

**Комитет по образованию администрации городского округа  
«Город Калининград»  
Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение города  
Калининграда средняя общеобразовательная школа №58**

Введена в действие приказом директора  
МАОУ СОШ №58

№ 695 от « 22 » 08 2025 г.

Директор

Ерохин А.В.



**Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа  
естественнонаучной направленности  
«Экология и изучение изменений климата»**

Возраст обучающихся: 14-17 лет

Срок реализации: 9 месяцев

Автор программы:  
Щербаков Сергей Александрович,  
педагог дополнительного образования  
г. Калининград

г. Калининград, 2025

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

### **Описание предмета, дисциплины которому посвящена программа**

Программа «Экология и изучение изменений климата» представляет собой углубленный курс, интегрирующий знания фундаментальной экологии, климатологии, химии окружающей среды и прикладных аспектов охраны природы. Дисциплина направлена на формирование у обучающихся целостного научного мировоззрения, развитие навыков исследовательской и проектной деятельности, а также системной подготовки к участию в олимпиадах высокого уровня.

### **Раскрытие ведущих идей, на которых базируется программа**

1. Взаимосвязь и системность всех процессов в природе, описываемых классическими законами экологии;
2. Антропогенное воздействие как ключевой фактор изменения глобальных биогеохимических циклов и климатической системы;
3. Необходимость научно обоснованного подхода к нормированию, управлению и минимизации ущерба окружающей среде;
4. Применение теоретических знаний для решения практических задач через исследование и проектную деятельность.

### **Описание ключевых понятий, которыми оперирует автор программы:**

*Экосистема* – биологическая система, состоящая из сообщества живых организмов (биоценоз), среды их обитания (биотоп), системы связей, осуществляющей обмен веществ и энергии между ними.

Программа имеет естественнонаучную направленность с ярко выраженной исследовательской и проектной составляющей. Она ориентирована на учащихся, проявляющих глубокий интерес к экологии, биологии, географии и химии, и нацелена на выявление и поддержку одаренных детей.

### **Уровень освоения программы**

Уровень освоения программы – углубленный.

### **Актуальность образовательной программы**

Актуальность образовательной программы обусловлена:

1. Глобальными вызовами: остротой проблем изменения климата, загрязнения окружающей среды и утраты биоразнообразия;
2. Государственной политикой: ориентиром на экологическое просвещение, реализацию национального проекта «Экология» и достижение целей низкоуглеродного развития;
3. Образовательными трендами: растущей популярностью олимпиадного движения и проектной деятельности как эффективных инструментов развития метапредметных компетенций и профессионального самоопределения молодежи.

### **Педагогическая целесообразность образовательной программы**

Реализует интегративный подход, соединяя знания из разных научных дисциплин. Сочетает теорию (изучение законов, нормативов) с практикой

(лабораторные работы, расчеты, анализ данных), что соответствует принципу деятельностного подхода в обучении. Направлена на развитие личности через формирование критического мышления, экологического сознания и гражданской ответственности. Использует дифференцированный подход и педагогику сотрудничества, создавая среду для развития одаренных детей.

### **Практическая значимость образовательной программы**

Учащиеся сформируют исследовательские навыки и навыки презентации интеллектуального продукта, полученного с их помощью. Они приобретают навыки работы с современным лабораторным оборудованием (спектрофотометр, микроскопы, химреактивы), осваивают методы экологического мониторинга и нормирования, учатся обрабатывать и визуализировать научные данные с помощью цифровых инструментов (Excel, QGIS, Python). Получают опыт оформления и презентации исследовательских проектов для участия в конференциях и конкурсах. Готовятся к успешному выступлению на олимпиадах по экологии и смежным дисциплинам.

### **Принципы отбора содержания образовательной программы.**

Принципы отбора содержания (образовательный процесс построен с учетом уникальности и неповторимости каждого ребенка и направлен на максимальное развитие его способностей):

- принцип единства развития, обучения и воспитания;
- принцип систематичности и последовательности;
- принцип доступности;
- принцип наглядности;
- принцип взаимодействия и сотрудничества;
- принцип комплексного подхода;
- принцип природосообразности и культуросообразности;
- принцип гуманизма.

### **Отличительные особенности программы**

Глубина проработки нормативной базы: детальное изучение ПДК, классов опасности, методов расчета загрязнения.

Углубленный химико-аналитический блок (спектрофотометрия, титриметрия, хроматография) выходящий за рамки школьной программы с акцентом на тематику экспериментальных этапов всероссийских и международных олимпиад.

Фокус на климатической аналитике: работа с реальными климатическими данными, анализ вклада стран.

Связь фундаментальных законов с современными прикладными задачами.

### **Цель образовательной программы**

Формирование системных знаний в области экологии и климатологии, а также развитие навыков исследовательской деятельности для успешной реализации потенциала обучающихся в олимпиадах и проектной деятельности.

### **Задачи**

*Образовательные:*

- развить навыки решения олимпиадных задач по биологии и экологии;
- актуализировать знания по биологии и сформировать новые знания и навыки в области гидробиологии;
- ознакомиться с основными закономерностями биологических явлений и процессов, происходящих в гидросфере;
- приобрести знания об экологической специфике экосистем Калининградской области;
- приобрести знания о значении и структуре научно-исследовательских работ;
- развить практические навыки работы с лабораторным оборудованием;
- приобрести навык визуализации океанографических данных и построения картосхем с помощью актуальных компьютерных программ, используемых в научной и профессиональной деятельности (Ocean Data View, QGIS);
- получить знания об особенностях профессиональной научной деятельности и научной этике;
- сформировать представление о классических законах экологии и их проявлении в современных условиях;
- изучить основы экологического нормирования и методы оценки состояния окружающей среды;
- раскрыть причины, последствия и решения проблем изменения климата;
- обучить методам лабораторного экологического анализа.

*Развивающие:*

- развить навыки работы с информацией: поиск, анализ, интерпретация данных, визуализация;
- сформировать навыки проектной и исследовательской деятельности; развивать критическое и системное мышление;
- совершенствовать навыки публичных выступлений и ведения дискуссий;
- развить коммуникативные компетенции в общении и сотрудничестве со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной и соревновательной деятельности;
- расширить навыки самообразования на основе мотивации к исследовательской деятельности и творчеству;
- развить творческое и критическое мышление;
- развить навыки проектной и исследовательской деятельности.

*Воспитательные:*

- воспитать экологическую культуру и грамотность;
- сформировать активную гражданскую позицию и чувство ответственности за состояние окружающей среды;
- содействовать профессиональному самоопределению учащихся;

- сформировать уважительное отношение к совместной проектной работе, товарищам по команде, вкладу каждого участника в достижении общей цели;
- привить понятие бережного отношения к оборудованию;
- сформировать знания в области техники безопасности при работе с лабораторным и гидробиологическим оборудованием;
- раскрыть творческий и научный потенциал школьников с дальнейшей ориентацией на участие в научных конференциях и олимпиадах разного уровня.

### **Психолого-педагогические характеристики обучающихся, участвующих в реализации образовательной программы.**

Программа «Экология и изучение изменений климата» предназначена для детей 9-11 класса. Группа может состоять из детей одного возраста или быть разновозрастной.

Численный состав групп: 15-20 человек.

### **Особенности организации образовательного процесса**

Программа рассчитана на 1 учебный год обучения, 144 академических часа (4 часа в неделю). Группы формируются из учащихся 9-11 классов, прошедших предварительный отбор или мотивированных на углубленное изучение предмета. Образовательный процесс строится на принципах проблемного обучения, исследовательского подхода и коллективного взаимодействия.

### **Формы обучения по образовательной программе**

- Групповая (лекции, семинары, деловые игры, практикумы).
- Мелкогрупповая (работа над проектами, выполнение лабораторных работ).
- Индивидуальная (консультации, работа с литературой, выполнение расчетных заданий).
- Дистанционная.

При реализации дистанционного обучения педагог может использовать платформы для обмена текстовыми сообщениями и организации групповых конференций:

Дистанционный формат может быть организован в случае введения карантинных мер или длительного отсутствия учащегося по причине болезни (с согласия родителей). Обучение сопровождается видео записями уроков, опорным конспектом, ссылками на образовательные ресурсы, тестами и практическими заданиями, проверка и демонстрация решения которых может быть реализована учителем в онлайн-формате групповой видеосвязи. При этом педагогу следует предложить такие формы работы и виды деятельности, с которыми ребенок может справиться самостоятельно.

Занятия проходят в форме интерактивных проблемных лекций, практикумов, лабораторных и самостоятельных работ, на которых учащиеся применяют полученные знания. Контроль знаний осуществляется на каждом уроке в виде устного опроса, интерактивных тестов, практических и

самостоятельных работ, разработанных по уровням сложности в зависимости от способностей учащихся.

Работу на уроке рекомендуется организовывать в группах по 2-3 человека с четким распределением обязанностей под контролем педагога. Каждый ребенок в группе должен осознавать свою роль и значимость.

В первые месяцы обучения педагогом производится анализ и корректировка образовательного маршрута в зависимости от способностей учащихся и особенностей научного материала.

#### **Режим занятий, периодичность и продолжительность занятий**

Общее количество часов в год – 144 часа. Продолжительность занятий исчисляется в академических часах – 40 минут. Недельная нагрузка на одну группу: 4 часа. Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа.

#### **Объем и срок освоения образовательной программы**

Срок освоения программы – 9 месяцев. На полное освоение программы требуется 144 часа, включая индивидуальные консультации.

#### **Основные методы обучения**

Объяснительно-иллюстративные: лекция, демонстрация.

Репродуктивные: решение типовых расчетных и олимпиадных задач.

Проблемные: проблемные лекции, кейс-стади, анализ ситуаций.

Частично-поисковые и исследовательские: лабораторный практикум, проектная деятельность, эксперимент.

Игровые: деловые и ролевые игры.

#### **Планируемые результаты**

##### **Метапредметные:**

- смогут использовать научный метод в учебе и повседневной жизни, формулировать, аргументировать и отстаивать свое мнение;
- смогут находить альтернативные решения поставленной проблемы, соотносить свои действия с планируемыми результатами, корректировать их в соответствии с изменяющимися условиями, оценивать правильность выполнения прикладных задач;
- будут демонстрировать результаты совместной исследовательской и проектной деятельности.

##### **Предметные:**

*Будут знать:*

- фундаментальные законы экологии;
- основные принципы функционирования экосистем;
- профессиональные сферы применения практических экологических навыков;
- механизмы изменения климата и стратегий борьбы с ним.

*Будут уметь:*

- решать задачи олимпиадного уровня высокой сложности.
- выполнять исследовательскую и проектную деятельность в области экологии;
- определять классы опасности отходов, читать экологические знаки, рассчитывать показатели загрязнения;

- владеть навыками проведения химико-аналитических исследований состояния окружающей среды

#### **Личностные:**

- сформируют экологическое мировоззрение и ответственность;
- будут готовы к самостоятельным действиям и принятию решений.
- разовьют коммуникативную культуру: научатся взаимодействовать и сотрудничать со сверстниками и взрослыми в процессе образовательной, проектной и соревновательной деятельности;
- развитие научно-этической культуры: научатся уважать мнение товарищей при совместной работе над проектами, ценить вклад каждого участника в достижение общей цели.

#### **Механизм оценивания образовательных результатов**

Стартовая диагностика: входное тестирование для определения уровня базовых знаний.

Текущий контроль: проверка отчетов по лабораторным работам, оценка решения задач на семинарах, устные опросы, участие в деловых играх.

Промежуточный контроль: контрольные работы по итогам модулей (тесты, расчетные задачи, написание эссе).

Итоговый контроль: защита индивидуального или группового исследовательского проекта.

#### **Формы подведения итогов реализации образовательной программы**

Итоговой формой подведения итогов является публичная защита исследовательских проектов в формате научно-практической конференции с участием экспертного жюри. Оценивается актуальность, методическая грамотность, глубина анализа, качество презентации и доклада.

#### **Организационно-педагогические условия реализации образовательной программы**

Необходимый уровень подготовки учащихся: уверенное знание школьного курса биологии, химии и географии

#### **Материально-технические условия**

Учебный кабинет, оборудованный мультимедийной техникой (ПК, проектор).

Лабораторное оборудование: спектрофотометр, микроскопы (x40-1000), наборы для химического анализа воды и почвы (включая реактивы для определения кислорода по Винклеру), рН-метр, комплекты для хроматографии.

Реактивы: KI (чда), MnCl (чда), ацетон (чда), этанол (чда), гексан (чда), тиосульфат натрия 0,1н (фиксанал), HCL (чда), NaOH (чда), крахмал.

Ноутбук с поддержкой WiFi на базе ОС Windows 10 – 15 шт.

WiFi роутер и точка доступа к сети Internet – 1 шт.

Программное обеспечение Microsoft Excel

Программное обеспечение OceanDataView

Организация рабочего пространства ребенка осуществляется с использованием здоровьесберегающих технологий. В ходе занятий в обязательном порядке проводится физкультпаузы, направленные на снятие

общего и локального мышечного напряжения. В содержание физкультурных минуток включаются упражнения на снятие зрительного и слухового напряжения, напряжения мышц туловища и мелких мышц кистей, на восстановление умственной работоспособности.

**Кабинет, соответствующий санитарным нормам СанПин.**

Пространственно-предметная среда (стенды, наглядные пособия и др.).

**Кадровые условия реализации программы**

Педагог дополнительного образования, реализующий данную программу, должен иметь высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование в области, соответствующей профилю кружка, без предъявления требований к стажу работы, либо высшее профессиональное образование или среднее профессиональное образование и дополнительное профессиональное образование по направлению «Образование и педагогика» без предъявления требований к стажу работы.

**Оценочные и методические материалы**

Вся оценочная система делится на три уровня сложности:

1. Обучающийся может ответить на общие вопросы по большинству тем, с помощью педагога может построить и объяснить принцип работы предлагаемого оборудования.

2. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности оборудования.

3. Обучающийся отвечает на все вопросы, поднимаемые за период обучения. Может самостоятельно построить и объяснить принцип действия и особенности оборудования. Располагает сведениями сверх программы, проявляет интерес к теме. Проявил инициативу при выполнении исследовательской работы. Конструктивно оценивал полученные научные данные и их обработку.

Успехи обучающегося оцениваются так же и по разделам:

- теория;
- практика.

**Методическое обеспечение**

Обеспечение программы предусматривает наличие следующих методических видов продукции:

- электронные учебники;
- видеоролики;
- информационные материалы на сайте, посвященном данной дополнительной общеобразовательной программе;
- информационные материалы на сайтах, посвященных экологическим мониторингам: Copernicus Marine Service, syke.fi
- научные статьи.

## СОДЕРЖАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

### **Раздел 1. Фундаментальные основы и законы экологии**

**Тема 1-10.** Введение. Структура современной экологии. Уровни организации живого. Основные понятия: экосистема, биогеоценоз, популяция, вид. Классические законы экологии. Закон Либиха, закон толерантности Шелфорда. Закон минимума, максимума и оптимума. Практикум: решение задач на лимитирующие факторы. Законы Б. Коммонера. Их современная интерпретация и критика. Разбор кейсов. Популяционная экология. Динамика и регуляция численности популяций. Модели роста (экспоненциальная, логистическая). Практикум: расчеты скорости роста, емкости среды. Биотические взаимоотношения: конкуренция, хищничество, симбиоз. Практикум: построение и анализ графиков "хищник-жертва". Экосистемы. Продуктивность. Цепи и сети питания. Практикум: расчет эффективности передачи энергии между трофическими уровнями. Лабораторная работа 1. микроскопирование и оценка биоразнообразия простейших в воде. Связь с законом толерантности (изменение сообщества при разной температуре/солености). Лабораторная работа 2: хроматографическое разделение пигментов листа. Обсуждение связи с продуктивностью экосистем. круговороты веществ. Детальный разбор круговоротов углерода, азота, фосфора и воды. Антропогенное нарушение циклов. Контрольный урок по модулю. Олимпиадный турнир: решение комплексных задач на применение законов экологии.

**Теория.** Введение. Структура современной экологии. Уровни организации живого. Основные понятия: экосистема, биогеоценоз, популяция, вид. Классические законы экологии. Закон Либиха, закон толерантности Шелфорда. Закон минимума, максимума и оптимума. Законы Б. Коммонера. Их современная интерпретация и критика. Разбор кейсов. Популяционная экология. Динамика и регуляция численности популяций. Модели роста (экспоненциальная, логистическая). Биотические взаимоотношения: конкуренция, хищничество, симбиоз. Экосистемы. Продуктивность. Цепи и сети питания. Круговороты веществ. Детальный разбор круговоротов углерода, азота, фосфора и воды. Антропогенное нарушение циклов.

**Практика.** Практикум: решение задач на лимитирующие факторы. Практикум: расчеты скорости роста, емкости среды. Биотические взаимоотношения: конкуренция, хищничество, симбиоз. Практикум: построение и анализ графиков "хищник-жертва". Практикум: расчет эффективности передачи энергии между трофическими уровнями. Лабораторная работа 1: микроскопирование и оценка биоразнообразия простейших в воде. Связь с законом толерантности (изменение сообщества при разной температуре/солености). Лабораторная работа 2: хроматографическое разделение пигментов листа. Обсуждение связи с продуктивностью экосистем. Контрольный урок по модулю. Олимпиадный турнир: решение комплексных задач на применение законов экологии.

*Текущий контроль.* Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков, приобретаемых во время модуля

## **Раздел 2. Антропогенное воздействие и нормирование**

**Тема 11-22.** Загрязнение окружающей среды. Классификация загрязнителей. Типы отходов. Классы опасности отходов (I-V). Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО). Определение pH в пресных водах колориметрическим методом и при помощи индикаторов. Нормирование в экологии. ПДК, ПДВ, ПДС. Источники загрязнения. Эвтрофикация: причины и последствия. Токсичные цветения фитопланктона как одна из основных экологических проблем 21 века. Химические элементы и классы опасности. Тяжелые металлы (Pb, Cd, Hg, As), их источники и влияние на здоровье. Кларки элементов. Практикум: работа с таблицами кларков для литосферы. Оценка загрязнения почвы. Показатели загрязнения (Zc, суммарный показатель загрязнения Z). Практикум: расчет степени загрязнения почвы по предложенным данным. Экологические знаки и маркировка. Практикум: анализ упаковки товаров. Кислотные осадки: механизм образования, последствия для экосистем и сооружений. Эвтрофикация водоемов: стадии, последствия. Лабораторная работа 3: Определение основных показателей качества воды: pH, щелочность, соленость. Титриметрические и инструментальные методы. Лабораторная работа 4: Спектрофотометрическое определение фотосинтетических пигментов. Лабораторная работа 5: Определение растворенного кислорода в воде методом Винклера. Оценка способности водоема к самоочищению. Контрольный урок по модулю. Тест на знание нормативов и классов опасности.

*Теория.* Загрязнение окружающей среды. Классификация загрязнителей. Типы отходов. Классы опасности отходов (I-V). Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО). Нормирование в экологии. ПДК, ПДВ, ПДС. Источники загрязнения. Эвтрофикация: причины и последствия. Токсичные цветения фитопланктона как одна из основных экологических проблем 21 века. Химические элементы и классы опасности. Тяжелые металлы (Pb, Cd, Hg, As), их источники и влияние на здоровье. Кларки элементов. Оценка загрязнения почвы. Показатели загрязнения (Zc, суммарный показатель загрязнения Z). Экологические знаки и маркировка. Кислотные осадки: механизм образования, последствия для экосистем и сооружений. Эвтрофикация водоемов: стадии, последствия.

*Практика.* Определение pH в пресных водах колориметрическим методом и при помощи индикаторов. Практикум: работа с таблицами кларков для литосферы. Практикум: расчет степени загрязнения почвы по предложенным данным. Практикум: анализ упаковки товаров. Лабораторная работа 3: Определение основных показателей качества воды: pH, щелочность, соленость. Титриметрические и инструментальные методы. Лабораторная работа 4: Спектрофотометрическое определение

фотосинтетических пигментов. Лабораторная работа 5: Определение растворенного кислорода в воде методом Винклера. Оценка способности водоема к самоочищению. Контрольный урок по модулю. Тест на знание нормативов и классов опасности.

*Текущий контроль.* Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков, приобретаемых во время модуля

### **Раздел 3. Изменения климата.**

**Темы 23-34.** Климатическая система Земли. Парниковые газы: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, фторсодержащие газы. Их источники, стоки и парниковая активность (ППП). Вклад стран в изменение климата. Анализ данных по историческим и текущим выбросам CO<sub>2</sub>. Карты и рейтинги. Понятие "углеродного следа". Углеродная нейтральность. Стратегии митигации: возобновляемая энергетика, энергоэффективность, CCS (улавливание и хранение углерода). Карбоновые полигоны. Вечная мерзлота в контексте изменения климата. Роль криосферы в климатической системе. Парниковая бомба мерзлоты. Альbedo. Последствия изменения климата: экстремальные явления, повышение уровня моря, влияние на биоразнообразие и сельское хозяйство. Международная климатическая политика. РКИК ООН, Киотский протокол, Парижское соглашение. Роль МГЭИК (IPCC). Анализ донных отложений как «машина времени» для изучения климата. Практикум: обработка и визуализация гидрологических профилей, построение картосхем при помощи программного обеспечения ODV. Практикум по визуализации климатических данных. Работа с данными спутниковых снимков. Построение графиков и карт-схем. Балтийское море как индикатор климатических изменений. Климатические изменения в российской зоне морей Арктики. Глобальные вымирания как фактор видообразования. Теория черной королевы. Контрольный урок по модулю.

*Теория.* Климатическая система Земли. Парниковые газы: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, фторсодержащие газы. Их источники, стоки и парниковая активность (ППП). Вклад стран в изменение климата. Анализ данных по историческим и текущим выбросам CO<sub>2</sub>. Карты и рейтинги. Понятие "углеродного следа". Углеродная нейтральность. Стратегии митигации: возобновляемая энергетика, энергоэффективность, CCS (улавливание и хранение углерода). Карбоновые полигоны. Вечная мерзлота в контексте изменения климата. Роль криосферы в климатической системе. Парниковая бомба мерзлоты. Альbedo. Последствия изменения климата: экстремальные явления, повышение уровня моря, влияние на биоразнообразие и сельское хозяйство. Международная климатическая политика. РКИК ООН, Киотский протокол, Парижское соглашение. Роль МГЭИК (IPCC). Анализ донных отложений как «машина времени» для изучения климата. Балтийское море как индикатор климатических изменений. Климатические изменения в российской зоне морей Арктики. Глобальные вымирания как фактор видообразования. Теория черной королевы.

**Практика.** Практикум: обработка и визуализация гидрологических профилей, построение картосхем при помощи программного обеспечения ODV. Практикум по визуализации климатических данных. Работа с данными спутниковых снимков. Построение графиков и карт-схем. Контрольный урок по модулю.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков, приобретаемых во время модуля

#### **Раздел 4. Проектная и исследовательская деятельность**

**Тема 35-49.** Введение в проектную деятельность. Выбор темы, актуальность, постановка проблемы, гипотезы, цели и задач. Большие вызовы: какие задачи стоят перед наукой? Научная этика и научный этикет. Методология исследования. Научно-исследовательская и проектная деятельность. Статистическая обработка данных. Правила визуализации результатов исследования в виде таблиц и графиков. Оформление ссылок на литературные источники по ГОСТ. Проектная деятельность в институтах РАН, морские и полярные экспедиции: как попасть? Искусство выступления с проектной или научно-исследовательской работой. Оформление структуры макетов стенда или презентации исследовательской работы. Дизайн эксперимента. Составление мотивационного письма: как писать так, чтобы прочитали? Консультации, разбор кейсов. Консультации, разбор кейсов. Контрольный урок по модулю.

**Теория.** Введение в проектную деятельность. Выбор темы, актуальность, постановка проблемы, гипотезы, цели и задач. Большие вызовы: какие задачи стоят перед наукой? Научная этика и научный этикет. Методология исследования. Научно-исследовательская и проектная деятельность. Статистическая обработка данных. Правила визуализации результатов исследования в виде таблиц и графиков. Оформление ссылок на литературные источники по ГОСТ. Проектная деятельность в институтах РАН, морские и полярные экспедиции: как попасть? Искусство выступления с проектной или научно-исследовательской работой. Оформление структуры макетов стенда или презентации исследовательской работы. Дизайн эксперимента. Составление мотивационного письма: как писать так, чтобы прочитали

**Практика.** Консультации, разбор кейсов. Консультации, разбор кейсов. Контрольный урок по модулю.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков, приобретаемых во время модуля

#### **Раздел 5. Экспериментальный тур в олимпиадах**

**Тема 49-58.** Экспериментальный тур в олимпиадах: теория и практика. Основные методики. Лабораторная работа 6. Разделение фотосинтетических пигментов по Краусу. Полярные и неполярные растворители. Лабораторная работа 7. Изготовление микропрепаратов. Анатомия растений. Лабораторная работа 8. Изготовление микропрепаратов. Морфология растений.

Лабораторная работа 9. Основы биохимии. Лабораторная работа 10. Антоцианы как природные индикаторы среды. Лабораторная работа 11. Изготовление микропрепаратов. Пробы воды. Лабораторная работа 12. Основы микробиологии. Лабораторная работа 13. Метагеномные исследования. Контрольный урок по модулю. Решение пробного экспериментального тура олимпиады.

**Теория.** Экспериментальный тур в олимпиадах: теория и практика. Основные методики.

**Практика.** Лабораторная работа 6. Разделение фотосинтетических пигментов по Краусу. Полярные и неполярные растворители. Лабораторная работа 7. Изготовление микропрепаратов. Анатомия растений. Лабораторная работа 8. Изготовление микропрепаратов. Морфология растений. Лабораторная работа 9. Основы биохимии. Лабораторная работа 10. Антоцианы как природные индикаторы среды. Лабораторная работа 11. Изготовление микропрепаратов. Пробы воды. Лабораторная работа 12. Основы микробиологии. Лабораторная работа 13. Метагеномные исследования. Контрольный урок по модулю. Решение пробного экспериментального тура олимпиады.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков, приобретаемых во время модуля.

## **Раздел 6. Теоретический тур в олимпиадах**

**Тема 59-66.** Теоретический тур в олимпиадах: теория и практика. Основные направления и современные тренды. Большие вызовы: тестирование. Разбор заданий. Большие вызовы: разбор проектных кейсов. Особенности оформления работы. Большие вызовы: тестирование. Пробный тест по направлению «Экология и изменения климата». Заключительные этапы всероссийских и международных олимпиад (IJSO): примеры заданий, разбор кейсов. Онлайн-олимпиады (Я-профессионал): особенности и современные тренды. Консультации, разбор кейсов. Контрольный урок по модулю. Решение теоретического и тестового туров олимпиады.

**Теория.** Теоретический тур в олимпиадах: теория и практика. Основные направления и современные тренды. Большие вызовы: тестирование. Разбор заданий. Большие вызовы: разбор проектных кейсов. Особенности оформления работы. Заключительные этапы всероссийских и международных олимпиад (IJSO): примеры заданий, разбор кейсов. Онлайн-олимпиады (Я-профессионал): особенности и современные тренды.

**Практика.** Большие вызовы: тестирование. Пробный тест по направлению «Экология и изменения климата». Консультации, разбор кейсов. Контрольный урок по модулю. Решение теоретического и тестового туров олимпиады.

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков, приобретаемых во время модуля.

## **Раздел 7. Синтез знаний и рефлексия**

**Тема 67-72.** Экскурсия «Интерпретация природы». Экологическая игра «Собери свою экспедицию». Выступление обучающихся с научно-исследовательской или проектной работой. Контрольный урок по модулю. Семинар «Дальнейшие перспективы полученных знаний».

**Практика.** Экскурсия «Интерпретация природы». Экологическая игра «Собери свою экспедицию». Выступление обучающихся с научно-исследовательской или проектной работой. Контрольный урок по модулю. Семинар «Дальнейшие перспективы полученных знаний».

**Текущий контроль.** Демонстрация учащимися знаний, умений и навыков, приобретаемых во время курса.

## УЧЕБНЫЙ ПЛАН

№ п/п	Тема занятий	Количество часов			Формы контроля
		всего	теория	практика	
<b>Раздел 1. Фундаментальные основы и законы экологии</b>					
1.	Введение. Структура современной экологии. Уровни организации живого. Основные понятия: экосистема, биогеоценоз, популяция, вид.	2	2	-	Устный опрос
2.	Классические законы экологии. Закон Либиха, закон толерантности Шелфорда. Закон минимума, максимума и оптимума.	1	1	-	Устный опрос
	Практикум: решение задач на лимитирующие факторы	1	-	1	Практическая работа
3.	Законы Б. Коммонера. Их современная интерпретация и критика. Разбор кейсов.	2	1	1	Устный опрос
4.	Популяционная экология. Динамика и регуляция численности популяций. Модели роста (экспоненциальная, логистическая).	1	1	-	Устный опрос
	Практикум: расчеты скорости роста, емкости среды.	1	-	1	Практическая работа
5.	Биотические взаимоотношения: конкуренция, хищничество, симбиоз.	1	1	-	Устный опрос
	Практикум: построение и анализ графиков "хищник-жертва".	1	-	1	Практическая работа
6.	Экосистемы. Продуктивность. Цепи и сети питания.	1	1	-	Устный опрос
	Практикум: расчет эффективности передачи энергии между трофическими уровнями.	1	-	1	Практическая работа
7.	Лабораторная работа 1. Микроскопирование и оценка биоразнообразия простейших в воде. Связь с законом толерантности (изменение сообщества при разной температуре/солености).	2	2	-	Практическая работа
8.	Лабораторная работа 2: Хроматографическое разделение пигментов листа. Обсуждение связи с продуктивностью экосистем	2	-	2	Практическая работа
9.	Круговороты веществ. Детальный разбор круговоротов углерода, азота,	2	-	2	Устный опрос

	фосфора и воды. Антропогенное нарушение циклов				
10.	Контрольный урок по модулю. Олимпиадный турнир: решение комплексных задач на применение законов экологии.	2	-	2	Практическая работа
<b>Раздел 2. Антропогенное воздействие и нормирование</b>					
11.	Загрязнение окружающей среды. Классификация загрязнителей. Типы отходов. Классы опасности отходов (I-V). Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО)	1	1	-	Устный опрос.
	Определение pH в пресных водах колориметрическим методом при помощи индикаторов	1	-	1	Практическая работа
12.	Нормирование в экологии. ПДК, ПДВ, ПДС. Источники загрязнения.	2	2	-	Устный опрос.
13.	Эвтрофикация: причины и последствия	2	2	-	Устный опрос.
14.	Токсичные цветения фитопланктона как одна из основных экологических проблем 21 века	2	2	-	Устный опрос.
15.	Химические элементы и классы опасности. Тяжелые металлы (Pb, Cd, Hg, As), их источники и влияние на здоровье. Кларки элементов.	1	1	-	Устный опрос.
	Практикум: работа с таблицами кларков для литосферы.	1	-	1	Практическая работа
16.	Оценка загрязнения почвы. Показатели загрязнения (Zc, суммарный показатель загрязнения Z).	1	1	-	Практическая работа
	Практикум: расчет степени загрязнения почвы по предложенным данным.	1	-	1	Практическая работа
17.	Экологические знаки и маркировка.	1	1	-	Устный опрос.
	Практикум: анализ упаковки товаров.	1	-	1	Практическая работа
18.	Кислотные осадки: механизм образования, последствия для экосистем и сооружений. Эвтрофикация водоемов: стадии, последствия.	2	2	-	Устный опрос.
19.	Лабораторная работа 3: Определение основных показателей качества воды: pH, щелочность, соленость. Титриметрические и инструментальные методы.	2	-	2	Практическая работа
20	Лабораторная работа 4: Спектрофотометрическое	2	-	2	Практическая работа

	определение фотосинтетических пигментов				
21.	Лабораторная работа 5: Определение растворенного кислорода в воде методом Винклера. Оценка способности водоема к самоочищению.	2	-	2	Практическая работа
22.	Контрольный урок по модулю. Тест на знание нормативов и классов опасности.	2	-	2	Практическая работа
<b>Раздел 3. Изменение климата</b>					
23.	Климатическая система Земли. Парниковые газы: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, фторсодержащие газы. Их источники, стоки и парниковая активность (ПП).	2	-	2	Устный опрос. Практическая работа
24.	Вклад стран в изменение климата. Анализ данных по историческим и текущим выбросам CO <sub>2</sub> . Карты и рейтинги. Понятие "углеродного следа".	2	2	-	Устный опрос. Практическая работа
25.	Углеродная нейтральность. Стратегии митигации: возобновляемая энергетика, энергоэффективность, CCS (улавливание и хранение углерода). Карбоновые полигоны.	2	1	1	Устный опрос. Практическая работа
26.	Вечная мерзлота в контексте изменения климата. Роль криосферы в климатической системе. Парниковая бомба мерзлоты. Альбедо.	2	1	1	Устный опрос. Практическая работа
27.	Последствия изменения климата: экстремальные явления, повышение уровня моря, влияние на биоразнообразие и сельское хозяйство..	2	2	-	Устный опрос. Практическая работа
28.	Международная климатическая политика. РКК ООН, Киотский протокол, Парижское соглашение. Роль МГЭИК (IPCC).	2	2	-	Устный опрос. Практическая работа
29.	Анализ донных отложений как «машина времени» для изучения климата	2	2	-	
30.	Практикум: обработка и визуализация гидрологических профилей, построение картосхем при помощи программного обеспечения ODV.	2	-	2	Устный опрос. Практическая работа
31.	Практикум по визуализации климатических данных. Работа с	2	-	2	Практическая работа

	данными спутниковых снимков. Построение графиков и карт-схем.				
32.	Балтийское море как индикатор климатических изменений. Климатические изменения в российской зоне морей Арктики	2	2	-	Устный опрос.
33.	Глобальные вымирания как фактор видообразования. Теория черной королевы.	2	2	-	Устный опрос
34.	Контрольный урок по модулю.	2	-	2	Практическая работа
<b>Раздел 4. Проектная и исследовательская деятельность</b>					
35.	Введение в проектную деятельность. Выбор темы, актуальность, постановка проблемы, гипотезы, цели и задач.	2	2	-	Устный опрос.
36.	Большие вызовы: какие задачи стоят перед наукой?	2	2	-	Устный опрос
37.	Научная этика и научный этикет.	2	2	-	Устный опрос
38.	Методология исследования. Научно-исследовательская и проектная деятельность.	2	2	-	Устный опрос
39.	Статистическая обработка данных.	2	2	-	Устный опрос
40.	Правила визуализации результатов исследования в виде таблиц и графиков. Оформление ссылок на литературные источники по ГОСТ.	2	2	-	Устный опрос
41.	Проектная деятельность в институтах РАН, морские и полярные экспедиции: как попасть?	2	2	-	Устный опрос
42.	Искусство выступления с проектной или научно-исследовательской работой.	2	2	-	Устный опрос
43.	Оформление структуры макетов стенда или презентации исследовательской работы.	2	2	-	Устный опрос
44.	Дизайн эксперимента	2	2	-	Устный опрос
45.	Составление мотивационного письма: как писать так, чтобы прочитали?	2	2	-	Устный опрос
46.	Консультации, разбор кейсов.	2	-	2	Устный опрос
47.	Консультации, разбор кейсов.	2	-	2	Устный опрос
48.	Контрольный урок по модулю.	2	-	2	Практическая работа
<b>Раздел 5. Экспериментальный тур в олимпиадах</b>					
49.	Экспериментальный тур в олимпиадах: теория и практика. Основные методики.	2	2	-	Практическая работа
50.	Лабораторная работа 6. Разделение фотосинтетических пигментов по	2	-	2	Практическая работа

	Краусу. Полярные и неполярные растворители.				
51.	Лабораторная работа 7. Изготовление микропрепаратов. Анатомия растений.	2	-	2	Практическая работа
52.	Лабораторная работа 8. Изготовление микропрепаратов. Морфология растений.	2	-	2	Практическая работа
53.	Лабораторная работа 9. Основы биохимии	2	-	2	Практическая работа
54.	Лабораторная работа 10. Антоцианы как природные индикаторы среды.	2	-	2	Практическая работа
55.	Лабораторная работа 11. Изготовление микропрепаратов. Пробы воды.	2	-	2	Практическая работа
56.	Лабораторная работа 12. Основы микробиологии.	2	-	2	Практическая работа
57.	Лабораторная работа 13. Метагеномные исследования.	2	-	2	Практическая работа
58.	Контрольный урок по модулю. Решение пробного экспериментального тура олимпиады.	2	-	2	Практическая работа
<b>Раздел 6. Теоретический тур в олимпиадах</b>					
59.	Теоретический тур в олимпиадах: теория и практика. Основные направления и современные тренды.	2	2	-	Устный опрос
60.	Большие вызовы: тестирование. Разбор заданий.	2	2	-	Устный опрос
61.	Большие вызовы: разбор проектных кейсов. Особенности оформления работы.	2	2	-	Устный опрос
62.	Большие вызовы: тестирование. Пробный тест по направлению «Экология и изменения климата»	2	-	2	Практическая работа
63.	Заключительные этапы всероссийских и международных олимпиад (IJSO): примеры заданий, разбор кейсов	2	2	-	Устный опрос
64.	Онлайн-олимпиады (Я-профессионал): особенности и современные тренды.	2	2	-	Устный опрос
65.	Консультации, разбор кейсов.	2	-	2	Устный опрос
66.	Контрольный урок по модулю. Решение теоретического и тестового туров олимпиады.	2	-	2	Практическая работа
<b>Раздел 7. Синтез знаний и рефлексия</b>					
67.	Экскурсия «Интерпретация природы»	2	-	2	Устный опрос
68.	Экскурсия «Интерпретация природы»	2	-	2	Устный опрос

69.	Экологическая игра «Собери свою экспедицию»	2	-	2	Устный опрос
70.	Выступление обучающихся с научно-исследовательской или проектной работой.	2	-	2	Практическая работа
71.	Контрольный урок по модулю	2	-	2	Практическая работа
72.	Семинар «Дальнейшие перспективы полученных знаний»	2	-	2	Устный опрос
	<b>Итого</b>	<b>144 часа</b>			

## КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК

<b>№</b>	<b>Режим деятельности</b>	<b>Дополнительная общеобразовательная общеразвивающая программа технической направленности «Экология и изучение изменений климата»</b>
1.	Начало учебного года	01 сентября 2025
2.	Продолжительность учебного периода	36 учебных недель
3.	Продолжительность учебной недели	5 дней
4.	Периодичность учебных занятий	2 раза в неделю по 2 часа
5.	Количество часов	144 часа
6.	Окончание учебного года	31 мая 2026
7.	Период реализации программы	01.09.2025-31.05.2026

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ВОСПИТАНИЯ

Воспитательный компонент осуществляется по следующим направлениям организации воспитания и социализации обучающихся:

- 1) воспитание положительного отношения и мотивации к научно-исследовательской деятельности;
- 2) интеллектуальное воспитание;
- 3) воспитании культуры заботы о собственном здоровье;
- 6) правовое воспитание и культура безопасности;
- 8) формирование коммуникативной культуры;
- 9) экологическое воспитание.
- 10) гражданско-патриотическое воспитание

Цель – формирование гармоничной личности с широким мировоззренческим кругозором, с багажом теоретических знаний, практических навыков и положительной мотивацией к научно-исследовательской деятельности.

Используемые формы воспитательной работы: экскурсии, игровые программы, диспуты.

Методы: беседа, проектный, поисковый.

Планируемый результат: создание положительной мотивации к научно-исследовательской деятельности; сформированность настойчивости в достижении цели, стремление к получению качественного законченного результата; умение работать в команде; сформированность нравственного, познавательного и коммуникативного потенциалов личности.

### Календарный план воспитательной работы

№ п/п	Название мероприятия, события	Направления воспитательной работы	Форма проведения	Сроки проведения
1.	Инструктаж по технике безопасности и правилам поведения в классе	Безопасность и здоровый образ жизни	В рамках занятий	Сентябрь
2.	Беседа о сохранении материальных ценностей, бережном отношении к оборудованию	Гражданско-патриотическое воспитание, нравственное воспитание	В рамках занятий	Сентябрь
3.	Защита научных работ внутри группы	Нравственное воспитание, трудовое воспитание	В рамках занятий	Январь-май
4.	Участие в соревнованиях различного уровня	Воспитание интеллектуально-познавательных интересов; создание мотивации к научно-исследовательской деятельности	В рамках занятий	Декабрь-май

6.	Открытые занятия	Воспитание положительного отношения к труду и творчеству; интеллектуальное воспитание; формирование коммуникативной культуры; создание мотивации к научно-исследовательской деятельности, экологическое воспитание	В рамках занятий	Май
----	------------------	--	------------------	-----

### **Список литературы**

#### Нормативные правовые акты

1. Федеральный закон «Об образовании в Российской Федерации» от 29.12.2012 г. №273-ФЗ.

2. Указ Президента Российской Федерации «О мерах по реализации государственной политики в области образования и науки» от 07.05.2012 г. №599.

3. Указ Президента Российской Федерации «О мероприятиях по реализации государственной социальной политики» от 07.05.2012 г. №597.

4. Приказ Министерства просвещения Российской Федерации от 27 июля 2022 г. №629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам».

5. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28.09.2020 г. №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организации воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодежи».

6. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31.03.2022 г. №678-р «Об утверждении Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года».

7. Приказ Министерства образования Калининградской области от 26 июля 2022 г. №912/1 «Об утверждении Плана работы по реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года, I этап (2022 – 2024 годы) в Калининградской области и Целевых показателей реализации Концепции развития дополнительного образования детей до 2030 года в Калининградской области».

#### Для педагога дополнительного образования:

1. Зилов Е.А. Гидробиология и водная экология: Предмет, методы, цели и задачи, история, терминология гидробиологии: Методические указания. – Иркутск: Иркутский гос. ун-т, 2006. – 22 с.

2. Садчиков А.П. Планктология. Деструкционные процессы в водных

экосистемах. – М.: Альтекс, 2010. – 240 с.

3. Садчиков А.П., Козлов О.В. Трофические взаимоотношения в планктонном сообществе: Курс лекций по планктологии: Часть I: Учебное пособие. – М.: Диалог-МГУ, 1999. – 64 с.

#### Интернет-ресурсы:

1. Зилов Е.А. Структура и функционирование пресноводных экосистем: Учебное пособие по курсу – <http://window.edu.ru/resource/994/55994>

2. Садчиков А.П. Продуцирование и трансформация органического вещества размерными группами фито- и бактериопланктона (на примере водоемов подмосковья): Автореф. дис. ... докт. биол. наук: 03.00.18 – гидробиология. – М.: Изд-во 'Диалог-МГУ', 1997. – 56 с. – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/347623>

3. Козлов О.В., Садчиков А.П. Промысловая гидробиология озерных беспозвоночных: Учебное пособие/ Под ред. Н.Г. Ионина. – М.: МАКС Пресс, 2002. – 36 с. ISBN 5-317-00602-3 – Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/347755>

1. Электронная библиотечная система eLIBRARY.RU — URL: <http://www.elibrary.ru/>