

3.1.11. «БИОЛОГИЯ» (углубленный уровень)

МЕСТО УЧЕБНОГО ПРЕДМЕТА «БИОЛОГИЯ» В УЧЕБНОМ ПЛАНЕ

Программа составлена с учётом количества часов, отводимого на изучение предмета «Биология» учебным планом на углублённом уровне в 10—11 классах. Программа рассчитана на проведение 3 ч занятий в неделю при изучении предмета в течение двух лет (10 и 11 классы). Общее число учебных часов за 2 года обучения составляет 204 ч, из них 102 ч (3 ч в неделю) в 10 классе, 102 ч (3 ч в неделю) в 11 классе.

I. Содержание учебного предмета

Тема 1 Биология как наука – 1 час

Современная биология – комплексная наука. Краткая история развития биологии. Биологические науки и изучаемые ими проблемы. Фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования в биологии.

Значение биологии в формировании современной естественно-научной картины мира. Профессии, связанные с биологией. Значение биологии в практической деятельности человека: медицине, сельском хозяйстве, промышленности, охране природы.

Тема 2 Биологические системы, процессы и их изучение – 3 часа

Живые системы как предмет изучения биологии. Свойства живых систем: единство химического состава, дискретность и целостность, сложность и упорядоченность структуры, открытость, самоорганизация, самовоспроизведение, раздражимость, изменчивость, рост и развитие.

Уровни организации живого: молекулярно-генетический, органоидно-клеточный, организменный, популяционно-видовой, биогеоценотический (экосистемный), биосферный. Процессы, происходящие в биосистемах. Основные критерии живого. Жизнь как форма существования материи. Науки, изучающие живые системы на разных уровнях организации.

Изучение живых систем. Методы биологической науки. Наблюдение, измерение, эксперимент, систематизация, метаанализ. Понятие о зависимой и независимой переменной. Планирование эксперимента. Постановка и проверка гипотез. Нулевая гипотеза. Понятие выборки и её достоверность. Разброс в биологических данных. Оценка достоверности полученных результатов. Причины искажения результатов эксперимента. Понятие статистического теста.

* Практическая работа № 1 «Использование различных методов при изучении живых систем».

Тема 3 Биология клетки – 2 часа

Клетка – структурно-функциональная единица живого. История открытия клетки. Работы Р. Гука, А. Левенгука. Клеточная теория Т. Шванна, М. Шлейдена, Р. Вирхова. Развитие цитологии в 20 веке. Основные положения современной клеточной теории. Её значение для развития биологии и познания природы.

Методы молекулярной и клеточной биологии: микроскопия, хроматография, электрофорез, метод меченых атомов, дифференциальное центрифугирование, культивирование клеток. Изучение фиксированных клеток. Электронная микроскопия. Конфокальная микроскопия. Витальное (прижизненное) изучение клеток.

* Практическая работа № 2 «Изучение методов клеточной биологии (хроматография, электрофорез, дифференциальное центрифугирование, ПЦР)».

Тема 4 Химическая организация клетки – 9 часов

Химический состав клетки. Макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Вода, её физико-химические свойства и биологическая роль в клетке. Свободная и связанная вода. Роль воды как растворителя, участие в структурировании клетки, терморегуляции. Минеральные вещества клетки, их биологическая роль. Роль катионов и анионов в клетке. Буферные системы клетки: фосфатная, карбонатная, белковая.

Органические компоненты клетки. Белки. Аминокислотный состав белков. Структуры белковой молекулы. Первичная структура белка, пептидная связь. Вторичная, третичная, четвертичная структуры. Свойства белков. Классификация белков. Функции белков. Прионы.

Углеводы. Моносахариды, дисахариды и полисахариды. Биологические полимеры. Общий план строения и физико-химические свойства. Биологические функции углеводов.

Липиды – высокомолекулярные сложные эфиры. Общий план строения и физико-химические свойства. Гидрофильно-гидрофобные свойства. Классификация липидов. Триглицериды, воски, стериды, фосфолипиды. Биологическая роль липидов в клетке. Общие свойства биологических мембран – текучесть, способность к самозамыканию, полупроницаемость

Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Строение нуклеиновых кислот: сахар, фосфат, азотистые основания. Нуклеотиды, динуклеотиды. Комплементарные основания. Правило Чаргаффа. Структура ДНК – двойная спираль. Местонахождение и биологические функции ДНК. Виды РНК: информационная, транспортная, рибосомальная, вирусная. Функции РНК в клетке.

Строение молекулы АТФ. Макроэргические связи в молекуле АТФ. Биологические функции АТФ. Восстановленные переносчики, их функции в клетке. Другие нуклеозидтрифосфаты (НТФ). Секвенирование ДНК. Методы геномики. Транскриптомики, протеомики.

Структурная биология: биохимические и биофизические исследования состава и пространственной структуры биомолекул. Моделирование структуры и функций биомолекул и их комплексов. Компьютерный дизайн и органический синтез биомолекул и их не природных аналогов.

* Лабораторная работа № 1 «Выделение нуклеиновых кислот из клеток различных организмов».

* Лабораторная работа № 2 «Качественные реакции на белки, углеводы и липиды».

Тема 5 Строение и функции клетки – 7 часов

Типы клеток: эукариотическая и прокариотическая. Структурно-функциональные образования клетки.

Строение и функционирование эукариотической клетки. Плазматическая мембрана (плазмалемма). Структура плазматической мембраны. Транспорт веществ через плазматическую мембрану: пассивный (диффузия, облегчённая диффузия, осмос), активный (первичный и вторичный активный транспорт). Полупроницаемость мембраны. Работа натрий-калиевого насоса. Эндоцитоз: пиноцитоз, фагоцитоз. Экзоцитоз. Клеточная стенка. Структура и функции клеточной стенки растений, грибов.

Цитоплазма. Цитозоль. Цитоскелет. Движение цитоплазмы. Органоиды клетки. Одномембранные органоиды клетки: эндоплазматическая сеть (ЭПС), аппарат Гольджи, лизосомы, их строение и функции. Взаимосвязь одномембранных органоидов клетки. Строение гранулярного ретикулума. Механизм на правления белков в ЭПС. Синтез растворимых белков. Синтез клеточных мембран. Гладкий (агранулярный) эндоплазматический ретикулум. Секреторная функция аппарата Гольджи. Модификация белков в аппарате Гольджи. Сортировка белков в аппарате Гольджи. Транспорт веществ в клетке. Вакуоли растительных клеток. Клеточный сок. Тургор.

Полуавтономные органоиды клетки: митохондрии, пластиды. Происхождение митохондрий и пластид. Симбиогенез (К. С. Мережковский, Л. Маргулис). Строение и функции митохондрий и пластид. Первичные, вторичные и сложные пластиды фотосинтезирующих эукариот. Хлоропласты, хромопласты, лейкопласты высших растений.

Немембранные органоиды клетки. Строение и функции немембранных органоидов клетки. Рибосомы. Промежуточные филаменты. Микрофиламенты. Актиновые микрофиламенты. Мышечные клетки Актиновые компоненты не мышечных клеток. Микротрубочки. Клеточный центр. Строение и движение жгутиков и ресничек. Микротрубочки цитоплазмы. Центриоль. Белки, ассоциированные с микрофиламентами и микротрубочками. Моторные белки.

Ядро. Оболочка ядра, хроматин, кариоплазма, ядрышки, их строение и функции. Ядерный белковый матрикс. Пространственное расположение хромосом в интерфазном ядре. Эухроматин и гетерохроматин. Белки хроматина – гистоны. Динамика ядерной оболочки в митозе. Ядерный транспорт.

Строение прокариотической клетки. Клеточная стенка бактерий и архей. Особенности строения гетеротрофной и автотрофной прокариотических клеток. Место и роль прокариот в биоценозах.

Клеточные включения. Сравнительная характеристика клеток эукариот: растительной, животной, грибной.

* Лабораторная работа № 3 «Изучение строения клеток различных организмов».

* Лабораторная работа № 4 «Исследование плазмолиза и деплазмолиза растительных клеток».

* Практическая работа № 3 «Изучение движения цитоплазмы в растительных клетках».

Тема 6 Обмен веществ и превращение энергии в клетке – 8 часов

Ассимиляция и диссимиляция – две стороны метаболизма. Типы обмена веществ: автотрофный и гетеротрофный. Участие кислорода в обменных процессах. Энергетическое обеспечение клетки: превращение АТФ в обменных процессах. Ферментативный характер реакций клеточного метаболизма. Ферменты, их строение, свойства и механизм действия. Коферменты. Отличия ферментов от неорганических катализаторов. Белки-активаторы и белки-ингибиторы. Зависимость скорости ферментативных реакций от различных факторов.

Первичный синтез органических веществ в клетке. Фотосинтез. Аноксигенный и оксигенный фотосинтез у бактерий. Светособирающие пигменты и пигменты реакционного центра. Роль хлоропластов в процессе фотосинтеза. Световая и темновая фазы. Фотодыхание, C_3 -, C_4 - и САМ-типы фотосинтеза. Продуктивность фотосинтеза. Влияние различных факторов на скорость фотосинтеза. Значение фотосинтеза.

Хемосинтез. Разнообразие организмов – хемосинтетиков: нитрифицирующие бактерии, железобактерии, серобактерии, водородные бактерии. Значение хемосинтеза.

Анаэробные организмы. Виды брожения. Продукты брожения и их использование человеком. Анаэробные микроорганизмы как объекты биотехнологии и возбудители болезней.

Аэробные организмы. Этапы энергетического обмена. Подготовительный этап: органический и клеточный уровень. Роль лизосом в подготовительном этапе обмена веществ. Гликолиз – бескислородное расщепление глюкозы.

Биологическое окисление, или клеточное дыхание. Роль митохондрий в процессах биологического окисления. Циклические реакции. Окислительное фосфорилирование. Энергия мембранного градиента протонов. Синтез АТФ: работа протонной АТФ-синтазы. Преимущества аэробного пути обмена веществ перед анаэробным. Эффективность энергетического обмена.

* Лабораторная работа № 5 «Изучение каталитической активности ферментов (амилаза/каталаза)».

* Лабораторная работа № 6 «Изучение ферментативного расщепления пероксида водорода в клетках».

* Лабораторная работа № 7 «Сравнение процессов фотосинтеза и хемосинтеза».

* Лабораторная работа № 8 «Сравнение процессов брожения и дыхания».

Тема 7 Наследственная информация и реализация её в клетке – 5 часов

Реакции матричного синтеза. Принцип комплементарности в реакциях матричного синтеза. Реализация наследственной информации. Генетический код, его свойства. Транскрипция – матричный синтез РНК. Принципы транскрипции: комплементарность, антипараллельность, асимметричность. Созревание матричных РНК в эукариотической клетке. Теломеры и теломеразы. Некодирующие РНК.

Трансляция и её этапы. Участие транспортных РНК в биосинтезе белка. Условия биосинтеза белка. Кодирование аминокислот. Роль рибосом в биосинтезе белка.

Современные представления о строении генов. Организация генома у прокариот и эукариот. Регуляция активности генов у прокариот. Гипотеза оперона (Ф. Жакоб, Ж. Мано). Молекулярные механизмы экспрессии генов у эукариот. Роль хроматина в регуляции работы генов. Регуляция обменных процессов в клетке. Клеточный гомеостаз.

Вирусы – неклеточные формы жизни и облигатные паразиты. Строение простых и сложных вирусов, ретровирусов, бактериофагов. Жизненный цикл ДНК-содержащих вирусов, РНК-содержащих вирусов, бактериофагов. Обратная транскрипция, ревертаза, интегразы.

Вирусные заболевания человека, животных, растений. СПИД, COVID-19, социальные и медицинские проблемы.

Биоинформатика: интеграция и анализ больших массивов («bigdata») структурных биологических данных. Нанотехнологии в биологии и медицине. Программируемые функции белков. Способы доставки лекарств.

* Практическая работа № 4 «Создание модели вируса».

Тема 8 Жизненный цикл клетки – 6 часов

Клеточный цикл, его периоды и регуляция. Интерфаза и митоз. Особенности процессов, протекающих в интерфазе. Подготовка клетки к делению. Пресинтетический (постмитотический), синтетический и постсинтетический (премитотический) периоды интерфазы.

Матричный синтез ДНК – репликация. Принципы репликации ДНК: комплементарность, полуконсервативный синтез, антипараллельность. Механизм репликации ДНК. Хромосомы.

Строение хромосом. Теломеры и теломераза. Хромосомный набор клетки – кариотип. Диплоидный и гаплоидный наборы хромосом. Гомологичные хромосомы. Половые хромосомы.

Деление клетки – митоз. Стадии митоза и происходящие в них процессы. Типы митоза. Кариокинез и цитокинез. Биологическое значение митоза.

Регуляция митотического цикла клетки. Программируемая клеточная гибель – апоптоз.

Клеточное ядро, хромосомы, функциональная геномика. Механизмы пролиферации, дифференцировки, старения и гибели клеток. «Цифровая клетка» – биоинформатические модели функционирования клетки.

* Лабораторная работа № 9 «Изучение хромосом (готовый микропрепарат)».

* Лабораторная работа № 10 «Наблюдение митоза в клетках кончика корешка лука (готовый микропрепарат)».

Тема 9 Строение и функции организмов – 16 часов

Биологическое разнообразие организмов. Одноклеточные, колониальные, многоклеточные организмы. Структурные части организмов.

Особенности строения и жизнедеятельности одноклеточных организмов. Бактерии, археи, одноклеточные грибы, одноклеточные водоросли, другие протисты. Колониальные организмы.

Многоклеточные организмы. Взаимосвязь частей многоклеточного организма. Функция. Система органов. Аппарат. Функциональная система.

Ткани растений. Типы растительных тканей: образовательная, покровная, проводящая, основная, механическая. Особенности строения, функций и расположения тканей в органах растений.

Ткани животных и человека. Типы животных тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная, нервная. Особенности строения, функций и расположений тканей в органах животных и человека.

Органы. Вегетативные и генеративные органы растений. Органы и системы органов человека и животных. Функции органов и систем органов.

Опора тела организмов. Каркас растений. Скелеты одноклеточных и многоклеточных животных. Наружный и внутренний скелет. Строение и типы соединения костей.

Движение организмов. Движение одноклеточных организмов: амёбоидное, жгутиковое, ресничное. Движение многоклеточных растений: тропизмы и настиги. Движение многоклеточных животных и человека: мышечная система. Рефлекс. Скелетные мышцы и их работа.

Питание организмов. Значение питания и пищеварения. Автотрофное питание растений. Пищеварение у растений. Гетеротрофные организмы. Внутриклеточное и внутриполостное пищеварение. Питание позвоночных животных. Отделы пищеварительного тракта. Пищеварительные железы. Пищеварительная система человека.

Дыхание организмов. Значение дыхания. Дыхание растений. Дыхание животных. Диффузия газов через поверхность клетки. Кожное дыхание. Дыхательная поверхность. Жаберное и лёгочное дыхание. Органы дыхания. Дыхание позвоночных животных и человека. Эволюция дыхательной системы позвоночных. Механизм вентиляции лёгких у птиц и млекопитающих. Регуляция дыхания. Дыхательные объёмы.

Транспорт веществ у организмов. Транспортные системы у растений. Восходящий и нисходящий ток веществ. Транспорт веществ у животных. Замкнутая и незамкнутая кровеносная система. Кровеносная система беспозвоночных и позвоночных животных. Сердце, кровеносные сосуды и кровь. Круги кровообращения. Эволюционное усложнение кровеносной системы позвоночных животных. Строение кровеносной системы человека. Работа сердца и её регуляция. Лимфообращение.

Выделение у организмов. Выделение у растений. Выделение у одноклеточных и многоклеточных животных. Сократительные вакуоли. Органы выделения. Фильтрация, секреция и обратное всасывание как механизмы работы органов выделения. Связь полости тела с кровеносной и выделительной системами. Выделение у позвоночных животных и человека. Почки. Строение и функционирование нефрона. Образование мочи у человека.

Защита у организмов. Защита у одноклеточных организмов. Споры бактерий и цисты простейших. Защита у многоклеточных растений. Кутикула. Средства пассивной и химической защиты. Фитонциды.

Защита у многоклеточных животных. Покровы и их производные. Защита организма от болезней. Иммуитет и его природа. Клеточный и гуморальный иммунитет. Врождённый, приобретённый специфический иммунитет. Теория клонально-селективного иммунитета (П. Эрлих, Ф. М. Бернет, С. Тонегава). Воспалительные ответы организмов. Роль врождённого иммунитета в развитии системных заболеваний.

Раздражимость и регуляция у организмов. Раздражимость у одноклеточных организмов: таксисы. Раздражимость и регуляция у многоклеточных растений. Рост растений в зависимости от условий среды и ростовых веществ.

Нервная система и рефлекторная регуляция у животных. Нервная система животных: сетчатая, стволовая, узловая, трубчатая. Нервная система и её отделы. Эволюционное усложнение строения нервной системы у животных. Отделы головного мозга позвоночных животных. Рефлекс и рефлекторная дуга. Безусловные и условные рефлексы.

Гуморальная регуляция и эндокринная система животных и человека. Железы эндокринной системы и их гормоны. Действие гормонов. Взаимосвязь нервной и эндокринной систем. Гипоталамо-гипофизарная система.

* Лабораторная работа № 11 «Изучение тканей растений и животных».

* Лабораторная работа № 12 «Изучение органов цветкового растения».

Тема 10 Размножение и развитие организмов – 7 часов

Формы размножения организмов. Бесполое и половое размножение. Митоз – основа бесполого размножения. Виды бесполого размножения: простое деление, почкование, размножение спорами, вегетативное размножение, фрагментация, клонирование. Биологический смысл митоза как основы бесполого размножения организмов.

Половое размножение. Половые клетки (гаметы). Мейоз – основа полового размножения. Стадии мейоза. Поведение хромосом в мейозе. Кроссинговер. Биологический смысл мейоза и полового процесса. Мейоз в жизненном цикле организмов.

Размножение и развитие животных. Предзародышевое развитие. Гаметогенез у животных. Половые железы. Образование и развитие половых клеток (сперматогенез и оогенез). Особенности строения мужских и женских половых клеток животных.

Оплодотворение и эмбриональное развитие животных. Способы оплодотворения: наружное и внутреннее. Партеногенез.

Индивидуальное развитие животных (онтогенез). Эмбриология – наука о развитии зародышей. Морфогенез – одна из главных проблем эмбриологии. Концепция морфогенов и модели морфогенеза. Стадии эмбриогенеза животных (на примере ланцетника). Дробление, типы дробления. Детерминированное и недетерминированное дробление. Бластула, типы бластул. Особенности дробления млекопитающих. Закладка органов и тканей из зародышевых листков (гастроуляция). Взаимное влияние частей развивающегося зародыша (эмбриональная индукция). Закладка плана строения животного как результат иерархических взаимодействий генов. Влияние на эмбриональное развитие различных факторов окружающей среды.

Рост и развитие животных. Постэмбриональное развитие. Прямое и не прямое развитие. Развитие с метаморфозом у беспозвоночных и позвоночных животных. Биологическое значение прямого и непрямого развития, их распространение в природе. Типы роста животных. Факторы регуляции роста животных и человека. Стадии постэмбрионального развития у животных и человека. Периоды онтогенеза человека. Старение и смерть как биологические процессы.

Размножение и развитие растений. Гаметофит и спорофит. Мейоз в жизненном цикле растений. Образование спор в процессе мейоза. Гаметогенез у растений. Оплодотворение и развитие растительных организмов. Жизненные циклы водорослей, мхов, папоротников, голосеменных и покрытосеменных растений. Двойное оплодотворение у цветковых растений. Образование и развитие семени.

Механизмы регуляции онтогенеза у растений и животных.

Продолжительность жизни и плодовитость организмов. Рост организмов: неограниченный и ограниченный. Старение и смерть как биологические процессы.

* Лабораторная работа № 13 «Изучение строения половых клеток (готовый микропрепарат)».

* Лабораторная работа № 14 «Строение органов размножения высших растений».

* Практическая работа № 5 «Выявление признаков сходства зародышей позвоночных животных».

Тема 11 Генетика – наука о наследственности и изменчивости организмов – 2 часа

История возникновения и развития генетики как науки. Работы Г. Менделя, Г. Де Фриза, Т. Моргана. Роль отечественных учёных в развитии генетики. Работы Н. К. Кольцова, Н. И. Вавилова, А. Н. Белозерского, Г. Д. Карпеченко, Ю. А. Филипченко, Н. В. Тимофеева-Ресовского. Значение генетики.

Основные генетические понятия и символы. Гомологичные хромосомы, аллельные гены, альтернативные признаки, доминантный и рецессивный признак, гомозигота, гетерозигота, чистая линия, гибриды, генотип, фенотип. Основные методы генетики: гибридологический, цитологические, молекулярно-генетический.

* Лабораторная работа № 15 «Дрозофила как объект генетических исследований».

Тема 12 Закономерности наследственности – 11 часов

Моногибридное скрещивание – скрещивание по одной паре признаков. Первый закон Менделя – закон единообразия первого поколения. Правило доминирования. Второй закон Менделя – закон расщепления признаков. Цитологические основы моногибридного скрещивания. Гипотеза чистоты гамет.

Анализирующее скрещивание. Использование анализирующего скрещивания для определения генотипа особи. Промежуточный характер наследования. Расщепление признаков при неполном доминировании.

Дигибридное скрещивание – скрещивание по двум парам признаков. Третий закон Менделя – закон независимого наследования признаков. Цитологические основы дигибридного скрещивания.

Сцепленное наследование признаков. Работы Т. Моргана. Сцепленное наследование признаков, локализованных в одной хромосоме; нарушение сцепления генов в результате кроссинговера. Хромосомная теория наследственности. Генетические карты. Использование кроссинговера для составления генетических карт хромосом.

Генетика пола. Хромосомное определение пола. Аутосомы и половые хромосомы. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Генетическая структура половых хромосом. Наследование признаков, сцепленных с полом.

Генотип как целостная система. Плейотропия – множественное действие гена. Множественный аллелизм. Взаимодействие аллельных и неаллельных генов. Комплементарность. Эпистаз. Полимерия.

Генетический контроль развития растений, животных и человека, а также физиологических процессов, поведения и когнитивных функций. Генетические механизмы симбиогенеза, механизмы взаимодействия «хозяин – паразит» и «хозяин – микробиом». Генетические аспекты контроля и изменения на следственной информации в поколениях клеток и организмов.

Тема 13 Закономерности изменчивости – 7 часов

Взаимодействие генотипа и среды при формировании фенотипа. Изменчивость признаков. Качественные и количественные признаки. Виды изменчивости: наследственная и ненаследственная.

Ненаследственная (модификационная/фенотипическая) изменчивость. Роль среды в формировании ненаследственной изменчивости. Норма реакции признака. Вариационный ряд и вариационная кривая (В. Иоганнсен). Свойства модификационной изменчивости.

Наследственная (генотипическая) изменчивость. Свойства генотипической изменчивости. Мейоз и половой процесс – основа комбинативной изменчивости. Роль комбинативной изменчивости в создании разнообразия особей в пределах одного вида. Виды генотипической изменчивости: комбинативная и мутационная.

Мутационная изменчивость. Виды мутаций: генные, хромосомные, геномные. Спонтанные и индуцированные мутации. Ядерные и цитоплазматические мутации. Соматические и половые мутации. Причины возникновения мутаций. Мутагены и их влияние на организмы. Закономерности мутационного процесса. Роль мутаций в эволюции. Искусственное получение мутаций. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавилова. Внеядерная изменчивость и наследственность.

Эпигенетика и эпигеномика, роль эпигенетических факторов в наследовании и изменчивости фенотипических признаков у организмов.

* Лабораторная работа № 16 «Исследование закономерностей модификационной изменчивости. Построение вариационного ряда и вариационной кривой».

- * Практическая работа № 6 «Изучение результатов скрещивания растительных организмов».
- * Практическая работа № 7 «Мутации дрозофилы (готовый микропрепарат)».

Тема 14 Генетика человека – 5 часов

Кариотип человека. Международная программа исследования генома человека. Методы изучения генетики человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, биохимический, популяционно-статистический. Современное определение генотипа: полногеномное секвенирование, генотипирование, в том числе с помощью ПЦР-анализа. Наследственные заболевания человека. Мутации человека. Генные и хромосомные болезни человека. Болезни с наследственной предрасположенностью. Значение медицинской генетики в предотвращении и лечении генетических заболеваний человека. Медико-генетическое консультирование. Стволовые клетки. Понятие «генетического груза». Этические аспекты исследований в области редактирования генома и стволовых клеток. Радиационный фон и генетические заболевания.

Генетические факторы повышенной чувствительности человека к физическому и химическому загрязнению окружающей среды. Генетическая предрасположенность человека к патологиям.

- * Практическая работа № 7 «Составление и анализ родословной».

Тема 15 Селекция организмов – 6 часов

Селекция как процесс и наука. Зарождение селекции и domestикация. Учение Н. И. Вавилова о центрах многообразия и происхождения культурных растений. Центры происхождения домашних животных. Роль селекции в создании сортов растений и пород животных. Порода, сорт, штамм – искусственные популяции организмов с комплексами хозяйственно ценных признаков. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н. И. Вавилова, его значение для селекционной работы.

Методы селекционной работы. Искусственный отбор: массовый и индивидуальный отбор. Этапы комбинационной селекции. Испытание производителей по потомству. Отбор по генотипу с помощью оценки фенотипа потомства и отбор по генотипу с помощью анализа ДНК.

Экспериментальный мутагенез как метод селекционной работы. Радиационный и химический мутагенез как источник мутаций у культурных форм организмов. Использование геномного редактирования и методов рекомбинантных ДНК для получения исходного материала для селекции.

Получение полиплоидов. Внутривидовая гибридизация. Близкородственное скрещивание – инбридинг. Отдалённая гибридизация – аутбридинг в селекции растений и животных. Гетерозис и его причины. Использование гетерозиса в селекции. Отдалённая гибридизация. Преодоление бесплодия межвидовых гибридов. Достижения селекции растений и животных. Методы работы И. В. Мичурина. «Зелёная революция».

Сохранение и изучение генетических ресурсов культурных растений и их диких родичей для создания новых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур. Изучение, сохранение и управление генетическими ресурсами сельскохозяйственных и промысловых животных в целях улучшения существующих и создания новых пород, линий и кроссов, в том числе с применением современных методов научных исследований, передовых идей и перспективных технологий.

- * Лабораторная работа № 17 «Изучение сортов культурных растений и пород домашних животных».
- * Лабораторная работа № 18 «Изучение методов селекции растений».
- * Практическая работа № 9 «Прививка растений».
- * Экскурсия № 1 «Основные методы и достижения селекции растений и животных (на ферму, в тепличное хозяйство, лабораторию агроуниверситета или научного центра).

Тема 16 Биотехнология и синтетическая биология – 7 часов

Биотехнология как отрасль производства. История развития биотехнологии. Объекты, используемые в биотехнологии – клеточные и тканевые культуры, микроорганизмы; их характеристика. Традиционная биотехнология: хлебопечение, получение кисломолочных продуктов, виноделие. Микробиологический синтез. Объекты микробиологических технологий. Производство белка, аминокислот и витаминов.

Создание технологий и инструментов целенаправленного изменения и конструирования геномов с целью получения организмов и их компонентов, содержащих не встречающиеся в природе биосинтетические пути.

Микробиологическая технология. Преимущества микробиологического синтеза. Инженерная энзимология. Имобилизованные ферменты. Использование микробиологической технологии в промышленности.

Клеточная инженерия. Методы культуры клеток и тканей растений и животных. Криобанки. Соматическая гибридизация и соматический эмбриогенез. Использование гаплоидов в селекции растений. Получение моноклональных антител. Использование моноклональных и поликлональных антител в медицине. Искусственное оплодотворение. Реконструкция яйцеклеток и клонирование животных. Метод трансплантации ядер клеток. Технологии оздоровления, культивирования и микроклонального размножения сельскохозяйственных культур.

Хромосомная и генная инженерия. Конструирование рекомбинантных ДНК. Создание трансгенных (генетически модифицированных) организмов. Достижения и перспективы хромосомной и генной инженерии. Экологические и этические проблемы генной инженерии.

Медицинские биотехнологии. Постгеномная цифровая медицина. ПЦР-диагностика. Метаболомный анализ, геноцентрический анализ протеома человека для оценки состояния его здоровья. Использование стволовых клеток. Таргетная терапия рака. 3D-биоинженерия для разработки фундаментальных основ медицинских технологий, создания комплексных тканей сочетанием технологий трёхмерного биопринтинга и скаффолдинга для решения задач персонализированной медицины.

Создание векторных вакцин с целью обеспечения комбинированной защиты от возбудителей ОРВИ, установление молекулярных механизмов функционирования РНК-содержащих вирусов, вызывающих особо опасные заболевания человека и животных.

- * Лабораторная работа № 19 «Изучение объектов биотехнологии».
- * Практическая работа № 10 «Получение молочнокислых продуктов».
- * Экскурсия № 2 «Биотехнология – важнейшая производительная сила современности (на биотехнологическое производство)».

11 класс: по плану 102 часа, 3 часа в неделю, 34 учебных недели

Тема 1 Зарождение и развитие эволюционных представлений в биологии – 7 часов

Идеи развития органического мира в трудах философов Античности. Метафизический период в истории биологии. Систематика К. Линнея. Трансформизм Ж. Л. Бюффона – первая эволюционная концепция. Эволюционные идеи Э. Ж. Сент-Илера. Эволюционная концепция Ж. Б. Ламарка. Значение трудов Ламарка для развития эволюционных идей в биологии.

Эволюционная теория Ч. Дарвина. Предпосылки возникновения дарвинизма. Жизнь и научная деятельность Ч. Дарвина.

Эволюция культурных форм организмов. Движущие силы эволюции видов по Ч. Дарвину (высокая интенсивность размножения организмов, наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный и искусственный отбор).

Оформление синтетической теории эволюции (СТЭ). Нейтральная теория эволюции. Современная эволюционная биология. Значение эволюционной теории в формировании научной картины мира.

Тема 2 Микроэволюция и её результаты – 10 часов

Популяция как элементарная единица эволюции. Современные методы оценки генетического разнообразия и структуры популяций. Изменение генофонда популяции как элементарное эволюционное явление. Закон генетического равновесия Дж. Харди, В. Вайнберга.

Элементарные факторы (движущие силы) эволюции. Мутационный процесс. Комбинативная изменчивость. Популяционные «волны» и дрейф генов – случайные ненаправленные изменения частот аллелей в популяциях. Эффект основателя. Эффект бутылочного горлышка. Снижение генетического разнообразия: причины и следствия. Проявление эффекта дрейфа генов в больших и малых популяциях. Миграции. Изоляция популяций: географическая (пространственная), биологическая (репродуктивная).

Естественный отбор – направляющий фактор эволюции. Предпосылки естественного отбора и механизм его действия. Борьба за существование и её формы. Сфера и объект действия естественного отбора. Реальность естественного отбора в природе. Формы естественного отбора: движущий, стабилизирующий, разрывающий (дизруптивный). Половой отбор. Возникновение и эволюция социального поведения животных. Творческая роль естественного отбора.

Приспособленность организмов и её возникновение. Ароморфозы и идиоадаптации. Примеры приспособлений у организмов: морфологические, физиологические, биохимические, этологические. Относительность приспособленности организмов.

Вид, его критерии и структура. Видообразование как результат микроэволюции. Структура вида в природе: подвиды, экотипы, популяции. Изоляция – ключевой фактор видообразования. Пути и способы видообразования: аллопатрическое (географическое), симпатрическое (экологическое), «мгновенное» (полиплоидизация, гибридизация). Длительность эволюционных процессов.

Механизмы формирования биологического разнообразия.

Роль эволюционной биологии в разработке научных методов сохранения биоразнообразия. Микроэволюция и коэволюция паразитов и их хозяев. Механизмы формирования устойчивости к антибиотикам и способы борьбы с ней.

Лабораторная работа № 1 «Выявление изменчивости у особей одного вида».

Лабораторная работа № 2 «Приспособления организмов и их относительная целесообразность».

Лабораторная работа № 3 «Сравнение видов по морфологическому критерию».

Тема 3 Макроэволюция и её результаты – 7 часов

Методы изучения макроэволюции. Палеонтологические методы изучения эволюции. Переходные формы и филогенетические ряды организмов.

Биогеографические методы изучения эволюции. Сравнение флоры и фауны материков и островов.

Биогеографические области Земли. Виды-эндемики и реликты.

Эмбриологические и сравнительно-морфологические методы изучения эволюции. Генетические механизмы эволюции онтогенеза и появления эволюционных новшеств. Гомологичные и аналогичные органы. Рудиментарные органы и атавизмы. Закон зародышевого сходства.

Молекулярно-генетические, биохимические и математические методы изучения эволюции. Биогенетический закон. Гомологичные гены. Изучение аминокислотной последовательности белков разных организмов. Биохимическая гомология. Современные методы построения филогенетических деревьев.

Хромосомные мутации и эволюция геномов. Общие закономерности (правила) эволюции. Принцип смены функций. Необратимость эволюции. Адаптивная радиация. Неравномерность темпов эволюции.

Направления и пути эволюции. Биологический прогресс и биологический регресс. Пути достижения биологического прогресса: морфофизиологический прогресс (ароморфоз), идиоадаптация, морфофизиологический регресс (общая дегенерация). Биологический регресс и вымирание организмов. Соотношение и чередование направлений эволюции.

Формы направленной эволюции: филетическая, дивергентная, конвергентная и параллельная.

Общие закономерности (правила) эволюции. Прогрессивная направленность. Необратимость эволюции. Происхождение от неспециализированных предков. Прогрессирующая специализация. Адаптивная радиация. Чередование главных направлений эволюции. Неравномерность эволюции. Ускорение темпов эволюции. Неограниченность эволюции.

Лабораторная работа № 4 «Ароморфозы и идиоадаптации у растений и животных».

Тема 4 Происхождение и развитие жизни на Земле – 13 часов

Научные гипотезы происхождения жизни на Земле. Абиогенез и панспермия. Донаучные представления о зарождении жизни (креационизм). Гипотеза постоянного самозарождения жизни и её опровержение опытами Ф. Реди, Л. Спалланцани, М. Тереховского, Л. Пастера. Биопоз. Происхождение жизни и астробиология.

Основные этапы неорганической эволюции. Планетарная (геологическая) эволюция. Химическая эволюция. Абиогенный синтез органических веществ из неорганических. Опыт С. Миллера и Г. Юри. Образование полимеров из мономеров. Коацерватная гипотеза А. И. Опарина и С. Фокса, гипотеза первичного бульона Дж. Холдейна, генетическая гипотеза Г. Мёллера. Протеноиды. Рибозимы (Т. Чек) и гипотеза «мира РНК» У. Гилберта. Формирование мембран и возникновение протоклетки.

История Земли и методы её изучения. Ископаемые органические остатки. Геохронология и её методы. Относительная и абсолютная геохронология. Геохронологическая шкала: зоны, эры, периоды, эпохи.

Начало органической эволюции. Появление и эволюция первых клеток. Эволюция метаболизма. Возникновение первых экосистем. Современные микробные биоплёнки как аналог первых на Земле сообществ. Строматолиты. Прокариоты и эукариоты.

Происхождение эукариот (мембраногенез, симбиогенез). Эволюционное происхождение вирусов. Происхождение многоклеточных организмов. Возникновение основных групп многоклеточных организмов.

Основные этапы эволюции высших растений. Основные ароморфозы растений и идиоадаптации. Жизнь в воде. Первые растения – водоросли. Выход растений на сушу. Первые споровые растения. Освоение и завоевание суши папоротникообразными. Усложнение размножения. Семенные растения. Происхождение цветковых. Основные черты эволюции растительного мира.

Основные этапы эволюции животного мира. Основные ароморфозы животных. Первые животные – простейшие. Специализация и полимеризация органелл. Специализация клеток. Первые многоклеточные животные. Двухслойные животные – кишечнополостные. Первые трёхслойные животные – плоские черви. Первый выход и завоевание животными суши. Членистоногие. Первые хордовые животные. Жизнь в воде. Рыбы. Второй выход на животных на сушу. Земноводные. Завоевание позвоночными животными суши. Пресмыкающиеся. Птицы. Млекопитающие. Основные черты эволюции животного мира.

История Земли и методы её изучения. Ископаемые органические остатки. Геохронология и её методы. Геохронологическая шкала.

Развитие жизни на Земле по эрам и периодам: архей, протерозой, палеозой, мезозой, кайнозой. Общая характеристика климата и геологических процессов. Появление и расцвет характерных организмов. Углеобразование: его условия и влияние на газовый состав атмосферы.

Массовые вымирания – экологические кризисы прошлого. Причины и следствия массовых вымираний. Современный экологический кризис, его особенности. Проблема сохранения биоразнообразия на Земле.

Современная система органического мира. Принципы классификации организмов. Основные систематические группы организмов (царств и подцарств). Современное состояние изучения видов.

Виртуальная лабораторная работа № 5 «Моделирование опытов Миллера-Юри по изучению абиогенного синтеза органических соединений в первичной атмосфере».

Лабораторная работа № 6 «Изучение и описание ископаемых остатков древних организмов».

Практическая работа № 1 «Изучение особенностей строения растений разных отделов».

Практическая работа № 2 «Изучение особенностей строения позвоночных животных».

Экскурсия № 1 «Эволюция органического мира на Земле (палеонтологический или краеведческий музей)».

Тема 5 Происхождение человека – антропогенез – 16 часов

Антропология – наука о человеке. Разделы и задачи антропологии. Методы антропологии.

Становление представлений о происхождении человека. Религиозные воззрения. Современные научные теории. Научные теории Ж. Б. Ламарка, симиальная теория Ч. Дарвина, трудовая теория Ф. Энгельса.

Сходство человека с животными. Систематическое положение человека. Свидетельства сходства человека с животными: сравнительно-морфологические, эмбриологические, физиолого-биохимические, молекулярно-генетические, поведенческие. Отличия человека от животных: прямохождение, развитие головного мозга и второй сигнальной системы. Систематическое изготовление орудий.

Движущие силы (факторы) антропогенеза: биологические, социальные. Наследственная изменчивость и естественный отбор. Групповое сотрудничество и общение. Орудийная деятельность и постоянные жилища. Соотношение биологических и социальных факторов в антропогенезе.

Основные стадии антропогенеза: дриопитек, протоантроп, архантроп, палеоантроп, неоантроп. Находки ископаемых остатков, время существования, рост, объём мозга, образ жизни. Ранние человекообразные обезьяны (проконсулы) и ранние понгиды – общие предки человекообразных обезьян и людей. Австралопитеки – двуногие предки людей. Человек умелый, первые изготовления орудий труда. Человек прямоходящий и первый выход людей за пределы Африки. Человек гейдельбергский – общий предок неандертальского человека и человека разумного. Человек неандертальский как вид людей холодного климата. Человек разумный современного типа,

денисовский человек. Освоение континентов за пределами Африки. Палеогенетика и палеогеномика.

Эволюция современного человека. Естественный отбор в популяциях человека. Биологическая эволюция индивидов. Мутационный процесс и полиморфизм. Популяционные волны, дрейф генов, миграция и «эффект основателя» в популяциях современного человека.

Человеческие расы. Понятие о расе. Большие расы: европеоидная (евразийская), австрало-негроидная (экваториальная), монголоидная (азиатско-американская). Время и пути расселения человека по планете. Гипотезы полицентризма и моноцентризма. Причины и механизмы расогенеза. Единство человеческих рас. Научная несостоятельность расизма. Критик дарвинизма.

Приспособленность человека к разным условиям окружающей среды. Влияние географической среды и дрейфа генов на морфологию и физиологию человека. Адаптивные типы людей: арктический, высокогорный, тропический, умеренного пояса.

Междисциплинарные методы в физической (биологической) антропологии. Уровни организации человека: физический, витальный, биосоциальный, ментальный, духовный. Структура уровней, происходящие процессы и их взаимосвязь. Эволюционная антропология и палеоантропология человеческих популяций. Биосоциальные исследования природы человека. Исследование коэволюции биологического и социального в человеке.

Лабораторная работа № 7 «Изучение особенностей строения скелета человека, связанных с прямохождением».

Практическая работа № 3 «Изучение экологических адаптаций человека».

Экскурсия № 2 «Происхождение человека (в палеонтологический или антропологический музей)».

Тема 6 Экология – наука о взаимоотношениях организмов и надорганизменных систем с окружающей средой – 3 часа

Зарождение и развитие экологии в трудах А. Гумбольдта, К. Ф. Рулье, Н. А. Северцова, Э. Геккеля, А. Тенсли, В. Н. Сукачёва. Разделы и задачи экологии. Связь экологии с другими науками.

Методы экологии. Полевые наблюдения. Эксперименты в экологии: природные и лабораторные. Моделирование в экологии. Мониторинг окружающей среды: локальный, региональный и глобальный.

Значение экологических знаний для человека. Экологическое мировоззрение как основа связей человечества с природой. Формирование экологической культуры и экологической грамотности населения.

Лабораторная работа № 8 «Изучение методов экологических исследований».

Тема 7 Организмы и среда обитания – 14 часов

Среды обитания организмов: водная, наземно-воздушная, почвенная, глубинная подпочвенная, внутриорганизменная. Физико-химические особенности сред обитания организмов. Приспособления организмов к жизни в разных средах.

Экологические факторы и закономерности их действия. Взаимодействие экологических факторов. Классификация экологических факторов: абиотические, биотические, антропогенные. Общие закономерности действия экологических факторов. Правило минимума (К. Шпренгель, Ю. Либих). Толерантность. Эврибионтные и стенобионтные организмы.

Абиотические факторы. Свет как экологический фактор. Действие разных участков солнечного спектра на организмы. Экологические группы растений и животных по отношению к свету. Сигнальная роль света. Фотопериодизм.

Температура как экологический фактор. Действие температуры на организмы. Температурные приспособления организмов. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Эвритермные и стенотермные организмы.

Влажность как экологический фактор. Приспособления растений к поддержанию водного баланса. Газовый и ионный состав среды. Классификация растений по отношению к воде. Приспособления животных к изменению водного режима.

Почва и рельеф. Погодные и климатические факторы. Приспособления организмов к действию абиотических факторов.

Биологические ритмы. Внешние и внутренние ритмы. Суточные и годовые ритмы. Приспособленность организмов к сезонным изменениям условий жизни.

Жизненные формы организмов. Понятие о жизненной форме. Жизненные формы растений: деревья, кустарники, кустарнички, многолетние травы, однолетние травы. Жизненные формы животных: гидробионты, геобионты, аэробии. Особенности строения и образа жизни.

Биотические факторы. Виды биотических взаимодействий: конкуренция, хищничество, симбиоз и его формы. Паразитизм, кооперация, мутуализм, комменсализм (квартиранство, нахлебничество), нейтраллизм. Нетрофические взаимодействия (топические, форические, фабрические). Значение биотических взаимодействий для существования организмов в среде обитания и в сообществах. Принцип конкурентного исключения.

Лабораторная работа № 9 «Выявление приспособлений организмов к влиянию света».

Лабораторная работа № 10 «Выявление приспособлений организмов к влиянию температуры».

Лабораторная работа № 11 «Анатомические особенности растений из разных мест обитания».

Лабораторная работа № 12 «Эдафические факторы среды обитания».

Лабораторная работа № 13 «Жизненные формы растений и животных».

Тема 8 Экология видов и популяций – 5 часов

Экологическая ниша вида. Местообитание. Многомерная модель экологической ниши Дж. Хатчинсона. Потенциальная и реализованная ниши. Размеры экологической ниши и её смена.

Экологические характеристики популяции. Популяция как биологическая система. Ареалы видов. Роль неоднородности среды, физических барьеров и особенностей биологии видов в формировании пространственной структуры популяций. Основные показатели популяции: численность, плотность, возрастная и половая структура, рождаемость, прирост, темп роста, смертность, миграция.

Экологическая структура популяции: пространственная, возрастная, половая, этологическая. Оценка численности популяции. Динамика популяции и её регуляция. Типы динамики популяций. Биотический потенциал популяции. Моделирование динамики популяции. Кривые роста численности популяции. Кривые выживания. Регуляция численности популяций: роль факторов, зависящих и не зависящих от плотности. Экологические стратегии видов (r- и K-стратегии).

Закономерности поведения и миграций животных. Биологические инвазии чужеродных видов.

Лабораторная работа № 14 «Приспособления семян растений к расселению».

Лабораторная работа № 15 «Рост популяции организма при разной его плотности и ограниченности ресурсов».

Тема 9 Экология сообществ. Экологические системы – 12 часов

Сообщества организмов: структуры и связи. Биоценоз – сообщество организмов. Биоценоз и его структура. Связи между организмами в биоценозе.

Экосистема как открытая система (А. Дж. Тенсли). Функциональные блоки организмов в экосистеме: продуценты, консументы, редуценты. Трофические уровни. Трофические цепи и сети. Абиотические блоки экосистем. Почвы и илы в экосистемах. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме.

Основные показатели экосистемы. Биомасса и продукция. Экологические пирамиды чисел, биомассы и энергии.

Свойства биоценозов и динамика экосистем. Циклические изменения в биогеоценозах. Катастрофические перестройки. Флуктуации. Направленные закономерные смены сообществ – сукцессии. Первичные и вторичные сукцессии и их причины. Антропогенные воздействия на сукцессии. Климатическое сообщество. Биоразнообразие и полнота круговорота веществ – основа устойчивости сообществ.

Природные экосистемы. Экосистемы озёр и рек. Экосистемы морей и океанов. Экосистемы тундр, лесов, степей, пустынь. Структурные компоненты и трофическая сеть экосистем.

Антропогенные экосистемы. Агроэкосистема. Агроценоз. Различия между антропогенными и природными экосистемами.

Урбоэкосистемы. Основные компоненты урбоэкосистем. Городская флора и фауна. Синантропизация городской фауны. Биологическое и хозяйственное значение агроэкосистем и урбоэкосистем.

Закономерности формирования основных взаимодействий организмов в экосистемах. Роль каскадного эффекта и видов эдификаторов (ключевых видов) в функционировании экосистем. Перенос энергии и веществ между смежными экосистемами. Устойчивость организмов, популяций и экосистем в условиях естественных и антропогенных воздействий.

Механизмы воздействия загрязнений разных типов на суборганизменном, организменном, популяционном и экосистемном уровнях; основы экологического нормирования антропогенного воздействия. Методология мониторинга естественных и антропогенных экосистем.

Практическая работа № 4 «Изучение и описание урбоэкосистемы».

Экскурсия № 3 «Экскурсия в типичный биогеоценоз (ботанический сад)».

Экскурсия № 4 «Экскурсия в агроэкосистему (на агроферму)».

Тема 10 Биосфера – глобальная экосистема – 4 часа

Биосфера – общепланетарная оболочка Земли. Развитие представлений о биосфере в трудах Э. Зюсса. Учение В. И. Вернадского о биосфере. Области биосферы и её состав. Живое вещество биосферы и его функции.

Закономерности существования биосферы. Особенности биосферы как глобальной экосистемы. Динамическое равновесие в биосфере. Круговороты веществ и биогеохимические циклы (углерода, азота). Ритмичность явлений в биосфере.

Зональность биосферы. Понятие о биоме. Основные биомы суши: тундра, хвойные леса, смешанные и широколиственные леса, степи, саванны, пустыни, тропические леса, высокогорья. Климат, растительный и животный мир биомов суши.

Структура и функция живых систем, оценка их ресурсного потенциала и биосферных функций.

Тема 11 Человек и окружающая среда – 11 часов

Биосферная роль человека. Антропобиосфера. Переход биосферы в ноосферу (Э. Леруа, В. И. Вернадский, П. Тейяр де Шарден).

Экологические кризисы и их причины. Воздействие человека на биосферу. Загрязнение воздушной среды. Охрана воздуха. Загрязнение водной среды. Охрана водных ресурсов. Разрушение почвы. Охрана почвенных ресурсов. Изменение климата.

Антропогенное воздействие на растительный и животный мир. Охрана растительного и животного мира. Основные принципы охраны природы. Красные книги. Особо охраняемые природные территории (ООПТ). Ботанические сады и зоологические парки.

Основные принципы устойчивого развития человечества и природы. Истощение природных ресурсов. Рациональное природопользование и сохранение биологического разнообразия Земли. Общие закономерности глобальных экологических кризисов. Особенности современного кризиса и его вероятные последствия. Концепция устойчивого развития.

Развитие методов мониторинга развития опасных техногенных процессов. Системные исследования перехода к ресурсосберегающей и конкурентоспособной энергетике. Биологическое разнообразие и биоресурсы. Национальные информационные системы, обеспечивающие доступ к информации по состоянию отдельных видов и экосистем. Основы экореабилитации экосистем и способов борьбы с биоповреждениями. Реконструкция морских и наземных экосистем.

Сосуществование человечества и природы. Законы Б. Коммонера. Глобалистика. Модели управляемого мира.

Экскурсия № 5 «Рациональное использование водных ресурсов (гидроэлектростанция)».

Рабочая программа реализуется с учетом программы воспитания, модуль «Школьный урок»:

10 класс

Раздел	Кол-во часов	Модуль «Школьный урок»
Тема 3 Цитология – наука о клетке	2	-Видеофрагменты о практических методах цитологии и молекулярной биологии; -Виртуальная экскурсия в лабораторию НИИ.
Тема 4 Химическая организация клетки	9	-Предметная неделя; -Работа со статьями научно-популярных журналов; -Программная визуализация «3D моделирование молекул»; -Видеофрагмент «Деятельность структурных биологов»; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов.
Тема 5 Строение и функции клетки	7	Видеофрагменты о биологических процессах.
Тема 6 Обмен веществ и	8	-Видеофрагменты о биологических процессах;

превращении энергии в клетке		-Лекции/экскурсии от Фестиваля НАУКА 0+ (НИИ, ВУЗы); -Программная визуализация «3D моделирование молекул».
Тема 7 Наследственная информация и реализация её в клетке	5	-Видеофрагменты о биологических процессах; -Программная визуализация биоинформативных данных; -Видеофрагмент «Деятельность биоинформатиков»; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027); -Видеофрагмент создания вакцин от COVID-19; -Профилактическая беседа о способах распространения и предотвращения коронавирусной инфекции в настоящее время; -Лекции/экскурсии от Фестиваля НАУКА 0+ (НИИ, ВУЗы).
Тема 8 Жизненный цикл клетки	6	-Работа со статьями научно-популярных журналов; -Видеофрагменты о биологических процессах.
Тема 9 Строение и функции органоидов	16	-Видеофрагменты о биологических процессах; -Интерактивный атлас по анатомии организма; -Профилактическая беседа о предупреждении заболеваний систем органов человека; -Профилактическая беседа о вредном воздействии веществ, оказывающие вредные привычки.
Тема 10 Размножение и развитие организмов	7	-Лекции/экскурсии от Дня Российской науки (НИИ, ВУЗы); -Видеофрагменты о биологических процессах; -Профилактическая беседа о предупреждении заболеваний репродуктивной системы человека; -Профилактическая беседа о вредном воздействии веществ, оказывающие вредные привычки, на репродуктивные клетки.
Тема 11 Генетика – наука о наследственности и изменчивости организмов	2	-Лекции/экскурсии от Дня Российской науки (НИИ, ВУЗы); -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027).
Тема 12 Закономерности наследственности	11	-Работа со статьями научно-популярных журналов; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030);
Тема 13 Закономерности изменчивости	7	-Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027).
Тема 14 Генетика человека	5	-Работа со статьями научно-популярных журналов; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027); -Программная визуализация биоинформативных данных; -Видеофрагменты о лечении заболеваний человека.
Тема 15 Селекция организмов	6	-Работа со статьями научно-популярных журналов; -Ознакомление с агрокомпаниями в нашем регионе, в Российской Федерации; -Видеофрагменты о практических методах работы секционеров.
Тема 16 Биотехнология	7	-Работа со статьями научно-популярных журналов;

и биология	синтетическая	-Видеофрагменты о практических методах работы биоинженеров; -Ознакомление с биотехнологическими компаниями в нашем регионе, в Российской Федерации; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027).
---------------	---------------	---

11 класс

Раздел	Кол-во часов	Модуль «Школьный урок»
Тема 1 Зарождение и развитие эволюционных представлений в биологии	7	-Работа со статьями научно-популярных журналов.
Тема 2 Микроэволюция и её результаты	10	-Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027).
Тема 3 Макроэволюция и её результаты	7	-Работа со статьями научно-популярных журналов; -Предметная неделя; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027).
Тема 4 Возникновение и развитие жизни на Земле	13	-Работа со статьями научно-популярных журналов; -Лекции/экскурсии от Фестиваля НАУКА 0+ (НИИ, ВУЗы); -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов; -Федеральная научно-техническая программа развития генетических технологий (2019-2027).
Тема 5 Происхождение человека - антропогенез	16	-Работа со статьями научно-популярных журналов; -Видеофрагменты о развитии человека.
Тема 6 Экология – наука о взаимоотношениях организмов и надорганизменных систем с окружающим миром	3	-Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов.
Тема 7 Организмы и среда обитания	14	-Лекции/экскурсии от Дня Российской науки (НИИ, ВУЗы); -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов.
Тема 8 Экология видов и популяций	5	-Работа со статистическими данными популяций видов своего региона.
Тема 9 Экология сообществ и экологические системы	12	-Профилактическая беседа о правилах поведения и мерах сохранения устойчивости экосистем; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов.

Тема 10 Биосфера – глобальная экосистема	4	-Документальный фильм «Экологические проблемы планеты Земля»; -Программа фундаментальных научных исследований в Российской Федерации на долгосрочный период (2021-2030); -Президентская программа исследовательских проектов.
Тема 11 Человек и окружающая среда	11	-Профилактическая беседа о влиянии загрязнений на живые организмы; -Профилактическая беседа о способах сохранения растительного и животного мира; -Профилактическая беседа о рациональном природопользовании; -Ознакомление с проектом «Международные и национальные программы оздоровления природной среды»; -Ознакомление с крупными заповедниками, охраняемыми зонами Российской Федерации; -Работа со статистическими данными экологической обстановки своего региона.

II. Планируемые результаты освоения учебного предмета

Личностные результаты

в сфере гражданского воспитания:

- сформированность гражданской позиции обучающегося как активного и ответственного члена российского общества;
- осознание своих конституционных прав и обязанностей, уважение закона и правопорядка;
- готовность к совместной творческой деятельности при создании учебных проектов, решении учебных и познавательных задач, выполнении биологических экспериментов;
- определять собственную позицию по отношению к явлениям современной жизни и объяснять её;
- учитывать в своих действиях необходимость конструктивного взаимодействия людей с разными убеждениями, культурными ценностями и социальным положением;
- готовность к сотрудничеству в процессе совместного выполнения учебных, познавательных и исследовательских задач, уважительного отношения к мнению оппонентов при обсуждении спорных вопросов биологического содержания;
- готовность к гуманитарной и волонтерской деятельности.

в сфере патриотического воспитания:

- сформированность российской гражданской идентичности, патриотизма, уважения к своему народу, чувства ответственности перед Родиной, гордости за свой край, свою Родину, свой язык и культуру, прошлое и настоящее многонационального народа России;
- ценить природное наследие и памятники природы; достижения России в науке, искусстве, спорте, технологиях, труде;
- оценивать вклад российских учёных в становление и развитие биологии, понимание значения биологии в познании законов природы, в жизни человека и современного общества;
- идейная убеждённость, готовность к служению и защите Отечества, ответственность за его судьбу.

в сфере духовно-нравственного воспитания:

- осознание духовных ценностей российского народа;
- сформированность нравственного сознания, этического поведения;
- оценивать ситуацию и принимать осознанные решения, ориентируясь на морально-нравственные нормы и ценности;
- осознание личного вклада в построение устойчивого будущего;
- ответственное отношение к своим родителям, созданию семьи на основе осознанного принятия ценностей семейной жизни в соответствии с традициями народов России.

в сфере эстетического воспитания:

- эстетическое отношение к миру, включая эстетику быта, научного и технического творчества, спорта, труда, общественных отношений;
- понимание эмоционального воздействия живой природы и её ценности;
- готовность к самовыражению в разных видах искусства, стремление проявлять качества творческой личности.

в сфере физического воспитания:

- понимание и реализация здорового и безопасного образа жизни (здоровое питание, соблюдение гигиенических правил и норм, сбалансированный режим занятий и отдыха, регулярная физическая активность), бережного, ответственного и компетентного отношения к собственному физическому и психическому здоровью;
- понимание ценности правил индивидуального и коллективного безопасного поведения в ситуациях, угрожающих здоровью и жизни людей;
- осознание последствий и неприятия вредных привычек (употребления алкоголя, наркотиков, курения).

в сфере трудового воспитания:

- готовность к труду, осознание ценности мастерства, трудолюбие;
- готовность к активной деятельности технологической и социальной направленности, способность инициировать, планировать и самостоятельно выполнять такую деятельность;
- интерес к различным сферам профессиональной деятельности, умение совершать осознанный выбор будущей профессии и реализовывать собственные жизненные планы;
- готовность и способность к образованию и самообразованию на протяжении всей жизни.

в сфере экологического воспитания:

- экологически целесообразное отношение к природе как источнику жизни на Земле, основе её существования;
- повышение уровня экологической культуры: приобретение опыта планирования поступков и оценки их возможных последствий для окружающей среды;
- осознание глобального характера экологических проблем и путей их решения;
- способность использовать приобретаемые при изучении биологии знания и умения при решении проблем, связанных с рациональным природопользованием (соблюдение правил поведения в природе, направленных на сохранение равновесия в экосистемах, охрану видов, экосистем, биосферы);
- активное неприятие действий, приносящих вред окружающей природной среде, умение прогнозировать неблагоприятные экологические последствия предпринимаемых действий и предотвращать их;
- наличие развитого экологического мышления, экологической культуры, опыта деятельности экологической направленности, умения руководствоваться ими в познавательной, коммуникативной и социальной практике, готовности к участию в практической деятельности экологической направленности.

в ценности научного познания:

- сформированность мировоззрения, соответствующего современному уровню развития науки и общественной практики, основанного на диалоге культур, способствующего осознанию своего места в поликультурном мире;
- совершенствование языковой и читательской культуры как средства взаимодействия между людьми и познания мира;
- понимание специфики биологии как науки, осознания её роли в формировании рационального научного мышления, создании целостного представления об окружающем мире как о единстве природы, человека и общества, в познании природных закономерностей и решении проблем сохранения природного равновесия;
- убеждённость в значимости биологии для современной цивилизации: обеспечения нового уровня развития медицины;

- создание перспективных биотехнологий, способных решать ресурсные проблемы развития человечества; поиска путей выхода из глобальных экологических проблем и обеспечения перехода к устойчивому развитию, рациональному использованию природных ресурсов и формированию новых стандартов жизни;
- заинтересованность в получении биологических знаний в целях повышения общей культуры, естественно-научной грамотности, как составной части функциональной грамотности обучающихся, формируемой при изучении биологии;
- понимание сущности методов познания, используемых в естественных науках, способности использовать получаемые знания для анализа и объяснения явлений окружающего мира и происходящих в нём изменений; умение делать обоснованные заключения на основе научных фактов и имеющихся данных с целью получения достоверных выводов;
- способность самостоятельно использовать биологические знания для решения проблем в реальных жизненных ситуациях;
- осознание ценности научной деятельности, готовность осуществлять проектную и исследовательскую деятельность индивидуально и в группе;
- готовность и способность к непрерывному образованию и самообразованию, к активному получению новых знаний по биологии в соответствии с жизненными потребностями.

Метапредметные результаты

Познавательные универсальные действия

Базовые логические действия:

- самостоятельно формулировать и актуализировать проблему, рассматривать её всесторонне;
- использовать при освоении знаний приёмы логического мышления (анализа, синтеза, сравнения, классификации, обобщения), раскрывать смысл биологических понятий (выделять их характерные признаки, устанавливать связи с другими понятиями);
- определять цели деятельности, задавая параметры и критерии их достижения, соотносить результаты деятельности с поставленными целями;
- использовать биологические понятия для объяснения фактов и явлений живой природы;
- строить логические рассуждения (индуктивные, дедуктивные, по аналогии), выявлять закономерности и противоречия в рассматриваемых явлениях, формулировать выводы и заключения;
- применять схемно-модельные средства для представления существенных связей и отношений в изучаемых биологических объектах, а также противоречий разного рода, выявленных в различных информационных источниках;
- разрабатывать план решения проблемы с учётом анализа имеющихся материальных и нематериальных ресурсов;
- вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям, оценивать риски последствий деятельности;
- координировать и выполнять работу в условиях реального, виртуального и комбинированного взаимодействия;
- развивать креативное мышление при решении жизненных проблем;

Базовые исследовательские действия:

- владеть навыками учебно-исследовательской и проектной деятельности, навыками разрешения проблем; способностью и готовностью к самостоятельному поиску методов решения практических задач, применению различных методов познания;
- использовать различные виды деятельности по получению нового знания, его интерпретации, преобразованию и применению в учебных ситуациях, в том числе при создании учебных и социальных проектов;
- формировать научный тип мышления, владеть научной терминологией, ключевыми понятиями и методами;
- ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- выявлять причинно-следственные связи и актуализировать задачу, выдвигать гипотезу её решения, находить аргументы для доказательства своих утверждений, задавать параметры и критерии решения;

- анализировать полученные в ходе решения задачи результаты, критически оценивать их достоверность, прогнозировать изменение в новых условиях;
- давать оценку новым ситуациям, оценивать приобретённый опыт;
- осуществлять целенаправленный поиск переноса средств и способов действия в профессиональную среду;
- уметь переносить знания в познавательную и практическую области жизнедеятельности;
- уметь интегрировать знания из разных предметных областей;
- выдвигать новые идеи, предлагать оригинальные подходы и решения;
- ставить проблемы и задачи, допускающие альтернативные решения;

Действия по работе с информацией:

- ориентироваться в различных источниках информации (тексте учебного пособия, научно-популярной литературе, биологических словарях и справочниках, компьютерных базах данных, в Интернете), анализировать информацию различных видов и форм представления, критически оценивать её достоверность и непротиворечивость;
- формулировать запросы и применять различные методы при поиске и отборе биологической информации, необходимой для выполнения учебных задач;
- приобретать опыт использования информационно-коммуникативных технологий, совершенствовать культуру активного использования различных поисковых систем;
- самостоятельно выбирать оптимальную форму представления биологической информации (схемы, графики, диаграммы, таблицы, рисунки и др.);
- использовать научный язык в качестве средства при работе с биологической информацией: применять химические, физические и математические знаки и символы, формулы, аббревиатуру, номенклатуру, использовать и преобразовывать знаково-символические средства наглядности;
- владеть навыками распознавания и защиты информации, информационной безопасности личности.

Коммуникативные универсальные действия

Общение:

- осуществлять коммуникации во всех сферах жизни; активно участвовать в диалоге или дискуссии по существу обсуждаемой темы (умение задавать вопросы, высказывать суждения относительно выполнения предлагаемой задачи, учитывать интересы и согласованность позиций других участников диалога или дискуссии);
- распознавать невербальные средства общения, понимать значение социальных знаков, предпосылок возникновения конфликтных ситуаций; уметь смягчать конфликты и вести переговоры;
- владеть различными способами общения и взаимодействия;
- понимать намерения других людей, проявлять уважительное отношение к собеседнику и в корректной форме формулировать свои возражения;
- развёрнуто и логично излагать свою точку зрения с использованием языковых средств;

Совместная деятельность:

- понимать и использовать преимущества командной и индивидуальной работы при решении биологической проблемы, обосновывать необходимость применения групповых форм взаимодействия при решении учебной задачи;
- выбирать тематику и методы совместных действий с учётом общих интересов и возможностей каждого члена коллектива;
- принимать цели совместной деятельности, организовывать и координировать действия по её достижению: составлять план действий, распределять роли с учётом мнений участников, обсуждать результаты совместной работы;
- оценивать качество своего вклада и каждого участника команды в общий результат по разработанным критериям;
- предлагать новые проекты, оценивать идеи с позиции новизны, оригинальности, практической значимости;
- осуществлять позитивное стратегическое поведение в различных ситуациях, проявлять творчество и воображение, быть инициативным.

Регулятивные универсальные действия

Самоорганизация:

- использовать биологические знания для выявления проблем и их решения в жизненных и учебных ситуациях;
- выбирать на основе биологических знаний целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, своему здоровью и здоровью окружающих;
- самостоятельно осуществлять познавательную деятельность, выявлять проблемы, ставить и формулировать собственные задачи в образовательной деятельности и жизненных ситуациях;
- самостоятельно составлять план решения проблемы с учётом имеющихся ресурсов, собственных возможностей и предпочтений;
- давать оценку новым ситуациям;
- расширять рамки учебного предмета на основе личных предпочтений;
- делать осознанный выбор, аргументировать его, брать ответственность за решение;
- оценивать приобретённый опыт;
- способствовать формированию и проявлению широкой эрудиции в разных областях знаний, постоянно повышать свой образовательный и культурный уровень;

Самоконтроль:

- давать оценку новым ситуациям, вносить коррективы в деятельность, оценивать соответствие результатов целям;
- владеть навыками познавательной рефлексии как осознания совершаемых действий и мыслительных процессов, их результатов и оснований; использовать приёмы рефлексии для оценки ситуации, выбора верного решения;
- уметь оценивать риски и своевременно принимать решения по их снижению;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;

Принятие себя и других:

- принимать себя, понимая свои недостатки и достоинства;
- принимать мотивы и аргументы других при анализе результатов деятельности;
- признавать своё право и право других на ошибки;
- развивать способность понимать мир с позиции другого человека.

Предметные результаты

10 класс

- 1) сформированность знаний о месте и роли биологии в системе естественных наук, в формировании естественно-научной картины мира, в познании законов природы и решении проблем рационального природопользования; о вкладе российских и зарубежных учёных в развитие биологии;
- 2) владение системой биологических знаний, которая включает: основополагающие биологические термины и понятия (жизнь, клетка, организм, метаболизм, гомеостаз, саморегуляция, самовоспроизведение, наследственность, изменчивость, рост и развитие); биологические теории (клеточная теория Т. Шванна, М. Шлейдена, Р. Вирхова; хромосомная теория наследственности Т. Моргана); учения (Н. И. Вавилова — о центрах многообразия и происхождения культурных растений); законы (единообразия потомков первого поколения, расщепления, чистоты гамет, независимого наследования Г. Менделя; гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова); принципы (комплементарности);
- 3) владение основными методами научного познания, используемых в биологических исследованиях живых объектов (описание, измерение, наблюдение, эксперимент);
- 4) умение выделять существенные признаки: вирусов, клеток прокариот и эукариот; одноклеточных и многоклеточных организмов, в том числе бактерий, грибов, растений, животных и человека; строения органов и систем органов растений, животных, человека; процессов жизнедеятельности, протекающих в организмах растений, животных и человека; биологических процессов: обмена веществ (метаболизм), превращения энергии, брожения, автотрофного и гетеротрофного типов питания, фотосинтеза и хемосинтеза, митоза, мейоза, гаметогенеза, эмбриогенеза, постэмбрионального развития, размножения, индивидуального развития организма (онтогенеза), взаимодействия генов, гетерозиса; искусственного отбора;
- 5) умение устанавливать взаимосвязи между органоидами клетки и их функциями, строением клеток разных тканей и их функциями; между органами и системами органов у растений,

- животных и человека и их функциями; между системами органов и их функциями, между этапами обмена веществ; этапами клеточного цикла и жизненных циклов организмов; этапами эмбрионального развития; генотипом и фенотипом, фенотипом и факторами среды обитания;
- 6) умение выявлять отличительные признаки живых систем, в том числе растений, животных и человека;
 - 7) умение использовать соответствующие аргументы, биологическую терминологию и символику для доказательства родства организмов разных систематических групп;
 - 8) умение решать биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов;
 - 9) умение выполнять лабораторные и практические работы, соблюдать правила при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
 - 10) умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы;
 - 11) умение участвовать в учебно-исследовательской работе по биологии, экологии и медицине, проводимой на базе школьных научных обществ, и публично представлять полученные результаты на ученических конференциях;
 - 12) умение оценивать этические аспекты современных исследований в области биологии и медицины (клонирование, искусственное оплодотворение, направленное изменение генома и создание трансгенных организмов);
 - 13) умение осуществлять осознанный выбор будущей профессиональной деятельности в области биологии, медицины, биотехнологии, ветеринарии, сельского хозяйства, пищевой промышленности; углублять познавательный интерес, направленный на осознанный выбор соответствующей профессии и продолжение биологического образования в учреждениях среднего профессионального и высшего образования.

11 класс

1. сформированность знаний о месте и роли биологии в системе естественных наук, в формировании современной естественно-научной картины мира, в познании законов природы и решении экологических проблем человечества, а также в решении вопросов рационального природопользования; и в формировании ценностного отношения к природе, обществу, человеку; о вкладе российских и зарубежных учёных-биологов в развитие биологии;
2. умение владеть системой биологических знаний, которая включает определения и понимание сущности основополагающих биологических терминов и понятий (вид, экосистема, биосфера); биологические теории (эволюционная теория Ч. Дарвина, синтетическая теория эволюции); учения (А. Н. Северцова – о путях и направлениях эволюции, В. И. Вернадского – о биосфере); законы (генетического равновесия Дж. Харди и В. Вайнберга; зародышевого сходства К. М. Бэра); правила (минимума Ю. Либиха, экологической пирамиды энергии); гипотезы (гипотеза «мира РНК» У. Гилберта);
3. умение владеть основными методами научного познания, используемыми в биологических исследованиях живых объектов и экосистем (описание, измерение, наблюдение, эксперимент); способами выявления и оценки антропогенных изменений в природе;
4. умение выделять существенные признаки: видов, биогеоценозов, экосистем и биосферы; стабилизирующего, движущего и разрывающего естественного отбора; аллопатрического и симпатрического видообразования; влияния движущих сил эволюции на генофонд популяции; приспособленности организмов к среде обитания, чередования направлений эволюции; круговорота веществ и потока энергии в экосистемах;
5. умение устанавливать взаимосвязи между процессами эволюции; движущими силами антропогенеза; компонентами различных экосистем и приспособлениями к ним организмов;
6. умение выявлять отличительные признаки живых систем; приспособленность видов к среде обитания; абиотических и биотических компонентов экосистем; взаимосвязей организмов в сообществах; антропогенных изменений в экосистемах своей местности;
7. умение использовать соответствующие аргументы, биологическую терминологию и символику для доказательства родства организмов разных систематических групп; взаимосвязи организмов и среды обитания; единства человеческих рас; необходимости сохранения многообразия видов и экосистем как условия сосуществования природы и человечества;

8. умение решать биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов;
9. умение выполнять лабораторные и практические работы, соблюдать правила при работе с учебным и лабораторным оборудованием;
10. умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы;
11. умение участвовать в учебно-исследовательской работе по биологии, экологии и медицине, проводимой на базе школьных научных обществ, и публично представлять полученные результаты на ученических конференциях;
12. умение оценивать гипотезы и теории о происхождении жизни, человека и человеческих рас; о причинах, последствиях и способах предотвращения глобальных изменений в биосфере;
13. умение осуществлять осознанный выбор будущей профессиональной деятельности в области биологии, экологии, природопользования, медицины, биотехнологии, психологии, ветеринарии, сельского хозяйства, пищевой промышленности; углублять познавательный интерес, направленный на осознанный выбор соответствующей профессии и продолжение биологического образования в учреждениях среднего профессионального и высшего образования.

III. Тематическое планирование с указанием количества часов, отводимых на содержание каждой темы

10 класс (102 часа)

№ п/п	Название раздела/тем в разделе	Количество часов, отводимых на освоение темы	Электронные учебно-методические материалы
1	Биология как наука	1	1. Мультимедийные презентации 2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ 3. Научно-популярный журнал «Биомолекула» https://biomolecula.ru/ 4. Научно-популярный журнал «Наука из первых рук» https://scfh.ru/ 5. Научно-популярный журнал «Наука и жизнь» https://www.nkj.ru/ 6. Научно-популярный журнал «Знание-сила» https://znanie-sila.ru/ 7. Научно-популярный журнал «Элементы» https://elementy.ru/ 8. Научно-популярный журнал «Наука в Сибири» https://www.sbras.info/main 9. Сборник лекций «Классный учёный» http://coolscientist.tilda.ws/ 10. Интерактивный анатомический атлас https://www.zygotebody.com/ 11. Банк заданий ФГБНУ ФИПИ https://fipi.ru
2	Живые системы и их изучение	3	
3	Цитология – наука о клетке	2	
4	Химическая организация клетки	9	
5	Строение и функции клетки	7	
6	Обмен веществ и превращение энергии в клетке	8	
7	Наследственная информация и реализация её в клетке	5	
8	Жизненный цикл клетки	6	
9	Строение и функции организмов	16	
10	Размножение и развитие организмов	7	
11	Генетика - наука о наследственности и изменчивости организмов	2	
12	Закономерности наследственности	11	
13	Закономерности изменчивости	7	
14	Генетика человека	5	
15	Селекция организмов	6	
16	Биотехнология и синтетическая биология	7	
Итого		102	

11 класс (102 часа)

N п/п	Название раздела/тем в разделе	Количество часов, отводимых на освоение темы	Электронные учебно-методические материалы
1	Зарождение и развитие эволюционных представлений в биологии	7	1. Мультимедийные презентации 2. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов http://school-collection.edu.ru/ 3. Научно-популярный журнал «Биомолекула» https://biomolecula.ru/ 4. Научно-популярный журнал «Наука и жизнь» https://www.nkj.ru/ 5. Научно-популярный журнал «Знание-сила» https://znanie-sila.su/ 6. Научно-популярный журнал «Элементы» https://elementy.ru/ 7. Научно-популярный журнал «Наука в Сибири» https://www.sbras.info/main 8. Научно-популярный журнал «ПостНаука» https://postnauka.org/ 9. Сборник лекций «Классный учёный» http://coolscientist.tilda.ws/ 10. Интерактивный анатомический атлас https://www.zygotebody.com/ 11. Банк заданий ФГБНУ ФИПИ https://fipi.ru
2	Микроэволюция и её результаты	10	
3	Макроэволюция и её результаты	7	
4	Возникновение и развитие жизни на Земле	13	
5	Происхождение человека – антропогенез	16	
6	Экология – наука о взаимоотношениях организмов и надорганизменных систем с окружающим миром	3	
7	Организмы и среда обитания	14	
8	Экология видов и популяций	5	
9	Экология сообществ и экологические системы	12	
10	Биосфера – глобальная экосистема	4	
11	Человек и окружающая среда	11	
Итого		102	

Поурочное планирование с указанием количества часов, отводимых на содержание каждой темы

10 класс

<i>Раздел</i>	<i>Кол-во часов</i>
<i>Тема</i>	
Тема 1 Биология как наука	1
1. Биология как комплексная наука и как часть современного общества. Стартовая контрольная работа.	1
Тема 2 Живые системы и их изучение	3
2. Организация биологических систем.	1
3. Разнообразие биологических систем и процессов.	1
4. Изучение биологических систем и процессов. ПР № 1 «Использование различных методов при изучении живых систем».	1
Тема 3 Цитология – наука о клетке	2

5. История открытия и изучения клетки. Клеточная теория.	1
6. Методы изучения клетки. ПР № 2 «Изучение методов клеточной биологии (хроматография, электрофорез, дифференциальное центрифугирование, ПЦР)».	1
Тема 4 Химическая организация клетки	9
7. Вода и минеральные вещества.	1
8. Белки. Состав и строение белков.	1
9. Свойства и функции белков.	1
10. Углеводы.	1
11. Липиды.	1
12. Нуклеиновые кислоты. Строение и функции ДНК, РНК, АТФ.	1
13. Обнаружение органических веществ в биологических объектах и материалах. ЛР № 1 «Выделение нуклеиновых кислот из клеток различных организмов», ЛР № 2 «Качественные реакции на белки, углеводы и липиды».	1
14. Методы структурной биологии.	1
15. Семинар по теме «Химическая организация клетки».	1
Тема 5 Строение и функции клетки	7
16. Строение эукариотической клетки. Плазматическая мембрана. ПР № 3 «Изучение движения цитоплазмы в растительных клетках».	1
17. Клеточная стенка. ЛР № 3 «Исследование плазмолиза и деплазмолиза растительных клеток».	1
18. Цитоплазма и одномембранные органоиды клетки.	1
19. Полуавтономные органоиды клетки.	1
20. Немембранные органоиды клетки.	1
21. Ядро. Прокариотная клетка. ЛР № 4 «Изучение строения клеток различных организмов».	1
22. Семинар по теме «Строение и функции клетки».	1
Тема 6 Обмен веществ и превращение энергии в клетке	8
23. Ассимиляция и диссимиляция – две стороны обмена веществ.	1
24. Ферментативные реакции. Ферменты. ЛР № 5 «Изучение ферментативного расщепления пероксида водорода в клетках».	1
25. Пластический обмен. Фотосинтез. Световая фаза.	1
26. Фотосинтез. Темновая фаза. Значение фотосинтеза.	1
27. Хемосинтез. ЛР № 6 «Сравнение процессов фотосинтеза и хемосинтеза».	1
28. Энергетический обмен. Подготовительный и бескислородный этапы. ЛР № 7 «Изучение каталитической активности ферментов».	1
29. Кислородный этап энергетического обмена. ЛР № 8 «Сравнение процессов брожения и дыхания».	1
30. Семинар по теме «Обмен веществ и превращение энергии в клетке».	1
Тема 7 Наследственная информация и реализация её в клетке	5
31. Реакции матричного синтеза.	1
32. Биосинтез белка.	1
33. Механизмы экспрессии генов.	1
34. Неклеточные формы жизни – вирусы. ПР № 4 «Создание модели вируса».	1
35. Информационная биология.	1
Тема 8 Жизненный цикл клетки	6
36. Клеточный цикл и его периоды.	1
37. Матричный синтез ДНК.	1
38. Хромосомы. Хромосомный набор клетки. ЛР № 9 «Изучение хромосом».	1
39. Деление клетки. Митоз. ЛР № 10 «Наблюдение митоза в клетках кончика корешка	1

лука».	
40. Регуляция жизненного цикла клеток.	1
41. Контрольная работа «Строение и жизнедеятельность клетки».	1
Тема 9 Строение и функции организмов	16
42. Организм как единое целое.	1
43. Ткани и органы. ЛР № 11 «Изучение тканей растений и животных», ЛР № 12 «Изучение органов цветкового растения».	1
44. Опора тела у растений и беспозвоночных животных.	1
45. Скелет позвоночных животных.	1
46. Движение организмов.	1
47. Скелетная мускулатура.	1
48. Питание организмов.	1
49. Дыхание организмов.	1
50. Транспорт веществ у организмов. Кровообращение.	1
51. Лимфообращение.	1
52. Выделение у организмов.	1
53. Защита организмов.	1
54. Имунитет и иммунная система.	1
55. Раздражимость и рефлекторная регуляция у организмов.	1
56. Гуморальная регуляция у организмов.	1
57. Семинар по теме «Строение и функции организмов».	1
Тема 10 Размножение и развитие организмов	7
58. Формы размножения организмов.	1
59. Мейоз.	1
60. Гаметогенез. Образование и развитие половых клеток. ЛР № 13 «Изучение строения половых клеток».	1
61. Оплодотворение и эмбриональное развитие животных.	1
62. Рост и развитие животных. ПР № 5 «Выявление признаков сходства зародышей позвоночных животных».	1
63. Размножение и развитие растений. ЛР № 14 «Строение органов размножения высших растений».	1
64. Контрольная работа «Строение и жизнедеятельность организма».	1
Тема 11 Генетика - наука о наследственности и изменчивости организмов	2
65. История становления и развития генетики.	1
66. Основные генетические понятия и символы. Методы генетики. ЛР № 15 «Дрозофила как объект генетических исследований».	1
Тема 12 Закономерности наследственности	11
67. Моногибридное скрещивание. ПР № 6 «Изучение результатов скрещивания растительных организмов».	1
68. Анализирующее скрещивание. Полное и неполное доминирование.	1
69. Дигибридное скрещивание.	1
70. Сцепленное наследование признаков.	1
71. Хромосомная теория наследственности.	1
72. Генетика пола.	1
73. Множественное действие и взаимодействие генов.	1
74. Взаимодействие неаллельных генов. Комплементарность.	1
75. Взаимодействие неаллельных генов. Эпистаз.	1
76. Взаимодействие неаллельных генов. Полимерия.	1

77. Семинар по теме «Закономерности наследственности».	1
Тема 13 Закономерности изменчивости	7
78. Изменчивость признаков.	1
79. Модификационная изменчивость. ЛР № 16 «Исследование закономерностей модификационной изменчивости. Вариационный ряд и вариационная кривая».	1
80. Наследственная изменчивость.	1
81. Генотипические мутации.	2
82. Генотипические мутации. ПР № 7 «Мутации дрозофилы (готовый микропрепарат)».	
83. Закономерности мутационного процесса.	1
84. Семинар по теме «Закономерности изменчивости».	1
Тема 14 Генетика человека	5
85. Геном человека.	1
86. Методы изучения генетики человека.	1
87. Наследственные заболевания человека. ПР № 8 «Составление и анализ родословной».	1
88. Значение генетики для медицины.	1
89. Контрольная работа «Закономерности наследственности и изменчивости», «Генетика человека».	1
Тема 15 Селекция организмов	6
90. Селекция как процесс и наука. ЛР № 17 «Изучение сортов культурных растений и пород домашних животных».	1
91. Искусственный отбор. ЛР № 18 «Изучение методов селекции растений».	1
92. Экспериментальный мутагенез. Получение полиплоидов.	1
93. Внутривидовая гибридизация. Гетерозис.	1
94. Отдалённая гибридизация. ПР № 9 «Прививка растений».	1
95. Достижения селекции в России. Экскурсия № 1 «Основные методы и достижения селекции растений и животных».	1
Тема 16 Биотехнология и синтетическая биология	7
96. Биотехнология как отрасль производства. ЛР № 19 «Изучение объектов биотехнологии».	1
97. Административная контрольная работа «Биология. Биологические системы и процессы».	1
98. Микробиологическая технология. ПР № 10 «Получение молочнокислых продуктов».	1
99. Клеточная технология и инженерия (на примере растений).	1
100. Клеточная технология и инженерия (на примере животных).	1
101. Хромосомная и генная инженерия.	1
102. Достижения биотехнологии в России. Экскурсия № 2 «Биотехнология – важнейшая производительная сила современности».	1
Итого	102
Стартовая контрольная работа	1
Контрольные работы по разделам	3
Административная контрольная работа	1
Семинары	6
Лабораторные работы	18
Практические работы	10
Экскурсии	2

<i>Раздел</i>	<i>Кол-во часов</i>
<i>Тема</i>	
Тема 1 Зарождение и развитие эволюционных представлений в биологии	6
1. Первые эволюционные концепции. Входная контрольная работа.	1
2. Предпосылки возникновения дарвинизма.	1
3. Эволюционная теория Ч. Дарвина.	1
4. Движущие силы эволюции видов по Ч. Дарвину.	1
5. Борьба за существование, естественный и искусственный отбор.	1
6. Формирование синтетической теории эволюции.	1
Тема 2 Микроэволюция и её результаты	16
7. Этапы эволюционного процесса.	1
8. Популяция – элементарная единица эволюции.	1
9. Закон генетического равновесия Дж. Харди, В. Вайнберга.	1
10. Генетические основы эволюции. ЛР № 1 «Выявление изменчивости у особей одного вида».	1
11. Элементарные факторы эволюции.	1
12. Эффект основателя. Эффект бутылочного горлышка.	1
13. Миграции. Изоляции популяций.	1
14. Естественный отбор – направляющий фактор эволюции.	1
15. Половой отбор.	1
16. Приспособленность организмов как результат микроэволюции. Лабораторная работа № 2 «Изучение ароморфозов и идиоадаптаций у растений и животных».	2
17. Примеры приспособлений у организмов. ЛР № 3 «Приспособленность организмов и её относительная целесообразность».	
18. Вид, его критерии и структура. ЛР № 4 «Сравнение видов по морфологическому критерию».	1
19. Структура вида.	1
20. Видообразование как результат микроэволюции.	1
21. Связь микроэволюции и эпидемиологии.	1
22. Семинар по теме «Микроэволюция и её результаты».	1
Тема 3 Макроэволюция и её результаты	5
23. Макроэволюция. Палеонтологические и биогеографические методы изучения эволюции.	1
24. Эмбриологические и сравнительно-морфологические методы изучения эволюции.	1
25. Молекулярно-биохимические, генетические и математические методы изучения эволюции.	1
26. Общие закономерности эволюции.	1
27. Адаптивная радиация. Неравномерность темпов эволюции.	1
Тема 4 Возникновение и развитие жизни на Земле	14
28. Научные гипотезы происхождения жизни на Земле.	1
29. Донаучные представления о зарождения жизни.	1
30. Основные этапы неорганической эволюции. ВЛР № 5 «Моделирование опытов Миллера-Юри по изучению абиогенного синтеза органических соединений в первичной атмосфере».	1
31. Гипотезы зарождения жизни.	1
32. История Земли и методы её изучения. ЛР № 6 «Изучение и описание ископаемых остатков древних организмов».	1
33. Начальные этапы органической эволюции.	1
34. Эволюция эукариот.	1

35. Основные этапы эволюции растительного мира. ПР № 1 «Изучение особенностей строения растений разных отделов».	1
36. Основные этапы эволюции животного мира. ПР № 2 «Изучение особенностей строения позвоночных животных».	1
37. Развитие жизни на Земле по эрам и периодам.	1
38. Массовые вымирания – экологические кризисы прошлого.	1
39. Современный экологический кризис, его особенности.	1
40. Современная система органического мира.	1
41. Семинар по теме «Возникновение и развитие жизни на Земле».	1
Тема 5 Происхождение человека – антропогенез	12
42. Антропология – наука о человеке.	1
43. Становление представлений о происхождении человека.	1
44. Место человека в системе органического мира. ЛР № 7 «Изучение особенностей строения скелета человека, связанных с прямохождением».	1
45. Движущие силы антропогенеза.	1
46. Соотношение биологических и социальных факторов в антропогенезе.	1
47. Основные стадии антропогенеза.	1
48. Палеогенетика и палеогеномика.	1
49. Эволюция современного человека.	1
50. Человеческие расы. ПР № 3 «Экологические адаптации человека».	1
51. Междисциплинарные методы антропологии.	1
52. Семинар по теме «Происхождение человека – антропогенез».	1
53. Контрольная работа «Эволюция организмов».	1
Тема 6 Экология – наука о взаимоотношениях организмов и надорганизменных систем с окружающим миром	3
54. Зарождение и развитие экологии.	1
55. Методы экологии. ЛР № 8 «Изучение методов экологических исследований».	1
56. Значение экологических знаний для человека.	1
Тема 7 Организмы и среда обитания	9
57. Экологические факторы.	1
58. Абиотические факторы. Свет как экологический фактор. ЛР № 9 «Выявление приспособлений организмов к влиянию света».	1
59. Абиотические факторы. Температура как экологический фактор. ЛР № 10 «Выявление приспособлений организмов к влиянию температуры».	1
60. Абиотические факторы. Влажность как экологический фактор. ЛР № 11 «Анатомические особенности растений из разных мест обитания».	1
61. Среды обитания организмов.	1
62. Биологические ритмы.	1
63. Жизненные формы организмов.	1
64. Биотические факторы. Значение биотических взаимодействий для существования организмов в среде обитания.	1
65. Семинар по теме «Организмы и среда обитания».	1
Тема 8 Экология видов и популяций	10
66. Экологические характеристики популяции.	1
67. Основные показатели популяции: численность, плотность, видовая и половая структура.	2
68. Основные показатели популяции: рождаемость, прирост, темп роста, смертность, миграции.	
69. Экологическая структура популяции.	1

70. Динамика популяции и её регуляция.	1
71. Кривые роста численности популяции. Кривые выживания.	1
72. Экологическая ниша вида. ЛР № 12 «Приспособления семян растений к расселению».	1
73. Вид как система популяций.	1
74. Закономерности поведения и миграций животных.	1
75. Семинар по теме «Экология видов популяций».	1
Тема 9 Экология сообществ и экологические системы	15
76. Сообщество организмов – биоценоз.	1
77. Экосистема как открытая система.	1
78. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме.	1
79. Основные показатели экосистемы.	1
80. Экологические пирамиды.	1
81. Изменения сообществ – сукцессии.	1
82. Природные экосистемы. Экосистемы озёр, рек, морей и океанов.	2
83. Природные экосистемы. Экосистемы тундр, лесов, степей, пустынь. Экскурсия № 1 «Типичный биогеоценоз».	
84. Антропогенные экосистемы. Экскурсия № 2 «Типичная агроэкосистема».	1
85. Урбоэкосистемы. ЛР № 4 «Изучение и описание урбоэкосистемы».	1
86. Закономерности формирования основных взаимодействий организмов в экосистемах.	1
87. Механизм воздействия загрязнений разных типов на суборганизменном, организменном, популяционном и экосистемном уровнях.	1
88. Семинар по теме «Экология сообществ и экологические системы».	1
Тема 10 Биосфера – глобальная экосистема	7
89. Биосфера – общепланетарная оболочка Земли.	1
90. Учение В. И. Вернадского о биосфере.	1
91. Закономерности существования биосферы.	1
92. Круговороты веществ и биохимические циклы.	1
93. Зональность биосферы. Основные биомы суши.	1
94. Устойчивость биосферы.	1
95. Экологические кризисы и их причины.	1
Тема 11 Человек и окружающая среда	7
96. Воздействие человека на биосферу.	1
97. Антропогенное воздействие на растительный и животный мир.	1
98. Охрана природы.	1
99. Основные принципы устойчивого развития человечества и природы.	1
100. Рациональное природопользование и сохранение биологического разнообразия Земли.	1
101. Административная контрольная работа «Биология. Биологические системы и процессы».	1
102. Контрольная работа «Экология».	1
Итого	102
Входная контрольная работа	1
Контрольные работы по разделам	2
Административная контрольная работа	1
Семинары	6
Лабораторные работы	12

Практические работы	4
Экскурсии	2

ПЕРЕЧЕНЬ (КОДИФИКАТОР) ПРОВЕРЯЕМЫХ ТРЕБОВАНИЙ

К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ СРЕДНЕГО ОБЩЕГО ОБРАЗОВАНИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ СОДЕРЖАНИЯ ПО БИОЛОГИИ

Проверяемые на ЕГЭ по биологии требования к результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования

Код проверяемого требования	Проверяемые требования к предметным результатам освоения основной образовательной программы среднего общего образования
1	Сформированность знаний о месте и роли биологии в системе естественных наук, в формировании современной естественно- научной картины мира, в познании законов природы и решении жизненно важных социально-этических, экономических, экологических проблем человечества, а также в решении вопросов рационального природопользования, в формировании ценностного отношения к природе, обществу, человеку; о вкладе российских и зарубежных ученых – биологов в развитие биологии
2	Владение системой знаний об основных методах научного познания, используемых в биологических исследованиях живых объектов и экосистем (описание, измерение, проведение наблюдений); способами выявления и оценки антропогенных изменений в природе. Умение выдвигать гипотезы, проверять их экспериментальными средствами, формулируя цель исследования, анализировать полученные результаты и делать выводы. Выявление зависимости между исследуемыми величинами, объяснение полученных результатов и формулирование выводов с использованием научных понятий, теорий и законов
3	Умение владеть системой биологических знаний, которая включает: основополагающие биологические термины и понятия (жизнь, клетка, ткань, орган, организм, вид, популяция, экосистема, биоценоз, биосфера; метаболизм, гомеостаз, клеточный иммунитет, биосинтез белка, биополимеры, дискретность, саморегуляция, самовоспроизведение, наследственность, изменчивость, энергозависимость, рост и развитие);

	биологические теории: клеточная теория Т. Шванна, М. Шлейдена, Р. Вирхова; клонально-селективного иммунитета П. Эрлих, И.И. Мечникова, хромосомная теория наследственности Т. Моргана, закон зародышевого сходства К. Бэра, эволюционная теория Ч. Дарвина, синтетическая теория эволюции, теория антропогенеза Ч. Дарвина; теория биогеоценоза В.Н. Сукачева; учение Н.И. Вавилова о центрах многообразия и происхождения культурных растений, учение А.Н. Северцова о путях и направлениях эволюции, учение В.И. Вернадского – о биосфере); законы (единообразия потомков первого поколения, расщепления признаков, независимого наследования признаков Г. Менделя; сцепленного наследования признаков и нарушения сцепления генов Т. Моргана; гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова; генетического равновесия Дж. Харди и В. Вайнберга; зародышевого сходства К. Бэра; биогенетический закон Э. Геккеля, Ф. Мюллера); принципы (чистоты гамет, комплементарности); правила (минимума Ю. Либиха, экологической пирамиды чисел, биомассы и энергии); гипотезы (коацерватной А.И. Опарина, первичного бульона Дж. Холдейна, микросфер С. Фокса, рибозима Т. Чек)
4	Умение решать поисковые биологические задачи; выявлять причинно-следственные связи между исследуемыми биологическими объектами, процессами и явлениями; делать выводы и прогнозы на основании полученных результатов; составлять генотипические схемы скрещивания для разных типов наследования признаков у организмов, составлять схемы переноса веществ и энергии в экосистемах (цепи питания, пищевые сети)
5	Умение устанавливать взаимосвязи между строением и функциями: органоидов, клеток разных тканей, органами и системами органов у растений, животных и человека; между этапами обмена веществ; этапами клеточного цикла и жизненных циклов организмов; этапами эмбрионального развития; генотипом и фенотипом, фенотипом и факторами среды обитания; процессами эволюции; движущими силами антропогенеза; компонентами различных экосистем и приспособлениями к ним организмов
6	Умение выделять существенные признаки: строения вирусов, клеток прокариот и эукариот; одноклеточных
	и многоклеточных организмов, видов, биогеоценозов, экосистем и биосферы; строения органов и систем органов растений, животных, человека; процессов жизнедеятельности, протекающих в организмах растений, животных и человека; биологических процессов: обмена веществ (метаболизм), информации и превращения энергии, брожения, автотрофного и гетеротрофного типов питания, фотосинтеза и хемосинтеза, митоза, мейоза, гаметогенеза, эмбриогенеза, постэмбрионального развития, размножения, индивидуального развития организма (онтогенеза), взаимодействия генов, гетерозиса; действий искусственного отбора, стабилизирующего, движущего и разрывающего естественного отбора; аллопатрического и симпатрического видообразования; влияния движущих сил эволюции на генофонд популяции; приспособленности организмов к среде обитания, чередования направлений эволюции; круговорота веществ и потока энергии в экосистемах

7	Сформированность умения выделять существенные признаки вирусов, клеток прокариот и эукариот; одноклеточных и многоклеточных организмов, видов, биогеоценозов и экосистем; особенности процессов обмена веществ и превращения энергии в клетке, фотосинтеза, пластического и энергетического обмена, хемосинтеза, митоза, мейоза, оплодотворения, развития и размножения, индивидуального развития организма (онтогенеза), борьбы за существование, естественного отбора, видообразования, приспособленности организмов к среде обитания, влияния компонентов экосистем, антропогенных изменений в экосистемах своей местности, круговорота веществ и превращения энергии в биосфере
8	Умение использовать соответствующие аргументы, биологическую терминологию и символику для доказательства родства организмов разных систематических групп; взаимосвязи организмов и среды обитания; единства человеческих рас; необходимости здорового образа жизни, сохранения разнообразия видов и экосистем как условия сосуществования природы и человечества
9	Умение критически оценивать информацию биологического содержания; интерпретировать этические аспекты современных исследований в биологии, медицине, биотехнологии; рассматривать глобальные экологические проблемы современности, формировать по отношению к ним собственную позицию

Перечень элементов содержания, проверяемых на ЕГЭ по биологии

Код	Проверяемый элемент содержания
1	Биология как наука. Живые системы и их изучение
1.1	Современная биология – комплексная наука. Биологические науки и изучаемые ими проблемы. Фундаментальные, прикладные и поисковые научные исследования в биологии. Значение биологии в формировании современной естественно-научной картины мира. Профессии, связанные с биологией. Значение биологии в практической деятельности человека: медицине, сельском хозяйстве, промышленности, охране природы
1.2	Живые системы как предмет изучения биологии. Свойства живых систем: единство химического состава, дискретность и целостность, сложность и упорядоченность структуры, открытость, самоорганизация, самовоспроизведение, раздражимость, изменчивость, рост и развитие. Уровни организации живых систем: молекулярный, клеточный, тканевый, организменный, популяционно-видовой, экосистемный (биогеоценотический), биосферный. Процессы, происходящие в живых системах. Основные признаки живого. Жизнь как форма существования материи
1.3	Методы биологической науки. Наблюдение, измерение, эксперимент, систематизация, метаанализ. Понятие о зависимой и независимой переменной. Планирование эксперимента. Постановка и проверка гипотез. Нулевая гипотеза. Понятие выборки и ее достоверность. Разброс в биологических данных. Оценка достоверности полученных результатов. Причины искажения результатов эксперимента. Понятие статистического теста
2	Клетка как биологическая система

2.1	Клетка – структурно-функциональная единица живого. История открытия клетки. Работы Р. Гука, А. Левенгука. Клеточная теория (Т. Шванн, М. Шлейден, Р. Вирхов). Основные положения современной клеточной теории. Методы молекулярной и клеточной биологии: микроскопия, хроматография, электрофорез, метод меченых атомов, дифференциальное центрифугирование, культивирование клеток
2.2	Химический состав клетки. Макро-, микро- и ультрамикроэлементы. Вода и ее роль как растворителя, реагента, участие в структурировании клетки, терморегуляции. Минеральные вещества клетки, их биологическая роль. Роль катионов и анионов в клетке. Биологические полимеры. Белки. Аминокислотный состав белков. Структуры белковой молекулы. Первичная структура белка, пептидная связь. Вторичная, третичная, четвертичная структуры. Денатурация. Свойства белков. Классификация белков. Биологические функции белков. Углеводы. Моносахариды, дисахариды, олигосахариды и полисахариды. Общий план строения и физико-химические свойства углеводов. Биологические функции углеводов. Липиды. Гидрофильно-гидрофобные свойства. Классификация липидов. Триглицериды, фосфолипиды, воски, стероиды. Биологические функции липидов. Общие свойства биологических мембран – текучесть, способность к самозамыканию, полупроницаемость. Нуклеиновые кислоты. ДНК и РНК. Строение нуклеиновых кислот. Нуклеотиды. Принцип комплементарности. Правило Чаргаффа. Структура ДНК – двойная спираль. Местонахождение и биологические функции ДНК. Виды РНК. Функции РНК в клетке. Строение молекулы АТФ. Макроэргические связи в молекуле АТФ. Биологические функции АТФ. Восстановленные переносчики, их функции в клетке. Секвенирование ДНК. Структурная биология: биохимические и биофизические исследования состава и пространственной структуры биомолекул
2.3	Типы клеток: эукариотическая и прокариотическая. Структурно- функциональные образования клетки. Строение прокариотической клетки. Клеточная стенка бактерий и архей. Особенности строения гетеротрофной и автотрофной прокариотических клеток. Место и роль прокариот в биоценозах. Строение и функционирование эукариотической клетки. Плазматическая мембрана (плазмалемма). Структура плазматической мембраны. Транспорт веществ через плазматическую мембрану: пассивный (диффузия, облегченная диффузия), активный (первичный и вторичный активный транспорт). Полупроницаемость мембраны. Работа натрий-калиевого насоса. Эндоцитоз: пиноцитоз, фагоцитоз. Экзоцитоз. Клеточная стенка. Структура и функции клеточной стенки растений, грибов. Цитоплазма. Цитозоль. Цитоскелет. Движение цитоплазмы. Органоиды клетки. Одномембранные органоиды клетки: эндоплазматическая сеть (ЭПС), аппарат Гольджи, лизосомы, их строение и функции. Взаимосвязь одномембранных органоидов клетки. Строение гранулярного ретикулума. Синтез растворимых белков. Синтез клеточных мембран. Гладкий (агранулярный) эндоплазматический ретикулум. Секреторная функция аппарата Гольджи. Транспорт веществ в клетке. Вакуоли растительных клеток. Клеточный сок. Тургор.

	Полуавтономные органоиды клетки: митохондрии, пластиды. Строение и функции митохондрий и пластид. Первичные, вторичные и сложные пластиды фотосинтезирующих эукариот. Хлоропласты, хромопласты, лейкопласты высших растений.
	Немембранные органоиды клетки Строение и функции немембранных органоидов клетки. Рибосомы. Микрофиламенты. Мышечные клетки. Микротрубочки. Клеточный центр. Строение и движение жгутиков и ресничек. Микротрубочки цитоплазмы. Центриоль. Ядро. Оболочка ядра, хроматин, кариоплазма, ядрышки, их строение и функции. Ядерный белковый матрикс. Пространственное расположение хромосом в интерфазном ядре. Белки хроматина – гистоны. Клеточные включения. Сравнительная характеристика клеток эукариот (растительной, животной, грибной)
2.4	Ассимиляция и диссимиляция – две стороны метаболизма. Типы обмена веществ: автотрофный и гетеротрофный. Участие кислорода в обменных процессах. Энергетическое обеспечение клетки: превращение АТФ в обменных процессах. Ферментативный характер реакций клеточного метаболизма. Ферменты, их строение, свойства и механизм действия. Коферменты. Отличия ферментов от неорганических катализаторов. Белки-активаторы и белки-ингибиторы. Зависимость скорости ферментативных реакций от различных факторов. Первичный синтез органических веществ в клетке. Фотосинтез. Роль хлоропластов в процессе фотосинтеза. Световая и темновая фазы. Продуктивность фотосинтеза. Влияние различных факторов на скорость фотосинтеза. Значение фотосинтеза. Хемосинтез. Разнообразие организмов-хемосинтетиков: нитрифицирующие бактерии, железобактерии, серобактерии, водородные бактерии. Значение хемосинтеза. Анаэробные организмы. Виды брожения. Продукты брожения и их использование человеком. Анаэробные микроорганизмы как объекты биотехнологии и возбудители болезней. Аэробные организмы. Этапы энергетического обмена. Подготовительный этап. Гликолиз – бескислородное расщепление глюкозы. Биологическое окисление, или клеточное дыхание. Роль митохондрий в процессах биологического окисления. Циклические реакции. Окислительное фосфорилирование. Преимущества аэробного пути обмена веществ перед анаэробным. Эффективность энергетического обмена

2.5	Реакции матричного синтеза. Принцип комплементарности в реакциях матричного синтеза. Реализация наследственной информации. Генетический код, его свойства. Транскрипция – матричный синтез РНК. Принципы транскрипции: комплементарность, антипараллельность, асимметричность. Трансляция и ее этапы. Участие транспортных РНК в биосинтезе белка. Условия биосинтеза белка. Кодирование аминокислот. Роль рибосом в биосинтезе белка. Организация генома у прокариот и эукариот. Регуляция активности генов у прокариот. Гипотеза оперона (Ф. Жакоб, Ж. Ману). Регуляция обменных процессов в клетке. Клеточный гомеостаз. Вирусы – неклеточные формы жизни и облигатные паразиты. Строение простых и сложных вирусов, ретровирусов, бактериофагов. Вирусные заболевания человека, животных, растений. СПИД, COVID- 19, социальные и медицинские проблемы
2.6	Клеточный цикл, его периоды и регуляция. Интерфаза и митоз. Особенности процессов, протекающих в интерфазе. Подготовка клетки к делению. Пресинтетический (постмитотический), синтетический и постсинтетический (премитотический) периоды интерфазы. Матричный синтез ДНК-репликация. Принципы репликации ДНК: комплементарность, полуконсервативный синтез, антипараллельность. Механизм репликации ДНК. Хромосомы. Строение хромосом. Теломеры и теломераза. Хромосомный набор клетки – кариотип. Диплоидный и гаплоидный наборы хромосом. Гомологичные хромосомы. Половые хромосомы. Деление клетки – митоз. Стадии митоза и происходящие в них процессы. Типы митоза. Кариокинез и цитокинез. Биологическое значение митоза. Регуляция митотического цикла клетки. Программируемая клеточная гибель – апоптоз. Функциональная геномика
3	Организм как биологическая система
3.1	Одноклеточные, колониальные, многоклеточные организмы и многоклеточные организмы.

	Формы размножения организмов: бесполое (включая вегетативное) и половое. Виды бесполого размножения: почкование, споруляция, фрагментация, клонирование. Половое размножение. Половые клетки, или гаметы. Мейоз. Стадии мейоза. Поведение хромосом в мейозе. Кроссинговер. Биологический смысл мейоза и полового процесса. Мейоз и его место в жизненном цикле организмов. Предзародышевое развитие. Гаметогенез у животных. Половые железы. Образование и развитие половых клеток. Сперматогенез и оогенез. Строение половых клеток. Оплодотворение и эмбриональное развитие животных. Способы оплодотворения: наружное, внутреннее. Партеогенез. Индивидуальное развитие организмов (онтогенез). Стадии эмбриогенеза животных (на примере лягушки). Дробление. Типы дробления. Особенности дробления млекопитающих. Зародышевые листки (гастроляция). Закладка органов и тканей из зародышевых листков. Взаимное влияние частей развивающегося зародыша (эмбриональная индукция). Закладка плана строения животного как результат иерархических взаимодействий генов. Влияние на эмбриональное развитие различных факторов окружающей среды. Рост и развитие животных. Постэмбриональный период. Прямое и непрямое развитие. Развитие с метаморфозом у беспозвоночных и позвоночных животных. Биологическое значение прямого и непрямого развития, их распространение в природе. Типы роста животных. Факторы регуляции роста животных и человека. Стадии постэмбрионального развития у животных и человека. Периоды онтогенеза человека. Размножение и развитие растений. Гаметофит и спорофит. Мейоз в жизненном цикле растений. Образование спор в процессе мейоза. Гаметогенез у растений. Оплодотворение и развитие растительных организмов. Двойное оплодотворение у цветковых растений. Образование и развитие семени. Механизмы регуляции онтогенеза у растений и животных
3.2	История становления и развития генетики как науки. Основные генетические понятия и символы. Гомологичные хромосомы, аллельные гены, альтернативные признаки, доминантный и рецессивный признак, гомозигота, гетерозигота, чистая линия, гибриды, генотип, фенотип. Основные методы генетики: гибридологический, цитологический, молекулярно-генетический

3.3	Моногибридное скрещивание. Первый закон Менделя – закон единообразия гибридов первого поколения. Правило доминирования. Второй закон Менделя – закон расщепления признаков. Цитологические основы моногибридного скрещивания. Гипотеза чистоты гамет. Анализирующее скрещивание. Промежуточный характер наследования. Расщепление признаков при неполном доминировании. Дигибридное скрещивание. Третий закон Менделя – закон независимого наследования признаков. Цитологические основы дигибридного скрещивания. Сцепленное наследование признаков. Работы Т. Моргана. Сцепленное наследование генов, нарушение сцепления между генами. Хромосомная теория наследственности. Генетика пола. Хромосомный механизм определения пола. Аутосомы и половые хромосомы. Гомогаметный и гетерогаметный пол. Генетическая структура половых хромосом. Наследование признаков, сцепленных с полом. Генотип как целостная система. Плейотропия – множественное действие гена. Множественный аллелизм. Взаимодействие неаллельных генов. Комплементарность. Эпистаз. Полимерия
3.4	Взаимодействие генотипа и среды при формировании фенотипа. Изменчивость признаков. Качественные и количественные признаки. Виды изменчивости: ненаследственная и наследственная. Модификационная изменчивость. Роль среды в формировании модификационной изменчивости. Норма реакции признака. Вариационный ряд и вариационная кривая (В. Иоганнсен). Свойства модификационной изменчивости. Генотипическая изменчивость. Свойства генотипической изменчивости. Виды генотипической изменчивости: комбинативная, мутационная. Комбинативная изменчивость. Мейоз и половой процесс – основа комбинативной изменчивости. Роль комбинативной изменчивости в создании генетического разнообразия в пределах одного вида. Мутационная изменчивость. Виды мутаций: генные, хромосомные, геномные. Спонтанные и индуцированные мутации. Ядерные и цитоплазматические мутации. Соматические и половые мутации. Причины возникновения мутаций. Мутагены и их влияние на организмы. Закономерности мутационного процесса. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости (Н.И. Вавилов). Внеядерная изменчивость и наследственность
3.5	Кариотип человека. Международная программа исследования генома человека. Методы изучения генетики человека: генеалогический, близнецовый, цитогенетический, популяционно-статистический, молекулярно-генетический. Современное определение генотипа: полногеномное секвенирование, генотипирование, в том числе с помощью ПЦР-анализа. Наследственные заболевания человека. Генные и хромосомные болезни человека. Болезни с наследственной предрасположенностью. Значение медицинской генетики в предотвращении и лечении генетических заболеваний человека. Стволовые клетки
3.6	Доместикация и селекция. Зарождение селекции и доместикации. Учение Н.И. Вавилова о центрах происхождения и многообразия культурных растений. Роль селекции в создании сортов растений и пород животных. Сорт, порода, штамм. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости Н.И. Вавилова, его значение для селекционной работы. Методы селекционной работы. Искусственный отбор: массовый и

	индивидуальный. Этапы комбинационной селекции. Испытание производителей по потомству. Отбор по генотипу с помощью оценки фенотипа потомства и отбор по генотипу с помощью анализа ДНК. Искусственный мутагенез как метод селекционной работы. Радиационный и химический мутагенез как источник мутаций у культурных форм организмов. Использование геномного редактирования и методов рекомбинантных ДНК для получения исходного материала для селекции. Получение полиплоидов. Внутривидовая гибридизация. Близкородственное скрещивание, или инбридинг. Неродственное скрещивание, или аутбридинг. Гетерозис и его причины. Использование гетерозиса в селекции. Отдаленная гибридизация. Преодоление бесплодия межвидовых гибридов. Достижения селекции растений и животных
3.7	Объекты, используемые в биотехнологии, – клеточные и тканевые культуры, микроорганизмы, их характеристика. Традиционная биотехнология: хлебопечение, получение кисломолочных продуктов, виноделие. Микробиологический синтез. Объекты микробиологических технологий. Производство белка, аминокислот и витаминов. Искусственное оплодотворение. Реконструкция яйцеклеток и клонирование животных. Метод трансплантации ядер клеток. Хромосомная и геновая инженерия. Искусственный синтез гена и конструирование рекомбинантных ДНК. Достижения и перспективы хромосомной и геновой инженерии. Медицинские биотехнологии. Использование стволовых клеток
4	Система и многообразие органического мира
4.1	Биологическое разнообразие организмов. Современная система органического мира. Принципы классификации организмов. Основные систематические группы организмов. Особенности строения и жизнедеятельности одноклеточных организмов. Бактерии, археи, одноклеточные грибы, одноклеточные водоросли, другие протисты. Колониальные организмы. Движение одноклеточных организмов: амебоидное, жгутиковое, ресничное. Защита у одноклеточных организмов. Раздражимость у одноклеточных организмов. Таксисы
4.2	Многоклеточные растения. Взаимосвязь частей многоклеточного организма. Ткани, органы и системы органов многоклеточного организма. Организм как единое целое. Ткани растений. Типы растительных тканей: образовательная, покровная, проводящая, основная, механическая. Особенности строения, функций и расположения тканей в органах растений
4.3	Вегетативные и генеративные органы растений. Функции органов и систем органов. Каркас растений. Движение многоклеточных растений: тропизмы и настиги. Поглощение воды, углекислого газа и минеральных веществ растениями. Дыхание растений. Диффузия газов через поверхность клетки. Транспортные системы растений. Выделение у растений. Защита у многоклеточных растений. Кутикула. Средства пассивной и химической защиты. Фитонциды. Раздражимость и регуляция у организмов. Раздражимость и регуляция у многоклеточных растений. Ростовые вещества и их значение

4.5	Многоклеточные животные. Взаимосвязь частей многоклеточного организма. Ткани, органы и системы органов многоклеточного организма. Организм как единое целое. Гомеостаз. Ткани животных и человека. Типы животных тканей: эпителиальная, соединительная, мышечная, нервная. Особенности строения, функций и расположения тканей в органах животных и человека
4.6	Органы и системы органов животных. Функции органов и систем органов. Опора тела организмов. Скелеты одноклеточных и многоклеточных животных. Наружный и внутренний скелет. Строение и типы соединения костей. Движение многоклеточных животных. Питание животных. Питание позвоночных животных. Дыхание животных. Кожное дыхание. Жаберное и легочное дыхание. Дыхание позвоночных животных. Эволюционное усложнение строения легких позвоночных животных. Дыхательная система человека. Механизм вентиляции легких у птиц и млекопитающих. Транспорт веществ у организмов. Транспорт веществ у животных. Кровеносная система и ее органы. Кровеносная система позвоночных животных. Круги кровообращения. Эволюционные усложнения строения кровеносной системы позвоночных животных. Выделение у организмов. Выделение у животных. Сократительные вакуоли. Органы выделения. Связь полости тела с кровеносной и выделительной системами. Выделение у позвоночных животных. Защита у многоклеточных животных. Покровы и их производные. Раздражимость и регуляция у организмов. Раздражимость у одноклеточных организмов. Таксисы. Раздражимость и регуляция у многоклеточных растений. Ростовые вещества и их значение. Нервная система и рефлекторная регуляция у многоклеточных животных. Нервная система и ее отделы. Эволюционное усложнение строения нервной системы у животных. Разработка алгоритмов и программ для эффективной функциональной аннотации геномов, транскриптомов, протеомов, метаболомов микроорганизмов, растений, животных и человека
5	Организм человека и его здоровье
5.1	Органы и системы органов человека. Отделы головного мозга позвоночных животных. Рефлекс и рефлекторная дуга. Безусловные и условные рефлексы. Гуморальная регуляция и эндокринная система животных и человека. Железы эндокринной системы и их гормоны. Действие гормонов. Взаимосвязь нервной и эндокринной систем. Гипоталамо-гипофизарная система. Рефлекс и рефлекторная дуга. Безусловные и условные рефлексы
5.2	Защита организма от болезней. Иммунная система человека. Клеточный и гуморальный иммунитет. Врожденный, приобретенный специфический иммунитет. Теория клонально-селективного иммунитета (П. Эрлих, Ф.М. Бернет, С. Тонегав). Воспалительные ответы организмов. Роль врожденного иммунитета в развитии системных заболеваний
5.3	Кровеносная система и ее органы. Сердце, кровеносные сосуды и кровь. Круги кровообращения. Работа сердца и ее регуляция
5.4	Дыхание человека. Диффузия газов через поверхность клетки. Дыхательная система человека. Дыхательная поверхность. Регуляция дыхания. Дыхательные объемы

5.5	Пищеварительная система человека. Отделы пищеварительного тракта. Пищеварительные железы. Внутриполостное и внутриклеточное пищеварение
5.6	Покровы и их производные. Органы выделения. Почки. Строение и функционирование нефрона. Фильтрация, секреция и обратное всасывание как механизмы работы органов выделения. Образование мочи у человека
5.7	Движение человека: мышечная система. Скелетные мышцы и их работа. Строение и типы соединения костей
6	Теория эволюции. Развитие жизни на Земле
6.1	Эволюционная теория Ч. Дарвина. Предпосылки возникновения дарвинизма. Жизнь и научная деятельность Ч. Дарвина. Движущие силы эволюции видов по Ч. Дарвину (высокая интенсивность размножения организмов, наследственная изменчивость, борьба за существование, естественный и искусственный отбор). Оформление синтетической теории эволюции (СТЭ). Нейтральная теория эволюции. Современная эволюционная биология. Значение эволюционной теории в формировании естественно-научной картины мира
6.2	Популяция как элементарная единица эволюции. Современные методы оценки генетического разнообразия и структуры популяций. Изменение генофонда популяции как элементарное эволюционное явление. Закон генетического равновесия Дж. Харди, В. Вайнберга. Элементарные факторы (движущие силы) эволюции. Мутационный процесс. Комбинативная изменчивость. Дрейф генов – случайные ненаправленные изменения частот аллелей в популяциях. Эффект основателя. Миграции. Изоляция популяций: географическая (пространственная), биологическая (репродуктивная). Естественный отбор – направляющий фактор эволюции. Формы естественного отбора: движущий, стабилизирующий, разрывающий (дизруптивный). Половой отбор.
	Приспособленность организмов как результат микроэволюции. Возникновение приспособлений у организмов. Ароморфозы и идиоадаптации. Примеры приспособлений у организмов. Относительность приспособленности организмов. Вид, его критерии и структура. Видообразование как результат микроэволюции. Изоляция – ключевой фактор видообразования. Пути и способы видообразования: аллопатрическое (географическое), симпатрическое (экологическое), «мгновенное» (полиплоидизация, гибридизация). Длительность эволюционных процессов. Механизмы формирования биологического разнообразия. Роль эволюционной биологии в разработке научных методов сохранения биоразнообразия. Микроэволюция и коэволюция паразитов и их хозяев. Механизмы формирования устойчивости к антибиотикам и способы борьбы с ней

6.3	Методы изучения макроэволюции. Палеонтологические методы изучения эволюции. Переходные формы и филогенетические ряды организмов. Биogeографические методы изучения эволюции. Сравнение флоры и фауны материков и островов. Биogeографические области Земли. Виды-эндемики и реликты. Эмбриологические и сравнительно-морфологические методы изучения эволюции. Генетические механизмы эволюции онтогенеза и появления эволюционных новшеств. Гомологичные и аналогичные органы. Рудиментарные органы и атавизмы. Молекулярно-генетические, биохимические и математические методы изучения эволюции. Гомологичные гены. Современные методы построения филогенетических деревьев. Хромосомные мутации и эволюция геномов. Общие закономерности (правила) эволюции. Необратимость эволюции. Адаптивная радиация. Неравномерность темпов эволюции
6.4	Научные гипотезы происхождения жизни на Земле. Абиогенез и панспермия. Донаучные представления о зарождении жизни (креационизм). Гипотеза постоянного самозарождения жизни и ее опровержение опытами Ф. Реди, Л. Спалланцани, Л. Пастера. Происхождение жизни и астробиология. Основные этапы неорганической эволюции. Планетарная (геологическая) эволюция. Химическая эволюция. Абиогенный синтез органических веществ из неорганических. Опыт С. Миллера и Г. Юри. Образование полимеров из мономеров. Коацерватная гипотеза А.И. Опарина, гипотеза первичного бульона Дж. Холдейна, генетическая гипотеза Г. Меллера. Рибозимы (Т. Чек) и гипотеза «мира РНК» У. Гилберта. Формирование мембран и возникновение протоклетки. История Земли и методы ее изучения. Ископаемые органические остатки. Геохронология и ее методы. Относительная и абсолютная геохронология. Геохронологическая шкала: эоны, эры, периоды, эпохи. Начальные этапы органической эволюции. Появление и эволюция первых клеток. Эволюция метаболизма. Возникновение первых экосистем. Современные микробные биопленки как аналог первых на Земле сообществ. Строматолиты. Прокариоты и эукариоты. Происхождение эукариот (симбиогенез). Эволюционное происхождение вирусов. Происхождение многоклеточных организмов. Возникновение основных групп многоклеточных организмов.
	Основные этапы эволюции высших растений. Основные ароморфозы растений. Выход растений на сушу. Появление споровых растений и завоевание ими суши. Семенные растения. Происхождение цветковых растений. Основные этапы эволюции животного мира. Основные ароморфозы животных. Вендская фауна. Кембрийский взрыв – появление современных типов. Первые хордовые животные. Жизнь в воде. Эволюция позвоночных. Происхождение амфибий и рептилий. Происхождение млекопитающих и птиц. Принцип ключевого ароморфоза. Освоение беспозвоночными и позвоночными животными суши. Развитие жизни на Земле по эрам и периодам: архей, протерозой, палеозой, мезозой, кайнозой. Общая характеристика климата и геологических процессов. Появление и расцвет характерных организмов. Углеобразование: его условия и влияние на газовый состав атмосферы. Массовые вымирания – экологические кризисы прошлого. Причины и следствия массовых вымираний. Современный экологический кризис, его особенности

6.5	Разделы и задачи антропологии. Методы антропологии. Становление представлений о происхождении человека. Современные научные теории. Сходство человека с животными. Систематическое положение человека. Свидетельства сходства человека с животными: сравнительно-морфологические, эмбриологические, физиолого- биохимические, поведенческие. Отличия человека от животных. Прямохождение и комплекс связанных с ним признаков. Развитие головного мозга и второй сигнальной системы. Движущие силы (факторы) антропогенеза: биологические, социальные. Соотношение биологических и социальных факторов в антропогенезе. Основные стадии антропогенеза. Австралопитеки – двуногие предки людей. Человек умелый, первые изготовления орудий труда. Человек прямоходящий и первый выход людей за пределы Африки. Человек гейдельбергский – общий предок неандертальского человека и человека разумного. Человек неандертальский как вид людей холодного климата. Человек разумный современного типа, денисовский человек, освоение континентов за пределами Африки. Эволюция современного человека. Естественный отбор в популяциях человека. Мутационный процесс и полиморфизм. Популяционные волны, дрейф генов, миграция и «эффект основателя» в популяциях современного человека. Человеческие расы. Понятие о расе. Большие расы: европеоидная (евразийская), австрало-негроидная (экваториальная), монголоидная (азиатско-американская). Время и пути расселения человека по планете. Единство человеческих рас. Научная несостоятельность расизма. Приспособленность человека к разным условиям окружающей среды. Влияние географической среды и дрейфа генов на морфологию и физиологию человека
7	Экосистемы и присущие им закономерности
7.1	Разделы и задачи экологии. Связь экологии с другими науками. Методы экологии. Полевые наблюдения. Эксперименты в экологии: природные и лабораторные. Моделирование в экологии. Мониторинг окружающей среды: локальный, региональный и глобальный

7.2	Экологические факторы и закономерности их действия. Классификация экологических факторов: абиотические, биотические, антропогенные. Общие закономерности действия экологических факторов. Правило минимума (К. Шпренгель, Ю. Либих). Толерантность. Эврибионтные и стенобионтные организмы. Абиотические факторы. Свет как экологический фактор. Действие разных участков солнечного спектра на организмы. Экологические группы растений и животных по отношению к свету. Сигнальная роль света. Фотопериодизм. Температура как экологический фактор. Действие температуры на организмы. Пойкилотермные и гомойотермные организмы. Эвритермные и стенотермные организмы. Влажность как экологический фактор. Приспособления растений к поддержанию водного баланса. Классификация растений по отношению к воде. Приспособления животных к изменению водного режима. Среды обитания организмов: водная, наземно-воздушная, почвенная, глубинная подпочвенная, внутриорганизменная. Физико-химические особенности сред обитания организмов. Приспособления организмов к жизни в разных средах. Биологические ритмы. Внешние и внутренние ритмы. Суточные и годовые ритмы. Приспособленность организмов к сезонным изменениям условий жизни. Жизненные формы организмов. Понятие о жизненной форме. Жизненные формы растений: деревья, кустарники, кустарнички, многолетние травы, однолетние травы. Жизненные формы животных: гидробионты, геобионты, аэробии. Особенности строения и образа жизни. Биотические факторы. Виды биотических взаимодействий: конкуренция, хищничество, симбиоз и его формы. Паразитизм, кооперация, мутуализм, комменсализм (квартиранство, нахлебничество). Нетрофические взаимодействия (топические, форические, фабрические). Значение биотических взаимодействий для существования организмов в среде обитания. Принцип конкурентного исключения
7.3	Экологические характеристики популяции. Популяция как биологическая система. Роль неоднородности среды, физических барьеров и особенностей биологии видов в формировании пространственной структуры популяций. Основные показатели популяции: численность, плотность, возрастная и половая структура, рождаемость, прирост, темп роста, смертность, миграция. Экологическая структура популяции. Оценка численности популяции. Динамика популяции и ее регуляция. Биотический потенциал популяции. Моделирование динамики популяции. Кривые роста численности популяции. Кривые выживания. Регуляция численности популяций: роль факторов, зависящих и не зависящих от плотности. Экологические стратегии видов (r- и K-стратегии). Понятие об экологической нише вида. Местообитание. Многомерная модель экологической ниши Дж.И. Хатчинсона. Размеры экологической ниши. Потенциальная и реализованная ниши. Вид как система популяций. Ареалы видов. Виды и их жизненные стратегии. Закономерности поведения и миграций животных. Биологические инвазии чужеродных видов

7.4	Сообщества организмов. Биоценоз и его структура. Связи между организмами в биоценозе. Экосистема как открытая система (А.Дж. Тенсли). Функциональные блоки организмов в экосистеме: продуценты, консументы, редуценты. Трофические уровни. Трофические цепи и сети. Абиотические блоки экосистем. Почвы и илы в экосистемах. Круговорот веществ и поток энергии в экосистеме. Основные показатели экосистемы. Биомасса и продукция. Экологические пирамиды чисел, биомассы и энергии. Направленные закономерные смены сообществ – сукцессии. Первичные и вторичные сукцессии и их причины. Антропогенные воздействия на сукцессии. Климаксное сообщество. Биоразнообразие и полнота круговорота веществ – основа устойчивости сообществ. Природные экосистемы. Антропогенные экосистемы. Агроэкосистема. Агроценоз. Различия между антропогенными и природными экосистемами. Урбоэкосистемы. Основные компоненты урбоэкосистем. Городская флора и фауна. Синантропизация городской фауны. Биологическое и хозяйственное значение агроэкосистем и урбоэкосистем. Закономерности формирования основных взаимодействий организмов в экосистемах. Перенос энергии и веществ между смежными экосистемами. Устойчивость организмов, популяций и экосистем в условиях естественных и антропогенных воздействий
7.5	Биосфера – общепланетарная оболочка Земли, где существует или существовала жизнь. Учение В.И. Вернадского о биосфере. Области биосферы и ее состав. Живое вещество биосферы и его функции. Закономерности существования биосферы. Особенности биосферы как глобальной экосистемы. Динамическое равновесие в биосфере. Круговороты веществ и биогеохимические циклы (углерода, азота). Ритмичность явлений в биосфере. Зональность биосферы. Понятие о биогеоценозе. Основные биогеоценозы суши: тундра, хвойные леса, смешанные и широколиственные леса, степи, саванны, пустыни, тропические леса, высокогорья. Климат, растительный и животный мир биогеоценозов суши. Структура и функция живых систем, оценка их ресурсного потенциала и биосферных функций
7.6	Экологические кризисы и их причины. Воздействие человека на биосферу. Загрязнение воздушной среды. Охрана воздуха. Загрязнение водной среды. Охрана водных ресурсов. Разрушение почвы. Охрана почвенных ресурсов. Изменение климата. Антропогенное воздействие на растительный и животный мир. Охрана растительного и животного мира. Основные принципы охраны природы. Красные книги. Особо охраняемые природные территории (ООПТ). Ботанические сады и зоологические парки. Основные принципы устойчивого развития человечества и природы. Рациональное природопользование и сохранение биологического разнообразия Земли