

# **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**По предмету «Биология»**

**для обучающихся 10 – 11 классов**

**(профильный уровень, ч)**

**на 2021 – 2022 учебный год**

**Составители – И.А. Семенов, Д.А. Фёдоров**

**Москва, 2022 год**

## **Планируемые результаты освоения предмета**

**По итогам прохождения курса обучающийся должен научиться:**

- Оценивать роль биологических открытий и современных исследований в развитии науки и в практической деятельности людей;
- Оценивать роль биологии в формировании современной научной картины мира, прогнозировать перспективы развития биологии;
- Устанавливать и характеризовать связь основополагающих биологических понятий (клетка, организм, вид, экосистема, биосфера) с основополагающими понятиями других естественных наук;
- Обосновывать систему взглядов на живую природу и место в ней человека, применяя биологические теории, учения, законы, закономерности, понимать границы их применимости;
- Проводить учебно-исследовательскую деятельность по биологии: выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить

эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов;

- Выявлять и обосновывать существенные особенности разных уровней организации жизни;
- Устанавливать связь строения функций основных биологических макромолекул, их роль в процессах клеточного метаболизма;
- Решать задачи на определение последовательности нуклеотидов ДНК и иРНК (мРНК), антикодонов тРНК, последовательности аминокислот в молекуле белка, применяя знания о реакциях матричного синтеза, генетическом коде, принципе комплементарности;
- Делать выводы об изменениях, которые произойдут в процессах матричного синтеза в случае изменения последовательности нуклеотидов ДНК;
- Сравнивать фазы деления клетки; решать задачи на определение и сравнение количества генетического материала (хромосом и ДНК) в клетках многоклеточных организмов в разных фазах клеточного цикла;
- Выявлять существенные признаки строения клеток организмов разных царств живой природы, устанавливать взаимосвязь строения и функций частей и органоидов клетки;
- Обосновывать взаимосвязь пластического энергетического обменов; сравнивать процессы пластического и энергетического обменов, происходящих в клетках живых организмов;
- Определять количество хромосом в клетках растений основных отделов на разных этапах жизненного цикла;
- Решать генетические задачи на дигибридное скрещивание, сцепленное (в том числе сцепленное с полом) наследование, анализирующее скрещивание, применяя законы наследственности и закономерности сцепленного наследования;
- Раскрывать причины наследственных заболеваний, аргументировать необходимость мер предупреждения таких заболеваний;
- Сравнивать разные способы размножения организмов
- Характеризовать основные этапы онтогенеза организмов
- Выявлять причины и существенные признаки модификационной и мутационной изменчивости; обосновывать роль изменчивости в естественном и искусственном отборе;
- Обосновывать значение разных методов селекции в создании сортов растений, пород животных и штаммов микроорганизмов;
- Обосновывать причины изменяемости и многообразия видов, применяя синтетическую теорию эволюции;
- Характеризовать популяцию как единицу эволюции, вид как систематическую категорию и как результат эволюции;
- Устанавливать связь структуры и свойств экосистемы;
- Составлять схемы переноса веществ и энергии в экосистеме (сети питания), прогнозировать их изменения в зависимости от изменения факторов среды;
- Аргументировать собственную позицию по отношению к экологическим проблемам и поведению в природной среде;
- Обосновывать необходимость устойчивого развития как условия сохранения биосферы;
- Оценивать практическое и этическое значение современных исследований в биологии, медицине, экологии, биотехнологии; обосновывать собственную оценку;
- Выявлять в тексте биологического содержания проблему и аргументированно ее объяснять;

- Представлять биологическую информацию в виде текста, таблицы, схемы, графика, диаграммы и делать выводы на основании представленных данных; преобразовывать график, таблицу, диаграмму, схему в текст биологического содержания.
- Анализировать результаты, полученные в ходе эксперимента с целью установления закономерностей наследования различных признаков
- Проводить сравнение между различными типами эукариотических клеток с целью сравнения функций органоидов
- Использовать основные закономерности математической статистики для оценки вероятности своей гипотезы
- Уметь опознавать органоиды клетки на различных микроскопических препаратах (ТЭМ, СЭМ, световая микроскопия, различные типы окрашивания)
- Анализировать информацию за строго определенное время и уметь сопоставлять её с уже имеющимися данными
- Использовать знания и навыки в новой ситуации (например при работе с новой выборкой)
- Понимать значения этапов биохимических превращений и возможные альтернативные пути;
- Строить логические связи, объясняющие протекание по определенной схеме процесса в клетке;
- Формировать целостную картину работы системы исходя из знаний о функционировании ее частей;
- Сравнивать животных на предмет морфологии, анатомии, эмбриологии и других данных и устанавливать причинно-следственные связи между различными группами
- Переносить знания об одном типичном представителе группы на других с учетом их биологии
- Проводить зависимость между строением организма и его типичным биотопом
- Сравнивать организмы на предмет ультраструктуры клеток, особенности хлоропластов и других органоидов, процессов развития и других данных и устанавливать причинно-следственные связи между различными группами
- Выявлять в тексте биологического содержания проблему и аргументированно ее объяснять;
- Представлять биологическую информацию в виде текста, таблицы, схемы, графика, диаграммы и делать выводы на основании представленных данных; преобразовывать график, таблицу, диаграмму, схему в текст биологического содержания.

**Обучающийся получит возможность научиться:**

- Организовывать и проводить индивидуальную исследовательскую деятельность по биологии (или разрабатывать индивидуальный проект): выдвигать гипотезы, планировать работу, отбирать и преобразовывать необходимую информацию, проводить эксперименты, интерпретировать результаты, делать выводы на основе полученных результатов, представлять продукт своих исследований;
- Прогнозировать последствия собственных исследований с учетом этических норм и экологических требований;
- Выделять существенные особенности жизненных циклов представителей разных отделов растений и типов животных; изображать циклы развития в виде схем;

- Анализировать и использовать в решении учебных и исследовательских задач информацию о современных исследованиях в биологии, медицине и экологии;
- Аргументировать необходимость синтеза естественно-научного и социогуманитарного знания в эпоху информационной цивилизации;
- Моделировать изменение экосистем под влиянием различных групп факторов окружающей среды;
- Выявлять в процессе исследовательской деятельности последствия антропогенного воздействия на экосистемы своего региона, предлагать способы снижения антропогенного воздействия на экосистемы;
- Анализировать материалы биологических публикаций, открытого доступа: графики, схемы, диаграммы, рисунки.
- Организовывать индивидуальную проектную деятельность (литературный обзор, биологический проект и др). Формулировать цели, задачи и планировать эксперимент с учетом постановки контрольных опытов (положительный и отрицательные контроли). По итогам проекта формулировать биологически обоснованные выводы, на основе статистически достоверных данных.
- Использовать приобретенные навыки и компетенции для применения их в повседневной жизни для приобретения опыта деятельности, предшествующей профессиональной, в основе которой лежит биология как учебный предмет

## **Содержание учебного предмета (10 класс).**

### **Раздел 1 Клеточные и молекулярные процессы**

#### **Раздел 1.1 Биохимия**

##### **Тема 1.1.1. Основы биохимии.**

Строение органических веществ. Основные функциональные группы в органической химии. Кислотно-основные реакции и окислительно-восстановительные реакции. Коферменты и активированные метаболиты. Коферменты в окислительно-восстановительных реакциях: NAD<sup>+</sup>, NADP<sup>+</sup>, FAD, липоевая кислота. АТФ и другие макроэргические вещества.

##### **Тема 1.1.2. Ферменты.**

Свойства и общий план строения ферментов. Номенклатура ферментов. Коферменты. Кинетика ферментативного катализа. Уравнение Михаэлиса-Ментон. График зависимости скорости реакции от концентрации субстрата. Конкурентное и неконкурентное ингибиование.

##### **Тема 1.1.3. Метabolизм углеводов.**

Использование глюкозы в клетке. Запасание глюкозы - глюконеогенез.

Расщепление глюкозы. Гликолиз. Локализация гликолиза в клетке. Подготовительная и энергетическая стадии. Энергетический выход гликолиза. Дальнейшая судьба пирувата: окисление до ацетил-КоА, переаминирование в аланин, карбоксилирование, брожение. Регуляция гликолиза. Брожение. Спиртовое и молочнокислое брожение. Глюконеогенез. Обратимые и необратимые реакции гликолиза. Регуляция гликолиза и глюконеогенеза инсулином и глюкагоном.

Пентозофосфатный путь. Локализация пентозофосфатного пути в клетке. Общий обзор реакций пентозофосфатного пути: окислительная стадия, стадия перегруппировок.

Энергетический выход пентозофосфатного пути. Связь между гликолизом и пентозофосфатным путем. Использование пентозофосфатного пути для получения пентоз, для получения NADPH. Физиологическая роль пентозофосфатного пути.

##### **Тема 1.1.4 Метabolизм липидов.**

Катаболизм липидов. Локализация липолиза и бета-окисления в клетке. Липазы. Активация жирных кислот, ацилкофермент А. Карнитин и его роль в транспорте жирных кислот в митохондрии. Последовательность реакций бета-окисления. Энергетический выход окисления жирных кислот.

##### **Тема 1.1.5. Метabolизм аминокислот.**

Обмен белков. Пути использования аминокислот в тканях. Азотистый баланс. Проявления белковой недостаточности. Реакции трансаминации аминокислот. Реакции дезаминирования аминокислот. Обмен аммиака. Основные источники аммиака в клетках. Реакции обезвреживания аммиака в тканях. Цикл мочевины. Синтез заменимых аминокислот. Наследственные нарушения обмена фенилаланина и тирозина: фенилкетонурия, алkaptonурия, альбинизм.

### **Тема 1.1.6. Цикл Кребса.**

Окисление пирувата. Строение кофермента А. Пируватдегидрогеназный комплекс. Локализация пируватдегидрогеназного комплекса в клетке. Последовательность реакций, ферменты и коферменты, участвующие в получении ацетил-КоА. Цикл Кребса. Участие в катаболизме. Локализация цикла Кребса в клетке. Этапы цикла Кребса и основные реакции. Энергетический выход. Велосипед Кребса. Роль цикла Кребса в синтезе аминокислот и других соединений.

## **Раздел 1.2 Молекулярная биология**

### **Тема 1.2.1. Хроматин.**

Уровни компактизации ДНК. Гистоны, нуклеосомы, конденсины и другие белки, поддерживающие структуру ДНК. Модификации гистонов и эпигенетика. Эухроматин и гетерохроматин: функции, превращение эухроматина в гетерохроматин.

### **Тема 1.2.2. Репликация.**

Принцип организации репликативной вилки. Белки, участвующие в репликации. Хеликазы прокариот и эукариот. Белки, связывающие одноцепочечную ДНК (ssb-белки). Праймирование у прокариот и эукариот. ДНК-полимеразы, их разнообразие и функции. Процессивность полимеразы. Скользящий зажим. Установщик зажима. Удаление праймеров у прокариот и эукариот. Лигирование одноцепочечного разрыва. Инициация репликации у прокариот и эукариот, связь с клеточным циклом.

Проблема недорепликации концов хромосом. Структура теломер. Теломераза.

### **Тема 1.2.3. Репарация.**

Повреждения ДНК и мутации. Основные виды повреждений ДНК: дезаминирование, алкилирование, тиминовые димеры. Таутомерия оснований и ошибки ДНК-полимераз. Прямое удаление повреждений оснований. Эксцизионные пути репарации. Репарация, опосредованная транскрипцией. SOS-репарации. Репарация двуцепочечных разрывов: направляемая гомологией репарация (HDR), негомологичное соединение концов (NHEJ). Репликация через повреждения. Нарушения систем репарации у опухолевых клеток.

### **Тема 1.2.4. Транскрипция.**

Строение генов у эукариот и прокариот. Оперон. РНК-полимераза прокариот: кор-фермент и сигма-фактор. Разнообразие сигма факторов и их роль в регуляции активности генов. Промотор прокариот. Последовательность событий при инициации. Виды терминации: ро-зависимая и ро-независимая. Виды регуляции работы оперонов. Строение и регуляция лактозного и триптофанового оперона. Аттенюация. Транскрипция у эукариот. Эукариотические РНК-полимеразы и их функции. Строение промотора. Сборка инициаторного комплекса.

Транскрипционные факторы. Белковые мотивы, узнающие ДНК. Процессинг РНК и связь с транскрипцией. Кэпирование и его функции. Механизм сплайсинга. Механизм и биологическая функция альтернативного сплайсинга. Полиаденилирование и терминация транскрипции.

### **Тема 1.2.5. Биосинтез белка.**

Строение рибосомы прокариот и эукариот. Синтез и процессинг пРНК у прокариот и эукариот. Ядрышко. тРНК. Синтез и процессинг тРНК. Аминоацил-тРНК-синтетазы. Механизм реакции и принципы контроля. Стадии элонгационного цикла. Инициация у прокариот: RBS,

формилметионил-тРНК. Факторы инициации. Инициация у эукариот: роль кэпа, поли(А)-хвоста, механизм сканирования, факторы инициации. Внутренние сайты посадки рибосом. Терминация трансляции. Синтез белков на гранулярном ЭПР. SRP-частица. Синтез белков с трансмембранными доменами. Сигналы локализации белков.

### **Раздел 1.3 Цитология, Гистология, Эмбриология**

#### **Тема 1.3.1. Приборы для изучения клеток.**

Микроскопы. Первые микроскопы и наблюдения Р. Гука и А.В. Левенгука. Микроскоп братьев Янсен. Клеточная теория, основные постулаты. Современные представления о клеточной теории. Электронная микроскопия. Устройство светового и электронного микроскопа, механизм получения изображения. Сканирующий электронный микроскоп, просвечивающий электронный микроскоп. Способы окраски препаратов. Флуоресцентные метки. Метод FISH.

#### **Тема 1.3.2 Домены жизни.**

Ультраструктура клетки прокариот. Строение клеточной оболочки у бактерий и архей. Характеристика бактерий и архей. Компактизация ДНК у бактерий. Синтез белка у бактерий. Устройство жгутика у бактерий. Жизненный цикл бактерий. Биопленки. Использование биопленок в промышленности. Патогенные бактерии. Механизмы патогенности. Использование бактерий в сельском хозяйстве и промышленности. Бактерии эндосимбионты. Клубеньковые бактерии, бактериоциты тлей, mixotricha paradoxa, бактерии погонофор

#### **Тема 1.3.3. Ультраструктура клетки эукариот.**

Разнообразие клеток эукариот. Структура клеточного ядра. Механизмы компактизации ДНК. Структура хромосомы. Политенные хромосомы. Окрашивание хромосом. Кариотип, спектральное кариотипирование (SKY). Хроматин, типы хроматина, хромосомные территории. Субдомены ядра: спеклы, тельца Джейми, тельца Кахала строение ядерной оболочки, ядерный транспорт. Синтез рибосом.

#### **Тема 1.3.4. Организация биологических мембран.**

Проницаемость билипидного слоя для биологически важных молекул. Белки-каналы и белки-переносчики. Унипорт, симпорт, антипорт, насосы. Электрохимический градиент на поверхности мембран. Поддержание электрохимического градиента. Участие электрохимического градиента в транспорте, передаче различных сигналов. Примеры работы различных каналов ( $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ) Каналы в почках, мышцах. Секреция белков в клетке, этапы секреции. Эндоплазматический ретикулум. Модификации белков в ЭПР. Шапероны. Типы шаперонов. HSP (heat shock proteins). Стресс ЭПР. Деградация белков, убиквитин, протеасомы. Типы ЭПР и их функции. Гранулярный и агранулярный ЭПР. Саркоплазматический ретикулум. Аппарат Гольджи. Экзоцитоз и эндоцитоз. Основные пути эндоцитоза. Образование и структура лизосом. V0-АТФазы. Везикулярный транспорт и синапсы. Нейромедиаторы

#### **Тема 1.3.5. Организация цитоскелета у эукариот.**

Основные компоненты цитоскелета. Микротрубочки, микрофиламенты, промежуточные филаменты. Структура и функции микротрубочек, тубулин. Стабилизация микротрубочек, динамическая нестабильность. Биологическая роль микротрубочек в клетке. Движения белков по микротрубочкам. Взаимодействие между микротрубочками и актовыми филаментами. Ультраструктура жгутика у эукариот. Реснички. Механизм движения жгутика. Структура актиновых филаментов. Полимеризация актина. Миозины. Различные структуры миозинов.

Строение поперечно-полосатого мышечного волокна. Саркомер. Механизм сокращения скелетных мышц. Промежуточные филаменты. Сборка промежуточных филаментов. Кератины. Ламины.

#### **Тема 1.3.6. Биологические основы деления.**

Клеточный цикл. Регуляция клеточного цикла. Характеристика фаз клеточного цикла. Центросома и центриоли. ЦОМТ. Варианты ЦОМТ у эукариот. Полярность микротрубочек в митозе. Динеины и кинезины. Фазы митоза. Контроль митоза. Профаза, Метафаза, Анафаза, Телофаза, цитокинез. Метафазная пластина. Роль центромеры в клеточных делениях. Характеристика цитокинеза у животных. Борозда деления. Плоидность клеток. Редукция пloidности в мейозе. Фазы мейоза.

#### **Тема 1.3.7. Клеточная адгезия, клеточные контакты.**

Протеогликаны, как субстрат для адгезии. Способность клеток адгезировать к различным субстратам. Специализированные клеточные контакты. Структура контактов (десмосома, пояс адгезии, полудесмосома, фокальный контакт). Структура плотных контактов. Структура щелевых контактов. Функциональные особенности специализированных межклеточных контактов.

Клеточные контакты и передача сигналов

#### **Тема 1.3.8. Митохондрии и пластиды.**

Структура и функции митохондрий. Типы крист митохондрий. Происхождение митохондрий. Транспорт белков в митохондриях. Редукция митохондрий: митосомы, гидрогеносомы. Структура пластид высших растений. Функции пластид. Цикл образования и гибели пластиды. Типы пластид эукариот: первичные, вторичные, третичные. Транспорт белков в пластидах.

#### **Тема 1.3.9. Биология развития.**

История изучения развития организмов. Гомункулы. Цели и задачи биологии развития. Гаметогенез. Структура гамет у млекопитающих. Сперматогенез и овогенез. Оплодотворение, акросомальная реакция. Блок полиспермии у яйцеклеток. Сегрегация цитоплазмы и активация метаболизма в оплодотворенной яйцеклетке. Строение сперматозоидов у беспозвоночных. Безжгутиковые сперматозоиды.

#### **Тема 1.3.10. Начальные этапы развития.**

Молекулярные механизмы перехода к стадии дробления. Типы дробления (голобластическое и меробластическое) и варианты дробления. Радиальное дробление, спиральное дробление, ротационное дробление, центролецитальные дробление. Гаструляция. Типы гаструляционных движений. Миграция клеток. Спецификация клеток и формирования осей тела. Генный контроль спецификации у Дрозофилы. Раннее развитие у хордовых (на примере ланцетника или Xenopus).

#### **Тема 1.3.11. Концепция стволовых клеток.**

Totипотентные, плюрипотентные и мультипотентные стволовые клетки. Ниши стволовых клеток. Происхождение стволовых клеток. Закладка мезодермы и органогенез. Формирование нервной трубки и нервного гребня у челюстноротовых. Дифференциация мозговых пузырей. Образование головного и спинного мозга. Дифференциация глаз. Глазные пузыри. Иммиграция клеток нервного гребня и их судьба. Роль клеток нервного гребня в формировании сердца и

других органов. Дифференциация хорды и хордовой мезодермы. Параксиальная, латеральная и промежуточная мезодерма. Происхождение и дальнейшая судьба. Сомиты, сомитогенез и дифференциация. Формирование кровеносной, выделительной и опорно-двигательной системы. Эндодерма. Формирование сердца. Формирование пищеварительной системы.

#### **Тема 1.3.12. Постэмбриональное развитие.**

Особенности метаморфоза у насекомых и позвоночных. Гормональный контроль метаморфозов и линек у насекомых. ПТТГ, ЮГ, экдизон. Гормональный контроль метаморфоза у амфибий. Явление неотении.

#### **Тема 1.3.13. Общая гистология.**

Понятие ткани. Окраска тканей. Обзор тканей млекопитающих, их особенности и разновидности (покровная, мышечная, соединительная, нервная). Гистологическое устройство органов центральной и периферической нервной системы. Строение кожи, волосяного фолликула. Разнообразие соединительных тканей в организме человека.  
Дифференциация тканей, стволовые клетки

#### **Тема 1.3.14. Частная гистология.**

Гистологическое устройство различных отделов пищеварительной системы. Гистологическое строение воздухоносных путей и респираторного отдела легкого. Выделительная система: почка и мочевыводящие пути. Строение сердечно-сосудистой системы: сердце, артерии, вены, капилляры.

Устройство органов эндокринной системы: гипофиз, эпифиз, щитовидная и паращитовидная железы, надпочечники, поджелудочная железа (островки Лангерганса)

## **Раздел 2 Ботаника**

### **Раздел 2.1 Альгология**

#### **Тема 2.1.1 Общая характеристика водорослей**

Признаки группы «водоросли». Талломная организация, отличие от тканевой. Основные отделы водорослей. Archaeplastida: Зеленые водоросли (Chlorophyta). Харовые водоросли (Charophyta). Красные водоросли (Rhodophyta). Ультраструктура и строение клетки. Строение хлоропласта в различных отделах, фотосинтетические пигменты. Вспомогательные пигменты. Фикобилины у красных водорослей. Фикобилисомы. Жизненные циклы: хламидомонада, улотрикс, ульва, ацетабулярия, спирогира, хара, порфира, батрахоспермум. Использование водорослей в промышленности: получение агар-агара, витаминов, красителей и консервантов. Водоросли паразиты: прототекоз, алло- и адельфо- паразиты среди красных водорослей. Excavata: Эвгленовые (Euglenophyta). Ультраструктура и строение клетки. Структура и происхождение хлоропласта. Биология эвгленовых. Использование эвгленовых для оценки качества воды в водоемах. Эвгленовые водоросли — паразиты. Chromalveolata: Stramenopiles: отдел Ochrophyta, класс Бурые водоросли. Ультраструктура и строение клетки. Строение хлоропласта, фотосинтетические пигменты. Жизненный цикл наиболее важных представителей: ламинария, фукус. Использование бурых водорослей в промышленности. Альгинаты. Подводные леса бурых водорослей. Класс Золотистые водоросли. Особенности биологии и клеточная организация. Класс Желто-зеленые водоросли. Особенности биологии и клеточная организация. Alveolata. Dinoflagellata: Строение хлоропласта, фотосинтетические пигменты. Ультраструктура и строение клетки. Пластида у различных динофлагеллят, как пример 3 и 4 эндосимбиоза. Клептопластидия динофлагеллят. Фоторецепторы динофлагеллят,

«сложный глаз». Пластида у других альвеолят. Редукция пластиды у споровиков. Rhizaria: Chlorarachniophyta. Ультраструктура и строение клетки. Строение и происхождение хлоропласта. Особенности биологии. Paulinella (Euglyphida). Ультраструктура и строение клетки. Происхождение хлоропласта, первичный эндосимбиоз.

## **Раздел 2.2 Ботаника высших растений.**

### **Тема 2.2.1. Клетки и ткани растений.**

Клеточная стенка: строение и функции, синтез компонентов, типы клеточных стенок. Особенности растительных мембран. Пластиды: разнообразие, формирование, функции. Строение хлоропластов. Вакуоли: виды, функции, формирование. Растительные ткани. Классификация растительных тканей. Образовательные ткани: классификации (по происхождению, по расположению), характерные особенности клеточного строения. Апекс побега и корня двудольных, однодольных, споровых растений: отличительные черты, зональность. Теории строения апекса побега (теория гистогенов, модель «туника-корпус», теория Фостера). Боковые меристемы (феллоген и камбий). Покровные ткани. Классификация, расположение в теле растения, общие особенности строения. Первичные покровные ткани. Эпидерма. Особенности строения эпидермы злаков. Строение и классификация устьичных аппаратов. Механизмы регуляции открытия устьичной щели. Гидатоды. Веламен. Вторичные и третичные покровные ткани. Механические ткани: классификация, расположение в теле растения, общие особенности строения. Склеренхима: строение волокон, разнообразие склереид. Колленхима: отличительные особенности, классификация. Проводящие ткани. Апопластный и симпластный виды транспорта. Ксилема и флоэма: классификация, составляющие элементы, особенности строения. Эволюция проводящих элементов. Функционирование проводящих элементов (загрузка и разгрузка). Основные ткани. Хлоренхима (складчатый мезофилл голосеменных растений, ассимиляторы споровых растений), аренхима, запасающая и основная паренхимы. Секреторно-выделительные ткани. Нектарники. Гидатоды. Кристаллоносные, слизевые, масляные клетки. Млечники. Запасающие ткани. Классификация запасающих тканей. Виды запасных веществ, способы их запасания и расположение в теле растения.

### **Тема 2.2.2. Вегетативные органы растений.**

Корень. Морфология корня. Типы корневых систем. Морфо-функциональные зоны корня. Строение и функции корневого чехлика. Метаморфозы корня. Симбиотические изменения корней. Анатомия корня. Первичное строение корня. Особенности строения и функционирования эндодермы у однодольных и двудольных растений. Переход к вторичному строению. Особенности вторичного строения корня. Стебель. Морфология стебля. Ветвление и нарастание, их типы и биологическое значение. Метаморфозы побега. Анатомия стебля. Стела: разнообразие и классификация стел. Стелярная теория. Строение стебля двудольных и однодольных растений. Вторичное утолщение стебля. Возрастные изменения вторичной древесины и вторичной коры. Строение стебля хвощей и плаунов. Лист. Морфология листа. Структурные компоненты листа. Формации листьев. Гетеро- и анизофилля, их биологическое значение. Филлотаксис и листовая мозаика. Метаморфозы листа. Анатомия листа. Строение листа двудольных, однодольных растений. Анatomическое строение листовой пластинки C3-, C4- и CAM-растений. Листопад, его механизм и биологическое значение. Особенности анатомии листьев голосеменных растений. Почка: разнообразие строения и расположения почек.

### **Тема 2.2.3. Генеративные органы растений.**

Цветок. Гипотезы происхождения цветка. Морфология цветка. Околоцветник, андроцей (микроспорогенез и формирование мужского гаметофита), гинеций (строение семязачатков, мегаспорогенез и развитие женского гаметофита). Принципы составления формулы и диаграммы цветка. Классификация соцветий. Опыление. Особенности оплодотворения, развитие зародыша и эндосперма. Плод. Морфология плода. Классификации плодов (естественная, по типу гинецея). Распространение плодов.

### **Тема 2.2.4. Происхождение высших растений и эволюция архепластидных.**

Специализация хлоропластов. Геронтопласты, амилопласты, хромопласты. Выход растений на сушу. Происхождение жизненного цикла высших растений. Мохообразные, как парафилиетическая группа. Разнообразие мохообразных. Печёночники, Антоцеровые, Настоящие мхи. Устройство спорофита и гаметофита у мохообразных. Устройство антеридиев и архегониев. Сперматозоид мохообразных.

### **Тема 2.2.5. Сосудистые растения.**

Состав группы. Ископаемые сосудистые растения. Происхождение сосудистой системы у высших растений. Lycopodiophyta или плаунообразные. Современный состав группы плауновидных. Листья плауновидных. Жизненный цикл плауновидных, устройство гаметофита и спорофита. Разнообразие плауновидных: селагинелловые, полушниковые. Pteridophyta или папоротникообразные. Современный состав группы. Жизненный цикл, устройство гаметофита и спорофита. Спорангии: лептоспорангии и эуспорангии. Разнообразие папоротникообразных. Хвощевидные. Современный состав группы. Жизненный цикл, устройство гаметофита и спорофита. Устройство стеллы хвощей. Ископаемые папоротникообразные, происхождение голосеменных.

### **Тема 2.2.6. Семенные растения.**

Современный состав группы: голосеменные и покрытосеменные. Происхождение Семенных растений. Голосеменные (Gymnospermae). Устройство гаметофита и спорофита на примере хвойных. Современный состав группы: гинкговые, цикадовые, гинкговые, хвойные. Праголосеменные, как ископаемая группировка. Происхождение покрытосеменных (Angiospermae). Происхождение и эволюция цветка. Жизненный цикл, строение гаметофита и спорофита. Двойное оплодотворение. Ткани зародышевого мешка. Современная систематика цветковых растений (APG). Magnoliidae, Rosidae, Ranunculidae, Asteridae, Monocots. Состав групп, основные семейства. Однодольные и двудольные. Приспособление различных цветковых растений к опылению и оплодотворению.

## **Раздел 3 Анатомия и физиология человека**

### **Тема 3.1.1. Опорно-двигательная система.**

Строение костей, гистология. Классификация костей. Строение скелета человека. Особенности скелета человека с связи с прямохождением. Отличия мужского и женского скелета. Развитие костей, скелет ребёнка. Строение скелетных и гладких мышц. Основные группы мышц. Физиология скелетной мышцы. Рост костей в длину и толщину. Соединения костей, их классификация. Строение мышечного волокна и саркомера. Механизм мышечного сокращения и расслабления. Регуляция работы мышц.

### **Тема 3.1.2. Пищеварительная система.**

Роль пищеварительной системы в обмене веществ. Строение и функции пищеварительной системы, ее развитие. Работа органов пищеварения. Строение зубов. Обзор пищеварительных желез. Пищеварение в ротовой полости, желудке, тонком и толстом кишечнике. Этапы и типы пищеварения. Понятие о полостном и пристеночном пищеварении. Анатомия пищеварительных желез, их функции. Роль обмена веществ и энергии. Нервно-гуморальная регуляция пищеварения.

### **Тема 3.1.3. Дыхательная система.**

Анатомия верхних дыхательных путей, их функции. Голосовой аппарат, звукообразование. Легкие, их развитие, строение и функции. Газообмен в легких и тканях. Альвеолы. Сурфактант. Плевра, плевральная полость. Понятие ацинуса. Функции различных органов дыхательной системы. Механизм вдоха и выдоха. Типы дыхания. Спирометрия. Нормальные показатели функции внешнего дыхания, их обсуждение и оценка. Искусственное дыхание.

### **Тема 3.1.4. Выделительная и половая системы.**

Строение почек и мочевыводящих путей. Строение нефрона. Кровоснабжение почек. Мочеобразование. Особенности секреции, реабсорбции в различных отделах нефрона. Нейрогуморальная регуляция мочеобразования и мочеотделения. Строение половой системы. Физиология почек. Нейрогуморальная регуляция мочеобразования и мочеотделения. Физиология половой системы. Менструальный цикл. Развитие и рождение плода.

### **Тема 3.1.5. Сердечно-сосудистая система.**

Строение сердца и сосудов. Циркуляция крови в сердце. Патологии клапанов сердца и их влияние на гемодинамику. Инфаркт миокарда. Сердечный цикл. Потенциал действия. Автоматия сердца. Нейрогуморальная регуляция работы сердца. Понятие ЭКГ. Сосуды, круги кровообращения. Внутренняя среда организма. Состав плазмы. Строение и функции эритроцитов, тромбоцитов, лейкоцитов. Группы крови (ABO, Rh, Kell) и их определение. Патологии системы крови. Иммунный ответ. Иммунитет и его виды. Решение задач по ССС.

### **Тема 3.1.6. Нервная и эндокринная системы.**

Нервная ткань, строение нейрона. Синапс. Анатомия спинного мозга. Головной мозг, отделы и функции. Вегетативная нервная система. Сравнение гуморальной и нервной регуляции. Виды гуморальной регуляции. Механизмы действия гормонов. Иерархический принцип устройства эндокринной системы. Гипоталамо-гипофизарная система, физиология ее работы. Обзор отдельных эндокринных желез и нарушения их работы. Синтез гормонов Биологические потенциалы. Потенциал покоя и потенциал действия. Суммация потенциалов. рефлекторные дуги. Поражение проводников. Понятие ЭЭГ. Основные анализаторы - зрительный, слуховой, вкусовой, обонятельный. Кожные рецепторы.

## **Раздел 4 Зоология**

### **Раздел 4.1 Зоология беспозвоночных.**

#### **Тема 4.1.1. Происхождение животных.**

Гипотезы происхождения животных. Положение животных в современной системе животного царства. Гипотеза синзооспоры. Систематика царства животные. Настоящие животные. Двухслойные и трехслойные животные.

#### **Тема 4.1.2. Низшие многоклеточные.**

Состав царства Metazoa: Protostomia & Eumetazoa. Тип Губки. Пластичность клеточной организации. Пинакодерма, хоанодерма, мезохил. Водная система. Питание губок. Размножение и личиночное развитие. Разнообразие губок. Тип Стрекающие (Cnidaria), как первые представители Eumetazoa. Тканевая организация, типы клеток. Особенности жизненного цикла. Метагенез. Жизненные циклы гидроидных и сцифоидных медуз. Планула, актинула, гаструлообразная личинка. Разнообразие стрекающих. Особенности коралловых полипов. Класс Hexacorallia и Octocorallia. Коралловые рифы, атоллы, окаймляющие рифы. Кубомедузы, Ставромедузы. Сифонофоры. Особенности строения и биологии пелагических стрекающих. Португальский кораблик.

#### **Тема 4.1.3. Происхождение билатеральных животных.**

Основные гипотезы. Эдиакарская фауна. Кембрийский взрыв. Особенности билатеральных животных. Происхождение рта в эволюции животных. Аборальный орган. Полости тела у животных. Вторичная полость, способы её закладки. Первичноротые и вторичноротые. Основные группы первичноротых животных. Трохофорные, Линяющие.

#### **Тема 4.1.4. Трохофорные животные**

Тип Плоские черви (Platyhelminthes). Особенности тканевого строения. Строение на поперечном срезе на примере белой планарии. Строение систем органов на примере белой планарии. Размножение и развитие. Прямое развитие пресноводных форм, развитие с метаморфозом у морских представителей (Polycladida). Разнообразие плоских червей. Ресничные черви (Turbellaria), Сосальщики (Trematoda), Ленточные черви (Cestoda). Эволюция паразитизма в группе плоских червей. Основные приспособления к паразитизму. Жизненные циклы хозяйствственно и медицински важных паразитов. Печеночный сосальщик, шистосома, широкий лентец, бычий и свиной цепни. Тип Кольчатые черви (Annelida). Целомическая полость, эпителий, жидкость. Роль целома в формировании кровеносной, выделительной и половой системы. Строение систем органов на примере нереиса и на примере дождевого червя. Строение дождевого червя на поперечном срезе. Локомоция червей, параподии. Видоизменения параподий, жабры. Размножение и развитие. Трохофора. Атокные и эпитокные формы. Разнообразие кольчатых червей. Бродячие и сидячие полихеты. Поясковые, как представители сидячих полихет. Редукция параподий у сидячих полихет, малощетинковых червей и пиявок. Разнообразие малощетинковых червей. Разнообразие пиявок. Тип Моллюски (Mollusca). Полость тела у моллюсков — редуцированный целом. Причина редукции целома. Степень редукции целома у различных групп моллюсков. Генерализованная схема моллюска. Строение основных систем органов. Основные классы моллюсков: Хитоны, Двустворчатые, Брюхоногие, Головоногие. Особенности биологии и анатомии классов. Приспособление к образу жизни, связанное с редукцией головы у двустворчатых. Поперечный срез двустворчатого моллюска. Различный уровень развития органов дыхания у различных двустворчатых моллюсков. Сложные жабры, как орган питания и дыхания. Торсион у брюхоногих моллюсков: причины, следствия. Особенности анатомии брюхоногих в связи с торсионом. Редукция раковины и ноги у головоногих моллюсков. Активное передвижение, хищничество. Развитие основных систем органов у головоногих моллюсков. Появление замкнутой кровеносной системы.

#### **Тема 4.1.5 Линяющие животные.**

Тип Членистоногие (Arthropoda). Основная группа линяющих животных. Особенности, связанные с появлением кутикулы из хитина. Кембрийские предки членистоногих — лобоподы.

Ближайшие родственники членистоногих: онихофоры и тихоходки. Особенности сегментации членистоногих. Мандибулярные (Mandibulata) и хелицеровые (Chelicerata). Класс Ракообразные. Двуветвистые конечности. Строение и анатомия на примере речного рака. Основные системы органов на примере речного рака. Эволюция ракообразных. Разнообразие ракообразных. Развитие ракообразных. Науплиус, другие виды личинок. Паразитические ракообразные (карповые вши, пятыустки, лерноцера, корнеротые, китовые вши...) Класс насекомые. Особенности анатомии генерализованного насекомого. Происхождение крыльев. Анализ экспрессии *hox*-генов в крыльях насекомых конечностях ракообразных. Гипотеза Pancrustacea и её морфологические подтверждения. Особенности развития насекомых. Полное и неполное превращение. Типы личинок, типы куколок Первичнобескрылые и крылатые. Древнекрылые и новокрылые. Основные отряды насекомых: чешуйницы, поденки, стрекозы, прямокрылые, богомолы, палочники, веснянки, вши, полужесткокрылые, «равнокрылые», сеноеды, пухоеды, трипсы, жесткокрылые, ручейники, перепончатокрылые, блохи, сетчатокрылые, двукрылые). Сравнительная анатомия различных насекомых. Зависимость строения от типа питания. Состав группы Chelicerata. Мечехвосты — живые ископаемые. Класс Паукообразные. Современные паукообразные. Особенности паукообразных, как представителей хелицеровых. Анатомия систем органов на примере паука крестовика. Разнообразие паукообразных. Клещи — переносчики бактериальных и вирусных заболеваний. Другие отряды паукообразных. Тип круглые черви (Nematoda). Строение основных систем органов на примере аскариды. Поперечный срез аскариды. Первичная полость тела. Особенности нервно-мышечной системы аскариды. Кутинула нематод, сравнение с кутикулой членистоногих. Гипотеза линяющих животных Ecdysozoa, подтверждение гипотезы, основные признаки линяющих животных. Жизненный цикл нематод. Особо важные хозяйствственные нематоды: галловичная, пшеничная, свекольная. Медицински значимые нематоды: аскарида, остирица, свайник, власоглав, токсокара, филярия, трихинелла.

#### **Тема 4.1.6. Вторичноротые животные**

Тип Иглокожие (Echinodermata). Основные системы органов и строение покровов на примере морской звезды. Промежуточная соединительная ткань и другие особенности иглокожих. Происхождение иглокожих и современные систематические группы. Морские лилии, морские огурцы, офиуры. Положение типа хордовых (Chordata) в системе животного мира. Генеральный план строения хордового животного. Упрощенные срезы на уровне хвоста и туловища. Гипотезы происхождения хордовых животных. Тип Хордовые (Chordata). Происхождение хордовых, основные гипотезы. Основные подтипы хордовых: головохордовые, оболочники, позвоночные. Строение и развитие хордовых на примере ланцетника. Основные признаки хордовых. Закладка целомов у ланцетника и других вторичноротых животных. Развитие и закладка мезодермы у хордовых животных. Поперечный срез ланцетника на уровне глотки. Подтип Urochordata. Особенности строение и биологии на примере типичных асцидий. Строение основных систем органов. Развитие асцидий, строение типичной личинки.

### **Раздел 4.2 Зоология позвоночных.**

#### **Тема 4.2.1. Характеристика позвоночных. Бесчелюстные.**

Подтип Позвоночные (Vertebrata). Типы классификационных систем. Классификация позвоночных. Подтип Бесчелюстные (Agnatha) и подтип челюстноротые (Gnathostomata). Основные особенности подтипов. Подтип бесчелюстные. Основные анатомические особенности бесчелюстных. Современные представители: миксины и миноги. Ископаемые

представители бесчелюстных. Основные представители щитковых (Ostrocodermi). Возможная эволюция щитковых.

#### **Тема 4.2.2. Челюстноротые. Рыбы.**

Подтип челюстноротые. Эволюция челюстноротых, Панцирные рыбы (Placodermi). Основные особенности древних щитковых рыб. Сравнение ископаемых классов и современных рыб. Современные хрящевые рыбы (Chondrichthyes). Основные особенности хрящевых рыб. Пластиноножаберные (Elasmobranchii) и цельноголовые (Holocephali) — основные современные представители хрящевых рыб. Основные представители и среды обитания. Костные рыбы (Osteichthyes). Примитивные вымершие формы- Акантодии (Acanthodii). Основные анатомические особенности, характерные для костных рыб. Происхождение костных рыб. Упрощенное родословное древо костных рыб. Подразделение на лучеперых (Actinopterygii) и лопастеперых (Sarcopterygii). Основные представители лучеперых. Ископаемые представители— палеониски. Современные группы костных рыб: хрящевые ганоиды, костные ганоиды, костиные рыбы. Основные представители этих групп. Процветание костиных рыб, как залог успеха существования человечества. Лопастеперые. Основные группы: Двоякодышащие и Кистеперые рыбы. Невозможность полного сопоставления признаков латимерии и древних предков четвероногих.

#### **Тема 4.2.3. Выход позвоночных на сушу. Амфибии.**

Структурные и функциональные изменения при выходе на сушу (общая логика). Эволюционное родословное древо амфибий. Основные группы ископаемых амфибий: Тонкопозвонковые (Lepospondyli), Лабиринтодонты (Labyrinthodontia), Антракозавры (Anthracosauria). Современные амфибии из группы Lissamphibia. Особенности современных амфибий. Бесхвостые (Anura), безногие (Apoda) и хвостатые (Urodeles). Антракозавры, как предковая по отношению к рептилиям группа.

#### **Тема 4.2.4. Амниоты.**

Рептилии, как первые представители амниот. Особенности амниотического яйца. Яйцевые оболочки. Родословное древо рептилий. Примитивные рептилии — котилозавры (Cotylosauria). Особенности систематики рептилий, связанные с наличием и расположением височных дуг: анапсиды, диапсиды, синапсиды, эвриапсиды. Черепахи (Testudines). Особенности и адаптации черепах. Примитивные черты черепах. Вымершие рептилии: ихтиозавры и плезиозавры и родственные формы. Лепидозавры (Lepidosauria) — преобладающая группа рептилий на сегодняшний день. Основные представители современных рептилий. Гаттерия, как одна из примитивных рептилий — живое ископаемое. Отряд Чешуйчатые (Squamata). Змеи и ящерицы, особенности этих групп. Редукция конечностей у ящериц. Подкласс Архозавры (Archosauria). Предковая группа архозавров: текодонты (Thecodontia). Крокодилы и аллигаторы, как сильно модифицированные архозавры. Птицетазовые и ящеротазовые динозавры, (pterозавры, как летающие рептилии). Примитивные звероподобные рептилии (подкласс Synapsida).

#### **Тема 4.2.5 Млекопитающие.**

Происхождение млекопитающих. Мезозойские млекопитающие. Эволюция Prototheria и Theria. Первозвани (Prototheria), отряд однопроходные (Monotremata). Особенности однопроходных, как примитивных млекопитающих. Представители однопроходных. Примитивные звери: Theria. Сумчатые (Metatheria) и плацентарные (Eutheria). Сумчатые млекопитающие, основные особенности и современные представители. Особенности биологии сумчатых и их географическая привязка. Плацентарные млекопитающие. Основные черты

строения плацентарных. Современные системы плацентарных млекопитающих. Молекулярная и палеонтолого-географическая система современных млекопитающих. Основные отряды плацентарных млекопитающих. Зубные формулы млекопитающих и форма черепа. Приспособление млекопитающих к питанию различными формами пищи.

#### **Тема 4.2.6. Птицы.**

Происхождение птиц от группы ящеротазовых архозавров. Палеонтологические находки ископаемых «птиц». Современная система класса птиц. Веерохвостые и Ящерохвостые. Представители Веерохвостых: зубастые, древненебные и новонёбные. Основные отряды древненебных: Киви, Эму, Тинаму, Нанду, Страусы, Эпиорнисы, Моя. Основные отряды новонебных: Дятлообразные, Трубконосые, Ракшеобразные, Поганкообразные, Гагарообразные, Журавли, Гусеобразные, Голенастые, Ржанкообразные, Пеликанообразные, Кукообразные, Пингвины, Фламингообразные, Совообразные, Соколообразные, Голубеобразные, Кукушкообразные, Стрижеобразные, Кукушкообразные, Воробькообразные. Полет, как биологическое явление. Типы крыльев у различных животных. Происхождение полета у птиц. Приспособления птиц к полету. Огромное разнообразие птиц, как пример эволюционной приспособления к различным условиям среды.

### **Тематическое планирование учебного предмета (10 класс).**

Учебный план предполагает занятия 6 раз в неделю, разбитые на 2 тематических блока (каждый из таких блоков проходит в отдельный день недели). Первый тематический блок рассчитан на 4 академический часа, второй – на 2 академический часа.

<b>Раздел/Тема</b>	<b>Количество академических часов</b>
<b>Раздел 1 Клеточные и молекулярные процессы</b>	<b>94</b>
<b>Раздел 1.1 Биохимия</b>	<b>40</b>
Тема 1.1.1. Основы биохимии.	8
Тема 1.1.2. Ферменты.	8
Тема 1.1.3. Метаболизм углеводов.	8
Тема 1.1.4 Метаболизм липидов.	4
Тема 1.1.5. Метаболизм аминокислот.	4
Тема 1.1.6. Цикл Кребса.	6
Контрольная работа по разделу 1.1	2
<b>Раздел 1.2 Молекулярная биология</b>	<b>27</b>
Тема 1.2.1. Хроматин.	3
Тема 1.2.2. Репликация.	6
Тема 1.2.3. Репарация.	3
Тема 1.2.4. Транскрипция.	6
Тема 1.2.5. Биосинтез белка.	7
Контрольная работа по 1.2 разделу	2
<b>Раздел 1.3 Цитология, Гистология, Эмбриология</b>	<b>27</b>
Тема 1.3.1. Приборы для изучения клеток.	1
Тема 1.3.2 Домены жизни.	1
Тема 1.3.3. Ультраструктура клетки эукариот.	2
Тема 1.3.4. Организация биологических мембран.	1
Тема 1.3.5. Организация цитоскелета у эукариот.	1
Тема 1.3.6. Биологические основы деления.	2
Тема 1.3.7. Клеточная адгезия, клеточные контакты.	1
Тема 1.3.8. Митохондрии и пластиды.	2
Тема 1.3.9. Биология развития.	2
Тема 1.3.10. Начальные этапы развития.	2
Тема 1.3.11. Концепция стволовых клеток.	1

Тема 1.3.12. Постэмбриональное развитие.	1
Тема 1.3.13. Общая гистология.	4
Тема 1.3.14. Частная гистология.	4
Контрольная работа по разделу 1.3	2
<b>Раздел 2 Ботаника</b>	<b>24</b>
<b>Раздел 2.1 Альгология</b>	<b>4</b>
Тема 2.1.1 Общая характеристика водорослей	4
<b>Раздел 2.2 Ботаника высших растений.</b>	<b>20</b>
Тема 2.2.1. Клетки и ткани растений.	4
Тема 2.2.2. Вегетативные органы растений.	4
Тема 2.2.3. Генеративные органы растений.	4
Тема 2.2.4. Происхождение высших растений и эволюция архепластидных.	2
Тема 2.2.5. Сосудистые растения.	2
Тема 2.2.6. Семенные растения.	2
Контрольная работа по разделу 2	2
<b>Раздел 3 Анатомия и физиология человека</b>	<b>27</b>
Тема 3.1.1. Опорно-двигательная система.	2
Тема 3.1.2. Пищеварительная система.	2
Тема 3.1.3. Дыхательная система.	2
Тема 3.1.4. Выделительная и половая системы.	5
Тема 3.1.5. Сердечно-сосудистая система.	6
Тема 3.1.6. Нервная и эндокринная системы.	8
Контрольная работа по разделу 3	2
<b>Раздел 4 Зоология</b>	<b>35</b>
<b>Раздел 4.1 Зоология беспозвоночных.</b>	<b>17</b>
Тема 4.1.1. Происхождение животных.	1
Тема 4.1.2. Низшие многоклеточные.	3
Тема 4.1.3. Происхождение билатеральных животных.	1
Тема 4.1.4. Трохофорные животные	4
Тема 4.1.5 Линяющие животные.	4
Тема 4.1.6. Вторичноротые животные	2
Контрольная работа по разделу 4.1	2
<b>Раздел 4.2 Зоология позвоночных.</b>	<b>18</b>
Тема 4.2.1. Характеристика позвоночных. Бесчелюстные.	1

Тема 4.2.2. Челюстноротые. Рыбы.	4
Тема 4.2.3. Выход позвоночных на сушу. Амфибии.	2
Тема 4.2.4. Амниоты.	1
Тема 4.2.5 Млекопитающие.	4
Тема 4.2.6. Птицы.	4
Контрольная работа по разделу 4.2	2
<b>Итого</b>	<b>180</b>