

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВВГУ»)
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ОТЧЕТ
ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ НИР
(получение первичных навыков
научно-исследовательской работы)

Студент

Ю.А. Петько

Ю.А.Петько

Руководитель

канд. геогр. наук, доцент

Е.В. Тарасова

Е.В.Тарасова

Владивосток 2026

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ
на учебную практику НИР (получение первичных навыков
научно-исследовательской работы)

Студенту: гр. МЭП-25-1 Петько Юлия Андреевна

Срок сдачи работы: 18.07.2026

Задание 1. Анализ поставленной задачи (ОПК-3).

Определить цели и задачи практики. Представить развернутое описание поставленной задачи с точки зрения ее актуальности, истоков возникновения проблемы, возможных форм проявлений и последствий; анализ содержания проблемы с точки зрения сфер, которые она затрагивает (социальная, экономическая, политическая и т.п.); Разбить поставленную цель исследования на задачи, разработать план исследования, выбрать методы исследования. обосновать актуальность тематики научной работы (магистерской диссертации), исследования проблемы на решение которой она направлена, дать характеристику объекту и методам исследования, выделить научную новизну и практическую значимость, обосновать выбор темы научного исследования.

Задание 2. Сбор и анализ информации (ОПК-3).

Определить перечень информации/данных, необходимых для анализа и поиска решения поставленной задачи; определить источники необходимой информации/данных; систематизировать информацию/данные. Составить обзор литературы с обязательным использованием профессиональных баз данных и профессиональных Интернет-ресурсов. Рассмотреть состояние изученности темы исследования (подготовить обзор литературы).

Задание 3. Разработка решения поставленных задач (ОПК-3).

Сформулировать выводы и заключения по результатам проведенного анализа информации; разработать и обосновать решения поставленных задач на основе полученных результатов исследования; определить возможные направления дальнейших исследований анализируемой проблемы.

Задание 4. Представить основные результаты работы в форме отчета по практике (ОПК-3).

По каждой главе сформулировать выводы. При написании работы использовать научный стиль изложения.

Структура отчета по практике:

Введение: определить цель и задачи практики, основные методы, необходимые для их достижения.

1 Аннотированный отчет по результатам выполнения работы: подготовить краткое изложение материала, согласно поставленным задачам по каждому пункту задания.

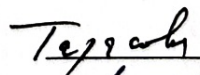
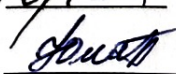
2 Обзор и список литературы для ВКР (представить список с обзором по теме научной работы).

Заключение: сделать вывод о достижении поставленных целей и задач в ходе практики.

Список использованных источников (не менее 20-ти позиций, 80% не старше 5 лет): составить список литературы с использованием профессиональных баз данных и профессиональных Интернет-ресурсов. Оформить работу в соответствии со стандартами ВВГУ.

Руководитель
канд. геогр. наук, доцент

Задание получил:

 Е.В.Тарасова
 Ю.А.Петько

КРИТЕ-

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВЛАДИВОСТОКСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ИНЖЕНЕРНАЯ ШКОЛА
КАФЕДРА ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН-ГРАФИК

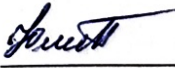
учебной практики НИР (получение первичных навыков научно-исследовательской
работы)

Студент Петько Юлия Андреевна группы МЭП-25
направляется для прохождения учебной практики НИР (получение первичных
навыков научно-исследовательской
С 25.05.26 по 18.07.26

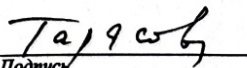
Содержание выполняемых работ	Сроки исполнения	
	начало	Окончание
Постановка целей и задач практики, характеристика объекта и методов исследования	25.05.26	03.06.26
Выполнение практической части работы в соответствии с целями и задачами практики.	04.06.26	20.06.26
Анализ литературных данных (научные труды, нормативно-правовые документы, отраслевая библиография) и представление практических решений в соответствии с целями и задачами практики.	21.06.26	05.07.26
Оформление и защита отчёта.	06.07.26	18.07.26

Студент-практикант

Петько Юлия Андреевна


Подпись

Руководитель практики от кафедры Тарасова Елена Валерьевна


Подпись

Содержание

Введение	3
1 Теоретические аспекты управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности	5
1.1 Анализ нормативно-правового регулирования в области охраны атмосферного воздуха	5
1.1.1 Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды	5
1.1.2 Законодательство в области охраны атмосферного воздуха	12
1.1.3 Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ и присвоение категории предприятий НВОС	15
1.2 Воздействие предприятий металлообрабатывающей промышленности на окружающую среду.....	18
1.3 Классификация основных загрязняющих веществ, образующихся при обработке металлов	21
1.4 Обзор современных методов и технологий очистки промышленных выбросов.....	26
1.5 Анализ научных исследований управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности	31
Заключение.....	34
Список использованных источников.....	36

Введение

Научно-исследовательская практика представляет собой интегрированный процесс образовательной и научно-исследовательской деятельности, раскрывающий и развивающий общепрофессиональные и профессиональные компетенции обучающихся по направлению подготовки. В системе основной образовательной программы обучающихся научно-исследовательская практика находится на начальной агрегирующей стадии знаний, умении и владений результатами, достигнутыми при прохождении учебной практики по получению первичных профессиональных умений и навыков, отраженных в соответствующем отчете.

Привлечение обучающихся к процессам научно-исследовательской деятельности многогранно и структурировано между соответствующими научно-исследовательскими практиками во времени. Организационно-процессный подход, реализуемый при подготовке обучающихся научно-исследовательской деятельности на кафедре, предполагает такие форматы как:

- проведение научных исследований под руководством профессионалов с осознанным спектром научных знаний из числа сотрудников кафедры, обладающих ученой степенью кандидата или доктора наук;
- формирование новых знаний и достижений науки и техники по направлению исследования, в том числе с использованием наукометрических баз данных отечественных и зарубежных публикаций;
- осуществления совместных научно-образовательных проектов, научных исследований и иных совместных мероприятий;
- реализация и участие в научных исследованиях и экспериментальных разработках за счет грантов или иных источников финансового обеспечения.

Таким образом, научно-исследовательская практика, проводимая на базе кафедры естественных наук ВВГУ является вариативной частью производственной практики основной образовательной программы академической магистратуры и обеспечивает совершенствование развития у обучающихся профессиональных компетенций ориентированных, прежде всего на научно-исследовательский вид профессиональной деятельности с последующим формированием выполнения задания по выпускной квалификационной работе.

Программа отражает: цель, задачи, способы, формы проведения, объем и основное место уделяется содержанию практики, тематику индивидуальных заданий, методические рекомендации по оптимизации процесса выполнения отчета.

Целью практики является формирование навыков и умений критического мышления к степени изученности и научной разработанности направлений исследования, анализ

литературных источников по теме управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности.

Задачами практики является:

- Анализ нормативно-правового регулирования в области охраны атмосферного воздуха;
- Классификация основных загрязняющих веществ, образующихся от предприятий металлообрабатывающей промышленности;
- Обзор современных методов и технологий очистки промышленных выбросов от предприятий металлообрабатывающей промышленности;
- Анализ научных публикаций отечественных и зарубежных авторов по теме управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности (научные труды, нормативно-правовые документы, отраслевая библиография).

Воздух представляет собой смесь газов, составляющих атмосферу Земли. Он является необходимой составляющей для существования многих организмов. Атмосфера оказывает сильное влияние не только на людей и биоту, но и на гидросферу, почву и растительность, геологическую среду, здания, сооружения и другие объекты. Атмосферный воздух – это неотъемлемая часть жизнедеятельности человека, животных и растительности, вместе с тем, атмосфера является средой, в которую выбрасываются отходы жизнедеятельности человека, животных и растений. Таким образом, сохранение атмосферы и озонового слоя является приоритетной экологической проблемой, которой уделяется большое внимание во всех развитых странах.

Промышленные предприятия и транспорт – основные источники этих выбросов. Предприятия металлообрабатывающей промышленности являются перспективной отраслью и их развитие неуклонно сопровождается воздействием на окружающую среду, в частности участвуют в загрязнении атмосферного воздуха и нуждаются в проведении научно-обоснованных природоохранных мероприятий по снижению выбросов.

1 Теоретические аспекты управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности

1.1 Анализ нормативно-правового регулирования в области охраны атмосферного воздуха

1.1.1 Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды

Загрязнение воздуха – одна из наиболее острых проблем современности. За последние сто лет деятельность человека привела к серьезному нарушению природного баланса. Экологические проблемы, связанные с состоянием атмосферы, вызывают особое беспокойство, ведь именно атмосферный воздух играет ключевую роль в биосфере и обеспечивает условия для жизни людей. Основными источниками атмосферных загрязнений являются промышленные предприятия (в том числе черная и цветная металлургия, химическая и нефтехимическая отрасли), транспортные средства, а также электростанции, использующие ископаемое топливо. Последствия такого загрязнения могут быть крайне тяжёлыми и необратимыми: разрушение озонового слоя, усиление парникового эффекта, кислотные дожди и другие негативные явления [1].

В связи с этим важно подчеркнуть, что под загрязнением атмосферы понимается любое неблагоприятное изменение состава воздуха на Земле. Загрязнение воздуха вызывается выбросами вредных газов, паров, дыма и других веществ, попадающих в атмосферу от транспорта и промышленных предприятий. Постоянное уменьшение озонового слоя усиливает воздействие ультрафиолетового излучения на планету и все живые организмы. Состояние атмосферного воздуха может ухудшаться очень быстро, с каждым днём. Несмотря на то, что атмосфера обладает определённой способностью к самоочищению, общий объём выбросов от промышленности, транспорта и других источников настолько велик, что справиться с ним невозможно [2].

В 2025 году основные отрасли промышленности, наиболее опасные для атмосферного воздуха в России с точки зрения выбросов загрязняющих веществ, распределились примерно следующим образом:

Таблица 1 – Основные отрасли наиболее опасные для атмосферного воздуха в России

Отрасль промышленности	Доля выбросов в общем объеме
Нефтедобывающая и угледобывающая отрасли	Наибольшая доля приходится на загрязнение (30-35%)
Металлургия	Значительный вклад, около 20-25%
Энергетика (электростанции, работающие на минеральном топливе)	Около 20%

Продолжение Таблицы 1

Отрасль промышленности	Доля выбросов в общем объеме
Другие отрасли (химическая, целлюлозно-бумажная промышленность и др.)	Остальные проценты

Составлено автором по [3]

Эти данные подтверждаются статистикой Росприроднадзора и аналитических служб, которые отмечают, что нефтедобывающая и угледобывающая промышленность, металлургия и энергетика остаются основными источниками промышленных выбросов в атмосферу.

Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды представляет собой комплекс нормативных актов, направленных на обеспечение экологической безопасности, рациональное использование природных ресурсов и сохранение природных экосистем. Оно основывается на Конституции Российской Федерации и состоит из настоящего Федерального закона, других федеральных законов, а также принимаемых в соответствии с ними иных нормативных правовых актов Российской Федерации, законов и иных нормативных правовых актов субъектов Российской Федерации [4].

Правовые основы государственной политики в области охраны окружающей среды, обеспечивающие сбалансированное решение социально-экономических задач, сохранение благоприятной окружающей среды, биоразнообразия и природных ресурсов в целях удовлетворения потребностей нынешнего и будущих поколений, укрепления правопорядка в области охраны окружающей среды и обеспечения экологической безопасности, определяет Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10.01.2002 № 7-ФЗ [4]. Он регулирует отношения в сфере взаимодействия общества и природы, возникающие при осуществлении хозяйственной и иной деятельности, связанной с воздействием на природную среду, в пределах Российской Федерации, а также на континентальном шельфе и в исключительной экономической зоне РФ. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» является базовым законом, на основании которого строится всё природоохранное законодательство Российской Федерации [5].

Так же говоря об основных нормативных актах стоит упомянуть следующие Федеральные законы:

– Федеральный закон «Об отходах производства и потребления» от 24.06.1998 № 89-ФЗ определяет правовые основы обращения с отходами производства и потребления. Цель закона – предотвратить вредное воздействие отходов производства и потребления на

здоровье человека и окружающую среду, а также вовлечь такие отходы в хозяйственный оборот в качестве дополнительных источников сырья [6];

– Федеральный закон «О животном мире». Настоящий Федеральный закон регулирует отношения в области охраны и использования животного мира и среды его обитания в целях обеспечения биологического разнообразия, устойчивого использования всех его компонентов, создания условий для устойчивого существования животного мира, сохранения генетического фонда диких животных и иной защиты животного мира как неотъемлемого элемента природной среды [7];

– Федеральный закон «О недрах» содержит правовые и экономические основы комплексного рационального использования и охраны недр, обеспечивает защиту интересов государства и граждан Российской Федерации, а также прав пользователей недр [8]. Он регулирует отношения, связанные с использованием, охраной и геологическим изучением недр – земной коры, находящейся ниже поверхности земли, почвенного слоя или дна водоемов. Кроме того, этот закон активно применяется в области добычи и переработки минеральных ресурсов и подземных вод, а также в регулировании отношений, связанных с этими процессами;

– Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» является ключевым нормативным актом, регулирующим отношения в области рыболовства и охраны водных биологических ресурсов в Российской Федерации. Данный закон связан с обеспечением рационального использования и охраны водных биологических ресурсов, сохранения биоразнообразия водных экосистем [9].

Подзаконные акты в области охраны окружающей среды в Российской Федерации играют важную роль в детализации и реализации положений федеральных законов. Они включают постановления, приказы, инструкции и другие нормативные документы, издаваемые органами исполнительной власти. Вот основные виды подзаконных актов:

– Постановления Правительства Российской Федерации;

– Постановления о нормативах выбросов и сбросов загрязняющих веществ. Устанавливают предельно допустимые нормы выбросов и сбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух и водные объекты;

– Постановления о лицензировании деятельности в области охраны окружающей среды. Регулируют порядок лицензирования деятельности, связанной с использованием природных ресурсов и охраной окружающей среды.

Приказы Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации:

- Приказы о порядке проведения государственной экологической экспертизы. Устанавливают процедуры и требования к проведению государственной экологической экспертизы проектов и программ;
- Приказы о нормативах качества окружающей среды. Устанавливают нормативы качества атмосферного воздуха, водных объектов и почв;
- Приказы Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор);
- Приказы о порядке проведения государственного экологического контроля. Регулируют процедуры и методы проведения государственного экологического контроля и надзора;
- Приказы о порядке ведения государственного реестра объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. Устанавливают правила ведения реестра и требования к включению объектов в реестр;
- Приказы Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет);
- Приказы о порядке проведения мониторинга состояния окружающей среды. Устанавливают методы и процедуры проведения мониторинга состояния атмосферного воздуха, водных объектов и почв;
- Приказы Федерального агентства по рыболовству (Росрыболовство);
- Приказы о порядке ведения рыболовства и охраны водных биологических ресурсов. Регулируют правила и нормы ведения рыболовства, устанавливают квоты и лимиты на добычу водных биологических ресурсов;

Эти подзаконные акты играют важную роль в детализации и конкретизации положений федеральных законов, обеспечивая их эффективное применение на практике.

Российское экологическое право основывается как на общих принципах российского права, так и на собственных отраслевых принципах. К общим принципам, которые определяют сущность права в целом, относятся принципы социальной свободы и социальной справедливости, равенства всех перед законом, единства юридических прав и обязанностей, ответственности за вину, законности и др [10].

К основным принципам экологического права России относятся:

Принцип устойчивого развития. Удовлетворение потребностей нынешнего поколения без ущерба для возможностей будущих поколений удовлетворять свои собственные потребности. Включает в себя баланс между экономическим ростом, социальным развитием и охраной окружающей среды.

Принцип предосторожности. При отсутствии достаточных научных данных о потенциальном вреде деятельности для окружающей среды, принимаются меры по предотвращению такого вреда. Основан на предположении, что лучше предотвратить потенциальный вред, чем потом устранять его последствия.

Принцип платности природопользования. Пользователи природных ресурсов обязаны возмещать ущерб, причиненный окружающей среде, и оплачивать использование природных ресурсов. Включает в себя плату за негативное воздействие на окружающую среду (НВОС).

Принцип гласности и участия общественности. Общественность имеет право на доступ к экологической информации и участие в принятии решений, касающихся окружающей среды. Включает в себя обязательное проведение общественных слушаний и консультаций при принятии значимых экологических решений.

Принцип научной обоснованности. Решения в области охраны окружающей среды должны основываться на научных данных и исследованиях. Включает в себя проведение экологической экспертизы и мониторинга.

Принцип комплексного подхода. Охрана окружающей среды должна осуществляться комплексно, с учетом взаимосвязи всех компонентов природной среды. Включает в себя интеграцию экологических аспектов в различные сферы деятельности.

Принцип ответственности за экологические правонарушения. Лица, виновные в нарушении экологического законодательства, несут административную, уголовную и гражданско-правовую ответственность. Включает в себя меры по возмещению ущерба, причиненного окружающей среде.

Принцип международного сотрудничества. Россия активно участвует в международных соглашениях и конвенциях по охране окружающей среды. Включает в себя сотрудничество с другими странами и международными организациями в области экологической безопасности.

К числу важнейших средств обеспечения рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды относится юридическая ответственность за нарушение норм экологического законодательства. Как и всякая юридическая ответственность, ответственность за нарушение норм экологического законодательства представляет собой форму государственного принуждения к соблюдению норм права, которое выражается в обязанности лица претерпевать неблагоприятные последствия своего неправомерного поведения, связанные с применением санкций. В данном случае речь идет о принуждении к соблюдению норм экологического права, нарушение которых влечет неблагоприятные последствия в виде мер ответственности, установленных законом [10].

Ответственность за экологические правонарушения в Российской Федерации включает несколько видов санкций, направленных на защиту окружающей среды и здоровья граждан (Рисунок 1).

Ответственность за экологические правонарушения выполняет несколько ключевых функций:

- Стимулирующую: побуждает к соблюдению норм экологического права.
- Превентивную: направленную на предотвращение новых правонарушений.
- Компенсационную: обеспечивает возмещение ущерба, причиненного природной среде, и компенсацию вреда здоровью человека.
- Карательную: включает наказание лиц, виновных в совершении экологических правонарушений.

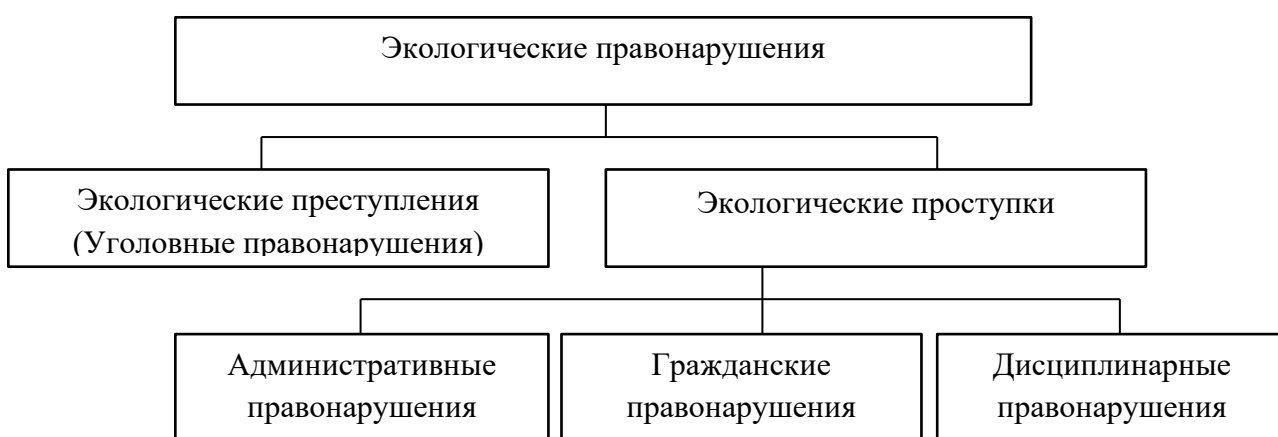


Рисунок 1 – Основные виды ответственности за экологические правонарушения

Составлено автором по [10]

Уголовная ответственность применяется за более серьезные экологические преступления, которые причиняют значительный ущерб окружающей среде и здоровью людей. Примеры таких преступлений включают загрязнение водных объектов, атмосферного воздуха, морской среды, незаконную добычу природных ресурсов и нарушение правил обращения с экологически опасными веществами и отходами. Меры уголовного воздействия могут включать штрафы, исправительные работы, лишение свободы и конфискацию имущества. Основным нормативным актом, регулирующим уголовную ответственность, является Уголовный кодекс Российской Федерации (УК РФ):

- Статья 246. Нарушение правил охраны окружающей среды при производстве работ;
- Статья 247. Нарушение правил охраны рыбных запасов;
- Статья 248. Нарушение правил охраны и использования недр;
- Статья 249. Нарушение правил охраны лесов;
- Статья 250. Загрязнение водных объектов;

- Статья 251. Загрязнение атмосферного воздуха;
- Статья 252. Загрязнение морской среды;
- Статья 253. Нарушение правил обращения с экологически опасными веществами и отходами;
- Статья 254. Порча земли;
- Статья 255. Нарушение правил охраны и использования животного мира;
- Статья 256. Незаконная добыча (вылов) водных биологических ресурсов [11].

Административная ответственность наступает за менее серьезные нарушения, которые не являются преступлениями, но требуют применения мер административного воздействия. Примеры таких нарушений включают нарушение правил охраны водных объектов, атмосферного воздуха, недр и лесов. Меры административного воздействия могут включать штрафы, приостановление деятельности, административный арест и конфискацию орудий совершения правонарушения. Основным нормативным актом, регулирующим административную ответственность, является Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях (КоАП РФ):

- Статья 8.1. Нарушение правил охраны водных объектов;
- Статья 8.2. Нарушение правил охраны атмосферного воздуха;
- Статья 8.6. Нарушение правил охраны и использования недр;
- Статья 8.7. Нарушение правил охраны и использования земель;
- Статья 8.8. Нарушение правил охраны и использования лесов;
- Статья 8.13. Нарушение правил охраны окружающей среды при производстве и потреблении продукции [12].

Гражданско-правовая ответственность наступает за причинение вреда окружающей среде и включает обязательство возмещения ущерба. Основные акты, регулирующие гражданско-правовую ответственность, включают:

Гражданский кодекс Российской Федерации (ГК РФ)

- Статья 1064. Общие положения о возмещении вреда.
- Статья 1079. Ответственность за вред, причиненный деятельностью, создающей повышенную опасность для окружающих.
- Статья 1080. Ответственность за вред, причиненный источником повышенной опасности.

Федеральный закон «Об охране окружающей среды»

- Статья 16. Возмещение вреда, причиненного окружающей среде.
- Статья 17. Возмещение вреда, причиненного здоровью граждан и имуществу физических и юридических лиц.

Система ответственности за экологические правонарушения в России является комплексной и направленной на обеспечение устойчивого развития, охраны окружающей среды и здоровья граждан. Она способствует созданию условий для рационального использования природных ресурсов и предотвращению экологических катастроф.

Таким образом, Законодательство Российской Федерации в области охраны окружающей среды представляет собой сложную и многоуровневую систему нормативных актов, направленных на обеспечение устойчивого развития, рациональное использование природных ресурсов и сохранение экосистем. Это законодательство охватывает широкий спектр вопросов, включая использование и охрану недр, водных ресурсов, атмосферного воздуха, лесов, земель и биологического разнообразия. Ответственность за экологические правонарушения, включающая административную, уголовную и гражданско-правовую ответственность, играет важную роль в обеспечении соблюдения экологического законодательства. Эти меры ответственности стимулируют соблюдение экологических норм, предотвращают новые правонарушения, обеспечивают возмещение ущерба и наказывают виновных лиц.

1.1.2 Законодательство в области охраны атмосферного воздуха

Загрязнение атмосферного воздуха токсическими веществами и твердыми частицами в настоящее время достигло критической отметки. Данные негативные факторы угрожают обеспечению экологической безопасности и оказывают неблагоприятное влияние на продолжительность жизни населения и на состояние здоровья всего живого на Земле [13].

Законодательство РФ в области охраны атмосферного воздуха основано на Конституции РФ. Согласно ч. 1 ст. 9 Конституции РФ земля и другие природные ресурсы (включая атмосферный воздух) используются и охраняются в Российской Федерации как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующей территории.

Статья 42 Конституции закрепляет право каждого на благоприятную окружающую среду, достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью или имуществу экологическим правонарушением.

Атмосферный воздух является неотъемлемой частью окружающей среды. Реализация данного права гарантирована ст. 46 Конституции РФ, согласно которой гарантируется судебная защита прав и свобод, а также ст. 58 Конституции РФ, в соответствии с которой каждый обязан сохранять природу и окружающую среду, бережно относиться к природным ресурсам.

Правоотношения по охране атмосферного воздуха регулируют обособленный массив нормативных актов, в который входят Федеральные законы «Об охране атмосферного

воздуха», «Об охране окружающей среды», а также другие нормативные правовые акты, такие как:

- Постановление Правительства РФ от 12 июня 2009 г. № 480 «Об утверждении нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для стационарных источников» – устанавливает предельно допустимые нормы выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух для стационарных источников, таких как промышленные предприятия и энергетические установки;

- Постановление Правительства РФ от 28 сентября 2010 г. № 769 «О мерах по снижению выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от автомобильного транспорта». Регулирует меры по снижению выбросов загрязняющих веществ от автомобильного транспорта, включая введение экологических стандартов для автомобилей и требования к топливу;

- Приказ Минприроды России от 28 января 2019 г. № 37 «Об утверждении нормативов качества атмосферного воздуха». Устанавливает нормативы качества атмосферного воздуха, включая предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест и промышленных зон;

- Приказ Минприроды России от 16 мая 2016 г. № 242 «Об утверждении Порядка проведения государственной экологической экспертизы». Регулирует порядок проведения государственной экологической экспертизы проектов и программ, которые могут оказывать воздействие на качество атмосферного воздуха.

Атмосфероохранительное законодательство как никакая другая отрасль законодательства затрагивает повседневные потребности каждого человека. Большинство населения проживает в городах, содержание вредных веществ в воздухе которых не отвечает установленным санитарным нормам. К таким нормам относятся СанПиН 2.1.6.1032-01 «Гигиенические нормативы содержания вредных веществ в атмосферном воздухе населенных мест», а также СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов». Поэтому только соблюдение норм атмосфероохранительного права может улучшить состояние окружающей среды, что позволит реализовать право каждого на благоприятную окружающую среду [14].

Согласно ст. 12 Федерального закона «Об охране окружающей среды» в целях государственного регулирования выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух устанавливаются: предельно допустимые выбросы, предельно допустимые нормативы вредных физических воздействий на атмосферный воздух, технологические нормативы выбросов, технические нормативы выбросов.

Предельно допустимые выбросы определяются в отношении загрязняющих веществ, перечень которых устанавливается Правительством РФ в соответствии с законодательством в области охраны окружающей среды, для стационарного источника и (или) совокупности стационарных источников расчетным путем на основе нормативов качества атмосферного воздуха с учетом фоновой уровня загрязнения атмосферного воздуха.

Для предотвращения негативного воздействия на атмосферный воздух осуществляется государственный учет вредных воздействий на атмосферный воздух, проводится инвентаризация как источников таких выбросов, так и самих выбросов в атмосферу.

За выбросы загрязняющих веществ в атмосферу стационарными источниками с предпринимателей взимается плата, размер которой устанавливается в российском законодательстве. Взимание платы за выбросы загрязняющих веществ в атмосферу является краеугольным элементом экономического механизма охраны окружающей среды в данной сфере.

В целях соблюдения атмосфероохранительного законодательства проводятся мониторинг атмосферного воздуха и оценка соблюдения обязательных требований в области охраны атмосферы, а также осуществляется производственный контроль за охраной атмосферы непосредственно предприятиями, оказывающими негативное воздействие на атмосферу.

Так же важную роль в сохранении качества атмосферного воздуха играют международные конвенции и договоры. Международные соглашения способствуют глобальному сотрудничеству между странами, что особенно важно для решения трансграничных экологических проблем, таких как изменение климата, загрязнение воздуха и воды, а также сохранение биоразнообразия. Эти проблемы требуют координированных усилий и совместных действий на международном уровне.

Таким образом, Основные нормативные акты, такие как Федеральный закон "Об охране окружающей среды", Федеральный закон "Об охране атмосферного воздуха", устанавливают принципы и механизмы регулирования экологической деятельности. Эти законы закрепляют основные принципы экологического права, такие как принцип устойчивого развития, принцип предосторожности, принцип платности природопользования и принцип гласности. Подзаконные акты, включая постановления Правительства РФ и приказы Министерства природных ресурсов и экологии РФ, детализируют и конкретизируют положения федеральных законов, обеспечивая их эффективное применение на практике. Эти акты регулируют нормативы выбросов и сбросов загрязняющих веществ, порядок

проведения экологической экспертизы, лицензирование и контроль за соблюдением экологических норм.

1.1.3 Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ и присвоение категории предприятий НВОС

Инвентаризация выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух (далее – инвентаризация выбросов) – это комплексная работа, которая базируется на большом количестве расчетов, инструментальных измерений, составлении отчетного документа с многочисленными табличными данными по установленной форме. Понятие инвентаризации включает в себя:

- Идентификацию источников. Определение всех возможных источников загрязнения, включая промышленные предприятия, транспортные средства, сельскохозяйственные объекты и бытовые источники.
- Учет выбросов. Сбор данных о количестве и составе загрязняющих веществ, выбрасываемых каждым источником.
- Оценку воздействия. Анализ влияния выбросов на окружающую среду и здоровье человека.

На федеральном уровне обязанность проводить инвентаризацию выбросов всеми хозяйствующими субъектами, осуществляющими свою деятельность на объектах, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, закреплена в статье 22 Федерального закона № 96-ФЗ «Об охране атмосферного воздуха».

С 1 марта 2022 года в силу вступил новый порядок проведения инвентаризации выбросов. Он содержится в Приказе Минприроды России от 19.11.2021 № 871. Соответственно, ранее действовавший Приказ Минприроды России от 07.08.2018 № 352 теперь отменен. Основное различие между этими нормативными правовыми актами заключается в том, что новый приказ № 871 устанавливает методику учета мобильных источников выбросов (транспортных средств).

Если компании, производства и промышленные объекты выбрасывают загрязняющие вещества в атмосферу, необходимо провести инвентаризацию воздуха. Инвентаризация должна проводиться всеми компаниями и отраслями промышленности, которые выбрасывают загрязняющие вещества в атмосферу.

Компания может самостоятельно разрабатывать свою экологическую документацию, включая отчеты об инвентаризации выбросов, но это возможно только в случае наличия инженера-эколога в штате, что представляет собой редкость для многих предприятий. В таких случаях более эффективным и выгодным решением будет обратиться к экологической организации, специализирующейся по этому вопросу и обладающей необходимыми

квалификациями, лицензиями и опытом работы с выбросами, сбросами, отходами и почвой [15].

Основные этапы инвентаризации:

- сбор первичных данных, подготовка к посещению объекта экологами;
- проведение осмотра производственной территории, выявление источников выбросов и фиксирование полученных результатов;
- обработка данных, полученных в процессе инвентаризации;
- выполнение расчетов и/или измерений;
- составление отчета на основе результатов инвентаризации.

При проведении инвентаризации выбросов и подготовке отчетов специалисты по охране окружающей среды руководствуются следующими документами:

- СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» [16];
- СанПиН 2.1.3684-21 «Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий» [17].

После проведения инвентаризации логическим шагом является обработка полученных данных в рамках процедуры присвоения предприятию категории негативного воздействия на окружающую среду. Эта процедура опирается на критерии, включающие величину и характер выбросов, их соответствие нормативам, потенциальную и фактическую степень воздействия на население и экосистемы, а также эффективность принятых природоохранных мероприятий.

Объект негативного воздействия на окружающую среду (объект НВОС) – это физический объект, который оказывает любое вредное воздействие на окружающий мир и среду, а именно:

- выбрасывает загрязняющие и химически-опасные вещества в воздух (например, путем сжигания топлива);
- образует, хранит, утилизирует, сжигает опасные отходы;
- использует сточные воды для хозяйственной деятельности или загрязняет воды (реки, озера, водохранилища, иные водные ресурсы) вредными веществами и микроорганизмами;
- загрязняет почву в результате хозяйственной или иной деятельности [18].

Федеральный закон №7 «Об охране окружающей среды» выделяет уровни опасности юридического лица или ИП для окружающей среды и биоразнообразия. Уровнем опасности и называется категория негативного воздействия на окружающую среду.

Объекты, оказывающие негативное воздействие на окружающую среду, в зависимости от уровня такого воздействия подразделяются на четыре категории (постановление Правительства Российской Федерации от 31.12.2020 № 2398 «Об утверждении критериев отнесения объектов, оказывающих негативное воздействие на окружающую среду, к объектам I, II, III и IV категорий»). Чем выше категория – тем больше законодательных экологических требований к предприятию. В таблице 2 представлен список всех категорий НВОС.

Таблица 2 – Категории НВОС

Категория НВОС	Описание	Примеры
1 категория	Объекты значительной степени воздействия на окружающую среду. Эти предприятия характеризуются высоким уровнем выбросов загрязняющих веществ, значительными объемами отходов и высоким риском экологических аварий. Объекты 1 категории нуждаются в применении НДТ (наиболее доступной технологии снижения загрязнения)	Производство кокса, угольные шахты и карьеры, нефтеперерабатывающие заводы, химические производства, крупные теплоэлектростанции.;
2 категория	Объекты умеренной степени негативного воздействия на окружающую среду. Эти предприятия имеют средний уровень выбросов загрязняющих веществ и отходов, а также умеренный риск экологических аварий.	Большинство металлургических предприятий, нефтеперерабатывающие заводы, химические производства, крупные теплоэлектростанции.
3 категория	Объекты умеренного воздействия на окружающую среду.	железнодорожные вокзалы, небольшие производства
4 категория	Объекты низкой степени воздействия на окружающую среду	школы, больницы, офисные помещения

Составлено автором по [19].

Существуют установленные требования к предприятиям всех категорий НВОС, а также к предприятиям, не имеющим категорию. И любое предприятие должно выполнять эти требования чтобы избежать штрафов и судебных разбирательств за ущерб окружающей природной среде. У объектов, не оказывающих негативного воздействия на окружающую

среду, но имеющих отходы 4 класса опасности, нет категории НВОС. Единственное требование к предприятиям – паспортизация отходов 1 – 4 классов опасности.

Подводя итог, можно выделить следующие ключевые моменты:

- объектом НВОС считается объект, осуществляющий выбросы вредных веществ в воздух, или сбросы в воду, или образующий опасные отходы;
- всего выделяют 4 категории негативного воздействия на окружающую среду, чем выше категория – тем больше законодательных экологических требований к предприятию;
- чтобы соотнести объект к НВОС и присвоить ему категорию негативного воздействия необходимо провести инвентаризацию выбросов и подать документы в Росприроднадзор.

1.2 Воздействие предприятий металлообрабатывающей промышленности на окружающую среду

Металлургическая промышленность служит основой для развития множества других отраслей экономики. Ее продукция широко применяется в машиностроении, сельском хозяйстве, строительстве, авиации, энергетике и электронике. Металлы необходимы как для укрепления оборонного потенциала страны и освоения космоса, так и для производства стальных конструкций, кровельных материалов, водопроводных систем и крепежа. Развитая металлургия является ключевым фактором внедрения передовых технологий, отражая уровень научно-технического потенциала государства и влияя на развитие других секторов экономики. Именно в этой отрасли создаётся большинство материалов с уникальными физико-химическими свойствами, без которых невозможна реализация современных технологических достижений.

Ключевые направления прогресса российской металлургической отрасли включают в себя более активное применение вторичного сырья и увеличение объемов переработки металлолома отечественными предприятиями. Этот курс приобретает особую значимость в связи с сокращением запасов действующих месторождений и сложностями в разработке новых.

Металлообработка изделий сопровождается выделением в окружающую среду как материальных, так и энергетических загрязнителей. К энергетическим загрязнителям относятся высокий уровень, вибрации, тепловые загрязнения, электромагнитные поля, выделяемые работающим оборудованием (трансформаторы, индукторы, различные генераторы), отраженное лазерное излучение, возникающее при использовании лазеров в технологическом процессе. Высокий уровень звукового давления связан с работой молотов и механических прессов, рубильных машин, металлорежущего и другого оборудования,

компрессорных и насосных установок. Материальные загрязнители этой области весьма разнообразны. Большую часть составляют твердые аэрозоли, состоящие из металлических частиц и абразивных материалов оксида железа, соединений марганца, двуокиси кремния, но имеют место и газообразные загрязнители: оксиды азота, угарный газ и др [20].

Причинами загрязнения окружающей среды в металлургическом производстве являются: использование устаревших производственных технологий; малоэффективная очистка сточных вод; недостаточно эффективная работа газо- и пылеочистных установок; загрязнение почвы металлургическими шлаками. XIV Международная научно-практическая конференция 219 Вредное влияние металлургии на экологию приводит к многочисленным негативным последствиям, в числе которых: вредные выбросы в атмосферу, ухудшающие качество воздуха; изменение и деградация земель; загрязнение наземных, подземных вод, снижение качества питьевой воды из-за попадания в нее промышленных стоков; повышение количества заболеваний среди населения, увеличение смертности. Металлургические процессы приводят к попаданию в атмосферу химических соединений и элементов, высвобождаемых в процессе переработки сырья и сжигания топлива [21].

В первую очередь, от вредных выбросов страдают сами сотрудники металлургических предприятий. У них часто развиваются опасные хронические болезни. Также ухудшается здоровье людей, проживающих вблизи от металлургических производств. Вдыхая загрязненный примесями воздух и употребляя воду плохого качества, они заболевают из-за попадания в организм нитратов, тяжелых металлов, ядохимикатов. Жители промышленных городов часто имеют вегето-сосудистые поражения, болезни костной и опорно-двигательной системы, кожные и другие патологии.

Переработка металлолома характеризуется меньшими затратами ресурсов, энергии, топлива и трудовых ресурсов, поскольку исключает ряд ресурсоемких этапов производственного процесса. Например, переработка лома позволяет сэкономить около 30-35% средств, затрачиваемых на энергоносители, по сравнению с добычей из руды. Время, необходимое для переработки лома, меньше, чем для его добычи. Предприятия по переработке лома требуют меньших капиталовложений, более коротких сроков строительства, меньшего количества персонала, а также упрощенной инфраструктуры и технического оснащения.

С точки зрения экологической безопасности, переработка лома, во-первых, предотвращает попадание отработанного материала на свалки, тем самым снижая загрязнение окружающей среды, во-вторых, сокращает объемы потребления природных ресурсов, в-третьих, уменьшает выбросы в атмосферу и сточные воды. Существенным

аргументом в пользу сбора и переработки лома является то, что вторичное сырье обладает практически идентичными характеристиками, что и первичное [22].

В настоящее время существует несколько ключевых методов переработки металлического лома, как черных, так и цветных металлов. Каждый из них характеризуется своими особенностями и применяется, исходя из типа исходного сырья, количества отходов и экономической целесообразности процесса. Переработка состоит из пяти основных стадий:

- Сортировка. Исходные материалы классифицируются по типам, качественному состоянию и химическому составу.

- Дробление. Для уменьшения объема, занимаемого металлоломом, применяются специальные дробильные установки и измельчители. Металлические отходы измельчаются до определенного размера.

- Очистка. Для обеспечения высокого качества продукта, предназначенного для повторного использования, необходимо удаление посторонних примесей, пыли, загрязнений и остатков лакокрасочных покрытий. В процессе очистки отсеивается весь мусор, и для дальнейшей переработки остается только чистый металл.

- Упаковка. Подготовленный лом, прошедший этапы измельчения и очистки, упаковывается в соответствии с установленными требованиями. Затем он подвергается прессованию для достижения минимального объема и превращения в компактные брикеты, удобные для складирования и транспортировки.

- Переплавка. Металлические брикеты подвергаются переплавке для получения однородной массы. Этот процесс осуществляется в электрических или плазменных печах. Лом нагревается до необходимой температуры, что позволяет отделить его от нежелательных примесей. Данный метод обеспечивает получение высококачественного материала, который в дальнейшем может быть использован для изготовления новой продукции. Ключевую роль в процессе плавки играет специализированное оборудование: плавильные печи, ванны для удаления примесей и другие устройства [23].

Ключевыми факторами, обуславливающими загрязнение окружающей среды на предприятиях, специализирующихся на вторичной переработке металлов, выступают определенные технологические этапы и производственные объекты.

- Металлургические печи являются значительным источником эмиссии вредных веществ в атмосферу в ходе переработки металлического лома. В частности, выделяются диоксид серы (SO_2), различные оксиды азота (NO_x), монооксид углерода (CO), а также твердые частицы пыли и тяжелые металлы в форме аэрозолей. Термическая обработка и плавление стимулируют химические реакции, приводящие к формированию опасных газов и микроскопических частиц.

– Дробильное оборудование генерирует значительные объемы пыли при дроблении и измельчении металлолома. Эта пыль содержит частицы тяжелых металлов и другие вредные компоненты. Выбросы пыли представляют угрозу для здоровья персонала и состояния окружающей среды, поскольку мелкие частицы способны длительное время оставаться в воздухе и распространяться на обширные территории.

– Транспортные операции, связанные с перемещением металлолома на территории предприятия и за его пределами, влекут за собой выбросы от автотранспортных средств, включая оксиды азота, монооксид углерода, летучие органические соединения и взвешенные твердые частицы. Помимо этого, движение транспорта способствует подъему пыли с дорожных покрытий и складских территорий.

– Системы вентиляции, обслуживающие производственные помещения и очистные сооружения, могут служить источником выбросов загрязняющих веществ, если они не оборудованы эффективными фильтрующими элементами и очистными устройствами. Через вентиляционные каналы в атмосферу могут проникать пыль, дым, пары тяжелых металлов и другие нежелательные компоненты [24].

Повторное использование металлолома оказывает существенное положительное влияние на экологию, в частности, способствует уменьшению выбросов парниковых газов. Традиционное производство металлов из рудных пород связано с высоким энергопотреблением, что влечет за собой значительные объемы выбросов углекислого газа. В отличие от этого, вторичная переработка металлолома позволяет снизить выбросы парниковых газов в атмосферу вплоть до 90 %. Благодаря этому, процесс утилизации и повторного использования металлолома играет важную роль в замедлении темпов глобального потепления и в более широком контексте борьбы с негативными последствиями изменения климата.

Таким образом, переработка металлолома является экологически предпочтительным вариантом по сравнению с производством металла из первичного сырья, однако также может наносить вред, поэтому предприятия по механической обработке должны так же быть на учете, как и другие промышленные объекты и использовать наименее вредящие окружающей среде методы.

1.3 Классификация основных загрязняющих веществ, образующихся при обработке металлов

Наибольшим пылевыделением сопровождаются процессы абразивной обработки металлов: зачистка, полирование, шлифование и др. Образующаяся при этом пыль на 30-40% по массе представляет материал абразивного круга и на 60-70% материал обрабатываемого

изделия. Интенсивность пылевыведения при этих видах обработки связана, в первую очередь, с величиной абразивного инструмента и некоторых технологических параметров резания. При обработке войлочными и матерчатыми кругами образуется войлочная (шерстяная) или текстильная (хлопковая) пыль с примесью полирующих материалов, например, пасты ГОИ.

В ряде процессов механической обработки металлов и их сплавов применяют смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), которые в зависимости от физико-химических свойств основной фазы подразделяются на водные, масляные и специальные.

Применение СОЖ сопровождается образованием тонкодисперсного масляного аэрозоля и продуктов его термического разложения.

Количество выделяющегося аэрозоля зависит от многих факторов: формы и размеров изделия, режимов резания, расхода и способов подачи СОЖ. Экспериментально установлена зависимость количества выделений масляного аэрозоля от энергетических затрат на резание металла. Удельные показатели выделений в этом случае определяются как масса загрязняющего вещества, выделяемая на единицу мощности оборудования (на 1 кВт мощности привода станка).

Применение СОЖ снижает выделение пыли до минимальных значений, однако в процессах шлифования изделий количество выделяющейся совместно с аэрозолями СОЖ металлоабразивной пыли остается значительным [25].

Удельные показатели выделения загрязняющих веществ от электроэрозионных станков отдельных загрязняющих веществ при электрофизической обработке металлов классифицируется на:

Пыль, выделяющаяся при механической обработке металлов, классифицируется:

- при обработке стали и чугуна как оксид железа;
- при обработке цветных металлов пыли присваивается код оксида обрабатываемого металла;
- при обработке сплавов цветных металлов кодирование пыли производится по оксиду металла, являющегося основным (по массе) компонентом сплава.

При механической обработке металлических заготовок в галтовочных барабанах и дробеметных установках образующаяся пыль классифицируется следующим образом:

- при очистке чугуна и стали от окалины в галтовочных очистных барабанах (с использованием металлических звездочек) как оксид железа;
- при очистке чугуна и стали от окалины в галтовочных очистных барабанах (с использованием древесных опилок) как пыль окалины (оксид железа) и пыль древесная;

– при очистке чугуна и стали от окалины в дробеметных установках (с использованием металлической дроби) как оксид железа.

При обработке металлических изделий на полировальных станках с использованием пасты ГОИ выделяемая пыль имеет следующий состав:

- пыль оксида металла, в частности, оксид железа – 25%;
- пыль меховая (шерстяная, пшсовая) или хлопковая – 10 %;
- хрома трехвалентные соединения (в пересчете на Cr_3) – 65 %

При полировании металлических изделий без пасты ГОИ выделяется:

- пыль меховая (шерстяная, пшсовая) или хлопковая – до 98 %;
- пыль оксида металла – до 2 % [25].

При обработке металлов одним из важных этапов является работа на участке лазерной и плазменной резки. Лазерная резка металла обеспечивает точность, скорость и минимальные отходы материала. Однако при всех преимуществах процесс сопровождается образованием выбросов.

Выбросы при лазерной резке – это совокупность газов, аэрозолей, частиц металла и продуктов горения, которые образуются в процессе воздействия лазерного луча на материал.

Когда лазер разрезает металл, происходит локальное плавление и испарение материала. В результате образуется так называемый «лазерный дым» – смесь микрочастиц и газов, поднимающихся в рабочую зону. Процесс лазерной резки основан на концентрированном тепловом воздействии. Лазерный луч нагревает металл до температуры плавления или испарения, после чего расплав удаляется струей газа.

Основные процессы, на которых возможно формирование выбросов:

- Нагрев материала – температура в зоне реза достигает нескольких тысяч градусов.
- Плавление и испарение металла – формируется рез и образуются пары.
- Окисление (при резке кислородом) – усиливает тепловой эффект.
- Выдувание расплава – газ удаляет материал из зоны реза.
- Образование аэрозолей – частицы металла и оксидов попадают в воздух.

Основные виды выбросов при лазерной резке:

- Металлические аэрозоли (это мельчайшие частицы металла, образующиеся при испарении и конденсации расплава);
- Оксиды металлов при контакте с кислородом (оксид железа, оксид алюминия, оксиды цинка и др);
- Газообразные соединения, образуемые во время резки (угарный газ, углекислый газ, оксиды азота);

– Если металл имеет покрытие (краска, масло, пленка), при нагреве выделяются летучие органические соединения, токсичные пары [26].

На предприятиях металлообработки так же не обойтись без сварочно–кузнечного участка. При выполнении сварочных работ в атмосферу выделяется сварочный аэрозоль, в составе которого в зависимости от вида сварки, марки электродов и флюса находятся вредные загрязняющие вещества в виде оксидов металлов и газообразные соединения. На вспомогательных производствах различных предприятий применяется электродуговая сварка штучными электродами, а также газовая сварка и резка металла.

При нагреве заготовок и деталей в кузнечных горнах и нагревательных печах, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, происходят выделения углерода оксида, ангидрида сернистого (серы диоксид), азота оксиды, мазутная зола в пересчете на ванадий, твердых частиц (сажа). При закалке и отпуске в масляных ваннах происходит выделение паров минерального масла. Количество выделяющихся загрязняющих веществ при сварке зависит от марки электрода и марки свариваемого металла, типа швов и других параметров сварочного производства.

В процессе работы оборудования через вытяжные вентиляции, организованные источники могут выбрасываться загрязняющие вещества – 0123 Железа оксид, 0143 Марганец и его соединения (в пересчете на марганец (IV) оксид), 0301 Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота), 0304 Азот (II) оксид (Азот монооксид), 0330 Сера диоксид, 0337 Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ), 0342 Фториды газообразные, 0616 Диметилбензол (смесь о-, м-, п- изомеров) (Метилтолуол), 0627 Этилбензол (Фенилэтан), 1061 Этанол (Этиловый спирт; метилкарбинол), 1117 1-Метоксипропанол, 1401 Пропан-2-он (Диметилкетон; диметилформальдегид), 2704 Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод), 2750 Сольвент нефтя, 2752 Уайт-спирит, 2902 Взвешенные вещества, 2908 Пыль неорганическая: 70-20% SiO₂.

Кроме прямых процессов, связанных с металлообработкой, деятельность предприятия в настоящее время не обходится без других цехов предприятия, которые во время своего функционирования так же оказывают воздействие на атмосферный воздух. К ним относятся:

– Дизельная электростанция (ДЭС) на предприятии нужна для обеспечения бесперебойной подачи электроэнергии. Она выполняет роль независимого источника питания, который предотвращает остановку производственных процессов, защищает дорогостоящее оборудование от поломок при скачках напряжения и обеспечивает безопасность персонала при авариях в основной электросети. В процессе работы ДЭС через дымовую трубу выбрасываются загрязняющие вещества – 0301 Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота), 0304 Азот (II) оксид (Азот монооксид), 0328 Углерод (Пигмент

черный), 0330 Сера диоксид, 0337 Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ), 0703 Бенз/а/пирен, 1325 Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксаметан, метиленоксид), 2732 Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный).

Дизельное топливо для работы аварийной ДЭС хранится непосредственно в расходном баке ДЭС, при сливе и хранении дизельного топлива (неорганизованный источник №6009) в атмосферный воздух поступают загрязняющие вещества: 0333 Дигидросульфид (Водород сернистый, дигидросульфид, гидросульфид), 2754 Алканы C12-C19 (в пересчете на C).

– Автомастерские – В автомастерской проводится мелкий ремонт и сезонное техническое обслуживание, При работе двигателя внутреннего сгорания (ДВС) через вытяжную вентиляцию, в атмосферный воздух поступают загрязняющие вещества: 0301 Азота диоксид (Двуокись азота; пероксид азота), 0304 Азот (II) оксид (Азот монооксид), 0328 Углерод (Пигмент черный), 0330 Сера диоксид, 0337 Углерода оксид (Углерод окись; углерод моноокись; угарный газ), 2704 Бензин (нефтяной, малосернистый) (в пересчете на углерод), 2732 Керосин (Керосин прямой перегонки; керосин дезодорированный).

– Неорганизованные источники – парковки легкового и грузового автотранспорта, выбросы при работе ДВС.

Многокомпонентный состав выбросов определяется прежде всего видом обработки (механическая, термическая, химическая или электрофизическая). Ключевые результаты классификации:

– По агрегатному состоянию идентифицированы три основные группы: газообразные (оксиды углерода, серы и азота, летучие органические соединения), жидкие (технологические эмульсии, промывочные воды, масла) и твердые (мелкодисперсная металлическая и абразивная пыль, шламы, окалина). Наибольшую экологическую опасность представляют аэрозоли металлов (в том числе тяжелых) и газообразные токсиканты, обладающие высокой миграционной способностью.

– По химическому составу выделены классы неорганических (ионы тяжелых металлов, кислоты, щелочи) и органических загрязнителей (нефтепродукты, поверхностно-активные вещества, смазочно-охлаждающая жидкость).

– По степени опасности – большая часть образующихся веществ относится к 1–3 классам опасности. Комбинированное действие (синергизм) различных компонентов в составе сточных вод и выбросов способно усиливать токсический эффект по сравнению с изолированным действием каждого из них.

Проведенный в данной главе анализ технологических процессов обработки металлов позволил систематизировать и классифицировать основные загрязняющие вещества по их

агрегатному состоянию, химической природе и механизму воздействия на окружающую среду и здоровье человека. Таким образом, предложенная классификация создает научно обоснованную базу для выбора приоритетных направлений очистки.

1.4 Обзор современных методов и технологий очистки промышленных выбросов

Внедрение современных технологий очистки выбросов уменьшает количество поступающих в атмосферу загрязняющих веществ.

На рисунке 2 представлена классификация методов и аппаратов для обезвреживания газовых выбросов

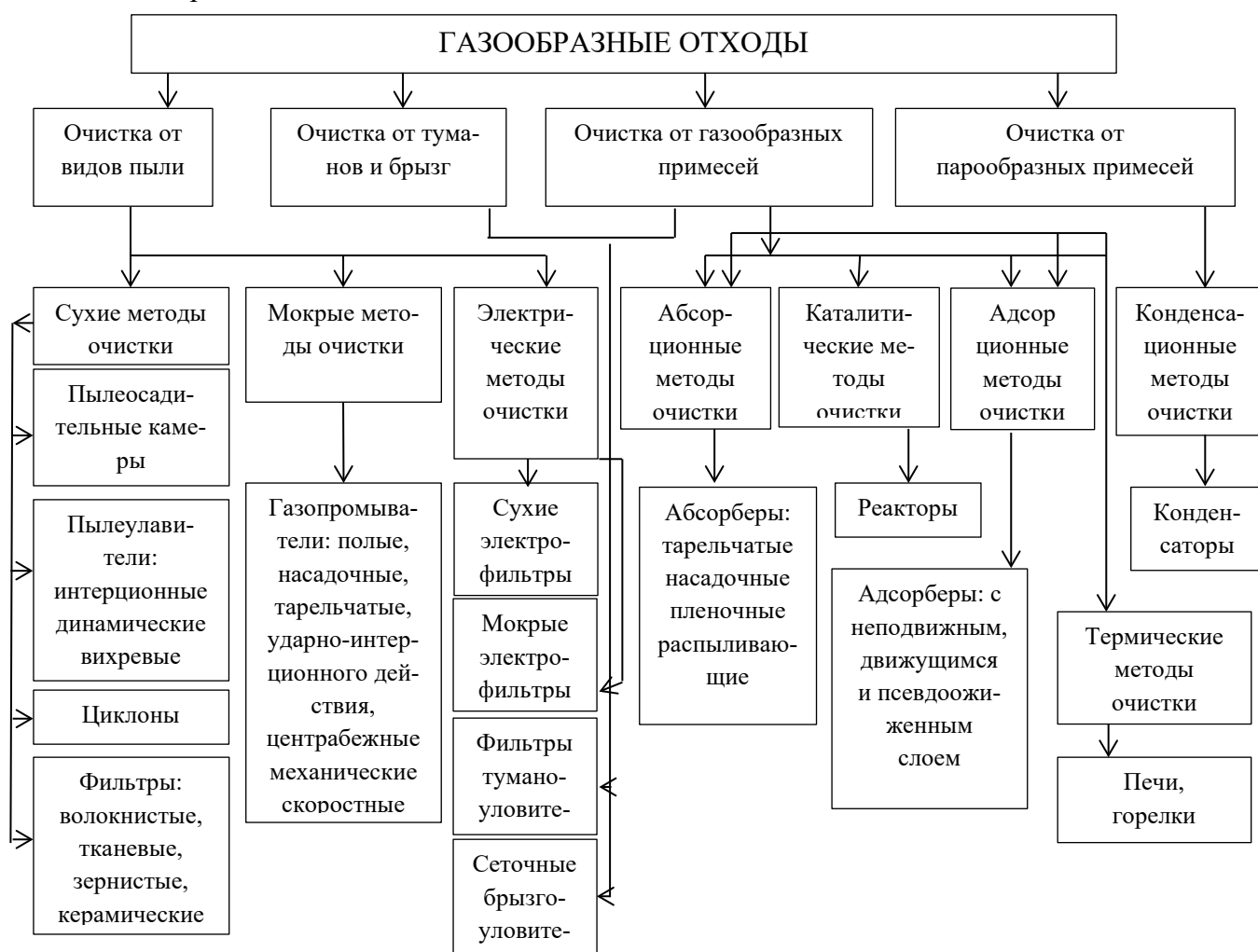


Рисунок 2 - Классификация методов и аппаратов для обезвреживания газовых выбросов

Составлено автором по [27]

Выбор методов очистки газовых выбросов и соответствующего газоочистного оборудования определяется спецификой производственного или подготовительного процесса, физико-химическими характеристиками загрязняющих веществ, их концентрацией и объемом, а также условиями функционирования производственного объекта. Процесс

расчета и выбора аспирационных систем осуществляется на этапе разработки проекта предприятия в целом или в рамках проектных решений, направленных на модернизацию существующих технологических процессов.

Современные технологии очистки выбросов от предприятий по вторичной переработке металлов включают комплекс аппаратных и химико-физических методов, направленных на улавливание пыли, газообразных токсинов и органических соединений. Основные из них [27]:

1) Рукавные (тканевые) фильтры и электрофильтры. Эти устройства обеспечивают высокоэффективную очистку газов от пыли и мелкодисперсных частиц, включая тяжелые металлы. Современные фильтровальные материалы выдерживают температуры до 1000 °С и позволяют улавливать субмикронную пыль.

2) Мокрые газоочистные установки (скрубберы). Используют промывание газов водой или химическими растворами для удаления взвешенных частиц и газообразных загрязнителей (оксидов серы, аммиака, формальдегида и др.). Современные высоконапорные скрубберы и центробежные аппараты обеспечивают охлаждение и эффективную очистку.

3) Адсорбция на активированном угле. Универсальный метод для удаления летучих органических соединений (ЛОС) с эффективностью до 98%. Активированный уголь поглощает токсичные газы, после чего уголь регенерируется и используется повторно.

4) Каталитическая нейтрализация и термическое сгорание. Каталитические установки окисляют вредные органические вещества, превращая их в менее опасные соединения. Термическое сгорание (дожигание) позволяет разрушать токсичные компоненты при высоких температурах с эффективностью до 99%.

5) Фотолитические, плазмохимические и радиационные методы очистки. Используют воздействие света, плазмы или радиации для разложения органических и неорганических токсинов в газовых потоках. Эти методы перспективны для комплексной очистки.

6) Мембранные технологии и сухая адсорбция. Мембранное разделение позволяет селективно удалять загрязнители из концентрированных газовых потоков. Сухая адсорбция с введением порошкообразного активированного угля эффективна для снижения выбросов диоксинов, фуранов и летучих металлов.

Для результативного удаления вредных веществ из газовых выбросов создают многоступенчатые системы очистки, учитывая особенности технологических процессов, состав и концентрацию загрязняющих компонентов, а также их химические и физические характеристики. Ключевые методы, применяемые для очистки газовых выбросов, включают: механическую фильтрацию, абсорбцию и химическую очистку [28].

Механическая фильтрация служит первым этапом очистки, предназначенным для удаления твердых частиц. В качестве оборудования используют циклоны, электрофилтры, рукавные и картриджные фильтры, эффективность которых зависит от размера и концентрации частиц.

Абсорбция, будь то физическая или химическая, основана на выборе жидкости, в которой загрязняющие вещества либо растворяются (физическая абсорбция), либо вступают в химическую реакцию с образованием новых соединений (химическая абсорбция). Абсорбционные процессы эффективно протекают в скрубберах, оросительных камерах и трубах Вентури. Выбор абсорбента определяется составом загрязняющих веществ. Для повышения эффективности может использоваться многоступенчатая абсорбция. В случаях с высокотемпературными газами в схему добавляют конвективные охладители. Циркуляционные насосы обеспечивают подачу раствора в оборудование, создавая замкнутый цикл и орошая многоярусные абсорберы.

Химическая очистка газов предполагает протекание химических реакций, которые играют доминирующую роль по сравнению с процессами конденсации, адсорбции, абсорбции и сжигания. Основная цель химической очистки – не удаление вредных веществ, а их трансформация в нейтральные соединения. Каталитическая очистка является распространенным методом, где реакция ускоряется твердым катализатором, размещенным в корпусе оборудования (гетерогенный катализ).

На этапе разделки на предприятии используется электрические отрезные станки. Электрические отрезные станки при вторичной переработке металла оказывают влияние на атмосферный воздух в основном через образование пыли и мелкодисперсных частиц. В процессе резки и разделки металлолома электрическими станками происходит механическое разрушение материала, что сопровождается выделением металлической пыли, содержащей частицы тяжелых металлов и других загрязнителей. Эти частицы могут оставаться в воздухе и распространяться на значительные расстояния, создавая потенциальную угрозу для здоровья работников и окружающей среды.

Для снижения негативного воздействия на атмосферный воздух рекомендуется использовать системы местной вытяжной вентиляции с фильтрацией пыли, а также применять современные технологии резки, которые минимизируют образование загрязняющих веществ. Замена устаревшего оборудования на более эффективное и экологичное позволяет существенно сократить объемы выбросов пыли и токсичных аэрозолей. Так же этот подход необходим в связи с применением в технологии дробильных машин, при работе которых также, как и при резке происходит образование пыли и мелкодисперсных частиц.

На сегодняшний день существует шесть основных методов резки металла, которые можно объединить в три группы:

- Высокоточные способы резки металла
- Механические
- Термические

К первой группе относят лазерную и гидроабразивную резки. К термическим способам резки относятся газокислородная и плазменная. Механические способы – это ленточнопильная резка, резка гильотиной, прочие виды обработки металлов давлением.

На рисунке 3 представлены существующие способы резки лома, которые могут использоваться предприятиями.

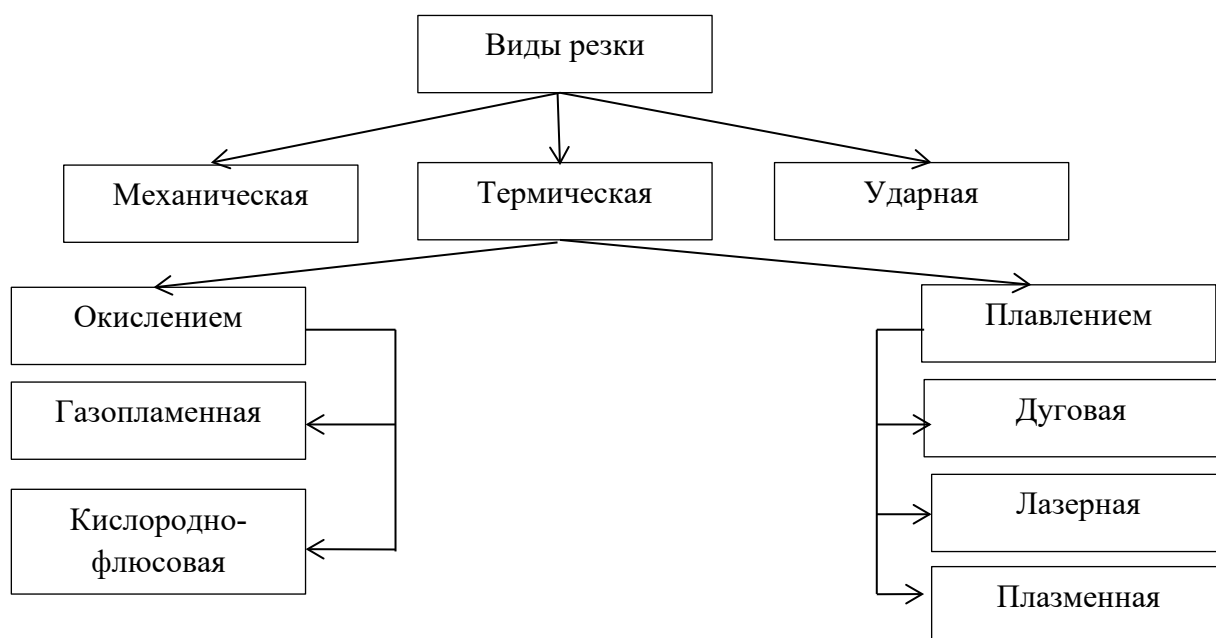


Рисунок 3 – Виды резки металлолома

Составлено автором по [28]

Современные методы резки металлолома, снижающие количество выбросов на предприятиях вторичной переработки металлов, включают:

– Лазерная резка – обеспечивает высокую точность и минимальное термическое воздействие, что снижает образование дыма и токсичных газов. Лазер практически не деформирует материал и уменьшает количество отходов.

– Гидроабразивная резка – экологичный метод, использующий струю воды с абразивом под высоким давлением. Отсутствие термического эффекта исключает образование вредных газов и минимизирует пылеобразование.

– Плазменная резка с улучшенными технологиями – современные установки повышают точность и скорость резки, уменьшая тепловое воздействие и выбросы

загрязнителей. Использование специализированных сопел и систем охлаждения снижает образование вредных продуктов горения.

- Кислородно-флюсовая резка – применяется для сложных металлов с добавлением флюсов, которые уменьшают окисление и образование токсичных газов в зоне реза.

Для уменьшения влияния дробилок на атмосферный воздух при вторичной переработке металла применяются следующие природоохранные меры и технические решения:

- Установка систем пылеулавливания и аспирации – современные дробилки оснащаются импульсными пылеуловителями и системами аспирации, которые эффективно собирают до 99,99% пыли и мелкодисперсных частиц, образующихся при измельчении металлолома.

- Использование водяного орошения и охлаждения – впрыскивание воды в рабочую зону дробилки снижает образование пыли и предотвращает её распространение в атмосферу.

- Применение герметичных камер и отсосов – дробилки оборудуются закрытыми корпусами и локальными вытяжными системами, которые уменьшают выбросы пыли и токсичных аэрозолей.

Образовательные и организационные меры для минимизации загрязнения атмосферного воздуха при вторичной переработке металлов включают следующие ключевые направления:

Профессиональное образование и подготовка кадров. Внедрение специализированных учебных программ и курсов по экологии металлургического производства и переработки металлов, направленных на формирование знаний о вредных выбросах и методах их снижения.

Обучение специалистов принципам рационального природопользования, экологическому нормированию, контролю и мониторингу выбросов, а также современным технологиям очистки воздуха.

Повышение квалификации руководителей и профильных специалистов по вопросам экологической безопасности и устойчивого развития предприятий.

Экологическое просвещение и мотивация персонала. Организация регулярных тренингов, семинаров и инструктажей по охране окружающей среды и соблюдению экологических нормативов на производстве.

Внедрение системы экологического менеджмента. Создание и поддержка систем экологического контроля, включая мониторинг выбросов и оценку экологических рисков.

Разработка и реализация природоохранных мероприятий на основе анализа экологической обстановки и технологических процессов.

Организационные меры на предприятии. Назначение ответственных лиц и создание экологических служб для контроля соблюдения природоохранных требований.

Внедрение регламентов и стандартов по эксплуатации очистных сооружений, вентиляционных систем и оборудования для снижения выбросов. Планирование и проведение регулярных аудитов и проверок экологического состояния предприятия.

Снижение выбросов на предприятиях вторичной переработки металлов достигается комплексным подходом, включающим внедрение современных технологий очистки газовых выбросов, оптимизацию технологических процессов и повышение энергоэффективности производства. Применение многоступенчатых систем фильтрации, скрубберов, адсорбентов и каталитических преобразователей позволяет существенно уменьшить содержание пыли, тяжелых металлов и токсичных газов в отходящих потоках.

Оптимизация сортировки и подготовки металлолома, автоматизация процессов резки и плавки, а также внедрение инновационных методов переработки (например, электролитической очистки стали) способствуют повышению качества вторичного сырья и сокращению потерь материала, что снижает экологическую нагрузку и экономит ресурсы. Кроме того, переход на замкнутые циклы водо- и газоочистки, а также использование возобновляемых источников энергии сокращают выбросы парниковых газов и других загрязнителей.

Важную роль играют организационные и образовательные меры: подготовка квалифицированного персонала, внедрение систем экологического менеджмента и постоянный мониторинг выбросов обеспечивают соблюдение нормативов и оперативное реагирование на экологические риски.

Таким образом, комплексное применение технических, технологических и управленческих решений позволяет значительно снизить выбросы загрязняющих веществ, повысить экономическую эффективность и экологическую безопасность металлообрабатывающих предприятий, обеспечивая устойчивое развитие отрасли и защиту окружающей среды.

1.5 Анализ научных исследований управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности

Металлообрабатывающая промышленность является одним из крупнейших источников техногенной нагрузки на окружающую среду. Выбросы предприятий отрасли содержат широкий спектр загрязняющих веществ: от тяжелых металлов (свинец, хром, марганец, никель) до газообразных соединений (CO, NO_x, SO₂) и органических веществ

(бензол, фенол, формальдегид). Научные исследования проблемы управления выбросами развиваются по нескольким ключевым направлениям.

В работе Дегтярева Н.Д. выполнена оценка экологической безопасности металлообрабатывающего предприятия, выявлен перечень вредных веществ и рассчитан экономический ущерб от загрязнения атмосферы по формуле, учитывающей удельный ущерб, характер рассеивания примесей и приведенную массу загрязняющих веществ. На примере предприятия в Омске годовой ущерб составил 2 624 784,2 руб., что демонстрирует значимость экономической составляющей в управлении выбросами [29].

Белик И.С. и Майорова Т.В. развивают научно-методические подходы к оценке эффективности экологического менеджмента на металлургических предприятиях с позиций:

- потребления энергетических ресурсов и эмиссии парниковых газов;
- вклада в изменение климата;
- достижения целей экологической политики и выполнения международных обязательств.

Авторы предлагают включение дополнительных экологических индикаторов, характеризующих управление выбросами парниковых газов и потреблением топлива, для расчета индексов экологической эффективности (Environmental Performance Index). Апробация методики выполнена на ОАО «Магнитогорский металлургический комбинат» [30].

В работе Рожиной А.К. разработан программный комплекс для автоматизации учета выбросов металлообрабатывающего предприятия. Ключевые функции системы: управление источниками и их характеристиками; ведение справочника веществ, методик расчета и ставок налогов; механизм проверки соответствия веществ в методике и описании источника для предотвращения некорректных расчетов. Новизна подхода заключается в интеграции баз данных веществ, методик и налоговых ставок для снижения трудозатрат и обеспечения точности отчетности [31].

Ендальцева И.А. в своем исследовании обосновала систему мероприятий по обеспечению гигиенической безопасности на основе оценки риска для здоровья населения в зоне влияния металлургического комбината. Ключевые результаты:

- выявлены приоритетные загрязняющие вещества, вносящие наибольший вклад в канцерогенный и неканцерогенный риск (соединения хрома VI, бензол, формальдегид);
- установлен неприемлемый уровень индивидуального канцерогенного риска ($>10^{-4}$) на расстоянии до 4 км от промплощадки;
- показано, что у детей аккумулируется хрома примерно в 2 раза больше, чем у взрослых, а у работников предприятия — в 5 раз больше, чем у неработающих ;

– соединения хрома (наряду с общетоксикологическим действием) способны вызывать мутагенный и канцерогенный эффекты [32].

Чекмизова Е.В., Агафонов С.В., Чекмизов В.А., Райкова С.В. (Саратовский медицинский научный центр гигиены ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора) – в своем исследовании занимались определением содержания металлов в атмосферном воздухе в районе металлообрабатывающего производства. Проведенные исследования установили, что независимо от направления ветра во всех точках концентрации Cu, Zn, Cr и Ni были ниже предела обнаружения. Концентрации Fe и Al в зависимости от направления ветра и точки пробоотбора представлены в таблице. Результаты измерений концентраций Al и Fe свидетельствуют о присутствии данных металлов в атмосферном воздухе в районе металлообрабатывающего производства. Концентрация Al незначительно увеличивалась в исследовательских точках по сравнению с контрольной при восточном и западном направлении ветра [33].

Орёлкина Д.И. разработала методику расчета вторичных загрязнителей (серной и азотной кислот), образующихся в атмосфере в результате химических превращений первичных выбросов металлургических предприятий. Установлено, что максимум концентрации вторичного загрязнителя может наблюдаться на значительном удалении от источника, что разрушает традиционное представление о наибольшей опасности вблизи предприятия. Разработан принцип непрерывного пространственно-распределенного источника для прогнозирования концентрационных полей на расстояниях до 1000 км.

В работе Блам И.Ю. и Ковалев С.Ю анализируют природоохранную деятельность российских предприятий черной и цветной металлургии. Обсуждаются вопросы внедрения системы экологического менеджмента и новых, менее энергоемких технологий, обеспечивающих снижение выбросов загрязняющих веществ и повышение конкурентоспособности компаний [34].

Проведённый анализ научных исследований демонстрирует, что проблема управления выбросами в металлообрабатывающей промышленности носит комплексный характер и требует междисциплинарного подхода, объединяющего экономические, экологические, технические и медико-гигиенические аспекты. Экономическая значимость вопроса подтверждается расчётами ощутимого годового ущерба от загрязнения атмосферы, что обосновывает необходимость совершенствования механизмов экологического менеджмента. Особого внимания заслуживают медико-гигиенические исследования, которые подтверждают неприемлемый уровень риска для населения вблизи предприятий и доказывают повышенное накопление токсичных веществ.

Заключение

Загрязнение воздуха является одной из самых насущных и серьезных экологических проблем, с которыми сталкивается мир сегодня. Оно вызвано выбросами вредных веществ, таких как оксиды азота, диоксид серы, углекислый газ, метан, тяжелые металлы и другие, из различных источников, включая транспорт, промышленные предприятия, электростанции, сельскохозяйственные предприятия и бытовые источники.

Загрязнение воздуха имеет серьезные последствия для здоровья человека и окружающей среды. Первое что стоит отметить – загрязненный воздух может вызывать различные заболевания, такие как бронхит, астма, хроническое обструктивное заболевание легких и рак легких. Так же загрязнение воздуха может приводить к изменению климата, в частности, глобальному потеплению, которое, в свою очередь, может вызвать ряд экологических катастроф, таких как таяние ледников, повышение уровня моря, изменение режимов осадков и другие. Загрязнение воздуха может приводить к деградации и уничтожению экосистем, таких как леса, болота и водные ресурсы, а также к нарушению биологического разнообразия.

Научно-исследовательская практика (НИР) – это обязательная часть естественно-научного образования. Научно-исследовательская практика – часть научно-исследовательского компонента подготовки магистров. Практика дает возможность студенту применить в реальном времени теоретические знания, полученные в процессе посещения лекций для успешного написания и сдачи дисциплин: ВКР (выпускных квалификационных работ), магистерских диссертаций и т.д.

Целью практики являлось формирование навыков и умений критического мышления к степени изученности и научной разработанности направлений исследования, анализ литературных источников по теме управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности, выделение теоретико-методологического подхода к выбору авторской методики исследований. Все поставленные задачи были выполнены.

– Проведен анализ нормативно-правового регулирования в области охраны атмосферного воздуха, что обеспечивает научную, правовую и организационную основу для эффективного регулирования, совершенствования практики и достижения комплексного и системного подхода в решении различных вопросов (создание системы экологического менеджмента; планирование и оценка эффективности природоохранных мероприятий);

– Составлена классификация основных загрязняющих веществ, образующихся от предприятий металлообрабатывающей промышленности что помогает в создании научно-обоснованной базы для выбора приоритетных направлений очистки.;

– Проведен обзор современных методов и технологий очистки промышленных выбросов от предприятий металлообрабатывающей промышленности, установлено что добиться снижения уровня загрязнения возможно при комплексном применении технических, технологических и управленческих решений;

– Изучены научные публикации отечественных и зарубежных авторов по теме управления выбросами загрязняющих веществ в металлообрабатывающей промышленности (научные труды, нормативно-правовые документы, отраслевая библиография). В работе рассмотрены труды таких авторов как: Чомаева М.Н., Шнайдер В.С., Камынин В.В., Скибина Я.В., Буторина И.В. и др.

В результате прохождения научно-исследовательской практики (НИР) были значительно расширены навыки ведения самостоятельной научной работы необходимые для написания диссертации.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Чомаева М.Н. Спектр экологических проблем как следствие загрязнения атмосферы/ М.Н. Чомаева// Астраханский вестник экологического образования – 2025. – №1 (85) – С. 106-112 .

2 Чомаева М.Н. Цементное производство и человек: негативные аспекты взаимовлияния / М. Н. Чомаева// Национальная безопасность и стратегическое планирование: сб.науч.ст – Санкт-Петербург, 2022. – С. 111-115.

3 Аналитические данные. – Текст: электронный// Официальный сайт Росприроднадзора [сайт]. – Владивосток, 2026. – URL: <https://rpn.gov.ru/open-service/analytic-data/statistic-reports/air-protect/> (дата обращения: 28.05.2026).

4 Об охране окружающей среды: Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ (ред. от 28.12.2025) // СПС «Гарант». – URL: <https://base.garant.ru/12125350/> (дата обращения: 28.05.2025).

5 Медведева В.А. О признании экологической информации общедоступной в рамках законодательства об охране окружающей среды / В.А. Медведева // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. – 2021. – № 5-4 (56). – С. 101-105.

6 Об отходах производства и потребления: Федеральный закон от 24.06.1998 №89-ФЗ (ред. от 23.03.2026)// СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_19109 (дата обращения 30.05.2026).

7 О животном мире: Федеральный закон от 24.04.1995 №52-ФЗ (ред. от 31.07.25) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_6542 (дата обращения 30.05.2026).

8 О недрах: Закон РФ от 21.02.1992 №2395-1 (ред. от 08.03.2026) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_343 (дата обращения 30.05.2026).

9 О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов: Федеральный закон от 20.12.2004 №166-ФЗ (ред. от 08.03.2026) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_50799 (дата обращения 31.05.2026).

10 Экологическое право: учебное пособие. Ч. 1 / Л. С. Булгакова, О. А. Гуреева, М. Б. Кабанова, В. В. Лавров, Я. К. Чепенко ; под общ. ред. В. В. Лаврова. – Санкт-Петербург: Санкт-Петербургский юридический институт (филиал) Университета прокуратуры Российской Федерации, 2020. – 180 с.

11 Уголовный кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 13.06.1996 №63-ФЗ (ред. от 10.06.2026) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_10699 (дата обращения 13.06.2026)

12 Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 30.12.2001 №195-ФЗ (ред. от 07.04.2025) // СПС «КонсультантПлюс». – URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34661 (дата обращения 13.06.2026).

13 Экологическое право: учебник/ Бандорин [и др.]: под ред. З. Ф. Сафина, Е. В. Луневой; Казанский (Приволжский) федеральный университет. – Москва: Проспект, 2022. – 400 с.

14 Быковский В.К. // Законодательство об охране атмосферного воздуха как отрасль законодательства/ В.К. Быковский В.К.// Вестник Университета имени О.Е. Кутафина (МГЮА). – 2023. – № 3 – С. 48-54.

15 Скорев М.М. Организационно-управленческие аспекты определения стоимости разработки нормативной природоохранной документации предприятий / М.М. Скорев И.Р. Киришцева, А.В. Жигунова // Наука и образование: хозяйство и экономика; предпринимательство; право и управление. – 2023. – № 1 (152). – С. 88-92.

16 СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания: утв. Постановлением Главного гос. врача РФ от 28.01.2021 г. № 2. Введены с 01.03.2021. (с изм. и доп. от 24.12.2025) // СПС «Гарант». – URL: <https://base.garant.ru/400274954/> (дата обращения: 08.06.2026).

17 СанПиН 2.1.3684-21 Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию территорий городских и сельских поселений, к водным объектам, питьевой воде и питьевому водоснабжению, атмосферному воздуху, почвам, жилым помещениям, эксплуатации производственных, общественных помещений, организации и проведению санитарно-противоэпидемических (профилактических) мероприятий: утв. Постановлением Главного гос. санитарного врача РФ от 28.01.2021 г. № 3. Введены с 01.03.2021. (с изм. и доп. от 12.02.2026) // СПС «Гарант». – URL: <https://base.garant.ru/400289764/> (дата обращения 08.06.2026).

18 Алыкова О.И. Накопленный экологический вред: проблемы и последствия. Государственный реестр ОНВОС / О.И. Алыкова, Л.Ю Чуйкова, Ю.С. Чуйков // Астраханский вестник экологического образования. – 2021. – № 2 (62). – С. 88-113.

19 Прусакова А.В. Современные требования к отчётной документации природопользователя / А.В. Прусакова // Современные технологии и научно-технический прогресс. – 2023. – № 10. – С. 255-256.

20 Шнайдер В.С. Анализ влияния предприятия металлообработки на экологическую обстановку/ В. С. Шнайдер, И. Ю. Нагибина, М. В. Михайлиди, А. В. Плеханова// Безопасность городской среды: Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Омск, 2021. – С.40-43.

21 Камынин В.В. Экологические аспекты металлургического производства / Камынин В.В., Дмитриева Н.В., Салтанова А.В. // Среда, окружающая человека: природная, техногенная, социальная: Материалы XIV Международной научно-практической конференции. – Брянск, 2025. – С.218-221.

22 Скибина Я.В./ Экономическая обоснованность вторичной переработки лома черных и цветных металлов в современных условиях/ Я.В. Скибина// Итоги научно-исследовательской работы за 2021 год: Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ – Краснодар, 2022. – С. 459-462.

23 Переработка лома черных и цветных металлов: современные методы, оборудование и решения проблем отрасли. – Текст: электронный // ООО «ЭРГА»: [сайт]. – Калуга, 2026. – URL: <https://erga.ru/publication/pererabotka-loma-chernykh-i-tsvetnykh-metallor-problemy-sposoby-ikh-resheniya-i-oborudovanie/> – (дата обращения 10.06.2026).

24 Системы вентиляции – Текст: электронный // ООО «ТрансТехРесурс»: [сайт]. – Москва, 2026 – URL: https://teh-eco.com/o_kompanii/staty/othodi-metalla/ (дата обращения 10.06.2026).

25 ГОСТ 32602-2014. Правила расчета выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при механической обработке металлов на основе удельных показателей. Дата введения 01.07.2015 // СПС «Кодекс». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200109740>.

26 Выбросы при лазерной резке металла: виды, риски и способы снижения – Текст: электронный //ООО «ОллРэди»: [сайт]. – Санкт-Петербург, 2026 – URL: <https://all-ready.ru/stati/vybrosy-pri-lazernoj-rezke-metalla/> (дата обращения 15.06.2026).

27 Буторина И.В. Современные способы очистки выбросов предприятий черной металлургии: Металлы: ежемесячный журнал по актуальным проблемам металлургии, машиностроения и приборостроения зарубежных стран – 2021. – № 7 (1075) – С. 81-89.

28 Очистка газообразных выбросов: основные принципы/ Сибэлкон, промышленная фильтрация: – Текст: электронный // ООО «Сибэлкон»: [сайт]. – Москва, 2026 – URL <https://sibelkon.ru/base/ochistka-gazoobraznyx-vybrosov-osnovnye-principy/>(дата обращения: 20.06.2026).

29 Дегтярев Н.Д. Система управления экологической безопасностью (на примере организации обрабатывающего производства) / Н.Д. Дегтярев // Молодой ученый. – 2017. – № 50 (184). — С. 42-44.

30 Белик И.С. Совершенствование экологического менеджмента на металлургических предприятиях в направлении развития низкоуглеродной экономики / И.С.Белик, Т.В. Майорова // Вестник УрФУ. Серия: Экономика и управление. – 2016. – № 4. – С.529-554.

31 Рожина А.К. Программный комплекс для учета и анализа выбросов загрязняющих веществ металлообрабатывающего предприятия в атмосферный воздух / А.К. Рожина // Современная российская наука: актуальные вопросы, достижения и инновации: сборник статей X Всероссийской научно-практической конференции – Пенза, 2025. – С.24-26.

32 Ендальцева И.А. Оценка риска для здоровья населения, проживающего в зоне воздействия выбросов от металлургического производства / И.А. Ендальцева, В.И. Попов., В.И.Денисенко // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2021. – №10 (4) – С.848-851.

33 Е.В. Чекмизова Определение содержания металлов в атмосферном воздухе в районе металлообрабатывающего производства / Чекмизова Е.В., Агафонов С.В., Чекмизов В.А., Райкова С.В. // Фундаментальные и прикладные аспекты анализа риска здоровью населения – 2023: Материалы всероссийской научно-практической интернет-конференции молодых ученых и специалистов Роспотребнадзора с международным участием – Пермь, 2023 – С.169-171.