

АДМИНИСТРАЦИЯ ГОРОДА ТОМСКА
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ
МУНИЦИПАЛЬНОЕ АВТОНОМНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ГИМНАЗИЯ № 55 им. Е.Г. Вёрсткиной Г. ТОМСКА

Согласовано
Педагогический совет
Протокол № 1
от «30» августа 2023 г.

Утверждено
«1» сентября 2023г.
приказ № 381/0
Директор гимназии № 55
им. Е.Г. Вёрсткиной г. Томска

_____ Черемных Е.Ю

Дополнительная общеобразовательная
общеразвивающая программа
естественнонаучной направленности

**«Экологическая безопасность.
Школьный экологический
мониторинг»**

Возраст обучающихся: 14–16 лет

Срок реализации: 1 год

Количество часов: 102 часа

Составитель:
Устюгова Галина Васильевна,
учитель химии

2023 - 2024 учебный год

I. Пояснительная записка

Программа направлена на удовлетворение индивидуальных запросов учащихся в области экологического образования, создание условий для раскрытия у них исследовательских и творческих способностей, развитие умений самостоятельно планировать, организовывать и реализовывать свою деятельность в сотрудничестве с учителем и сверстниками.

Актуальность программы объясняется ее востребованностью со стороны старшекласников, которые на сегодняшний день слабо вовлечены в систему дополнительного образования, а также возрастанием роли экологических знаний в формировании экологического мышления, экологической культуры школьников, с интенсивным развитием нефтегазовой промышленности в области, автотранспорта и других отраслей деятельности, приводящих к загрязнению окружающей среды и снижению экологической безопасности. Данная программа предусматривает изучение общих положений экологии на примере местных видов организмов, их сообществ и условий неживой природы, а также рассматриваются наиболее злободневные экологические проблемы Томской области, которые требуют мониторинговых исследований.

Предлагаемая программа составлена на основании следующих нормативно-правовых документов:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273 ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- ФГОС основного общего образования (в редакции приказов от 29.12.2014 № 1644, от 31.12.2015 № 1577);
- Концепция духовно-нравственного развития и воспитания личности гражданина России. М.: Просвещение, 2010;
- Стратегия развития воспитания в РФ на период до 2025 года;
- Концепция программы поддержки детского и юношеского чтения в РФ;
- Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 24 ноября 2015 г. № 81 «О внесении изменений № 3 в СанПиН 2.4.2.2821-10 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям и организации обучения, содержания в общеобразовательных организациях»;
- Типовая модель создания новых мест для дополнительного образования детей естественнонаучной направленности. Москва-2020.

Цели программы:

- формирование экологических знаний, умений и культуры экологического мониторинга как части экологической культуры школьников в ходе теоретической подготовки и поисково-исследовательской деятельности в рамках концепции устойчивого развития;
- сформированная комплексная оценка и прогноз изменений состояния объектов социоприродной среды под влиянием естественных и антропогенных факторов, обеспечивающих грамотное построения процесса подготовки и принятия управленческих решений в интересах устойчивого развития.

Задачи:

- развитие интереса к экологии как научной дисциплине;
- привитие интереса к научным исследованиям на основе освоения методов и методик по изучению экосистем, организации мониторинговой деятельности;
- 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 городской среды.

Общая характеристика курса. В содержании элективного 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.

Основные идеи курса:

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

II. Содержание программы

Программа курса — примерная, она может корректироваться в зависимости от материальной базы гимназии и интересов учащихся (34/102 часа). Модули 2—4 программы могут изучаться в любой последовательности.

МОДУЛЬ 1. Общие вопросы экологического мониторинга (7/17 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 (13/35 ч)

Тема 2.1. Лихеноиндикация

Лишайники как определители загрязнения воздушной среды. Понятие о лишайниках и методе лихеноиндикации. 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 лихеноиндикации 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 лихеноиндикации.

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. Оценка состояния среды на основе метода флуктуирующей асимметрии

Асимметрия листового аппарата как показатель стрессовых факторов. Требования к видам-биоиндикаторам. Методы оценки стрессовых воздействий 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.

Тема 2.3. 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-морфологическая 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 2.4. 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.

МОДУЛЬ 3. Мониторинг водной среды: биоиндикация загрязнения водной среды (5/17 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 (9/33 ч)

Тема 4.1. Биоиндикация загрязнения почвенной среды

Изучение загрязнения почв Томска. 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 «Архимед»; с помощью мелового 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 города.

III. Учебно - тематическое планирование

Курс рассчитан на 102 ч (3 ч в неделю). Но при желании детей может быть проведен за 34 часа (1 час в неделю). Предлагаемое планирование является примерным: учитель может корректировать содержание занятий и распределение часов на изучение материала в соответствии с уровнем подготовки обучающихся и сферой их интересов.

Тема занятия	Основное содержание	Количество часов	
		34	102
Модуль 1. Общие вопросы экологического мониторинга (7/17 ч)			
Тема 1.1. Экологический мониторинг.	Понятие об экологическом мониторинге (мониторинге окружающей среды). Цели	1	2

История развития.	экологического мониторинга. Из истории мониторинга в России		
Тема 1.2. Виды и подсистемы экологического мониторинга	Классификация видов экологического мониторинга. Подсистемы экологического мониторинга. Уровни мониторинга. Объекты наблюдения и показатели	1	2
Тема 1.3. Методы экологического мониторинга	Методы исследования. Биологический мониторинг как метод исследования: этапы и содержание. Преимущества живых индикаторов. Мониторинг состояния природных ресурсов в России, Томской области	1	2
Тема 1.4. Биоиндикация и её виды	Понятие о биоиндикации. Классификация и характеристика видов биоиндикации	1	2
Тема 1.5. Картирование загрязнённых участков	Проведение картирования загрязнённых участков: этапы работы и их содержание. Физико-географические и экономико-географические характеристики территории обследования.	1	3
Тема 1.6. Фитоиндикация как составная часть экологического мониторинга	Фитоиндикация как один из методов оценки качества окружающей среды. Понятие о фитоиндикации и фитоиндикаторах. Организмы-реграторы и организмы-накопители.	1	3
	Морфологические изменения растений, используемые в биоиндикации. Основные растения—индикаторы загрязнения атмосферного воздуха. Вклад российских и зарубежных учёных в развитие фитоиндикации.	1	3
Модуль 2. Экологический мониторинг загрязнения наземно-воздушной среды: современные методы биоиндикационного анализа загрязнения атмосферного воздуха (13/35ч)			
Тема 2.1. Лишайниковая индикация	Лишайники как определители загрязнения воздушной среды. Строение лишайников. Влияние химических веществ на лишайники. Методы учёта лишайников. <i>Практикум.</i> <i>Опыт</i> «Определение связей водоросли и гриба в составе лишайника». <i>Исследовательская работа</i> «Определение степени загрязнения воздуха по состоянию лишайников»	3	9
Тема 2.2. 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. <i>Практикум.</i> <i>Исследовательская работа</i> «Изучение флуктуирующей асимметрии у растений как показателя качества среды обитания». <i>Исследовательская работа</i> «Расчётная оценка количества выбросов вредных веществ в	5	13

	воздух от автотранспорта». <i>Исследовательская работа</i> «Оценка состояния древостоя парка»		
Тема 2.3. Газочувствительность и газоустойчивость растений	Влияние загрязнителей на химические процессы, происходящие в клетках растений. Внешние признаки повреждения растений токсичными веществами. Адаптация растений к действию газов. Механизмы устойчивости растений к неблагоприятным факторам. Группы устойчивости растений. Шкала оценки газоустойчивости растений. Характеристика древесных пород и кустарников по классам газоустойчивости и пыдефилирующей способности. <i>Практикум.</i> Проектно-исследовательская работа «Изучение состояния растительности и разработка проекта озеленения своего микрорайона»	3	8
Тема 2.4. Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды	Снежный покров как индикатор процессов закисления природных сред. <i>Практикум.</i> <i>Исследовательская работа</i> «Снежный покров как индикатор загрязнения атмосферного воздуха городской среды». Изучение физических и химических параметров снега.	2	5
Модуль 3. Мониторинг водной среды: биоиндикация загрязнения водной среды (5/17ч)			
Тема 3.1. Методы гидробиологического анализа	Гидробиологический анализ как биологический метод оценки качества воды. Показатели степени загрязнения. Расчётные индексы в экологическом мониторинге. Преимущества и недостатки биологических методов оценки загрязнения воды. Сапробность организмов. Факторы, влияющие на сапробность водоёма. Методика работы с пробами зообентоса	2	7
Тема 3.2. Методика работы с пробами зообентоса	Сбор и обработка данных о степени антропогенной нагрузки на водный биогеоценоз. <i>Практикум.</i> Составление паспорта характеризуемого водоёма. Экологические особенности водоёма. Выявление степени антропогенной нагрузки на водный биогеоценоз путём применения метода зооиндикации. Выявление степени антропогенной нагрузки на водный биогеоценоз путём применения метода фитоиндикации. <i>Практическая работа</i> «Изучение качества воды из различных пресных источников». Определение физико-химических показателей воды.	3	10
Модуль 4. Мониторинг почв (9/33ч)			
Тема 4.1. Биоиндикация загрязнения почвенной среды	Изучение загрязнения почв Томска. Структура животного населения почвы и факторы его разнообразия. Фаунистическая биоиндикация.	4	22

	<p>Изменение видового состава и количества почвенных и напочвенных беспозвоночных животных как показатель антропогенного воздействия на окружающую среду. Влияние техногенного загрязнения на почвенных беспозвоночных. <i>Практикум.</i></p> <p><i>Исследовательская работа</i> «Изучение физико-химических свойств почв школьного двора. Установление зависимости между физико-химическими свойствами почвы и численностью беспозвоночных».</p> <p><i>Опыт</i> «Выявление роли дождевых червей в почвообразовательном процессе». <i>Опыт</i> «Выявление зависимости между физико-химическими свойствами почвы и численностью беспозвоночных». Практическая работа «Определение кислотности почвы с помощью приготовленных индикаторов на растительной основе».</p> <p><i>Практическая работа</i> «Определение кислотности почвы различными способами».</p> <p><i>Опыт</i> «Всхожесть семян кресс-салата как показатель загрязнения почвы».</p> <p><i>Опыт</i> «Энергия прорастания семян одуванчика лекарственного как показатель загрязнения почвенной среды».</p> <p><i>Опыт</i> «Изучение качества пыльцы растений как показателя загрязнения среды обитания».</p> <p><i>Экспериментальная работа</i> «Определение содержания свинца в зелёной массе газонных трав»</p>		
Тема 4.2. Дождевые черви как индикаторы загрязнённости почвы	<p>Использование дождевых червей и других беспозвоночных при оценке степени воздействия автотранспорта и других загрязнителей на экосистемы. Экологические группы дождевых червей.</p> <p>Влияние климатических факторов и типа почв на распространение дождевых червей.</p> <p><i>Практикум.</i></p> <p><i>Исследовательская работа</i> «Изучение численности дождевых червей в различных биоценозах как показателя стабильности почвенной среды»</p>	3	7
Тема 4.3. Обобщение усвоенной познавательной деятельности	<p>Публичная защита исследовательских и проектных работ.</p>	2	4

IV. Планируемые результаты освоения программы

В результате реализации данной программы у учащихся будут сформированы следующие

личностные результаты:

- сформированность основ российской, гражданской идентичности; патриотизма, любви и уважения к Отечеству, чувства гордости за свою Родину; осознание своей этнической принадлежности; воспитание чувства ответственности и долга перед Родиной;
- формирование ответственного отношения к живой природе, основ здорового образа жизни и здоровьесберегающих технологий;
- сформированность познавательных интересов и мотивов, направленных на изучение живой природы; интеллектуальных умений (доказывать, строить рассуждения, анализировать, сравнивать, делать выводы и др.); эстетического отношения к живым объектам.

Метапредметные результаты:

- **умение работать с разными источниками информации:** текстом учебника, научно-популярной литературой, словарями и справочниками; анализировать и оценивать информацию, преобразовывать ее из одной формы в другую; овладение составляющими исследовательской и проектной деятельности, включая умения видеть проблему, ставить вопросы, выдвигать гипотезы, давать определения понятиям, классифицировать, наблюдать, проводить эксперименты, делать выводы и заключения, структурировать материал, объяснять, доказывать, защищать свои идеи;
- **умение организовать** свою познавательную деятельность: определять цель работы, ставить задачи, планировать - определять последовательность действий и прогнозировать результаты работы. Осуществлять контроль и коррекцию в случае обнаружения отклонений и отличий при сличении результатов с заданным эталоном. Оценка результатов работы — выделение и осознание учащимся того, что уже усвоено и что еще подлежит усвоению, осознание качества и уровня усвоения;
- **способность выбирать** целевые и смысловые установки в своих действиях и поступках по отношению к живой природе, здоровью своему и окружающих;
- **умение слушать и вступать в диалог**, участвовать в коллективном обсуждении проблем; интегрироваться в группу сверстников и строить продуктивное взаимодействие со сверстниками и взрослыми; умение адекватно использовать речевые средства для дискуссии и аргументации своей позиции, сравнивать разные точки зрения, аргументировать свою точку зрения, отстаивать свою позицию.
- **знать и применять основные правила поведения** в природе и основы здорового образа жизни;
- уметь анализировать и оценивать последствия деятельности человека в природе, влияние факторов риска на здоровье человека.

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.

Формами оценки достижения планируемых результатов и контроля освоения материала программы могут служить отчёты по практическим работам, самостоятельные проведенные мониторинговые исследования, опыты, учебно-исследовательские проекты. Итоговое занятие проходит в виде научно-практической конференции или круглого стола, где заслушиваются доклады учащихся на основе исследовательской и экспериментальной работы по выбранной теме исследования.

Оценка достижений планируемых результатов усвоения программы

(пример)

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 лихенологии? 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 сквера 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?

У. Комплекс организационно – методических условий реализации программы

Основной **формой организации** процесса освоения данной программы являются:

- лабораторные и практические занятия, практикумы;
- пробы, опыт, исследовательские работы;
- встречи с профессионалами в области экологического мониторинга.

В качестве дополнительных форм используется система консультационной поддержки, индивидуальных занятий, самостоятельная работа учащихся с использованием современных исследовательских методик.

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.

УІ. Учебно – методическое обеспечение

1. Антоненков А. Г. Мониторинг снежного покрова: метод, указания / А. Г. Антоненков. - СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2003.
2. Асланиди К. Б. Биомониторинг? Это очень просто! / К. Б. Асланиди, Д. М. Вачадзе. - Пушино: ОНТИПНЦ РАН, 1996.
3. Вайнерт Э. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем/ Э. Вайнерт, Р. Вальтер и др.; под ред. Р. Шуберта. — М.: Мир, 1988.
4. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование / О. П. Мелехова, Е. И. Егорова, Т. И. Евсеева и др. — М.: Академия, 2007.
5. Буйволов Ю. А. Физико-химические методы изучения качества природных вод / Ю.А. Буйволов. — М.: Экосистема, 1997.
6. Бязров Л. Г. Лишайники в экологическом мониторинге / Л. Г. Бязров. — М.: «Научный Мир», 2002.
7. Воробьев Г. А. Исследуем малые реки / Г. А. Воробьев. — Вологда: ВГПУ: Русь, 1997.
8. Гиляров М. С. Зоологический метод диагностики почв / М. С. Гиляров. — М.: Наука, 1965.
9. Добровольский Г. В. Почва, город, экология / Г. В. Добровольский. — М.: Фонд «За экономическую грамотность», 1997.
10. Евгеньев И. Е. Автомобильные дороги в окружающей среде / И. Е. Евгеньев, Б. Б. Каримов. — М.: Трансдорнаука, 1997.
11. Захаров В. М. Анализ морфологической изменчивости как метод оценки состояния природных популяций / В. М. Захаров, А. В. Яблоков // Новые методы изучения почвенных животных в радиоэкологических исследованиях. — М.: Наука, 1985. — С. 176—185.
12. Здоровье среды: практика оценки / В. М. Захаров, А. Т. Чубинишвили, С. Г. Дмитриев и др. — М.: Центр экологической политики России, 2000.
13. К проблеме оценки и прогноза изменения состояния экосистемы / Ю. А. Израэль, Л. М. Филиппова, Г. Э. Инсаров и др. // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. — Т. VII. — Л.: Гидрометеиздат, 1985. — С. 9—26.
14. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. — М.: Мир, 1989.
15. Красинский Н. П. Теоретические основы построения ассортиментов газоустойчивых растений / Н. П. Красинский // Дымоустойчивость растений и дымоустойчивые ассортименты: сборник работ. — М.; Горький, 1950.

16. Криволицкий Д. А. Почвенная фауна в экологическом контроле / Д. А. Криволицкий. — М.: Наука, 1994.
17. Кулагин Ю. З. Древесные растения и промышленная среда / Ю. З. Кулагин. — М.: Наука, 1974.
18. Малевич И. И. Собираание и изучение дождевых червей-почвообразователей / И. И. Малевич. — М.; Л. 2003.
19. Межневский В. Н. Растения-индикаторы / В. Н. Межневский. — М.: АСТ; Донецк: Сталкер, 2004.
20. Муравьев А. Г. Оценка экологического состояния почвы. Практическое руководство / А. Г. Муравьев, Б. Б. Каррыев, А. Р. Ляндзберг; под ред. А. Г. Муравьева. — СПб.: КрисмасТ, 2008.
21. Перельман Я. И. Занимательная геометрия на вольном воздухе и дома / Я.И. Перельман.-М.:Центрополиграф, 2016
22. Пчёлкин А. В. Использование водорослей и лишайников в экологическом мониторинге и биоиндикационных исследованиях / А. В. Пчелкин, В. Б. Слепов. — М.: Московская городская станция юных натуралистов, 2004.
23. Рыжов И. Н. Школьный экологический мониторинг городской среды: учеб, пособие / И. Н. Рыжов, Г. А. Ягодин. — М.: Галактика, 2000.
24. Самедов Л. А. Влияние дождевых червей и мокриц на физико-химические и поверхностные свойства почв / Л. А. Самедов, Ф. Т. Надиров // Почвоведение. — 2006. — № 8. — С. 109—115.
25. Сергейчик С. А. Методы фитоконтроля загрязнения природной среды / С. А. Сергейчик, А. А. Сергейчик, Е. А. Сидорович. — Минск: БелНИИНТИ, 1991.
26. Соколов В. А. Природные красители / В. А. Соколов. — М.: Просвещение, 1997.
27. Тарасова В. Н. Лишайники: физиология, экология, лишеноиндикация: учеб, пособие / В. Н. Тарасова, А. В. Сониная, В. И. Андросова. — Петрозаводск: ПетрГУ, 2012.
28. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды / Г. Фелленберг. — М.: Мир, 1997.
29. Школьный экологический мониторинг / под ред. Т. Я. Ашихминой. — М.: АГАР, 2000.
30. Экологический мониторинг: метод, пособие / В. В. Снакин, М. А. Малярова, Т. Ф. Гурова и др. — М.: РЭФИА, 1996.
31. Экологические проблемы строительства и эксплуатации автомобильных дорог. Ч. 1 / М. В. Немчинов, С. С. Шабуров, В. К. Пашкин и др. — М.; Иркутск, 1997.
32. Экологический мониторинг в школе / под ред. Л. А. Коробейниковой. — Вологда: Русь, 1998.

Нормативно-регламентирующая литература

1. ГН 2.2.5.1313-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. — М.: Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России, 2003. — (Гигиенические нормативы).
2. ГОСТ 17.2.2.03-87. Охрана природы. Атмосфера. Нормы и методы измерений содержания оксида углерода и углеводородов в отработавших газах автомобилей с бензиновыми двигателями.
3. Инженерный справочник DPVA. Нормы качества воды в РФ. Сводная таблица. <https://www.dpva.ru/Guide/GuideTechnologyDrawings/WaterSupply/WasteWater/WaterInRF/#1>
4. Методические рекомендации по озеленению автомобильных дорог: ОДМ 218.011-98/Росдорнии, Сверял, центр Росдорнии, Росгипролес, НПФ «Российские семена». — М., 1998.
5. Методические рекомендации по оценке степени загрязнения атмосферного воздуха населённых пунктов металлами по их содержанию в снежном покрове и почве (утв. Главным государственным санитарным врачом СССР от 15.05.1990 №5174-90).

6. Методические рекомендации по очистке и нейтрализации загрязнений грунтов придорожной полосы нефтепродуктами / ВГАСА, Регион, центр эколог, безопасности дор. хоз-ва «Экодор — ЦЧР». — М., 2000.
7. Руководство по контролю загрязнения атмосферы РД-62.04.186.89. Гос. комитет СССР по гидрометеорологии. Мин-во здравоохранения СССР. - М., 1991.
8. СанПиН 2.1.6.1032-01. «Атмосферный воздух и воздух закрытых помещений. Санитарная охрана воздуха. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населённых мест».

Определители

1. Андронов Н. М. Определитель древесных растений по листьям / Н.М. Андронов, П.Л. Богданов. — Л.: Изд-во Ленинградского университета, 1972.
2. Гусев В. И. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР / В. И. Гусев, М. Н. Римский-Корсаков. — М.; Л.: Гослесбумиздат, 1951.
3. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра европейской России, <http://pandia.ru/text/77/396/100203.php>
4. Лишайники России. Экологический центр «Экосистема». <http://www.rus-nature.ru/031ich/index.htm>
5. Мучник Е. Э. Учебный определитель лишайников Средней России: учебно-метод. пособие / Е. Э. Мучник, И. Д. Инсарова, М. В. Казакова; Ряз. гос. ун-т им. С. А. Есенина. — Рязань, 2011.
6. Популярный атлас-определитель. Дикорастущие растения / В. С. Новиков, И. А. Губанов. — М.: Дрофа, 2008.
7. Электронный иллюстрированный атлас-определитель растений, <http://www.plantarium.ru/page/find.html#>

УП. Материально – техническое обеспечение

Приборы и оборудование

Приборы, цифровая лаборатория «Архимед», микроскоп, лупа.

Оборудование демонстрационное: персональный компьютер, проектор.

Оборудование учебное: пробирки, химические стаканы, ступка и пестик, спиртовка, воронка, фильтровальная бумага, штативы, стеклянные палочки, колбы, установка «водяная баня», чашка фарфоровая, стеклянная палочка с резиновым наконечником, ложечка-дозатор (шпатель), мерный цилиндр (10 мл) или мерная пробирка, универсальная бумага со шкалой значений рН, фильтровальная бумага, предметные и покровные стёкла, препаровальные иглы, пипетки, лопата, совок, рулетка, чашечные весы с разновесами, рамка-палетка, закидная драга, скребок, мерная метровая линейка, циркуль-измеритель.

Реактивы: тиоцианат аммония, концентрированная азотная кислота, пероксид водорода, дистиллированная вода, нитрат серебра, азотная кислота, хлорид калия, хромат калия, гидроксид калия, дифениламин, концентрированная серная кислота, уксусная кислота, йод.