

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение «Средняя школа № 7»  
городского округа город Урюпинск Волгоградской области

Рассмотрено на заседании  
методического  
объединения учителей  
естественнонаучных  
дисциплин.  
Протокол № 1  
от 30.08.2023  
Руководитель  
МО Османова  
Османова О.Н.

«СОГЛАСОВАНО».  
Протокол педсовета № 1  
от 30.08.2023  
Заместитель директора по  
учебно-воспитательной  
работе Бойко О.И.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Директор школы Новикова  
И.В.Новикова  
Приказ № 23  
от 30.08.2023



**Рабочая программа**  
курса внеурочной деятельности  
по биологии «Малый биологический университет»  
(с использованием оборудования Центра «Точка роста»)  
для 10-11 класса

Срок реализации: 2023 – 2024 учебный год

Автор-разработчик: Османова Ольга Николаевна, учитель биологии и химии высшей квалификационной категории Муниципального автономного общеобразовательного учреждения «Средняя школа № 7» городского округа город Урюпинск Волгоградской области

Урюпинск, 2023 г.

## **Общая характеристика программы**

В содержании курса делается акцент на усилении деятельностного компонента, что определяется социальным заказом современного общества в связи с возрастающим антропогенным воздействием на все природные среды и, как следствие, увеличивающимися экологическими рисками. Для экологического образования организация поисково-исследовательской деятельности в социоприродном окружении имеет особое значение.

И лучшую возможность для этого даёт организация школьного экологического мониторинга — процесса наблюдений за изменениями, происходящими в окружающей учащегося природной среде, а также их оценка, прогноз, обсуждение и выработка мер, направленных на осуществление экологических решений. Вовлечение учащихся в мониторинговую деятельность будет способствовать приобретению ими как научных знаний экологического и природоохранного характера, так и практических умений и навыков. Материал, накопленный и проанализированный в течение нескольких лет, создаст основу становления у учащихся мировоззренческих ориентаций коэволюционного характера.

На базе центра "Точка роста" обеспечивается реализация образовательных программ естественнонаучной и технологической направленностей, разработанных в соответствии с требованиями законодательства в сфере образования и с учетом рекомендаций Федерального оператора учебного предмета «Биология».

Основные идеи курса:

- единство материального мира;
- внутри- и межпредметная интеграция;
- взаимосвязь науки и практики;
- взаимосвязь человека и окружающей среды.

Виды деятельности.

Предлагаемая в программе организация занятий предполагает, помимо знакомства с теоретическим материалом, проведение экспериментов, как кратковременных, так и длительных, наблюдений, лабораторно-практических, исследовательских и проектных работ по изучению экологической динамики городских экосистем и их составных частей. Теоретические и практические занятия предлагается проводить как в условиях кабинета, так и в форме полевого практикума.

***Рабочая программа составлена на основе:***

- ✓ Закон Российской Федерации «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012г. №273-ФЗ;
- ✓ Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования, утвержденный приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 18.06.2014г. №159/н.

Федерации от 17 мая 2012 г. № 413 «Об утверждении и введении в действие федерального государственного образовательного стандарта среднего общего образования» (в ред. приказа Минобрнауки России от 29.12.2014 №1645)

✓ Методические рекомендации по реализации образовательных программ естественнонаучной и технологической направленностей по биологии с использованием оборудования центра «Точка роста». Методическое пособие. – Москва, 2021 г

#### **Цели курса:**

- ✓ формирование экологических знаний, умений и культуры школьников в ходе теоретической подготовки и поисково-исследовательской деятельности;
- ✓ комплексная оценка и прогноз изменений состояния объектов социоприродной среды под влиянием естественных и антропогенных факторов.

#### **Задачи курса:**

- ✓ развитие интереса к экологии как научной дисциплине;
- ✓ привитие интереса к научным исследованиям на основе освоения методов и методик по изучению экосистем, организации мониторинговой деятельности с использованием оборудования Центра «Точка роста»;
- ✓ профессиональная ориентация школьников;
- ✓ формирование готовности школьников к социальному взаимодействию по вопросам улучшения качества окружающей среды, воспитание и пропаганда активной гражданской позиции в отношении защиты и сохранения природы.

Реализация экологической подготовки учащихся в соответствии с данной программой обучения связана с организацией поисково-исследовательской деятельности учащихся по вопросам мониторинга социоприродных объектов окружающей среды.

#### **Содержание программы**

##### ***МОДУЛЬ 1. Общие вопросы экологического мониторинга (8 ч)***

###### ***Тема 1.1. Экологический мониторинг. История развития***

Понятие об экологическом мониторинге (мониторинге окружающей среды). Цели экологического мониторинга. Из истории создания системы мониторинга в России.

###### ***Тема 1.2. Виды и подсистемы экологического мониторинга***

Классификация видов экологического мониторинга: по пространственному принципу — локальный, региональный, национальный, межгосударственный и глобальный; по объекту слежения — фоновый (базовый), импактный (точечный), тематический; по природным компонентам — геологический, атмосферный, гидрологический, геофизический, почвенный, лесной, биологический, геоботанический, зоологический; по организационным особенностям — международный, государственный, муниципальный, ведомственный и общественный.

Подсистемы экологического мониторинга: геофизический, климатический, гидрометеорологический, биологический, мониторинг здоровья населения. Уровни мониторинга: детальный, локальный, региональный, национальный и глобальный. Объекты наблюдения и показатели.

### ***Тема 1.3. Методы экологического мониторинга***

Методы исследования: дистанционные (аэрокосмические) и наземные. Понятие о биологическом мониторинге. Биологический мониторинг как метод исследования: этапы и содержание. Понятие о биоиндикации как методе исследования. Преимущества живых индикаторов. Мониторинг состояния природных ресурсов в России.

### ***Тема 1.4. Биоиндикация и её виды***

Понятие о биоиндикации. Классификация и характеристика видов биоиндикации: специфическая и неспецифическая биоиндикация; прямая и косвенная биоиндикация; регистрирующая биоиндикация и биоиндикация по аккумуляции.

### ***Тема 1.5. Картирование загрязнённых участков***

Проведение картирования загрязнённых участков: этапы работы и их содержание. Содержание подготовительного этапа работы: сбор данных об источниках загрязнения; содержание характеристики промышленных объектов. Сбор материала о природно-климатических условиях обследуемой территории. Содержание основного этапа работы: оценка антропогенного воздействия на окружающую среду. Нанесение информации на карту: объём информации и порядок нанесения.

### ***Тема 1.6. Фитоиндикация как составная часть экологического мониторинга***

Фитоиндикация как один из методов оценки качества окружающей среды. Понятие о фитоиндикации и фитоиндикаторах. Возможности методов фитоиндикации. Организмы-регистраторы и организмы-накопители. Учёт внешних и внутренних факторов при проведении биоиндикации. Морфологические изменения растений, используемые в биоиндикации. Изменения окраски листьев: хлорозы, некрозы, преждевременное увядание, дефолиация; изменения размеров органов, формы, количества и положения органов, жизненной формы, жизнеспособности. Основные растения — индикаторы загрязнения атмосферного воздуха. Из истории вопроса развития фитоиндикации как метода. Вклад зарубежных и отечественных исследователей.

**МОДУЛЬ 2. Экологический мониторинг загрязнения наземно-воздушной среды: современные методы биоиндикационного анализа загрязнения атмосферного воздуха (26 ч)**

### ***Тема 2.1. Лихеноиндикация***

Лишайники как определители загрязнения воздушной среды. Понятие о лишайниках и методе лишеноиндикации. Строение лишайника. Взаимодействие гриба и водоросли. Понятие о талломе (слоевище). Типы лишайников по внешнему виду талломов: накипные (корковые), листоватые и кустистые. Характеристика типов лишайников. Влияние химических веществ на лишайники. Изменения на морфологическом и анатомо-физиологическом уровнях. Достоинства и недостатки лишеноиндикации как метода изучения загрязнения окружающей среды. Методы учёта лишайников. Разнообразие и характеристика методов учёта лишайников: методы маршрутного учёта; метод профилей; стационарные методы и метод пробных площадей. Параметры количественного учёта лишайников: встречаемость (частота встречаемости) и квадрат (учётная площадка). Краткая история развития лишеноиндикации.

### ***Практикум***

*Опыт* «Определение связей водоросли и гриба в составе лишайника»: определение прочности связей водоросли и гриба в составе лишайника, возможности их отдельного существования.

*Исследовательская работа* «Определение степени загрязнения воздуха по состоянию лишайников»: определение степени покрытия и степени встречаемости типов лишайников; определение размеров розеток и жизнеспособности лишайников.

### ***Тема 2.2. Газочувствительность и газоустойчивость растений***

Влияние загрязнителей на химические процессы, происходящие в клетках растений. Внешние признаки повреждения растений токсичными веществами. Понятие о газоустойчивости и газочувствительности растений. Адаптация растений к действию газов. Механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам. Биологическая, анатомо-морфо-логическая и физиолого-биохимическая газоустойчивость. Влияние климатических условий территории на газоустойчивость растений. Группы устойчивости растений. Шкала оценки газоустойчивости растений. Роль зелёных насаждений в очищении городского воздуха. Пылезадерживающие свойства различных пород деревьев и кустарников. Характеристика растений по пылефильтрующей способности. Характеристика древесных пород и кустарников по классам газоустойчивости.

### ***Практикум***

*Проектно-исследовательская работа* «Изучение состояния растительности и разработка проекта озеленения своего микрорайона». Определение видового состава древесно-кустарниковых пород, повреждений и заболеваний. Изучение состояния древесных пород вдоль автодорог с различной степенью нагрузки. Составление карты газоустойчивости древесно-кустарниковой растительности района проживания на основе данных проведённого исследования. Разработка проекта озеленения своего микрорайона.

### ***Тема 2.3. Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды***

Снежный покров как индикатор процессов закисления природных сред. Этапы загрязнения снежного покрова. **Практикум**

*Исследовательская работа* «Снежный покров как индикатор загрязнения атмосферного воздуха городской среды». Методика работы со снежными пробами: отбор проб снега, предварительная обработка проб, подготовка пробы, растапливание пробы. Определение массы поступлений снега на обследуемую территорию. Количественное определение загрязняющих веществ. Определение физических свойств талого снега: прозрачности, интенсивности и характера запаха, цветности. Методика определения химических свойств талого снега: определение кислотности, содержания органических веществ, способы определения наличия ионов железа, свинца, меди, хлора, сульфат-ионов.

### ***Тема 2.4. Оценка состояния среды на основе метода флуктуирующей асимметрии***

Асимметрия листового аппарата как показатель стрессовых факторов. Требования к видам-биоиндикаторам. Методы оценки стрессового воздействия на растения: морфологические (наличие хлорозов и некрозов, изменения длины и массы листьев) и физиолого-биохимические (оводнённость, пигментный состав). Понятие о флуктуирующей асимметрии. Модельные объекты.

#### ***Практикум***

*Исследовательская работа* «Изучение флуктуирующей асимметрии у растений как показателя качества среды обитания». Рекомендации по отбору материала и работе с ним. Характеристика исследуемых участков района по наличию стационарных источников загрязнения и по транспортной нагрузке. Обработка данных по оценке стабильности развития с использованием мерных признаков (промеров листа). Расчёт показателей асимметрии. Оценка качества среды по значению интегрального показателя стабильности развития. Методики изучения параметров флуктуирующей асимметрии листьев: изучение параметров флуктуирующей асимметрии листьев берёзы повислой, липы сердцелистной, клёна остролистного, дуба черешчатого.

*Исследовательская работа* «Расчётная оценка количества выбросов вредных веществ в воздух от автотранспорта». Расчёт среднесуточного потока автотранспорта на контрольных участках; удельного расхода топлива; количества топлива разного вида, сжигаемого двигателями автомашин; количества выделившихся вредных веществ. Исследовательская работа «Оценка состояния древостоя парка». Проведение инвентаризации древесных насаждений изучаемой территории (ключевого участка). Расчёт высоты объектов без специальных приборов различными способами. Определение окружности и диаметра ствола;

примерного возраста деревьев исследуемой площадки. Составление формулы древостоя. Определение состояния древостоя парка с использованием простейшей шкалы.

### **МОДУЛЬ 3. Мониторинг водной среды: биоиндикация загрязнения водной среды (12 ч)**

#### ***Тема 3.1. Методы гидробиологического анализа***

Гидробиологический анализ как биологический метод оценки качества воды. Понятие о гидробиологическом анализе. Показатели степени загрязнения: видовое разнообразие, плотность видов, плотность организмов, плотность биомассы и показательное значение видов. Расчётные индексы в экологическом мониторинге: индексы, использующие характер питания организмов. Индексы, использующие соотношение крупных таксонов. Оценка качества экосистемы по индексам видового разнообразия. Оценка зон сапробности по показательным организмам. Оценка качества экосистемы по соотношению количества видов, устойчивых и неустойчивых к загрязнению. Индексы общности (сходства). Краткая характеристика биологических методов оценки загрязнения вод: преимущества и недостатки. Сапробность организмов. Оценка степени загрязнённости вод по показательным (индикаторным) организмам. Понятие о сапробности, сапробности вида, системе сапробности. Зоны сапробности: олигосапробные, бета-мезосапробные, альфа-мезосапробные и полисапробные; их характеристика. Факторы, влияющие на сапробность водоёма.

#### ***Тема 3.2. Методика работы с пробами зообентоса***

Методика работы с пробами зообентоса. Сбор проб, фиксация, этикетирование, объём пробы, обработка проб. ***Практикум***

*Составление паспорта характеризуемого водоёма.* Описание основных экологических особенностей водоёма: цвет, прозрачность, температура, запах. Выявление степени антропогенной нагрузки на водный биогеоценоз путём применения метода зооиндикации. Определение класса качества вод. Выявление степени антропогенной нагрузки на водный биогеоценоз путём применения метода фитоиндикации. Экспресс-оценка качества воды по семейству рясковых. Практическая работа «Изучение качества воды из различных пресных источников». Определение физических показателей образцов воды: запаха, цвета, прозрачности. Определение химических показателей образцов воды: наличия катионов железа, свинца, хлорид-ионов, нитратов и нитритов, жёсткости воды, анионов кислотных осадков.

### **МОДУЛЬ 4. Мониторинг почв (22 ч)**

#### ***Тема 4.1. Биоиндикация загрязнения почвенной среды***

Изучение загрязнения почв Курского района. Структура животного населения почвы и факторы его разнообразия. Влияние техногенного загрязнения на почвенных беспозвоночных.

Фаунистическая биоиндикация. Изменение видового состава и количества почвенных и напочвенных беспозвоночных животных как показатель антропогенного воздействия на окружающую среду. Выбор организмов для диагностики состояния почвенной среды. Экологические группы почвенных организмов, характеристика групп. История развития и изучения биоиндикации почвы в отечественной науке.

**Практикум** Изучение физико-химических свойств почв школьного двора. Установление зависимости между физико-химическими свойствами почвы и численностью беспозвоночных.

*Опыт* «Выявление роли дождевых червей в почвообразовательном процессе».

*Опыт* «Выявление зависимости между физико-химическими свойствами почвы и численностью беспозвоночных». *Практическая работа* «Определение кислотности почвы с помощью приготовленных индикаторов на растительной основе». Приготовление индикаторных отваров и индикаторной бумаги. Определение кислотности образцов почвы исследуемых участков: отбор и приготовление почвенной пробы. Исследование окраски полученных растительных индикаторов в кислой и щелочной средах.

*Практическая работа* «Определение кислотности почвы различными способами». Определение кислотности почвы с помощью универсального индикатора; с помощью датчика рН цифровой лаборатории; с помощью мелевого раствора.

*Экспериментальная работа* «Определение содержания свинца в зелёной массе газонных трав». Экспресс-методы оценки токсичности почвенной среды с помощью биотестов. Опыт «Изучение качества пыльцы растений как показателя загрязнения среды обитания». Установление зависимости качества пыльцевых зёрен от уровня физического и химического загрязнения среды. Опыт «Всхожесть семян кресс-салата как показатель загрязнения почвы». Влияние качества среды обитания на морфологические и анатомические изменения растений. Опыт «Энергия прорастания семян одуванчика лекарственного как показатель загрязнения почвенной среды». Изучение энергии прорастания семян одуванчика, собранных с нескольких участков с предположительно разной степенью почвенного и атмосферного загрязнения.

#### ***Тема 4.2. Дождевые черви как индикаторы загрязнённости почвы***

Использование жизненных форм дождевых и других беспозвоночных при оценке степени воздействия автотранспорта и других загрязнителей на экосистемы червей. Экологические группы дождевых червей. Влияние климатических факторов и типа почв на распространение дождевых червей.

**Практикум**



*Исследовательская работа «Изучение численности дождевых червей в различных биоценозах как показателя стабильности почвенной среды». Определение условий обитания дождевого червя и влияния среды на численность и биомассу по почвенным горизонтам на исследуемых участках*

### Учебно-тематический план

#### 1 год обучения

№	Название темы	теория	практика	всего
1	<b>МОДУЛЬ 1. Общие вопросы экологического мониторинга</b>	5	3	8
2	<i>Тема 1.1. Экологический мониторинг. История развития</i>	1	0	1
3	<i>Тема 1.2. Виды и подсистемы экологического мониторинга</i>	1	0	1
4	<i>Тема 1.3. Методы экологического мониторинга</i>	0	1	1
5	<i>Тема 1.4. Биоиндикация и её виды</i>	1	1	2
6	<i>Тема 1.5. Картирование загрязнённых участков</i>	1	0	1
7	<i>Тема 1.6. Фитоиндикация как составная часть экологического мониторинга</i>	1	1	2
8	<b>МОДУЛЬ 2. Экологический мониторинг загрязнения наземно-воздушной среды: современные методы биоиндикационного анализа загрязнения атмосферного воздуха</b>			27
9	<i>Тема 2.1. Лихеноиндикация</i>	3	3	6
10	<i>Тема 2.2. Газочувствительность и газоустойчивость растений</i>	4	4	8
11	<i>Тема 2.3. Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды</i>	2	4	6
12	<i>Тема 2.4. Оценка состояния среды на основе метода флуктуирующей асимметрии</i>	2	5	7

#### 2 год обучения

№	Название темы	теория	практика	всего
<b>1</b>	<b>МОДУЛЬ 3. Мониторинг водной среды: биоиндикация загрязнения водной среды</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>12</b>
2	<i>Тема 3.1. Методы гидробиологического анализа</i>	2	3	5
3	<i>Тема 3.2. Методика работы с пробами зообентоса</i>	2	5	7
<b>4</b>	<b>МОДУЛЬ 4. Мониторинг почв</b>	<b>6</b>	<b>16</b>	<b>22</b>
5	<i>Тема 4.1. Биоиндикация загрязнения почвенной среды</i>	5	12	17
6	<i>Тема 4.2. Дождевые черви как индикаторы загрязнённости почвы</i>	1	4	5

### **Планируемые результаты освоения курса**

В результате изучения элективного курса на уровне среднего общего образования у учащихся будут сформированы следующие предметные результаты.

#### ***Учащийся научится:***

- понимать, что такое экологический мониторинг, цели экологического мониторинга, особенности его организации и проведения, знать историю его развития;
- определять виды и подсистемы экологического мониторинга, принципы классификации видов экологического мониторинга;
- описывать основные методы экологического мониторинга;

- классифицировать методы и методики исследования загрязнения объектов окружающей среды;
- характеризовать виды антропогенного воздействия на окружающую среду;
- объяснять значение понятий: биоиндикация, виды биоиндикации, фитоиндикация, фитоиндикаторы;
- узнавать виды растений и животных, являющихся индикаторами состояния окружающей среды;
- понимать вклад зарубежных и отечественных исследователей в изучение биоиндикации;
- определять этапы картирования загрязнения;
- описывать методы лишеноиндикации и флуктуирующей симметрии; методы оценки стрессового воздействия на растения: морфологические и физиолого-биохимические;
- характеризовать механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам; газоустойчивость (биологическую, анатомо-морфологическую и физиолого-биохимическую); влияние климатических условий территории на газоустойчивость растений; группы устойчивости растений;
- характеризовать снежный покров как индикатор процессов закисления природных сред;
- использовать методику работы со снежными пробами; количественное и качественное определение загрязняющих веществ;
- проводить гидробиологический анализ: гидробиологический анализ как биологический метод оценки качества воды; показатели степени загрязнения; расчётные индексы в экологическом мониторинге;
- работать с пробами зообентоса;
- описывать структуру животного населения почвы и факторы его разнообразия; влияние техногенного загрязнения на почвенных беспозвоночных.

***Учащийся получит возможность научиться:***

- работать со специальным лабораторным оборудованием;
- сравнивать биологические объекты;

- оценивать степень загрязнённости воды, состояние чистоты воздуха и почвы, основываясь на состоянии биоиндикаторов;
- определять и сравнивать качественные и количественные показатели характеризующих объектов, сред обитания;
- прогнозировать и моделировать развитие ситуаций;
- работать с записями, отчётами дневников исследований как источниками информации;
- проводить картирование загрязнённых участков;
- осуществлять мониторинг загрязнения различных сред обитания (наземно-воздушной, водной, почвенной) на основе применения адекватных методов исследования;
- проводить оценку состояния среды на основе метода флуктуирующей асимметрии;
- проводить оценку состояния древесной растительности;
- осуществлять изучение состояния растительности территории;
- составлять карты газоустойчивости древесно-кустарниковой растительности;
- разрабатывать проекты озеленения своего микрорайона;
- определять физико-химические параметры изучаемых объектов и сред обитания;
- определять класс качества вод на основе применения методов фито- и зооиндикации;
- устанавливать зависимость между физико-химическими свойствами почвы и численностью беспозвоночных;
- определять уровень кислотности почвы;
- использовать экспресс-методы оценки токсичности почвенной среды с помощью биотестов.

### **Место предмета (курса) в учебном плане**

Представленная рабочая программа соответствует программе основного среднего образования. Срок реализации программы – два года (**68 часов, 1 час в неделю в течение 2 лет**).

### **Учебно-методическое обеспечение**

Учебно-методическое обеспечение курса включает в себя учебное пособие для учащихся и программу курса. Учебное пособие для учащихся обеспечивает содержательную часть курса. Содержание пособия разбито на параграфы, включает дидактический материал (вопросы, упражнения, задачи, домашний эксперимент), практические работы.

### **ЦИФРОВАЯ ЛАБОРАТОРИЯ УЧЕНИЧЕСКАЯ**

- Цифровые датчики электропроводности, рН, положения, температуры, абсолютного давления;
- Цифровой осциллографический датчик;
- Весы электронные учебные 200 г;
- Микроскоп: цифровой или оптический с увеличением от 80 X;
- Набор для изготовления микропрепаратов;
- Микропрепараты (набор);
- Соединительные провода, программное обеспечение, методические указания;

### **КОМПЛЕКТ ПОСУДЫ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УЧЕНИЧЕСКИХ ОПЫТОВ**

- Штатив лабораторный химический;
- Набор чашек Петри;
- Набор инструментов препаровальных;
- Ложка для сжигания веществ;
- Ступка фарфоровая с пестиком:
- Набор банок, склянок, флаконов для хранения твердых реактивов;
- Набор приборок (ПХ-14, ПХ-16);
- Прибор для получения газов;
- Спиртовка и горючее для неё;
- Фильтровальная бумага (50 шт.);
- Колба коническая;
- Палочка стеклянная (с резиновым наконечником);
- Чашечка для выпаривания (выпарительная чашечка);
- Мерный цилиндр (пластиковый);

- Воронка стеклянная (малая);
- Стакан стеклянный (100 мл);

## Календарно-тематическое планирование

### *10класс*

№ п/п	Тема урока(занятия)	Форма организации урока (занятия)	Виды учебной деятельности	Использование лабораторного и цифрового оборудования (центр «Точка роста»)
<b>Модуль 1. Общие вопросы экологического мониторинга</b>				
1	Понятие об экологическом мониторинге	Урок - лекция	Понятие об экологическом мониторинге (мониторинге окружающей среды). Цели экологического мониторинга. Из истории мониторинга	Цифровая лаборатория по биологии

			России	
2	Виды и подсистемы экологического мониторинга	Урок - лекция	Классификация видов экологического мониторинга. Подсистемы экологического мониторинга. Уровни мониторинга. Объекты наблюдения и показатели	Цифровая лаборатория по биологии
3	Методы экологического мониторинга	Урок - семинар	Методы исследования. Биологический мониторинг как метод исследования: этапы и содержание. Преимущества живых индикаторов. Мониторинг состояния природных ресурсов в России	Цифровая лаборатория по биологии
4	Биоиндикация и её виды	Урок - лекция	Понятие о биоиндикации. Классификация и характеристика видов биоиндикации	
5	Картирование загрязнённых участков	Урок - лекция	Проведение картирования загрязнённых участков: этапы работы и их содержание.	
6	Картирование загрязнённых участков	Урок - практикум	Физико-географические и экономико-	

			географические характеристики территории обследования	
7	Фитоиндикация как составная часть экологического мониторинга	Урок - лекция	Фитоиндикация как один из методов оценки качества окружающей среды. Понятие о фитоиндикации и фитоиндикаторах. Организмы-регистраторы и организмы-накопители. Морфологические изменения растений, используемые в биоиндикации. Основные растения— индикаторы загрязнения атмосферного воздуха. Вклад российских и зарубежных учёных в развитие фитоиндикации	
8	Фитоиндикация как составная часть экологического мониторинга	Урок - практикум		

**Модуль 2. Экологический мониторинг загрязнения наземно-воздушной среды: современные методы биоиндикационного анализа загрязнения атмосферного воздуха**

9	Лихеноиндикация	Урок - лекция	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеофрагментов, обсуждение после просмотра,	
10	Строение лишайников	Урок - практикум		Цифровой микроскоп
11	Влияние химических веществ на лишайники	Урок - лекция		Цифровой микроскоп
12	Методы учета	Урок -		



	лишайников	практикум	написание эссе.	
13	Определение связей водорослей и гриба в составе лишайника	Урок - лекция	Лишайники как определители загрязнений	
14	Определение связей водорослей и гриба в составе лишайника	Урок - практикум	воздушной среды. Строение лишайников.	Цифровой микроскоп
15	Влияние загрязнителей на химические процессы, происходящие в клетках растений.	Урок - лекция	Влияние химических веществ на лишайники. Методы учёта лишайников. Практикум. Опыт «Определение связей водоросли и гриба в составе лишайника». Исследовательская работа «Определение степени загрязнения воздуха по состоянию лишайников»	
16	Влияние загрязнителей на химические процессы, происходящие в клетках растений.	Урок - лекция	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеофрагментов,	Цифровой микроскоп
17	Влияние загрязнителей на химические процессы, происходящие в клетках растений.	Урок - практикум	обсуждение после просмотра, написание эссе.	Цифровая лаборатория по биологии
18	Внешние признаки повреждения растений токсичными веществами.	Урок - лекция	Влияние загрязнителей на химические процессы, происходящие в	Цифровая лаборатория по биологии
19	Адаптация растений к действию газов.	Урок - практикум	клетках растений. Внешние признаки	Цифровая лаборатория по

			повреждения растений токсичными веществами. Адаптация растений к действию газов.	биологии
20	Механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам	Урок - лекция	растений токсичными веществами. Адаптация растений к действию газов.	
21	Группы устойчивости растений. Шкала оценки газоустойчивости растений.	Урок - практикум	Механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам. Группы устойчивости растений.	Цифровая лаборатория по биологии
22	Изучение состояния растительности и разработка проекта озеленения своего микрорайона	Урок - лекция	устойчивости растений.	Цифровая лаборатория по биологии
23	Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды	Урок - практикум	Снежный покров как индикатор процессов закисления природных сред.	Цифровая лаборатория по химии
24	Снежный покров как индикатор загрязнения атмосферного воздуха окружающей среды	Урок - практикум	Практикум. Исследовательская работа «Снежный покров как индикатор загрязнения атмосферного воздуха городской среды». Изучение физических и химических параметров снега	Цифровая лаборатория по химии
25	Изучение физических и химических параметров снега	Урок - практикум	Асимметрия листового аппарата как показатель стрессовых факторов.	Цифровая лаборатория по химии
26	Изучение физических и химических параметров снега	Урок - практикум	Требования к видам-биоиндикаторам.	Цифровая лаборатория по химии
27	Определения степени загрязнения воздуха по состоянию лишайников	Урок - лекция	Методы оценки	

28	Определения степени загрязнения воздуха по состоянию лишайников	Урок - практикум	стрессового воздействия на растения. Исследовательская работа «Изучение флуктуирующей	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
29	Асимметрия листового аппарата как показатель стрессовых факторов.	Урок - лекция	асимметрии у растений как показателя качества среды обитания».	
30	Асимметрия листового аппарата как показатель стрессовых факторов.	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
31	Требования к видам-биоиндикаторам.	Урок - лекция	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
32	Методы оценки стрессового воздействия на растения.	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
33	Изучение флуктуирующей асимметрии у березы повислой как показателя качества среды обитания	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
34	Изучение флуктуирующей асимметрии у липы сердцелистной как показателя качества среды обитания	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
35	Итоговое занятие	Урок - конференция	Практическая работа. Коллективно-	Цифровая лаборатория по биологии

			творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по химии
--	--	--	---	-------------------------------------

### Календарно-тематическое планирование

#### 2 год обучения

№ п/п	Тема урока (занятия)	Форма организации урока (занятия)	Виды учебной деятельности	Использование лабораторного и цифрового оборудования (центр «Точка роста»)
1	Методы гидробиологического анализа	Урок - лекция	Работа со справочной литературой, просмотр журналов, видеофрагментов, обсуждение, составление опорной схемы, работа в группах	
2	Расчетные индексы в экологическом мониторинге	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в паре, творческий отчёт. Исследовательская работа.	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
3	Расчетные индексы в экологическом мониторинге	Урок - семинар	Работа со справочной литературой, просмотр журналов, видеофрагментов, обсуждение, составление опорной схемы, работа в группах	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
4	Расчетные индексы в экологическом мониторинге	Урок - семинар	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	
5	Сапробность организмов	Урок - лекция	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеофрагментов, обсуждение после просмотра	

6	Характеристика зон сапробности	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт. Исследовательская работа.	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
7	Методика работы с пробами зообентоса	Урок - исследование	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	
8	Сбор проб зообентоса Фиксация проб	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
9	Составление паспорта характеризующего водоёма	Урок - практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрейлеров, обсуждение после просмотра	
10	Выявление степени антропогенной нагрузки на водный биогеоценоз путём применения метода зооиндикации.	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
11	Выявление степени антропогенной нагрузки на водный биогеоценоз путём применения метода фитоиндикации	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчёт. Исследовательская работа.	

12	Изучение качества воды из различных пресных источников	Урок - практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрегментов, обсуждение после просмотра	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
13	Биоиндикация загрязнения почвенной среды	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет. Исследовательская работа.	
14	Структура животного наследия почвы и факторы его разнообразия	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет	
15	Фаунистическая биоиндикация	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
16	Экспериментальные методы оценки токсичности почвенной среды с помощью биотестов	Урок - практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрегментов, обсуждение после просмотра	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
17	Изучение физико-химических показателей почвы пришкольной территории	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет	
18	Влияние техногенного	Урок - практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр	Цифровая лаборатория по биологии

	загрязнения на почвенных беспозвоночных.		презентации и видеотрегментов, обсуждение после просмотра	Цифровая лаборатория по химии
19	Определение кислотности почвы с помощью приготовленных индикаторов на растительной основе	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
20	Определение кислотности почвы различными способами	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в паре, творческий отчет. Исследовательская работа.	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
21	Определение кислотности почвы различными способами	Урок - исследование	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
22	Всхожесть кресс-салата как показатель загрязнения почвы	Урок-практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрегментов, обсуждение после просмотра	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
23	Всхожесть кресс-салата как показатель загрязнения почвы	Урок - практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрегментов	
24	Энергия прорастания семян одуванчика лекарственного	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по

	ого, как показатель загрязнения почвенной среды			химии
25	Энергия прорастания семян одуванчика лекарственного, как показатель загрязнения почвенной среды	Урок - практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрегментов, обсуждение после просмотра	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
26	Изучение качества пыльцы растений как показателя загрязнения среды обитания	Урок - практикум	Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрегментов, обсуждение после просмотра	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
27	Изучение качества пыльцы растений как показателя загрязнения среды обитания	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в паре, творческий отчет. Исследовательская работа.	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
28	Определение содержания свинца в зеленой массе газонных трав	Урок - практикум	Практическая работа. Коллективно-творческое дело, работа в группах, творческий отчет	
29	Определение содержания свинца в зеленой массе газонных трав	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в паре, творческий отчет. Исследовательская работа.	Цифровая лаборатория по биологии



30	Дождевые черви как индикаторы загрязнённости почвы	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в паре, творческий отчёт. Исследовательская работа.	Цифровая лаборатория по биологии
31	Экологические группы дождевых червей.	Урок - практикум	Коллективно-творческое дело, работа в паре, творческий отчёт.	
32	Влияние климатических факторов и типа почв на распространение дождевых червей.	Урок - практикум	Исследовательская работа. Работа с различными источниками информации, просмотр презентации и видеотрейлеров, обсуждение после просмотра, написание эссе.	Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
33	Изучение численности дождевых червей в различных биоценозах как показателя стабильности почвенной среды	Урок - практикум		Цифровая лаборатория по биологии Цифровая лаборатория по химии
34	Резерв			

### *Оценка достижений планируемых результатов усвоения курса*

1. Что представляет собой экологическая безопасность? Каковы критерии её оценивания?
2. Какие вопросы рассматривались в Экологической доктрине 2002 г. и какое отражение они нашли в Стратегии экологической безопасности РФ 2017 г.?
3. Почему экологическая безопасность рассматривается как составляющая национальной безопасности? Подтвердите ответ примерами, доказывающими её важность и необходимость.
4. Что такое экологический мониторинг?
5. Какая информация учитывается при разработке программы экологического мониторинга?
6. Кто из учёных считается основоположником лишайнологии? Кем из учёных и когда предложен термин «лишайник»?

7. Чем можно объяснить большое количество лишайников и их видовое разнообразие в лесу по сравнению со скудным количеством и разнообразием в городе?
8. Можно ли согласиться с достаточно распространённым мнением, что лишайники, поселяясь на деревьях, паразитируют, причиняют вред растениям, в итоге приводя к их гибели? Аргументируйте свой ответ.
9. Чем можно объяснить тот факт, что на плохо растущих деревьях всегда много лишайников?
10. Как вы можете объяснить тот факт, что флора лишайников наиболее богата в высокогорных областях и тундрах, отличающихся скудностью почв и суровостью климата по сравнению с благоприятными в этом отношении центральными районами страны?
11. Подумайте, как можно объяснить, что в районах с интенсивным сельским хозяйством отсутствуют лишайники, предпочитающие кислые почвы.
12. Что такое гомеостаз популяции? Приведите примеры нарушения гомеостатических механизмов под влиянием стрессовых факторов, проявляющихся на морфологическом и физиолого-биохимическом уровнях.
13. На приусадебных участках хозяева, как правило, либо сжигают листву, либо создают компост. И в том и в другом случае они получают минеральные удобрения. В соответствии с санитарными нормами и правилами эксплуатации зелёных насаждений города запрещается сжигание опавших листьев. При проведении уборки парков, скверов листва подлежит вывозу на полигоны утилизации. Объясните, исходя из каких соображений, приняты такие требования. Почему не рекомендуется сжигать либо оставлять листву, ведь, разлагаясь, она способствовала бы почвообразованию и развитию семян растений?