и определите генотипы и фенотипы потомков.

2. Решение обратных задач. В условии задачи даны результаты скрещивания, фенотипы родителей и полученного потомства. Необходимо определить генотипы родителей и потомства.

1. Составьте схему скрещивания по условию задачи, используя фенотипы родителей и потомков.
2. Определите доминантный и рецессивный признаки по результату скрещивания F_1 или F_2 .
3. Введите буквенные обозначения доминантного и рецессивного признаков.
4. Запишите генотип родительской особи с рецессивным признаком или особи с определённым по условию задачи генотипом и её гаметы.
5. Запишите генотипы полученных потомков F_1 , учитывая наличие рецессивных генов.
6. Запишите гаметы и генотип родительской особи с доминантным признаком, исходя из генотипа гибридов F_1 .
7. Составьте полную схему двух скрещиваний. Запишите генотипы гибридов F_1 , их гаметы в решётку Пеннета по горизонтали и вертикали.
8. Запишите генотипы потомства в клетках пересечения гамет. Определите соотношение фенотипов в поколении F_2 .

Рассмотрим пример решения задачи. При скрещивании двух сортов земляники с красными и белыми плодами все плоды первого поколения имели розовую окраску. При скрещивании гибридов первого поколения во втором поколении оказалось 17 растений с красными плодами, 37 – с розовыми и 15 – с белыми. Определите генотипы родителей и потомства F_1 и F_2 .

Решение:

1. Составим схему скрещивания, используя фенотипы родительских особей и потомства, известные по условию задачи.

P : красные плоды \times ' белые плоды

F_1 : розовые плоды

P_1 : розовые плоды × розовые плоды

F_2 : 17 красных 37 розовых 15 белых плодов

2. Определим доминантный и рецессивный признаки и введём буквенные обозначения. В первом поколении плоды имели розовую окраску, во втором поколении только 15 особей имели белую окраску, а 37 особей – розовую.

Белая окраска – рецессивный признак a , красная окраска – доминантный признак A . Гибриды имеют розовую окраску плодов, значит, в данном случае имеет место неполное доминирование.

3. Запишем генотипы особей в схеме скрещивания.

Вначале запишем генотип особи с рецессивным признаком и её гаметы. Гамета a при скрещивании попадает к гибридам F_1 .

У растений с розовыми плодами вторым должен быть ген A , так как проявляется розовая окраска. Этот ген наследуется от растений с красными плодами, которые дают гаметы A . Поскольку всё поколение F_1 единообразно, то особи с красными плодами дают только один тип гамет, а их генотип – AA .

P : красные плоды × белые плоды
 AA × aa
 G : A × a
 F_1 : Aa
розовые плоды

4. Составим схему второго скрещивания. Запишем генотипы гибридов F_1 , их гаметы и подставим в решётку Пеннета. Определим генотипы гибридов F_2 и подставим их в результаты скрещивания по условию задачи.

P_1 : розовые плоды × розовые плоды
 Aa × Aa
 G : A, a × A, a

	A	a
A	AA	Aa
a	Aa	aa

F_2 : 17 красных: 37 розовых: 15 белых
 AA × Aa × aa

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Дайте определения основных генетических понятий (генотип, фенотип, наследственность, изменчивость, ген, аллельные гены, доминантные признаки, рецессивные признаки, гомозигота, гетерозигота).
2. Почему закон единообразия соблюдается при скрещивании чистых линий только в первом поколении?
3. Какое доминирование называется полным? Приведите примеры.
4. Какое доминирование называется неполным? Приведите примеры.
5. В чём заключается сущность анализирующего скрещивания? С какой целью его проводят?

Выполнить задание.

Определите вероятность (%) получения рецессивных гомозиготных особей в потомстве гетерозиготных растений ночной красавицы с розовой окраской цветков. Ответ запишите в виде числа.

Ответ: _____ %.

3.5. Дигибридное скрещивание. Решение задач

Краткое содержание теоретического материала

Дигибридное скрещивание – скрещивание, при котором родительские формы отличаются друг от друга двумя парами альтернативных признаков. Скрещивание по нескольким парам альтернативных признаков называется *полигибридным*. Для изучения наследования двух разных признаков Г. Мендель использовал растения с жёлтыми гладкими семенами и растения с зелёными морщинистыми семенами.

Закон независимого наследования признаков – при скрещивании гибридов первого поколения, различающихся по двум парам признаков, во втором поколении наследование по каждой паре признаков идёт независимо друг от друга. В результате образуются четыре фенотипические группы в соотношении 9 : 3 : 3 : 1.

A – ген жёлтой окраски семян

a – ген зелёной окраски семян

B – ген гладкой поверхности семян

b – ген морщинистой поверхности семян

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀ } AABb \quad \times \quad \text{♂ } aabb \\
 G \quad AB \quad \quad \quad ab \\
 F_1 \quad \quad \quad AaBb
 \end{array}$$

Все гибридные семена F_1 были жёлтые и гладкие, как и должно быть при полном доминировании. При последующем скрещивании гибридов первого поколения между собой Г. Мендель получил 315 жёлтых гладких семян, 101 жёлтое морщинистое, 108 зелёных гладких, 34 зелёных морщинистых. Полученное расщепление по фенотипу составляет 9 : 3 : 3 : 1.

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀ } AaBb \quad \times \quad \text{♂ } AaBb \\
 G \quad AB, Ab, aB, ab \quad \quad AB, Ab, aB, ab \\
 F_2
 \end{array}$$

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

Цитологические основы. Гены двух признаков располагаются в негомологичных хромосомах. В мейозе негомологичные хромосомы расходятся произвольно, независимо друг от друга, поэтому гибриды дают четыре типа гамет: *AB, Ab, aB, ab*.

Анализирующее дигибридное скрещивание. Если при анализирующем скрещивании наблюдается расщепление признаков в соотношении 1 : 1 : 1 : 1, то исходная особь с доминантными признаками дигетерозиготна. Если при анализирующем скрещивании наблюдается расщепление признаков в соотношении 1 : 1, то исходная особь с доминантными признаками моногетерозиготна по одному из признаков.

$P \quad AaBb \quad \times \quad aabb$	$P \quad AaBB \quad \times \quad aabb$
$G \quad AB, Ab, aB, ab \quad \quad ab$	$G \quad AB, aB \quad \quad ab$
$F_1 \quad 1AaBb : 1Aabb : 1aaBb : 1aabb$	$F_1 \quad 1AaBb : 1aaBb$

Рассмотрим методику решения задачи. Гетерозиготную курицу с гребнем и голыми ногами скрестили с дигомозиготным петухом, имеющим гребень (A) и оперённые ноги (B) (гены не сцеплены). Определите генотипы родителей, генотипы и фенотипы гибридов первого и второго поколений, если для второго скрещивания были взяты гибриды F_1 с разными генотипами. Составьте схему решения задачи. Какой закон наследственности здесь проявляется?

Решение:

1. Определим доминантные и рецессивные признаки и введём буквенное обозначение: A – наличие гребня, a – отсутствие гребня, B – оперённые ноги, b – голые ноги.
2. Составим схему решения задачи. Запишем генотипы и гаметы родителей. Определим генотипы и фенотипы потомства.

$$\begin{array}{rcl}
 P \quad \text{♀ гребень и голые ноги} & \times & \text{♂ гребень и оперённые ноги} \\
 & & \\
 G & & \\
 F_1 & &
 \end{array}$$

3. Второе скрещивание. Запишем генотипы гибридов первого поколения и составим схему скрещивания.

$$\begin{array}{rcl}
 P_1 & & \\
 G & &
 \end{array}$$

4. Составим решётку Пеннета. Найдем генотипы и определим фенотипы потомков.

F_2	AB	Ab	aB	ab
AB	$AABB$	$AABb$	$AaBB$	$AaBb$
Ab	$AABb$	$AAbb$	$AaBb$	$Aabb$

$AABB$, $2AABb$, $2AaBb$, $AaBB$ – гребень и оперённые ноги.
 $AAbb$, $Aabb$ – гребень и голые ноги.

5. Определим закон. Проявляется закон независимого наследования признаков.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
 Ответить на вопросы.

1. Объясните с точки зрения поведения негомологичных хромосом в мейозе, почему при дигибридном скрещивании наследование по каждой паре признаков идёт независимо друг от друга.
2. Какое расщепление по фенотипу получится при анализирующем скрещивании дигетерозиготы?
3. Сколько типов гамет образует дигетерозигота?
4. Какие признаки являются доминантными, если при скрещивании растений раннеспелых с нормальным ростом и растений позднеспелых с высоким ростом всё потомство получилось раннеспелым с нормальным ростом?
5. Какие генотипы имели скрещиваемые особи, если в потомстве получилось расщепление по фенотипу $1 : 1 : 1 : 1$?

Выполнить задание.

У уток признаки хохлатости и качества оперения аутосомные несцепленные. В гомозиготном доминантном состоянии ген хохлатости вызывает гибель эмбрионов. В скрещивании хохлатых с нормальным оперением уток и хохлатых с нормальным оперением селезней часть потомства получилась без хохолка и с шелковистым оперением.

При скрещивании полученных в первом поколении хохлатых уток с нормальным оперением (гомозиготных) и селезней с таким же генотипом получились две фенотипические группы потомков. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родительских особей, генотипы и фенотипы полученного потомства в первом и во втором скрещиваниях. Определите и поясните фенотипическое расщепление в первом и во втором скрещиваниях.

3.6. Хромосомная теория наследственности. Сцепленное наследование признаков. Решение задач

Краткое содержание теоретического материала

Основные положения хромосомной теории наследственности.

1. Единица наследственной информации – ген, расположен в хромосоме.
2. Каждая хромосома содержит множество генов, расположенных линейно.
3. Гены, расположенные в одной хромосоме, наследуются совместно, сцеплено.
4. Сцепление нарушается в процессе мейоза в результате кроссинговера, что увеличивает число комбинаций генов в гаметах.
5. В процессе мейоза гомологичные хромосомы попадают в разные гаметы.
6. Негомологичные хромосомы расходятся произвольно, независимо друг от друга и образуют различные комбинации в гаметах.

Сцепленное наследование – наследование разных признаков, гены которых расположены в одной хромосоме. *Закон сцепленного наследования признаков* – гены, расположенные в одной хромосоме, образуют одну группу сцепления и наследуются совместно, сцеплено (закон Т. Моргана). Число групп сцепления равно гаплоидному набору хромосом.

Закон нарушения сцепления генов – сцепление между генами нарушается в результате кроссинговера – рекомбинации генов в гомологичных хромосомах в процессе мейоза.

Схема скрещивания

P ♀ чёрное тело, редуцированные крылья	×	♂ серое тело, нормальные крылья
♀ $aabb$	×	♂ $AABB$
G ab		AB ,
F_1 $AaBb$ – серое тело, нормальные крылья		

1-й вариант:

P ♀ чёрное тело, редуцированные крылья	×	♂ серое тело, нормальные крылья
♀ $aabb$	×	♂ $AaBb$
G ab		AB, ab
F_1 $AaBb$ – серое тело, нормальные крылья		50%
$aabb$ – чёрное тело, редуцированные крылья		50%

В этом скрещивании у самца наблюдается полное сцепление генов, кроссинговер не происходит, поэтому у самца образуются два типа гамет, а у потомков – два фенотипа в равном соотношении.

2-й вариант

P серое тело, нормальные крылья	×	чёрное тело, редуцированные крылья
♀ $AaBb$	×	♂ $aabb$
G AB, Ab, aB, ab		ab
F_2 $AaBb$ – серое тело, нормальные крылья		41,5%
$Aabb$ – серое тело, редуцированные крылья		8,5%

$aaBb$ – чёрное тело, нормальные крылья 8,5%

$aabb$ – чёрное тело, редуцированные крылья 41,5%

В этом скрещивании у самки сцепление генов нарушилось, произошёл кроссинговер, поэтому образуются четыре типа гамет, а в потомстве появляются четыре фенотипические группы: две многочисленные (без кроссинговера) и две малочисленные, образовавшиеся в результате кроссинговера.

При решении задач на сцепленное наследование признаков следует учитывать, что при полном сцеплении результаты скрещивания и соотношение групп сходны с результатами и соотношением в моногибридном скрещивании. В случае нарушения сцепления генов образующиеся генотипы у потомков схожи с дигибридным скрещиванием, но соотношение не соответствует дигибриднему скрещиванию. При этом образующиеся в потомстве группы без кроссинговера всегда многочисленны, а в результате кроссинговера образуются малочисленные группы. Схема скрещивания составляется как при дигибридном скрещивании.

Сцепленные гены могут изображаться в виде хромосом со сцепленными аллелями:



При этом над чертой записываются соответствующие сцепленные гены.

Рассмотрим методику решения задачи. Скрестили самку дрозофилы с короткими крыльями и с пятном на крыле и самца с нормальными крыльями, без пятна на крыле. Все полученные гибриды в F_1 имели нормальные крылья с пятном. Для анализирующего скрещивания взяли самца из F_1 . В полученном потомстве (F_2) оказалось 50% особей с нормальными крыльями, без пятна на крыле и 50% с короткими крыльями, с пятном на крыле. Составьте схему решения задачи. Определите генотипы родителей и потомков в двух скрещиваниях. Объясните формирование двух фенотипических групп во втором скрещивании.

Решение:

Определим доминантные и рецессивные признаки и введём буквенное обозначение. Так как первое поколение было единообразно и проявились нормальные крылья и наличие пятна, то это доминантные признаки. A – нормальные крылья, a – короткие крылья, B – с пятном, b – без пятна.

1) первое скрещивание:

$$\begin{array}{l} P \\ G \end{array} \quad \begin{array}{cc} \text{♀} aaBB & \times & \text{♂} AAbb \\ \text{короткие крылья, с пятном} & & \text{нормальные крылья, без пятна} \end{array}$$
$$F_1 \quad AaBb \text{ – нормальные крылья, с пятном}$$

По первому скрещиванию невозможно определить, сцеплены гены или расположены в разных хромосомах.

2) второе скрещивание:

$$\begin{array}{l} P_1 \\ G \end{array} \quad \begin{array}{cc} \text{♀} aabb & \times & \text{♂} AaBb \\ \text{короткие крылья, без пятна} & & \text{нормальные крылья, с пятном} \end{array}$$
$$F_2 \quad \begin{array}{l} Aabb \text{ – нормальные крылья, без пятна;} \\ aabB \text{ – короткие крылья, с пятном} \end{array}$$

В потомстве образовались только две фенотипические группы. У самки образуется только один тип гамет. У самца могут образоваться четыре типа гамет: AB , Ab , aB , ab . Но по

результатам скрещивания можно установить, что гамет AB и ab не было. Значит, аллель A сцеплен с b , аллель a – с B .

Наличие в потомстве двух фенотипических групп особей в равных долях во втором скрещивании объясняется сцеплением аллелей $A-b$ и $a-B$. Кроссинговер в данном случае отсутствует (сцепление полное).

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Назовите основные положения хромосомной теории наследственности. Какой учёный разработал эти положения?
2. Как расположены гены в хромосомах?
3. Между какими хромосомами может происходить кроссинговер?
4. К чему приводит кроссинговер?
5. Сколько гамет образует дигетерозигота при полном сцеплении генов?
6. Что такое группа сцепления? От чего зависит количество групп сцепления?

Выполнить задание.

При скрещивании мышей с извитой шерстью нормальной длины и мышей с прямой длинной шерстью все гибриды первого поколения имели прямую шерсть нормальной длины. В анализирующем скрещивании этих гибридов получено четыре фенотипические группы потомков: 27, 99, 98 и 24. Составьте схемы скрещиваний. Определите генотипы родительских особей, генотипы и фенотипы потомства в каждой группе в двух скрещиваниях, численность каждой группы во втором скрещивании. Объясните формирование четырёх фенотипических групп в анализирующем скрещивании.

3.7. Генетика пола. Решение задач

Краткое содержание теоретического материала

Самые заметные различия между особями одного вида – это различия по половому признаку. В соматических клетках самца и самки все пары хромосом, кроме одной, похожи и несут одинаковые типы генов. Одинаковые хромосомы у самца и самки называются *аутосомами*, а отличающаяся пара – *половыми хромосомами*. Половые хромосомы определяют пол особей. Например, у дрозофилы четыре пары хромосом, из них три пары аутосом и одна пара половых хромосом, у человека 23 пары – 22 пары аутосом и одна пара половых хромосом.

Половые хромосомы могут сильно отличаться друг от друга как по внешнему виду, так и по содержащейся в них генетической информации. Различают два типа половых хромосом: X и Y , причём X -хромосома всегда встречается у двух полов, а Y -хромосома – только у одного пола. Пол организма определяется их сочетанием: XX или XY .

Пол особи, у которой имеются XX -хромосомы, называют *гомогаметным*. Гомогаметные особи образуют один тип гамет по половым хромосомам – X . Пол особи, содержащей XY -хромосомы, называют *гетерогаметным*. Гетерогаметные особи дают два типа гамет по половым хромосомам – X и Y .

У млекопитающих, рептилий, амфибий, двукрылых насекомых и др. женский пол гомогаметный (XX), мужской пол гетерогаметный (XY). У птиц, рыб, бабочек гомогаметный пол самцы – XX , а гетерогаметный пол самки – XY . Соотношение полов любого вида $1XX : 1XY$:

$$\begin{array}{l}
 P \quad XX \quad \times \quad XY \\
 G \quad X \quad \quad \quad X, Y \\
 F_1 \quad \quad \quad XX, XY
 \end{array}$$

Признаки, гены которых расположены в половых хромосомах, наследуются сцепленно с полом. Если признак сцеплен с X-хромосомой, то он чаще проявляется у гетерогаметного пола XY.

У человека ген дальтонизма рецессивный и сцеплен с X-хромосомой.

X^D – ген нормального цветного зрения.

X^d – ген дальтонизма.

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{♀} \quad X^D X^d \quad \times \quad \text{♂} \quad X^D Y \\
 G \quad \quad X^D, X^d \quad \quad \quad X^D, Y \\
 F_1 \quad X^D X^D \text{ – девочка, норма} \\
 \quad \quad X^D X^d \text{ – девочка, норма (носитель признака)} \\
 \quad \quad X^D Y \text{ – мальчик, норма} \\
 \quad \quad X^d Y \text{ – мальчик, дальтоник}
 \end{array}$$

При решении задач на сцепленное с полом наследование признаков следует учитывать, что аллели записываются в X-хромосоме.

Рассмотрим пример решения задачи. У кошек гетерогаметными являются самцы. Какое потомство по окраске следует ожидать от скрещивания чёрной (B) кошки и рыжего (b) кота? Аллели гена окраски шерсти у кошек сцеплены с X-хромосомой, доминантный аллель не полно доминирует над рецессивным. Какова вероятность рождения котят с черепаховой окраской (от всего возможного потомства)?

Решение:

1. Определим доминантные признаки и введём буквенное обозначение. Гетерогаметный пол XY – самцы, гомогаметный пол XX – самки. Гены окраски сцеплены с X-хромосомой. X^B – чёрная окраска, X^b – рыжая окраска. Так как чёрная окраска неполно доминирует над рыжей, то $X^B X^b$ – кошка черепаховой окраски, а $X^B X^B$ – чёрная кошка.
2. Составим схему скрещивания и определим гаметы и генотипы потомства.

Схема скрещивания

$$\begin{array}{l}
 P \quad \text{чёрная кошка} \quad \times \quad \text{рыжий кот} \\
 \quad \quad X^B X^B \quad \quad \quad X^b Y \\
 G \quad \quad X^B \quad \quad \quad X^b, Y \\
 F \quad X^B X^b \text{ – черепаховая кошка, } X^B Y \text{ – чёрный кот}
 \end{array}$$

3. Вероятность рождения котят с черепаховой окраской $X^B X^b$ (только самки) составляет 50%.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. В чём различие между аутосомами и половыми хромосомами?
2. Что такое гомогаметный и гетерогаметный пол?
3. Как наследуется пол у птиц?
4. Как наследуется пол у млекопитающих?
5. Какова вероятность рождения больного потомства, если женская особь является носителем, а мужская здорова?

Выполнить задание.

У человека аллели генов куриной слепоты (ночной слепоты) и гемофилии типа А находятся в одной хромосоме.

Моногаметная, не имеющая указанных заболеваний женщина, у матери которой была ночная слепота, а отец не имел указанных заболеваний, вышла замуж за мужчину с гемофилией. Родившаяся в этом браке здоровая дочь вышла замуж за не имеющего этих заболеваний мужчину. В этой семье родился ребёнок с ночной слепотой и гемофилией. Составьте схемы решения задачи. Укажите генотипы, фенотипы родителей и генотипы, фенотипы, пол возможного потомства в двух браках. Объясните рождение больного этими двумя заболеваниями ребёнка в семье у здоровых родителей.

3.8. Генетика человека. Решение задач

Краткое содержание теоретического материала

Кариотип человека – 46 хромосом в норме или 23 пары гомологичных хромосом, из них 22 пары аутомосом (неполовых хромосом) и одна пара половых – у женщин XX, у мужчин XY. Женский пол у человека гомогаметный, у мужчин гетерогаметный.

Человек как объект генетических исследований имеет ряд особенностей: невозможность принудительного скрещивания, медленная смена поколений и малое число потомков, большое число хромосом и групп сцепления. Для изучения генетики человека используют специфические методы.

1. Генеалогический метод основан на составлении родословной человека и изучении характера наследования признака, суть его состоит в установлении родословных связей семьи, определении доминантных и рецессивных признаков, характера их наследования (сцеплен или не сцеплен признак с полом).

2. Близнецовый метод основан на изучении фенотипа и генотипа близнецов для определения степени влияния среды на развитие признаков, на формирование фенотипа. Различают однояйцевых (монозиготных) близнецов, которые развиваются из одной зиготы, и разнаяйцевых (гетерозиготных) близнецов, которые развиваются из разных зигот. Монозиготные близнецы имеют один генотип и более интересны для изучения. Сходство между ними почти абсолютно. У разнаяйцевых близнецов генотип разный и сходство несущественно.

3. Цитогенетический метод заключается в изучении под микроскопом структуры хромосом и их количества у здоровых и больных людей. С помощью этого метода можно обнаружить хромосомные и геномные мутации.

4. Биохимический метод основан на изучении характера биохимических реакций и обмена веществ в организме для установления присутствия аномального гена.

5. Популяционно-статистический метод позволяет рассчитать в популяциях человека частоту встречаемости нормальных и патологических генов.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. В чём состоит особенность человека как объекта генетических исследований?
2. Какие методы генетики человека вы знаете? В чём сущность каждого?
3. Что определяют с помощью генеалогического метода?
4. Какие мутации можно определить с помощью цитогенетического метода? Почему?
5. Какие методы генетики человека используются для медико-генетического консультирования?

Выполнить задание.

Выберите два верных ответа из пяти и запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

Генеалогический метод используют для определения

- 1) частоты встречаемости патологического гена в популяции

- 2) степени влияния факторов среды на формирование признака
- 3) характера наследования признака
- 4) вероятности передачи признака в поколениях
- 5) структуры хромосом и кариотипа

Ответ:

--	--

3.9. Формы изменчивости. Ненаследственная изменчивость.

Краткое содержание теоретического материала

Изменчивость – способность организма изменяться в процессе индивидуального развития под воздействием факторов среды. Фенотип – результат взаимодействия генотипа с факторами среды.

Все признаки организмов разделяют на качественные и количественные. Качественные признаки – это форма, окраска, цвет. Количественные признаки – это признаки, которые поддаются измерению (высота, размер, объём, яйценоскость). Количественные признаки описываются с помощью вариационного ряда и вариационной кривой.

Вариационный ряд – это ряд изменчивости признака, который образован отдельными значениями вариант, расположенных в порядке увеличения или уменьшения выраженности признака. Графическим выражением характера изменчивости признака является *вариационная кривая*, которая отражает размах вариаций и частоту встречаемости вариант.

Две крайние точки графика означают *предел изменчивости признака*, его верхнюю и нижнюю границы. *Норма реакции* – это предел изменчивости признака, который обусловлен данным генотипом.

Виды изменчивости: ненаследственная и наследственная. Ненаследственная изменчивость (*модификационная*, или *фенотипическая*) – это изменчивость, которая возникает у организмов под влиянием условий среды. Этот вид изменчивости способствует формированию разных фенотипов, но генотип при этом не затрагивается. Изменяющийся под действием среды признак имеет предел изменчивости, норму реакции признака. Она бывает широкой или узкой. Чем шире норма реакции, тем пластичнее признак. Есть признаки, которые имеют однозначную норму реакции, например, группа крови у человека.

Характеристика модификационной изменчивости

1. Изменения не наследуются и носят фенотипический характер. Все модификационные изменения, которые возникают у организма в процессе индивидуального развития, не затрагивают его генотип, поэтому не передаются по наследству.

2. Изменения проявляются у многих особей, носят массовый характер.

3. Изменения признака происходят постепенно.

4. Изменения адекватны условиям среды и являются приспособительными. Они способствуют выживанию особей, повышают жизнестойкость и приводят к образованию *модификаций*.

5. Модификации образуют вариационный ряд изменчивости признака в пределах нормы реакции – от наименьшей до наибольшей величины. Причина вариаций – воздействие различных условий на развитие признака.

Развитие признака у любого организма – это результат взаимодействия генотипа с внешней средой. Генотип и среда, взаимодействуя, определяют развитие признака, причём чем шире норма реакции признака, тем сильнее влияние среды на степень его проявления.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Окраска шерсти зайца-беляка изменяется в течение года: зимой заяц белый, а летом серый. Объясните, какой вид изменчивости наблюдается у животного и чем определяется проявление данного признака.
2. Что такое норма реакции? Чем определяется предел изменчивости признака?
3. Почему модификационную изменчивость называют фенотипической?
4. Каковы специфические особенности фенотипической изменчивости?

Выполнить задание.

Установите соответствие между примерами и формами изменчивости: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИМЕРЫ

- А) появление морщинистых семян у гороха при скрещивании растений с гладкими семенами
- Б) наличие листьев разной длины на одном растении
- В) рождение у здоровых родителей ребёнка-дальтоника
- Г) изменение окраски шерсти у зайца-беляка в зависимости от температуры
- Д) разница в весе у бычков одного отёла, содержащихся в разных условиях

ФОРМЫ ИЗМЕНЧИВОСТИ

- 1) модификационная
- 2) комбинативная

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

3.10. Формы изменчивости. Наследственная изменчивость

Краткое содержание теоретического материала

Наследственная изменчивость – затрагивает генотип и передаётся по наследству. Она бывает двух видов: комбинативная и мутационная. *Комбинативная изменчивость* – это появление новых сочетаний признаков вследствие комбинации генов. Основой комбинативной изменчивости являются следующие факторы: 1) случайная комбинация гомологичных хромосом в мейозе; 2) рекомбинация генов в результате кроссинговера в мейозе; 3) случайное сочетание гамет при оплодотворении. Комбинативная изменчивость определяет разнообразие особей и способствует приспособлению вида к условиям среды.

Мутационная изменчивость – это наследственные изменения генотипического материала (хромосом и генов). *Мутации* – это внезапные скачкообразные наследственные изменения генотипа. Мутационная изменчивость имеет следующие особенности:

1. Изменения затрагивают генотип организма и наследуются.
2. Изменения носят скачкообразный характер. Не наблюдается последовательности в изменении свойств, модификации отсутствуют.
3. Изменения индивидуальны и возникают у единичных особей.
4. Изменения не адекватны условиям окружающей среды, носят случайный, независимый характер, и могут быть нейтральными, полезными, но чаще всего являются вредными.
5. Мутации могут привести к образованию новых признаков у организма или к его гибели.

Виды мутаций. Генные мутации – перестройки отдельных генов, связанные с изменениями в структуре молекулы ДНК. Они приводят к образованию аномального гена – белка-признака (например, гемофилия, серповидно-клеточная анемия).

Хромосомные мутации – изменение структуры хромосом. Делеция – потеря участка хромосомы. Инверсия – поворот участка хромосомы на 180°. Дупликация – удвоение генов в определённом участке хромосомы. Это внутривхромосомные мутации. Транслокация – перенос части хромосомы на другую, негомологичную; этот вид мутаций относят к межхромосомным.

Геномные мутации – изменения числа хромосом в клетке. Полиплоидия – кратное увеличение гаплоидного набора ($3n$, $4n$ и т.д.). Чаще встречается у растений, многие культурные растения являются полиплоидами. У животных, как правило, полиплоидия не встречается. Анеуплоидия (гетероплоидия) – изменение хромосомного набора на 1–2 хромосомы: $2n + 1$, $2n - 1$. Возникает, как правило, при нерасхождении одной или

нескольких хромосом в мейозе после конъюгации. Встречается у растений и животных. Пример: у человека встречается 47 хромосом в половой паре (XXX, XXУ) или в 21-й паре – синдром Дауна.

Частоту мутаций можно повышать искусственно (радиация, ультрафиолетовое излучение, различные химические реагенты). Мутационный процесс повышает генетическое разнообразие популяций, что создаёт предпосылки для эволюционного процесса.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее. Ответить на вопросы.

1. Сравните модификационную и наследственную изменчивости. Какие факторы их вызывают? Приведите примеры.
2. Объясните, почему, по данным учёных, в настоящее время возросла частота мутаций.
3. Что такое мутации? Чем они отличаются от комбинаций?
4. Какие типы хромосомных мутаций вы знаете?
5. С чем связано появление анеуплоидов?
6. Почему у животных полиплоидия, как правило, не встречается?

Выполнить задание.

Проанализируйте таблицу «Виды изменчивости». Заполните пустые ячейки таблицы, используя понятия и примеры, приведённые в списке. Для каждой ячейки, обозначенной буквой, выберите соответствующее понятие или соответствующий пример из предложенного списка.

Вид изменчивости	Изменения	Пример
_____ (А)	Генотипа и фенотипа	Рождение кролика-альбиноса
Модификационная	Только фенотипа	_____ (В)
Комбинативная	_____ (Б)	Появление розовых цветков у ночной красавицы

Список понятий и примеров:

- 1) ненаследственная
- 2) фенотипическая
- 3) мутационная
- 4) появление густого подшёрстка у лисицы зимой
- 5) рождение ребёнка с синдромом Дауна
- 6) генотипа и фенотипа
- 7) только генотипа
- 8) выявление цветка с пятью лепестками у сирени

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В

3.11. Селекция, её задачи и методы. Биотехнология, её направления

Краткое содержание теоретического материала

Селекция разрабатывает пути создания новых и улучшения существующих сортов культурных растений, пород домашних животных и штаммов микроорганизмов, а также способы изменения их наследственных признаков в нужном для человека направлении. Задачи селекции: качественное улучшение признака; повышение урожайности и продуктивности; повышение устойчивости к вредителям и болезням, неблагоприятным климатическим условиям.

Н.И. Вавилов установил закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Его основные положения следующие.

1. Генетически близкие между собой роды и виды характеризуются сходными рядами наследственной изменчивости с такой правильностью, что, зная ряд форм в пределах одного вида, можно предвидеть наличие параллельных форм у других видов и родов.
2. Чем ближе генетически расположены роды и виды, тем полнее тождество в рядах их изменчивости.
3. Целые семейства растений характеризуются определённым циклом изменчивости, проходящей через все роды, составляющие семейство.

Сорт – группа созданных в результате селекции сельскохозяйственных растений одного вида, обладающих передающимися по наследству хозяйственно ценными признаками. *Порода* – группа созданных в результате селекции сельскохозяйственных животных одного вида, обладающих передающимися по наследству хозяйственно ценными признаками. *Штамм* – чистая культура микроорганизмов, выделенная из определённого источника или полученная в результате мутаций.

Методы селекции: искусственный отбор, экспериментальный мутагенез и гибридизация.

Искусственный отбор может быть массовым и индивидуальным. Массовый отбор основан на сохранении по фенотипу группы особей с нужными человеку хозяйственно ценными признаками. Используется преимущественно в селекции растений. Индивидуальный отбор основан на сохранении отдельных особей с учётом наследственной стойкости их признака. Это отбор по генотипу. Индивидуальный отбор применяется и в селекции растений, и в селекции животных. В селекции животных при индивидуальном отборе проводится испытание производителя по потомству.

Экспериментальный мутагенез, как правило, используется в селекции растений и микроорганизмов. Особое значение для селекции имеют геномные мутации, связанные с увеличением хромосомного набора, полиплоидия. Полиплоиды обладают хозяйственно ценными признаками: крупными размерами вегетативных органов, плодов, повышенным содержанием белка, углеводов и др.

Гибридизация – скрещивание разнородных в генетическом отношении особей. Скрещивание особей одного вида – внутривидовая гибридизация, особей разных видов и родов – отдалённая. При внутривидовой гибридизации используется инбридинг (близкородственное скрещивание) и аутбридинг (неродственное скрещивание). Инбридинг осуществляют для перевода генов в гомозиготное состояние, используют инбридинг у самоопыляющихся растений (пшеница). Аутбридинг используют для повышения гетерозиготности особей, так как гетерозиготы по хозяйственно ценным признакам часто превосходят гомозиготы. Скрещивание особей, относящихся к разным чистым линиям, приводит к развитию у гибридов первого поколения явления *гетерозиса* (гибридной силы) – это превосходство гибридов по свойствам и признакам по сравнению с родительскими особями.

Отдалённая гибридизация позволяет объединить в гибриде хозяйственно ценные признаки обоих родителей. Используется, как правило, в селекции растений. В селекции животных приводит к бесплодию особей, так как происходит нарушение мейоза при образовании половых клеток. Способ преодоления бесплодия межвидовых гибридов

предложил Г.Д. Карпеченко. Отдалённая гибридизация редьки с капустой в сочетании с искусственной полиплоидией привела к восстановлению плодовитости гибрида.

Биотехнология – прикладная наука, использующая биологические системы и процессы в различных областях сельского хозяйства, промышленности, медицины. Используется при производстве лекарств, удобрений, средств биологической защиты растений, биологической очистки сточных вод, биологической добычи ценных металлов из морской воды. Инженерная энзимология – получение с помощью иммобилизованных ферментов компонентов для пищевой промышленности. Микробиологические технологии основаны на использовании специально выведенных штаммов микроорганизмов для получения белка, витаминов, гормонов и др. Направление микробиологической технологии – производство пищевого и кормового белка.

Клеточная инженерия – эксперименты с изолированными клетками организмов, которые позволяют конструировать клетки нового типа путём гибридизации и слияния клеточных структур (ядер, митохондрий, хлоропластов) для получения организмов с заданными свойствами.

Выращивание клеток и тканей на питательных средах называют методом культуры клеток и тканей. Культура тканей – получение в лабораторных условиях растительных или животных тканей (или организмов), культивирование клеток и тканей на питательных средах *in vitro* (в пробирке), их гибридизация и реконструкция, клонирование высокопродуктивных организмов. Метод культуры клеток и тканей позволяет размножить растение в искусственно созданных условиях, создать его клон, и за короткое время получить большое число генетически однородных особей с признаками, интересующими человека.

Методы хромосомной инженерии дают возможность вводить дополнительные хромосомы или заменять гомологичные на другие хромосомы. Генная инженерия – искусственное, целенаправленное изменение генотипа организмов, структуры ДНК в целях получения культур с заранее заданными свойствами (трансгенные организмы). В генной инженерии методом рекомбинантных плазмид созданы штаммы микроорганизмов, используемых для производства гормонов, белков, вакцин. Методы генной инженерии используются для получения генетически модифицированных продуктов.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Метод селекции	Особенность метода	Примеры

Ответить на вопросы.

1. С какой целью используются методы искусственного получения мутаций?
2. В чём сущность закона гомологических рядов в наследственной изменчивости?
3. Какая из форм искусственного отбора ведётся по генотипу, какая – по фенотипу?
4. В чём сущность гибридизации? Что является исходным материалом для гибридизации?
5. Какой метод использовал Г.Д. Карпеченко для преодоления бесплодия межвидовых гибридов?
6. Какие основные направления современной биотехнологии вы знаете?
7. Где используется метод культуры клеток? В чём его сущность?
8. В чём сущность генной инженерии?
9. В чём сущность хромосомной инженерии?
10. Что такое генетически модифицированные продукты?

Выполнить задание.

Установите последовательность этапов деятельности селекционера при создании высокопродуктивных штаммов бактерий. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) присвоение номенклатурного названия штамму бактерий
- 2) получение новой колонии (штамма) и оценка её продуктивности
- 3) воздействие мутагенами на исходную колонию бактерий
- 4) отбор бактерий с новыми признаками
- 5) подбор исходной колонии бактерий

Ответ:

--	--	--	--	--

Блок 4. Система и многообразие органического мира

4.1. Многообразие организмов. Основные систематические категории.

Царство бактерий. Царство грибов. Лишайники

Краткое содержание теоретического материала

Многообразие организмов. На Земле известно свыше 2 млн видов живых организмов. Среди них есть одноклеточные и многоклеточные, анаэробы и аэробы, автотрофы и гетеротрофы. Основные систематические (таксономические) категории: вид, род, семейство, отряд (порядок), класс, тип (отдел), царство; их соподчинённость.

Царство бактерий. Бактерии – прокариотные (доядерные), одноклеточные или колониальные микроорганизмы. Строение клетки. Бактерии имеют клеточную стенку из муреина и слизистую капсулу из полисахаридов, цитоплазму окружает наружная клеточная мембрана. В цитоплазме в ядерной зоне расположен нуклеоид – одна кольцевая молекула ДНК; из органоидов имеются только рибосомы. Все мембранные органоиды отсутствуют. Наружная клеточная мембрана образует впячивания внутрь клетки – мезосомы, на которых происходит кислородное окисление органических веществ. У фотосинтезирующих цианобактерий имеются фотосинтетические мембраны – выросты клеточной мембраны внутри клетки, на которых протекает фотосинтез. Клетка может иметь жгутики (органойды движения) и пили. Форма и размеры клеток. Сферические (кокки), палочковидные (бациллы), изогнутые (вибрионы), спиральные (спириллы). Могут образовывать колонии: нить из шариков (стрептококки), «виноградная гроздь» (стафилококки).

Бактерии-автотрофы синтезируют органические вещества из неорганических: а) фотосинтезирующие синезелёные и пурпурные бактерии; б) хемосинтезирующие железобактерии, нитрифицирующие бактерии, серобактерии и др. Бактерии-гетеротрофы используют готовые органические вещества: а) сапрофиты питаются мёртвыми органическими веществами (бактерии гниения и брожения); б) симбионты получают органические вещества в результате симбиоза с другими организмами (клубеньковые азотобактерии); в) паразиты питаются органическими веществами живых организмов (болезнетворные бактерии). Аэробы используют для дыхания атмосферный кислород (бактерии гниения); анаэробы живут в отсутствии кислорода (бактерии ботулизма).

Размножение – прямое деление надвое. При неблагоприятных условиях образуют споры, покрытые толстой защитной оболочкой. Споры могут сохранять жизнеспособность длительное время.

Роль в природе. Обеспечивают круговорот веществ в природе, минерализуя органические остатки, участвуют в образовании перегноя – плодородного слоя почвы (бактерии гниения в почве); связывают атмосферный азот и переводят его в доступные для

растений нитраты и нитриты (клубеньковые бактерии). Используются в промышленности для получения кефира, йогурта, силоса (молочнокислые бактерии), кормовых белков (водородные бактерии). Возбудители опасных заболеваний человека (чума, холера, дифтерия, ангина и др.), животных и растений.

Царство грибов. Эукариоты. По способу питания – гетеротрофы. Клеточная стенка грибов состоит из хитиноподобного вещества. Клетки могут быть одноядерными и многоядерными. Запасное вещество в клетках – гликоген. Тело образовано мицелием (грибницей), состоящей из нитей – гифов. Питательные вещества гриб поглощает всей поверхностью мицелия. У шляпочных грибов надземная часть мицелия образует плодовые тела, состоящие из ножки и шляпки. С деревьями грибы вступают в симбиоз, образуя микоризу (переплетение гифов с корнями растений). Размножение бесполое (вегетативное мицелием, почкованием и спорами) и половое. Споры образуются в спорангиях. В экосистемах грибы – редуценты, улучшают плодородие почв, используют для получения антибиотиков, ферментов, органических кислот; съедобные грибы употребляют в пищу.

Лишайники – комплексные, симбиотические организмы. Тело – слоевище, образовано гифами грибов, между которыми располагаются одноклеточные зелёные водоросли или цианобактерии (синезелёные). Гриб защищает и обеспечивает водоросль неорганическими веществами, водоросли осуществляют фотосинтез и снабжают гриб органическими соединениями. Обитают на камнях, на стволах и ветвях деревьев, на почве. Размножение вегетативное слоевищем; половым путём размножаются грибы в лишайнике. Классификация лишайников: накипные, кустистые, листоватые. Лишайники участвуют в почвообразовании; служат пищей северным оленям; являются индикаторами загрязнения воздуха; используются в парфюмерной и химической промышленности.

Вирусы выделены в отдельную империю неклеточных форм жизни. Размеры вирусов малы. Вирусы устроены достаточно просто. Отдельные частицы вирусов – *вирионы* – состоят из нуклеиновой кислоты и белков. Генетический аппарат вирусов может быть представлен молекулой ДНК или РНК. Нуклеиновая кислота составляет сердцевину вируса и защищена белковой или белково-липидной оболочкой, которую называют *капсидом*. Размножаются только внутри клетки другого организма; вне клетки могут кристаллизоваться с сохранением всех свойств. Жизнедеятельность вирусов: при внедрении в клетку вирус встраивает свой наследственный аппарат в ДНК клетки-хозяина, начинает размножаться, приводит к гибели клетки-хозяина.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Чем бактерии отличаются от организмов других царств живой природы?
2. Каковы особенности строения вирусов? Можно ли назвать вирусы живыми организмами? Ответ поясните.
3. Каковы особенности строения и жизнедеятельности грибов и лишайников? Чем они отличаются от растений и животных?
4. Чем отличаются споры бактерий от спор грибов?
5. Как классифицируются бактерии по способу питания? Назовите представителей каждой группы.
6. Раскройте роль бактерий и грибов в экосистемах.

Выполнить задание.

По каким признакам бактерии выделяют в особое царство органического мира?

- 1) содержат в клетке цитоплазму и плазматическую мембрану
- 2) не имеют ядерной оболочки
- 3) состоят из множества одинаковых клеток

- 4) имеют нуклеоид
- 5) размножаются с помощью спор
- 6) образуют при неблагоприятных условиях споры

Ответ:

--	--	--

4.2. Царство растений. Покрытосеменные растения

Краткое содержание теоретического материала

Ткани растительного организма

1. Образовательная ткань – живые тонкостенные клетки, способные к постоянному делению, обеспечивают образование других тканей и органов. Первичная образовательная ткань обеспечивает рост органов в длину (конус нарастания побега, кончик корня, основание листовой пластинки, междоузлия злаковых растений). Вторичная образовательная ткань – камбий – обеспечивает рост корня и стебля в толщину (между древесиной и лубом в древесном стебле и корне).

2. Основная ткань. Клетки живые, тонкостенные, обеспечивающие жизнедеятельность растения. Ассимиляционная ткань (хлоренхима) – зелёные клетки с хлорофиллом (мякоть листа, зелёные стебли травянистых растений). Обеспечивают фотосинтез, дыхание, газообмен. Запасающая ткань – клетки с включениями (зёрна крахмала, капельки жира, белок). Имеют большие вакуоли с клеточным соком. Расположены в мякоти плодов, видоизменённых побегах (луковицах, клубнях, корневищах), коре корней (корнеплодов); сердцевине стеблей, семенах. Обеспечивают запасание органических веществ.

3. Покровная ткань. Клетки живые или мёртвые, покрывают органы растения. Обеспечивают защиту от механических повреждений, высыхания, температурных колебаний, проникновения микроорганизмов, транспирацию и газообмен. Кожица (эпидермис) – живые клетки с утолщённой наружной стенкой, имеет устьица (на поверхности листьев, стеблей зелёных травянистых растений, всех частях цветка). Пробка – мёртвые, плотно расположенные толстостенные клетки (на зимующих одревесневающих стеблях, корнях, корневищах, клубнях). Кorka – большой слой пробки и других отмерших тканей (на стволах деревьев).

4. Проводящая ткань. Древесина (ксилема) состоит из сосудов – мёртвых полых трубок с одревесневшими стенками (в стебле, корне, жилках листьев). Проводит воду и минеральные соли из почвы в растение, выполняет опорную функцию. Луб (флоэма) состоит из живых клеток – ситовидных трубок с отверстиями в поперечных стенках – и клеток-спутниц (в коре стебля, корне, в жилках листьев). Обеспечивает нисходящий ток органических веществ из листьев в стебель, корни.

5. Выделительная ткань. Железистые волоски, нектарники – живые клетки, заполненные жидким секретом (на поверхности некоторых листьев и стеблей, внутри цветков). Защита от испарения, поедания животными, привлечение опылителей. Мёртвые клетки, заполненные смолой (живицей) или млечным соком (смоляные ходы млечники). Располагаются во внутренних частях стеблей (хвойных растений, одуванчика, молочая). Защищают от повреждения и поедания животными.

6. Механическая ткань. Волокна – длинные клетки с толстыми одревесневающими стенками; могут быть мёртвыми и живыми (в древесине и коре стеблей, корней, листьев, корневищ, в плодах). Окружают проводящие пучки. Выполняют опорную (скелетную) функцию. Каменистые клетки – мёртвые клетки с толстыми одревесневшими оболочками (скорлупа орехов, косточки вишни, сливы). Защита семян от механических повреждений и преждевременного прорастания.

Вегетативные органы цветкового растения

Корень. Укрепляет растение в почве; всасывает из почвы воду с минеральными солями; синтезирует органические вещества; запасает питательные вещества; обеспечивает связь растения с обитателями почвы (бактериями, грибами); осуществляет вегетативное размножение растения.

Виды корней: главный – развивается из зародышевого корешка семени, придаточные – от побега, стеблей, листьев, боковые – ответвления главного и придаточного корней, обеспечивают ветвление корня. Совокупность корней растения – корневая система. Типы: стержневая (выделяется главный корень) и мочковатая (много придаточных и боковых корней).

Видоизменения корней: корнеплоды (утолщение главного корня); корнеклубни, корневые шишки (утолщение придаточных и боковых корней); ходульные корни; воздушные корни, корни-присоски (придаточные).

Зоны корня: корневой чехлик (защита); зона деления (образовательная ткань – рост корня в длину); зона роста (рост корня в длину); зона всасывания (клетки с корневыми волосками, поглощение воды и минеральных солей); зона проведения (сосуды и ситовидные трубки, в центральном цилиндре); зона ветвления (формирование боковых корней за счёт камбия).

Побег – стебель с листьями и почками. Развивается из ростовой почки зародыша семени. Виды побегов: главный – развивается из зародышевой почки; боковой – из боковой, пазушной почки; вегетативный – состоит из стебля с листьями, генеративный – несёт цветки. Побег могут быть удлинённые и укороченные. Видоизменения: подземные – корневище, луковица, клубень; надземные – колючки, усики, усы.

Почка – зачаточный побег. Состоит из кроющих чешуек, укороченного стебля, зачатков листьев или цветков, конуса нарастания. Виды почек: вегетативная (листовая), генеративная (цветочная), смешанная – состоит из укороченного стебля с зачаточными листьями и цветками.

Стебель. Выносит листья к свету; связывает надземную и подземную части растения; придаёт растению механическую прочность, является опорой; проводит неорганические и органические вещества; запасает органические вещества; осуществляет фотосинтез (только зелёные травянистые стебли); участвует в вегетативном размножении. Стебель древесных растений имеет кольцевое расположение основных элементов: коры (эпидермис, или пробка; луб с лубяными волокнами и ситовидными трубками); камбия (слой образовательной ткани, за счёт которой стебель растёт в толщину); древесины (состоит из древесных волокон и сосудов); сердцевины (состоит из клеток основной ткани, выполняющих запасную функцию). В древесине видны годовые кольца – чередование ранней и поздней древесины, что связано с неравномерным делением камбия по сезонам года.

Лист – боковой орган. Синтез на свету из углекислого газа и воды органических веществ (фотосинтез); газообмен; испарение воды (транспирация); запасание питательных веществ; участие в вегетативном размножении. Листорасположение (очерёдное, мутовчатое, супротивное). Листья простые и сложные: тройчатые, парноперистые, непарноперистые и пальчатые. Жилкование – сетчатое, параллельное, дуговое.

Внутреннее строение листа. Снаружи – кожица (эпидермис), выполняет защитную функцию; нижний эпидермис имеет устьица, может нести защитные волоски или быть покрыт восковым налётом. Между верхним и нижним эпидермисом расположен мезофилл – основная фотосинтезирующая ткань, состоящая из плотно прижатых клеток – столбчатая ткань (фотосинтез) и рыхло расположенных клеток – губчатая ткань с воздухоносными полостями. Клетки содержат хлоропласты. Жилки – проводящие пучки, состоящие из сосудов, ситовидных трубок и механических волокон. Жилки выполняют проводящую и опорную функции.

Генеративные органы цветкового растения

Цветок. Обеспечивает опыление (перенос пыльцы с тычинок на пестики), оплодотворение, формирование семени и развитие плода. Состоит из цветоножки, цветоложа, околоцветника, тычинок, пестика или пестиков. В пыльцевых гнёздах пыльника в результате мейоза развиваются мелкие микроспоры; из каждой микроспоры формируется мужской гаметофит – пыльцевое зерно, состоящее из вегетативной и генеративной клеток. В генеративной клетке образуются два спермия путём митоза.

Пестик состоит из завязи, столбика и рыльца. В гнезде завязи в результате мейоза развивается одна крупная мегаспора. Из мегаспоры формируется восьмиядерный зародышевой мешок – женский гаметофит, окружённый покровами с отверстием – пыльцевходом (микропиле). Зародышевый мешок вместе с покровами называют семязачатком. В гнёздах завязи семязачатков может быть один или несколько (многосеменная завязь).

Соцветие. Специализированный цветоносный побег, несущий несколько цветков и видоизменённые листья. Является приспособлением к опылению. Простые соцветия состоят из одной главной оси: кисть, колос, початок, головка, корзинка, зонтик, щиток и др. Сложные соцветия: метёлка (сложная кисть), сложный зонтик, сложный щиток, сложный колос, серёжки.

Плод. Обеспечивает защиту семян от внешних воздействий; распространение семян, расселение растения при помощи ветра, животных и др. Зрелый плод состоит из одного или нескольких семян, околоплодника, формирующегося из стенок завязи или других частей цветка (цветоложа).

Виды плодов. Сухие односемянные: крылатка, зерновка, семянка, орех (орешек и многоорешек), жёлудь, вислоплодник; многосемянные: листовка, боб, стручок (стручочек), коробочка. Сочные плоды односемянные: костянка; многосемянные: ягода, яблоко (яблочко), тыква, земляничина (фрага), цинородий (многоорешек), померанец, гранатина.

Семя. Орган размножения цветкового растения; обеспечивает семенное размножение, накопление питательных веществ в эндосперме или семядолях. Строение: семенная кожура с семенным рубчиком и отверстием (семявход), зародыш (из одной или двух семядолей, зародышевого стебелька, почечки и корешка), эндосперма (запасающая ткань, окружающая зародыш семени; в некоторых семенах может отсутствовать).

Размножение цветковых растений

Вегетативное размножение – увеличение числа особей данного растения с помощью вегетативных органов (корня, стебля, листа, побега). Способы размножения: корневищем, клубнями, луковичками, ползучими побегами, усами, корневыми отпрысками, выводковыми почками на листьях. Искусственное размножение осуществляется человеком.

Половое размножение. Размножение, основанное на оплодотворении. Оплодотворению предшествует опыление – перенос пыльцы на рыльце пестика. Самоопыление – перенос пыльцы на рыльце пестика в пределах одного цветка; происходит в бутонах до их распускания. Перекрёстное опыление – перенос пыльцы одного растения на рыльце пестика другого растения. Естественное опыление происходит благодаря ветру, насекомым, птицам. Искусственное опыление осуществляется человеком для селекционных целей.

При попадании пыльцы на рыльце пестика вегетативная клетка пыльцы прорастает в пыльцевую трубку до семязачатка. Два спермия через пыльцевход семязачатка попадают в восьмиядерный зародышевый мешок. Происходит двойное оплодотворение цветковых растений: яйцеклетка + 1 спермий → зигота → зародыш семени ($2n$); 2 центральных ядра + 1 спермий → эндосперм ($3n$); покров семязачатка → кожура семени.

Отдел Покрытосеменные, или Цветковые

Имеют вегетативные (корни, стебли, листья), сложные проводящие ткани, состоящие из сосудов и ситовидных трубок с клетками-спутницами, генеративные органы

(цветок, плод, семя). Цветки – видоизменённые генеративные побеги, в которых развиваются органы спороношения – тычинки и пестики. Опыление ветром, насекомыми, водой, самоопыление. Существуют различные способы вегетативного размножения (с помощью корней, побегов и видоизменённых вегетативных органов).

В цикле полностью преобладает спорофит ($2n$). Из микроспор в пыльниках тычинок развивается мужской гаметофит – пыльцевое зерно состоит из вегетативной и генеративной клетки с двумя спермиями. Из мегаспоры в семязачатке пестика развивается женский гаметофит – восьмиядерный зародышевый мешок, имеющий покровы с пыльцевходом. Оплодотворение двойное. Один спермий сливается с яйцеклеткой, образуется зародыш семени ($2n$), второй – с двумя ядрами центральной клетки, образуется эндосперм ($3n$).

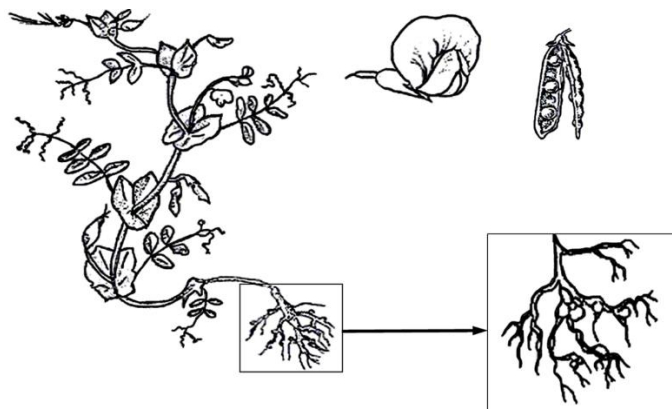
Классы покрытосеменных растений

Класс Двудольные. Зародыш семени имеет две семядоли. Корневая система стержневого типа (иногда мочковатого типа). Стебель имеет камбиальное кольцо, по мере роста утолщается за счёт деления камбия. Жилкование часто сетчатое, иногда дуговое. Цветки четырёхчленные или пятичленные с двойным околоцветником, чаще насекомоопыляемые. Жизненная форма: деревья и кустарники, однолетние, двулетние и многолетние травы.

Класс Однодольные. Зародыш семени имеет одну семядолю. Корневая система мочковатого типа. Стебель по мере роста не утолщается (камбий отсутствует). Листья простые линейной, овальной, ланцетной формы, с параллельным и дуговым жилкованием. Цветки трёхчленные (реже четырёхчленные) с простым околоцветником. Жизненная форма: однолетние и многолетние травы (исключение – пальмы, бамбук).

Рассмотрим выполнение задания на работу с рисунком.

Что представляют собой образования на корнях изображённого растения? Какой тип взаимоотношений организмов иллюстрирует рисунок? Объясните значение этих взаимоотношений для обоих организмов.



Для выполнения этого задания необходимо вспомнить, что на рисунке изображено бобовое растение. На корнях растений этого семейства поселяются клубеньковые бактерии, которые усваивают атмосферный азот и переводят его в доступное для растения соединение. В свою очередь, растения снабжают бактерии органическими веществами. Такой тип взаимовыгодных отношений называется симбиозом.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. По каким признакам растения можно отличить от организмов других царств живой природы?
2. Почему покрытосеменные растения в настоящее время заняли господствующее положение на Земле?

3. Известно, что опытным путём на свету трудно обнаружить дыхание растений. Объясните почему.
4. Какие процессы обеспечивают передвижение воды и минеральных веществ по растению? Ответ поясните.
5. Раскройте роль испарения в передвижении веществ в растительном организме.
6. Какие особенности внутреннего строения листа свидетельствуют о его приспособленности к фотосинтезу?
7. Чем отличаются сосуды от ситовидных трубок?
8. Какова роль хлоропластов и хлорофилла в фотосинтезе?
9. Какая связь существует между цветковыми растениями и насекомыми?
10. Как происходило историческое развитие покрытосеменных растений?

Выполнить задание.

Какие процессы предшествуют двойному оплодотворению покрытосеменных растений?

- 1) формирование семени
- 2) образование эндосперма
- 3) формирование восьмиядерного зародышевого мешка
- 4) развитие пыльцевой трубки
- 5) деление клеток зародыша
- 6) образование двух спермиев

Ответ:

--	--	--

4.3. Основные отделы растений

Краткое содержание теоретического материала

Низшие растения. *Отдел Зелёные водоросли.* Растения пресных водоёмов. Клетки содержат хроматофор, ядро и все органоиды. Одноклеточные: хламидомонада, хлорелла. У хламидомонады имеются жгутики, светочувствительный глазок – стигма. Многоклеточные: улотрикс (хроматофор в виде полукольца), спирогира (хроматофор спиралевидный), кладофора.

Размножаются бесполом путём (спорами). Половое размножение связано со сменой поколений. В цикле преобладает гаметофит – гаплоидное поколение (n) – взрослое растение. Цикл: гаметофит (n) → гаметы (n) → зигота ($2n$) → мейоз → споры (n) → взрослое растение (n). Зимуют на стадии зиготы ($2n$) на дне водоёмов.

Отдел Бурые водоросли. Многоклеточные обитатели дна моря (бентос) до глубин 50 м. Тело – слоевище. Крепится ко дну с помощью ризоидов. В цикле развития преобладает спорофит ($2n$) – взрослое растение. Представители: фукус, саргасса, ламинария (морская капуста).

Отдел Красные водоросли, или Багрянки. В основном многоклеточные организмы, обитатели дна моря (бентос) до глубины 100 м. Хроматофоры содержат красный и синий пигмент. Оболочки клеток могут минерализоваться солями кальция и магния. Размножаются бесполом и половым путём. Отсутствуют жгутиковые стадии в цикле развития. Преобладает спорофит ($2n$) – взрослое растение. Представители: порфира, кораллина, филлоспора.

Высшие споровые растения. *Отдел Моховидные (Mхи).* Листостебельные невысокие травянистые растения, не имеющие проводящих тканей, к почве прикрепляются ризоидами. Представители: кукушкин лён, сфагнум. В цикле преобладает половое поколение – гаметофит (n) – взрослое растение. На гаметофите в антеридиях развиваются сперматозоиды, в архегониях – яйцеклетки. Для оплодотворения необходима вода. После оплодотворения из зиготы ($2n$) на гаметофите развивается споровое поколение – спорофит

($2n$), коробочка на ножке – спорогон. В спорангиях спорофита в результате мейоза развиваются споры (n). Споры высыпаются из коробочки и прорастают, образуя протонему, напоминающую нитчатую водоросль. На протонеме развиваются новые листостебельные побеги.

Отдел Плауновидные, или Плауны. Невысокие многолетние травянистые растения, обитают во влажных местах. Стебли имеют проводящие ткани. Побеги стелющиеся, с придаточными корнями и шиловидными листьями. Верхушки побегов заканчиваются спороносными колосками – стробилами со спороносными листиками – спорофиллами. На спорофиллах располагаются спорангии со спорами.

В цикле преобладает споровое поколение – спорофит ($2n$). В спорангиях образуются споры (n). Из них развивается половое поколение – гаметофит (n), называемый заростком. Он не содержит хлорофилла, существует в симбиозе с грибницей грибов. Представители: плаун булавовидный, плаун-баранец.

Отдел Хвощевидные, или Хвощи. Многолетние травянистые корневищные растения, обитающие в лесах, болотах, вдоль водоёмов. В цикле преобладает споровое поколение – спорофит ($2n$). Весной из корневища вырастают спороносные побеги, лишённые хлорофилла, несущие спороносные колоски – стробилы. В них созревают споры. Летние побеги хвоща – зелёные, фотосинтезирующие, спор не образуют. Представители: хвощ полевой, хвощ топяной.

Отдел Папоротниковидные, или Папоротники. Многолетние травянистые растения с корневищем и придаточными корнями, спороносными листьями (вайи). В цикле преобладает споровое поколение – спорофит ($2n$). На нижней стороне листьев образуются сорусы, в спорангиях которых образуются споры. Представители: нефролепис, щитовник мужской, орляк.

Цикл развития хвощей, плаунов, папоротников: взрослое растение спорофит ($2n$) → спорангии → мейоз → споры (n) → заросток гаметофит (n) → в антеридиях развиваются сперматозоиды (n), в архегониях яйцеклетки (n) → зигота ($2n$) → спорофит ($2n$).

Высшие семенные растения. *Отдел Голосеменные, порядок Хвойные, класс Шишконосные.* Вечнозелёные (реже листопадные) деревья и кустарники (травянистых форм нет) с прямостоячими многолетними стеблями и стержневыми корневыми системами. В древесине смоляные ходы, заполненные смолой (живицей). Выражены годичные кольца прироста древесины. Листья игольчатой формы (хвоя), многолетние, с одной главной жилкой и кутикулой из воска.

В цикле полностью преобладает спорофит ($2n$). Гаметофит развивается из споры (n) в спорангиях на спороносных побегах – мужских и женских шишках. Мужской гаметофит (микрогаметофит) – пыльцевое зерно с двумя спермиями; женский гаметофит (мегагаметофит) – два архегония с двумя яйцеклетками. Пыльца переносится ветром. После опыления она прорастает, образуя пыльцевую трубку. По ней спермии проникают к яйцеклеткам. Оплодотворяется только одна яйцеклетка. Вторая яйцеклетка и второй спермий отмирают. В результате оплодотворения развивается семя с семенной кожурой, зародышем ($2n$) и эндоспермом (n). Семя расположено открыто на чешуях женских шишек. Представители: ель, сосна, лиственница, пихта, можжевельник.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Каковы особенности строения и жизнедеятельности мхов?
2. В чём проявляется усложнение папоротников по сравнению с мхами? Приведите не менее трёх признаков.
3. Какое поколение преобладает в жизненном цикле: а) водорослей; б) мхов; в) папоротников; г) семенных растений?
4. Объясните, почему уменьшается число водорослей на глубине 50 м и глубже.

5. Какие особенности строения псилофитов позволили им освоить водно-наземную среду?
6. Опишите приспособление мхов к жизни в условиях повышенной влажности почвы.
7. В чём проявилось усложнение папоротников в процессе эволюции по сравнению с мхами, псилофитами?
8. Почему отдел Голосеменные получил такое название?
9. В чём проявляется усложнение голосеменных по сравнению с папоротниками?
10. Почему от химического загрязнения атмосферы сильнее всего повреждаются хвойные деревья?

Выполнить задание.

Установите соответствие между признаком растений и отделом, для которого этот признак характерен.

ПРИЗНАК	ОТДЕЛ РАСТЕНИЙ
А) наличие водоносных клеток в листьях	1) Моховидные
Б) образование спор в спороносных колосках	2) Хвоцевидные
В) наличие ризоидов у листостебельных растений	
Г) преобладание в жизненном цикле гаметофита	
Д) образование заростка в цикле развития	
Е) наличие придаточных корней	

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

4.4. Царство животных. Одноклеточные, черви, моллюски

Краткое содержание теоретического материала

Подцарство Одноклеточные животные (Простейшие)

Тип Саркожгутиковые. Класс Саркодовые. Форма тела непостоянная. Органоиды передвижения – ложноножки (псевдоподии). Многие имеют раковину (радиолярии, фораминиферы). Одно ядро, сократительные вакуоли. Питаются бактериями, водорослями, захватывая их ложноножками. Дышат всей поверхностью клетки. Размножение: у многих бесполое (деление). При неблагоприятных условиях образует цисту. Свободноживущие: амёба обыкновенная, радиолярии. Паразитические: амёба дизентерийная, паразитирует в кишечнике человека. Заражение через цисты.

Класс Жгутиковые. Форма тела постоянная, веретеновидная. Органоиды передвижения – жгутик (жгутики). Число ядер: одно. У некоторых (эвглена зелёная) имеются хлоропласты (фотосинтез на свету), светочувствительный глазок – стигма. Выделение продуктов обмена веществ осуществляется через сократительную вакуоль. Размножение: у многих бесполое (деление). Представители: свободноживущие – эвглена зелёная.

Паразитические формы: лямблии паразитируют в тонком кишечнике и желчных протоках печени человека, млекопитающих, земноводных, некоторых беспозвоночных; трипаномы паразитируют в крови. Вызывают заболевания (сонную болезнь человека, домашних животных).

Тип Инфузории. Форма тела постоянная. Органоиды передвижения – реснички. Число ядер: обычно два. Имеется клеточный рот, глотка, сократительные вакуоли с приводящими каналцами, порошица (удаление непереваренной пищи). Способ питания: захват пищи через клеточный рот ресничками. Выделение продуктов обмена веществ – через сократительные вакуоли. Дыхание через всю поверхность клетки. Размножение: бесполое (деление); половой процесс – конъюгация. Свободноживущие: инфузория

туфелька, трубачи, сувойки. Паразитические: инфузория балантидий – паразитирует в ткани и в просвете кишечника беспозвоночных и позвоночных животных и человека.

Тип Споровики. Форма тела постоянная. Органоиды передвижения отсутствуют. Питаются готовыми органическими веществами эритроцитов. Выделение – через всю поверхность тела. Размножение: бесполое путём деления, половое. Характерна смена поколений. Представитель: малярийный плазмодий (малярия). Паразитирует в крови человека и позвоночных животных (промежуточные хозяева). Основной хозяин – малярийный комар.

Подцарство Многоклеточные животные

Тип Кишечнополостные. Симметрия тела лучевая. Строение тела: щупальца, рот, мешкообразное тело, подошва – место прикрепления к субстрату. Двуслойное тело: *эктодерма* (покровно-мышечные клетки – защита, изменение положения отдельных частей тела, уменьшение объёма всего тела; стрекательные – защита от хищников, убивание или парализация жертвы; чувствительные клетки – восприятие внешних раздражителей; нервные клетки – передача возбуждения к клетке; промежуточные клетки – деление и превращение в другие виды клеток; половые клетки – размножение). *Энтодерма*: пищеварительно-мышечные клетки – обеспечивают перемещение пищи в кишечной полости, внутриклеточное переваривание; железистые клетки – выделяют пищеварительный сок в кишечную полость. Примитивная нервная сеть сетчатого типа. Размножение почкованием и половое. Хорошо развита способность к регенерации.

Класс Гидроидные. Жизненные формы: полипная или основная полипная и кратковременная форма – медуза. Обитают в пресных водоёмах, морях. Образ жизни: сидячий (полипы) и свободноплавающий (медузы). Из яйца развивается личинка – планула. Представители – гидры: обыкновенная, бурая, зелёная и др., обелия.

Класс Сцифоидные. Жизненные формы: основная – медуза и кратковременная – полип (иногда утрачена). Местообитание – моря. Тело в виде колокола. Раздельнополые. Представители – различные виды медуз: аурелия, корнероты, полярная медуза, или цианея, крестовичок.

Класс Коралловые. Жизненные формы – полипы, имеется наружный скелет. Образ жизни – сидячий. Местообитание – моря. Представители: колониальные коралловые полипы (красный коралл, чёрный коралл и др.), одиночные полипы-актинии.

Значение кишечнополостных. Пища многих морских животных; убежище для мальков рыб (среди щупалец). Образуют береговые рифы, коралловые острова, атоллы. Человек использует их в пищу (в Японии, Китае), для изготовления украшений (кораллы), в строительстве (известь).

Тип Плоские черви (Планарии). Тело двусторонне-симметричное, плоское, листовидное или лентовидное; развиваются из трёх зародышевых листков (эктодермы, мезодермы и энтодермы); имеют органы тела; свободноживущие и паразитические организмы.

Класс Ресничные черви (Планарии). Тело удлинённое, листовидное. Один слой покровных клеток (с ресничками). Кожно-мышечный мешок образован кольцевыми, продольными, диагональными и спинно-брюшными мышечными волокнами. Полость тела отсутствует. Пищеварительная система: рот, глотка, ветвистый кишечник без анального отверстия. Выделительная система: система выделительных трубочек, начинающихся клеткой с полостью и пучком ресничек. Общие каналы открываются наружу порами. Нервная система ствольного типа. Головной нервный узел, нервные стволы и нервы. Органы чувств: у многих свободноживущих червей имеются глазки, щупальца, органы равновесия. Половая система: состоит из многочисленных семенников и выводящих протоков, двух яичников с выводящими протоками. Гермафродиты. Оплодотворение внутреннее, перекрёстное. Яйца развиваются в коконе. Регенерация хорошо развита. Представители: белая планария, многоглазка.

Класс Сосальщики. Форма тела: листовидная. Имеются околотротова и брюшная присоски. Нет ресничек, снаружи имеется кутикула. Пищеварительная система: ветвистый кишечник. Нервная система развита слабее. Из органов чувств имеются только осязательные нервные окончания в коже. Половая система сходна с половой системой планарии.

Печёночный сосальщик. Длина тела взрослого червя 20–30 мм. Основной хозяин – травоядные млекопитающие (крупный и мелкий рогатый скот, лошади), человек. Паразитирует в желчных протоках печени, желчном пузыре или поджелудочной железе. Промежуточный хозяин – малый прудовик. Цикл развития: яйцо попадает в воду → личинка с ресничками → малый прудовик → многократное деление → хвостатая личинка в воде → циста → человек → желудок → сосальщик → печень → взрослый червь.

Класс Ленточные черви. Тело лентовидное, членистое. Состоит из головки с присосками или присосками и крючочками, шейки и члеников. Нет ресничек, сильно развита кутикула. Пищеварительная система отсутствует. Нервная система развита слабо. Органы чувств не развиты. Половая система: в каждом членике имеются половые железы и матка. Оплодотворение – обмен половыми продуктами между члениками. Яйца развиваются в матке.

Бычий цепень. Основной хозяин – человек (цепень паразитирует в кишечнике). Промежуточный хозяин – крупный рогатый скот, антилопы, козы, овцы.

Другие представители: широкий лентец, эхинококк.

Тип Круглые черви. Общая характеристика. Тело веретеновидное, нечленистое, круглое. Кожа покрыта плотной кутикулой, к ней прикреплены пучки продольных мышечных волокон. Полость тела первичная, заполнена жидкостью. Пищеварительная система в виде трубки с ротовым и анальным отверстиями; кровеносной системы нет. Нервная система ствольного типа развита слабо. Органы чувств развиты слабо. Выделительная система: два выделительных канала, открываются на переднем конце тела. Раздельнополые. Оплодотворение внутреннее. Размножение яйцами.

Имеются свободноживущие и паразитические виды, паразиты растений, животных, человека. Представители: луковая нематода, картофельная стеблевая нематода, земляничная нематода, свиная аскарида, лошадиная аскарида, человеческая аскарида, детская острица.

Цикл развития человеческой аскариды: яйца аскариды → внешняя среда → организм хозяина → выход личинки из яйца → внедрение через стенки кишечника в кровеносные сосуды → миграция по кровеносной системе → лёгкие → продвижение подросшей личинки по дыхательным путям в ротоглотку → вторичное проглатывание личинки хозяином → миграция развившейся личинки в тонкий кишечник → взросление и размножение.

Тип Кольчатые черви. Тело длинное, состоящее из сегментов, двустороннесимметричное. Вторичная полость тела, заполнена жидкостью. Кожно-мышечный мешок из тонкой кутикулы, одного слоя эпителиальных клеток кожи, кольцевых и продольных мышц. Кровеносная система замкнутая, состоит из брюшного и спинного сосудов, кольцевые сосуды в каждом членике выполняют роль «сердец». Нервная система – окологлоточное нервное кольцо, брюшная нервная цепочка. Пищеварительная трубка дифференцирована: рот, глотка, зоб, пищевод, желудок, кишечник, анальное отверстие. Выделительная система: парные выделительные канальца, начинающиеся вороночками с ресничками в одном членике и открывающиеся отверстием на брюшной стороне следующего членика. Поглощение кислорода всей поверхностью тела, у водных имеются жабры. Гермафродиты и раздельнополые. Развитие прямое или с превращением. Два класса – малощетинковые и многощетинковые.

Тип Моллюски. Мягкое несегментированное тело; имеется раковина или её остатки; мантия (кожная складка), выстилающая раковину изнутри. Между туловищем и мантией образуется мантийная полость. Вторичная полость тела заполнена паренхимой; орган

движения – мускулистая нога; кровеносная система – незамкнутая, имеется сердце с 2–3 камерами; органы выделения – почки; нервная система разбросанно-узлового типа.

Класс Брюхоногие моллюски. Местообитание – суша и водоёмы. Тело ассиметричное – голова, туловище и нога. На голове 1–2 пары щупалец, одна пара глаз у основания или на концах верхней пары щупалец. Раковина единая в виде завитка или редуцирована. Нога мускулистая, занимает всю брюшную сторону тела. Орган дыхания – лёгкое – полость, образованная мантией, располагается между телом и частью раковины. Нервная система представлена окологлоточными ганглиями. Пищеварительная система: рот, язык с многочисленными роговыми зубчиками, образующий тёрку (радулу), глотка, пищевод, желудок, кишечник, печень, анальное отверстие. Органы выделения: одна почка с мочеточником, открывается рядом с анальным отверстием. Обычно раздельнополы, но имеются и гермафродиты. Оплодотворение перекрёстное, внутреннее, развитие прямое. Представители: виноградная улитка, голый слизень, малый прудовик, большой прудовик, катушка.

Класс Двустворчатые моллюски. Местообитание – пресные водоёмы и моря. Тело двустороннесимметричное, состоит из туловища и ноги, голова редуцирована. Раковина из двух створок с эластичной связкой на спинной стороне. Нога мускулистая, в виде клина. Часто сидячий образ жизни. Передвигаются при помощи ноги. Пищеварительная система: вводной сифон, ротовые лопасти, органы измельчения пищи отсутствуют, пищевод, желудок, кишечник, печень, анальное отверстие. Органы дыхания – пластинчатые жабры по бокам туловища, располагаются в мантийной полости. Нервная система – три пары ганглиев. Органы выделения – одна пара почек и мочеточники. Представители: беззубка, перловица, жемчужница.

Класс Головоногие моллюски. Местообитание – солёные тёплые моря. Тело – голова и туловище. На голове – щупальца, окружающие рот; два крупных глаза. Остатки редуцированной раковины под кожей или отсутствуют. Передвигаются при помощи щупалец и реактивным способом (выталкиванием воды из мантийной полости через воронку). Органы дыхания – жабры. Нервная система – крупные ганглии («головной мозг»). Выделительная система – одна или две пары почек. Раздельнополы. Развитие прямое. Представители: осьминоги, каракатицы, кальмары.

Рассмотрим решение такого типа задания.

Установите соответствие между признаками и типами животных, для которых этот признак характерен: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИЗНАКИ

- А) тело состоит из головы, туловища и ног
- Б) наличие кожной складки – мантии
- В) кровеносная система замкнутого типа
- Г) тела сегментировано
- Д) органы выделения – почки

ТИПЫ ЖИВОТНЫХ

- 1) Кольчатые черви
- 2) Моллюски

Ответ

А	Б	В	Г	Д
2	2	1	1	2

При выполнении задания необходимо вспомнить вначале хотя бы одного представителя каждого типа, а далее определить их признаки. Сегментированное тело и кровеносную систему замкнутого типа имеют дождевые черви – представители типа Кольчатые черви. Их название как раз связано с сегментацией тела в виде колец. Головы и ног у кольчатых червей нет. Это признак моллюсков, например виноградной улитки. Для них характерно наличие мантии и почек.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Ответить на вопросы.

1. Почему клетку инфузории-туфельки считают целостным организмом?
2. Сравните строение и процессы жизнедеятельности плоских, круглых, кольчатых червей.
3. Почему нервная система у подвижных кишечнорастных более развита, чем у прикрепленных форм?
4. Чем различается образ жизни полипа и медузы?
5. Докажите, что кольчатые черви имеют более сложное строение, чем плоские и круглые. Приведите не менее трёх доказательств.
6. Перечислите общие признаки, характерные для моллюсков. Приведите не менее трёх признаков.
7. Какие особенности строения и образа жизни аскариды человеческой связаны с паразитическим образом жизни?

Выполнить задание.

Установите последовательность стадий развития человеческой аскариды, начиная с выделения яиц из организма человека во внешнюю среду.

- 1) проникновение личинки в лёгкое
- 2) созревание яиц в богатой кислородом среде
- 3) заражение человека созревшими яйцами аскариды
- 4) вторичное попадание личинки в кишечник
- 5) превращение личинки во взрослого червя
- 6) выход личинки из яйца в кишечнике и её внедрение в кровяное русло

Ответ:

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

4.5. Царство животных. Членистоногие

Краткое содержание теоретического материала

Общая характеристика типа. Тело двусторонне-симметричное, членистое, разделённое на отделы; наружный скелет – хитинизированный покров; членистые конечности; разнообразие ротовых органов; поперечно-полосатая мускулатура; хорошо развиты нервная система (окологлоточное кольцо и брюшная нервная цепочка) и органы чувств; незамкнутая кровеносная система; сердце над кишечником на спинной стороне; большинство раздельнополы; развитие обычно с превращением.

Класс Ракообразные. Водные организмы. Тело состоит из головогруди и брюшка, реже слитное. Брюшко членистое. На голове две пары усиков. Органы зрения – у большинства одна пара сложных глаз. Органы обоняния – короткие усики, осязания – длинные усики. Органы дыхания – жабры. Органы выделения – две пары зелёных желёз. Большинство раздельнополы, самки откладывают оплодотворённые яйца (икру). Редко размножение происходит без оплодотворения яиц. Развитие у большинства с метаморфозом.

Низшие ракообразные. Представители: дафнии, циклопы, жаброноги.

Высшие ракообразные. Представители: мокрицы, водяные ослики, бокоплавы, речные раки, омары, лангусты, креветки, крабы.

Класс Паукообразные. Наземные животные. Тело состоит из головогруди и брюшка, реже тело слитное. Брюшко нечленистое. Усики отсутствуют. Четыре пары ног. На голове когтевидные челюсти – хелицеры, имеющие протоки ядовитых желёз, ногощупальца – педипальпы выполняют функции околоротовых органов. Органы зрения –

простые глазки или отсутствуют. Органы дыхания – лёгкие и (или) трахеи. Органы выделения – мальпигиевы сосуды, открываются на границе средней и задней кишки. Раздельнополые, оплодотворение внутреннее, самки откладывают оплодотворённые яйца. Развитие прямое.

Представители: Пауки. Головогрудь и брюшко (нечленистое). Имеют паутинные железы. Глаза простые.

Клещи. Тело в основном слитное. Паутинная железа имеется у некоторых. Глаза простые или отсутствуют.

Скорпионы. Головогрудь и брюшко (длинное, членистое, последний членик имеет парную ядовитую железу). Паутинные железы отсутствуют. Хелицеры клешневидные. Педипальпы заканчиваются клешнями.

Класс Насекомые. Тело – голова, грудь, членистое брюшко. На голове – одна пара усиков, на груди – три пары ног, две пары крыльев (у двукрылых одна пара) или отсутствуют. Органы зрения – одна пара сложных глаз. Органы дыхания – трахеи. Органы выделения – мальпигиевы сосуды, открываются в кишечник. Раздельнополые, самки откладывают оплодотворённые яйца (редко размножение происходит без оплодотворения яиц). Развитие с неполным или полным метаморфозом. Стадии развития: 1) с полным превращением: яйцо → личинка → куколка → взрослое насекомое (жуки, бабочки, мухи, комары, пчелы, шмели); 2) с неполным превращением – яйцо → личинка → взрослое насекомое (саранча, кузнечики, медведки, тли, клопы, вши).

Значение: опылители растений, звенья в цепях питания, вредители растений, паразиты, переносчики возбудителей болезней, хищные насекомые (регуляторы численности других насекомых). Одомашненные насекомые: медоносная пчела, тутовый шелкопряд.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Признаки	Ракообразные	Паукообразные	Насекомые
Отделы тела			
Конечности			
Органы чувств (глаза, усики)			
Пищеварительная система			
Дыхательная система			
Кровеносная система			
Нервная система			
Выделительная система			
Размножение и развитие			
Представители			

Таблица поможет систематизировать учебный материал, выполнить задания на сопоставление, на заполнение таблицы, работу с текстом.

Ответить на вопросы.

1. Чем отличается кровеносная система членистоногих от кровеносной системы кольчатых червей? Укажите не менее трёх признаков, которые доказывают эти отличия.
2. Насекомые – самый распространённый и многочисленный класс животных. Какие особенности их строения и жизнедеятельности способствовали процветанию этих животных в природе? Укажите не менее трёх особенностей.
3. По каким признакам можно выделить паукообразных из типа Членистоногих?
4. Приведите доказательства происхождения членистоногих от кольчатых червей.

5. Какие особенности строения пауков, клещей и скорпионов свидетельствуют об их принадлежности к классу Паукообразных? Назовите не менее трёх признаков.
6. Какой тип развития способствует лучшему сохранению насекомых в природе и почему? Ответ поясните.
7. С чем связано более сложное поведение насекомых по сравнению с другими членистоногими?
8. Какие насекомые паразитируют на теле человека и чем они опасны?

Выполнить задание.

Установите соответствие между признаком и типом развития насекомых: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИЗНАК

ТИП РАЗВИТИЯ

- | | |
|---|---|
| <p>А) Личинка и взрослое насекомое имеют сходное внешнее строение.</p> <p>Б) У личинки отсутствует расчленение тела на три отдела.</p> <p>В) В цикле развития отсутствует стадия куколки.</p> <p>Г) Развитие происходит в три стадии.</p> <p>Д) Личинка может существовать в виде гусеницы.</p> | <p>1) с неполным превращением</p> <p>2) с полным превращением</p> |
|---|---|

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

4.6. Хордовые животные. Ланцетники. Рыбы.

Краткое содержание теоретического материала

Общая характеристика типа. Двустороннесимметричные, трёхслойные, вторичнополостные животные. Внутренний осевой скелет – хорда или её остатки; жаберные щели в глотке (у большинства в зародышевом развитии); кровеносная система замкнутая, сердце из 2–4 камер; нервная система имеет вид трубки, расположена над хордой, головной мозг из пяти отделов. Дыхание лёгочное или жаберное. Пищеварительная система: рот, глотка, пищевод, желудок, кишечник, печень, поджелудочная железа.

Подтип Бесчерепные. *Класс Ланцетники.* Малоподвижны, тело сегментировано.; на переднем конце рот со щупальцами; плавники: спинной, хвостовой и подхвостовой. Череп отсутствует, скелет – хорда. Покров – однослойный эпидермис. Пищеварительная система заканчивается анальным отверстием, желудок отсутствует. Дышат жабрами. Кровеносная система: брюшной, спинной сосуды, сердца нет, один круг кровообращения. Выделительная система: трубочки в каждом сегменте, открываются в околожаберную полость. Органы чувств развиты слабо. Раздельнополые, оплодотворение наружное; развитие с превращением.

Подтип Позвоночные. Рыбы. **Общая характеристика.** Форма тела обтекаемая: голова, туловище, хвост. Плавники: непарные – спинной, хвостовой, подхвостовой, парные – грудные и брюшные. Кожа покрыта костными чешуями, слизью. Скелет: череп, позвоночник, рёбра. Пищеварительный тракт: рот (зубы), глотка, пищевод, желудок, кишечник, печень и поджелудочная железа, анальное отверстие. Дышат жабрами. Один круг кровообращения, сердце двухкамерное (предсердие и желудочек); кровь в сердце венозная. Нервная система: головной мозг (передний, средний, промежуточный, продолговатый, мозжечок), спинной мозг, нервы. Органы чувств: глаза, внутреннее ухо, органы обоняния в носовой полости, органы вкуса на губах и ротовой полости, боковая линия воспринимает направление и силу тока воды. Органы выделения: парные

туловищные почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочевое отверстие. Раздельнополые. Парные яичники с икринками, семенники – молоки. Оплодотворение (в основном) наружное. Развитие прямое. Питаются растительной пищей, беспозвоночными животными, есть хищники. Участвуют в цепях питания.

Класс Хрящевые рыбы (акулы, скаты). Тело покрыто чешуёй из эмали. Жаберных щелей 5–7 пар. Жаберные крышки отсутствуют. Скелет хрящевой. Хорда сохраняется в течение всей жизни. Плавательного пузыря нет. Имеется клоака. Некоторым видам свойственно яйцеживорождение.

Класс Костные рыбы. Имеются жаберные крышки. Есть плавательный пузырь. Оплодотворение наружное.

Подкласс Костно-хрящевые (осетры, белуга, стерлядь, севрюга). Подкласс Двоякодышащие (австралийский рогозуб, африканский и американский чешуйчатники). Имеют лёгкие, образовавшиеся из плавательного пузыря, сохраняется хорда и не развиваются тела позвонков. Способны дышать атмосферным кислородом. Подкласс Кистепёрые (латимерия). Парные плавники похожи на мясистые лопасти, покрыты крупной чешуёй. Скелет в основном хрящевой, имеется хорда. Подкласс Костистые (сельди, сардины, кета, горбуша, плотва, лещи, сазан, окунь и т.д.). Скелет костный, хорда в виде остатков имеется между позвонками.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Ответить на вопросы.

1. Какие особенности строения характерны для представителей типа Хордовые?
2. Назовите основные отличия хордовых от беспозвоночных животных?
3. С помощью каких органов рыбы ориентируются в окружающей среде? Приведите не менее трёх особенностей.
4. Назовите не менее трёх признаков приспособленности рыб к размножению в водной среде.
5. Какие системы органов имеются у ланцетника? Каков его образ жизни?
6. Каковы основные различия костно-хрящевых, кистеперых и костистых рыб?
7. От каких животных, возможно, произошли древние рыбы? Ответ поясните.

Выполнить задание.

Установите соответствие между признаком рыб и классом: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИЗНАК РЫБ

- А) Характерно внутреннее оплодотворение.
- Б) Жабры прикрыты жаберными крышками.
- В) Рот расположен на брюшной стороне тела.
- Г) Наличие плавательного пузыря у большинства особей.
- Д) Для ряда видов характерны миграции во время нереста.

КЛАСС

- 1) Хрящевые рыбы
- 2) Костные рыбы

Ответ:

А	Б	В	Г	Д

4.7. Классы Земноводные, Пресмыкающиеся

Краткое содержание теоретического материала

Класс Земноводные. Общая характеристика. Первыми из хордовых вышли на сушу. Тело: голова (подвижная), туловище, у некоторых есть хвост. Кожа тонкая, голая,

покрыта слизью (выделения кожных желёз). Парные передние и задние пятипалые конечности. Скелет: череп, позвоночник, один шейный позвонок, грудина; рёбер и грудиной клетки нет. Плечевой пояс: парные лопатки, ключицы, вороньи кости; свободная передняя конечность: плечевая, локтевая и лучевая кости, запястье, пясть и фаланги пальцев. Пояс задних конечностей: сросшиеся парные тазовые кости; свободная задняя конечность: бедренная, большая и малая берцовые кости, предплюсна, плюсна и фаланги пальцев. Дыхание кожное и лёгочное. Дыхательная система: ноздри, ротовая полость, гортань, парные лёгочные мешки. Сердце трёхкамерное (два предсердия и желудочек); два круга кровообращения, кровь в сердце смешанная. Выделительная система – парные туловищные почки, мочеточники, клоака, мочевой пузырь. Пищеварительная система: имеются слюнные железы, кишечник заканчивается клоакой. Нервная система: головной мозг (лучше развит передний мозг, мозжечок слабо развит), спинной мозг. Органы чувств: глаза защищены веками, внутреннее и среднее ухо с барабанной перепонкой, органы обоняния. Раздельнополые. Яичники и семенники открываются в клоаку. Размножение связано с водой. Оплодотворение наружное. Развитие с метаморфозом.

Отряд Хвостатые (обыкновенный тритон, гребенчатый тритон, саламандры, протей). Отряд Бесхвостые (озёрная лягушка, прудовая лягушка, зелёная жаба, квакши). Отряд Безногие (червяга).

Класс Пресмыкающиеся. Общая характеристика. Тело: голова, шея, туловище, хвост, парные конечности (могут отсутствовать). Кожа сухая, покрыта роговыми чешуями и костными пластинами. Скелет как у земноводных, число шейных позвонков от шести и более. У большинства есть грудная клетка, рёбра. Дыхательная система: носовая полость, гортань, трахея, два бронха, парные ячеистые лёгкие. Дыхание только лёгочное. Сердце трёхкамерное (два предсердия и желудочек с неполной перегородкой); кровь в сердце смешанная. Пищеварительная система схожа с земноводными, заканчивается клоакой. Выделительная система: парные тазовые почки, клоака, мочевой пузырь. Нервная система: головной мозг из пяти отделов и спинной мозг, хорошо развиты большие полушария, появляются зачатки коры. Органы чувств: глаза (три века), органы слуха (внутреннее и среднее ухо), орган осязания – язык. Раздельнополые, оплодотворение внутреннее, развитие прямое.

Отряд Чешуйчатые (ящерицы, геккон, игуана, серый варан, змеи, ужи). Конечности и пояса редуцированы. Грудной клетки у змей нет, рёбра оканчиваются свободно. Лёгкое одно. Отряд Черепахи (среднеазиатская черепаха, степная черепаха). Имеют костно-роговой панцирь из спинного и брюшного щитов. Отряд Крокодилы (нильский крокодил, аллигатор, гавиал). Сердце четырёхкамерное. Отряд Клювоголовые (гаттерия). Древняя группа.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Признаки для сравнения	Земноводные	Пресмыкающиеся
Отделы тела		
Кожные покровы		
Скелет		
Пищеварительная система		
Дыхательная система		
Кровеносная система		
Выделительная система		
Нервная система		
Органы чувств		

Размножение и развитие		
------------------------	--	--

Ответить на вопросы.

1. Назовите признаки приспособленности пресмыкающихся к размножению в наземной среде.
2. Почему предкам земноводных не удалось завоевать сушу?
3. Каковы особенности строения пятипалой конечности?
4. Как связаны особенности внешнего и внутреннего строения пресмыкающихся с наземным образом жизни?
5. Объясните причину появления в скелете наземных позвоночных грудины.
6. Какова роль земноводных и пресмыкающихся в экосистемах?

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками и классами животных: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

- А) наличие личиночной стадии в развитии
- Б) скорлуповые, кожистые оболочки яйца
- В) один шейный позвонок
- Г) наличие бронхов
- Д) обилие кожных желёз
- Е) рёберный тип дыхания

КЛАССЫ ЖИВОТНЫХ

- 1) Земноводные
- 2) Пресмыкающиеся

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

4.8. Класс Птицы

Краткое содержание теоретического материала

Класс Птицы. Общая характеристика. Освоили воздушную среду. Тело: голова, шея, туловище, хвост. Передние конечности – крылья. Кожа сухая, без желёз, тонкая, покрыта перьями, копчиковая железа (смазка перьев). Скелет: кости полые, череп, позвоночник (шейный, грудной, поясничный, крестцовый соединён с хвостовым неподвижно), грудная клетка, грудина у большинства киль. Передние конечности: пояс (парные лопатки, ключицы, вороньи кости), крыло (плечевая, локтевая и лучевая, кости трёхпалой кисти). Задние конечности: пояс (тазовые кости, сросшиеся с поясничным, крестцовым отделом позвоночника и первыми хвостовыми позвонками), ноги (бедренная, большая и малая берцовые кости, цевка – сросшиеся кости стопы, фаланги четырёх пальцев). Пищеварительная система: у многих зоб; кишечник заканчивается клоакой. Дыхательная система: носовая полость, гортань, трахея (голосовой аппарат), парные губчатые лёгкие, воздушные мешки. Два круга кровообращения, сердце четырёхкамерное, кровь в сердце не смешивается. Выделительная система: тазовые почки, мочевой пузырь отсутствует, мочеточники открываются в клоаку. Нервная система: хорошо развиты большие полушария и мозжечок. Органы чувств: развиты зрение и слух. Раздельнополые. У самок только один левый яичник и яйцевод, открывается в клоаку. Правый яичник редуцирован. Оплодотворение внутреннее. Развитие прямое: яйцо содержит большой запас питательных веществ. Тип развития: гнездовой – птенцы голые, беспомощные,

вскармливаются родителями; выводковый – птенцы оперённые, могут питаться и передвигаться самостоятельно, следуют за матерью, гнёзда на земле.

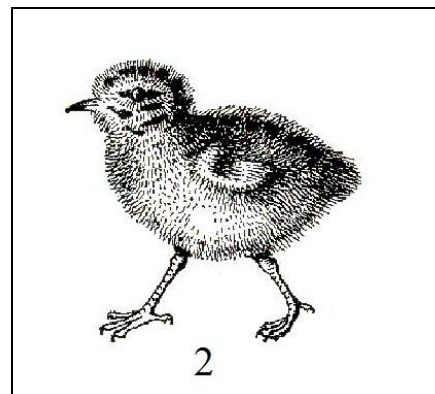
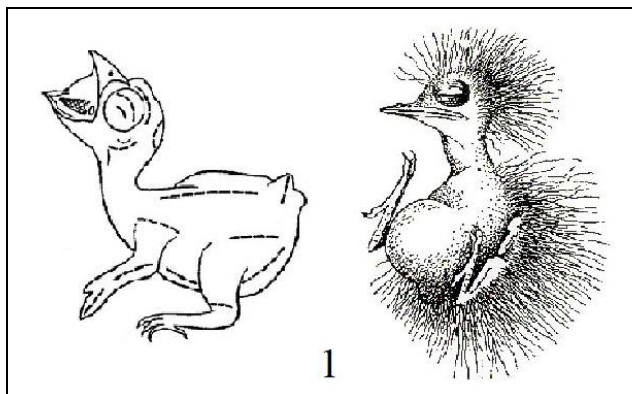
Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее. Ответить на вопросы.

1. В чём выражается приспособленность скелета, внешнего, внутреннего строения и размножения птиц к полёту?
2. В связи с чем температура тела у птиц стала высокой и постоянной?
3. В чём проявляется забота птиц о своём потомстве?
4. В связи с чем у птиц развились кочёвки и перелёты?
5. Что такое инстинкт? Приведите примеры инстинктов у птиц.
6. Какие доказательства служат подтверждением происхождения птиц от древних пресмыкающихся?

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками птиц и типами развития птенцов, обозначенных на рисунке цифрами 1, 2: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.



ХАРАКТЕРИСТИКИ ПТИЦ

- А) представители: куры, утки, гуси
- Б) представители: голуби, вороны, скворцы
- В) выводковые птицы
- Г) самостоятельное питание с момента вылупления
- Д) птенцы голые, незрячие
- Е) гнездовые (птенцовые) птицы

ТИПЫ РАЗВИТИЯ ПТЕНЦОВ

- 1) 1
- 2) 2

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

	А	Б	В	Г	Д	Е

4.9. Класс Млекопитающие

Краткое содержание теоретического материала

Общая характеристика. Самый высокоорганизованный класс позвоночных. Тело подразделяется на голову, шею, туловище и хвост. На голове пара глаз, ушные раковины, нос, рот с губами (у многих чувствительные волосы – вибриссы). Кожа толстая, с потовыми, сальными и млечными железами, покрыта шерстью. Две пары пятипалых конечностей. В

скелете позвоночника семь шейных позвонков, отсутствует воронья кость (кроме яйцекладущих). Диафрагма делит полость тела на грудную и брюшную части. Пищеварительная система: во рту альвеолярные зубы (у многих дифференцированные), сменяющиеся, кишечник заканчивается прямой кишкой и анальным отверстием. Сердце четырёхкамерное (два предсердия и два желудочка), кровь в сердце не смешивается. Правая половина – венозная кровь, левая – артериальная. Дыхательная система: нос, глотка, гортань (с голосовыми связками), трахея, два бронха, парные альвеолярные лёгкие. Дыхание лёгочное, с участием диафрагмы. Выделительная система: тазовые почки, мочеточники, мочевой пузырь, мочеиспускательный канал. Нервная система: развита кора больших полушарий (извилины), хорошо развит мозжечок. Хорошо развиты: зрение, обоняние, слух, осязание. Оплодотворение внутреннее. Развитие зародыша в матке. Имеются млечные железы, детёнышей вскармливают молоком.

Представители. Подкласс Яйцекладущие (утконос и ехидна). Плацента не образуется. Откладывают яйца, детёнышей вскармливают молоком, стекающим на шерсть матери. Млечные железы без сосков. Имеется клоака. В скелете есть воронья кость.

Подкласс Сумчатые (кенгуру, коала, сумчатый волк, сумчатая белка, сумчатая крыса). Плацента не образуется или развита слабо. Детёныши слабо развиты, донашиваются в сумке, вскармливаются молоком, которое мать впрыскивает в рот детёнышей путём сокращения особых мышц. Млечные железы открываются протоками на сосках, расположенных в сумке.

Подкласс Плацентарные. Молочные зубы сменяются постоянными. Плацента разной степени развитости. Детёныши способны сосать молоко. Млечные железы открываются на сосках, расположенных на брюшной стороне тела. Отряды: *Насекомоядные*, *Рукокрылые*, *Грызуны* (сильно развиты резцы, не имеют корней, постоянно растут и самозатачиваются), *Зайцеобразные* (позади верхних резцов имеется пара мелких резцов), *Хищные* (сильно развиты клыки; среди коренных зубов имеются хищные зубы), *Ластоногие* (конечности преобразованы в ласты), *Китообразные* (передние конечности преобразованы в ласты, задние – редуцированы), *Парнокопытные* (на ногах парное число покрытых копытами пальцев – четыре или два, хорошо развиты коренные зубы), *Непарнокопытные* (у большинства на ногах по одному или (реже) по три пальца, одетых копытами, ключицы отсутствуют), *Приматы* (конечности пятипалые, передние (руки) хватательного типа, на пальцах у большинства – ногти, глаза направлены вперёд, одна пара млечных желёз, расположенных на груди).

При изучении темы предлагается продолжить заполнение таблицы, данной в теме «Земноводные. Пресмыкающиеся».

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Признаки для сравнения	Птицы	Млекопитающие
Отделы тела		
Кожные покровы		
Скелет		
Пищеварительная система		
Дыхательная система		
Кровеносная система		
Выделительная система		
Нервная система		
Органы чувств		
Размножение и развитие		

Ответить на вопросы.

1. По каким признакам млекопитающих можно отличить от других наземных позвоночных?
2. За счёт чего поддерживается высокая и постоянная температура тела млекопитающих?
3. Как отражается способ питания на дифференцировке зубов разных млекопитающих?
4. Что такое диафрагма и каково её значение для млекопитающего?
5. Какие преимущества в размножении имеют высшие плацентарные млекопитающие по сравнению с сумчатыми?
6. Почему современных яйцекладущих считают примитивной группой млекопитающих?
7. Объясните, как реагируют млекопитающие на сезонные колебания погоды и изменения кормовых условий.
8. Какие древние животные были предками млекопитающих?

Выполнить задание.

Установите последовательность расположения систематических таксонов, начиная с наименьшего. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) Куньи
- 2) Млекопитающие
- 3) Куница лесная
- 4) Позвоночные
- 5) Хордовые
- 6) Хищные

Ответ:

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

Блок 5. Организм человека и его здоровье

Содержание данного блока проверяется в следующих линиях заданий КИМ ЕГЭ 2023 г.: 13, 14, 15, 16 (встречается обязательно); 2, 21, 23, 24, 25, 26 (возможно).

5.1. Ткани. Органы и системы органов. Эндокринная система

Краткое содержание теоретического материала

Ткани. Группу клеток и межклеточного вещества, сходных по строению, происхождению и выполняемым функциям называют тканью. В организме человека выделяют ткани четырёх основных типов: 1) эпителиальную, 2) соединительную, 3) мышечную, 4) нервную.

1. Клетки эпителиальной ткани расположены плотно друг к другу, межклеточного вещества очень мало или отсутствует. Функции: покровная, защитная (кожный, слизистый, мерцательный эпителий), выделительная (нефроны почек), газообмен (альвеолы лёгких и капилляры), секреторная (железы внешней и внутренней секреции).

2. Соединительная ткань – клетки расположены рыхло, много межклеточного вещества, которое может быть плотным, упругим или жидким. Функции: защитная (дерма, связки, роговица глаза), двигательная, опорная (связки, сухожилия, хрящи, кости), запасующая и терморегуляторная (подкожная клетчатка), транспортная, защитная (кровь и лимфа).

3. Мышечная ткань. Характеризуется возбудимостью и сократимостью. Различают поперечнополосатую и гладкую мышечную ткани. Клетки поперечнополосатой ткани многоядерные (скелетные мышцы), клетки гладкой мышечной ткани одноядерные,

веретёновидные (внутренние органы). Основные функции: двигательная, сократительная. Сердечная мышца – поперечнополосатая. Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы (состоит из длинных многоядерных волокон – миофибрилл). Миофибриллы состоят из белков актина и миозина. При сокращении мышечного волокна нити актина скользят между нитями миозина, что приводит к укорачиванию волокна. Сокращение подчиняется сознательным движениям, усилиям воли. Сердечная мышечная ткань имеет поперечнополосатую исчерченность, имеются участки, где мышечные волокна смыкаются, что обеспечивает одновременное быстрое сокращение больших участков сердечной мышцы. Сокращение произвольное, быстрое, не подвержено утомлению, регулируется вегетативной нервной системой.

Гладкая мышечная ткань расположена во всех внутренних органах. Состоит из одноядерных клеток – миоцитов. Сокращается медленно, произвольно, подчиняясь импульсам вегетативной (автономной) нервной системы, мало утомляется.

4. Нервная ткань состоит из нейронов и нейроглии. Нейроны имеют многочисленные отростки, образуют серое вещество головного и спинного мозга. Отростки нейронов образуют белое вещество мозга и нервные волокна. Дендриты – короткие, сильно ветвящиеся отростки, по которым нервный импульс поступает к телу нейрона. Аксон – длинный, мало ветвящийся отросток, по которому импульсы идут от тела нейрона. Клетки нейроглии обеспечивают питание нейронов. Функции нервной ткани: возбудимость и проводимость, регуляция всех органов и систем органов, связь органов и организма с внешней средой.

Органы и системы органов. Ткани формируют органы. Орган – это часть тела, имеющая определённую форму, строение, положение в организме и выполняющая одну или несколько функций. Органы, выполняющие общие функции и связанные между собой, составляют системы органов. Различают следующие системы: эндокринную, нервную, кровеносную, пищеварительную, дыхательную, опорно-двигательную, выделительную, половую.

Эндокринная система. В организме человека три типа желёз. Железы внешней секреции имеют протоки, их секрет поступает в полости тела или на его поверхность (слюнные, потовые, слёзные, сальные, молочные железы, печень). Железы внутренней секреции не имеют протоков, выделяют свой секрет – гормоны (биологически активные вещества) в кровь. Это гипофиз, эпифиз, надпочечники, щитовидная железа. Железы смешанной секреции одни секреты выводят в полость, а другие – в кровь (поджелудочная железа, половые железы). Эндокринная система включает в себя все железы внутренней и смешанной секреции.

Железы внутренней секреции вырабатывают биологически активные вещества – гормоны. *Гипофиз* располагается в головном мозге, в промежуточном отделе. Это главная железа, регулирующая работу всех остальных желёз внутренней секреции. Она выделяет два типа гормонов. Гормон роста – соматотропный гормон, регулирующий рост организма (недостаток вызывает заболевание карликовость, избыток – гигантизм). Регуляторные гормоны контролируют работу остальных желёз. Гипоталамус (отдел промежуточного мозга) регулирует работу гипофиза.

Щитовидная железа находится на щитовидном хряще в области шеи. Вырабатывает йодсодержащий гормон тироксин, регулирует обмен веществ. При недостатке гормона у детей возникает кретинизм (умственная и физическая отсталость); у взрослых – микседема (ослабляются обменные процессы, сердце работает слабо, температура тела понижена, отёчность). При избытке гормона развивается базедова болезнь (обменные процессы ускоряются, больной худеет, повышается раздражительность, развивается пучеглазие).

Поджелудочная железа вырабатывает гормон инсулин, регулирует уровень глюкозы в крови, превращает избыток глюкозы в гликоген в клетках печени и мышцах. Недостаток инсулина вызывает *сахарный диабет*. Гормон глюкагон регулирует превращение гликогена в глюкозу в печени и мышцах.

Надпочечники – парные железы, расположенные на верхней поверхности почек. Гормоны: адреналин (мозговой слой) – контроль обмена углеводов и жиров, стимуляция деятельности сердечно-сосудистой системы, скелетной мускулатуры. Кортикостероидные гормоны, ответственные за минеральный обмен (натрий, калий), обмен белков и углеводов.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее. Заполнить таблицы.

Типы тканей	Разновидности	Строение	Функции

Железы внутренней секреции	Гормоны	Влияние на организм	Гиперфункция	Гипофункция

Ответить на вопросы.

1. Какими свойствами характеризуется эпителиальная ткань?
2. В чём различие соединительной и эпителиальной ткани?
3. Охарактеризуйте особенности строения нервной ткани.
4. Какие особенности строения и функций характерны для мышечной ткани? Чем отличаются виды мышечной ткани?
5. Какие железы составляют эндокринную систему человека? В чём их особенность?
6. Какими особенностями характеризуются гормоны? Укажите не менее четырёх особенностей. Ответ поясните.

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками и типами тканей человека: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

ТИПЫ ТКАНЕЙ

- | | |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> А) составляет основу скелета Б) обеспечивает сокращение сердца В) образует секреторные клетки желёз Г) обеспечивает перистальтику кишечника Д) может быть покрыта ресничками Е) транспортирует растворённые вещества по организму | <ul style="list-style-type: none"> 1) эпителиальная 2) соединительная 3) мышечная |
|--|--|

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

5.2. Нервная система. Нейрогуморальная регуляция процессов жизнедеятельности

Краткое содержание теоретического материала

Нервная система регулирует работу органов, обеспечивая её согласованность и функционирование организма в изменяющихся условиях окружающей среды;

осуществляет умственную деятельность; контролирует поведение; поддерживает связь с внешней средой. Строение. Состоит из нервной ткани, образованной нервными клетками – нейронами и клетками нейроглии. *Нейрон* – одноядерная клетка, состоящая из тела и отростков – дендритов и аксона. Нейроны бывают: чувствительные – передают импульсы от органов в центральную нервную систему; вставочные – обеспечивают передачу импульсов от нейрона к нейрону, анализ информации, выработку решения; двигательные (исполнительные) – проводят нервный импульс от центральной нервной системы к рабочим органам. Нервный импульс имеет электрическую природу и распространяется по мембранам отростков нейронов. Место контакта нейронов – синапс. Возбуждение – нервный процесс, возникающий в клетках при раздражении. Торможение – нервный процесс, приводящий к задержке или ослаблению возбуждения. Ответная реакция организма на раздражение, осуществляемая при участии нервной системы, называется *рефлекс*. Рефлексы действуют благодаря наличию рефлекторных дуг, состоящих из рецептора, чувствительного пути, участка центральной нервной системы, двигательного пути и рабочего органа. Рефлекторная дуга – путь рефлекса. Двунейронная рефлекторная дуга: рецептор → чувствительный нейрон → двигательный нейрон → рабочий орган. Трёхнейронная рефлекторная дуга: рецептор → чувствительный нейрон → вставочный нейрон → двигательный нейрон → рабочий орган.

Строение нервной системы. Нервная система подразделяется на центральную, или ЦНС (головной и спинной мозг), и периферическую (нервные узлы и нервы).

Центральная нервная система (ЦНС). *Спинной мозг* расположен внутри позвоночного канала. Имеет вид шнура диаметром 1 см, в центре – центральный канал, заполненный спинномозговой жидкостью. Состав: серое вещество (центральная часть в виде «бабочки»), образованное телами вставочных и двигательных нейронов, белое вещество (снаружи), состоящее из отростков нейронов, которые образуют восходящие и нисходящие проводящие пути. Спинной мозг состоит из 31 сегмента (от них отходит 31 пара смешанных спинномозговых нервов, образованных передним и задним корешками). Передние корешки – это аксоны двигательных нейронов. Задние корешки – это аксоны чувствительных нейронов. Функции спинного мозга – рефлекторная и проводниковая.

Головной мозг расположен в полости черепа и состоит из пяти отделов. Продолговатый мозг – продолжение спинного мозга, в нём находятся нервные центры, регулирующие дыхание, пищеварение, сердечно-сосудистую деятельность; защитные рефлексы – кашель, чихание, рвота. Мозжечок располагается позади продолговатого мозга, состоит из двух полушарий, обеспечивает координацию движений. Мост связывает два полушария мозжечка. Средний мозг расположен выше продолговатого мозга, в нём располагаются центры ориентировочных рефлексов на зрительное и звуковое раздражение, он соединяет передний мозг с задним. Снаружи среднего мозга – белое вещество, внутри – ядра серого вещества. Промежуточный мозг (в его составе находятся таламус и гипоталамус). Здесь располагаются центры голода и насыщения, жажды, поддержания температуры тела, регуляции обмена веществ. Большие полушария переднего мозга – самый крупный отдел головного мозга. Покрываются серым веществом – корой больших полушарий (она состоит из 14 млрд. нейронов и является высшим отделом центральной нервной системы). Отвечают за восприятие всей поступающей в мозг информации, за мыслительную и речевую деятельность, память. Кора состоит из четырёх долей – лобной (программа поведения и управления трудовой деятельностью, центры речи), теменной (центры от рецепторов кожи, костей, мышц, суставов), височной (слуховые центры) и затылочной (зрительные центры).

Периферическая нервная система состоит из нервных узлов и нервов. Нервные узлы располагаются в задних корешках спинного мозга. Здесь располагаются тела чувствительных нейронов. Нервная система подразделяется по выполняемым функциям на соматическую (контролирует скелетные мышцы, кожу, имеет непрерывное нервное

волокно) и вегетативную, или автономную (обеспечивает работу внутренних органов, обменные процессы).

Вегетативная нервная система не подчиняется воле человека. Она состоит из двух отделов. *Симпатическая нервная система*. Первые ядра располагаются в спинном мозге, нервы отходят от грудного и поясничного отделов, вторые ядра образуют узлы вдоль спинного мозга (в задних корешках). Предузловое волокно короткое, послеузловое – длинное, заканчивается в органах. Действует в стрессовой ситуации, при переходе от состояния покоя к состоянию физического и психического напряжения. Усиливает работу сердца, сужает просветы артерий, расширяет просветы бронхов, усиливает секрецию потовых желёз, вызывает расширение зрачков, замедляет деятельность кишечника, расслабляет мочевой пузырь.

Парасимпатическая нервная система. Первые ядра располагаются в головном и крестцовом отделе спинного мозга, от них отходят нервы, узлы располагаются непосредственно в иннервируемом органе, предузловое волокно длинное, послеузловое – короткое. Самый крупный нерв – блуждающий, разветвляется во все органы грудной и верхнебрюшной области. Действует в спокойном состоянии. Замедляет и ослабляет деятельность сердца, сокращает просветы бронхов, ускоряет деятельность кишечника, сокращает стенки мочевого пузыря.

Регуляция процессов жизнедеятельности идёт с помощью химических веществ и нервных импульсов. Нервная регуляция осуществляется с помощью нервных импульсов, поступающих к органам из нервной системы при помощи рефлексов. Кроме рефлекторной, в организме осуществляется *гуморальная регуляция*, основанная на передаче сигналов при помощи химических веществ, которые поступают в кровь. Важную роль в гуморальной регуляции играют *гормоны* – вещества, выделяемые эндокринными железами. Связующим звеном между нервной и эндокринной системами выступает гипоталамус – отдел промежуточного мозга, связанный нервными путями с гипофизом, являющимся важнейшей эндокринной железой. Гипоталамус получает информацию от различных отделов головного мозга и посылает её в гипофиз, который вырабатывает регуляторные гормоны (соматотропин, тиротропин, гонадотропин и др.), регулирующие работу всех остальных эндокринных желёз. Таким образом, в организме человека и животных имеется *гипоталамо-гипофизарная система*, осуществляющая нейрогуморальную регуляцию работы органов.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицы.

Отделы головного мозга	Функции, нервные центры
Продолговатый	
Мозжечок	
Средний	
Промежуточный	
Большие полушария	

Отделы вегетативной нервной системы	Расположение центров (первых ядер) и нервных узлов (вторых ядер)	Регуляция органов и процессов
Симпатическая		
Парасимпатическая		

Ответить на вопросы.

1. Что такое функциональная система? Приведите примеры. Каково её значение?

2. Какие функции выполняет нервная система в жизни человека и животных?
3. Какие отделы включает головной мозг? Перечислите функции каждого отдела.
4. Чем вегетативная нервная система отличается от соматической?
5. Каковы особенности функционирования симпатического отдела вегетативной нервной системы?
6. Почему повреждение продолговатого мозга опасно для жизни?
7. Какие функции выполняет мозжечок?
8. Каковы особенности гуморальной регуляции процессов жизнедеятельности человека?
9. В чём заключается различие нервной и гуморальной регуляции функций организма?

Выполнить задание.

Установите последовательность процессов, возникающих в организме человека при ударе молоточком по сухожилию четырёхглавой мышцы бедра. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) Импульс распространяется по исполнительному нейрону.
- 2) В рецепторах, расположенных в четырёхглавой мышце, возникает возбуждение.
- 3) Нервные импульсы по чувствительным нейронам передаются в центральную нервную систему.
- 4) Мышцы сокращаются, и нога приподнимается.
- 5) В спинном мозге импульсы передаются на исполнительные нейроны.
- 6) Происходит механическое воздействие на сухожилие.

Ответ:

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

5.3. Опорно-двигательный аппарат

Краткое содержание теоретического материала

Опорно-двигательный аппарат (система опоры и движения) – это скелет и мышцы.

Скелет: скелет головы, туловища, конечностей и поясов конечностей (около 200 костей). *Скелет головы:* мозговой и лицевой отделы. Мозговой отдел: парные теменные и височные кости, непарные: лобная и затылочная. Кости соединены неподвижно. Лицевой отдел: неподвижные парные кости – скуловые и носовые, верхнечелюстная, непарная подвижная нижнечелюстная кость. На них расположены зубы, корни которых находятся в специальных ячейках.

Скелет туловища. Позвоночник состоит из пяти отделов: шейный (7 позвонков), грудной (12), поясничный (5), крестцовый (5 сросшихся), копчиковый (4–5). Грудная клетка – 12 грудных позвонков, 12 пар рёбер и грудины. 10 пар рёбер срослись с грудиной, 2 пары свободные.

Конечности. Пояс верхней конечности (плечевой пояс): 2 лопатки и 2 ключицы. Скелет свободной верхней конечности: плечо – плечевая кость, предплечье – локтевая и лучевая кости, кисть – запястье (8 костей), пясть (5 костей), фаланги пальцев. Пояс нижней конечности: 3 пары сросшихся тазовых костей образуют таз, который соединён с крестцом. Скелет нижней конечности: бедро – бедренная кость, голень – большая и малая берцовые кости, стопа – предплюсна (7 костей), плюсна (5), фаланги пальцев. Крупная кость в стопе – пяточная.

Состав и строение костей. Минеральные вещества (соли фосфора, кальция, натрия и др.) придают кости твёрдость, органические вещества придают эластичность. Костная ткань – это соединительная ткань. Она состоит из клеток – остеоцитов, остеобластов и остеокластов, межклеточного вещества. Кость покрыта надкостницей (исполняющей

защитную, трофическую и костеобразующую функции) – соединительно-тканной оболочкой. Наружный слой кости образован плотным веществом (коллагеновыми волокнами, которые придают прочность); внутренний слой – клетки костной ткани (обеспечивают регенерацию и рост кости в толщину). Рост костей в длину происходит за счёт деления клеток хрящевых пластинок, расположенных на эпифизах костей. Рост костей происходит под воздействием соматотропного гормона гипофиза. Кости делятся на длинные трубчатые (бедренные, берцовые, и др.), короткие (кости пальцев, позвонки), плоские кости (кости черепа, лопатки, рёбра), смешанные кости (кости таза). Трубчатые кости состоят из головок из губчатого вещества, заполненного красным костным мозгом, и трубки, заполненной жёлтым костным мозгом.

Соединение костей. Неподвижное соединение с помощью швов, полуподвижное соединение с помощью хрящей, подвижное соединение с помощью суставов. Строение сустава: суставная головка кости и суставная впадина покрыты хрящом. Связки образуют суставную сумку. Внутри сустав заполнен суставной жидкостью.

Мышцы. Поперечнополосатая скелетная мышечная ткань образует скелетные мышцы (состоит из длинных многоядерных волокон – миофибрилл). Миофибриллы состоят из белков *актина* и *миозина*. При сокращении мышечного волокна нити актина скользят между нитями миозина, что приводит к укорочению волокна (необходимы ионы Ca^{2+} и энергия АТФ). Сокращение подчиняется сознательным движениям, усилиям воли. Прикрепление мышц: 1) только к костям (скелетные мышцы – сгибатели и разгибатели), к кости и коже (мимические мышцы), только к коже – круговые мышцы губ.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Отделы скелета человека	Кости отдела, их количество	Тип соединения костей
Мозговой отдел черепа Лицевой отдел черепа		
Позвоночник Грудная клетка		
Пояс верхних конечностей Свободная конечность		
Пояс нижних конечностей Свободная конечность		

Ответить на вопросы.

1. У человека кости стопы образуют свод, а у человекообразных обезьян стопа плоская. Объясните значение сводчатой стопы для человека.
2. Какая кость в скелете головы соединена с помощью сустава?
3. Какую роль в организме человека выполняет скелетная мышечная ткань?
4. Каковы особенности строения скелета человека в связи с прямохождением?
5. Какие кости образуют пояс нижних конечностей? Как они соединены между собой? Ответ поясните.
6. Что представляет собой сустав? Какие кости соединены суставом?
7. Как соединены между собой позвонки? Назовите отделы позвоночника.

Выполнить задание.

Экспериментатор поместил куриную кость на несколько дней в 3%-ный раствор соляной кислоты. Как изменилось количество белков и солей кальция в кости за это время?

Для каждой величины определите соответствующий характер её изменения:

- 1) увеличилась
- 2) уменьшилась
- 3) не изменилась

Запишите в таблицу выбранные цифры для каждой величины. Цифры в ответе могут повторяться.

Количество белков	Количество солей кальция

5.4. Внутренняя среда организма человека. Кровь

Краткое содержание теоретического материала

Состав крови. Кровь – вид соединительной ткани, обуславливает внутреннюю среду организма. Функции: транспортная, дыхательная, трофическая, гуморальная, выделительная, терморегуляторная, защитная. Состав. Плазма – бесцветная жидкость (55% объёма крови), состоит на 90% из воды, 8% белков (фибриногена и др.), 0,8% жиров, 0,14% глюкозы, 0,9% солей; pH = 7,36. Форменные элементы – эритроциты, лейкоциты и тромбоциты (образуются в красном костном мозге).

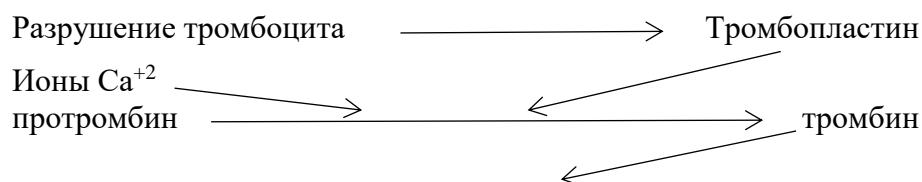
Форменные элементы. *Эритроциты* – красные клетки крови в форме двояковогнутого диска; зрелые не имеют ядра, заполнены белком – гемоглобином; живут 120 суток. Функция: транспорт кислорода и углекислого газа. Артериальная кровь насыщена кислородом, имеет ярко-красную окраску; венозная свободна от кислорода и темно-вишнёвого цвета. При уменьшении количества эритроцитов в крови или содержания гемоглобина возникает малокровие. *Лейкоциты* – белые ядерные клетки крови, шаровидной, амёбовидной формы, способны к передвижению. Функции лейкоцитов: фагоцитоз чужеродных частиц, защита от чужеродных организмов, выработка иммунитета. *Тромбоциты* – кровяные пластинки, участвуют в свёртывании крови.

Группы крови. Зависят от белков А, В или 0 в эритроцитах. Группы: I (0), II (А), III (В), IV (АВ). Универсальные доноры – люди с I (0) группой; универсальные реципиенты – люди с IV (АВ) группой. Люди с группой II (А) – доноры для II, IV групп; реципиенты I, II групп. Люди с III (В) группой – доноры для групп III, IV; реципиенты групп I, III. При переливании учитывается резус-фактор крови – положительный или отрицательный – он должен совпадать у донора и реципиента.

Иммунитет – способность организма защищать себя от возбудителей болезней, инородных тел и веществ. Антитела – вещества белковой природы, которые вырабатываются лейкоцитами (лимфоцитами). Антитела связываются с чужеродными белками возбудителей болезней и обезвреживают их. Фагоциты (лимфоциты) способны поглощать чужеродные тела. Различают: врождённый иммунитет (передающийся от родителей к детям); приобретённый (вырабатывается после перенесения инфекционного заболевания); искусственный активный (появляется после введения в организм ослабленных или мёртвых возбудителей болезни – прививки); искусственный пассивный (появляется при введении лечебной сыворотки – препарата готовых антител).

Свёртывание крови. Участвуют тромбоциты. Содержимое тромбоцитов способствует превращению растворимого белка плазмы – фибриногена в нерастворимый – фибрин. При ранении сосуда тромбоциты разрушаются, белки тромбоцитов при участии ионов кальция превращают фибриноген в фибрин. Образуется тромб, который закупоривает сосуд и останавливает кровотечение.

Процесс свёртывания крови можно представить в виде схемы.



фибриноген —————> фибрин

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Форменные элементы	Строение	Продолжительность жизни	Функции

Ответить на вопросы.

1. Что представляет собой внутренняя среда организма?
2. Как связаны между собой жидкости внутренней среды организма?
3. Каковы причины, вызывающие малокровие?
4. Что должен учитывать врач при переливании крови?
5. Какое биологическое значение для организма имеет фагоцитоз?
6. Какие виды иммунизации вам известны?

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками и видами иммунитета: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

ВИДЫ ИММУНИТЕТА

- | | |
|--|------------------|
| А) возникновение после вакцинации | 1) естественный |
| Б) образование при введении лечебной сыворотки | 2) искусственный |
| В) образование антител после инфекционного заболевания | |
| Г) формирование с помощью прививки | |
| Д) получение антител при грудном вскармливании | |
| Е) поступление антител к плоду через плаценту | |

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

5.5. Система кровообращения

Краткое содержание теоретического материала

Кровообращение – непрерывное движение крови по замкнутой системе сосудов в определённом направлении. Система органов кровообращения: сердце и сосуды; два круга кровообращения – большой и малый. Стенки сосудов состоят из трёх слоёв (исключение – капилляры). Внутренний слой – эпителиальные клетки, средний – гладкая мышечная ткань, наружный – рыхлая соединительная ткань.

По функции сосуды разделяются на артерии, вены и капилляры. Артерии – сосуды, по которым кровь течёт от сердца. Их стенки содержат много мышечных волокон. Вены – сосуды, по которым кровь течёт к сердцу. В венах имеются полулунные клапаны, препятствующие обратному току крови. Капилляры – тончайшие сосуды, обеспечивают обмен жидкостями, газами и питательными веществами между кровью и тканями. Стенка капилляров состоит из одного слоя эпителиальных клеток.

Большой круг кровообращения: левый желудочек (кровь, насыщенная кислородом – артериальная) – аорта – артерии – капилляры – превращение артериальной крови в венозную – вены – полые вены – правое предсердие.

Малый круг кровообращения: правый желудочек (кровь, насыщенная углекислым газом – венозная) – лёгочная артерия – лёгочные капилляры – превращение венозной крови в артериальную – лёгочные вены (кровь артериальная) – левое предсердие.

Сердце – полый мышечный орган, состоящий из двух половин – правой (кровь венозная) и левой (кровь артериальная). Каждая половина включает предсердие и желудочек. Между правым предсердием и правым желудочком трёхстворчатый клапан, между левым предсердием и левым желудочком – двухстворчатый клапан. Между левым желудочком и аортой, между правым желудочком и лёгочной артерией имеются полулунные клапаны. Функция клапанов – проведение крови в одном направлении. Сердце располагается в околосердечной сумке, в которой находится жидкость, увлажняющая сердце и предохраняющая его от трения при сокращениях.

Фазы работы сердца. 1) Сокращение предсердий (систола) – 0,1 с; кровь поступает из предсердий в желудочки. Створчатые клапаны открыты, полулунные закрыты. 2) Сокращение желудочков – 0,3 с. Кровь из желудочков поступает в аорту и артерии. Створчатые клапаны закрыты, полулунные открыты. 3) Общее расслабление (диастола) – 0,4 с, кровь поступает в предсердия и желудочки. Створчатые клапаны открыты. Наибольшее давление крови в аорте и артериях, наименьшее – в венах. Наибольшая скорость движения крови – в аорте и артериях, наименьшая скорость – в капиллярах.

Регуляция работы сердца. Центр – в продолговатом мозге. Симпатическая нервная система усиливает частоту сокращений, парасимпатическая – уменьшает частоту.

Лимфообращение. Лимфа образуется из тканевой жидкости. Она фильтруется в лимфатических капиллярах. От них отходят более крупные лимфатические сосуды. Функции: отток жидкости из органов, кроветворная, защитная, участие в обмене веществ. В определённых местах лимфатической системы есть группы лимфатических узлов – подмышечные, паховые, подчелюстные и др. В них скапливаются защитные клетки крови – лимфоциты (обезвреживание микроорганизмов). Движение лимфы обеспечивается сокращением стенок лимфатических сосудов, клапанами, сокращением скелетных мышц и отрицательным давлением в грудной полости. При воспалительных инфекционных заболеваниях лимфоузлы увеличиваются в размерах, становятся болезненными и прощупываются пальцами. Лимфатические сосуды впадают в вены большого круга кровообращения.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Действие на сердечно-сосудистую систему	Нервная регуляция		Гуморальная регуляция	
	Симпатическая НС	Парасимпатическая НС	Адреналин	Ацетилхолин
Работа сердца	Учащение		Учащение	
Работа сосудов	Сужение просвета сосудов		Сужение просвета сосудов	
Изменение в организме	Повышение давления		Повышение давления	

Ответить на вопросы.

1. Почему кровь в сердце течёт только в одном направлении?
2. Известно, что вены имеют более тонкие мышечные стенки, чем артерии, и снабжены полулунными клапанами. Какое это имеет значение при движении крови по венам?
3. Почему во время сна снижается кровяное давление?
4. Объясните, какие изменения в составе крови происходят в капиллярах малого круга

- кровообращения у человека. Какая кровь при этом образуется?
- Какие изменения происходят в составе крови в капиллярах большого круга кровообращения у человека? Какая кровь при этом образуется?
 - Почему скорость тока крови в капиллярах самая медленная? Какое это имеет значение?
 - По каким признакам отличается артериальное кровотоечение от венозного?

Выполнить задание.

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

Какие признаки характерны для артерий?

- поступление крови к сердцу
- обменные процессы между кровью и тканями
- трёхслойные стенки
- кармановидные клапаны
- высокое кровяное давление
- хорошо развитый мышечный слой

Ответ:

--	--	--

5.6. Органы дыхания

Краткое содержание теоретического материала

Дыхание – совокупность процессов, обеспечивающих поступление кислорода, использование его в окислении органических веществ и удалении углекислого газа. Внешнее (лёгочное) дыхание – обмен газов в лёгких между организмом и средой. Тканевое и клеточное дыхание – газообмен в тканях и биологическое окисление в митохондриях клетки.

Строение дыхательной системы: воздухоносные пути и лёгкие. *Воздухоносные пути.* Носовая полость состоит из носовых ходов, выстлана слизистым и ресничным эпителием, с большим числом желёз, пронизана кровеносными сосудами. Функции: согревает, увлажняет и обеззараживает воздух. Через носоглотку воздух попадает в гортань. Гортань образована хрящами: щитовидным (защищает гортань спереди), надгортанным (закрывает вход в трахею во время глотания пищи). Между хрящами натянуты связки, между ними находится голосовая щель. При напряжении связок выдыхаемый воздух вызывает их колебания, что рождает звук. Функция: проведение воздуха, образование звуков.

Трахея – трубка из хрящевых полуколец, соединённых связками и мышцами. Внутри она выстлана мерцательным эпителием. Функция – свободное проведение воздуха. Трахея делится на два бронха (левый и правый), они ветвятся в лёгких, образуя бронхиальное дерево. Бронхи образованы хрящевыми кольцами, выстланы мерцательным эпителием. Обеспечивают свободное проведение воздуха.

Лёгкие – крупные парные органы, расположенные в грудной полости и осуществляющие обмен газов между вдыхаемым воздухом и кровью. Правое лёгкое состоит из трёх долей, а левое – из двух. Снаружи покрыты внутренним плевральным листком. Наружным листком плевры выстлана грудная полость. Щель между двумя листками плевры – *плевральная полость* – заполнена плевральной жидкостью, уменьшающей трение. Ткань лёгких состоит из ветвящихся бронхиол и лёгочных пузырьков – альвеол. Стенки альвеол образованы однослойным эпителием и оплетены снаружи сетью капилляров. В альвеолах происходит газообмен между кровью

и вдыхаемым воздухом. Парциальное давление кислорода в альвеолярном воздухе выше, чем в венозной крови, а парциальное давление углекислого газа, наоборот, выше в крови, поэтому кислород диффундирует из лёгких в кровь, а углекислый газ диффундирует из крови в альвеолы.

Газообмен в тканях происходит также благодаря диффузии. Артериальная кровь направляется к тканям. Кислород из крови диффундирует в ткани, а углекислый газ из тканей переходит в кровь, и его концентрация в тканях снижается. В результате за счёт кислорода в клетках тканей окисляются органические вещества и образуется углекислый газ.

Регуляция дыхания происходит в дыхательном центре продолговатого мозга. Нервная регуляция. При соприкосновении лёгких с межрёберными мышцами сигнал от рецепторов межрёберных мышц поступает в дыхательный центр, он возбуждается и передаёт импульс к межрёберным мышцам и диафрагме. Они сокращаются и поднимают грудную клетку, а диафрагма опускается. Благодаря этому грудная полость расширяется, раздражение рецепторов прекращается. В плевральной полости создаётся отрицательное давление. Происходит вдох. Лёгкие растягиваются, заполняясь поступающим воздухом. Импульс перестаёт поступать из нервного центра. Межрёберные мышцы расслабляются, грудная клетка опускается, давление в лёгких увеличивается, и воздух выходит в окружающую среду. Происходит выдох.

Гуморальная регуляция связана с повышением концентрации углекислого газа в крови, который возбуждает дыхательный центр. Возбуждение передаётся межрёберным мышцам и диафрагме. Происходит вдох. Кровь насыщается кислородом, а концентрация углекислого газа падает. Происходит выдох.

Рассмотрим пример задания, который требует развёрнутого ответа.

Как происходит газообмен в лёгких и тканях у человека? Чем обусловлен этот процесс? Ответ поясните.

Для ответа на задание требуется вспомнить, что в основе обмена газами лежит диффузия – процесс, при котором вещества проходят через мембрану за счёт разности концентрации.

Ответ на вопрос: «Чем обусловлен этот процесс?»

- 1) В основе газообмена лежит диффузия, которая обусловлена разницей концентрации газов (парциального давления) в воздухе альвеол и в крови.

Далее необходимо определить, где концентрация кислорода и углекислого газа ниже или выше.

Ответ на вопрос: «Как происходит газообмен в лёгких?»

- 2) Кислород из области высокого давления в альвеолярном воздухе поступает в кровь, так как его там мало, а углекислый газ из области высокого давления в крови поступает в альвеолы.

Ответ на вопрос: «Как происходит газообмен в тканях?»

- 3) В тканях кислород из области высокого давления в крови через стенки капилляров поступает в межклеточное вещество и далее в клетки органов; углекислый газ из области высокого давления в межклеточном веществе поступает в кровь.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Какие газы поступают в кровь и выводятся из крови?

Газ	Альвеолы лёгких	Ткани организма
Кислород		

Ответить на вопросы.

1. Какое строение имеют лёгкие? Какие процессы происходят в этих органах?
2. Какое строение имеют трахея и бронхи? Какова их функция?
3. В чём проявляется роль грудной клетки в процессе дыхания человека? Ответ поясните.
4. Как осуществляются дыхательные движения у человека при спокойном вдохе и выдохе?
5. Чем лёгочное дыхание отличается от тканевого и клеточного?
6. Опишите строение гортани. Какова функция надгортанного хряща?
7. Как происходит газообмен в лёгких и тканях? Что лежит в основе этого процесса?

Выполнить задание.

Установите последовательность структур, по которым перемещается углекислый газ из митохондрий в атмосферу. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) плазма крови
- 2) носовая полость
- 3) альвеолы лёгких
- 4) тканевая жидкость
- 5) мышечные волокна
- 6) бронхи и трахея

Ответ:

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

5.7. Система пищеварения. Обмен веществ. Витамины

Краткое содержание теоретического материала

Пищеварение – механическая и химическая обработка пищи в системе органов пищеварения. Пища – источник энергии и строительного материала для организма человека. В состав пищи входят питательные вещества – белки, жиры и углеводы. Пищеварительный канал: ротовая полость, глотка, пищевод, желудок, двенадцатиперстная кишка, тонкая кишка, толстая кишка (на их границе находится червеобразный отросток – аппендикс), прямая кишка и анальное отверстие. Пищеварительные железы: три пары слюнных желёз – околоушные, подъязычные и поднижнечелюстные (и множество мелких) – открываются в ротовую полость, печень и поджелудочная железа открываются в двенадцатиперстную кишку.

Органы пищеварительной системы. В ротовой полости – механическая и первичная химическая обработка пищи. Здесь располагаются 32 зуба (резцы, клыки, коренные). Внешнее строение зуба: коронка, шейка и корень. Внутреннее строение зуба: эмаль, дентин, пульпа с нервными окончаниями, кровеносными сосудами. Язык – мышечный орган, покрытый слизистой оболочкой; снабжён вкусовыми рецепторами. Определяет вкус пищи, способствует пережёвыванию, формирует пищевой комок и участвует в глотательном движении; орган речи. Слюнные железы вырабатывают слюну – смесь ферментов (птиалин, амилаза, мальтаза, лизоцим). Функции: химическая обработка, обеззараживание, склеивание, смачивание пищи.

Глотка – мышечная трубка (мягкое нёбо приподнимается и закрывает вход в носоглотку, а надгортанник закрывает путь в гортань). Глотание происходит

рефлекторно. Пищевод – мышечная трубка длиной 25 см, соединяющая глотку с желудком. Она выстлана эпителием.

Желудок – расширенный мышечный орган. Стенки трёхслойные (состоят из гладкой мускулатуры). Внутренняя стенка желудка (слизистая желудка) образована железистым эпителием. Железы вырабатывают желудочный сок, содержащий пепсин (фермент, расщепляющий белки), соляную кислоту (активизирует ферменты, обеззараживает пищу), слизь (защищает от механических и химических повреждений). Из желудка пища попадает в двенадцатиперстную кишку – начальный отдел тонкого кишечника. В неё открываются протоки поджелудочной железы (сок содержит ферменты трипсин, амилазу и липазу, расщепляющие все органические вещества) и желчного пузыря. В двенадцатиперстной кишке белки расщепляются до аминокислот, жиры – до глицерина и жирных кислот, а углеводы – до глюкозы при участии сока поджелудочной железы, желчи, кишечного сока. Печень – самая крупная железа человеческого организма. Функции: обезвреживает ядовитые вещества в крови, участвует в обмене веществ, вырабатывает желчь, которая активизирует ферменты поджелудочного и кишечного соков; повышает растворимость жирных кислот; стимулирует сокращение стенок тонкого кишечника; задерживает гнилостные процессы в кишечнике.

Из двенадцатиперстной кишки пища поступает в тонкий кишечник (длиной около 5 м). Его стенки состоят из гладких мышц, обеспечивающих перистальтику. Слизистая оболочка образует кишечные ворсинки, к которым подходят кровеносные и лимфатические капилляры. Функции: продолжается переваривание пищи; всасывание (ворсинками в кровь всасываются аминокислоты и глюкоза, а глицерин и жирные кислоты – в лимфу). Толстый кишечник. Функции: бактериальное расщепление клетчатки, продуктов переваривания белков, синтез витаминов К и группы В, всасывание воды. В прямой кишке формируются каловые массы, удаляющиеся из организма через анальное отверстие.

Обмен веществ – это сложная цепь превращений веществ начиная с момента их поступления из внешней среды и заканчивая удалением из организма продуктов их распада. Различают два вида обмена – пластический (ассимиляция) и энергетический (диссимиляция). В процессе пластического обмена организм синтезирует собственные органические вещества. В процессе энергетического обмена органические вещества, поступающие в клетку, окисляются, при этом накапливается энергия АТФ. Процессы пластического и энергетического обменов взаимосвязаны. Регуляция обмена веществ происходит под контролем нервной и эндокринной системы.

Обмен белков. При распаде белков образуются аминокислоты, вода, углекислый газ, аммиак превращается в мочевину. В регуляции белкового обмена наиболее важную роль играют гормоны щитовидной железы (тироксин), гипофиза (соматотропный) и коры надпочечников (кортикостерон).

Обмен углеводов. Сложные углеводы пищи (крахмал, гликоген) расщепляются до моносахаридов, которые с кровью попадают в печень, где из них синтезируется гликоген. Распад гликогена является основным источником энергии мышечного сокращения. Гормоны адреналин, глюкагон и адренкортикотропный гормон вызывают повышение расщепления гликогена, а инсулин тормозит распад гликогена и способствует его синтезу из глюкозы в печени. Согласованное действие этих гормонов сохраняет определённый уровень глюкозы в крови.

Обмен жиров (липидов). Жиры могут вовлекаться в окислительно-восстановительные реакции с выделением энергии. Конечным продуктом этих реакций являются вода H_2O и углекислый газ CO_2 .

Водно-солевой обмен. Вода составляет 70% массы тела человека. Суточная потребность в воде 2,5–3 л. Поступление воды контролируется центром жажды в продолговатом мозге. Вода получается в организме человека при распаде белков, жиров и углеводов. В нормальных условиях из организма человека за сутки выделяется почками 1200–1500 мл воды, кожей – 800 мл, лёгкими в виде водяного пара – 500 мл, с калом через

кишечник – 100–150 мл. В сутки человеку необходимы 8 г натрия, 4 г хлора, 3 г калия, 0,8 г кальция, 2 г фосфора, 15–20 мг железа в виде минеральных солей. Железо входит в состав гемоглобина и ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях. Натрий, калий и хлор необходимы для поддержания кислотно-щелочного равновесия, калий участвует в обеспечении процессов возбудимости нервной и мышечной тканей. Фосфор входит в состав нуклеиновых кислот, АТФ, некоторых ферментов, в соединениях с кальцием и магнием образует костный скелет. Йод входит в состав гормона щитовидной железы – тироксина, цинк – в состав гормонов поджелудочной железы, фтор придаёт прочность эмали зубов. Кобальт – компонент витамина В₁₂.

Витамины – биологически активные вещества, необходимые для жизнедеятельности организма. Функция витаминов – активизация ферментов. Витамины часто бывают активными центрами ферментов. Витамины поступают в организм с пищей. Отсутствие в организме витамина вызывает авитаминоз. Все витамины делятся на две группы – водорастворимые (В₁, В₂, В₆, В₁₂, С, РР) и жирорастворимые (А, К, D, Е). Последние могут накапливаться в организме человека, растворяясь в жировой ткани.

Витамин А – ретинол. Влияет на зрение, рост и развитие, участвует в образовании зрительного пигмента – родопсина. Содержится в сливочном масле, молоке, мясе, печени, яйцах, моркови. При авитаминозе наблюдается нарушение сумеречного зрения (куриная слепота), повреждение роговицы глаз, сухость эпителия и его ороговение. Гипервитаминоз (избыток): исхудание, слабость, тошнота, головные боли, хрупкость костей, изменение кожи и слизистых, малокровие.

Витамин В₁ – тиамин. Регулирует углеводный обмен, участвует в тканевом дыхании и передаче возбуждения по нервной системе. Находится в дрожжах, печени, муке грубого помола, крупах, картофеле, курином желтке. Гиповитаминоз – заболевание бери-бери (полиневрит) – атрофия мышц, паралич конечностей, исхудание, нарушение координации движений, поражение нервной системы.

Витамин С – аскорбиновая кислота. Участвует в обменных процессах, образовании здоровой кожи, укреплении сосудов. Стимулирует гормональную регуляцию, процессы развития организма, сопротивляемость к заболеваниям. Суточная норма – 100 мг. Содержится в растительной пище – шиповнике, чёрной смородине, хвое, зелёном луке, картофеле, капусте, цитрусовых. При недостатке развивается цинга – поражение стенок кровеносных сосудов, появление мелких кровоизлияний в коже, кровоточивость дёсен, выпадение зубов.

Витамин D – антирахитический. Регулирует обмен кальция и фосфора, необходим для образования костей и зубов. Активизируется в коже под действием ультрафиолетовых лучей (при солнечном свете). Содержится в рыбьем жире, печени, яичном желтке, сливочном масле и молоке. При недостатке – рахит (нарушается процесс костеобразования).

Витамин Е – токоферолацетат. Оказывает противоокислительное действие на внутриклеточные липиды. Содержится в растительном масле, салате, шиповнике, мясе, яблоках. При недостатке развивается дистрофия скелетных мышц, ослабляется половая функция, нарушается спермато- и овогенез, что приводит к бесплодию.

Витамин К участвует в синтезе протромбина, способствует нормальной свертываемости крови. Суточная норма – 0,2–0,3 мг. Синтезируется в достаточном количестве флорой кишечника, присутствует в шпинате, салате, капусте, томатах, моркови. При недостатке понижается свёртываемость крови.

Приведём пример выполнения задания на соответствие.

Установите соответствие между признаком обмена веществ и его видом: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИЗНАКИ

ВИДЫ ОБМЕНА

А) энергия запасается в молекулах АТФ

1) пластический

- Б) энергия расходуется
 В) происходит окисление органических веществ
 Г) происходит синтез органических веществ, специфических для организма
 Д) происходит с участием рибосом
 Е) происходит в митохондриях
- 2) энергетический

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Проанализируем варианты ответа. В пластическом обмене происходит синтез веществ, который сопровождается затратой энергии. В энергетическом обмене вещества расщепляются, окисляются, выделяется энергия и частично расходуется на синтез АТФ. Окисление происходит в митохондриях, а на рибосомах синтезируются белки. Итак, процессы А, В, Е происходят в энергетическом обмене, а процессы Б, Г, Д – в пластическом обмене.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е
2	1	2	1	1	2

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
 Заполнить таблицу.

Признаки сравнения	Пластический обмен	Энергетический обмен
Значение для организма		
Превращение энергии в процессе обмена		
Процессы, происходящие с веществами в процессе обмена		
Место в клетке, где протекает процесс		

Ответить на вопросы.

- Каковы функции пищеварительной системы человека? Назовите не менее четырёх функций.
- Какие изменения претерпевает пища в пищеварительном тракте человека?
- В чём состоит роль слюны в пищеварении?
- Какие рефлексы обеспечивают слюноотделение и при каких условиях?
- Что представляют собой витамины, какова их роль в жизнедеятельности организма человека?
- Какие функции в организме человека выполняет печень?
- Что такое обмен веществ? Из каких двух процессов он состоит?
- Каково значение бактерий, составляющих нормальную микрофлору кишечника человека?

Выполнить задание.

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

Какие процессы протекают при пищеварении в ротовой полости человека?

- эмульгирование жиров
- расщепление белков

- 3) механическая и химическая обработка пищи
- 4) всасывание глюкозы в лимфатические сосуды
- 5) выделение ферментов
- 6) расщепление крахмала

Ответ:

--	--	--

5.8. Кожа. Выделение. Размножение и развитие человека

Краткое содержание теоретического материала

Кожа – наружный покров тела человека. **Функции:** защитная, выделительная, терморегуляторная, чувствительная (орган осязания); участие в минеральном обмене, в выработке витамина D. **Производные кожи** – волосы, ногти, сальные, потовые и молочные железы. **Строение.** Наружный слой – эпидермис – образован многослойным плоским ороговевающим эпителием. Сверху состоит из мёртвых клеток. Нижние слои состоят из живых, делящихся клеток. Содержат меланин, защищающий организм от ультрафиолетовых лучей. Внутренний слой – собственно кожа, или дерма, – образован соединительной тканью, в ней расположены кожные рецепторы, сальные, потовые железы, корни волос, кровеносные и лимфатические сосуды, рецепторы осязания. Под дермой располагается подкожная жировая клетчатка.

Выделение – процесс, обеспечивающий выведение из организма продуктов обмена веществ, которые не могут быть использованы организмом. **Строение мочевыделительной системы:** *почки* – парные органы бобовидной формы, расположенные в поясничной области брюшной полости, состоят из мозгового и коркового слоёв. Структурной и функциональной единицей почки является нефрон, состоящий из капсулы нефрона и извитого канальца. Нефрон образован однослойным эпителием. В капсулу погружён капиллярный почечный клубочек. Диаметр приносящего кровь в клубочек сосуда больше диаметра выносящего. За счёт этого в капиллярном клубочке создаётся высокое давление. Под давлением из капилляров выделяется плазма, просачивающаяся через эпителий капсулы, не пропускающий белки и форменные элементы крови. Этот процесс – фильтрация. Образовавшаяся жидкость – первичная моча (до 180 л/сут.) – состоит из воды, глюкозы, минеральных солей, мочевины. Первичная моча проходит по извитому канальцу, где происходит обратное всасывание (реабсорбция). Из первичной мочи всасываются в кровь вода, глюкоза, витамины, аминокислоты, минеральные соли (частично). Образуется вторичная моча (1,2–1,5 л/сут.), содержащая мочевины, мочевую кислоту, вредные продукты распада, избыток солей. Извитые канальца открываются в собирательные трубочки пирамидок, которые открываются сосочками в почечную лоханку.

Мочеточники – тонкие трубочки, отходящие от почечной лоханки. По ним моча спускается в мочевой пузырь. *Мочевой пузырь* – мышечный мешковидный орган, стенки которого могут растягиваться и утончаться. Выход в мочеиспускательный канал закрыт двумя сильными мышечными утолщениями, которые открываются в момент мочеиспускания. Мочеиспускательный канал удаляет мочу из организма.

Центр регуляции расположен в крестцовом отделе спинного мозга. При раздражении стенок мочевого пузыря избытком мочи возбуждение передаётся в центр, происходит рефлекторное сокращение мышц мочевого пузыря. Акт произвольного мочеиспускания находится под контролем коры головного мозга.

Размножение и развитие. Размножение человека происходит половым путём. *Мужская половая система.* Семенники (в них образуется сперма, мужские половые гормоны – андрогены). Мочеиспускательный канал служит одновременно протоком и для семенной жидкости. Предстательная железа лежит под мочевым пузырём, её секрет стимулирует движение сперматозоидов. Семенные пузырьки – железы, в которых

скапливаются зрелые сперматозоиды и открывается семявыносящий проток. Половой член – копулятивный орган, он состоит из двух пещеристых тел и одного губчатого, образующего головку. Тела состоят из ткани, богатой кровеносными сосудами, с многочисленными сосудистыми полостями. Полости наполняются кровью, а её отток прекращается из-за сжатия мышц.

Женская половая система. Яичники, расположенные в нижней части брюшной полости. Яичники – парный орган, содержат фолликулы, в которых находятся незрелые яйцеклетки. В яичниках образуются женские половые гормоны, которые способствуют формированию вторичных половых признаков, свойственных женскому организму. К яичникам подходят яйцеводы – маточные трубы. Оплодотворение яйцеклетки происходит в маточной трубе. Яйцеводы открываются в матку. Матка – полый толстостенный мышечный орган грушевидной формы. Полость матки вверху сообщается с маточными трубами, а внизу, через канал шейки матки – с влагалищем. Влагалище – семяприёмник, уплощённая трубка, соединяющая полость матки с наружными половыми органами женщины. Отверстие влагалища расположено между большими и малыми половыми губами. Оно предназначено для введения спермы и выведения плода.

Выход зрелой яйцеклетки из фолликула происходит в среднем раз в 28 дней (менструальный период). Попав в маточную трубу, она может слиться со сперматозоидом. Если оплодотворения не происходит, слизистая оболочка матки отторгается, что сопровождается кровяными выделениями – менструацией. Если оплодотворение произошло, образовавшаяся зигота начинает делиться, образуя зародыш. Он спускается по маточной трубе в матку, где внедряется в слизистую оболочку.

Пол у человека обуславливают половые хромосомы. У женщин это XX, у мужчин – XY. Яйцеклетки всегда несут одну X-хромосому, сперматозоиды – либо X-, либо Y-хромосому. Комбинация этих хромосом при оплодотворении определяет пол ребёнка. После внедрения в слизистую оболочку матки начинается зародышевый период внутриутробного развития. Из оболочек, покрывающих зародыш, и кровеносных сосудов слизистой оболочки матки образуется специальный орган – плацента. Через неё зародыш получает от матери питательные вещества и кислород, освобождается от углекислого газа и ненужных продуктов обмена веществ. Кровь зародыша и матери не смешивается, но всё, что оказывается в крови матери, попадает в кровь зародыша (от кислорода и питательных веществ до лекарств и ядов – алкоголя, никотина, наркотиков). Срок развития зародыша – 9 месяцев. По истечении срока беременности наступают роды. Первый месяц жизни человека считается периодом новорождённости. Первый год жизни – грудной возраст. От 1 года до 3 лет – раннее детство (ясельный период). От 3 до 7 лет – дошкольный период. С 7 до 17 лет – школьный.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Слои кожи	Особенности строения	Функции

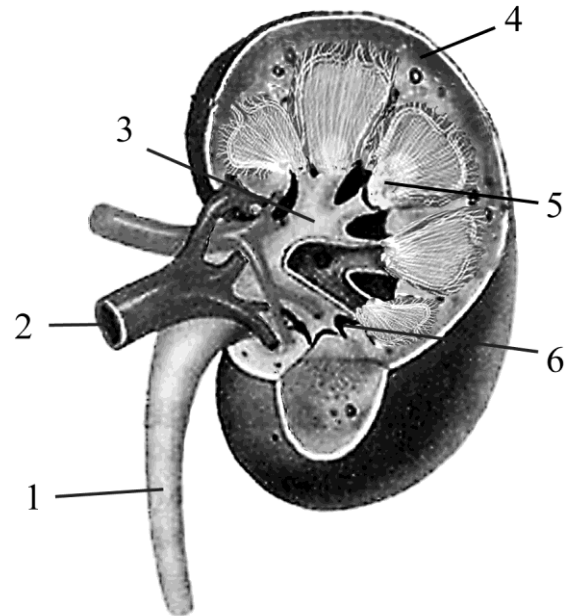
Ответить на вопросы.

1. Какие функции в организме человека выполняет кожа?
2. Назовите структуры кожи. Укажите, какие функции выполняют эти структуры.
3. Известно, что при высокой температуре окружающей среды кожа лица краснеет, а при низкой – бледнеет. Объясните, почему это происходит.
4. Какие структуры покровов тела обеспечивают защиту организма человека от воздействия неблагоприятных факторов среды?
5. Какие органы выполняют в организме человека выделительную функцию?
6. Назовите органы, обеспечивающие выделение жидких продуктов обмена из

- организма.
7. В чём разница между первичной и вторичной мочой? Где образуются эти продукты обмена?
 8. Где происходит оплодотворение яйцеклетки? Какие функции выполняет матка?
 9. Назовите структуру, обеспечивающую питание плода.

Выполнить задание.

Выберите три верно обозначенные подписи к рисунку, на котором изображено строение почки человека. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.



- 1) мочеиспускательный канал
- 2) извитой каналец
- 3) почечная лоханка
- 4) корковое вещество
- 5) почечная пирамида
- 6) нефрон

Ответ:

--	--	--

5.9. Анализаторы. Органы чувств

Краткое содержание теоретического материала

Анализатор – это система, состоящая из: рецептора (периферической части), нерва (проводниковой части) и определённой зоны коры головного мозга (центральной части). Существует пять типов анализаторов: зрительный, слуховой, обонятельный, вкусовой, осязательный.

Орган зрения – глаз – состоит из глазного яблока и вспомогательного аппарата (веки, ресницы, слёзные железы и мышцы глазного яблока). Глазное яблоко расположено в глазнице черепа, состоит из трёх оболочек. Склера (белочная оболочка) – наружная оболочка, защищает от механических, химических и биологических повреждений. В передней части переходит в прозрачную роговицу. Сосудистая (средняя) оболочка – состоит из сети кровеносных сосудов, обеспечивает питание глаза, доставку кислорода. Передняя часть содержит пигменты, определяющие цвет глаз (радужка). Зрачок – отверстие в радужке, контролирует поток света, поступающий в глаз. Сетчатка – внутренняя оболочка, состоит из светочувствительных клеток (рецепторов): палочек (обеспечивают зрение в сумерках и темноте), колбочек (цветовые ощущения). Место скопления колбочек

– жёлтое пятно в центре сетчатки. Слепое пятно – место выхода зрительного нерва на сетчатке. Фотохимические реакции в палочках и колбочках вызывают нервные импульсы, которые передаются в зрительный нерв, а затем в затылочную область коры головного мозга (зрительную зону).

Оптическая система глаза. Роговица пропускает и преломляет лучи света. Передняя камера, заполненная жидкостью, пропускает и преломляет лучи света. Зрачок, за которым расположен хрусталик – двояковыпуклая линза, фокусирующая потоки света на сетчатке – может изменять свою кривизну в зависимости от удаления предмета (аккомодация). Стекловидное тело – прозрачное тело, придаёт форму глазу, преломляет и пропускает лучи света. Изображение на сетчатке перевёрнутое, уменьшенное. При близорукости изображение фокусируется перед сетчаткой, при дальнозоркости изображение фокусируется за сетчаткой.

Орган слуха состоит из трёх отделов. Наружное ухо включает ушную раковину, наружный слуховой проход, барабанную перепонку. Ушная раковина улавливает звук и направляет по слуховому проходу. Среднее ухо – полость, заполненная воздухом, здесь располагаются слуховые косточки – молоточек примыкает к барабанной перепонке, наковальня соединяется с молоточком, стремечко соединяется с наковальней, а другим концом с перепонкой овального окна, слуховая (евстахиева) труба соединяет среднее ухо с носоглоткой. Внутреннее ухо расположено в височной кости, оно образует костный лабиринт и перепончатый лабиринт. Пространство между ними заполнено жидкостью. В костном лабиринте расположена улитка и полукружные каналы (орган равновесия). Улитка – канал, закрученный в виде спирали – заполнена жидкостью. Посередине натянута мембрана, на ней имеются рецепторные волосковые клетки кортиевого органа – периферического отдела слухового анализатора. Колебание жидкости в улитке приводит к колебанию мембраны и возбуждению волосковых клеток. Далее возбуждение передаётся по слуховому нерву в височную долю коры больших полушарий.

Орган обоняния расположен в верхней части носовой полости. Это скопление обонятельных рецепторов булавовидной формы, имеющих реснички. Реснички улавливают молекулы пахучих веществ, что вызывает возбуждение в рецепторных клетках. Информация о запахе поступает на внутреннюю поверхность височной доли коры.

Орган вкуса – язык, на поверхности которого расположены вкусовые рецепторы. Рецепторы, восприимчивые к кислому и солёному, расположены по бокам языка, к сладкому – на кончике языка, а к горькому – на корне языка.

Органом осязания является кожа. Кожные ощущения возникают благодаря тактильным рецепторам. Больше всего рецепторов на подушечках пальцев, губах и кончике языка. Главным органом осязания является рука человека.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Части органа слуха (зрения)	Строение	Функции

Ответить на вопросы.

1. Какие анализаторы позволяют оценивать свойства пищи, попавшей в рот, и почему их восприятие нарушается при насморке?
2. Какие функции выполняет каждый отдел органа слуха человека?
3. Чем характеризуется: а) близорукость у человека? б) дальнозоркость у человека? В какой части глаза фокусируется изображение при этих заболеваниях?
4. Чем отличаются врождённая и приобретённая формы близорукости?
5. Объясните особенности врождённой и приобретённой дальнозоркости.

6. Почему в сумерках мы не различаем цвета предметов?
7. Какие косточки располагаются в среднем ухе? Какова их роль?
8. Где располагаются рецепторы органа слуха?
9. Чем заполнена полость внутреннего уха? Какова его функция?

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками и структурами глазного яблока человека: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ

СТРУКТУРЫ ГЛАЗНОГО ЯБЛОКА

- | | |
|--|--|
| <p>А) имеет отверстие – зрачок
 Б) преломляет лучи света
 В) является частью сосудистой оболочки
 Г) обладает прозрачностью
 Д) регулирует размер зрачка
 Е) имеет мышцы</p> | <p>1) радужка
 2) роговица</p> |
|--|--|

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

5.10. Высшая нервная деятельность

Краткое содержание теоретического материала

Высшая нервная деятельность (ВНД) – деятельность высших отделов ЦНС, обеспечивающих наиболее совершенное приспособление животных и человека к внешней среде (поведение). Материальной основой ВНД являются кора больших полушарий, подкорковые ядра переднего мозга, образования промежуточного мозга. Вся совокупность рефлексов делится на две группы – безусловные и условные.

Безусловный рефлекс (врождённый) – постоянная, наследуемая реакция, закономерно возникающая на раздражение, имеющая непосредственно биологическое значение. *Инстинкт* – общий для всех особей данного вида сложнорефлекторный комплекс наследуемых поведенческих реакций, характеризующихся относительной стереотипностью и стабильностью. *Условный рефлекс* вырабатывается в течение индивидуальной жизни благодаря образованию временных нервных связей в высших отделах ЦНС.

Условия, необходимые для выработки условного рефлекса:

- 1) наличие двух раздражителей – условного (например, свет или звуковой сигнал) и безусловного (пища);
- 2) условный раздражитель должен предшествовать безусловному;
- 3) безусловный раздражитель должен быть сильнее условного;
- 4) необходимо отсутствие отвлекающих, посторонних раздражителей;
- 5) бодрое состояние коры головного мозга.

Условные рефлексы могут тормозиться. Различают внешнее и внутреннее торможение. Внешнее торможение вызывается сильным посторонним раздражителем, не связанным с выработанным условным рефлексом. Внутреннее торможение возникает при длительном отсутствии подкрепления адекватным раздражителем (например, после звукового сигнала собаке уже не дают пищи). Это способствует смене поведения.

Мышление – сложный вид мозговой деятельности организма в процессе приспособления к новым условиям и решении жизненных задач. Различают виды мышления (по форме) – наглядно-действенное, наглядно-образное, абстрактно-логическое, (по характеру решаемых задач) – теоретическое и практическое. Рассудочная деятельность позволяет улавливать закономерности, связывающие предметы и явления окружающей среды, и использовать их в новых условиях в своём поведении. *Эмоции* – переживания, в которых проявляется отношение людей к окружающему миру и к самим себе. Положительные эмоции (радость, восторг, удовлетворение) выражаются в активном состоянии структур мозга, побуждающих усилить или повторить данное состояние. Отрицательные эмоции (страх, ужас, отвращение, гнев) выражаются в активном состоянии структур мозга, побуждающих к ослаблению или прекращению данного состояния.

Речь – психофизиологическая функция человека, обеспечивающая возможность общения посредством звуков, знаков, символов. И.П. Павлов разработал учение о первой и второй сигнальной системах. Восприятие, связанное с анализом и синтезом непосредственных сигналов, которые приходят от зрительных, слуховых, обонятельных рецепторов, составляет первую сигнальную систему. Вторая сигнальная система появилась у человека благодаря развитию речи. Она отсутствует у животных. Она осуществляет анализ и синтез поступающей информации в виде символов (слов, знаков, формул). Обеспечивает абстрактно-логическое мышление. Сигнальное значение слова связано не с простым звуко сочетанием, а с его смысловым содержанием. Слово – одна из единиц языка, служащая для именованя предметов, лиц, процессов, свойств.

Память – способность живых организмов к закреплению, сохранению и последующему воспроизведению прошлого опыта. В зависимости от сохранения информации различают кратковременную, долговременную и оперативную память. В соответствии с целями деятельности, в которую заключено запоминание, различают произвольную и произвольную память. По характеру психической активности, преобладающей в деятельности, различают память двигательную, эмоциональную, смысловую (словесно-логическую) и образную (запоминание зрительных, слуховых образов).

Сон – периодически наступающее состояние организма человека и высших животных, сопровождающееся значительной обездвиженностью, отсутствием целенаправленной деятельности, отключённостью от внешних воздействий, особой организацией биоэлектрической активности головного мозга. Центр сна расположен в промежуточном мозге, где расположен и центр бодрствования. Сон – явление циклическое. Для человека обычен 7–8 часовой сон из 4–5 циклов. Каждый цикл включает в себя фазу медленного и быстрого сна. Сновидения – психические явления во время сна, осознание и субъективные переживания которых происходят иногда при пробуждении.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Признаки сравнения	Безусловные рефлексы	Условные рефлексы
1. Условие появления 2. Наличие у особей 3. Степень постоянства 4. Условия формирования и т.д.	Врождённые	Индивидуальные

Ответить на вопросы.

1. Объясните, почему безусловные рефлексы относят к видовым признакам поведения животных.
2. Какова роль безусловных рефлексов в жизни животных? Как они сформировались?

3. Чем условные рефлексы отличаются от безусловных?
4. Чем произвольное внимание отличается от непроизвольного?
5. Чем вторая сигнальная система отличается от первой?
6. Чем характеризуются периоды медленного и быстрого сна?

Выполнить задание.

Установите последовательность формирования слюноотделительного условного рефлекса и его торможения у домашней собаки. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) многократное сочетание кормления с предварительным включением света
- 2) многократное включение света при отсутствии пищи
- 3) выделение слюны при включении света
- 4) включение света и предоставление пищи
- 5) прекращение выделения слюны при включении света

Ответ:

--	--	--	--	--

5.11. Личная и общественная гигиена, здоровый образ жизни

Краткое содержание теоретического материала

Соблюдение санитарно-гигиенических норм. Для предупреждения инфекционных заболеваний (вирусных, бактериальных, грибковых, вызываемых животными) используются профилактические прививки. Помещения и предметы, с которыми контактировал заболевший, подвергаются дезинфекции. Люди, бывшие в контакте с больным, подвергаются карантину. В почве длительное время сохраняются возбудители многих заболеваний, таких как столбняк. При загрязнении раны частичками почвы необходимо обратиться в поликлинику или больницу, где введут противостолбнячную сыворотку. В почве и природных водоёмах длительное время сохраняются яйца паразитических червей, споры болезнетворных бактерий. Они попадают в организм человека с немытыми руками или пищей, некипячёной водой из водоёма. Мытьё рук после посещения улицы, общественного транспорта, туалета, особенно перед едой, обязательно для профилактики желудочно-кишечных заболеваний. Источником заражения глистными заболеваниями может явиться также недоваренная рыба, плохо прожаренное мясо.

Предупреждение травматизма, приёмы оказания первой помощи. Виды кровотечений: артериальное – кровь алого цвета, вытекает фонтанирующей струёй; венозное – кровь тёмная, вытекает равномерной, непрерывной струёй; капиллярное – кровоточит вся раневая поверхность, но не сопровождается значительной потерей крови. Остановка капиллярного и венозного кровотечения: обработка кожи вокруг раны настойкой йода и наложение давящей повязки. При артериальном кровотечении кроме давящей повязки накладывается жгут на конечность выше места ранения, под жгут подкладывается мягкая ткань и записка с указанием времени наложения жгута.

При остановке дыхания делается искусственное дыхание способом «рот в рот» или «рот в нос».

Растяжение связок возникает при незначительном смещении костей в суставе. Первая помощь – наложение холода на сустав и тугая фиксирующая повязка. Вывих сустава – значительное смещение костей, при котором головка одной кости частично или полностью вышла из суставного углубления другой кости, нарушается соприкосновение суставных поверхностей. Первая помощь – наложение холода, фиксирующая повязка, покой повреждённой поверхности, доставка пострадавшего в лечебное учреждение.

Перелом кости – нарушение целостности кости. Первая помощь при закрытом переломе – обездвижение повреждённой части тела, наложение шины, доставка пострадавшего в лечебное учреждение. Первая помощь при открытом переломе – остановка кровотечения, наложение давящей повязки, наложение шины, доставка пострадавшего в лечебное учреждение.

Психическое и физическое здоровье человека. Соблюдение правил здорового образа жизни – условие нормальной работы организма. К факторам здоровья относятся аутотренинг, закаливание, двигательная активность. Факторы риска: стрессы, гиподинамия, переутомление, переохлаждение. Гиподинамия – ограничение физической подвижности – сказывается на состоянии сердца и сосудов, общем состоянии организма и настроении человека. Гиподинамия способствует понижению обмена веществ, вызывает ослабление мышц, снижает выносливость, увеличивает количество жировой ткани, что приводит к ожирению. Физиологические правила повышения работоспособности: утренняя зарядка, уроки физической культуры, ритмичность в работе, чередование труда и отдыха, что предупреждает переутомление. Закаливание – комплекс приёмов, которые систематически используются для тренировки устойчивости организма к температурным воздействиям окружающей среды. Требования к материалу для одежды: проницаемость для воздуха и влаги, возможность впитывать влагу, хорошее удерживание тепла. Систематическое занятие физкультурой способствуют улучшению координации движения, укреплению мышц, улучшает состояние скелета, тренировке дыхательной и сердечно-сосудистой системы, развитию сердечной мышцы и мышц грудной клетки. Правильная осанка – условие нормального и полноценного функционирования внутренних органов.

Репродуктивное здоровье человека. Последствия влияния алкоголя, никотина, наркотических веществ на организм, развитие зародыша человека. Никотин вызывает сужение кровеносных сосудов, что способствует повышению кровяного давления; усиливает свёртываемость крови, что способствует образованию тромбов. Курение повышает риск инфаркта миокарда, что связано с нарушением кровотока в коронарных сосудах. Содержащийся в табаке никотин является ядом для организма, вредно воздействует на органы дыхания, провоцирует бронхиты, рак лёгкого, туберкулёз. Алкоголь возбуждает нервную систему и угнетает обмен веществ, повышает частоту сердечных сокращений, что приводит к увеличению нагрузки на сердце. Алкоголь оказывает вредное воздействие на почки, разрушает почечный эпителий, затрудняет образование мочи.

Зависимость здоровья человека от состояния окружающей среды. Содержание углекислого газа в воздухе – 0,03%, а кислорода – 21%. Однако избыток углекислого газа в закрытом, плохо проветриваемом помещении возбуждает дыхательный центр в головном мозге, из-за чего углубляется и учащается дыхание. При повышении до 4–5% появляются признаки отравления, а при концентрации 10–12% наступает потеря сознания. Содержание в воздухе таких газов, как угарный газ, сернистый газ, сажа, которые содержатся в составе выхлопных газов автомобилей, отрицательно влияют на органы дыхательной системы и повышают риск заболеваний. Воздухообмен в помещении – обязательное условие.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Заболевание	Паразит, цикл развития	Источник заражения	Профилактика

Ответить на вопросы.

1. Перечислите и обоснуйте важнейшие правила гигиены, которые необходимо соблюдать, чтобы сохранить здоровье.
2. Какое влияние оказывает на сердечно-сосудистую систему никотин?

3. Почему желудочно-кишечные инфекции называют «болезнями грязных рук»? Какова их профилактика?
4. Что необходимо делать с целью профилактики заболеваний, передающихся воздушно-капельным путём?
5. Какие действия следует предпринять при оказании доврачебной помощи человеку с открытым переломом костей предплечья?
6. Каковы причины и последствия нарушения осанки?
7. Как можно предупредить появление плоскостопия у ребёнка?
8. Как правильно наложить жгут на конечность при артериальном кровотечении? Ответ поясните.
9. Почему надо дышать через нос, а не через рот?
10. Что такое флюорография и почему это исследование надо делать регулярно?

Выполнить задание.

Установите последовательность действий при остановке артериального кровотечения из лучевой артерии. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) наложить стерильную марлевую повязку и забинтовать
- 2) доставить пострадавшего в больницу
- 3) обработать рану антисептиком
- 4) наложить резиновый жгут
- 5) наложить ткань или бинт выше места ранения

Ответ:

--	--	--	--	--

Блок 6. Эволюция живой природы (Теория эволюции. Развитие жизни на Земле)

Содержание данного блока проверяется в следующих линиях заданий КИМ ЕГЭ 2023 года: 17, 18, 19, 20 (встречается обязательно); 21, 27 (возможно).

6.1. Эволюционная теория Ч. Дарвина. Синтетическая теория эволюции

Краткое содержание теоретического материала

Эволюция – процесс исторического развития живой природы. К. Линней ввёл бинарную (двойную) номенклатуру названий вида. Жан Батист Ламарк – первый эволюционист. Он создал градуалистическую концепцию: движущие силы эволюции – прямое воздействие среды на организмы, стремление организмов к совершенствованию и наследование благоприобретённых признаков. Сформулировал три закона эволюции органического мира: прямого приспособления; упражнения и неупражнения органов; наследования благоприобретённых признаков.

Ч. Дарвин определил основные движущие силы (факторы) эволюции: наследственная *изменчивость*, борьба за существование и *естественный отбор*. Образование новых видов происходит в результате естественного отбора. Дарвин выделил и охарактеризовал две основные формы изменчивости: определённую и неопределённую. Определённая, или групповая, изменчивость – ответная реакция организма на воздействие среды. Она не наследуется, и при прекращении действия фактора среды признак возвращается к исходной форме. Неопределённая, или индивидуальная, изменчивость обусловлена внутренними причинами, отсутствует у предков, возникает внезапно (спонтанно), единична, неадекватна воздействию внешних факторов, всегда наследуется.

Она является причиной неоднородности особей. Ч. Дарвин выделил ещё одну форму изменчивости – соотносительную (коррелятивную), при которой изменение одного признака обуславливает появление и других признаков. Любая форма изменчивости сама по себе ещё не может привести к появлению в природе нового вида.

Основные положения теории Ч. Дарвина. Причины эволюции видов в природе – высокая плодовитость и интенсивность размножения организмов, но ограниченность природных ресурсов. Вследствие этого происходит борьба за существование. Борьба за существование – это совокупность всех отношений особей друг с другом и с неживой природой, определяющихся способностью данной особи к выживанию и оставлению потомства. Ч. Дарвин выделил три формы борьбы за существование: внутривидовую, межвидовую и борьбу с неблагоприятными условиями внешней среды.

Наличие наследственной изменчивости и борьбы за существование ведёт к естественному отбору. *Естественный отбор* – это избирательное уничтожение одних особей и преимущественное размножение других, процесс сохранения одних особей за счёт гибели других. Результатом естественного отбора являются возникновение приспособленности организмов к среде обитания и образование новых видов.

Новые виды образуются в результате *дивергенции* – расхождения признаков, возникающего под действием естественного отбора, при этом из одной исходной формы образуются две и более дочерних.

Основные положения синтетической теории эволюции

1. Материалом для эволюции служит наследственная изменчивость организмов (мутации и комбинации генов).
2. Мутационный процесс, комбинативная изменчивость, популяционные волны – движущие силы эволюции. Они поставляют материал для естественного отбора и носят случайный характер.
3. Направляющий фактор эволюции – естественный отбор – основан на сохранении и накоплении наследственных изменений у организмов.
4. Элементарная единица эволюции – *популяция* – относительно обособленная группа особей одного вида, которые населяют определённую территорию внутри его ареала и свободно скрещиваются между собой. Она обладает общим *генофондом* – совокупностью генов особей, составляющих популяцию.
5. *Элементарное эволюционное явление* – длительное и направленное изменение генофонда популяции, генетическая предпосылка эволюции.
6. Вид состоит из различающихся по некоторым признакам, но генетически однородных единиц – популяций и подвидов, существующих в пределах своего ареала. Генетическая однородность вида поддерживается скрещиванием особей, образующих его популяции.
7. Обмен генами возможен лишь внутри вида. Генофонд каждой популяции содержит генетический груз – часть наследственной изменчивости, которая определяет появление в ней менее приспособленных особей.
8. Эволюция имеет постепенный и длительный характер. Видообразование как этап эволюции представляет собой последовательную смену одной популяции другой и называется микроэволюцией.
9. Эволюция на уровне, превышающем вид, т.е. образование родов, семейств, отрядов, классов и других надвидовых систематических групп организмов, называется макроэволюцией.
10. Эволюция непредсказуема: у неё нет конечной цели и её финал недостижим.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Эволюционные теории	Движущие силы эволюции	Значение в эволюции
Теория Ж.-Б. Ламарка		
Теория Ч. Дарвина		
Синтетическая теория		

Ответить на вопросы.

1. Какие формы изменчивости выделил Ч. Дарвин? Сравните их с современной классификацией форм изменчивости. В чём их отличие?
2. Какие формы борьбы за существование выделил Ч. Дарвин? Охарактеризуйте их.
3. Каковы причины и следствия борьбы за существование? Какое значение для неё имеет интенсивность размножения организмов?
4. Какая из форм борьбы за существование является наиболее жёсткой? Ответ поясните.
5. Что такое естественный отбор? В результате чего он происходит?
6. Объясните с позиции научных взглядов Ж.-Б. Ламарка и Ч. Дарвина следующие факты: а) возникновение плавательной перепонки у водоплавающих птиц; б) отсутствие конечностей у змей и безногих ящериц.
7. Как Ч. Дарвин объяснял образование в природе новых видов? Назовите основные положения эволюционной теории Ч. Дарвина.
8. Перечислите основные положения современной эволюционной теории.

Выполнить задание.

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания **идей Ч. Дарвина об эволюции**. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1)Образование новых видов происходит в результате действия движущих сил эволюции: неопределённой (наследственной) изменчивости, борьбы за существование, естественного отбора. (2)В основе эволюционного процесса лежит способность животных к упражнению органов. (3)Всему живому присуще стремление к совершенству. (4)В основе видообразования лежит принцип дивергенции. (5)Все изменения, которые возникают у организмов в течение жизни, передаются потомству. (6)Борьба за существование приводит к выживанию наиболее приспособленных особей, которые и оставляют потомство.

Ответ:

--	--	--

6.2. Движущие силы эволюции. Естественный отбор

Краткое содержание теоретического материала

Движущие силы (факторы) эволюции: мутационный процесс, комбинативная изменчивость, популяционные волны, дрейф генов, миграция особей, изоляция и естественный отбор. Все они, за исключением естественного отбора, действуют не направленно и изменяют только генофонд популяции.

Мутационный процесс – поставщик мутаций. Популяционные волны, или «волны жизни» – изменения численности особей в популяциях, возникающие под влиянием среды и ведущие к изменению интенсивности естественного отбора и генетической структуры популяции. *Дрейф генов* – случайное ненаправленное изменение частот аллелей в популяции при её небольшой численности – приводит к уменьшению доли наследственной изменчивости в популяции и возрастанию её генетической однородности, в результате изолированные популяции могут утратить своё первоначальное генетическое сходство. *Миграция* – передвижение особей из одних мест обитания в другие, при этом происходит обмен генами между разными популяциями одного вида. *Изоляция* –

разобшение особей из-за возникновения барьеров для свободного скрещивания, в результате закрепляются возникшие у особей генетические различия.

Естественный отбор – главный эволюционный фактор: процесс избирательного выживания и размножение более приспособленных к данным условиям среды особей и гибель менее приспособленных. Направлен на сохранение и накопление наследственных изменений у организмов. Естественный отбор осуществляется в природе через различные формы борьбы за существование между организмами и неживой природой.

Борьба за существование – активность организмов по отношению к внешней среде, направленная на поддержание жизнедеятельности и размножение. Это совокупность всех отношений особей друг с другом и с природой, определяющихся способностью данной особи к выживанию и оставлению потомства. Подразделяется на *внутривидовую* (между особями одного вида), *межвидовую* (между особями разных видов), *борьбу с неблагоприятными факторами* окружающей среды. Борьба за существование – предпосылка естественного отбора. Результатами естественного отбора являются: возникновение приспособлений, образование новых видов, разнообразие организмов. В результате отбора у особей сохраняются адаптации, обеспечивающие выживание и воспроизводство потомства; все приспособления носят относительный характер.

Формы естественного отбора. *Стабилизирующий отбор* действует в постоянных условиях, направлен против особей с крайними отклонениями от средней нормы реакции признака; результат – сохранение и укрепление средней нормы проявления признака, неизменности вида. *Движущий отбор* действует при изменении условий существования организмов, направлен в пользу особей, имеющих отклонения от средней нормы; в результате возникает новая средняя норма, более соответствующая изменившимся условиям. *Дизруптивный (раскалывающий) отбор* действует в изменяющихся условиях жизни, направлен в пользу организмов, имеющих крайние отклонения от средней выраженности признака, результат – образование новых средних форм вместо прежней, формирование новых видов.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицу.

Форма естественного отбора	Результат отбора	Отбираемый генотип	Пример

Ответить на вопросы.

1. Какое значение имеют мутации для эволюции органического мира? Укажите не менее трёх значений.
2. Почему мутации и комбинации считают элементарным эволюционным материалом?
3. Почему именно популяцию, а не вид или отдельную особь считают элементарной эволюционной единицей? Ответ обоснуйте.
4. Что понимают под элементарным эволюционным явлением?
5. Назовите причину популяционных волн. К каким последствиям для генофонда популяции они приводят?
6. Что такое дрейф генов? К каким последствиям он приводит?
7. Какова роль миграции как фактора эволюции? Приведите примеры.
8. В чём значение изоляции как фактора эволюции? Чем географическая изоляция отличается от биологической? Приведите примеры.
9. Охарактеризуйте различные формы естественного отбора. В чём их различия?
10. Что является сферой и объектом действия естественного отбора?

Выполнить задание.

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания **репродуктивной изоляции**. Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1)Единый ареал вида может быть разобщён из-за неоднородности пространства, на котором вид обитает. (2)Особи одного и того же вида могут иметь разные предпочтения в питании, что может приводить к локальной изоляции популяций. (3)У цветковых растений пыльца, полученная с растения другого вида, не сможет прорасти на рыльце пестика. (4)Гибриды от животных разных видов зачастую стерильны и не способны давать потомство. (5)У некоторых видов рыб межвидовые гибриды способны образовывать плодовитое потомство. (6)Многие виды для узнавания своего партнёра используют сложный брачный ритуал, который почти полностью исключает скрещивание с особями других видов.

Ответ:

--	--	--

6.3. Вид, его критерии. Популяция.

Результаты эволюции: приспособленность и видообразование

Краткое содержание теоретического материала

Вид – совокупность особей, обладающих наследственным сходством морфофизиологических признаков, свободно скрещивающихся и дающих плодовитое потомство, приспособленных к сходным условиям жизни и занимающих определённый ареал.

Критерии вида. *Морфологический* критерий – сходство внешнего и внутреннего строения организмов одного вида. *Генетический* критерий – число и структура хромосом вида, его кариотип. *Физиологический* критерий – сходство процессов жизнедеятельности и возможность скрещивания особей одного вида между собой. *Биохимический* критерий позволяет различать виды по биохимическим параметрам (строению белков и нуклеиновых кислот). *Географический* критерий – область распространения вида, его территория. *Экологический* критерий – условия существования вида, его экологическая ниша, положение в биоценозе. Для описания вида используют совокупность нескольких критериев.

Виды биологически изолированы друг от друга; состоят из популяций, существующих в пределах его ареала. Популяция – структурная единица вида и единица эволюции. Основные эволюционные процессы идут в популяциях вида. Популяция – наименьшая эволюционная единица, в ней длительно и направленно изменяется генофонд – совокупность генов. Усиление мутационного процесса и длительная изоляция популяции может привести к выделению нового вида. Численность особей в популяциях непостоянна, наблюдаются популяционные волны.

Микроэволюция, или видообразование, – последовательная смена одной популяции другой и образование новых видов. Выделяют два пути видообразования: географическое связано с пространственной изоляцией популяций, экологическое связано с разделением по экологическим нишам.

Приспособленность – относительная целесообразность строения и функций организма. Является результатом естественного отбора, устраняющего неприспособленных особей.

Виды приспособлений. *Форма тела* животных позволяет им легко передвигаться в соответствующей среде, делает организмы малозаметными среди предметов. *Маскировка* – сходство организма с каким-либо предметом окружающей среды по окраске, форме тела. *Покровительственная окраска* скрывает организм в окружающей среде. *Расчленяющая*

окраска – чередование светлых и тёмных полос на теле создаёт иллюзию чередования света и тени, размывает контуры животного. *Предостерегающая окраска* – яркая окраска, указывающая на наличие ядовитых веществ или специальных жалающих органов защиты, на опасность для хищника. *Мимикрия* – сходство незащищённых особей с защищёнными, несъедобными организмами, подражание беззащитных хорошо защищённым организмам, что предохраняет их от истребления. *Приспособительное поведение* заключается в повадках, инстинктах и поведении животных, наблюдается приспособление: угрожающая поза, предупреждающая и отпугивающая врага, замирание, забота о потомстве, запасание корма, постройка гнезда, норы. Поведение животных направлено на защиту и сохранение от врагов и действий факторов среды.

У растений также выработались приспособления к защите, размножению, распространению: колючки; яркая окраска цветков насекомоопыляемых растений; разное время созревания тычинок и семязачатков препятствует самоопылению; разнообразие плодов способствует распространению семян. Все приспособления имеют относительный характер, так как действуют в определённых условиях, в которых адаптирован организм. При изменении условий приспособления могут не защитить организм от гибели, а следовательно, признаки перестают быть приспособительными. Узкая специализация может стать причиной гибели в изменившихся условиях.

Рассмотрим пример задания на установление последовательности.

Установите последовательность формирования приспособленности растений в процессе эволюции. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) размножение особей с полезными изменениями
- 2) возникновение различных мутаций в популяции
- 3) формирование популяции с новыми приспособительными признаками
- 4) сохранение особей с полезными наследственными изменениями в данных условиях среды

Появление любого признаков у организма – это мутация (2). Далее эта мутация может исчезнуть, если она приводит к гибели организма, или закрепиться и распространиться в популяции, если она нейтральна или полезна в данных условиях среды (4). Полезный признак распространяется в популяции за счёт преимущественного размножения особей с этим признаком (1). Наконец, организмы с этой приспособленностью распространяются в популяции и вытесняют другие организмы (3).

Ответ:

2	1	4	3
---	---	---	---

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее. Заполнить таблицу.

Критерии вида	Характеристика критерия	Примеры

Ответить на вопросы.

1. Что такое вид? Какие особенности вида отражены в его определении?
2. Объясните, почему только используя всю совокупность критериев, можно достоверно отличить один вид от другого.
3. Дайте определение микроэволюции. К чему она приводит?
4. Под влиянием каких факторов эволюции происходит видообразование?
5. Какие генетические механизмы лежат в основе видообразования?

6. Каковы пути и способы видообразования? Приведите соответствующие примеры.

Выполнить задание.

Установите правильную последовательность процессов, происходящих при географическом видообразовании. Запишите в таблицу соответствующую последовательность цифр.

- 1) образование новых видов
- 2) изменение генофонда и появление репродуктивной изоляции
- 3) сохранение новых признаков естественным отбором
- 4) мутагенез и борьба за существование в изолированных популяциях
- 5) расчленение исходного ареала преградами

Ответ:

--	--	--	--	--

6.4. Доказательства эволюции живой природы

Краткое содержание теоретического материала

Доказательства эволюции

1. Палеонтологические доказательства. *Палеонтология* изучает ископаемые организмы, выявляет сходство строения вымерших и ныне живущих видов. К основным методам палеонтологии относят изучение ископаемых переходных форм организмов и восстановление филогенетических рядов различных видов, т.е. изучение последовательности исторического развития флоры и фауны Земли. *Переходные формы* – организмы, сочетающие в себе признаки древних и молодых групп крупных систематических таксонов (классов, типов) – звероящеры, ихтиостеги и др. *Филогенетические ряды* составлены из ископаемых организмов, эволюционно связанных друг с другом и отражающих общий ход филогенеза (филогенетический ряд лошадей, слонов и других организмов).

2. Эмбриологические доказательства. Методы *эмбриологии* предоставляют возможность на основании изучения зародышевого развития и строения организмов установить их филогенетическое родство. Карл Бэр установил закон зародышевого сходства: эмбрионы различных классов и видов позвоночных животных обнаруживают в пределах типа большое сходство. Наибольшее сходство имеют зародыши на ранних стадиях развития: общие признаки типа формируются в ходе эмбриогенеза раньше, чем специальные. Биогенетический закон Э. Геккеля – Ф. Мюллера: онтогенез особи есть краткое и быстрое повторение филогенеза вида.

3. Сравнительно-морфологические доказательства. Единство происхождения систематических групп организмов доказывает общий план строения их органов и соответствующие эволюционные изменения. Морфологическое сходство в строении органов позволяет установить родство организмов. *Гомологичные органы* имеют сходный план строения и развиваются из одинаковых зародышевых зачатков, выполняют сходные или различные функции. *Аналогичные функции* – морфологически сходные органы, выполняющие одинаковые функции, но не имеющие единого плана строения и развивающиеся из разных зародышевых зачатков. Они свидетельствуют о сходстве приспособлений к одинаковым условиям среды, возникающих у разных организмов в ходе эволюции. *Рудиментарные органы* – упрощённые или недоразвитые образования, утратившие своё первоначальное значение. Наличие рудиментов объясняется постепенной утратой нормально развитых у предков органов, которые в процессе эволюции потеряли своё первоначальное значение, недоразвились или видоизменились. *Атавизм* – явление возврата к признакам предков, проявляющееся у отдельных организмов. Причина

появления атавизмов кроется в наличии у особей «генов предков», ответственных за данный признак. В норме их действие блокируется генами-репрессорами, но когда репрессоры перестают выполнять свои функции, гены активизируются, что приводит к появлению атавизмов. Иногда это бывает связано с общей задержкой онтогенеза. В отличие от рудиментов, которые встречаются у всех особей одного вида, атавизмы появляются внезапно только у единичных представителей.

4. Биogeографические доказательства. *Биogeография* изучает закономерности возникновения и распространения животных и растений на Земле. Сопоставляя и сравнивая фауну и флору современных континентов, учёные восстанавливают ход эволюционного процесса. Флора и фауна материков наряду со сходными группами организмов может иметь *эндемики* – виды, которые нигде больше в диком состоянии не встречаются. Это связано с длительной географической изоляцией территории. О животном и растительном мире прошлых эпох свидетельствуют *реликты* или «живые ископаемые» – виды ныне живущих организмов с примитивными признаками, сохранившимися от вымерших групп.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицы.

Доказательства эволюции	Характеристика	Примеры

Морфологические доказательства	Характеристика	Примеры
Гомологичные органы		
Аналогичные органы		
Атавизмы		
Рудименты		

Ответить на вопросы.

1. Какие типы палеонтологических находок служат доказательствами эволюции?
2. Приведите примеры организмов, которых относят к переходным формам.
3. Для каких групп организмов восстановлены филогенетические (палеонтологические) ряды? О чём они свидетельствуют?
4. Используя сведения о ранних стадиях эмбриогенеза (зиготе, бластуле, гастрале), подтвердите последовательность развития животного мира.
5. Охарактеризуйте гомологичные и аналогичные органы. Приведите примеры.
6. В чём отличие рудиментов от атавизмов? Приведите примеры рудиментарных и атавистичных органов.
7. В чём сущность биogeографических методов изучения макроэволюции? По какому принципу Землю разделяют на биogeографические области?
8. Чем можно объяснить сходство и отличие животного и растительного мира разных континентов? Приведите соответствующие примеры.
9. Почему сумчатые млекопитающие встречаются почти исключительно в Австралийской области?
10. Какие виды называют эндемиками и реликтами? В чём их различие? Приведите примеры реликтов.

Выполнить задание.

Установите соответствие между примерами и доказательствами эволюции, к которым их относят: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИМЕРЫ

- А) ласты дельфина и плавники рыбы
- Б) отпечатки листьев папоротника
- В) многососковость у человека
- Г) филогенетические ряды хоботных
- Д) окаменелости аммонитов
- Е) редуцированные тазовые кости у кита

ДОКАЗАТЕЛЬСТВА ЭВОЛЮЦИИ

- 1) палеонтологические
- 2) сравнительно-анатомические

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

6.5. Направления и пути эволюции

Краткое содержание теоретического материала

Макроэволюция – эволюция на надвидовом уровне, образование родов, семейств, классов и других надвидовых систематических таксонов. *Филогенез* – процесс исторического развития отдельных систематических групп (таксонов): родов, семейств, отрядов (порядков), классов, типов (отделов), царств и всего органического мира в целом.

Биологический прогресс – эволюционный успех в развитии систематической группы, приводящий к увеличению числа входящих в неё видов, расширению их ареалов, повышению численности особей, совершенствованию приспособленности организмов. *Биологический регресс* – эволюционный упадок в развитии систематической группы, приводящий к уменьшению числа входящих в неё видов, сужению их ареалов и понижению численности особей, снижению приспособленности организмов.

Пути эволюции. *Ароморфоз* (морфофизиологический прогресс) – крупные принципиально новые изменения в строении организмов, сопровождающиеся повышением общего уровня их организации. В результате ароморфозов приобретаются ранее отсутствовавшие приспособления, что приводит к расширению адаптивных возможностей организмов; формируются такие таксоны, как классы, типы, царства. *Идиоадаптация* – частные морфофизиологические приспособления к условиям обитания, не изменяющие общего уровня организации. В результате идиоадаптаций происходит расхождение (дивергенция) признаков у организмов, формируются гомологичные органы, образуются более мелкие таксоны, такие как отряды, семейства, роды. *Общая дегенерация* (морфофизиологический регресс) – упрощение общего уровня организации в связи с паразитическим или неподвижным образом жизни. Это ведёт к появлению существенных отличий от свободноживущих родственных видов. Морфофизиологический регресс всегда вторичен по отношению к биологическому прогрессу. Он сопровождается потерей или упрощением органов и признаков, которые в ходе эволюции оказались организмам ненужными. Редукция органов связана с мутациями, но если такие мутации сохраняются естественным отбором и обеспечивают выживание особи, то они закрепляются в поколениях и распространяются в популяции.

В процессе эволюции происходит закономерная смена одних направлений другими. После какого-либо ароморфоза начинается длительный период идиоадаптации, в результате которой возникают разнообразные формы организмов, отличающиеся образом жизни, местом обитания, способами питания, поведением и т.д.

Общие черты исторического развития и формы филогенеза. Различают следующие формы направленной эволюции: филетическую, дивергентную, конвергентную и параллельную. *Филетическая эволюция* характеризуется постепенными прогрессирующими приспособлениями одной систематической группы организмов, как

правило, одного вида. В результате движущего отбора изменяется генофонд вида, что приводит к возникновению новой, более прогрессивной формы, причём каждый следующий вид является непосредственным потомком предыдущего. *Дивергентная эволюция* – форма эволюции, в результате которой происходит расхождение признаков внутри одной группы организмов и образование нескольких филетических линий от единого предка в результате действия разрывающего (дизруптивного) отбора. *Конвергентная эволюция* – форма эволюции, связанная с независимым развитием сходных признаков у неродственных групп организмов, приводящая к схождению признаков у организмов. Конвергенция является результатом действия движущей формы отбора и возникает у неродственных организмов, обитающих в одинаковых условиях среды. *Параллельная эволюция* – независимое развитие сходных признаков у организмов близкородственных групп в одинаковых условиях среды. Параллелизм напоминает конвергенцию, но сходные признаки возникают у генетически близких организмов.

У участников ЕГЭ нередко вызывает затруднения определение путей и направлений в эволюции животных и растений на конкретных примерах. Исходным моментом при рассмотрении путей достижения биологического прогресса является схема, предложенная А.Н. Северцовым (имеется во всех учебниках). Она поможет определить путь эволюции и рассмотреть, к образованию каких таксонов он приводит. Следует также различать признаки биологического регресса и биологического прогресса и находить эти признаки у каждой группы.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.
Заполнить таблицы.

Пути эволюции	Результат	Примеры
1. Ароморфоз		
2. Идиоадаптация		
3. Общая дегенерация		

Формы направленной эволюции	Характеристика	Примеры

Ответить на вопросы.

1. Что такое биологический прогресс? Какие причины могут его вызвать? Приведите примеры организмов, находящихся в состоянии биологического прогресса.
2. Объясните, почему высокая численность вида способствует биологическому прогрессу.
3. Почему расширение ареала вида считают признаком биологического прогресса?
4. Чем ароморфоз отличается от идиоадаптации? Приведите примеры каждого пути эволюции.
5. Почему паразитизм нельзя отнести к биологическому регрессу?
6. Перечислите отличия конвергентной эволюции от дивергентной. Приведите примеры.

Выполнить задание.

Прочитайте текст. Выберите три предложения, в которых даны описания **биологического прогресса** у серой крысы (пасюка). Запишите в таблицу цифры, под которыми они указаны.

(1) В настоящее время серые крысы встречаются на всех континентах мира, от них полностью свободны только полярные и приполярные области. (2) Между пальцами задних лап у крыс имеются плавательные перепонки, поэтому они хорошо плавают и ныряют.
--

(3) Серые крысы живут около 1,5 лет, редкие особи могут прожить до трёх лет. (4) Численность серых крыс на Земле очень велика, чуть ли не вдвое превышает численность людей. (5) Вид Серая крыса продолжает занимать новые территории, образует множество популяций. (6) Как у всех грызунов, у серой крысы спереди резцы покрыты твёрдой эмалью, а сзади эмалевого слоя нет, поэтому поверхность резцов стачивается неравномерно, и они всегда острые.

Ответ:

--	--	--

6.6. Гипотезы возникновения жизни на Земле. Этапы развития органического мира на Земле

Краткое содержание теоретического материала

Возникновение жизни на Земле. *Биопоэз* – абиогенез, осуществившийся на Земле в прошлом и невозможный в настоящее время. Процесс шёл в три этапа: 1) абиогенный синтез органических соединений из неорганических; 2) образование из органических мономеров биологических полимеров; 3) формирование из биополимеров мембран и первых одноклеточных организмов – *пробионтов*.

Эволюция органического мира. Первые клеточные организмы были прокариотами, состояли из одной клетки, не имели ядра, были гетеротрофами. Позже появились: хемосинтетики и фотосинтетики. Первыми фотосинтезирующими организмами были анаэробные бактерии, затем появились цианобактерии. После появления первых одноклеточных произошло их разделение на прокариоты и эукариоты (в клетках сформировалось ядро, различные органоиды). Эукариоты разделились на три царства: растения, животные и грибы. Следующий ароморфоз – появление многоклеточности.

Эволюция растений. Основные черты эволюции растительного мира: 1) уменьшение в жизненном цикле доли полового поколения – гаметофита и преобладание бесполого поколения – спорофита; 2) переход от наружного оплодотворения к внутреннему и утрата зависимости полового процесса от воды; 3) развитие тканей, обеспечивающих выполнение функций: опоры, защиты, питания, транспорта и др., 4) разделение тела растений на органы (корни, стебли и листья) в связи с переходом к наземному существованию; 5) приспособление семенных растений к разным способам опыления, распространения семян.

Водоросли прошли усложнение от одноклеточности через колониальность к многоклеточности (в основном в водной среде). В жизненном цикле у зелёных водорослей преобладает гаметофит. Выход растений на сушу стал величайшим ароморфозом в развитии жизни на Земле.

Первые наземные растения – *риниофиты* – не имели органов, развились покровная и проводящая ткани (защита от высыхания и транспорт воды). В жизненном цикле стал преобладать спорофит, т.е. поколение, дающее споры. Мхи менее приспособлены к жизни на суше и являются тупиковой ветвью эволюции; в их жизненном цикле преобладает половое поколение (гаметофит), спорофит развит слабее и существует за счёт гаметофита. От риниофитов возникли высшие споровые растения – папоротникообразные: плауны, хвощи и папоротники. У них ветвистая форма побега (стебли и листья), корнеподобные выросты (ризоиды) и настоящие корни, обеспечившие эффективное всасывание из почвы воды и минеральных веществ. В жизненном цикле папоротникообразных преобладает спорофит. Спорофит – самостоятельное растение, не связанное с гаметофитом, он увеличился в размерах, приобрёл травянистые и древесные формы. Появление семенных папоротников – один из важнейших этапов в эволюции растений. У этих вымерших растений произошла дифференциация спорангиев и спор, женский спорангий преобразовался в семязачаток, а мужской – в пыльцевые гнёзда. В результате на Земле появились настоящие семенные растения – голосеменные, у которых женский гаметофит

представлен семязачатком с яйцеклеткой, а мужской – пыльцевым зерном со спермиями. Половые клетки голосеменных формируются во внутренних тканях, водная среда перестала играть роль в оплодотворении. Голосеменные растения стали размножаться семенами, содержащими питательные вещества, необходимые для развития зародыша при прорастании.

Следующая группа семенных растений – покрытосеменные (цветковые), у которых появились цветки как приспособление к опылению и оплодотворению. Вокруг семян из частей цветка развился плод – орган, обеспечивший защиту и распространение семян. В ходе эволюции у покрытосеменных образовались: разные способы опыления, разные виды плодов, обеспечивающих распространение семян, листопадность (приспособление к сезонным изменениям климата). В настоящее время покрытосеменные занимают господствующее положение в растительном мире.

Эволюция животных. Основные этапы эволюции: 1) развитие многоклеточности, специализация клеток, появление тканей, органов и систем органов; 2) образование наружного и внутреннего скелета – опоры тела и защиты органов, развитие подвижных конечностей; 3) появление нервной системы и усложнение поведения, обеспечивших приспособление к изменениям окружающей среды; 4) становление форм группового взаимодействия, отделяющих биологическую форму эволюции от социальной.

Предками всех животных были одноклеточные древние простейшие – жгутиконосцы, сходные с одноклеточными водорослями. Следующий этап – появление первых многоклеточных животных и специализация клеток. Далее появились многоклеточные двуслойные животные – кишечнополостные. У них произошла специализация клеток. Процесс переваривания пищи стал внутриполостным, однако сохранилось и внутриклеточное пищеварение.

Следующий этап – появление трёхслойных животных. Появление двусторонней симметрии тела, разделение на брюшную и спинную стороны, выделение переднего и заднего концов тела, образование четырёх типов тканей, возможность активного передвижения, усложнение нервной системы. Первыми такими организмами были свободно живущие плоские черви – планарии. Прогрессивные черты организации позволили им освоить не только водную среду, но и сушу (влажную почву), некоторые перешли к паразитическому образу жизни. От плоских червей произошли круглые и кольчатые черви, а от последних – членистоногие.

Главной предпосылкой завоевания членистоногими суши явилось развитие у них расчленённых конечностей и твёрдого хитинового покрова, играющего роль наружного скелета и защищающего тело от потери воды. Ракообразные остались жить преимущественно в воде, а паукообразные и насекомые освоили наземно-воздушную и почвенную среды. Наибольшего эволюционного расцвета достигли насекомые за счёт разнообразных конечностей, сложных ротовых аппаратов, появления крыльев и специальных органов дыхания – трахей.

Эволюция хордовых животных связана с развитием внутреннего скелета. Он служит опорой тела и защитой органов. Первыми хордовыми животными были вымершие бесчелюстные рыбы. От них произошли первые челюстноротые рыбы, у которых из первой пары жаберных дуг образовались подвижные челюстные кости, а на теле из кожных складок развились плавники. Эволюция рыб шла по пути совершенствования скелета и плавников. У одной группы рыб (хрящевые рыбы) развился хрящевой скелет, у другой (костные рыбы) – костный. Появились кистепёрые рыбы, которые могли дышать атмосферным воздухом с помощью примитивных лёгких, образованных впячиванием стенки кишки. Из плавников образовались мускулистые конечности первых наземных позвоночных животных. От кистепёрых рыб произошли первые наземные позвоночные животные – ихтиостеги.

Развитие лёгких и парных пятипалых конечностей наземного типа – вот два крупных эволюционных преобразования, обеспечивших животным второй выход на сушу. От

первых наземных позвоночных – ихтиостег – произошли стегоцефалы, а от них остальные земноводные. Земноводные по сравнению с рыбами обладают целым рядом эволюционно продвинутых черт: лёгкие, трёхкамерное сердце, два круга кровообращения, пятипалые конечности. Но их размножение связано с водой, поэтому им не удалось широко освоить наземно-воздушную среду.

Первыми позвоночными животными, завоевавшими сушу, стали пресмыкающиеся. Этому предшествовало появление роговых чешуй на коже и яиц с оболочками. Кожные покровы пресмыкающихся стали непроницаемыми для воды и атмосферного воздуха, вследствие чего дыхательная поверхность лёгких увеличилась, а в желудочке сердца появилась неполная перегородка. Оболочки яйца обеспечили питание, дыхание и защиту зародыша, что сделало размножение сухопутных животных не зависящим от водной среды. Внутреннее оплодотворение повысило надёжность размножения.

Дальнейшее завоевание суши продолжили птицы и млекопитающие. Они приобрели ряд прогрессивных черт: теплокровность и сложное поведение. Теплокровность за счёт повышения уровня обмена веществ в организме обеспечила независимость от окружающей среды. Этому способствовало четырёхкамерное сердце, более совершенные лёгкие, перьевой и волосной покровы, защищающее тело от температурных воздействий среды. Развитие головного мозга у птиц и млекопитающих привело к усложнению их поведения. Оно проявилось в выраженной заботе о потомстве, способности к выработке условных рефлексов. Сложное поведение привело к различным формам группового взаимодействия, к появлению высшего отряда млекопитающих – приматов – и к возникновению биосоциального существа – человека.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Эры	Периоды	Растения Основные ароморфозы	Животные. Основные ароморфозы

Ответить на вопросы.

1. Чем первые настоящие клетки отличались от пробионтов?
2. Какие ароморфозы произошли в метаболизме первых клеток?
3. Какое значение для развития жизни на Земле имело возникновение фотосинтеза?
4. Какие ароморфозы произошли в эволюции первых одноклеточных организмов?
5. Какие из современных организмов принадлежат к надцарству Прокариоты?
6. Какие ароморфозы произошли в эволюции эукариот? Какое значение для развития жизни имели эти эволюционные преобразования?
7. На чём основано выделение трёх царств эукариот? Какие факты свидетельствуют об их эволюционном родстве?
8. Назовите основные ароморфозы у растений. Каково их значение?
9. Какие идиоадаптации обеспечили процветание цветковых растений?
10. Назовите основные ароморфозы у хордовых животных. Каково их значение?
11. Какие идиоадаптации обеспечили освоение млекопитающими различных сред обитания? Приведите примеры таких животных.

Выполнить задание.

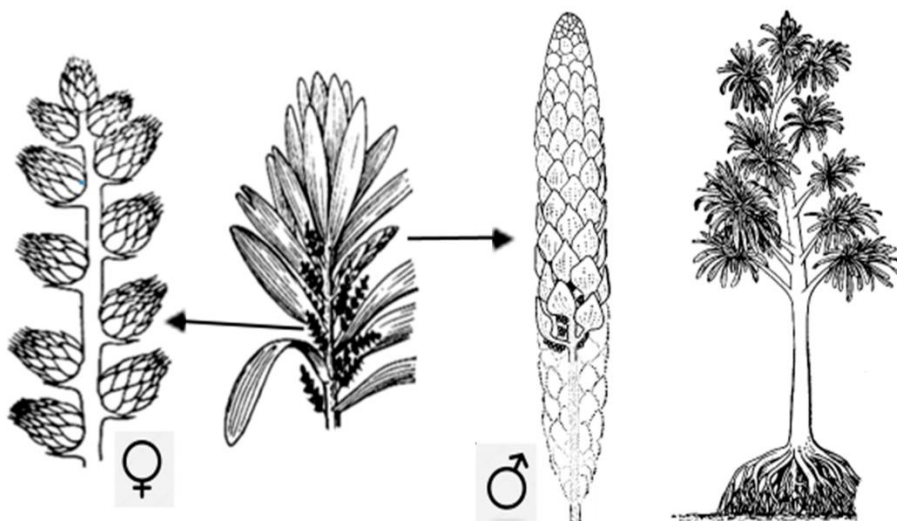
На рисунке изображены отпечатки листа (1) и семени (2), а также реконструкция (3) вымершего растения, обитавшего 350–275 млн лет назад, и его органов.



1



2



Используя фрагмент «Геохронологической таблицы», определите, в какой эре и каких периодах обитал данный организм.

Это растение палеоботаники считают древним вымершим представителем одного из современных отделов растений. Назовите этот отдел. Приведите соответствующие доказательства. Почему изображённое растение относят к однодомным?

Геохронологическая таблица

Эры		Периоды
Название и продолжительность, млн лет	Возраст (от начала эры), млн лет	Название и продолжительность, млн лет
Кайнозойская, 66	66	Четвертичный, 2,6
		Неоген, 20,5

		Палеоген, 43
Мезозойская, 186	252	Меловой, 79
		Юрский, 56
		Триасовый, 51
		Пермский, 47
Палеозойская, 289	541	Каменноугольный, 60
		Девонский, 60
		Силурийский, 25
		Ордовикский, 41
		Кембрийский, 56

6.7. Антропогенез. Человеческие расы

Краткое содержание теоретического материала

Антропология – наука, изучающая происхождение и эволюцию человека. Человек как биологический вид относится к типу Хордовые, к классу Млекопитающие. Родство человека и животных подтверждается существованием у него рудиментов (аппендикс, рудимент третьего века, рудиментарные ушные мышцы, рудиментарная мышца в основании волосяной сумки, зубы мудрости, часто недоразвитые или отсутствующие) и появлением атавизмов (появление хвоста, дополнительных сосков, образование сплошного волосяного покрова). Человек относится к отряду Приматов и имеет черты сходства с человекообразными обезьянами (конечности хватательного типа, одна пара сосков, наличие ногтей на пальцах, хорошо развиты ключицы, рождение, как правило, одного детёныша, замена молочных зубов на постоянные, 4 группы крови, сходство строения кожи, сходство хромосомного набора).

Отличительные признаки человека: прямохождение, изгибы позвоночника, плоская грудная клетка, широкий таз, хорошо развитый и противопоставляющийся большой палец, отсутствие сплошных надбровных дуг, челюсти слабые, клыки маленькие, наличие подбородочного выступа, хорошо развитая мозговая часть черепа, большой объём мозга (1600 см³). Специфические черты человека: членораздельная речь, абстрактное мышление, хорошо развитая вторая сигнальная система.

Движущие силы эволюции человека. Биологические факторы антропогенеза: мутации, наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный отбор. Прямохождение, противопоставляющийся большой палец, большой объём мозга сформировались по законам биологической эволюции. Прямохождение позволило освободить руки, использовать их в трудовой деятельности. Изготовление орудий труда повлияло на формирование руки и на появление речи. Социальные факторы: труд, речь, общественный образ жизни, изменение характера пищи привело к изобретению искусства, возникновению общественных отношений и социальных законов, которые способствовали формированию сознания и мышления, что в свою очередь стимулировало развитие мозга. Биологические законы развития сменились на социальные, темпы антропогенеза резко ускорились.

Этапы антропогенеза. Предшественник человека (протоантроп) → древнейший человек (архантроп) → древний человек (палеоантроп) → человек современного типа (неоантроп).

От дриопитеков произошли австралопитеки (рост 100–150 см, масса мозга 550 г; ходили на коротких ногах при выпрямленном положении тела, обитали на открытых пространствах, занимались охотой и собирательством, использовали крупные гальки, кости крупных копытных). Следующая ступень – архантропы – древнейшие люди: питекантроп (Ява), синантроп (Китай), гейдельбергский человек (Средняя Европа) и др. Характеристики: наличие надбровного валика, отсутствие настоящего подбородочного выступа, низкий лоб и плоский нос, объём головного мозга – около 1000 см³, рост около

160 см; использовали каменные орудия, охотились на крупных млекопитающих, птиц, жили в пещерах, строили примитивные укрытия из крупных камней, использовали огонь.

Древние люди – неандертальцы. Характеристики: высокий свод черепа, менее покатый лоб, сплошной надглазничный валик, большое лицо с широко расставленными глазами, слабое развитие подбородочного выступа, крупные зубы, совершенные каменные орудия; умели добывать огонь, у них появилась речь.

Новые люди – кроманьонцы (в Европе, Азии, Африке, Австралии). Характеристики: объём мозга 1600 см³, высокий рост, могучее телосложение, отсутствие сплошного надбровного валика, наличие подбородочный выступ, что свидетельствует о развитой речи; жилища в пещерах, наличие наскальной живописи, ношение одежды. В настоящее время существует один вид человека.

Человеческие расы. Расы – исторически сложившиеся группировки людей, характеризующиеся общностью наследственных факторов и морфологических особенностей (цвет кожи, глаз и волос, строение век и т.д.). Представители разных рас принадлежат к одному и тому же виду и при скрещивании дают плодовитое потомство. Выделяют три большие расы: европеоидная (евразийская), негро-австралоидная (экваториальная), монголоидная (азиатско-американская). Внутри каждой расы выделяют малые расы. Процесс возникновения и становления человеческих рас называют расогенезом (начался 90–92 тыс. лет назад). Расы произошли от одного первичного очага под действием естественного отбора. Современное человечество характеризуется полиморфизмом, представлено адаптивными типами людей (арктическим, высокогорным, тропическим, умеренного пояса), сформировавшимися в разных условиях среды.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Признаки человека, приобретённые в процессе эволюции	Биологические факторы эволюции	Социальные факторы эволюции
Увеличение объёма головного мозга		
Прямохождение		
Развитие руки как органа труда		
Возникновение речи		
Развитие мыслительной деятельности		
и т.д.		

Ответить на вопросы.

1. Определите систематическое положение современного человека в классификации, начиная с наивысшей категории.
2. Перечислите признаки, определяющие принадлежность человека к типу Хордовые, классу Млекопитающие, отряду Приматы, семейству Люди, роду Человек.
3. Какие сравнительно-морфологические и эмбриологические признаки свидетельствуют о сходстве человека с животными?
4. Какие черты современного человека отличают его от высших человекообразных обезьян? В чём причина этих отличий?
5. Какие признаки развились у человека в связи с прямохождением? Каково их значение для человека?
6. Чем отличается высшая нервная деятельность человека и животных?
7. Какие биологические и социальные факторы явились движущими силами антропогенеза?

8. Почему в процессе эволюции человека биологические факторы уступили место социальным?
9. Какие стадии выделяют в антропогенезе? Охарактеризуйте каждую стадию.
10. Что такое человеческие расы? Объясните, почему людей разных рас относят к одному виду.

Выполнить задание.

Какие эмбриологические доказательства эволюции подтверждают родство человека с другими позвоночными животными?

- 1) развитие у зародыша хвостового отдела
- 2) сходство ископаемых остатков животных и человека
- 3) закладка у зародыша жаберных щелей
- 4) отсутствие сплошного волосяного покрова
- 5) закладка у зародыша сердца в виде трубки с пульсирующими стенками
- 6) рождение детей с 46 хромосомами

Ответ:

--	--	--

Блок 7. Экосистемы и присущие им закономерности

Содержание данного блока проверяется в следующих линиях заданий КИМ ЕГЭ 2023 г.: 17, 18, 19, 20 (встречается обязательно); 21, 27 (возможно).

7.1. Среда обитания организмов. Экологические факторы: абиотические, биотические. Антропогенный фактор. Их значение

Краткое содержание теоретического материала

Экология – наука, изучающая взаимодействие организмов между собой и с окружающей средой, закономерности развития экосистем, взаимоотношения организмов в них, эволюцию сообществ и биосферы. Знание экологии является основой охраны природы, прогнозирования и управления экосистемами в условиях научно-технического прогресса. *Среда обитания* – совокупность условий живой и неживой природы, в которых существует данный организм (популяция, вид) и с которыми они находятся в прямых и косвенных взаимоотношениях.

Среды обитания и их характеристика

1. Водная среда: большая плотность, перепады давления, малое содержание кислорода, ограниченность света, небольшие перепады температуры.

2. Наземно-воздушная среда: низкая плотность и давление, высокое содержание кислорода и обилие света, суточные и сезонные температурные перепады, неравномерное распределение влаги.

3. Почвенная среда: большая плотность, отсутствие света, незначительные температурные колебания, низкое содержание кислорода.

4. Внутриорганизменная среда: стабильные температурные и газовые условия, достаточное количество пищи и воды, защищённость от неблагоприятных внешних воздействий, ограниченность пространства.

Экологические факторы – различные компоненты окружающей среды прямо или косвенно влияющие на живые организмы.

Абиотические факторы – факторы неживой природы, влияющие на организм: климатические (свет, влажность, температура), почвенные, рельеф, атмосферные газы.

Свет. Действие обусловлено интенсивностью, спектральным составом солнечного света, сезонной и суточной периодичностью. Ультрафиолетовые лучи губительны для всего

живого (защита – озоновый экран атмосферы). Видимый спектр необходим для растений (фотосинтез протекает в основном в красном спектре); для большинства животных (инфракрасные лучи – источник тепловой энергии, вызывают нагревание тканей, важны для хладнокровных животных: насекомых, пресмыкающихся). Степень освещённости определяет условия произрастания растений. Различают растения тенелюбивые, теневыносливые и светолюбивые.

Фотопериодизм – это реакция организма на длину светового дня, связан с биологическими часами организма. Биологические часы определяют физиологические ритмы в соответствии с изменениями в окружающей среде. У растений суточный фотопериодизм контролирует процессы фотосинтеза, у животных – это приспособления к дневному и ночному образу жизни. Сезонный ритм – это регулируемая фотопериодизмом реакция организма на изменение времени года (листопад, зимний покой, перелёты).

Температура. У животных процессы жизнедеятельности протекают при температуре тела от 0° до +40 °С, лишь немногие организмы приспособлены к жизни при высоких температурах. Организмы делятся на хладнокровных с непостоянной температурой тела и теплокровных с постоянной температурой. Для хладнокровных характерен анабиоз – временное состояние организма, при котором все жизненные процессы замедляются и отсутствуют видимые признаки жизни. Для теплокровных характерна спячка. У растений процесс фотосинтеза идёт наиболее интенсивно в диапазоне +15...+25 °С.

Влажность. Животные – обитатели засушливых мест ведут ночной образ жизни (избегают перегрева и испарения воды в дневное время), или у них снижается жизненная активность – летняя спячка (сурки). Растения могут сбрасывать листву в жаркое сухое лето, иногда у них полностью отмирают надземные побеги; могут находиться в виде покоящихся подземных побегов (луковичные растения). Различают влаголюбивые и засухоустойчивые растения. Приспособления к недостатку влаги ярко выражены у засухоустойчивых растений (колючки, длинные корни, мясистые стебли).

Почва служит средой обитания для многих микроорганизмов, животных, в ней закрепляются корни растений и гифы грибов. Основными факторами для почвенных обитателей являются её структура, химический состав, влажность, наличие питательных веществ.

Биотические факторы – совокупность взаимодействия и влияние живых организмов друг на друга. Формы взаимодействий следующие.

Нейтрализм – независимые отношения между совместно обитающими на одной территории разными видами (белка и лось).

Хищничество – одна из особей испытывает отрицательное воздействие со стороны другой. Хищники питаются организмами, уничтожая свои жертвы. Увеличение численности хищника приводит к уменьшению популяции жертвы. В свою очередь, падение численности жертвы приводит к уменьшению хищников, которым не хватает пищи.

Паразитизм – один вид живёт за счёт другого, используя его как источник питания, как место обитания. Паразит питается за счёт соков хозяина длительное время, нанося вред, но не убивая сразу.

Конкуренция – это взаимоотношения между особями одного (внутривидовая конкуренция) или разных (межвидовая конкуренция) видов, которые выражаются в соперничестве организмов за право обладания одинаковыми ресурсами среды. Эти отношения отрицательно сказываются на обеих вступивших во взаимодействие сторонах. Присутствие одного вида или организма уменьшает пищевые ресурсы, сокращает территорию расселения другого.

Мутуализм – это взаимовыгодное сожительство двух или более организмов, построенное на пищевых связях.

Кооперация – это форма взаимовыгодного сожительства, построенная на пищевых связях между организмами двух или более видов.

Симбиоз – это форма совместного существования организмов разных видов, извлекающих взаимную выгоду от такого сожительства, построенная, как правило, на пищевых отношениях.

Комменсализм – форма биотических взаимодействий, когда один организм (комменсал) односторонне использует другой (хозяина) без нанесения ему вреда. Комменсализм, основанный на потреблении остатков пищи хозяев – *нахлебничество*, а комменсализм, основанный на предоставлении комменсалам убежища – *квартиранство*. Такие взаимоотношения содействуют совместному существованию организмов разных видов в пространстве и способствуют более полному использованию этими видами ресурсов среды обитания.

Аменсализм – это форма биотических взаимодействий, при которой деятельность одного организма приводит к угнетению другого, причём угнетающий организм не получает от этого ни пользы, ни вреда.

Разнообразные формы взаимоотношений, которые построены на пищевых, пространственных и других типах взаимодействия, регулируют численность популяций и определяют устойчивость сообщества.

Антропогенный фактор – воздействие человека и его хозяйственной деятельности на живые организмы и природу в целом. Может быть положительным: рациональное природопользование, охрана видов и пр., отрицательное: браконьерство, уничтожение видов и пр.

На организмы действует комплекс факторов окружающей среды. Наиболее благоприятная для организма интенсивность экологического фактора называется оптимальной (оптимумом). Отклонение от оптимального действия фактора приводит к угнетению жизнедеятельности организма. Граница, за пределами которой невозможно существование организма, называется пределом выносливости. Фактор среды, выходящий за пределы выносливости организма, называется ограничивающим. Чем шире предел выносливости, тем пластичнее организм. Взаимодействие различных экологических факторов заключается в том, что изменение интенсивности одного может сузить предел выносливости организма к другому фактору или, наоборот, увеличить его.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицы.

Группа экологических факторов	Характеристика фактора	Пример
Абиотические		
Биотические		
Антропогенный		

Виды биотических взаимодействий	Характеристика (особенности)	Примеры

Ответить на вопросы.

1. Чем отличается наземно-воздушная среда от водной?
2. Что представляют собой экологические факторы?
3. В чём проявляются морфологические, физиологические и поведенческие адаптации к температуре среды у теплокровных животных?

4. Белки, как правило, обитают в хвойном лесу и питаются преимущественно семенами ели. Какие биотические факторы могут привести к сокращению численности популяции белок?
5. Какое значение имеют биологические ритмы для живых организмов? Опишите суточные и годовые ритмы у берёзы, бурого медведя.
6. Каково значение фотопериодизма в жизни растений и животных?
7. Объясните, почему хищников называют санитарами природы. Какова их роль в экосистеме?
8. К какому типу отношений можно отнести опыление растений насекомыми, распространение плодов и семян животными, разработку человеком торфяных болот?

Выполнить задание.

Установите соответствие между характеристиками и видами излучения: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ХАРАКТЕРИСТИКИ	ВИДЫ ИЗЛУЧЕНИЯ
А) являются основным источником тепловой энергии	1) ультрафиолетовые лучи
Б) обеспечивают реакцию организмов на изменение длины дня	2) лучи видимого спектра
В) поглощаются при фотосинтезе	3) инфракрасные лучи
Г) воспринимаются термолекторами некоторых пресмыкающихся	
Д) оказывают бактерицидное воздействие на биосферу	
Е) являются сильным мутагеном для живых существ	

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

7.2. Экосистема, её компоненты. Цепи и сети питания

Краткое содержание теоретического материала

Экологическая система – единый природный комплекс, образованный живыми организмами и средой их обитания. Организмы экосистемы составляют единое сообщество, связаны друг с другом на основе пищевых связей и способов получения энергии. **Биогеоценоз** – однородный участок земной поверхности с исторически сложившимся определённым составом живых организмов и компонентами неживой природы (почвой, атмосферой, климатом, солнечной энергией), характеризующийся относительной устойчивостью и саморегуляцией. **Биоценоз** – целостная, саморегулирующаяся биологическая система, образованная живыми организмами, обитающими на данной территории.

В экологической системе всё разнообразие живых организмов по типу питания можно разделить на три функциональные группы: продуценты, консументы, редуценты. **Продуценты** – автотрофы (зелёные растения, цианобактерии), производящие органические вещества из неорганических и способные аккумулировать солнечную энергию. **Консументы** – гетеротрофы (животные), потребляющие готовые органические вещества. Консументы I порядка – травоядные животные, Гетеротрофы, использующие животную

пищу, подразделяются на консументов II, III и т.д. порядков – это плотоядные животные. *Редуценты* – гетеротрофные микроорганизмы, грибы, разрушающие и минерализующие органические остатки. Редуценты заканчивают круговорот веществ, образуя неорганические вещества для вступления их в новый цикл.

Основу взаимодействия живых организмов в биоценозе составляют *пищевые цепи*. В биоценозе между организмами формируется цепь питания – взаимосвязь видов, последовательно извлекающих органические вещества и энергию из исходного вещества, при этом каждое предыдущее звено является пищей для следующего. Взаимосвязи в цепях питания осуществляются по схеме:

Продуценты → консументы I → консументы II → консументы III.

Редуценты включаются на любом уровне, где есть мёртвая органика.

В каждом звене большая часть энергии теряется в виде тепла, что ограничивает число звеньев в цепи. Правило экологической пирамиды отражает закономерность, согласно которой в любой экосистеме на каждый следующий уровень переходит только 10% биомассы и энергии от предыдущего.

Характеристика биоценозов. Биоценозы характеризуются видовым разнообразием, плотностью, биомассой, биологической продуктивностью. *Видовое разнообразие* – это число видов живых организмов, образующих биоценоз и определяющих различные пищевые уровни в нём. Число видов, обитающих в сообществе, характеризует его видовое богатство, качественный состав. Некоторые виды являются доминантными в сообществе, превосходя по численности остальные виды. Если в сообществе доминируют несколько видов, а плотность остальных очень мала, то разнообразие низкое. Если при том же видовом составе численность каждого из них более или менее выровнена, то видовое разнообразие высокое. Биоценоз характеризуется биомассой и биологической продуктивностью. Биомасса – это общее количество органического вещества и заключённой в нём энергии всех особей данной популяции или всего биоценоза, приходящейся на единицу площади. Самой низкой биомассой и продукцией обладают пустыни и тундры, самой высокой – тропические леса.

Биологическая продуктивность – скорость образования биомассы в единицу времени. Это наиболее важный показатель энергии жизнедеятельности организма, популяции и экосистемы в целом. У различных экосистем продуктивность неодинакова. Она зависит от величины солнечной радиации, почвы, климата. Самой низкой биомассой и продукцией обладают пустыни и тундры, самой высокой – дождевые тропические леса. По сравнению с сушей биомасса Мирового океана значительно ниже, хотя он занимает 71% всей поверхности планеты. Это связано с низким содержанием питательных веществ. В прибрежной зоне, бухте биомасса значительно возрастает.

Различают два типа трофической сети: пастбищную и детритную. В пастбищной пищевой сети энергия идёт от растений к растительноядным животным, а далее к консументам более высокого порядка. Это сеть выедания, или пастбищная сеть. Травоядные животные пасутся, выедают зелёные растения и передают энергию на следующие уровни. В детритной цепи поток энергии начинается с мёртвых растительных и животных остатков, экскрементов и идёт к первичным детритофагам – редуцентам, частично разлагающим органические вещества. Это сеть разложения. В наземных биогеоценозах присутствуют оба типа трофической сети. В водных сообществах преобладает цепь выедания. И в том, и в другом случае энергия используется полностью.

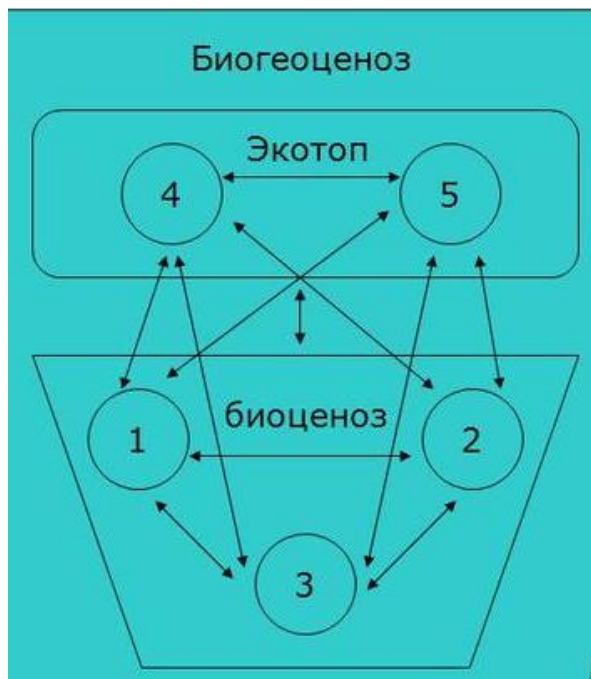
Пространственная структура – распределение организмов по надземным и подземным ярусам сообщества. Ярусность – приспособление организмов к наиболее полному использованию ресурсов среды. Существует горизонтальная и вертикальная ярусность, которая обусловлена неоднородностью микрорельефа, деятельностью растений, животных, человека.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Изучить схему биогеоценоза и определить образующие его элементы под номерами

1–5.



Ответить на вопросы.

1. Какие функциональные группы организмов различают в экосистеме? Охарактеризуйте роль организмов разных функциональных групп в поддержании экосистемы.
2. Что такое трофический уровень экосистемы? Какие организмы входят в состав разных трофических уровней экосистем?
3. Объясните, с чем связано ограничение числа трофических уровней в экосистемах. Чем определяется устойчивость естественных экосистем?
4. Почему первый трофический уровень в экосистемах представлен автотрофными организмами?
5. Что такое трофические (пищевые) цепи экосистемы? Приведите примеры пастбищных и детритных цепей. В чём их различие? От чего зависит их длина?
6. Почему сов в экосистеме леса относят к консументам II порядка, а мышей – к консументам I порядка?
7. Составьте пищевую цепь, используя все названные ниже объекты: перегной, паук-крестовик, ястреб, большая синица, комнатная муха. Определите консумента третьего порядка в составленной цепи.
8. Охарактеризуйте правила экологической пирамиды.

Выполнить задание.

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

В экосистеме пойменного луга

- 1) сбалансированный круговорот веществ
- 2) действует искусственный отбор
- 3) разветвлённые пищевые сети
- 4) всегда преобладают продуценты одного вида

- 5) отсутствуют консументы и редуценты
- 6) имеется видовое разнообразие трав

Ответ:

--	--	--

7.3. Разнообразие экосистем. Агроэкосистемы. Саморазвитие и смена экосистем

Краткое содержание теоретического материала

Свойства биогеоценозов – целостность, самовоспроизводство, устойчивость, саморегуляция и саморазвитие. Изменения в них бывают циклическими и поступательными (сукцессии). Основой устойчивости сообществ является их биологическое разнообразие и замкнутый круговорот веществ.

Всё разнообразие природных сообществ на нашей планете образовано водными и наземными экосистемами. Водные сообщества называют *гидроценозами*, они являются составной частью различных *водных экосистем*. Наземные сообщества организмов образуют экосистемы суши – *биогеоценозы*, которые существуют в границах определённого растительного сообщества – фитоценоза.

Водные экосистемы входят в состав Мирового океана, занимающего вместе с морями и их бассейнами около 71% поверхности земного шара. Водные экосистемы характеризуются большим разнообразием. Основным источником энергии для водной экосистемы – солнечный свет. Он используется главными продуцентами – одноклеточными водорослями и цианобактериями, составляющими *фитопланктон*. Биомасса фитопланктона невелика – всего несколько миллиграммов на 1 м³ воды, но он обладает высокой продуктивностью. Фитопланктон обеспечивает существование консументов I порядка, образующих *зоопланктон*. Зоопланктоном питаются более крупные животные – консументы II порядка, служащие пищей для более крупных рыб – консументов III порядка, которых поедают рыбацкие хищники, образующие четвёртый трофический уровень экосистемы. На дне водоёма, где меньше кислорода и недостаточно света для фотосинтеза, главным источником энергии служат отмершие растения и погибшие животные, т.е. детрит. В состав обитателей дна – *бентоса* – входят животные, питающиеся детритом, выполняющие в экосистеме роль редуцентов.

Среди наземных природных экосистем условно выделяют древесные и травянистые экосистемы. Важнейшая роль в экосистеме леса принадлежит древесным растениям. Они создают особый световой и температурный режим абиотической среды экосистемы, формируют лесную подстилку, служат прибежищем и пищей для многих животных, грибов и микроорганизмов. Примером травянистой экосистемы является луг.

Биогеоценозы существуют на определённой территории земной поверхности и способны выдерживать изменения, вносимые их компонентами. Природные биогеоценозы отличаются целостностью, самовоспроизводством, устойчивостью, саморегуляцией, а также способностью сообщества организмов биогеоценоза к циклическим и поступательным изменениям. Целостность достигается круговоротом веществ и поступлением энергии. Самовоспроизводство биогеоценоза определяется способностью организмов к размножению. Устойчивость биогеоценоза – это способность выдерживать изменения, вызванные разными воздействиями. Биогеоценозы способны к *саморазвитию* – изменениям, вызванным действием различных факторов, в первую очередь живого компонента. Закономерный процесс превращения одних сообществ организмов в другие в направлении повышения их устойчивости называют *сукцессией*. Основная причина сукцессий – несбалансированность круговорота веществ в сообществе организмов. Различают сукцессии первичные и вторичные. *Первичные сукцессии* начинаются на участках, лишённых почвы и растительности – например, на голых скалах острова, образовавшегося в результате вулканического извержения, на песчаных отмелях. Вначале

поселяются наземные водоросли и лишайники, которые образуют *пионерные сообщества*. В результате разрушения материнской породы происходит образование почвенного слоя. Впоследствии на этом месте появляются мхи. Одновременно с лишайниками и мхами территорию заселяют мелкие насекомые, пауки и другие беспозвоночные животные. Далее становится возможным прорасти занесённых ветром семян мелких растений (однолетних и многолетних трав). С накоплением в почве перегноя и повышением её влажности постепенно формируются луга и степи, которые далее могут превратиться в широколиственные леса, смешанные и хвойные леса. *Вторичные сукцессии* происходят на месте существовавших ранее сообществ после их нарушения (лесного пожара, вырубки леса, выпаса скота и т.д.). Такие сукцессии протекают быстрее, чем первичные, так как в нарушенных сообществах сохраняются семена, споры, подземные органы растений, покоящиеся стадии насекомых и др. Большинство вторичных сукцессий вызваны деятельностью человека, поэтому их называют *антропогенными сукцессиями*.

Агроэкосистемы (агроценозы) – искусственно созданные и поддерживаемые человеком экосистемы для получения сельскохозяйственной продукции (поля, сенокосы, парки, сады, огороды и др.). Характеристики агроценоза: малая экологическая надёжность, но высокая урожайность; часто монокультура, отсутствие устойчивости сообщества. Действие естественного отбора ослаблено человеком; искусственный отбор действует в направлении сохранения организмов с максимальной продуктивностью. Помимо солнечной энергии, используются минеральные и органические удобрения, вносимые человеком. Основная часть питательных веществ постоянно выносится из круговорота в качестве урожая, т.е. круговорот веществ незамкнутый. В агроценозе человек является консументом I порядка (пищевая цепь прерывается). Агроценозы неустойчивы и без участия человека существуют от 1 года (зерновые, овощные) до 20–25 лет (плодово-ягодные).

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицы.

Признаки для сравнения	Экосистемы	Агроценозы
Разнообразие видов		
Цепи питания		
Сети питания		
Круговорот веществ		
Саморегуляция		
Использование энергии		
Устойчивость		

Ответить на вопросы.

1. Охарактеризуйте основные свойства биогеоценозов. Какие процессы в природе обусловлены проявлением этих свойств? Приведите примеры.
2. Почему биомасса продуцентов в водной экосистеме меньше, чем биомасса консументов? Ответ поясните.
3. В чём состоят изменения в биогеоценозах? Приведите примеры суточных, сезонных и многолетних изменений. Каковы их причины?
4. Что такое сукцессия? Чем первичные сукцессии отличаются от вторичных? Приведите примеры первичных и вторичных сукцессий.
6. С какой целью человек создаёт агробиоценозы и агроэкосистемы?
7. Перечислите основные отличия агроэкосистем от биогеоценозов.
8. Известно, что агроценозы менее устойчивы, чем биогеоценозы. Укажите не менее трёх признаков, которые доказывают это утверждение.

9. Почему в агроэкосистемах часто наблюдается вспышки численности отдельных видов, а в естественных экосистемах это происходит значительно реже?

Выполнить задание.

Установите соответствие между экосистемами и их видами: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ЭКОСИСТЕМЫ

- А) прерии и пампасы
- Б) гречишное поле
- В) осинник
- Г) ельник-черничник
- Д) смешанный лес
- Е) яблоневый сад

ВИДЫ ЭКОСИСТЕМ

- 1) биогеоценозы
- 2) агроценозы

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

А	Б	В	Г	Д	Е

7.4. Биосфера – глобальная экосистема. Живое вещество, его функции. Биологический круговорот веществ и превращение энергии в биосфере

Краткое содержание теоретического материала

Биосфера – оболочка Земли, населённая живыми организмами. Учение о биосфере разработал В.И. Вернадский. Согласно ему, биосфера включает совокупность всех живых тел природы и их остатков, а также части атмосферы, гидросферы и литосферы, населённые живыми организмами или несущие следы их жизнедеятельности. В атмосфере в основном заселён её нижний слой – тропосфера. Жизнь в атмосфере ограничена озоновым экраном. В литосфере жизнь сосредоточена в основном в её верхней части и ограничена высокими температурами. Наиболее плотно заселён организмами поверхностный слой земной коры, который составляет почва. Вся совокупность живых организмов планеты составляет биомассу Земли.

В составе биосферы выделяют живое, биогенное, косное, биокосное, радиоактивное, космогенное вещества. *Живое вещество* представлено совокупностью всех организмов, существующих в данный момент на нашей планете. Организмы прошлых геологических эпох представлены в современной нам биосфере в виде биогенного и биокосного вещества. *Биогенное вещество* создано организмами прошлых геологических эпох и представлено соединениями и полезными ископаемыми (известняк, нефть, газ, уголь, торф). *Косное вещество* (горные породы, минералы) создано процессами, в которых живые тела природы не участвовали. Сложное происхождение в биосфере имеет *биокосное вещество* (почва, грунт водоёмов), образованное одновременно организмами и абиогенными процессами. *Радиоактивное вещество* биосферы составляют радиоактивные руды и конечные продукты их распада. *Космогенное вещество* представлено метеоритами и космической пылью, непрерывно выпадающими на Землю из космоса. Самым активным компонентом биосферы является её живое вещество.

Функции живого вещества. *Энергетическая* функция – вовлечение организмами в энергетические потоки солнечного излучения: накопленная фотосинтезирующими организмами энергия в виде химических связей синтезированных первичных органических веществ затем перераспределяется между остальными компонентами биосферы. *Газовая* функция – постоянный газообмен организмов с окружающей средой в процессе дыхания и фотосинтеза, поддержание постоянства газового состава атмосферы. *Концентрационная*

функция – накопление в телах организмов отдельных химических элементов. Следствие – скопления химических соединений в земной коре, образование полезных ископаемых (известняка, торфа, каменного угля). *Окислительно-восстановительная* функция – процессы окисления и восстановления, которые происходят в результате обмена веществ в организмах. *Транспортная* функция – рост, размножение и перемещение в пространстве организмов. Эти процессы приводят к биогенной миграции атомов, круговороту веществ в природе и распространению живого вещества по планете. *Деструктивная* функция – разложение тел организмов после их смерти, в результате чего органические остатки минерализуются и превращаются в неорганические соединения, образуя косное, биогенное и биокосное вещество биосферы. *Средообразующая* функция – изменение физико-химических параметров среды в результате жизнедеятельности организмов.

Биосфера – это все экосистемы Земли, состоящие из разнородных компонентов, связанных между собой процессами миграции атомов и веществ, превращения энергии. Источником энергии служит Солнце. Миграция веществ замкнута в циклы, компонентами которых являются тела живой и неживой природы. Цикличность процессов обеспечивает непрерывное существование биосферы. Организмы, населяющие сушу, составляют 99,87% от общей биомассы, биомасса океана – 0,13%. Количество биомассы увеличивается от полюсов к экватору. Среди функций живого вещества в биосфере особо выделяют *биогеохимическую деятельность человека*. Она проявляется в использовании всё возрастающего количества вещества земной коры для нужд промышленности, транспорта, сельского хозяйства. Благодаря биогеохимической деятельности человека в биосфере создан антропогенный круговорот.

Биосфера – иерархически построенная глобальная экосистема, состоящая из нескольких взаимосвязанных между собой уровней организации живой материи, в которой постоянно происходят круговороты веществ, идут энергетические и информационные потоки. Существование различных компонентов биосферы подчиняется влиянию космических и планетарных сил, оказывающих на неё различные воздействия. Как *глобальная экосистема* биосфера характеризуется рядом особенностей. Во-первых, она является открытой биологической системой, в которой на входе имеется солнечная энергия, вода, минеральные вещества, а на выходе – вещества, образовавшиеся в процессе жизнедеятельности организмов и вынесенные из глобального биогеохимического круговорота. Во-вторых, биосфера находится в состоянии *динамического равновесия*, которое проявляется в том, что изменение любого компонента вызывает дисбаланс, влекущий изменение других её элементов.

Круговороты веществ и биогеохимические циклы. Все составляющие биосферу компоненты тесно взаимосвязаны. Стабильность биосферы поддерживается постоянно происходящим в ней круговоротом веществ. Основной биологический круговорот веществ, создавший биосферу и определяющий её устойчивость и целостность, связан с жизнедеятельностью всей биомассы планеты в целом. Зелёные растения, поглощая световую энергию Солнца, создают из неорганических веществ органические вещества – первичную продукцию для всех организмов планеты. Животные превращают первичную растительную продукцию во вторичную – животную. Бактерии и грибы разрушают первичную растительную и вторичную животную продукцию до минеральных веществ. Основу биологического круговорота, обеспечивающего жизнь на Земле, составляют энергия Солнца и хлорофилл зелёных растений. Животные и растения связаны цепями питания друг с другом. Они включаются в круговороты веществ, происходящие в биогеоценозе и во всей биосфере.

Круговорот углерода. Углекислый газ в процессе фотосинтеза восстанавливается и превращается в органические вещества. Эти вещества используются для питания всеми организмами, окисляются при дыхании и выделяются в виде углекислого газа в атмосферу. *Круговорот кислорода.* В процессе фотосинтеза в результате фотолиза воды образуется кислород и выделяется в атмосферу. Он используется для дыхания аэробными организмами

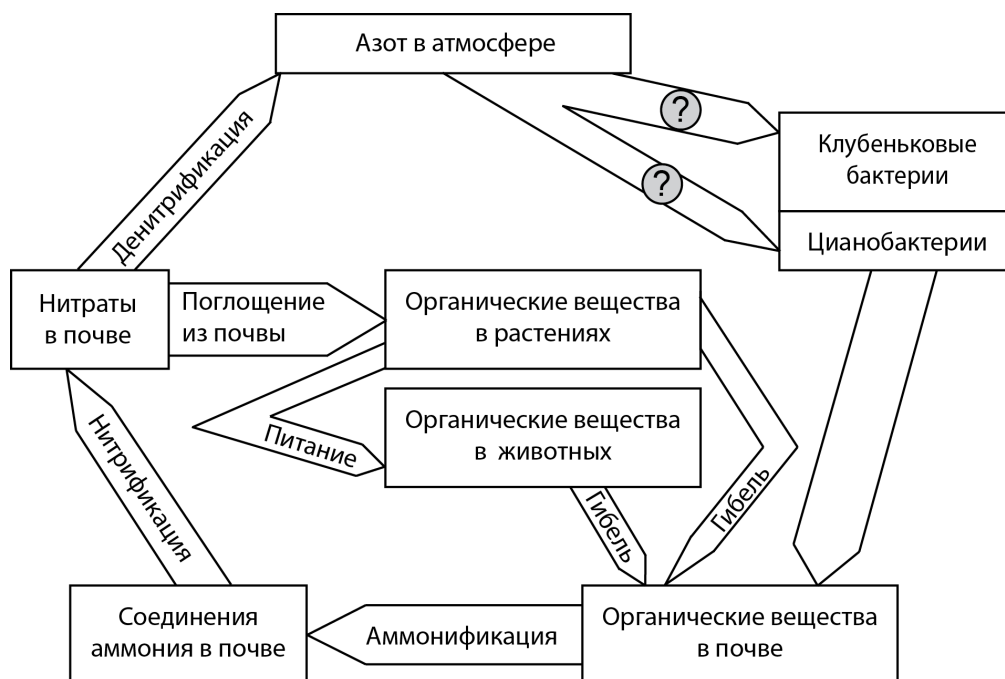
и в митохондриях вновь превращается в воду. *Круговорот азота.* Азотфиксирующие бактерии (клубеньковые бактерии на корнях бобовых) связывают молекулярный азот из атмосферы и превращают его в связанный азот (нитриты и нитраты), которые используют растения в синтезе органических веществ. Эти вещества используются в процессе питания всеми организмами, передаются по цепям питания. Редуценты – денитрифицирующие бактерии – вновь возвращают восстановленный азот в атмосферу. *Круговорот воды* происходит и в неживой и живой природе. В результате испарения с поверхности океана, выделения паров воды телами живой природы в процессе дыхания, транспирации пары воды превращаются в облака. Далее в виде осадков вода выпадает на землю, возвращается в водоёмы, используется живыми организмами, вступает в реакции обмена, образуется в результате окисления органических веществ и вновь возвращается в атмосферу. Круговорот веществ – основа жизни биосферы.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Выполнить задание.

Рассмотрите изображение, на котором представлена схема круговорота азота в природе и определите процесс, который должен быть написан на месте вопросительного знака «?».



Ответ: _____

Ответить на вопросы.

1. Что такое биосфера? Чем определяются границы биосферы?
2. Назовите области распространения живого вещества в геологических оболочках Земли. Где наблюдается наибольшая концентрация живого вещества?
3. Каковы функции живого вещества в биосфере? Почему среди функций живого вещества биосферы отдельно выделена биогеохимическая деятельность человека? Каково её значение для биосферы?
4. Объясните, почему каменный уголь относят к веществам биогенного происхождения и невозполнимым ресурсам.
5. Почему биомасса растений превышает биомассу животных и увеличивается от полюсов к экватору?

6. Почему биосфера является глобальной экосистемой? Какими особенностями она характеризуется как глобальная экосистема?
7. Что такое биологический круговорот веществ? Как биогенная миграция атомов связана с круговоротом?
8. В чём состоит роль живого вещества в круговороте веществ в биосфере?
9. Объясните, как в биосфере осуществляется круговорот углерода.

Выполнить задание.

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

Какие признаки характерны для биосферы?

- 1) образована совокупностью биогеоценозов
- 2) не изменяется во времени
- 3) образовалась с появлением человека
- 4) изменяется в результате деятельности человека
- 5) образовалась одновременно с геологическими оболочками Земли
- 6) сформировалась с появлением жизни на Земле

Ответ:

--	--	--

7.5. Глобальные изменения в биосфере, вызванные деятельностью человека

Краткое содержание теоретического материала

Человек – часть биосферы. Деятельность человека стала фактором развития биосферы. Ноосфера – это разумная часть биосферы, преобразованная трудом человека и изменённая его научной мыслью. В настоящее время поверхность нашей планеты перестала быть чисто природным образованием. Человек своей хозяйственной деятельностью создал антропобиосферу, коренным образом преобразовал природную окружающую среду. Человечество интенсивно потребляет как живые, так и минеральные природные ресурсы. Изучение антропобиосферы показывает, что существует неразрывная связь между человеческим обществом и природой, действуют общие закономерности развития биологических и социальных систем.

Результаты производственной деятельности человека: 1) загрязнение атмосферы вредными газами, увеличение концентрации углекислого газа; 2) разрушение озонового экрана за счёт увеличения концентрации оксидов азота и фреонов; 3) изменение климата, возрастание «парникового эффекта» и повышение температуры воздуха; 4) загрязнение водоёмов и сокращение их площадей; 5) уничтожение лесов, массовые заболевания растительности; 6) засоление почв и нарастающее опустынивание; 7) интенсивное использование энергоносителей, создание атомных электростанций и загрязнение среды радиоактивными отходами.

Рациональное природопользование – основа для сохранения многообразия биосферы и роста благосостояния человечества. Охрана природы – это совокупность мероприятий, направленных на поддержание природы планеты в состоянии, соответствующем эволюционному уровню биосферы и её живого вещества, а также и человека.

Мероприятия по охране природы. Создание безотходных производств; экологически чистых технологий; очистка воздуха и сточных вод; рекультивация (искусственное воссоздание) земель; мелиорация почвы, направленная на повышение её плодородия. Диагностика химических препаратов на их мутагенную активность, разработка методов лечения наследственных заболеваний. Защита растительного и животного мира. Создание

заповедников и заказников – природных охраняемых территорий; сохранение эталонов и памятников природы – уникальных природных объектов; создание национальных парков; составление списков исчезающих животных и растений («Красная книга»); разведение редких видов организмов в искусственных условиях и акклиматизация их в природе. Сохранение генофонда флоры и фауны планеты. Воспитание экологического сознания населения.

Практические задания

Для систематизации материала и его усвоения вам предлагается следующее.

Заполнить таблицу.

Области биосферы	Факторы загрязнения	Последствия
Воздушная среда		
Водная среда		
Почва		
Растительный мир		
Животный мир		

Ответить на вопросы.

1. Какие виды топлива – природный газ, каменный уголь, атомная энергия – способствуют созданию парникового эффекта? Ответ поясните.
2. Какие формы хозяйственной деятельности человека в промышленных странах нарушают жизнь естественных наземных экосистем? Приведите не менее трёх примеров.
3. Объясните, какой вред растениям наносят кислотные дожди. Приведите не менее трёх причин.
4. Объясните, почему охрану природы относят к глобальным проблемам современности. Какие задачи стоят перед охраной природы?
5. Почему без международного сотрудничества нельзя говорить о сохранении биосферы?

Выполнить задание.

Установите соответствие между природными ресурсами и группами ресурсов: к каждой позиции, данной в первом столбце, подберите соответствующую позицию из второго столбца.

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ

- А) каменный уголь
- Б) природный газ
- В) атмосферный воздух
- Г) нефть
- Д) воды Мирового океана

ГРУППЫ РЕСУРСОВ

- 1) неисчерпаемые
- 2) исчерпаемые

Запишите в таблицу выбранные цифры под соответствующими буквами.

Ответ:

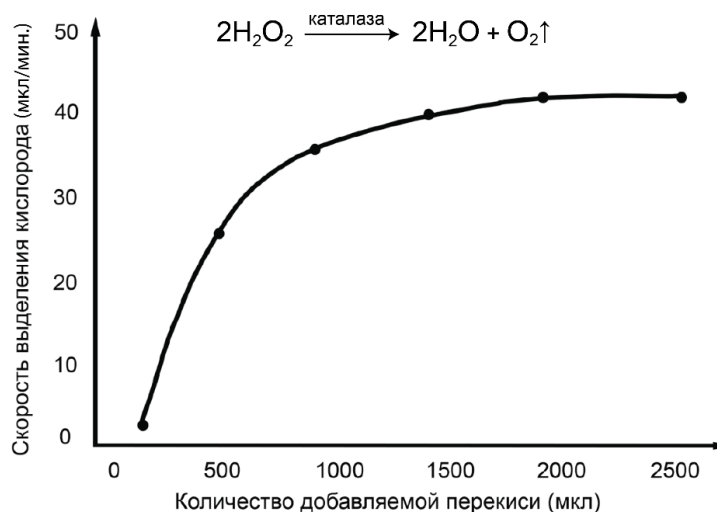
А	Б	В	Г	Д

Примеры обновлённых и новых моделей заданий, включённых в КИМ в 2023 году

Пример 1

Прочитайте описание эксперимента и выполните задания 23 и 24.

Учёный провёл эксперимент с сырым клубнем картофеля. Для этого он использовал кусочки клубня картофеля фиксированной массы, к которым добавлял различное количество 3%-ной перекиси водорода. Результаты эксперимента и уравнение реакции, происходящей в клетках клубня картофеля, представлены на графике.



Задание 23

Какая переменная в этом эксперименте будет зависимой (изменяющейся), а какая – независимой (задаваемой)? Объясните, как в данном эксперименте можно поставить отрицательный контроль*. Какие два условия необходимо соблюсти при постановке контроля? С какой целью необходимо такой контроль ставить?

(*Отрицательный контроль – это экспериментальный контроль, при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию).

Элементы ответа:

- 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – количество (объём) добавленной перекиси; зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – скорость выделения кислорода (скорость протекания химической реакции) (должны быть указаны обе переменные);
- 2) к кусочкам клубня картофеля необходимо добавить воду вместо перекиси водорода;
- 3) остальные параметры (температуру, pH и др.) необходимо оставить без изменений;
- 4) такой контроль позволяет установить независимость выделения кислорода от наличия перекиси водорода.

Задание 24

Какую биологическую функцию выполняет каталаза в живых клетках? Как изменятся результаты эксперимента, если перед добавлением перекиси клубни картофеля предварительно сварят? Ответ поясните.

Элементы ответа:

- 1) каталаза обеспечивает разложение перекиси водорода;
- 2) разложение перекиси водорода (выделение кислорода) происходить не будет;
- 3) каталаза является белком (ферментом);
- 4) в ходе тепловой обработки происходит денатурация белка-фермента (теряется его активность).

Пример 2

Прочитайте описание эксперимента и выполните задания 23 и 24.

Экспериментатор решил изучить процесс образования мочи у домашней мыши (*Mus musculus*). Для этого он измерял количество мочи, образуемой у контрольной группы мышей. Параллельно он измерял количество мочи у экспериментальной группы мышей, которым вводил в кровь гормон вазопрессин, регулирующий объём выделяемой мочи. Результаты эксперимента представлены в таблице.

Группа	Контрольная группа	Экспериментальная группа
Объём мочи (мл/сутки)	0,9	0,031

Задание 23

Какую нулевую гипотезу* смог сформулировать исследователь перед постановкой эксперимента? Почему результаты эксперимента могут быть недостоверными, если известно, что температура воздуха в клетках, где содержались мыши, различалась? Ответ поясните. Зачем экспериментатор осуществлял забор мочи у нескольких мышей в каждой группе, а не только у одной?

(*Нулевая гипотеза – принимаемое по умолчанию предположение о том, что не существует связи между двумя наблюдаемыми событиями, феноменами).

Элементы ответа:

- 1) нулевая гипотеза – объём (количество) выделяемой мочи не зависит от концентрации (количества) вазопрессина в крови;
- 2) при изменении температуры объём мочи изменяется;
- 3) при увеличении температуры усиливается испарение воды из организма (через лёгкие и кожу) и объём выделяемой мочи (вторичной) уменьшается (ИЛИ при понижении температуры воздуха уменьшается испарение и объём выделяемой мочи увеличивается);
- 4) повторение эксперимента позволит увеличить достоверность результата (ИЛИ уменьшает погрешность измерения, исключает влияние индивидуальных особенностей на результат);

Задание 24

Предположите, у мышей из какой группы концентрация солей в моче была выше. Ответ поясните. Как изменится у мышей из экспериментальной группы образование собственного вазопрессина? Где в норме у мышей вырабатывается вазопрессин? (Считайте, что выработка вазопрессина у мышей происходит аналогично выработке вазопрессина у человека.)

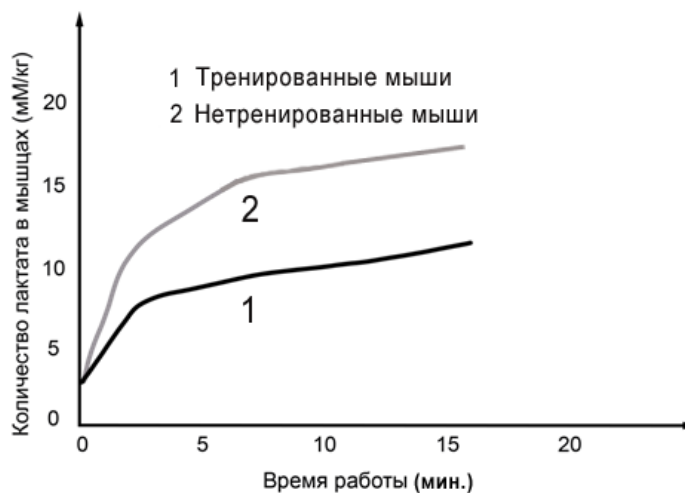
Элементы ответа:

- 1) в экспериментальной группе мышей концентрация солей в моче была выше;
- 2) при уменьшении объёма мочи в ней уменьшается объём воды, но возрастает концентрация солей;
- 3) введение дополнительного вазопрессина снижает выработку собственного гормона (концентрация вазопрессина регулируется по механизму отрицательной обратной связи).
- 4) в гипоталамусе (в задней доле гипофиза, в гипофизе).

Пример 3

Прочитайте описание эксперимента и выполните задания 23 и 24.

Экспериментатор решил изучить процесс работы мышц у домашней мыши (*Mus musculus*). Для этого он исследовал наличие молочной кислоты (лактата) в мышцах тренированных и нетренированных мышей, подвергая их одинаковым нагрузкам. Результаты эксперимента



показаны на графике.

Задание 23

Какую нулевую гипотезу* смог сформулировать исследователь перед постановкой эксперимента? Объясните, почему необходимо поддерживать одинаковую температуру при проведении эксперимента для двух групп мышей. Почему результаты эксперимента могут быть недостоверными, если известно, что концентрация кислорода в боксах, где содержались тренированные и нетренированные мыши, различалась? Ответ поясните.

(*Нулевая гипотеза – принимаемое по умолчанию предположение о том, что не существует связи между двумя наблюдаемыми событиями, феноменами).

Элементы ответа:

- 1) нулевая гипотеза – количество лактата в мышцах (скорость образования лактата) не зависит от степени тренированности мыши (не зависит от времени работы мышцы);
- 2) скорость химической реакции (образования лактата) зависит от температуры (изменение температуры приводит к изменению скорости образования лактата, скорости работы ферментов);
- 3) в зависимости от количества поступающего в организм кислорода будет изменяться содержание лактата в мышцах;
- 4) при недостатке кислорода лактат (молочная кислота) накапливается в мышцах (при избытке кислорода лактат окисляется дальше, его количество уменьшается)/

Задание 24

Как согласно графику влияет степень тренированности мышц на количество лактата (молочной кислоты), образующегося при их работе? Из какого соединения образуется лактат в мышцах? Почему лактат (молочная кислота) образуется в мышцах при длительной нагрузке? Ответ поясните.

Элементы ответа:

- 1) у тренированной мыши скорость накопления (количество) лактата (молочной кислоты) ниже, чем у нетренированной (ИЛИ у нетренированной мыши скорость накопления лактата выше);
- 2) лактат образуется из глюкозы (ПВК, пировиноградной кислоты);

- 3) при длительной нагрузке в мышцах возникает недостаток кислорода (мышцы испытывают гипоксию);
- 4) при недостатке кислорода в мышцах происходит анаэробный (бескислородный) процесс (молочнокислое брожение), в результате образуется лактат.

Пример 4

Прочитайте описание эксперимента и выполните задания 23 и 24.

Экспериментатор провёл эксперимент с дафниями в целях изучения работы сердца. Для этого он взял культуру дафний (*Daphnia pulex*) из пруда и поместил их в растворы с восходящей концентрацией хлорида кальция. Результаты эксперимента показаны в таблице.

	Вода из пруда	Раствор, концентрация ионов кальция (г/л)			
		0,2	0,4	0,6	0,8
Частота сердечных сокращений / 10 мин.	250	293	347	412	432

Задание 23

Какая переменная в этом эксперименте будет зависимой (изменяющейся), а какая – независимой (задаваемой)? Объясните, как в данном эксперименте можно поставить отрицательный контроль*. Какие условия необходимо соблюсти при постановке контроля? С какой целью необходимо такой контроль ставить?

(*Отрицательный контроль – это экспериментальный контроль, при котором изучаемый объект не подвергается экспериментальному воздействию).

Элементы ответа:

- 1) независимая (задаваемая экспериментатором) переменная – концентрация кальция в растворе (тип раствора, в который помещались дафнии); зависимая (изменяющаяся в зависимости от заданной) – частота сердечных сокращений у дафний (*должны быть указаны обе переменные*);
- 2) культуру дафний надо помещать только в воду из пруда (без добавления хлорида кальция);
- 3) остальные параметры (время подсчётов, количество подсчётов) необходимо оставить без изменений;
- 4) такой контроль позволяет установить зависимость частоты сокращения сердца дафнии от концентрации ионов кальция в растворе;

Задание 24

Как зависит частота сердечных сокращений дафний от концентрации ионов кальция в растворе? Какой тип кровеносной системы характерен для дафний? Какой эффект можно наблюдать, если в культуру дафний, взятых из пруда, добавить ацетилхолин? (Считать реакцию сердца дафнии на химические вещества аналогичной реакции человека.) Ответ поясните.

Элементы ответа:

- 1) при увеличении концентрации ионов кальция в растворе частота сердечных сокращений увеличивается (при уменьшении концентрации ионов кальция

- в растворе частота сердечных сокращений уменьшается – прямо пропорциональная зависимость);
- 2) кровеносная система незамкнутого (открытого) типа;
 - 3) частота сердечных сокращений у дафний будет уменьшаться при добавлении ацетилхолина;
 - 4) ацетилхолин воздействует на сердце, уменьшая сокращения (нейромедиатор).

Пример 5

Прочитайте описание эксперимента и выполните задания 23 и 24.

Учёный провёл эксперимент на оценку силы мышц у людей. В эксперименте участвовали 50 юношей и 50 девушек в возрасте 17 лет со сходными антропометрическими показателями (рост, вес). Каждый испытуемый сжимал попеременно в обеих руках динамометр – прибор, позволяющий определить силу сжатия (силу кисти рук) в килограммах. Измерение проводилось 3 раза с небольшой паузой для отдыха. Результаты фиксировались, и средние значения были внесены в таблицу.

Участники эксперимента	Средняя сила сжатия, кг
Девушки	43,6
Юноши	47,3

Задание 23

Какую нулевую гипотезу* смог сформулировать исследователь перед постановкой эксперимента? Почему динамометр сжимался попеременно в обеих руках? Зачем у каждого человека измерение проводилось 3 раза?

(*Нулевая гипотеза – принимаемое по умолчанию предположение о том, что не существует связи между двумя наблюдаемыми событиями, феноменами).

Элементы ответа:

- 1) нулевая гипотеза – сила сжатия (сила кисти) не зависит от пола участника эксперимента;
- 2) в зависимости от того, какая рука у человека является ведущей, результаты будут отличаться (ИЛИ у правшей результат правой руки будет выше, чем левой, и наоборот);
- 3) использование обеих рук позволяет получить средний результат;
- 4) повторение эксперимента позволяет увеличить достоверность результата; (исключает влияние индивидуальных факторов на результат; позволяет уменьшить погрешность измерения).

Задание 24

Как изменятся показания динамометра, если измерения провести после 20 повторов без пауз для отдыха между ними? Назовите две причины, обеспечивающие это изменение. Какие вещества в мышечном волокне обеспечивают непосредственно сокращение мышцы?

Элементы ответа:

- 1) динамометр будет показывать более низкие значения силы сжатия;
- 2) сила сжатия уменьшится из-за утомления мышц (недостаток гликогена, истощение Ca^{2+} в мышечном волокне);
- 3) сила сжатия уменьшится из-за утомления нервных центров, управляющих мышцами (истощение медиаторов в нервно-мышечных синапсах).

- 4) вещества в мышечном волокне – актин и миозин (мышечные сократимые белки, миофиламенты).