

УДК 621.31

Герасимов Артем Николаевич, магистрант, Тольяттинский государственный университет, г. Тольятти.

ПРОБЛЕМЫ ЭФФЕКТИВНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ

Аннотация. В статье рассмотрены проблемы обеспечения эффективной работы систем экологической безопасности на предприятиях энергетической отрасли России. Анализируются основные источники загрязнения окружающей среды энергетическими объектами, выявляются причины недостаточной эффективности экологических мероприятий. Проведено сравнение российских и зарубежных стандартов экологической безопасности (на примере Германии, США и Японии). Особое внимание уделено типовым аварийным ситуациям и сбоям в экологических системах на энергетических предприятиях, их последствиям для природной среды. Предлагаются пути решения выявленных проблем, включая техническую модернизацию, совершенствование мониторинга и управления, повышение экологической ответственности персонала.

Annotation. The article considers the problems of ensuring the effective operation of environmental safety systems at enterprises in the Russian energy sector. The main sources of environmental pollution by energy facilities are analyzed, and the reasons for the insufficient effectiveness of environmental measures are identified. A comparison of Russian and foreign environmental safety standards is made (using Germany, the USA and Japan as examples). Particular attention is paid to typical emergency situations and failures in environmental systems at energy enterprises and their consequences for the natural environment. Solutions to the identified problems are proposed, including technical

modernization, improved monitoring and management, and increased environmental responsibility of personnel.

Ключевые слова: энергетическая отрасль, экологическая безопасность, загрязнение окружающей среды, нормативы выбросов, аварийные ситуации, экологический мониторинг, модернизация энергопредприятий.

Keywords: energy industry, environmental safety, environmental pollution, emission standards, emergency situations, environmental monitoring, modernization of energy enterprises.

Предприятия энергетического сектора оказывают масштабное воздействие на окружающую среду. Электростанции и другие объекты энергетики выбрасывают в атмосферу значительные объёмы газовых и твёрдых загрязняющих веществ в результате сжигания топлива. Кроме того, их деятельность приводит к образованию промышленных отходов и сточных вод, изменяет тепловой и гидрологический режим окружающей среды. Топливно-энергетический комплекс традиционно относится к крупнейшим загрязнителям: по оценкам, на него приходится основная доля антропогенных выбросов, включая парниковые газы. Таким образом, обеспечение экологической безопасности на энергопредприятиях — ключевой фактор снижения общей экологической нагрузки. Для этого на объектах внедряются специальные системы экологической безопасности: газоочистные установки, системы очистки воды, контрольные приборы мониторинга и другие технологические и организационные меры. Однако, как показывает практика, эффективность функционирования этих систем нередко оказывается недостаточной, и ряд проблем препятствует достижению необходимого экологического уровня [9].

В таблице 1 приведены главные направления негативного воздействия энергопредприятий на окружающую среду и характер образующихся загрязнений.

Таблица 1 – Основные источники загрязнения на энергетических предприятиях

Источник загрязнения	Основные загрязняющие вещества и факторы	Особенности воздействия
Сжигание угля на теплоэлектростанциях	Дымовые выбросы: диоксид серы (SO ₂), оксиды азота (NO _x), угарный и углекислый газ (CO, CO ₂), твёрдые частицы (зола, сажа), тяжёлые металлы (ртуть, свинец)	Высокие концентрации загрязнителей в выбросах. Необходимы электрофильтры и системы сероочистки; без очистки образуются смог и кислотные дожди. Зола требует безопасного хранения
Сжигание газа и мазута	Оксиды азота, углекислый газ; при мазуте дополнительно диоксид серы, ванадия пятиоксид (V ₂ O ₅) и сажа	Газовое топливо чище угля: отсутствуют зола и многие токсичные примеси, однако выбросы NO _x и CO ₂ значительны. Мазут близок к углю по спектру загрязнений, хотя содержит меньше золы
Выбросы при работе и пусках турбин, котлов	Неполностью сгоревшие углеводороды, летучие органические соединения (ЛОС), повышенные выбросы CO и NO _x (особенно при аварийных режимах)	При запуске и остановке оборудования возможны кратковременные выбросы повышенной концентрации. Эти выбросы затрудненно улавливаются стандартными системами очистки
Сточные воды и тепловое загрязнение	Горячая вода, солевой сток, нефтепродукты, продукты водоподготовки (реагенты), взвешенные вещества и тяжёлые металлы	Сброс подогретой воды меняет температурный баланс водоёмов, снижая кислород и влияя на экосистемы. Неочищенные сточные воды приводят к эвтрофикации, отравлению водных организмов и накоплению токсичных веществ в донных отложениях
Отходы производства (зола, шлаки, отработанное топливо)	Твёрдые отходы: золошлаковые смеси с содержанием тяжёлых металлов и токсичных элементов; отработанные масла, фильтры	Золошлаковые отвалы занимают большие площади, могут пылить и загрязнять грунтовые воды. Неправильное хранение отходов нефти приводит к длительному загрязнению среды
Шумовое, вибрационное и электромагнитное воздействие	Шум от турбин и генераторов, вибрации, электромагнитные поля ЛЭП	Физические факторы воздействуют на человека и фауну. Постоянный шум и вибрация ухудшают условия жизни. Сильные электромагнитные поля могут влиять на здоровье

Как видно из таблицы 1, наибольший ущерб наносит сжигание ископаемого топлива. Угольные ТЭС выбрасывают в атмосферу множество вредных веществ, от парникового CO₂ до токсичных соединений серы и азота, вызывающих кислотные осадки и смог. Газовые электростанции избавлены от проблемы золы и многих тяжёлых металлов, однако они также являются источником значительных объёмов оксидов азота и парниковых газов. Кроме того, для всех типов электрогенерации характерно образование отходов и сточных вод: золошлаки угольных станций требуют специальных полигонов, а системы охлаждения выбрасывают тёплую воду, нарушая экобаланс рек. Совокупное воздействие этих факторов делает предприятия энергетики одними из самых экологически опасных промышленных объектов, что обуславливает необходимость эффективно действующих систем экологической безопасности [7].

Несмотря на наличие на энергетических предприятиях систем экологической безопасности, на практике часто возникают трудности с их эффективным функционированием. В России эти проблемы обусловлены как техническими, так и организационно-экономическими факторами.

Во-первых, значительная часть энергоёмкостей страны была построена несколько десятилетий назад и сегодня эксплуатируется на пределе или сверх проектного срока службы. Устаревшее оборудование очистки дымовых газов и водоочистки не способно достигать современного уровня фильтрации выбросов, на ряде старых ТЭЦ отсутствуют установки десульфурации дымовых газов (системы устранения SO₂), что приводит к прямому выбросу диоксида серы в атмосферу. Даже там, где такие установки имеются, их эффективность может снижаться из-за износа и недостаточного обслуживания. Ситуацию усугубляет использование низкокачественного топлива: уголь с высоким содержанием серы и золы при сжигании образует больше загрязнений, усложняя задачу очистки. Модернизация очистного оборудования требует крупных инвестиций, которые не всегда доступны предприятиям, особенно региональным котельным и теплоцентралям [4].

Во-вторых, проблемы связаны с организацией экологического контроля и стимулов для предприятий. Исторически в России применялась система нормативов, основанная на предельно допустимых концентрациях (ПДК) загрязняющих веществ в окружающей среде и расчетных допустимых выбросах (ПДВ) для каждого источника. Такой подход часто ориентирован на рассредоточение выбросов (за счёт высоких труб) вместо их предотвращения в источнике. Сами нормативы допустимых выбросов в прошлом были менее строгими, чем современные международные технологические стандарты. Лишь в последние годы в российское законодательство введён принцип наилучших доступных технологий (НДТ), требующий от предприятий постепенно внедрять более чистое оборудование. Однако внедрение НДТ идёт постепенно, и большинство старых энергоблоков пока работают по старым правилам. В результате концентрации вредных веществ в промышленных центрах, особенно вблизи крупных ТЭС, нередко остаются высокими.

Недостаточный экологический мониторинг и слабое принуждение к соблюдению норм также снижают эффективность систем безопасности. Технологически системы очистки могут работать эффективно только при условии постоянного контроля параметров выбросов и своевременного обслуживания. На практике же ещё несколько лет назад далеко не все электростанции были оснащены автоматическими средствами мониторинга выбросов. Проверки контролирующих органов зачастую плановые и редкие, что создает риск недобросовестной эксплуатации очистных систем. Если фильтры можно временно отключить для экономии энергии или снизить расходы на реагенты, это может остаться незамеченным в промежутке между проверками. Финансовые санкции за экологические нарушения в России исторически были невелики по сравнению с издержками модернизации, поэтому у предприятий мало экономических стимулов вкладываться в улучшение экологических систем. Таким образом, приоритет экономии средств над экологией приводит к тому, что существующие очистные

сооружения не всегда используются на полную мощность или поддерживаются в надлежащем состоянии [3].

Эксплуатация сложных фильтровальных установок, котельного оборудования с низкими выбросами и систем контроля требует определённой компетенции. Если персонал не обучен работе с современными экологическими технологиями, эффективность таких систем падает. В некоторых случаях экологическая служба на предприятии номинальна и не имеет реального влияния на производственные решения. Отсутствие систематического обучения и внутреннего контроля приводит к нарушениям регламентов эксплуатации очистного оборудования. К примеру, нарушение технологий утилизации золы или сброса сточных вод может происходить просто из-за пренебрежения инструкциями, особенно если руководство предприятия не считает экологическую безопасность приоритетной [1].

Наконец, общий износ инфраструктуры и аварийность на объектах энергетики в России также отражаются на экологической безопасности. Аварии, приводящие к выбросам загрязняющих веществ, случаются как по техническим причинам, так и из-за человеческого фактора. Утечки топлива, разрывы пылепроводов, прорывы дамб золошлаковых отвалов — всё это свидетельствует о том, что системы предохранения от ЧС работают не идеально. В совокупности перечисленные проблемы существенно снижают эффективность функционирования экологических систем на энергетических предприятиях. В результате наблюдаются периодические эксцессы: превышения концентрации вредных веществ в воздухе городов, попадание загрязняющих стоков в водоёмы, накопление промышленных отходов без надлежащей переработки.

Для более глубокого понимания возникающих проблем полезно сопоставить экологические стандарты и подходы России с опытом ведущих зарубежных стран. Такие страны, как Германия, США и Япония, за последние десятилетия выстроили эффективные системы экологического регулирования в энергетике. Сравнение показывает как различия в нормативной базе, так и

отличия в технологических требованиях и контроле. Ниже в таблице 2 приведены ключевые элементы экологических стандартов и политики в России и трех зарубежных странах.

Таблица 2 – Сравнение экологических стандартов России и ведущих зарубежных стран [2]

Аспект	Россия	Германия	США	Япония
Законодательная основа	ФЗ «Об охране окружающей среды», ПДК/ПДВ и постепенный переход к НДТ	BImSchG и земельные законы, директивы ЕС	Clean Air Act и др., стандарты ЕРА и штатов	Экологическое законодательство после кризисов 1960–70-х годов, строгие национальные и местные нормативы
Нормы выбросов для электростанций	Допустимые выбросы ПДК, переход к НДТ, но старые станции ещё работают по старым нормативам	Нормативы ЕС, строгие ограничения для SO ₂ , NO _x и пыли, обязательные системы очистки	Стандарты ЕРА и штатов, обязательны установки очистки (скрубберы, DeNO _x)	Очень строгие стандарты, степень очистки до 99%, активная экологическая ответственность корпораций
Мониторинг и контроль	Росприроднадзор и Ростехнадзор, постепенное внедрение автоматического мониторинга	Многоуровневый контроль (федеральный, земельный и муниципальный), прозрачность данных	ЕРА и штаты ведут строгий контроль, обязательны непрерывный мониторинг и доступность данных	Строгий государственный и общественный контроль, открытость данных, высокая корпоративная ответственность
Политика в отношении CO ₂ и климата	Участие в международных соглашениях, умеренные внутренние цели, отсутствие единой системы торговли квотами	Энергетический переход (Energiewende), амбициозные цели сокращения CO ₂ , система торговли квотами ЕС	Нет единого механизма торговли выбросами на федеральном уровне, отдельные программы штатов и федеральные инициативы (Закон о	Углеродная нейтральность к 2050 г., активное внедрение ВИЭ и водородных технологий после аварии на АЭС «Фукусима-1»

			снижении инфляции)	
--	--	--	--------------------	--

Сравнение демонстрирует, что в ведущих экономиках сформировался более жёсткий и проактивный экологический режим в энергетике, чем в России. Германия и Япония превратили экологическую безопасность в неотъемлемую часть технологической политики: там нормативы требуют внедрения лучшего оборудования, а контроль подкреплён высокой ответственностью. В США, несмотря на некоторую федеративную разнородность законодательства, крупные энергетические компании также действуют в условиях строгих стандартов и давления со стороны регуляторов и общества. Для российских же предприятий переход к сопоставимому уровню стандартов пока остаётся задачей на будущее: законодательная база эволюционирует, но внедрение происходит медленно. Тем не менее, изучение зарубежного опыта уже сейчас позволяет наметить пути решения стоящих проблем [7].

Слабые места в экологической защите энергопредприятий наиболее наглядно проявляются, когда происходят сбои и аварии. Анализ инцидентов показывает типичные виды отказов экологических систем и те негативные последствия, к которым они приводят. В таблице 3 суммированы распространённые сбои и аварийные ситуации на предприятиях энергетической отрасли, связанные с нарушением экологической безопасности, а также их последствия для окружающей среды.

Таблица 3 – Типовые сбои в системах экологической безопасности и их последствия

Сбой / отказ системы	Последствия для окружающей среды
Неисправность или отключение системы очистки дымовых газов	Рост выбросов пыли и газа, смог, кислотные дожди, рост заболеваний дыхательных путей
Отказ очистки сточных вод	Загрязнение рек и водоёмов токсичными веществами, гибель водных организмов, непригодность воды к использованию
Прорыв дамбы золошлакового отвала	Массовое загрязнение почв, грунтовых вод и поверхностных вод токсичными компонентами

Нарушение герметичности топливопроводов, резервуаров	Нефтяные разливы, загрязнение почвы и воды, уничтожение флоры и фауны, долгосрочные загрязнения углеводородами
Сбой систем мониторинга и оповещения	Позднее обнаружение и ликвидация аварий, увеличение степени загрязнения
Человеческий фактор	Выброс загрязнителей сверх норматива, вызванный нарушением регламентов персоналом

Приведённые типовые ситуации подтверждают критическую важность исправной работы всех элементов экологической защиты. Так, аварии на золоотвалах уже случались в истории энергетики и всегда оборачивались локальными экологическими бедствиями: сотни тысяч тонн золы и шлама вымываются в реки и на прилегающие территории. Одно из таких событий произошло на угольной электростанции в Иркутской области (СССР, 1988 г.), когда прорыв дамбы золоотвала привёл к масштабному загрязнению реки и потребовал эвакуации жителей ближайшего посёлка. Менее масштабные, но частые сбои – отключения фильтров – могут остаться незамеченными широкой общественностью, однако их вклад проявляется в хроническом загрязнении атмосферы, если электрофильтры на ТЭС перестают эффективно улавливать пыль зимой, смог и повышенное содержание взвешенных частиц становятся типичной картиной для городов вблизи крупных котельных. Такие случаи фиксируются в промышленных регионах Сибири и Урала, где в морозные дни избыток выбросов при слабом рассеивании воздуха приводит к ухудшению видимости и росту обращений к медикам по поводу заболеваний дыхательных путей [10].

Человеческие ошибки и небрежность дополняют технические проблемы. Системы экологической безопасности часто строятся с расчётом на определённую культуру эксплуатации: если персонал осознанно или из-за недостаточной подготовки обходит защитные процедуры, природа оказывается беззащитной. В условиях, когда нет оперативного контроля, соблазн сэкономить время или ресурсы ценой экологической компоненты высок. Поэтому именно сочетание технической надёжности и

дисциплинированности персонала определяет реальную эффективность экологических систем.

Решение обозначенных проблем требует комплексного подхода, сочетающего модернизацию технологий, улучшение управления и учёт передового опыта. Повышение эффективности систем экологической безопасности на энергетических предприятиях должно происходить на нескольких уровнях одновременно [5].

Первый важный шаг – техническое переоснащение и внедрение наилучших доступных технологий. Необходимо ускорить модернизацию устаревших электростанций: установка высокоэффективных электрофильтров, рукавных фильтров или гибридных систем для улавливания пыли позволит значительно сократить выбросы твёрдых частиц. Внедрение установок десульфурации дымовых газов (мокрых известковых скрубберов) и денитрификации (селективное каталитическое восстановление NO_x) должно стать стандартом не только для новых, но и для действующих крупных ТЭС. Государственная поддержка в виде субсидий или льготных кредитов на экологическую модернизацию могла бы ускорить этот процесс, особенно для региональных генераций, где собственных средств недостаточно. Одновременно целесообразно развивать и менее капиталоемкие технологические меры: переводу котельных с угля на природный газ там, где это возможно, использование более чистых сортов угля с предварительной обогащением, внедрение автоматических горелок с низким образованием NO_x . Эти решения позволяют снизить нагрузку на очистные системы, предупреждая образование загрязнителей в процессе горения [12].

Второй ключевой аспект – совершенствование системы мониторинга и контроля. В эпоху цифровизации энергопредприятия могут внедрять интегрированные системы экологического мониторинга, которые в реальном времени отслеживают состав дымовых газов, качество сточных вод и другие параметры. Такие системы не только собирают данные для отчётности, но и способны автоматически реагировать: при росте концентрации пыли

автоматика может скорректировать режим работы электрофильтра или сигнализировать персоналу о необходимости обслуживания.. Прозрачность стимулирует предприятия соблюдать нормы, поскольку любые отклонения становятся достоянием гласности. Ужесточение государственного контроля также необходимо: внеплановые проверки, особенно в регионах с неблагоприятной экологической ситуацией, помогут выявлять нарушения, а рост размеров штрафов сделает экономически невыгодным игнорирование экологических требований [11].

Повышение эффективности невозможно без инвестиций в человеческий капитал и культуру производства. Персонал энергопредприятий должен регулярно проходить обучение современным методам экологически безопасной эксплуатации. Это касается не только инженеров-экологов, но и операторов котлов, машинистов турбин, специалистов по ремонту – всех, чьи действия влияют на выбросы и отходы. Внутри компаний стоит внедрять системы экологического менеджмента, мотивирующие соблюдать регламенты, опыт Японии показывает, что добровольные инициативы предприятий (эко-сертификаты, внутренняя отчетность о снижении выбросов) существенно повышают общий уровень безопасности. Поощрение лучших практик – премирование подразделений, сумевших уменьшить потери и выбросы, публичная демонстрация экологических успехов предприятия – формирует позитивную конкуренцию за экологическую ответственность.

Следующее направление – совершенствование нормативно-правовой базы с опорой на международный опыт. Российским регуляторам имеет смысл перенимать удачные решения, применяемые в Германии, США, Японии, можно установить более жёсткие отраслевые стандарты на выбросы для энергетики, что задаст чёткие ориентиры для обновления технологий. Внедрение принципа «загрязнитель платит» в полной мере станет стимулом: плата за выбросы и загрязнение должна ощутимо превышать издержки на их предотвращение. Также следует развивать многоуровневую систему контроля: усилить роль региональных и местных органов власти в надзоре за

предприятиями, вовлекать независимых экспертов и экологические организации в оценку риска. Международное сотрудничество и обмен данными помогут отслеживать новейшие технологии: участие российских компаний в глобальных экологических инициативах (в проектах ООН по устойчивой энергетике) может облегчить доступ к лучшим практикам и финансированию «зелёных» проектов [9].

Наконец, стратегическое решение проблемы – структурные изменения в самой энергетической отрасли. В долгосрочной перспективе повышение экологической безопасности достигается за счёт развития низкоуглеродной и возобновляемой энергетики. Чем больше доля энергии, производимой без сжигания топлива (гидро-, атомные, солнечные, ветряные станции), тем меньше совокупные выбросы и нагрузка на очистные системы. Конечно, полностью отказаться от углеводородного топлива мгновенно невозможно, но постепенная диверсификация энергетического баланса уже происходит. Одновременно традиционные тепловые электростанции могут интегрироваться с новыми технологиями, уменьшающими выбросы: улавливание и хранение углерода (CCS) для сокращения выбросов CO₂, использование водородного топлива совместно с природным газом для снижения углеродного следа. Эти решения выходят за рамки сугубо локальных систем экологической безопасности, но создают условия, в которых такие системы будут справляться с меньшим объёмом загрязнителей [6].

В заключение, проблемы эффективного функционирования систем экологической безопасности на предприятиях энергетики в России представляют сложную, но решаемую задачу. Необходимы целенаправленные усилия по модернизации технологий, укреплению контроля, повышению ответственности как со стороны государства, так и бизнеса. Зарубежный опыт показывает, что при политической воле и инвестициях энергетическая отрасль может существенно снизить экологические риски. Применение этих уроков, адаптированных к российским реалиям, позволит обеспечить надёжную

экологическую безопасность на энергетических предприятиях, защитив природу и здоровье людей без ущерба для развития самой энергетики.

Список литературы

1. Авагян Г.Л., Кесян З.А. Совершенствование механизма управления экологической безопасностью как фактора повышения эффективности функционирования производства // Terra economicus: научно-аналитическое издание. – 2010. – Т. 8, № 3, часть 3. – С. 154–160.
2. Агеенко Д.Д., Рубан Н.Ю. Внедрение системы экологического менеджмента на предприятии угольной промышленности, как метод управления экологической безопасностью // Энергетика и энергосбережение: теория и практика. Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Кемерово: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2024. – С. 103.1–103.4.
3. Андреев К.Г., Легченко В.А. К вопросу обеспечения экологической безопасности на предприятии // Безопасность городской среды. Материалы XII Международной научно-практической конференции. – Омск: Омский государственный технический университет, 2025. – С. 450–453.
4. Бакка С.В., Киселева Н.Ю. Региональные ключевые орнитологические территории: разработка критериев, проблемы выделения КОТР и их интеграции в систему ООПТ – Нижегородский опыт // Пернатые хищники и их охрана. – 2018. – № S1. – С. 234–237. – EDN: YSKEEN.
5. Каранина Е.В., Максимова Н.А. Обеспечение экологической безопасности на промышленных предприятиях // Вектор экономики. – 2021. – № 4 (58). – Порядковый номер: 65.
6. Кушнарченко Е.В. Организация обучения мерам экологической безопасности на предприятии // Безопасность городской среды. Материалы XII Международной научно-практической конференции. –

- Омск: Омский государственный технический университет, 2025. – С. 18–21.
7. Лебедева Н.А., Свежинцев С.С., Качанова О.Н. Проблемы эффективного функционирования систем экологической безопасности на промышленных предприятиях // Инженерный вестник Дона. – 2020. – № 8 (68). – С. 213–222.
 8. Лупинос Г.О. Проблемы экологической безопасности на крупных промышленных предприятиях // Контроль качества продукции. – 2024. – № 10. – С. 37–41.
 9. Нарусова Е.Ю., Стручалин В.Г., Степанов А.Н. Совершенствование обучения пожарной безопасности и охране труда // Актуальные проблемы обеспечения пожарной безопасности и охраны труда: сб. трудов XXXI Междунар. науч.-практ. конф. – Химки, 2021. – Секция № 11. – С. 109–115. – EDN: ANQOLT.
 10. Николаев А.А., Бобров Д.В., Глинчиков Д.Ю. Интеграция управления охраной труда и экологической безопасностью на предприятии // Научный вестник Гуманитарно-социального института. – 2025. – № 20. – С. 27.
 11. Сангаджиев Д.В. Обеспечение экологической безопасности на предприятии // Современные научные исследования: теория, методология, практика. Сборник научных статей по материалам IX Международной научно-практической конференции. – Уфа, 2022. – С. 163–166. – EDN: JPUFEN.
 12. Стефаненко В.Т., Копелиович Б.Л. О системе управления экологической безопасностью на коксохимических предприятиях // Система управления экологической безопасностью. Сборник трудов XIX международной научно-практической конференции. – Екатеринбург: Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2025. – С. 160–166.

References

1. Avagyan G.L., Kesyan Z.A. Improving the mechanism of environmental safety management as a factor in increasing the efficiency of production // Terra economicus: scientific and analytical publication. - 2010. - Vol. 8, No. 3, part 3. - P. 154-160.
2. Ageenko D.D., Ruban N.Yu. Implementation of the environmental management system at the coal industry enterprise as a method of environmental safety management // Power engineering and energy saving: theory and practice. Proceedings of the VIII International scientific and practical conference. - Kemerovo: Kuzbass State Technical University named after T.F. Gorbachev, 2024. - P. 103.1-103.4.
3. Andreev K.G., Legchenko V.A. On the issue of ensuring environmental safety at the enterprise // Safety of the urban environment. Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. - Omsk: Omsk State Technical University, 2025. - P. 450-453.
4. Bakka S.V., Kiseleva N.Yu. Regional Key Ornithological Areas: Development of Criteria, Problems of IBA Identification and Their Integration into the Protected Area System – Nizhny Novgorod Experience // Birds of Prey and Their Conservation. – 2018. – No. S1. – P. 234–237. – EDN: YSKEEH.
5. Karanina E.V., Maksimova N.A. Ensuring environmental safety at industrial enterprises // Vector of Economics. - 2021. - No. 4 (58). - Serial number: 65.
6. Kushnarenko E.V. Organization of training in environmental safety measures at the enterprise // Safety of the urban environment. Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference. - Omsk: Omsk State Technical University, 2025. - P. 18-21.
7. Lebedeva N.A., Svezhintsev S.S., Kachanova O.N. Problems of effective functioning of environmental safety systems at industrial enterprises // Engineering Bulletin of the Don. - 2020. - No. 8 (68). - P. 213-222.
8. Lupinos G.O. Problems of environmental safety at large industrial enterprises // Product quality control. - 2024. - No. 10. - P. 37-41.

9. Narusova E.Yu., Struchalin V.G., Stepanov A.N. Improving fire safety and labor protection training // Actual problems of ensuring fire safety and labor protection: collected works of the XXXI Int. scientific and practical. conf. - Khimki, 2021. - Section No. 11. - Pp. 109-115. - EDN: AHQOLT.
10. Nikolaev A.A., Bobrov D.V., Glinchikov D.Yu. Integration of occupational health and safety management at the enterprise // Scientific Bulletin of the Humanitarian and Social Institute. - 2025. - No. 20. - P. 27.
11. Sangadzhiev D.V. Ensuring environmental safety at the enterprise // Modern scientific research: theory, methodology, practice. Collection of scientific articles based on the materials of the IX International Scientific and Practical Conference. - Ufa, 2022. - P. 163-166. - EDN: JPUFEH.
12. Stefanenko V.T., Kopeliovich B.L. On the environmental safety management system at coke-chemical enterprises // Environmental safety management system. Collection of works of the XIX international scientific and practical conference. - Ekaterinburg: Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin, 2025. - P. 160-166.