

МИНИСТЕРСТВО ПРОСВЕЩЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**Министерство образования и молодежной политики Свердловской
области**

Управление образования Администрации городского округа Сухой Лог

МАОУ СОШ № 7

РАССМОТРЕНА

Руководитель
методического
объединения



Гаврилова Е.М.
Протокол № 5 от «11» июня
2026 г.

СОГЛАСОВАНА

Заместитель директора
по УВР



Пивоварова И.И.
Протокол № 5 от «11» июня
2026 г.

УТВЕРЖДЕНА

И.О. Директора МАОУ
СОШ № 7



Викулова Е.А.
Приказ № 99 от «15» июня
2026 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
курса внеурочной деятельности
«ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВ»**

Классы: 10–11

Составитель:
Флягин Владислав Сергеевич,
учитель физики высшей квалификационной категории

МО Сухой Лог, 2026

1. ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

1.1. Нормативно-правовая основа

Программа разработана на основе следующих нормативных документов:

- Федеральный закон от 29.12.2012 № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Федеральный государственный образовательный стандарт среднего общего образования (ФГОС СОО);
- Федеральная образовательная программа среднего общего образования (ФОП СОО), утверждённая приказом Министерства просвещения Российской Федерации от 18.05.2023 № 371 (с изменениями);
- Образовательный стандарт Свердловской области **«Инженерный класс.66»**, утверждённый решением регионального учебно-методического объединения от 29 августа 2025 года по приоритетным региональным инженерно-техническим отраслям: **машиностроение и металлообработка, чёрная и цветная металлургия**;
- Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды»;
- Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления»;
- Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года;
- Концепция экологического образования в системе общего образования;
- Региональный проект **«Уральская инженерная школа 2.0»** (2025–2030 годы);
- Методические рекомендации Института развития образования Свердловской области по организации инженерных классов.

1.2. Актуальность программы

Свердловская область — один из ведущих промышленных регионов Российской Федерации, где сосредоточены мощные предприятия **чёрной и цветной металлургии, машиностроения и металлообработки**. Многолетняя интенсивная деятельность предприятий горно-металлургического комплекса Свердловской области, обусловленная наличием значительного количества месторождений рудных полезных ископаемых, создаёт значительную нагрузку на окружающую среду. Предприятия металлургической отрасли составляют значительную долю среди источников интенсивного загрязнения окружающей среды.

Вместе с тем в регионе активно реализуются современные экологические инициативы, направленные на сокращение вредных выбросов в атмосферу и использование отходов и вторичных продуктов производства. Свердловская область входит в число регионов России, где активно внедряются передовые практики в сфере экологичного производства и устойчивого развития. Власти региона с 21 промышленным предприятием подписали соглашение, призванное защитить окружающую среду. 85 объектов уже получили комплексные экологические разрешения (КЭР), ещё 33 подали заявки.

Подготовка инженерных кадров для промышленных отраслей является стратегической задачей регионального проекта **«Уральская инженерная школа 2.0»**. Стандарт **«Инженерный класс.66»** задаёт единые требования к содержанию, результатам и формам инженерного образования, обеспечивает единство предпрофильной и профильной подготовки, интегрирует углублённые предметные знания и проектно-исследовательскую деятельность, которая проводится вместе с профессиональными организациями и предприятиями.

Внеурочный курс **«Экологическая безопасность производств»** является частью этой системы и обеспечивает:

- формирование у обучающихся целостного представления о системе экологической безопасности на промышленных предприятиях;
- развитие практических навыков оценки воздействия производств на окружающую среду;
- интеграцию знаний из химии, физики, биологии, географии и математики для решения прикладных экологических задач;
- подготовку к осознанному выбору инженерных профессий в сфере промышленной экологии и охраны окружающей среды.

1.3. Цели и задачи программы

Цель программы: формирование у обучающихся целостного представления о системе экологической безопасности промышленных производств, развитие навыков оценки, анализа и минимизации негативного воздействия технологических процессов на окружающую среду, а также профессиональная ориентация в инженерно-экологических направлениях, приоритетных для Свердловской области — **чёрная и цветная металлургия, машиностроение и металлообработка.**

Задачи программы:

1. Образовательные:

- познакомить с основами экологической безопасности, нормативно-правовой базой в области охраны окружающей среды;

- сформировать понимание основных видов негативного воздействия промышленных производств на окружающую среду;
- освоить методы оценки воздействия на окружающую среду (ОВОС) и экологического мониторинга;
- изучить современные технологии очистки выбросов, сбросов и переработки отходов;
- познакомить с системой комплексных экологических разрешений (КЭР) и наилучшими доступными технологиями (НДТ);
- изучить экологические инициативы и практики предприятий металлургического и машиностроительного комплекса Свердловской области.

2. Развивающие:

- развивать инженерно-экологическое мышление и системный подход к решению природоохранных задач;
- формировать исследовательские и проектные компетенции;
- развивать умение анализировать, интерпретировать и представлять результаты экологических исследований;
- формировать навыки работы с экологической документацией, справочными материалами и цифровыми ресурсами.

3. Воспитательные и профориентационные:

- формировать экологическое мировоззрение и ответственное отношение к окружающей среде;
- содействовать профессиональному самоопределению в инженерно-экологической сфере;
- знакомить с предприятиями Свердловской области через решение прикладных кейс-задач, экскурсии и встречи со специалистами в области промышленной экологии;
- воспитывать понимание социальной значимости экологической безопасности и устойчивого развития.

1.4. Планируемые результаты освоения курса

В соответствии со стандартом «**Инженерный класс.66**», выпускник инженерного класса должен демонстрировать:

Личностные результаты:

- готовность к осознанному выбору профессии в инженерно-экологической сфере, прежде всего в отраслях металлургии, машиностроения и природоохранной деятельности;
- сформированность ответственного отношения к учению, способность к саморазвитию и самообразованию;

- осознание ценности сохранения окружающей среды для устойчивого развития региона и страны;
- сформированность экологического мышления и понимания социальной значимости промышленной безопасности.

Метапредметные результаты:

- умение самостоятельно ставить цели и задачи экологического исследования, планировать этапы работы;
- владение навыками работы с нормативно-правовой документацией, справочными материалами и цифровыми ресурсами;
- способность оформлять результаты экологических исследований в виде отчётов, презентаций, проектов с использованием информационных технологий;
- умение обрабатывать и анализировать экологические данные с применением электронных таблиц и статистических методов;
- владение навыками межпредметного переноса знаний из области химии, физики, биологии, географии и математики для решения прикладных экологических задач.

Предметные результаты:

- знание основных понятий и принципов экологической безопасности промышленных производств;
- понимание нормативно-правовых основ охраны окружающей среды в Российской Федерации;
- умение оценивать воздействие промышленных предприятий на компоненты окружающей среды;
- владение навыками работы с экологической документацией (КЭР, проекты нормативов ПДВ, ПДС и др.);
- знание современных технологий очистки выбросов, сбросов и переработки отходов;
- понимание принципов функционирования систем экологического мониторинга на промышленных предприятиях;
- знание экологических инициатив и практик предприятий металлургического комплекса Свердловской области.

2. СОДЕРЖАНИЕ КУРСА

2.1. 10 класс (34 часа) — «Основы экологической безопасности. Оценка воздействия на окружающую среду»

Раздел 1. Введение в экологическую безопасность производств (4 часа)

- Понятие экологической безопасности. Экологическая безопасность как составляющая национальной безопасности.
- История развития природоохранного законодательства в России. Основные федеральные законы в области охраны окружающей среды.
- Система экологического контроля и надзора в Российской Федерации. Роль Росприроднадзора.
- Понятие о комплексных экологических разрешениях (КЭР). Наилучшие доступные технологии (НДТ).
- Экологическая ситуация в Свердловской области. Основные загрязнители и источники негативного воздействия.
- *Межпредметные связи:* право (основы экологического права), география (экологическая ситуация регионов).

Раздел 2. Нормативно-правовые основы экологической безопасности (4 часа)

- Федеральный закон «Об охране окружающей среды» — основные положения.
- Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» — требования к обращению с отходами.
- Водный кодекс, Лесной кодекс, Земельный кодекс — природоохранные аспекты.
- Санитарно-эпидемиологические требования к промышленным предприятиям.
- Ответственность за нарушения природоохранного законодательства.
- *Практическое занятие:* работа с текстами федеральных законов, анализ статей.
- *Межпредметные связи:* право, обществознание.

Раздел 3. Виды негативного воздействия промышленных производств (6 часов)

- Загрязнение атмосферного воздуха: основные загрязняющие вещества (оксиды серы, азота, углерода, взвешенные вещества, тяжёлые металлы).
- Загрязнение водных объектов: сточные воды, их состав и классификация.
- Загрязнение почв: промышленные отходы, тяжёлые металлы, нефтепродукты.
- Физические факторы воздействия: шум, вибрация, тепловое излучение, электромагнитные поля.
- Отходы производства и потребления: классификация, классы опасности.
- *Практическое занятие:* расчёт выбросов загрязняющих веществ от условного промышленного предприятия.
- *Кейс-задача:* анализ структуры выбросов одного из предприятий Свердловской области (Северский трубный завод, Уральский алюминиевый завод, УГМК).

- *Межпредметные связи:* химия (состав загрязняющих веществ, химические реакции в атмосфере), физика (физические факторы воздействия), биология (влияние загрязнений на живые организмы).

Раздел 4. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) (6 часов)

- Понятие и цели ОВОС. Этапы проведения ОВОС.
- Методы оценки воздействия: индикаторные методы, матричные методы, моделирование.
- Оценка воздействия на атмосферный воздух. Расчёт рассеивания загрязняющих веществ.
- Оценка воздействия на водные объекты. Расчёт сбросов загрязняющих веществ.
- Оценка воздействия на почвы и недра.
- Социально-экономическая оценка экологических последствий.
- *Практическое занятие:* проведение упрощённой ОВОС для условного промышленного объекта.
- *Кейс-задача:* оценка воздействия на окружающую среду при строительстве нового цеха на предприятии региона.
- *Межпредметные связи:* математика (расчёты, моделирование), география (ландшафтный подход), экономика (экономическая оценка ущерба).

Раздел 5. Экологический мониторинг (6 часов)

- Понятие и виды экологического мониторинга (фоновый, локальный, региональный, глобальный).
- Мониторинг атмосферного воздуха: стационарные и передвижные посты наблюдения.
- Мониторинг водных объектов: отбор проб, аналитические методы.
- Мониторинг почв: отбор проб, определение содержания загрязняющих веществ.
- Биомониторинг: использование живых организмов для оценки состояния окружающей среды.
- Автоматизированные системы мониторинга. Цифровые технологии в экологическом контроле.
- *Практическое занятие:* моделирование системы экологического мониторинга для промышленного предприятия.
- *Кейс-задача:* анализ данных мониторинга на примере предприятий Свердловской области (СТЗ создаёт систему непрерывного технического мониторинга выбросов).
- *Межпредметные связи:* химия (аналитическая химия), биология (биоиндикация), информатика (цифровые системы мониторинга).

Раздел 6. Экологическая безопасность в металлургии (региональный компонент) (6 часов)

- Экологические проблемы чёрной металлургии. Выбросы доменного, сталеплавильного и прокатного производств.
- Экологические проблемы цветной металлургии. Выбросы при производстве алюминия, меди, цинка.
- Природоохранные мероприятия на предприятиях Уральской горно-металлургической компании (УГМК). АО «Святогор» (предприятие УГМК) реализует природоохранные мероприятия на севере Свердловской области.
- Опыт Северского трубного завода (СТЗ): первым из уральских заводов ТМК получил комплексное экологическое разрешение (КЭР). В рамках КЭР предприятие в течение 4 лет создаст систему непрерывного технического мониторинга выбросов загрязняющих веществ.
- Экологические инициативы Уральского алюминиевого завода (УАЗ): в 2024 году успешно прошёл сертификацию по международному стандарту ISO 14001:2015 «Системы экологического менеджмента». В 2025 году планирует завершить проект по замене электрофильтра в установках пылегазоочистки спекальных печей.
- Комплексные экологические разрешения уральских предприятий. С 1 января 2025 года предприятия I категории негативного воздействия на окружающую среду обязаны иметь КЭР.
- *Экскурсия* (реальная или виртуальная) на предприятие металлургического комплекса Свердловской области.
- *Встреча со специалистами* в области промышленной экологии.
- *Межпредметные связи*: химия (физико-химические основы металлургических процессов), физика (тепловые процессы), география (размещение предприятий).

Раздел 7. Итоговое занятие (2 часа)

- Обобщение и систематизация знаний за курс 10 класса.
- Защита индивидуальных или групповых проектов по теме «Оценка экологической безопасности промышленного предприятия».
- Подготовка к итоговому зачёту.

2.2. 11 класс (34 часа) — «Технологии экологической безопасности. Устойчивое развитие»

Раздел 1. Технологии очистки выбросов в атмосферу (6 часов)

- Классификация методов очистки газов: механические, физико-химические, биологические.
- Сухие и мокрые пылеуловители. Циклоны, скрубберы, электрофильтры.
- Абсорбционные и адсорбционные методы очистки газов. Хемосорбция.
- Каталитические методы очистки. Дожигание.

- Установки сероочистки и деазотирования. Технологии улавливания и утилизации CO₂.
- *Практическое занятие*: расчёт эффективности работы пылеулавливающего оборудования.
- *Кейс-задача*: выбор оптимальной схемы газоочистки для предприятия металлургической отрасли.
- *Межпредметные связи*: химия (физическая химия, катализ), физика (аэродинамика, электростатика), технология (инженерные системы).

Раздел 2. Технологии очистки сточных вод (6 часов)

- Классификация сточных вод промышленных предприятий.
- Механические методы очистки: процеживание, отстаивание, фильтрование.
- Физико-химические методы: коагуляция, флокуляция, флотация, сорбция, экстракция.
- Химические методы: нейтрализация, окисление, восстановление.
- Биологические методы очистки: аэротенки, биофильтры, биопруды.
- Очистка сточных вод от тяжёлых металлов, нефтепродуктов, органических веществ.
- Обратное водоснабжение на промышленных предприятиях.
- *Практическое занятие*: расчёт параметров очистных сооружений для условного предприятия.
- *Кейс-задача*: проектирование системы очистки сточных вод для предприятия Свердловской области.
- *Межпредметные связи*: химия (неорганическая и органическая химия, коллоидная химия), биология (микробиологическая очистка).

Раздел 3. Обращение с отходами производства (6 часов)

- Классификация отходов по классам опасности (I–V).
- Методы переработки и утилизации отходов: термические (сжигание, пиролиз), физико-химические, биологические.
- Переработка металлургических шлаков и шламов. Извлечение ценных компонентов.
- Утилизация гальванических отходов. Обезвреживание токсичных отходов.
- Полигоны захоронения отходов. Требования к их устройству и эксплуатации.
- Вторичные ресурсы и их использование в промышленности.
- *Практическое занятие*: разработка схемы обращения с отходами для промышленного предприятия.
- *Кейс-задача*: расчёт экономической эффективности переработки отходов на примере предприятий УГМК.
- *Межпредметные связи*: химия (химия твёрдого тела), экология (экологические риски), экономика (экономика природопользования).

Раздел 4. Наилучшие доступные технологии (НДТ) в промышленности (4 часа)

- Понятие и принципы НДТ. Справочники по НДТ (ИТС).
- НДТ в металлургии: доменное производство, сталеплавильное производство, прокатное производство.
- НДТ в производстве алюминия и цветных металлов.
- НДТ в машиностроении: гальванические производства, литейные производства.
- Энергоэффективность и ресурсосбережение как составляющие НДТ.
- *Практическое занятие*: анализ применения НДТ на предприятиях Свердловской области.
- *Межпредметные связи*: технология (производственные процессы), экономика (эффективность).

Раздел 5. Системы экологического менеджмента (4 часа)

- Понятие и принципы экологического менеджмента.
- Международный стандарт ISO 14001:2015 «Системы экологического менеджмента».
- Экологическая политика предприятия. Планирование природоохранной деятельности.
- Экологический аудит. Оценка соответствия.
- Экологическая отчётность предприятия. Формы статистической отчётности.
- *Практическое занятие*: разработка экологической политики для условного предприятия.
- *Кейс-задача*: анализ системы экологического менеджмента Уральского алюминиевого завода (сертифицирован по ISO 14001:2015).
- *Межпредметные связи*: экономика, менеджмент, право.

Раздел 6. Устойчивое развитие и экологическая безопасность (региональный компонент) (6 часов)

- Понятие устойчивого развития. Цели устойчивого развития (ЦУР).
- Роль промышленных предприятий в достижении ЦУР.
- Экологические программы и инициативы предприятий Свердловской области:
 - УГМК: природоохранные мероприятия, в том числе АО «Святогор» направляет средства на реализацию природоохранных мероприятий на севере Свердловской области;
 - Северский трубный завод (СТЗ): первым из уральских заводов ТМК получил комплексное экологическое разрешение (КЭР), в рамках

которого планирует создать систему непрерывного технического мониторинга выбросов;

- Уральский алюминиевый завод (УАЗ): сертифицирован по ISO 14001:2015, реализует проекты по замене электрофильтров;
 - ЕВРАЗ НТМК и ЕВРАЗ КГОК: оснастили основные источники выбросов системами автоматического контроля (САК), вложив 400 млн рублей в экологический мониторинг на Урале;
 - АО «Хромпик»: экологическая стратегия.
- Концепция экологической безопасности Свердловской области.
 - «Зелёные» технологии в промышленности региона.
 - *Экскурсия* (реальная или виртуальная) на предприятие с демонстрацией экологических решений.
 - *Встреча со специалистами* по экологической безопасности и устойчивому развитию.
 - *Проектное задание*: разработка программы экологической безопасности для предприятия региона.
 - *Межпредметные связи*: все предметы естественно-научного и социально-экономического циклов.

Раздел 7. Итоговый проект (2 часа)

- Разработка и защита индивидуального или группового проекта по экологической безопасности промышленного производства.
- Оформление проектной работы в соответствии с требованиями (пояснительная записка, анализ проблемы, предложения по решению, экономическая оценка).
- Публичная защита с использованием мультимедийной презентации.

3. ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

10 класс (34 часа)

№ п/п	Тема раздела/занятия	Количество часов	Форма проведения
1	Введение в экологическую безопасность производств	2	Лекция-беседа
2	Экологическая ситуация в Свердловской области. Основные загрязнители	2	Лекция, презентация
3–4	Федеральные законы в области охраны окружающей среды. КЭР и НДТ	4	Лекция, практикум с документами
5–6	Загрязнение атмосферного воздуха. Основные загрязняющие вещества	4	Лекция, расчётная работа

№ п/п	Тема раздела/занятия	Количество часов	Форма проведения
7–8	Загрязнение водных объектов и почв. Отходы производства	4	Лекция, практикум
9–10	Понятие и цели ОВОС. Этапы проведения	4	Лекция, практикум
11–12	Оценка воздействия на атмосферу и водные объекты	4	Практикум расчётов
13–14	Виды экологического мониторинга. Автоматизированные системы	4	Лекция, практикум
15–16	Биомониторинг. Анализ данных мониторинга	4	Практикум, кейс-задача
17–18	Экологические проблемы чёрной и цветной металлургии	4	Лекция, семинар
19–20	Природоохранные мероприятия на предприятиях УГМК, СТЗ, УАЗ, ЕВРАЗ	4	Лекция, кейс-задача
21–22	Экскурсия (реальная или виртуальная) на предприятие. Встреча со специалистами	4	Экскурсия, встреча
23–24	Комплексные экологические разрешения уральских предприятий	4	Семинар-практикум
25–26	Разработка проекта «Оценка экологической безопасности предприятия»	4	Проектная работа
27–28	Работа над проектами. Консультации	4	Проектная работа
29–30	Решение кейс-задач от предприятий металлургического комплекса	4	Кейс-сессия
31–32	Подготовка к защите проектов	4	Проектная работа
33–34	Итоговое занятие. Защита проектов. Зачёт	2	Защита проектов, зачёт

11 класс (34 часа)

№ п/п	Тема раздела/занятия	Количество часов	Форма проведения
1–2	Механические и физико-химические методы очистки газов	4	Лекция, практикум
3–4	Каталитические методы. Установки сероочистки и деазотирования	4	Лекция, расчётная работа
5–6	Механические и физико-химические методы очистки сточных вод	4	Лекция, практикум

№ п/п	Тема раздела/занятия	Количество часов	Форма проведения
7–8	Химические и биологические методы очистки сточных вод. Обратное водоснабжение	4	Лекция, практикум
9–10	Классификация отходов. Термические методы переработки	4	Лекция, практикум
11–12	Переработка металлургических шлаков и шламов. Утилизация отходов	4	Лекция, кейс-задача
13–14	Понятие и принципы НДТ. Справочники по НДТ	4	Лекция, практикум
15–16	НДТ в металлургии и машиностроении	4	Семинар-практикум
17–18	Понятие и принципы экологического менеджмента. ISO 14001	4	Лекция, практикум
19–20	Экологическая политика. Экологический аудит. Отчётность	4	Практикум, кейс-задача
21–22	Устойчивое развитие. Цели устойчивого развития	4	Лекция, семинар
23–24	Экологические программы предприятий Свердловской области (УГМК, СТЗ, УАЗ, ЕВРАЗ, «Хромпик»)	4	Лекция, кейс-задача
25–26	Экскурсия (реальная или виртуальная) на предприятие. Встреча со специалистами	4	Экскурсия, встреча
27–28	Разработка проекта «Программа экологической безопасности для предприятия региона»	4	Проектная работа
29–30	Работа над проектами. Консультации	4	Проектная работа
31–32	Подготовка к защите проектов	4	Проектная работа
33–34	Итоговое занятие. Защита проектов. Зачёт	2	Защита проектов, зачёт

4. ФОРМЫ И МЕТОДЫ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

Формы организации занятий:

- лекции-беседы с использованием мультимедийных презентаций и демонстрацией примеров экологических решений;
- практикумы по работе с нормативно-правовыми документами (федеральные законы, КЭР, проекты ПДВ, ПДС);
- расчётные практикумы по оценке воздействия на окружающую среду;
- семинары по обсуждению экологических проблем и путей их решения;

- проектная и исследовательская деятельность (индивидуальная и групповая);
- кейс-сессии с решением прикладных экологических задач от предприятий-партнёров;
- экскурсии на промышленные предприятия региона (реальные или виртуальные с использованием видео- и фото-материалов);
- встречи с инженерами-экологами, специалистами по охране окружающей среды.

Методы и технологии:

- проблемное обучение (постановка экологической проблемы, поиск решений, анализ результатов);
- кейс-метод (решение прикладных экологических задач на основе реальных данных предприятий);
- исследовательский метод (постановка гипотезы, сбор и анализ данных, формулировка выводов);
- проектный метод (разработка и защита учебных проектов);
- информационно-коммуникационные технологии (электронные таблицы, базы данных экологической информации, ГИС-технологии);
- дифференцированное обучение (учёт индивидуальных особенностей и уровня подготовки обучающихся);
- межпредметная интеграция (связь с химией, физикой, биологией, географией, математикой, правом, экономикой).

5. УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ

5.1. Материально-техническое обеспечение

Для реализации программы необходимо оборудование, предусмотренное стандартом «**Инженерный класс.66**» и проектом «**Уральская инженерная школа 2.0**»:

- кабинет, оснащённый современными компьютерами с доступом к сети Интернет;
- мультимедийное оборудование (интерактивная доска, проектор, компьютер);
- пакет офисных программ (электронные таблицы для обработки данных, подготовки презентаций);
- доступ к справочно-правовым системам (КонсультантПлюс, Гарант) для работы с нормативными документами;
- учебно-методические комплекты, справочная литература по экологии и охране окружающей среды;
- электронные образовательные ресурсы по экологической безопасности;

- цифровые лаборатории для проведения экологических исследований (при наличии);
- оборудование для отбора проб и полевых исследований (при наличии).

5.2. Кадровое обеспечение

Реализацию программы осуществляет учитель химии, биологии, географии или другой педагог, имеющий соответствующую квалификацию и прошедший курсы повышения квалификации по профилю **«Инженерный класс.66»** и **«Уральская инженерная школа 2.0»**. Педагог должен владеть навыками работы с нормативно-правовой документацией в области экологии, методами экологического мониторинга и оценки воздействия на окружающую среду.

К реализации программы могут привлекаться:

- преподаватели вузов-партнёров (УрФУ, УрГПУ и др.) — для проведения лекций и консультаций по сложным разделам;
- инженеры-экологи и специалисты по охране окружающей среды предприятий-партнёров — для проведения кейс-сессий, экскурсий и встреч;
- методисты ресурсных инженерных школ — для методического сопровождения и обмена опытом.

5.3. Сетевое взаимодействие и партнёрство

Программа предполагает активное сетевое взаимодействие в соответствии с моделью стандарта **«Инженерный класс.66»**:

- **Ресурсные школы:** методическое сопровождение и обмен опытом с ресурсными школами Свердловской области, реализующими стандарт **«Инженерный класс.66»** по отраслям **«Машиностроение и металлообработка»** и **«Чёрная и цветная металлургия»**. В 2025–2026 учебном году пять «ресурсных школ» региона приступили к реализации стандарта. Координатором по реализации стандарта выступает Губернаторский лицей Свердловской области. Ключевая роль ресурсных школ заключается в методическом сопровождении реализации стандарта в школах-спутниках;
- **Школы-спутники:** с 2026 года определён состав 18 школ-спутников, закреплённых за ресурсными школами. Модель сетевого взаимодействия включает совместные лабораторные практикумы, воспитательные мероприятия инженерной направленности и стажировки педагогов;
- **Высшие учебные заведения:** заключение договоров о сотрудничестве с Уральским федеральным университетом имени первого Президента

России Б.Н. Ельцина (УрФУ), Уральским государственным педагогическим университетом (УрГПУ) и другими вузами региона для проведения совместных занятий, консультаций, использования лабораторной базы;

- **Промышленные предприятия:** заключение договоров о сотрудничестве с предприятиями металлургического и машиностроительного комплекса Свердловской области, такими как:
 - ПАО «Уральская горно-металлургическая компания» (УГМК) — с демонстрацией природоохранных мероприятий;
 - АО «Северский трубный завод» (входит в Группу ТМК) — первым из уральских заводов ТМК получил КЭР;
 - ПАО «Первоуральский новотрубный завод» (входит в Группу ТМК);
 - Уральский алюминиевый завод (филиал РУСАЛа) — сертифицирован по ISO 14001:2015;
 - ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат и ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат — оснастили основные источники выбросов системами автоматического контроля (САК);
 - АО «Хромпик»;
- **Институт развития образования Свердловской области (ИРО):** участие в методических семинарах, вебинарах, курсах повышения квалификации.

Конкретные формы сетевого взаимодействия в рамках программы:

- проведение экскурсий на предприятия с демонстрацией систем экологической безопасности;
- выполнение кейс-задач, предложенных предприятиями (на основе реальных экологических данных);
- участие в совместных проектных и исследовательских работах с привлечением специалистов предприятий и вузов;
- проведение мастер-классов и лекций специалистами по промышленной экологии;
- участие в региональных конкурсах, конференциях и экологических акциях;
- совместные методические семинары педагогов школ-спутников и ресурсных школ.

5.4. Организационные условия

Для проведения практических занятий, расчётных работ и проектной деятельности, требующих значительного времени, предусматривается

возможность организации **сдвоенных занятий** (2 часа подряд) в соответствии с расписанием.

Занятия проводятся в группах не более 15 человек для обеспечения эффективности индивидуальной работы.

6. СИСТЕМА ОЦЕНКИ ДОСТИЖЕНИЙ ОБУЧАЮЩИХСЯ

В соответствии со стандартом «**Инженерный класс.66**», оценка достижений осуществляется в следующих формах:

6.1. Формы контроля

- **Текущий контроль:** выполнение практических заданий, работа с нормативными документами, участие в обсуждениях и семинарах, ведение рабочей тетради;
- **Промежуточный контроль:** проверочные работы по разделам курса, выполнение кейс-заданий, защита практических работ;
- **Итоговый контроль:** итоговый зачёт в конце 10 класса, защита индивидуального или группового проекта в 11 классе;
- **Портфолио достижений:** накопление разработанных проектов, отчётов по практическим работам, сертификатов, грамот, дипломов за участие в конференциях, конкурсах и экологических акциях.

6.2. Критерии оценки

Оценка практических работ и кейс-заданий:

Критерий	Показатели	Максимальный балл
Понимание проблемы	Правильное определение экологической проблемы, знание нормативно-правовой основы	2
Анализ данных	Корректность сбора и обработки информации, использование достоверных источников	3
Предложения по решению	Обоснованность предлагаемых решений, учёт технологических и экономических факторов	3
Оформление	Структура, грамотность, наглядность, использование ИКТ	2

Оценка качества экологического анализа (дополнительные критерии):

Критерий	Показатели	Максимальный балл
Обоснованность выводов	Аргументированность предложений по снижению воздействия, учёт реальных условий	3
Корректность расчётов	Правильность применения методик оценки выбросов, сбросов, отходов	3
Учёт нормативных требований	Соответствие предложений действующему законодательству (КЭР, ПДВ, ПДС)	2

Оценка итогового проекта:

Критерий	Показатели	Максимальный балл
Актуальность и новизна	Соответствие экологическим проблемам Свердловской области, практическая значимость	3
Теоретическая подготовка	Глубина проработки темы, знание нормативно-правовых и технологических аспектов	3
Практическая часть — анализ проблемы	Качество сбора и обработки данных, корректность использования методик	2
Практическая часть — предложения по решению	Обоснованность, реалистичность, учёт технологических и экономических факторов	2
Учёт нормативных требований	Соответствие предложений действующему законодательству	2
Оформление	Структура, грамотность, наглядность, использование ИКТ	2
Защита	Убедительность, владение материалом, ответы на вопросы	3

Итоговая оценка выставляется на основе суммы баллов по всем видам работ в течение двух лет обучения с учётом динамики индивидуальных достижений.

6.3. Механизм фиксации достижений

- Электронный журнал с фиксацией результатов всех практических и проверочных работ;
- Индивидуальные портфолио обучающихся (в бумажном и/или электронном виде) с включением разработанных проектов, отчётов, сертификатов;
- Сертификаты и дипломы за участие в конференциях, конкурсах и экологических акциях;

- Рекомендательные письма для поступления в профильные вузы (при высоких достижениях).

7. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ПРОЕКТНЫХ РАБОТ (С УЧЁТОМ СПЕЦИФИКИ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ)

По направлению «Чёрная и цветная металлургия»:

1. Оценка воздействия на атмосферный воздух выбросов доменного производства (на примере предприятий УГМК).
2. Анализ эффективности систем газоочистки на сталеплавильных производствах Свердловской области.
3. Экологические проблемы производства алюминия и пути их решения (на примере Уральского алюминиевого завода).
4. Оценка воздействия металлургических предприятий на водные объекты Свердловской области.
5. Переработка металлургических шлаков и шламов: технологии и экономическая эффективность.
6. Сравнительный анализ экологических показателей предприятий чёрной и цветной металлургии региона.

По направлению «Машиностроение и металлообработка»:

7. Экологические аспекты гальванических производств в машиностроении.
8. Оценка воздействия на окружающую среду литейных производств.
9. Технологии очистки сточных вод машиностроительных предприятий.
10. Утилизация отходов металлообработки (стружка, эмульсии, масла).

По направлению «Экологический менеджмент и устойчивое развитие»:

11. Разработка экологической политики для промышленного предприятия региона.
12. Анализ системы экологического менеджмента Уральского алюминиевого завода (ISO 14001:2015).
13. Сравнительный анализ систем экологического мониторинга предприятий Свердловской области (СТЗ, ЕВРАЗ).
14. Оценка эффективности природоохранных мероприятий на предприятиях УГМК.
15. Разработка программы экологической безопасности для предприятия малого или среднего бизнеса.

Комплексные проекты:

16. Комплексная оценка экологической безопасности промышленного предприятия (по выбору).
17. Разработка предложений по снижению выбросов парниковых газов на металлургическом предприятии.
18. Анализ и оценка рисков для здоровья населения от выбросов промышленных предприятий (на примере города региона).
19. Сравнительный анализ экологической ситуации в городах Свердловской области с развитой промышленностью.
20. Разработка проекта «зелёного» предприятия с использованием наилучших доступных технологий.
21. Анализ системы комплексных экологических разрешений на предприятиях Свердловской области.
22. Проектирование системы непрерывного экологического мониторинга для промышленного предприятия (на примере СТЗ).

8. ЛИТЕРАТУРА И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ

8.1. Нормативные документы и официальные источники

1. Образовательный стандарт «Инженерный класс.66» (ИРО Свердловской области, 2025) — по приоритетным отраслям «Машиностроение и металлообработка», «Чёрная и цветная металлургия».
2. Программа «Уральская инженерная школа 2.0» (Правительство Свердловской области, 2025–2030).
3. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды».
4. Федеральный закон от 24.06.1998 № 89-ФЗ «Об отходах производства и потребления».
5. Водный кодекс Российской Федерации.
6. Лесной кодекс Российской Федерации.
7. Земельный кодекс Российской Федерации.
8. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года.
9. Концепция экологической безопасности Свердловской области.

8.2. Учебно-методическая литература

1. Экология: учебное пособие для углублённого изучения. 10–11 классы.

2. Основы промышленной экологии: учебное пособие.
3. Мазур И.И., Молдованов О.И. «Курс инженерной экологии».
4. Экологическая безопасность промышленных предприятий: учебно-методическое пособие.
5. Наилучшие доступные технологии в металлургии: справочные материалы (ИТС НДТ).
6. Методики расчёта выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.
7. Методики расчёта сбросов загрязняющих веществ в водные объекты.

8.3. Интернет-ресурсы

- Институт развития образования Свердловской области: irro.ru
- Портал «Уральская инженерная школа»: ntf-uish.ru
- Министерство образования и молодёжной политики Свердловской области: minobraz.midural.ru
- Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области
- Федеральная служба по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор): rpn.gov.ru
- Справочно-правовые системы: КонсультантПлюс, Гарант
- Информационно-технические справочники по наилучшим доступным технологиям (ИТС НДТ)

9. ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1. Оценочный лист итогового проекта

ФИО обучающегося			
Тема проекта			
Класс			
Дата защиты			
Критерий	Показатели	Баллы (0–5)	Комментарий
Актуальность и новизна	Соответствие экологическим проблемам Свердловской области, практическая значимость		
Теоретическая подготовка	Глубина проработки темы, знание нормативно-правовых и технологических аспектов		

ФИО обучающегося _____		_____	
Практическая часть — анализ проблемы	Качество сбора и обработки данных, корректность использования методик		
Практическая часть — предложения по решению	Обоснованность, реалистичность, учёт технологических и экономических факторов		
Учёт нормативных требований	Соответствие предложений действующему законодательству (КЭР, ПДВ, ПДС)		
Оформление	Структура, грамотность, наглядность, использование ИКТ		
Защита	Убедительность, владение материалом, ответы на вопросы		
Итого		/35	

Оценка: _____

Подпись эксперта: _____

Приложение 2. Структура проекта по экологической безопасности

1. **Введение** — обоснование актуальности, цель и задачи проекта.
2. **Обзор объекта исследования** — характеристика предприятия или отрасли.
3. **Анализ нормативно-правовой базы** — законы, стандарты, разрешительные документы (КЭР, ПДВ, ПДС).
4. **Оценка воздействия на окружающую среду** — анализ выбросов, сбросов, отходов.
5. **Предложения по повышению экологической безопасности** — рекомендуемые мероприятия с учётом НДТ.
6. **Экономическая оценка** — затраты на реализацию и ожидаемый экологический эффект.
7. **Заключение** — выводы, практическая значимость.
8. **Список литературы и источников.**

Приложение 3. Примеры задач с региональным компонентом

Задача 1 (оценка выбросов). На металлургическом комбинате Свердловской области в атмосферу выбрасываются оксиды серы, оксиды азота, оксид углерода и взвешенные вещества. Годовой выброс оксидов серы составляет 12 000 т, оксидов азота — 8 000 т, оксида углерода — 15 000 т, взвешенных веществ — 5 000 т. Рассчитайте общий выброс загрязняющих веществ в год и определите структуру выбросов. Сравните с данными по предприятиям региона.

Задача 2 (очистка газов). На Северском трубном заводе (СТЗ) получено комплексное экологическое разрешение (КЭР), которое устанавливает технологические нормативы выбросов на единицу выпущенной продукции. Предприятие планирует создать систему непрерывного технического мониторинга выбросов в течение 4 лет. Оцените, какие источники выбросов должны быть оснащены системами мониторинга, и предложите план мероприятий по снижению выбросов.

Задача 3 (очистка сточных вод). Сточные воды гальванического производства машиностроительного завода содержат ионы тяжёлых металлов: хром (Cr^{6+}) — 50 мг/л, никель — 30 мг/л, медь — 20 мг/л. Рассчитайте эффективность работы очистных сооружений, если после очистки концентрации снизились до 0,5 мг/л, 0,3 мг/л и 0,2 мг/л соответственно. Определите степень очистки для каждого металла.

Задача 4 (обращение с отходами). На предприятии УГМК образуется 500 000 т металлургических шлаков в год. Из них 60% перерабатывается с извлечением ценных компонентов (железа, цинка, свинца), 30% используется в строительной индустрии, 10% направляется на полигон захоронения. Рассчитайте массы шлаков по направлениям использования и оцените экономический эффект от переработки (при стоимости извлекаемых компонентов).

Задача 5 (экологический менеджмент). Уральский алюминиевый завод в 2024 году успешно прошёл сертификацию по международному стандарту ISO 14001:2015 «Системы экологического менеджмента». Проанализируйте, какие требования стандарта выполняются на предприятии, и предложите дополнительные мероприятия для улучшения системы экологического менеджмента.

Задача 6 (системы автоматического контроля). ЕВРАЗ Нижнетагильский металлургический комбинат и ЕВРАЗ Качканарский горно-обогатительный комбинат оснастили основные источники выбросов системами автоматического контроля (САК), вложив 400 млн рублей в экологический мониторинг на Урале. Оцените эффективность внедрения САК для снижения выбросов и предложите критерии оценки работы систем.