

УТВЕРЖДАЮ

Ректор ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени
адмирала С.О. Макарова»,
д-р техн. наук, профессор
Соколов Сергей Сергеевич



2026 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу Шмелева Вячеслава Сергеевича на тему «Разработка методики выбора природоохранных мероприятий для морских угольных терминалов», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.10.2. «Экологическая безопасность»

Актуальность темы диссертационного исследования

Актуальность рассматриваемой диссертационной работы продиктована стратегическим значением морских портов в транспортной системе Российской Федерации, которые обеспечивают обработку более половины внешнеторговых грузов страны. Особое место в структуре грузопотоков занимает уголь, экспорт которого выступает одним из ключевых драйверов развития отечественного топливно-энергетического комплекса. Значительное укрепление позиций России на мировом угольном рынке, выразившееся в росте доли с 6% в начале века до 14,5% в 2024 году, а также увеличение объемов добычи и экспортных поставок требуют соответствующего развития портовой инфраструктуры и строительства новых специализированных терминалов.

Вместе с тем интенсификация производственных процессов и рост объемов перевалки угля неизбежно ведут к повышению антропогенной нагрузки на экосистемы прибрежных территорий. Ситуация осложняется исторически сложившимся в ряде регионов близким соседством селитебных зон и промышленных портовых площадок, что усугубляет негативное воздействие угольной пыли на качество атмосферного воздуха и здоровье населения. Недостаточная эффективность существующих природоохранных мер провоцирует рост социальной напряженности и привлекает пристальное внимание государственных органов, ставя под угрозу стабильное функционирование стивидорных компаний из-за репутационных и финансовых рисков.

В условиях, поставленных на государственном уровне задач, заключающихся в необходимости дальнейшего наращивания портовых мощностей при одновременном требовании сокращения вредных выбросов в два раза, возникает потребность в формировании эффективных стратегий обеспечения экологической безопасности. Мировая практика предлагает концепцию «нулевого выброса» как инструмент устойчивого развития, однако на сегодняшний день отсутствуют адаптированные для специфики угольных терминалов единые критерии ее применения, равно как и инструменты объективной оценки эффективности внедряемых технологий пылеподавления.

Многие сферы экономики характеризуются наличием определенного опыта природоохранной деятельности и тогда возникает проблема правильного использования этого опыта. Особенно в тех случаях, когда объекты внимания природоохранной деятельности отличаются друг от друга по многим и разным аспектам.

Таким образом, обеспечение экологической безопасности в рассматриваемой области

настоятельно требует разработки научно обоснованной методики выбора природоохранных мероприятий, базирующейся на системном подходе и учитывающей широкий комплекс экологических, производственных и экономических критериев. Такая задача представляется своевременной и научно-практически важной, решение которой имеет существенное значение для развития транспортной отрасли страны.

Структура и содержание работы

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, заключения и приложений, содержит 50 рисунков, 48 таблицы, библиографический список научной литературы из 134 наименования.

Целью диссертационного исследования является разработка методики выбора природоохранных мероприятий для морских угольных терминалов, базирующейся на дифференцированном подходе к идентификации источников загрязнения. Предлагаемая методика с помощью математического моделирования и построения матрицы сопряжения позволяет установить взаимосвязи между источниками выбросов, что необходимо для достижения максимального синергетического эффекта от внедряемых технологий при комплексной оценке экологических, производственных и экономических критериев.

Основная научная идея исследования заключается в обосновании системно-синергетического подхода к повышению уровня экологической безопасности морских угольных терминалов, при котором терминал рассматривается не как набор разрозненных объектов, а как сложная система, состоящая из неоднородных и взаимосвязанных источников загрязнения. Применение математического аппарата теории графов для анализа матрицы сопряжения «источник загрязнения – природоохранное мероприятие» позволяет впервые формализовать эти связи и количественно оценить синергетический эффект от комплексного применения технологий защиты окружающей среды, что создает фундамент для выбора наиболее эффективных решений, обеспечивающих снижение антропогенной нагрузки при соблюдении производственных и экономических требований.

Во введении автором обоснована актуальность темы диссертационного исследования, сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования. Также в данном разделе отражены научная новизна и практическая значимость полученных результатов, приведены сведения об их апробации и степени разработанности научной проблемы.

В первой главе диссертантом проведен глубокий аналитический обзор портовой отрасли, подтверждающий стратегическую важность угольного экспорта, доходы от которого в 2024 году выросли на 14,7% даже в условиях санкционного давления. Автор акцентирует внимание на том, что рост объемов перевалки неизбежно обостряет проблему антропогенной нагрузки на припортовые территории, особенно учитывая близость жилой застройки и преобладание неорганизованных источников выбросов. В ходе исследования технологий перевалки выявлены принципиальные различия между универсальными и специализированными терминалами, что позволило систематизировать источники негативного воздействия. Установлено, что специализированные терминалы, несмотря на большее количество источников, характеризуются меньшим удельным объемом эмиссии благодаря изоляции технологических процессов, что создает базу для разработки эффективных природоохранных мер.

Вторая глава посвящена анализу и классификации методов сокращения антропогенного воздействия. Автором разработана классификация природоохранных мероприятий, включающая пять групп: создание барьеров, пылеподавляющие технологии, организационно-технические, энергосберегающие и технологические решения. Ключевым методическим достижением главы является применение методов анализа «больших данных», в частности алгоритма MapReduce,

для выявления взаимосвязей между внедряемыми мероприятиями и снижением валовых выбросов. На основе обработки данных за период с 2018 по 2024 год составлены матрицы сопряжения и проведено картографирование связей «источник – мероприятие». Это позволило формализовать процесс выбора технологий, доказавших свою эффективность на практике, и преодолеть ограниченность существующих дорогостоящих методов инструментального контроля и моделирования.

В третьей главе представлена разработанная методика комплексной оценки эффективности природоохранных мероприятий. На основе экспертных оценок и математической обработки данных автором предложена модель, критерием оптимизации в которой выступает максимизация среднего значения суммы производственной, экономической и экологической эффективности. Методика предполагает трехэтапный алгоритм действий: от анализа технической возможности внедрения до эксплуатации. Особое внимание в главе уделено расчету синергетического эффекта, который достигается за счет применения унифицированных комплексных решений для групп источников выбросов, что позволяет существенно снизить капитальные и операционные затраты при сохранении высокого уровня экологической безопасности.

В четвертой главе осуществлена практическая апробация разработанного инструментария на примере АО «Дальтрансуголь». На основе инвентаризации 79 источников выбросов и применения авторской матрицы выбора были определены ключевые мероприятия для данного терминала: внедрение вакуумной уборки территории, строительство пылеветрозащитных экранов и установка систем пылеподавления на стакер-реклаймерах. Расчеты показали, что установка пылеветрозащитных экранов способна снизить годовой валовый выброс от источников хранения на 80%, а общее снижение выбросов по порту составит порядка 20%. Эффективность предложенных мер подтверждена данными производственного экологического контроля: после установки систем пылеподавления на одном из складов зафиксировано сокращение выбросов на 35%. Реализация поэтапного плана внедрения отобранных мероприятий позволит предприятию снизить общий объем валового выброса загрязняющих веществ на 30%, что подтверждает практическую ценность проведенного исследования.

Новизна результатов исследования, выводов и рекомендаций

Научная новизна диссертационного исследования заключается в разработке комплексного методологического подхода к снижению антропогенной нагрузки на атмосферный воздух в районах расположения морских угольных терминалов. Впервые для условий действующего специализированного порта были научно обоснованы и предложены критерии выбора природоохранных мероприятий, базирующиеся на глубоком анализе текущего уровня экологической безопасности с обязательным учетом климатических и географических характеристик конкретного местоположения предприятия.

Автором выявлена и формализована устойчивая взаимосвязь между внедрением природоохранных технологий и динамикой снижения валового выброса загрязняющих веществ при обработке грузов. Данная зависимость была установлена благодаря применению методов анализа больших данных, что позволило обосновать инструментарий выбора мероприятий, базирующийся на объективной оценке эффективности снижения выбросов угольной пыли, а не только на теоретических предпосылках.

Существенным вкладом в развитие теоретической базы является осуществленная в работе систематизация и визуализация источников выбросов загрязняющих веществ. В отличие от существующих подходов, предложенная модель учитывает эмиссию как от основной хозяйственной деятельности по перевалке угля, так и от вспомогательных производств, что позволяет уни-

фицировать процедуры оценки загрязнения атмосферного воздуха для различных типов угольных портов. Дополняет теоретическую значимость работы разработанная автором классификация природоохранных мероприятий, которая охватывает весь спектр существующих технологий пылеподавления и наилучших доступных технологий, группируя их по функциональному признаку и создавая основу для их сравнительного анализа.

Практическая и методическая новизна работы кристаллизуется в разработанной автором поэтапной методике определения и выбора природоохранных мероприятий. Данная методика представляет собой системный инструмент, который интегрирует экологические, производственные и экономические показатели, позволяя принимать обоснованные управленческие решения. Кроме того, практическая значимость работы характеризуется универсальностью предложенного метода выбора и обоснования природоохранных мероприятий, что позволяет этот метод применять для других предприятий.

Особое внимание в методике уделено расчету синергетического эффекта при внедрении комплексных решений, что обеспечивает максимизацию эффективности при оптимизации затрат для каждого источника выбросов.

Практическая значимость полученных результатов

Практическая значимость диссертационного исследования заключается в создании прикладной основы для принятия обоснованных управленческих решений, обеспечивающих стратегический переход угольных стивидорных компаний к реализации «Концепции нулевого выброса». Данный результат приобретает особую актуальность для портовых городов, где производственные мощности по перевалке угля расположены в непосредственной близости к жилой застройке и рекреационным зонам, что требует внедрения высокоэффективных мер по снижению негативного воздействия на население.

В работе определены и систематизированы ключевые критерии выбора природоохранных мероприятий – экологические, производственные и экономические, совокупность которых позволяет специалистам морских терминалов осуществлять объективный подбор технологий пылеподавления с учетом специфики конкретного объекта. Прикладной характер исследования подтвержден успешной апробацией разработанной методики выбора природоохранных мероприятий на базе действующего морского угольного порта АО «Дальтрансуголь». Реализация методики на практике позволила выявить основные источники загрязнения атмосферного воздуха на данном предприятии и определить конкретные показатели эффективности предложенных технических решений, что свидетельствует о возможности тиражирования полученных результатов в отрасли.

Обоснованность и достоверность научных положений

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации, базируются на корректном использовании разработанных автором методик и критериев выбора природоохранных мероприятий, имеющих как теоретическую, так и доказанную практическую ценность. Объективность полученных результатов обеспечена комплексным подходом к исследованию процессов пылеобразования, который включал сочетание качественных и количественных способов оценки: применение утвержденных расчетных методик было верифицировано данными инструментального контроля с датчиков мониторинга выбросов, установленных на границах санитарно-защитной зоны. Кроме того, объективность полученных результатов подтверждается предложенным автором принципом обоснования критериев оценки эффективности природоохранных мероприятий.

Достоверность полученных результатов подтверждается использованием общепринятых научных подходов к анализу антропогенного воздействия промышленных объектов на окружающую среду, а также строгим соответствием действующей нормативной базе природоохранного и санитарно-эпидемиологического законодательства. В работе доказана статистическая значимость выявленных взаимосвязей между применением конкретных природоохранных мероприятий и снижением объемов выбросов, что было достигнуто благодаря использованию современного математического аппарата и программных комплексов обработки данных, таких как MS Excel (пакет «Анализ данных») и SPSS.

Для решения поставленных задач диссертантом был применен широкий спектр общенаучных и специальных методов исследования, включающий научное обобщение, системный и факторный анализ, методы аналогий и баз знаний, а также методы косвенных измерений и экспертных оценок. Особую надежность выводам придает использование теории принятия решений, теории графов и методов анализа больших данных, что позволило глубоко проработать структуру связей исследуемых явлений. Конечным подтверждением достоверности положений являются положительные результаты практического внедрения разработанной методики на действующем угольном терминале.

Подтверждение опубликования основных результатов диссертационного исследования

Основные теоретические и практические результаты исследования прошли широкую апробацию и получили положительную оценку на ряде значимых отечественных и международных научных мероприятий. Материалы диссертации докладывались и обсуждались на научных симпозиумах «Неделя горняка», проходивших в НИТУ МИСИС (г. Москва, 2019-2022 гг.), на международной конференции «Майнинг и охрана окружающей среды» (Сербия, 2017 г.), а также на «Угольном конгрессе» (г. Москва, 2025 г.). Кроме того, результаты работы были представлены профессиональному сообществу на отраслевых научных семинарах, организованных под эгидой Ассоциации морских торговых портов (г. Санкт-Петербург, 2019-2023 гг.), а отдельные положения исследования докладывались непосредственно на заседаниях Совета директоров АО «Дальтрансуголь» в период 2022-2023 годов.

Основные результаты диссертации в полной мере отражены в 7 печатных работ. Все статьи размещены в ведущих рецензируемых научных изданиях, входящих в перечень ВАК РФ. Опубликованные работы индексируются в реферативных и библиографических базах данных РИНЦ и Scopus, что подтверждает полноту отражения основных положений диссертации в открытой печати.

Замечания по диссертационной работе

В целом высоко оценивая диссертационную работу, необходимо отметить следующие моменты, требующие пояснения или уточнения:

1. В работе широко декларируется использование методов анализа «больших данных» (Big Data) и алгоритма MapReduce для выявления взаимосвязей между мероприятиями и снижением выбросов (Глава 2). Однако из текста не до конца ясно, является ли массив данных, накопленный одним терминалом за период 2018–2024 гг., достаточным по объему и разнообразию (V-характеристики Big Data) для применения столь сложных алгоритмов, или же полученные результаты могли быть достигнуты классическими методами статистического анализа.

2. В разделе 3.2.3 автор ссылается на необходимость оценки негативного влияния исследуемого объекта на окружающую среду, не указывая при этом на способ такой оценки.

3. В разделе практической значимости упоминается возможность перехода стивидорных компаний на «Концепцию нулевого выброса». Вместе с тем, расчеты по четвертой главе показывают снижение общего объема валового выброса на 30% (до 80% от источников хранения). Желательно пояснить, рассматривал ли автор технологический предел снижения выбросов для открытых складов и какие дополнительные перспективные технологии необходимы для приближения к заявленному «нулевому» уровню, учитывая наличие неорганизованных источников.

4. При описании модели комплексной оценки эффективности (Глава 3) автор делает акцент на максимизации среднего значения суммы производственной, экономической и экологической эффективности. Хотелось бы получить более детальное пояснение относительно того, как в экономической части модели учитывается (и учитывается ли) предотвращенный экологический ущерб здоровью населения прилегающих жилых зон, или же расчет ограничивается только снижением экологических платежей и операционных затрат предприятия.

Заключение

Диссертационное исследование представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой на основании выполненных автором теоретических и экспериментальных исследований решена важная для отрасли научно-техническая задача – снижение антропогенной нагрузки на атмосферный воздух в районах расположения морских угольных терминалов. Автором разработан комплексный методологический подход и инструментарий выбора природоохранных мероприятий, позволяющий стивидорным компаниям осуществлять переход к реализации «Концепции нулевого выброса».

Диссертационная работа Шмелева Вячеслава Сергеевича, выполненная на тему «Разработка методики выбора природоохранных мероприятий для морских угольных терминалов», по научному содержанию и практической значимости соответствует паспорту специальности 2.10.2 «Экологическая безопасность» и полностью соответствует требованиям пп. 9, 10, 11, 13, 14 Положения о присуждении ученых степеней, утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 № 842 (в действ. ред.), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Автор работы, Шмелев Вячеслав Сергеевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по научной специальности 2.10.2 «Экологическая безопасность».

Диссертационная работа, автореферат и отзыв рассмотрены на заседании кафедры химии и экологии Института водного транспорта ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», протокол № 09 от 02.04.2026 г.

Заведующий кафедрой химии и экологии Института водного транспорта ФГБОУ ВО «ГУМРФ имени адмирала С.О. Макарова», д.т.н., профессор
Решняк Валерий Иванович



Я, Соколов Сергей Сергеевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

Соколов Сергей Сергеевич

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова».
Адрес: 198035, г. Санкт-Петербург, ул. Двинская, д. 5/7 Литер А,
Тел.: +7(812) 748-96-92, +7(812) 748-96-93. Адрес эл. почты: otd_o@gumrf.ru