

*ПРИНЯТО*  
на заседании Педагогического совета  
Протокол №  
от

*УТВЕРЖДЕНО*  
приказом директора  
АНО ОШ ЦПМ  
от №

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
по предмету **«Биология»**  
для обучающихся 11 класса  
(профильный уровень)  
для очно-заочной формы обучения  
на 2022 – 2023 учебный год

Составитель:  
Д. А. Федоров

Москва, 2022 год

## Оглавление

Планируемые результаты освоения учебного предмета .....	3
Содержание учебного предмета.....	6
Тематическое планирование учебного предмета.....	20

## Планируемые результаты освоения учебного 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;
- Сравнить 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 и 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;
- Сравнить 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 изменчивости 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 значение 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;
- Сравнить 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;
- Объяснять зависимость между строением организма и его типичным биотопом;
- Сравнить организмы на предмет ультраструктуры клеток, особенностей хлоропластов и других органоидов, процессов развития и других данных и устанавливать причинно-следственные связи между различными группами.

**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 из 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

### Раздел 1.1. Физиология и биология животных.

#### Тема 1.1.1. Понятие адаптации. Гомеостаз.

Понятие адаптации. Поддержание гомеостаза. Стратегии регуляции постоянства внутренней среды. Конформеры и регуляторы. Логарифмические шкалы изменения. Основные свойства воды. Коллигативные свойства растворов. Уравнение Доннана. Потенциалы. Пассивное и активное движение воды в организме. Понятие осмолярности раствора.

#### Тема 1.1.2. Водный обмен и выделение у животных.

Понятие водного обмена в живых организмах. Способы регуляции водного обмена. Ионный транспорт. Регуляция работы сократительных вакуолей. Компенсаторные осмолиты. Транспорт воды через эпителии. Типы выделительных систем. Особенности строения и распространения выделительных систем нефридиального типа. Строение аппарата ультрафильтрации. Происхождение и генерации почек у позвоночных животных. Работа выделительной системы моллюсков. Выделительные системы активного типа. Работа мальпигиевых сосудов. Криптонефридиальная система. Солевые железы у позвоночных животных. Продукты азотистого обмена. Цикл мочевины. Растворимость продуктов азотистого обмена.

#### Тема 1.1.3. Дыхание животных.

Диффузия. Уравнение диффузии. Первый и второй законы Фика. Растворимость кислорода в водоёмах. Концентрация кислорода в атмосфере. Получение и потеря газов через дыхательные поверхности. Перфузия. Происхождение жаберных аппаратов у моллюсков, кольчатых червей, членистоногих, иглокожих и хордовых животных. Наружные жабры рыб. Трахейная система. Возникновение трахей в эволюции. Преимущества трахей в наземной среде. Вентиляция трахей. Трахейные жабры. Легкие у моллюсков, иглокожих и позвоночных животных. Легкие птиц. Механизм двойного дыхания. Циркуляция и потоки воздуха в легких позвоночных животных.

#### Тема 1.1.4. Циркуляция животных и циркуляторные системы.

Понятие циркуляторной системы и происхождение циркуляторных систем у животных. Связь между строением полости тела, выделительной и кровеносной системами. Кровеносная система у животных. Ламинарные и турбулентные токи. Открытые и закрытые кровеносные системы. Преимущества и недостатки. Движение крови в теле животных. Целомические циркуляторные системы. Механизм перистальтики сосудов у пиявок. Целомические циркуляторные системы у сипункулид и немертин. Разнообразие сердец у животных. Гипотеза постоянного давления в перикарде. Нейрогенные и миогенные сердца. Осциллирующий ритм в сердце беспозвоночных животных. Дополнительные сердца у насекомых и моллюсков. Роль эндотелия в циркуляции. Дыхательные пигменты. Разнообразие дыхательных пигментов, кривые насыщения для основных дыхательных пигментов.

#### Тема 1.1.5. Опорно-двигательная система животных.

Способы движения животных. Гидростатический скелет. Разнообразие гидростатических скелетов у животных. Строение саркомеров у животных. Продольная, поперечная и косая исчерченная мускулатура. Белые и красные мышцы. Механизм активации мышечного сокращения у животных. Мышечные сокращения у насекомых. Работа мышц двустворчатых моллюсков. Давление в

полости тела у нематод. Скелетные элементы у губок, иглокожих и позвоночных животных. Роль скелетных элементов в движении. Экзоскелет членистоногих. Механизм работы экзо- и эндоскелета.

#### **Тема 1.1.6. Нервная и гуморальная регуляция жизнедеятельности.**

Понятие регуляции и обратной связи. Клеточный сигналинг. Распространение и устройство нервной системы у животных. Электрические и химические синапсы. Особенности организации нервной системы у трохофорных и линяющих животных. Распространение миелина среди животных. Эндокринная система у животных. Регуляция жизнедеятельности и жизненных циклов у животных. Распространение гормонов у беспозвоночных животных. Регуляция линьки. Стероидные и терпеноидные гормоны. Половой метаморфоз у кольчатых червей. Стробилизация стрекающих.

#### **Тема 1.1.7. Восприятие внешних сигналов.**

Фоторецепция. Цилиарные и рабдомерные рецепторы. Сигнальные каскады, определяющие восприятие света. Строение глаз у животных. Механизм работы простых глазков. Происхождение камерных глаз. Устройство сложных глаз у членистоногих. Оптический путь в камерном и сложном глазу. Строение глаз у моллюсков и кольчатых червей. Интерференция и поляризация света. Сенсиллы у членистоногих животных. Механизм работы. Разнообразие сенсилл. Органы равновесия. Устройство органов равновесия у позвоночных и беспозвоночных животных. Тактильная чувствительность. Терморекцепция.

#### **Тема 1.1.8. Экологическая физиология. Приспособление к различным средам обитания.**

Характеристика сред обитания. Состав морской и пресноводной воды. Распространение животных в пресноводных и морских водоёмах. Зональность фауны морских водоемов. Приливно-отливная зона – литораль. Адаптации к обитанию на литорали. Адаптации к обитанию в морской среде. Эстуарии и марши. Характеристика биотопов, адаптации к обитанию. Разнообразие фауны пресноводных водоёмов. Характеристика пресноводных экосистем. Фауна озера Байкал. Адаптация к обитанию в наземных экосистемах. Взаимоотношения «паразит-хозяин».

### **Раздел 2.1. Микробиология и биотехнология.**

#### **Тема 2.1.1. Введение в микробиологию.**

Применение микроорганизмов в древнейшие времена. История открытия микроорганизмов. Основные этапы развития микробиологии с XVIII века до наших дней. Влияние микроорганизмов на жизнь человека и всей планеты. Перспективы развития серой биотехнологии.

#### **Тема 2.1.2. Цитология микроорганизмов.**

Строение эукариотической клетки. Строение и свойства цитоплазматической мембраны. Цитоплазма, ее состав и свойства. Строение и функции мембранных и немембранных органоидов. Транспорт мембран в клетке. Особенности строения и работы цитоскелета. Организация эукариотических жгутиков. Двумембранные органоиды и теория эндосимбиогенеза. Ядро и хроматин. Строение прокариотической клетки. Особенности ее устройства в сравнении с эукариотической. Организация генетического материала прокариот: нуклеоид и плазмиды. Органоиды и включения прокариотической клетки. Особенности движения и питания прокариот. Строение клеточных стенок. Морфотипы бактерий и виды жгутикования. Процесс спорообразования.

### **Тема 2.1.3. Физиология микроорганизмов.**

Типы питания. Физиологические группы микроорганизмов. Представители и особенности метаболизма. Процессы, осуществляемые только прокариотами. Хемотрофия: брожение и дыхание. Основные сходства и различия двух путей метаболизма. Биоэнергетика. Пути анаэробного окисления сахаров. Основные виды брожения. Примеры представителей и применения в промышленности. Этапы клеточного дыхания. Цикл Кребса. Характеристика электронтранспортной цепи дыхания. Различия ее строения у аэробов и анаэробов. Особенности хемолитотрофного способа существования. Обратный транспорт электронов и разорванный цикл Кребса. Фототрофия. Аноксигенный и оксигенный фотосинтез. Особенности метаболизма фотосинтетиков. Цикл Кальвина. Цикл Арнона. Сравнение субстратного и мембранного фосфорилирования. Азотфиксация. Биохимия процесса. Свободноживущие и симбиотические diaзотрофы.

### **Тема 2.1.4. Экология микроорганизмов.**

Микроорганизмы по отношению к абиотическим факторам (температуре, pH, солености, наличию кислорода). Понятия эврибионтности и стенобионтности. Особенности метаболизма (пути приспособления) микроорганизмов, обитающих в экстремальных условиях. Микроорганизмы по отношению к биотическим факторам: паразитизм и мутуализм. Роль микроорганизмов в биоценозах. Микробиота человека. Ось «мозг-кишечник». Аэробные и анаэробные сообщества микроорганизмов. Понятие бактериального газового фильтра. Межвидовой перенос водорода. Основы биогеохимии микроорганизмов. Глобальные циклы элементов (азота, углерода, серы). Некультивируемые виды микроорганизмов: причины и решения.

### **Тема 2.1.5. Молекулярная биология и филогения.**

Матричные процессы прокариот. Репликация по тета- и сигма-механизму. Регуляция деления клетки. Роль цитоскелета в равномерной передаче генетического материала. Бактерии с линейными хромосомами, особенности их репликации и хранения генетического материала. Биосинтез белка. Транскрипция и трансляция прокариот. Понятие оперона. Регуляция экспрессии генов. Lac-оперон. Атенуация триптофанового оперона. Горизонтальный перенос генов: история открытия и механизмы процесса. Трансформация. Понятие компетентности. Пути получения искусственной компетентности. Конъюгация, ее виды и приспособления к паразитизму. Трансдукция. Жизненные циклы бактериофагов.

### **Тема 2.1.6. Биотехнология микроорганизмов.**

Понятие биотехнологии. Пути использования микроорганизмов человеком с древнейшего времени по наши дни. Пищевая биотехнология. Альтернативный источник белка. Медицинская биотехнология: антибиотики, вакцины, фаговая терапия. Биовыщелачивание. Биоремедиация. Биодegradация. Энзимобиотехнология. Генная инженерия.

## **Раздел 1.2. Основы вирусологии и иммунологии.**

### **Тема 1.2.1. Введение в вирусологию.**

История открытия и изучения вирусов. Вирус табачной мозаики и опыты Ивановского. Положение вирусов в системе живых организмов. Сочетание признаков живого и неживого. Гипотезы происхождения вирусов. Вирусы как упростившиеся клетки. Гипотеза «сбежавших генов». Гипотеза независимого

происхождения вирусов. Значение вирусов в эволюции клеточных форм жизни. Возможное появление ДНК как результата борьбы с вирусными инфекциями. Следы присутствия вирусов в геномах организмов. Структура вирусных частиц. Виды капсидов. Общие принципы жизненных циклов вирусов. Литический и лизогенный жизненный цикл.

### **Тема 1.2.2. Разнообразие вирусов.**

Классификация вирусов по Балтимору. Схемы репликации вирусов. ДНК-содержащие вирусы. Одноцепочечные ДНК-вирусы. Двухцепочечные ДНК-вирусы. Гигантские ДНК-содержащие вирусы. РНК-содержащие вирусы. Одноцепочечные РНК-вирусы. Двухцепочечные РНК-вирусы. Вирусы с гибридным геномом. Ретровирусы. Вироиды. Прионы. Способы проникновения вирусов в клетку и выхода из нее. Бактериофаги.

### **Тема 1.2.3. Молекулярная биология вирусов.**

Репликация вирусных геномов. Разнообразие вирусных ДНК-полимераз. Репликация по типу катящегося кольца. Решения проблемы недорепликации концов ДНК. Ранние и поздние гены. Вирусные РНК-полимеразы. Реализация генетической информации вирусов в клетке. Вирусные мРНК и особенности их трансляции. Регуляция экспрессии вирусных генов. Регуляция сборки капсидов. Влияние вирусов на биологию клетки. Ингибирование реализации генетической информации клетки-хозяина. «Гонка вооружений» вирусов и их хозяев.

### **Тема 1.2.4. Вирусы в медицине, сельском хозяйстве и биотехнологии.**

Борьба клетки с вирусной инфекцией. Система интерферона. Запрограммированная гибель зараженной клетки. Вирусные заболевания человека и животных. Онкогенные вирусы. Вирусы растений. Противовирусные препараты. Использование вирусов в биотехнологии и генетической инженерии. Трансдукция клеток, вирусы как генетические векторы. Использование лентивирусов и аденовирусов в молекулярных исследованиях. Вакцины, основанные на вирусных векторах.

### **Тема 1.2.4. Введение в иммунологию.**

История открытия и изучения иммунитета. Открытия Мечникова и Эрлиха. Фагоцитоз. Клеточный и гуморальный иммунитет. Компоненты иммунной системы. Клетки иммунной системы: виды лимфоцитов. Нейтрофилы, базофилы, эозинофилы, лимфоциты, макрофаги. Органы и ткани иммунной системы. Костный мозг, тимус, селезенка, лимфатическая система и лимфатические узлы. Глимфатическая система мозга.

### **Тема 1.2.6. Клеточные и молекулярные механизмы иммунитета.**

Онтогенез иммунной системы. Созревание иммунных клеток в костном мозге и тимусе. Дифференцировка иммунных клеток. Врожденный и приобретенный иммунитет. Воспалительная реакция. Медиаторы воспаления: цитокины и другие биологически активные вещества. Система комплемента. Антитела. Виды и функции антител. Механизмы формирования антигенраспознающего репертуара лимфоцитов.

### **Тема 1.2.7. Медицинская иммунология.**

Реактивность иммунной системы. Аллергические реакции. Цитокиновый шторм. Аутоиммунные заболевания. Рассеянный склероз, диабет 1-го типа, миастения гравис, системная красная волчанка. Иммунологические аспекты трансплантологии. Синдром приобретенного иммунодефицита. Виды вакцин и

формирование искусственного иммунитета. Метод ИФА для определения иммунного ответа.

## **Раздел 2.2. Физиология и биология растений.**

### **Тема 2.2.1. Введение.**

Положение высших растений на филогенетическом дереве эукариот, разнообразие высших растений. Роль эндосимбиоза в эволюции растительной клетки. Связь особенностей структуры растительной клетки с процессом фотосинтеза. Разнообразие вторичных метаболитов и видовое разнообразие. Взаимосвязь эволюции животных и растений. Развитая сенсорика как ответ на увеличение разнообразия растительного мира. Роль растений в биосфере и жизни человека. Прикладные особенности науки физиологии растений, в том числе в растениеводстве, в создании трансгенных растений, обладающих высокой урожайностью и устойчивостью.

### **Тема 2.2.2. Особенности строения растительной клетки.**

Клеточная стенка. Основные компоненты клеточной стенки (пектины, целлюлозные микрофибриллы и сшивочные гликаны), а также их основные структурные полимеры. Биосинтез целлюлозы. Структурные белки, входящие в состав клеточной стенки. Ферменты, регулирующие структуру клеточной стенки. Вторичное утолщение клеточной стенки. Лигнификация, суберинизация и др. Особенности синтеза и химического состава подобных химических образований клеточной стенки. Мембраны. Особенности химического состава мембраны клетки растения. Основные механизмы транспорта через мембраны: активный (первично-активный и вторично-активный), пассивный транспорт. Основные принципы генерации, потенциала на плазмалемме и тонопласте.  $H^+$ -АТФазы р- и V-типа,  $H^+$ -пирофосфатаза.  $Ca^{2+}$ -АТФаза. АВС-транспортёры.

Плазмодесмы. Строение и функции плазмодесм. Межклеточный обмен макромолекулами и метаболитами через плазмодесмы. Физиологическая роль связи клеток через плазмодесмы. Поры. Строение и происхождение пор, типы пор.

Типы связи растительных клеток. Понятие апопласта, симпласта и эндопласта. Пластиды. Симбиогенетическая теория происхождения пластид. Разнообразие пластид высших растений и их физиологическая роль. Взаимные превращения пластид. Особенности химического состава внутренних мембран пластид. Структура и функции хлоропластного генома, а также взаимодействие хлоропластного и ядерного геномов. Понятие о двойном кодировании. Митохондрии. Особенности генома митохондрий. Феномен цитоплазматической мужской стерильности как взаимодействие между ядерным и митохондриальным геномами. Спорофитный и гаметофитный контроль ЦМС. Пероксисомы. Физиологическая роль в растении, особенности работы. Вакуоль. Особенности строения вакуоли. Понятие тургорного давления. Физиологическая роль вакуоли. Митоз. Особенности клеточного деления растений. Понятие о фрагмопласте и его отличия от фикопласта.

### **Тема 2.2.3. Фотосинтез: фотосинтетические пигменты.**

Хлорофиллы. Общие принципы организации молекулы. Разнообразие хлорофиллов и бактериохлорофиллов у разных организмов. Основные этапы биосинтеза. Спектр поглощения хлорофиллов. Энергетические переходы в молекуле хлорофилла (схема Яблонского). Понятие о миграции энергии. Фикобилины – разомкнутые тетрапирролы. Особенности биосинтеза и их физиологическая роль в растении. Каротиноиды. Общее представление о биосинтезе (локализация, основные субстраты). Основные каротиноиды высших растений и других групп (в том числе водорослей). Протекторная роль каротиноидов. Роль виолаксантинового (ксантофиллового) цикла в регуляции распределения энергии квантов света. Защитная функция каротиноидов. Каротиноиды как предшественники АБК.

#### **Тема 2.2.4. Фотосинтез: поглощение квантов, миграция энергии и работа фотосистем.**

Антенные комплексы. Принципы работы антенных комплексов. Подвижные и неподвижные комплексы. Фикобилисомы. Фикобилины как дополнительные ферменты фотосинтеза у водорослей и цианобактерий. Факторы, влияющие на ассоциацию светособирающего комплекса с ФС II и ФС I.

Фотосистема I. Строение и функционирование ФС I. Ассоциация и диссоциация с подвижным светособирающим комплексом. Кооперация работы ФС I и ФС II. Локализация ФС I в мембране тилакоидов.

Фотосистема II. Строение и функционирование ФС II. Водоокисляющий комплекс и реакции образования кислорода. Работа реакционного центра. Участие ФС II в нециклическом потоке  $e^-$ . Перенос электрона внутри ФС II. Локализация ФС II в мембранах тилакоидов и взаимодействие со светособирающим комплексом.

Цитохром-b/f-комплекс. Основной набор кофакторов и механизмы работы комплекса (Q-цикл).

Варианты транспорта электронов по ЭТЦ фотосинтеза. Нециклический, циклический и псевдоциклический транспорт электрона. Последовательность переносчиков. Цикл вокруг фотосистемы II. Реакция хлордыхания как регуляция редокс-статуса пула пластохинонов. Взаимосвязь между фотосинтетической функцией и ультраструктурой хлоропластов. Локализация белковых комплексов на мембранах тилакоидов (ССК, ФС II, ФС I, цитохром-b/f-комплекс, АТФ-синтаза). Переключение с нециклического на циклический поток электронов по ЭТЦ фотосинтеза и связанное с ним изменение локализации комплексов.

Синтез АТФ. Особенности строения АТФ-синтазного комплекса.

#### **Тема 2.2.5. Фотосинтез: фиксация углерода (темновые реакции фотосинтеза).**

C-3 фотосинтез. Фиксация  $CO_2$  в растительной клетке. Роль карбоангидразы в фиксации  $CO_2$ . Восстановительный пентозофосфатный путь (цикл Кальвина). Основные этапы и биохимические реакции, входящие в цикл. Строение и особенности работы RubisCO. Регуляция активности ферментов цикла Кальвина. Связь цикла со световыми реакциями фотосинтеза. Транспорт продуктов цикла Кальвина из хлоропласта в цитозоль. Челночные механизмы переноса восстановительных эквивалентов и АТФ. Взаимозависимость световой и

темновой фаз фотосинтеза. Регуляция цикла Кальвина. Участие тиоредоксиновой системы, концентрации  $Mg^{2+}$ , pH. Специфика активации и инактивации RubisCO: активационный карбамилирование лизина. Фотодыхание. Реакции, запускающие процесс фотодыхания. Биохимия превращений веществ при фотодыхании. Экологические условия, повышающие интенсивность фотодыхания. Связь фотодыхания с другими процессами: метаболизмом серы и азота. C<sub>4</sub>-фотосинтез. Экологическая роль C<sub>4</sub>-фотосинтеза. Сравнительная характеристика и локализация основных карбоксилаз: RubisCO и ФЕП-карбоксилазы. Химизм первичных процессов ассимиляции углекислоты. Механизм концентрирования CO<sub>2</sub> у C<sub>4</sub>-растений. Обмен метаболитами между клетками мезофилла и обкладки. Три типа C<sub>4</sub>-фотосинтеза. Связь типа декарбоксилирования с ультраструктурой хлоропластов, анатомическими и цитологическими особенностями листьев. Эволюция C<sub>4</sub>-фотосинтеза у разных растений. C<sub>2</sub>-фотосинтез. САМ-метаболизм. Основные особенности САМ-растений с примерами растений. Адаптивное экологическое значение САМ-метаболизма. Суточная динамика фотосинтетических процессов и их компартментация. Три варианта декарбоксилирования при САМ-метаболизме. Облигатные и факультативные САМ-растения.

Пластичность фотосинтеза. Переход от C<sub>3</sub> к САМ-метаболизму. Сезонные изменения анатомического строения листьев и типа фотосинтеза. Фиксация углекислоты молодыми листьями. Гетеротрофная фиксация CO<sub>2</sub>.

### **Тема 2.2.6. Особенности метаболизма растительной клетки.**

Углеводы. Запасные и транспортные формы углеводов в растениях. Крахмал, сахароза, раффинозы, полифруктаны: химическое строение и их внутриклеточная локализация. Гликолиз. Отличия гликолиза у растений и у животных. Дополнительные ферменты. Регуляция гликолиза в цитозоле и в пластидах. Роль фруктозо-2,6-бисфосфата как сигнальной молекулы, регулирующей отношение между гексозами и триозами. Связь гликолиза с другими процессами: C<sub>4</sub>, САМ, окислительным пентозофосфатным циклом, циклом Кребса, циклом Кальвина. Обращение реакций гликолиза (глюконеогенез) у растений. Окислительный пентозофосфатный цикл (ОПФЦ). Особенности локализации в клетке растения. Сравнение окислительного и восстановительного пентозофосфатного пути. Связь ОПФЦ с метаболическими процессами: синтезом фенольных соединений, полимеров клеточной стенки, нуклеиновых кислот. Роль ОПФЦ как источника восстановительных эквивалентов.

Цикл Кребса (трикарбоновых кислот). Особенности ЦТК у растений. Связь цикла Кребса с САМ, метаболизмом азота, гликолизом. Взаимодействие цикла Кребса и ЭТЦ митохондрий. Электрон-транспортная цепь митохондрий. Особенности растительных митохондрий: альтернативные дегидрогеназы, альтернативная оксидаза. Альтернативная оксидаза митохондрий и её экологическая роль в привлечении опылителей у ароидных. Механизмы регуляции активности, защитная функция альтернативной оксидазы. Глиоксилатный цикл. Биохимическое взаимодействие олеосом, глиоксисом и митохондрий. Локализация ферментов и физиологическая роль процесса.

### **Тема 2.2.7. Водный обмен растений.**

Физические основы водного обмена. Первый и второй законы термодинамики. Термодинамические показатели воды: активность, химический потенциал, водный потенциал. Составляющие водного потенциала. Понятия о тургоре и плазмолизе. Типы плазмолиза. Поток воды через мембрану. Аквапорины. Примеры решения задач по теме. Транспорт воды в растении. Верхний и нижний концевой двигатель водного потока. Механизмы поглощения воды корнем, создание корневого давления. Транспирация и способы её регуляции. Устьичные движения. Регуляторные функции углекислоты, АБК, цитокининов в реакции открывания/закрывания устьиц. Гуттация. Строение и функции гидатод. Флоэмный и ксилемный транспорт. Загрузка флоэмы листа фотоассимилятами. Механизмы симпластической и апопластической загрузки флоэмы. Значение клеток-спутниц в загрузке клеток флоэмы. Состав флоэмного сока в зависимости от типа загрузки. Информационные макромолекулы, перемещающиеся по флоэме на примере флоригена (FT-фактора).

### **Тема 2.2.8. Минеральное питание.**

Азот. Глобальный цикл азота. Понятие о доступных формах азота. Поглощение нитрата: метаболический, транспортный и запасной пул. Нитрат-редуктаза: строение, локализация, принципы работы, регуляция активности (с задачами на понимание). Нитрит-редуктаза: строение, локализация, принципы работы, регуляция активности (с задачами на понимание). Связь процесса ассимиляции нитрата со световой фазой фотосинтеза, циклом трикарбоновых кислот (цикл Кребса), C<sub>4</sub>-метаболизмом. Вовлечение иона аммония в метаболизм. Особенности метаболических путей аммония в хлоропласте, цитоплазме, митохондриях. Превращение кетокислот в аминокислоты. Связь метаболизма азота с основными метаболическими путями: гликолизом, циклом Кребса, циклом Карпилова-Хэтча-Слэка, фотодыханием. Использование ингибиторов синтеза аминокислот как мощных гербицидов. Дефицит азота в растении. Симбиотическая фиксация азота. Виды бактерий, способных вступать в симбиоз. Примеры растений, способных вступать в симбиоз. Факторы нодуляции (на примере бобовых). Этапы колонизации корней бобовых симбиотическими бактериями. Нитрогеназный комплекс – основной фермент, фиксирующий атмосферный азот. Принцип строения, особенности работы. Роль леггемоглобина в функционировании клубенька. Фосфор. Органические соединения, содержащие фосфор. Роль фосфора в энергетике клетки, редокс-реакциях и регуляции работы ферментов. Сигнальная роль фосфатсодержащих вторичных мессенджеров. Каскады фосфорилирования на примере сигналинга цитокинина. Роль фосфора в транспортных и метаболических процессах, челночных механизмах транспорта. Дефицит фосфора в растении. Калий. Поступление K<sup>+</sup> в растительную клетку. Физико-химические закономерности поступления ионов. Понятие о кажущемся свободном пространстве апопласта. Доннановский и диффузионный потенциал. Многообразие каналов и переносчиков, переносящих калий. Дефицит калия в растении.

Сера. Многообразие органических соединений, содержащих серу. Значение соединений серы для растений. Поглощение сульфата и его вовлечение в метаболизм. Регуляции активности ферментов за счёт окисления/восстановления остатков цистеина. Регуляторная роль соединений серы. Тиоредоксиновая система. Примеры ферментов, регулируемых тиоредоксиновой системой. Коферменты, содержащие серу. Примеры вторичных метаболитов, содержащих серу и их экологическая роль. Компартиментация основных процессов метаболизма серы.

Сульфатирование и восстановление до сульфида. Синтез цистеина, глутатиона, фитохелатинов. Роль серы в поддержании редокс-статуса клетки и в защите от окислительного стресса. Дефицит серы в растении. Кальций. Уникальность систем транспорта  $\text{Ca}^{2+}$  в растительных клетках. Системы пассивного, первично- и вторично-активного транспорта  $\text{Ca}^{2+}$ . Динамика изменения концентрации  $\text{Ca}^{2+}$  в цитозоле: всплески (spikes), осцилляции и волны. Примеры процессов, сопровождающихся изменением концентрации кальция (на примере образования микоризы). Понятие о «кальциевом росчерке» (signature) при передаче сигнала.  $\text{Ca}^{2+}$  как вторичный мессенджер. Основные депо кальция. Связь  $\text{Ca}^{2+}$  с различными системами вторичных мессенджеров. Клеточная стенка и цитоскелет как участники передачи  $\text{Ca}^{2+}$ -сигнала. Дефицит кальция в растении. Железо. Особенности поглощения железа из почвы: две стратегии поглощения. Роль соединений железа как редокс-кофакторов электрон-транспортных цепей. Ферменты, содержащие железо. Участие железа в восстановлении соединений азота и серы. Дефицит железа в растении. Микроэлементы. Участие в простетических группах белков, редокс-свойства. Примеры белковых комплексов и ферментов, содержащих Mn и Cu. Ферменты, содержащие Mo-кофактор. Участие Zn в регуляции синтеза белка и в транскрипционных факторах. Защита от супероксид-анион-радикала: Cu/Zn-СОД и Mn-СОД. Участие бора в построении клеточной стенки. Дефициты микроэлементов в растении.

### **Тема 2.2.9. Рост и развитие.**

Принципы передачи сигнала в клетках растения. Ауксин. История открытия. Основные физиологические эффекты. Биосинтез, депонирование и необратимое окисление. Транспорт ауксина через клетку. Роль ауксина в регуляции. Гербицидные свойства аналогов ауксина. Механизмы передачи ауксинового сигнала в клетке растения. Цитокинины. История открытия. Основные физиологические эффекты. Биосинтез. Активные и неактивные формы цитокининов. Взаимодействие ауксинов и цитокининов в различных физиологических реакциях. Механизмы передачи цитокининового сигнала в клетке растения. Гиббереллины. История открытия. Основные физиологические эффекты гиббереллинов. Биосинтез. Многообразие гиббереллинов, активные и неактивные формы. Регуляция уровня гиббереллинов в растении. Мобилизация запаса питательных веществ в зерновках злаков. Роль гиббереллинов в регуляции цветения. Практическое применение гиббереллинов в пивоварении и в сельском хозяйстве. Абсцизовая кислота. Особенности биосинтеза. Использование мутантов для исследования путей биосинтеза АБК. Основные физиологические эффекты. Регуляция работы устьиц абсцизовой кислотой. АБК как регулятор состояния покоя. Адаптации к стрессу, опосредованные АБК. Этилен. Особенности биосинтеза и рецепции. Тройной ответ проростков на этилен. Роль этилена в созревании плодов и в листопаде. Физиологические ответы растения, связанные с поранением и нападением патогенов и травоядных. Этилен как регулятор цветения. Практическое использование эффектов этилена при хранении и транспортировке плодов и срезанных растений. Неклассические гормоны. Брассиностероиды, жасмонаты, салицилаты, стирголактоны. История открытия. Основные физиологические эффекты. Синергизм с другими гормонами. Короткие пептиды, их роль в ответе растений при патогенезе. Фоторецепторы растений. Фототропины, криптохромы и фитохромы. Хромофорные группировки и основные функции в клетках растений Реакции на сверхнизкую, низкую и высокую освещённость. К – ДК переходы при поглощении света фитохромами. Физиологические процессы, регулируемые фоторецепторными системами: фотопериодизм, фотоморфогенез, фототропизм.

### **Тема 2.2.10. Устойчивость и вторичный метаболизм растений.**

Абиотический стресс. Устойчивость растений к солевому стрессу. Общие механизмы солеустойчивости и устойчивости к засухе. Гликофиты и галофиты. Специфика адаптации к засолению. Механизмы, связанные с понижением водного потенциала в вакуолях и цитоплазме. Изменение матричного потенциала биополимеров. Биотический стресс. Механизмы защиты растений от патогенных микроорганизмов и грибов. Конститутивная, полуиндуцибельная и индуцибельная защита. Иммунный ответ растения. Понятие об элиситоре, концепция «ген-на-ген» в вертикальной устойчивости. Горизонтальная устойчивость. Роль активных форм кислорода, фитоалексинов и программированной гибели клеток в иммунитете растения. Коммерческие препараты элиситоров, стимулирующие иммунитет у растений. Вторичный метаболизм. Признаки вторичных метаболитов. Функции, выполняемые вторичными метаболитами. Группы вторичных метаболитов: изопреноиды, алкалоиды, фенольные соединения и минорные вещества. Общие принципы биосинтеза и модификаций. Алкалоиды. Биохимическая классификация: протоалкалоиды, истинные алкалоиды и псевдоалкалоиды. Примеры растений, содержащих алкалоиды. Экологическая роль алкалоидов. Значение алкалоидов в создании лекарственных препаратов для человека. Изопреноиды. Пути биосинтеза изопреноидов. Примеры монотерпенов. Вторичные метаболиты и фитогормоны терпеноидной природы. Каротиноиды как пример изопреноидных соединений. Другие терпеноидные соединения. Фенольные соединения и их разнообразие. Начальные этапы биосинтеза. Примеры различных фенольных соединений и их роль. Антоцианы как пример окрашенных фенольных соединений. Лигнин.

### **Тема 2.2.11. Генная инженерия растений.**

Трансформация растений. Фитопатогенные организмы как продуценты растительных гормонов. *Agrobacterium* – специализированные паразиты растений. Молекулярный механизм взаимодействия растений и агробактерий. Микрклональное размножение и культивирование растительных тканей *in vitro*.

## **Раздел 1.3. Биологическая эволюция.**

### **Тема 1.3.1. Базовые понятия эволюционной биологии.**

Связь генотипа и фенотипа. Приспособленность организмов. Ландшафт приспособленности. Стратегии размножения организмов. Понятие вида. Критерии вида. Способы видообразования. Роль мутаций в эволюции. Эксперименты по моделированию эволюции. Доказательства эволюции. Палеонтологические доказательства. Сравнительно-анатомические доказательства.

### **Тема 1.3.2. Филогенетические деревья.**

Понятие филогенетического дерева. Способы построения деревьев. Основные алгоритмы построения деревьев. UPGMA, ML, MP. Байесовские методы построения деревьев. Эвристические методы построения деревьев. Понятие поддержки дерева. Разрешение топологий дерева. Монофилия, парафилия, полифилия. Понятие консервативных генов. Баркодинг. Современные способы построения филогенетических деревьев.

### **Тема 1.3.3. Факторы эволюции.**

Естественный отбор. Механизм естественного отбора. Действие естественного отбора в больших популяциях. Виды естественного отбора. Связь смертности с силой отбора. Полиморфизм в популяциях. Понятие выметания отбором. Типы выметания отбором. Островной эффект. Дрейф генов. Механизм генетического дрейфа и его распространение в малых популяциях. Бутылочное горлышко, эффект основателя. Эффект генетического дрейфа на популяции.

#### **Тема 1.3.4. Микроэволюция и популяционная генетика.**

Фундаментальная теорема Фишера. Понятие генетической нагрузки. Половое размножение. Кроссинговер. Гаплотипы. Одиночный нуклеотидный полиморфизм. Нарушение равновесия по сцеплению. Использование нарушения равновесия для обнаружения полового размножения. Генетическое картирование. Модель Райта-Фишера. Молекулярные часы. Теория коалесценции. Видообразование. Виды видообразования. Распространение аллопатрического и симпатрического видообразования.

#### **Тема 1.3.6. Макроэволюция.**

Эволюция крупных таксонов. Происхождение жизни. Гипотезы происхождения жизни. Современные трактовки. Гипотеза РНК-мира. Современное разнообразие живых организмов. Происхождение эукариот. Гипотеза эндосимбиогенеза. Понятие идиоадаптации, ароморфоза и общей дегенерации. Конвергенция, дивергенция и параллелизм. Понятие гомологий и аналогий. Глубокие гомологии и область их применимости. Биогенетический закон Геккеля-Мюллера, происхождение животных. Происхождение высших растений.

#### **Тема 1.3.7. Современные генетические исследования.**

Понятие генетической ассоциации. Медицинская генетика. GWAS. Использование родословных для выяснения происхождения заболеваний. Коэволюция вирусов и иммунной системы человека. Сезонные эпидемии. Использование эволюционных данных для предсказания распространения заболеваний. Современные подходы к генной терапии. Примеры успешного использования генетической терапии для лечения заболеваний человека. Количественная генетика. Понятие вариативности признака. Селекция. Понятие селективного дифференциала.

#### **Тема 1.3.8. Эволюционные учения.**

Взгляды на происхождение и эволюцию жизни. Креационизм. Трансформизм. Гипотеза катастроф. Эволюционизм. Эволюционная теория Ламарка. Основные законы. Эволюционная теория Дарвина. Индуктивный метод доказательства эволюции. Основные достижения Дарвина. Синтетическая теория эволюции. Основные постулаты СТЭ. Связь генетики и дарвиновской эволюции. Развитие СТЭ в России. Роль отечественных ученых в формировании концептов СТЭ. Нейтральная теория эволюции. Современные взгляды на эволюцию живой природы.

### **Раздел 2.3. Разбор экзаменационных вопросов.**

#### **Тема 2.3.1. Цитология, гистология и эмбриология.**

Повторение и обобщение знаний по клеточной и тканевой биологии. Строение клетки. Характеристика клеточных органоидов. Клеточный цикл. Деление клетки: митоз и мейоз. Количество хромосом и ДНК. Решение задач по цитологии. Характеристика тканей животных. Особенности нервной и мышечной ткани. Кроветворение. Строение синапса. Строение клетки и тканей

растений. Строение женской и мужской половой системы. Строение семенника и яичника. Гаметогенез: сперматогенез и оогенез. Стадии гаметогенеза и ploидность клеток. Оплодотворение: акросомальная реакция. Основные типы дробления у животных. Гастрюляция. Основные зародышевые листки и их производные. Закладка мезодермы у хордовых. Сомитогенез, производные сомитов. Эмбриогенез систем органов: нервная, кровеносная, выделительная, пищеварительная системы.

### **Тема 2.3.2. Биохимия и молекулярная биология.**

Основные сведения о химических соединениях. Органические и неорганические соединения. Роль воды в клетке. Водородные связи. Основные неорганические элементы клетки. Буферные системы. Органические соединения клетки: углеводы. Классификация, строение, основные представители и их биологическая роль: глюкоза, фруктоза, галактоза, мальтоза, сахароза, лактоза, крахмал, гликоген, хитин, целлюлоза. Липиды. Классификация липидов, основные представители и их биологическая роль. Аминокислоты. Биологическая роль аминокислот. Образование пептидов. Белки, классификация белков (структурная и функциональная). Уровни организации белковых молекул, основные типы связей, стабилизирующие эти структуры. Нуклеотиды в клетке. Строение нуклеотида. АТФ, НАД, ФАД и их биологическая роль. Виды транспорта в клетке. Белки-каналы и белки-переносчики. Пассивный транспорт, диффузия, облегченная диффузия. Первично- и вторично-активный транспорт. Основы биологического метаболизма клетки. Гликолиз: основные реакции гликолиза. Субстратное фосфорилирование. Цикл Кребса, основные реакции ЦТК. Дыхательная цепь в митохондриях, окислительное фосфорилирование. Структура АТФ-синтазы. Фотосинтез высших растений, устройство тиллакоида. Световая фаза фотосинтеза. Темновая фаза фотосинтеза. Нуклеиновые кислоты. Строение ДНК и РНК. Центральная догма молекулярной биологии и основные процессы: репликация, транскрипция, трансляция. Полуконсервативный механизм репликации, основные ферменты репликативной вилки. Структура прокариотических и эукариотических рибосом. Процессы транскрипции и трансляции. Пептидил-трансферазная реакция. Структура тРНК. Решение задач по биохимии и молекулярной биологии.

### **Тема 2.3.3. Генетика.**

Опыты Грегора Менделя по скрещиванию гороха. Моногибридное скрещивание. Применение теории вероятности для решения генетических задач. Критерии выполнимости законов Менделя. Множественный аллелизм. Взаимодействие аллельных генов: неполное доминирование, кодоминирование, условное доминирование, сверхдоминирование. Дигибридное и полигибридное скрещивание. Взаимодействие неаллельных генов: комплементарность, эпистаз, полимерия. Основные подходы к решению задач. Хромосомная теория наследственности. Структура хромосомы. Современная трактовка термина «ген». Сцепленное наследование. Кроссинговер, расчет процента рекомбинации. Роль ядра, митохондрий и хлоропластов в наследственности. Механизмы определения пола у живых организмов. Хромосомный механизм и его вариации. Наследование признаков, сцепленных с полом. Х-сцепленное наследование, Y-сцепленное наследование. Определение пола у птиц, примеры задач. Основы генетики микроорганизмов. Структура генетического материала бактерий и вирусов. Пути переноса генетического материала у микроорганизмов. Конъюгация, трансдукция, трансформация. Плазмиды и их виды. Понятие о рестрикции плазмид, построение карт рестрикции.

#### **Тема 2.3.4. Биоразнообразие и ботаника.**

Вегетативные органы растений: побег, корень. Строение апекса побега у семенных растений. Строение и ветвление побегов. Узлы и междоузлия. Анатомическое строение стебля на срезе. Различные типы организации побега у растений. Лист. Классификация листьев по расположению устьиц. Строение устьичных аппаратов. Листовой след. Строение листа на поперечном срезе. Типы мезофилла. Анатомия листа кукурузы. Корень. Типы корневых систем. Зоны корня. Строение апекса корня семенных растений. Анатомическое строение корня в зоне проведения и в зоне всасывания. Корни однодольных и двудольных. Видоизменения вегетативных органов растений: корней, стеблей, листьев. Колючки, типы колючек. Генеративные органы растения. Цветок. Строение цветка. Составление формул и диаграмм цветков различных семейств. Цветки бобовых, крестоцветных, розоцветных, паслёновых. Строение соцветия сложноцветных. Трубочатые, язычковые, ложноязычковые, воронковидные цветки. Соцветия: цимозные и ботрические. Плод. Строение плода. Оболочки. Типы плодов и их классификация. Плоды хозяйственно важных растений. Семя. Строение семени, прорастание семян. Жизненный цикл высших растений. Гаметогенез, спорогенез. Эволюция жизненного цикла растений. Строение зародышевого мешка, двойное оплодотворение. Отделы царства Растения. Голосеменные: основные представители, классы голосеменных. Покрытосеменные: классы, основные семейства и представители.

#### **Тема 2.3.5. Зоология.**

Царство Животные. Основные типы царства. Двухслойные и трехслойные животные, появление мезодермы. Полости тела животных. Характеристика типа Стрекающие. Жизненный цикл, строение полипа и медузы. Характеристика типа Плоские черви. Строение на поперечном срезе на примере белой планарии. Тип Кольчатые черви. Строение основных систем органов на примере дождевого червя. Тип Круглые черви. Строение основных систем органов на примере человеческой аскариды. Тип Членистоногие. Систематика членистоногих и тагмозис. Основные представители членистоногих. Клещи – переносчики заболеваний человека и животных. Класс Ракообразные, строение ракообразных на примере речного рака. Строение конечностей ракообразных. Класс Насекомые. Основные отряды насекомых. Основы паразитологии: класс Сосальщикообразные. Класс Ленточные черви. Приспособления плоских червей к паразитизму. Тип Круглые черви. Жизненный цикл *Ascaris lumbricoides*. Приспособления круглых червей к паразитизму. Состав типа Хордовые: Оболочники, Головохордовые, Позвоночные. Строение и биология ланцетника. Строение нервной, кровеносной, выделительной и пищеварительной систем ланцетника. Состав группы Позвоночные. Бесчелюстные и челюстноротые. Состав группы, основные классы. Строение и биология надкласса Рыбы. Хрящевые и костные рыбы. Лучеперые и лопастеперые рыбы. Двоякодышащие, кистеперые рыбы. Происхождение амфибий. Основные ароморфозы амфибий и приспособления к жизни на суше. Современные амфибии: жизненный цикл, основные представители. Хвостатые, бесхвостые, червяги. Происхождение рептилий. Современные рептилии. Основные ароморфозы рептилий и приспособление к жизни на суше в засушливых условиях. Происхождение птиц. Динозавры. Приспособления птиц к полету. Экология птиц, гнездование. Происхождение млекопитающих. Ароморфозы млекопитающих. Состав группы млекопитающих. Современные отряды млекопитающих и их характеристики. Характеристика отряда приматов.

#### **Тема 2.3.6. Человек.**

Опорно-двигательная система человека. Скелет. Основные типы костей. Прочность и эластичность костей. Основные клетки, составляющие костную ткань. Позвоночник. Отделы позвоночника. Строение позвонков в различных отделах. Строение первых шейных позвонков. Прикрепление ребер. Скелет поясов конечностей и конечностей. Основные кости, суставы, механизм работы. Строение сустава. Связки. Типы мышц в организме человека. Характеристика типов, строение саркомера поперечнополосатой мышцы. Сокращение мышцы. Система внутренних органов человека. Пищеварительная система. Органы, входящие в пищеварительную систему, и их функции. Движение пищевого комка по пищеварительной системе. Переваривание углеводов, липидов, белков. Дыхательная система. Строение легких. Альвеолы, процесс газообмена в альвеолах. Дыхательные пути. Выделительная система. Строение нефрона и его функциональные элементы. Строение почки. Мочеточники, мочевой пузырь. Первичная и вторичная моча. Типы секреции. Железы в организме человека. Основные гормоны. Гипоталамо-гипофизарная система. Характеристика долей гипофиза и гормонов, секретируемых определенными долями. Надпочечники, печень, поджелудочная железа, щитовидные железы. Иммуитет, типы иммуитета. Тимус. Нервная система человека. Устройство нервной клетки. Характеристика нейронов. Центральная и периферическая нервная система. Устройство головного и спинного мозга. Строение спинного мозга на поперечном срезе. Соматическая и вегетативная нервная система. Симпатическая и парасимпатическая нервная система. Координация движений, основные рефлексy. Устройство анализаторов: глаз, ухо, вестибулярный аппарат, обоняние, кожно-мышечное чувство. Жидкости в организме человека. Циркуляция жидкостей. Сердечно-сосудистая система. Характеристика основных типов клеток, входящих в состав крови. Гематокрит. Основные сосуды: капилляры, вены, артерии. Их строение, давление в них, функции и назначение. Строение сердца: камеры и клапаны. Оболочки сердца. Работа сердца: автоматизм. Нервная и гуморальная регуляция работы сердца.

### **Тема 2.3.7. Экология и эволюция.**

Основные экологические понятия. Приспособления к условиям среды, адаптации у животных и растений. Закон оптимума, закон лимитирующего фактора, закон индивидуальности видов. Биоразнообразие и биоиндикация. Среды жизни и их обитатели. Жизненные формы и жизненные стратегии организмов. Виоленты, пациенты, эксплеренты. Правило Аллена. Правило Бергмана. Типы взаимоотношений организмов: конкуренция, мутуализм, комменсализм, аменсализм. Понятие экологической ниши. Характеристика популяции. Возрастная структура популяции, антропогенные факторы, нарушающие численность популяции. Потоки вещества и энергии в экосистемах. Биологическая продукция и запас биомассы в экосистеме, экологическое равновесие. Сукцессии. Классификация экосистем. Пищевые цепи и трофические уровни в экосистемах. Биомы: классификация. Общая характеристика биосферы. Основные круговороты веществ в биосфере: круговорот углерода, кислорода, азота. Расчетные задачи на первичную продукцию и трофические уровни в экосистемах. Основы эволюционной теории. Ламаркизм, дарвинизм. Современная теория эволюции. Понятие вида. Микроэволюция. Критерии вида и видообразование. Структура популяции. Понятие дрейфа генов и естественного отбора. Нейтральная эволюция. Макроэволюция. Идиоадаптации, ароморфозы, дегенерации. Гомология и аналогия.

## Тематическое планирование учебного предмета

Учебный план предполагает занятия 8 раз в неделю, разбитые на 2 тематических блока (каждый из таких блоков проходит в отдельный день недели). Первый тематический блок рассчитан на 5 академических часов, второй – на 3 академических часа.

Раздел/тема	Количество академических часов
<b>Раздел 1.1. Физиология и биология животных.</b>	<b>32</b>
<b>Тема 1.1.1.</b> Понятие адаптации. Гомеостаз.	3
<b>Тема 1.1.2.</b> Водный обмен у животных.	4
<b>Тема 1.1.3.</b> Дыхание животных.	3
<b>Тема 1.1.4.</b> Циркуляция животных и циркуляторные системы.	3
<b>Тема 1.1.5.</b> Опорно-двигательная система животных.	3
<b>Тема 1.1.6.</b> Нервная и гуморальная регуляция жизнедеятельности.	6
<b>Тема 1.1.7.</b> Восприятие внешних сигналов.	4
<b>Тема 1.1.8.</b> Экологическая физиология. Приспособление к различным средам обитания.	4
<b>Контрольная работа по разделу 1.1</b>	2
<b>Раздел 1.2. Микробиология и биотехнология</b>	<b>26</b>
<b>Тема 1.2.1.</b> Введение в микробиологию.	2
<b>Тема 1.2.2.</b> Цитология микроорганизмов.	4
<b>Тема 1.2.3.</b> Физиология микроорганизмов.	5
<b>Тема 1.2.4.</b> Экология микроорганизмов.	4
<b>Тема 1.2.5</b> Молекулярная биология и филогения.	4
<b>Тема 1.2.6.</b> Биотехнология микроорганизмов.	5
<b>Контрольная работа по разделу 1.2</b>	2
<b>Раздел 2.1. Основы вирусологии и иммунологии.</b>	<b>35</b>
<b>Тема 2.1.1.</b> Введение в вирусологию.	3
<b>Тема 2.1.2.</b> Разнообразие вирусов.	6
<b>Тема 2.1.3.</b> Молекулярная биология вирусов.	6

<b>Тема 2.1.4.</b> Вирусы в медицине, сельском хозяйстве и биотехнологии.	3
<b>Тема 2.1.5.</b> Введение в иммунологию.	7
<b>Тема 2.1.6.</b> Клеточные и молекулярные механизмы иммунитета.	4
<b>Тема 2.1.7.</b> Медицинская иммунология.	4
<b>Контрольная работа по разделу 2.1</b>	2
<b>Раздел 2.2. Физиология и биология растений.</b>	<b>26</b>
<b>Тема 2.2.1.</b> Введение.	1
<b>Тема 2.2.2.</b> Особенности растительной клетки.	2
<b>Тема 2.2.3.</b> Фотосинтез: фотосинтетические пигменты.	2
<b>Тема 2.2.4.</b> Фотосинтез: поглощение квантов, миграция энергии и работа фотосистем.	2
<b>Тема 2.2.5.</b> Фотосинтез: фиксация углерода (темновые реакции фотосинтеза).	2
<b>Тема 2.2.6.</b> Особенности метаболизма растительной клетки.	2
<b>Тема 2.2.7.</b> Водный обмен растений.	4
<b>Тема 2.2.8.</b> Минеральное питание.	2
<b>Тема 2.2.9.</b> Рост и развитие растений.	2
<b>Тема 2.2.10.</b> Устойчивость и вторичный метаболизм растений.	2
<b>Тема 2.2.11.</b> Генная инженерия растений.	3
<b>Контрольная работа по разделу 2.2</b>	2
<b>Раздел 3.1. Биологическая эволюция.</b>	<b>50</b>
<b>Тема 3.1.1.</b> Базовые понятия эволюционной биологии.	6
<b>Тема 3.1.2.</b> Филогенетические деревья.	7
<b>Тема 3.1.3.</b> Факторы эволюции.	7
<b>Тема 3.1.4.</b> Микроэволюция и популяционная генетика.	7
<b>Тема 3.1.5.</b> Макроэволюция.	7

<b>Тема 3.1.6.</b> Современные генетические исследования.	7
<b>Тема 3.1.7.</b> Эволюционные учения.	7
<b>Контрольная работа по разделу 3.1</b>	2
<b>Раздел 3.2. Разбор экзаменационных вопросов.</b>	<b>83</b>
<b>Тема 3.2.1.</b> Цитология, гистология и эмбриология.	7
<b>Тема 3.2.2.</b> Биохимия и молекулярная биология.	7
<b>Тема 3.2.3.</b> Генетика.	7
<b>Тема 3.2.4.</b> Биоразнообразие и ботаника.	7
<b>Тема 3.2.5.</b> Зоология.	7
<b>Тема 3.2.6.</b> Человек.	7
<b>Тема 3.2.7.</b> Экология и эволюция.	7
<b>Контрольные работы по разделу 3.2</b>	34
<b>Итого</b>	<b>252</b>