

Строитель Донбасса. 2024. Выпуск 4-2024. С. 73-79. ISSN 2617-1848 (print)
The Builder of Donbass. 2024. Issue 4-2024. P. 73-79. ISSN 2617-1848 (print)

Научная статья
УДК 622
doi: 10.71536/sd.2024.4c29.10

ВНЕДРЕНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В МОРСКИХ УГОЛЬНЫХ ПОРТАХ

Вячеслав Сергеевич Шмелев¹; Александр Викторович Мясков²; Артемий Александрович Мясков³; Елена Витальевна Севостьянова⁴; Марина Александровна Сухорукова⁵

^{1,2,3,4,5}Национальный исследовательский технологический университет МИСИС, Москва, Россия,
¹shmelev.viacheslav21@gmail.com, ¹<https://orcid.org/0009-0009-7792-3640>, ²myaskov@misis.ru, ³myaskov@misis.ru, ⁴SEVgreenconsult@yandex.ru, ⁵marinasuhruk242822@yandex.ru

Аннотация. Рассмотрена актуальная проблема внедрения автоматизированных систем мониторинга окружающей среды для обеспечения экологической безопасности в морских угольных портах. Проанализирована необходимость использования передовых технологий в сфере информационных технологий. Особое внимание уделяется преимуществам автоматизированных систем, их способности обеспечивать непрерывный мониторинг и своевременное реагирование на изменения в окружающей среде. Статья содержит практические рекомендации по внедрению автоматизированных систем контроля состояния окружающей среды для условий морских портов с целью минимизации антропогенного воздействия и обеспечения соблюдения требований природоохранного законодательства и экологической безопасности.

Морские порты и, в частности, угольные порты обязаны не только соблюдать требования санитарно-эпидемиологического законодательства, но и показывать стабильное снижение негативного воздействия, путем внедрения наилучших доступных технологий и применением мирового опыта ведения погрузочно-разгрузочных работ. Внедрение автоматизированных систем мониторинга становится ключевым направлением в улучшении управления экологической безопасностью. Такие системы позволяют собирать и анализировать большие объемы данных о состоянии окружающей среды в реальном времени, что обеспечивает оперативное принятие мер по предотвращению возможных экологических чрезвычайных ситуаций. Эффективное использование автоматизированных систем мониторинга способствует сокращению рисков загрязнения окружающей среды, улучшению управления ресурсами и созданию более благоприятной экологической обстановки в морских угольных портах. В целом, статья предлагает важные рекомендации и решения для реализации подобных систем в портах с целью повышения уровня экологической безопасности и сокращения негативного воздействия на природу.

Ключевые слова: морские порты, автоматизированный контроль состояния окружающей среды, антропогенное воздействие, экология, охрана окружающей среды, наилучшие доступные технологии, устойчивое развитие

Original article

IMPLEMENTATION OF AUTOMATED ENVIRONMENTAL MONITORING SYSTEMS TO ENSURE ENVIRONMENTAL SAFETY IN SEA COAL PORTS

Vyacheslav S. Shmelev¹; Alexander V. Myaskov²; Artemy A. Myaskov³; Elena V. Sevostyanova⁴; Marina A. Sukhorukova⁵

^{1,2,3,4,5}National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia,
¹shmelev.viacheslav21@gmail.com, ¹<https://orcid.org/0009-0009-7792-3640>, ²myaskov@misis.ru,
³myaskov@misis.ru, ⁴SEVgreenconsult@yandex.ru, ⁵marinasuhruk242822@yandex.ru

© Шмелев В. С., Мясков А. В., Мясков А. А., Севостьянова Е. В., Сухорукова М. А., 2024



**Шмелев
Вячеслав
Сергеевич**



**Мясков
Александр
Викторович**



**Мясков
Артемий
Александрович**



**Севостьянова
Елена
Витальевна**



**Сухорукова
Марина
Александровна**

Abstract. The article considers the current problem of implementing automated environmental monitoring systems to ensure its safety in sea coal ports. The need to use advanced technologies in the field of information technology is analyzed. Particular attention is concentrate to the advantages of automated systems, its ability to provide continuous monitoring and response to changes in the environment in time. The article contains practical recommendations for the implementation of automated environmental monitoring systems for seaport conditions in order to minimize anthropogenic impact and ensure compliance with environmental legislation and environmental safety.

Sea ports and, in particular, coal ports are required not only to comply with the requirements of sanitary and epidemiological legislation, but also to show a stable reduction in negative impacts by introducing the best available technologies and applying world experience in loading and unloading operations. The introduction of automated monitoring systems is becoming a key area in improving environmental safety management. Such systems allow collecting and analyzing large amounts of data on the state of the environment in real time, which ensures prompt adoption of measures to prevent possible environmental emergencies. Effective use of automated monitoring systems helps to reduce the risks of environmental pollution, improve resource management and create a more favorable environmental situation in sea coal ports. In general, the article offers important recommendations and solutions for the implementation of such systems in ports in order to improve the level of environmental safety and reduce the negative impact on nature.

Keywords: sea ports, automated environmental monitoring, anthropogenic impact, ecology, environmental protection, best available technologies, sustainable development

ВВЕДЕНИЕ

Под понятием «экологическая безопасность» согласно Федеральному закону РФ от 10.01.2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» подразумевается состояние защищенности окружающей среды и жизненно важных интересов человека от возможного негативного воздействия хозяйственной и иной деятельности, чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера, их последствий. Для того чтобы обеспечить требуемый уровень экологической безопасности (далее – ЭБ) на предприятиях применяются различные природоохранные мероприятия, модернизируется технологическое оборудование и вводятся ограничения в режимы работы. В настоящее время ни одно предприятие, даже самое современное, не может обойтись без постоянного мониторинга воздействия хозяйственной деятельности на состояние окружающей среды.

Целью экологического мониторинга является обеспечение постоянного контроля за текущим состоянием окружающей среды, анализ изменения в биологическом разнообразии, в составе воздуха, качестве воды и почвы, уровне шума и других аспектах окружающей среды. Он также позволяет отслеживать выполнение экологических норм и стандартов, которые устанавливаются государственными или международными организациями.

Необходимо отметить, что экологический мониторинг бывает разного масштаба: глобальный, национальный, региональный и локальный. В рамках ведения хозяйственной деятельности промышленные предприятия обязаны проводить производственный экологический контроль, в рамках которого осуществляется мониторинг концентраций (как в атмосферном воздухе, так и в почве, и водной среде) загрязняющих веществ на границах санитарно-защитной зоны.

Для того, чтобы осуществлять непрерывный контроль за качеством окружающей среды и ее изменениями на предприятиях вводятся системы автоматического контроля состояния окружающей среды (далее – САКОС). Эти системы помогают учитывать и анализировать различные параметры окружающей среды, такие как уровень загрязнения воздуха, воды, почвы, шумовые характеристики и другие факторы. Благодаря автоматизации процесса сбора и анализа данных, такие системы обеспечивают более точную и оперативную информацию об экологическом состоянии, что позволяет принимать своевременные меры по предотвращению загрязнений и улучшению экологической обстановки.

Морские порты, часто находящиеся в центре города, обязаны не только обеспечить соблюдение природоохранного и санитарно-эпидемиологического законодательства, но и вести постоянный

мониторинг и по возможности планировать свою деятельность в зависимости от внешних факторов для обеспечения высокого уровня экологической безопасности.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПОРТОВ

Хозяйственная деятельность в морских портах, наряду с любой производственной деятельностью, неуклонно приводит к антропогенному воздействию на окружающую среду. Даже учитывая тот факт, что обработка и транспортировка грузов посредством морского транспорта считается одним из самых выгодных и безопасных способов экспорта и импорта товаров, при несоблюдении природоохранных и санитарно-эпидемиологических норм объем антропогенной нагрузки на окрестности портовых зон может стать источником серьезных экологических проблем.

Морские порты России занимаются перегрузкой всех видов грузов, но самыми «сложными» с точки зрения соблюдения природоохранных требований и недопущения нанесения ущерба окружающей среде являются наливные грузы (такие как нефть и продукты нефтепереработки) и навалочные сыпучие грузы (уголь, руда, минеральные удобрения, сера и прочие). Согласно Федеральному закону № 261-ФЗ от 08.11.2007 опасными грузами принято считать грузы, физико-химические свойства которых при перевозке, перевалке и хранении могут создавать угрозу для жизни или здоровья человека, нанести вред окружающей среде, привести к повреждению или уничтожению материальных ценностей [1].

Вне зависимости от номенклатуры грузов, перегружаемых в морском порту, источники негативного воздействия можно разделить на три основных группы:

1. Негативное воздействие, связанное с подводом и стоянкой морских судов у причалов морского порта;
2. Хозяйственная деятельность морских портов – весь процесс разгрузочно-погрузочных работ морского порта и обеспечение порта энергоресурсами (водоснабжение, работа котельных и т.п.)

3. Работа портовой техники – большая часть крупной техники, используемой в морских портах, работает на дизельном топливе.

Все три группы оказывают воздействие на различные компоненты окружающей среды (рис. 1). При этом одни воздействия на окружающую среду в порту могут проявиться через несколько лет, тогда как другие могут отразиться сразу и сохраниться в течение нескольких десятилетий [2].

- Выбросы загрязняющих веществ: сыпучие грузы, такие как уголь, руда, зерно и цемент, без применения природоохранных мероприятий при хранении и перевалке приводят к образованию большого количества пыли и, соответственно, загрязняют атмосферный воздух. Это может приводить к неблагоприятным последствиям для окружающей среды и здоровья людей, особенно если эти грузы содержат токсичные или вредные вещества.

Данный тип загрязнения окружающей среды ключевой для морских портов, занимающихся перевалкой угля.

- Сбросы нефтесодержащих и сточных вод: разливы грузов могут привести к загрязнению воды в порту и прилегающих водных площадей. Некоторые сыпучие грузы могут содержать химические вещества, которые при попадании в воду могут привести к отравлению рыбы и других водных организмов, а также повредить экосистему. Также, при отсутствии эффективных очистных сооружений и ливневой канализации, загрязненный сток может попадать в водный объект и нанести ущерб. В текущих реалиях важно учитывать не только факт наличия очистных сооружений, но и надежность работы источников водоснабжения как питьевого значения, так и для хозяйственно-бытовых и производственных целей [3].

- Шумовое загрязнение: операции по загрузке и разгрузке сыпучих грузов сопровождаются громкими звуками и вибрациями. Это может оказывать негативное влияние на окружающих и местных жителей, а также на животных и птиц, проживающих рядом с портом.

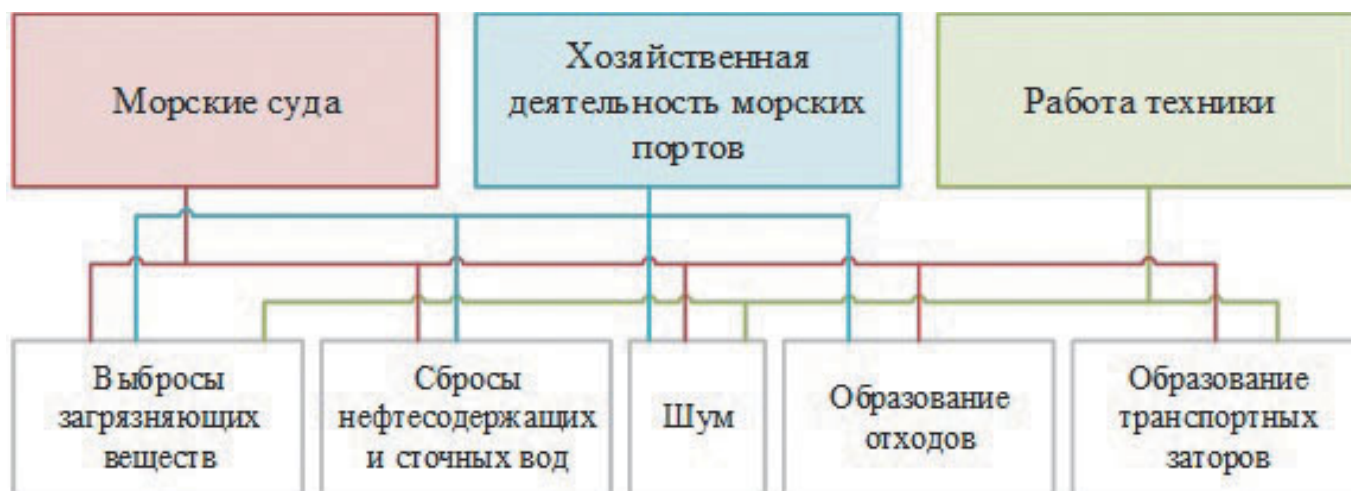


Рис. 1. Источники воздействия на ОС в морских портах

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ В УГОЛЬНЫХ ПОРТАХ

Экологическая безопасность в угольных портах — это комплекс мер и действий, направленных на минимизацию антропогенного воздействия хозяйственной деятельности на окружающую среду, здоровье людей и морскую экосистему. Основная цель обеспечения экологической безопасности в морских портах состоит в предотвращении загрязнения морской среды, сохранении биоразнообразия и обеспечении устойчивого использования природных ресурсов морей и океанов.

Одно из важнейших мероприятий, осуществляемых в морских портах для ЭБ — это осуществление мониторинга. Экологический мониторинг в морских портах является обязательным мероприятием, осуществляемым в рамках производственного экологического контроля, и регламентируется рядом законов Российской Федерации.

Следствием осуществления экологического мониторинга является разработка комплексных экологических программ и мероприятий, направленных на минимизацию воздействия и снижения риска возникновения ситуаций нанесения ущерба окружающей среде. Например, на основе данных мониторинга можно рассчитать эффективность газоочистных установок, принять решение о введении новых решений или разработать план действий по минимизации негативного воздействия.

На основе анализа и оценки результатов мониторинга разрабатываются планы природоохранных мероприятий, вносятся корректировки в производственную деятельность, принимаются управленческие решения. Он служит основой для системы экологического менеджмента и содействует достижению устойчивого развития.

Экологический мониторинг проводится для каждого компонента экосистемы и зависит от конкретных условий осуществления деятельности предприятия. Для одного типа предприятий характерны проблемы, связанные с загрязнением атмосферного воздуха, для других — загрязнение поверхностных и грунтовых вод. Но зачастую промышленное предприятие оказывает негативное воздействие сразу на несколько компонентов. В случае угольных портов чаще всего ведется мониторинг двух компонентов: атмосферный воздух и водная среда.

Многолетний экологический мониторинг используется в том числе как индикатор нарушения производственных процессов. На основе данных эко-мониторинга можно строить прогнозы тенденции изменения состояния природной среды и своевременно реагировать на потенциальные проблемы. Необходимо отметить, что в правовой практике суды все чаще и чаще прибегают к результатам многолетнего мониторинга для определения виновных в правонарушении.

Экологический мониторинг, осуществляемый в угольных портах, бывает нескольких видов:

1. Постоянный мониторинг (непрерывный мониторинг): включает использование автоматизиро-

ванных систем и датчиков для непрерывного сбора данных о качестве воздуха, воды, почвы и других параметров окружающей среды. Этот тип мониторинга обеспечивает постоянное контролирование и быструю реакцию на изменения.

2. Сезонный мониторинг: также включает в себя использование автоматизированных систем и датчиков для непрерывного сбора данных о состоянии компонентов окружающей среды, но осуществляется в определенные временные интервалы, обычно в течение определенного сезона или периода года.

3. Биомониторинг: применяется не так часто, в том числе из-за того, что он основан на использовании живых организмов, таких как растения, животные или микроорганизмы в качестве индикаторов состояния окружающей среды. Применение данного вида мониторинга возможно только с привлечением специализированной аккредитованной лаборатории, которые есть не в каждом регионе нахождения морских портов.

Чаще всего морские порты ведут постоянный мониторинг состояния компонента среды, на который оказывается наиболее негативное воздействие. Морские угольные порты в большинстве своем ведут:

- инструментальный контроль за взвешенными веществами на границе санитарно-защитной зоны и на рабочих местах на промплощадке при наступлении НМУ;
- контроль за влажностью сыпучих грузов;
- мониторинг состояния атмосферного воздуха;
- контроль промышленных выбросов в атмосферу от котельной порта;
- контроль токсичности и дымности отработавших газов автотранспорта порта;
- контроль шума на границе санитарно-защитной зоны.

СУЩЕСТВУЮЩИЕ РЕШЕНИЯ В ЧАСТИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ЭКО-МОНИТОРИНГА

Для экологического мониторинга применяются различные современные решения, позволяющие отслеживать, контролировать и прогнозировать состояние окружающей среды при воздействии антропогенных факторов. Морские порты — объекты транспортной безопасности, где действует таможенная зона, но при этом все чаще встречаются случаи применения спутников, дронов и беспилотных летательных аппаратов для мониторинга загрязнения воздуха, воды и почвы.

Для создания современных и эффективных систем контроля и управления состоянием окружающей среды одной из наиболее эффективных автоматизированных систем мониторинга является применение технологии интернета вещей (IoT) [5].

Применяя IoT-технологии можно связать в единую сеть устройства и датчики, размещенные в различных точках морского порта, что позволяет непрерывно собирать данные о качестве воздуха, воды, почвы, уровне шума и других параметрах. Эти

данные могут транслироваться в реальном времени и анализироваться для выявления трендов, прогнозирования изменений и принятия оперативных мер.

Среди российских стивидорных компаний есть примеры создания систем на основе IoT-технологий для экологического мониторинга. Подобные системы получили название автоматизированные информационные системы контроля производственно-экологических параметров (АИС ПЭК). Основные цели АИС ПЭК:

- Прогнозирование выбросов загрязняющих веществ в ходе ведения погрузочно-разгрузочных работ и концентраций при рассеивании частиц PM_{2.5}, PM₁₀ в приземном слое с учетом климатических факторов.

- Прогноз рассеивания пыли в зависимости от расположения груза на складе (высота штабеля и объемы груза), режима работы техники и применения природоохранных мероприятий.

- Измерения концентрации загрязняющих веществ (общей пыли), уровня шума и других сопутствующих параметров в режиме реального времени

- Предоставление информации оперативному персоналу — экологическому диспетчеру в удобном и наглядном графическом виде для принятия решения по предотвращению неблагоприятных воздействий деятельности порта при ведении ПРР.

Объектом автоматизации в АИС ПЭК является мониторинг и прогнозированием экологической обстановки при ведении погрузочно-разгрузочных работ на территории морского порта, а также на границах санитарно-защитной зоны.

Примером внедрения АИС ПЭК в производственную деятельность является создание экологических диспетчерских на базе Мурманского морского торгового порта [10], Восточного порта (г. Находка) и Ростерминалугла (г. Усть-Луга).

Принцип работы экологической диспетчерской состоит в следующем: датчики контроля расположены непосредственно на промышленной площадке, данные постоянно собираются и передаются в диспетчерскую. Далее в зависимости от полученной информации и расчета прогнозных значений вносятся различные корректировки в режим работы порта, вплоть до полной остановки погрузки.

Можно выделить основные преимущества АИС ПЭК:

- С помощью датчиков, подключенных к интернету, можно осуществлять непрерывное отслеживание состояния компонентов окружающей среды и реагировать на изменения в режиме реального времени.

- Данные с датчиков могут передаваться в облако и быть доступными для анализа и управления в удаленном режиме или для передачи в органы государственного надзора.

- Благодаря автоматизации части процессов использование IoT позволяет сократить затраты на мониторинг и управление окружающей среды.

- Благодаря применению современных технологий можно быстро проанализировать большое количество данных, собранных с различных источников.

Таким образом, применение технологии IoT для экологического мониторинга открывает новые возможности для эффективного контроля за состоянием окружающей среды, обеспечивая основу для разработки мер по ее сохранению и устойчивому использованию.

Кроме того, современные геоинформационные системы (ГИС) позволяют анализировать и визуализировать данные экологического мониторинга, что помогает принимать обоснованные решения на основе полученной информации. С использованием искусственного интеллекта и машинного обучения такие системы могут предсказывать экологические изменения и предотвращать потенциальные проблемы.

Применение геоинформационных систем (ГИС) для экологического мониторинга представляет собой эффективный подход, который позволяет визуализировать и анализировать данные об окружающей среде на географической основе. ГИС объединяют пространственные данные, такие как карты, с информацией о различных параметрах окружающей среды, что позволяет получать ценные инсайты для принятия решений в области охраны окружающей среды.

Преимущества использования ГИС для экологического мониторинга:

- Пространственный анализ: ГИС позволяют проводить пространственный анализ данных, выявлять географические закономерности и взаимосвязи между различными параметрами окружающей среды.

- Визуализация: с помощью ГИС можно визуализировать данные на карте, что облегчает восприятие и понимание информации и помогает выявить проблемные области.

- Мониторинг изменений: ГИС позволяют проводить мониторинг изменений в окружающей среде на основе анализа и сравнения пространственных данных за разные периоды времени.

- Принятие решений: анализ данных с использованием ГИС помогает принимать обоснованные решения в области охраны окружающей среды, планирования территории, управления природными ресурсами и других аспектов.

- Интеграция с другими данными: ГИС позволяют интегрировать данные из различных источников, таких как датчики, спутниковые снимки, исследования и т.д., для получения комплексного представления о состоянии окружающей среды.

Таким образом, применение геоинформационных систем для экологического мониторинга играет важную роль в современном подходе к охране окружающей среды, обеспечивая возможность эффективного анализа и управления информацией о состоянии природы и ее изменениях.

Кроме перечисленных выше решений, также существуют специализированные программные продукты и приложения, которые помогают собирать, анализировать и визуализировать данные экологического мониторинга. Например, существуют онлайн-платформы, где пользователи могут делиться информацией о наблюдениях природы, загрязнении и других экологических проблемах.

Важным направлением в сфере экологического мониторинга является также использование сенсоров для отслеживания качества воздуха, воды и почвы. Эти устройства могут быть установлены как в городской среде, так и в отдаленных районах, что помогает проводить более широкий мониторинг и выявлять проблемные зоны.

Важно отметить, что современные решения в области экологического мониторинга не только помогают отслеживать состояние окружающей среды, но и способствуют принятию обоснованных решений для минимизации воздействия человеческой деятельности на природу. Развитие и внедрение таких технологий играют важную роль в сохранении экосистем и биоразнообразия нашей планеты.

В части контроля антропогенного воздействия морского порта на окружающую среду также применяются анализ, мониторинг, контроль и управление технологическими процессами. Рассмотрим ключевые примеры применения автоматизированных систем контроля состояния окружающей среды в зарубежных морских портах.

В крупнейшем в Европе морском порту – Порт Роттердама, создана система по аналогу российской АИС ПЭК, где в режиме реального времени собираются актуальные и прогнозные данные о гидрометеорологической ситуации в районе деятельности порта, в том числе мониторинг уровня воды, скорости ветра и высоты волн [6].

Одной из ключевых особенностей системы АИС ПЭК Порты Роттердам является связь экологической диспетчерской и диспетчерской порта, где ведется контроль движения кораблей в порту и, в зависимости от метеорологической ситуации, могут менять или приостанавливать свое движение. Системы чуть проще, но с похожим функционалом также есть в портах Гамбурга, Гданьска и Лиссабона.

ПЕРСПЕКТИВА АВТОМАТИЗАЦИИ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА УГОЛЬНЫХ ПОРТОВ

Портовая отрасль, будучи одной из старейших отраслей промышленности и транспортировки, не так восприимчива к переменам, а тем более в части обеспечения экологической безопасности. Но несмотря на это за последние 5 лет появляются новые технологии, системы и решения, причем разработчиками выступают российские компании.

Необходимость развиваться и поддерживать необходимый уровень экологической безопасности заставляет морские порты и, в частности угольные, становиться «умными». АИС ПЭК Порты Роттердам является примером достижения идеального баланса между эффективной работой морского порта и обеспечением экологической безопасности, когда автоматизированные системы мониторинга окружающей среды объединены в одну сеть с операционными диспетчерскими. Такой симбиоз позволяет корректировать работу порта не только для повышения эффективности обработки грузов, но и для повышения уровня обеспечения экологической безопасности [13].

План развития экологической безопасности путем внедрения систем «умного порт» и, в частности, автоматизированных систем мониторинга окружающей среды можно представить следующим образом:

1. Анализ текущей хозяйственной деятельности морского угольного терминала с точки зрения негативного воздействия.

2. Определение точек (как пример на границах санитарно-защитной зоны) контроля состояния окружающей среды, где отсутствует воздействие сторонних факторов (другие промышленные предприятия, котельные, жилая застройка и тд).

3. Выбор подходящих автоматизированных систем контроля окружающей среды с учетом климатических факторов региона присутствия.

4. Организация полноценной экологической диспетчерской, куда должны поступать данные с датчиков контроля.

5. Объединение экологической и операционной диспетчерской.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современные технологии призваны повышать эффективность процессов и улучшать качество предоставляемых услуг. Для портовой отрасли инновационные решения и системы в сфере информационных технологий позволяют изменить существующий процесс ведения погрузочно-разгрузочных работ и повысить скорость отгрузки, при этом соблюдая технологические нормы.

Внедрение автоматизированных систем влечет за собой уменьшение риска влияния человеческого фактора на соблюдение регламентов и правил, позволяет оценить большие объемы данных и осуществлять постоянный контроль процессов в порту. Несмотря на экономические кризисы, санкции и прочие внешние факторы морские порты должны становиться умными, чтобы полностью удовлетворять запросы клиентов по всему миру.

В условиях роста объема отгрузок, роста конкуренции за груз и стыка социальных, политических, экономических факторов морские порты обязаны контролировать свое антропогенное воздействие на окружающую среду. Одним из наиболее простых и эффективных способов контроля производственной деятельности является внедрение автоматизированных систем контроля состояния окружающей среды, которые в свою очередь позволяют не только соблюдать природоохранные и санитарно-эпидемиологические требования, но и значительно повысить эффективность работ в морском порту.

Список литературы

1. Закон Российской Федерации «Федеральный закон от 08.11.2007 № 261-ФЗ (ред. от 04.08.2023) «О морских портах в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» от 08.11.2007 № № 261-ФЗ // Российская газета. – 2023 г. – с изм. и допол. в ред. от 04.08.2023.

2. Шмелев, В. С. Наилучшие доступные технологии как эффективное решение для угольных стивидорных компаний / В. С. Шмелев, А. В. Мясков, Е. В. Севостьянова // Горный журнал. – 2021. – № 2. – С. 69-76. – DOI 10.17580/gzh.2021.02.09. – EDN YDAFKF.
3. Заостровских, Е. А. Особенности развития угольных портов Дальнего Востока России / Е. А. Заостровских // Регионалистика. – 2020. – Т. 7, № 1. – С. 30-45. – DOI 10.14530/reg.2020.1.30. – EDN PJDWUX.
4. Nasonkina, N. G. Environmental aspects of water supply sources / N. G. Nasonkina, E. A. Feskova, L. N. Bogak [et al.] // The Builder of Donbass. – 2021. – No. 4(17). – P. 24-29. – EDN QZXYZT.
5. Шмелев, В. С. Экологический мониторинг как основа системы экологического менеджмента / В. С. Шмелев // Контроль качества продукции. – 2023. – № 12. – С. 63-64. – EDN WYTXDW.
6. Интеграция Интернета вещей / [электронный ресурс] <https://www.mokosmart.com/ru/integrating-iot-in-environment-monitoring/>
7. Smart Logistics / Port of Rotterdam / [электронный ресурс] // <https://smartport.nl/en/roadmaps-projects/smart-logistics/>
8. SMARTPORT – THE INTELLIGENT PORT / Hamburg Port Authority / [электронный ресурс] // <https://www.hamburg-port-authority.de/en/hpa-360/smartport>
9. fPerception MONITORING AIR POLLUTION FOR THE INDUSTRY / Feature forest / [электронный ресурс] // <https://www.featureforest.pl/index-en.html>
10. EOSC-hub Project / ACTION Seaport in Port of Lisbon / [электронный ресурс] // <https://www.eosc-hub.eu/sites/default/files/ACTION%20Seaport%20-%20detailed%20business%20pilot%20description%20and%20information.pdf>
11. Статья «Не чёрным по белому: Мурманский морской торговый порт решил проблему с угольной пылью» / Экологический пресс-центр / [электронный ресурс] // <http://ecopress.center/page8431938.html>
12. Сайт АО «Мурманский морской торговый порт» / [электронный ресурс] // <http://www.portmurmansk.ru/ru/sport/events/?section=full&id=78>
13. Высокотехнологичный порт Мурманска: защитный экран, умные водяные пушки и экологическая диспетчерская / Экология России / [электронный ресурс] // <https://ecologyofrussia.ru/ao-mmtp-sdelat-polyarnuyu-poch-yarkoj-a-murmansk-chistym/>
14. Шмелев, В. С. Применение цифровых технологий для минимизации антропогенного воздействия в морских портах / В. С. Шмелев, А. В. Мясков, Е. В. Севостьянова // Автоматизация в промышленности. – 2023. – № 10. – С. 58-62. – DOI 10.25728/avtprom.2023.10.12. – EDN KDJXKA.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

Шмелев Вячеслав Сергеевич – аспирант кафедры «Безопасность и экология горного производства» Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

Мясков Александр Викторович – доктор экономических наук, профессор, директор Горного института Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

Мясков Артемий Александрович – студент кафедры строительства подземных сооружений и горных предприятий Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

Севостьянова Елена Витальевна – магистрант кафедры «Безопасность и экология горного производства» Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

Сухорукова Марина Александровна – аспирант кафедры «Безопасность и экология горного производства» Национального исследовательского технологического университета МИСИС, Москва, Россия. Научные интересы: экология, устойчивое развитие, горные науки, науки о Земле.

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Shmelev Vyacheslav S. - Postgraduate Student, Department of Safety and Ecology of Mining Production, National Research Technological University Moscow Institute of Steel and Alloys, Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Myaskov Alexander V. – D. Sc. (Econ.), Professor, Director, Mining Institute, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Myaskov Artemy A. – Bachelor, Department of Construction of Underground Structures and Mining Enterprises, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Sevostyanova Elena V. – Graduate Student, Department of Safety and Ecology of Mining Production, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Sukhorukova Marina A. – Postgraduate Student, Department of Safety and Ecology of Mining Production, National Research Technological University "Moscow Institute of Steel and Alloys", Moscow, Russia. Scientific interests: ecology, sustainable development, mining sciences, Earth sciences.

Статья поступила в редакцию 23.10.2024; одобрена после рецензирования 15.11.2024; принята к публикации 22.11.2024.

The article was submitted 23.10.2024; approved after reviewing 15.11.2024; accepted for publication 22.11.2024.