

УДК 004

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ЗДОРОВЬЯ ЖИТЕЛЕЙ

Ланг В.В., студент гр. 569 ис-4, 4 курс

Научный руководитель: Андриян О.В., преподаватель
Политехнический институт (филиал) ДГТУ в г. Таганроге

В эпоху стремительного роста промышленности и урбанизации вопросы охраны окружающей среды и здоровья людей выходят на первый план. Ключевую угрозу для экологии представляют выбросы загрязняющих веществ, поступающие в атмосферу от промышленных объектов и транспорта. Увеличение объёмов производства, рост автопарка и использование устаревших технологий очистки приводят к заметному ухудшению качества воздуха, что особенно остро ощущается в мегаполисах и промышленных регионах.

Мониторинг вредных выбросов — это система регулярных наблюдений, измерений и анализа концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Классические методы, основанные на периодическом отборе проб и лабораторном анализе, отличаются высокой трудоёмкостью, длительностью получения результатов и невозможностью непрерывного контроля. В связи с этим приоритетным направлением становится создание автоматизированных систем мониторинга, способных обеспечить оперативный сбор и обработку данных.

Автоматизированные системы мониторинга позволяют в режиме реального времени собирать, обрабатывать и анализировать данные о состоянии атмосферного воздуха, выявлять источники загрязнения и оперативно реагировать на превышение допустимых норм. Такие системы способствуют не только повышению эффективности экологического надзора, но и формированию информационной базы для принятия управленческих решений, направленных на снижение негативного воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

Целью настоящей статьи является рассмотрение подходов к разработке системы автоматизации мониторинга вредных выбросов, анализ её структуры, функциональных возможностей и преимуществ по сравнению с традиционными методами контроля. Особое внимание уделяется вопросам интеграции современных информационных технологий, организации сбора и обработки данных, а также перспективам внедрения подобных систем в практику экологического мониторинга в России.

Загрязнение атмосферного воздуха — одна из самых острых экологических проблем современности. По информации Всемирной организации здравоохранения, ежегодно миллионы людей по всему миру сталкиваются с болезнями, вызванными воздействием загрязнённого воздуха. В России эта проблема также сохраняет свою остроту: в крупных промышленных городах и мегаполисах уровень загрязнения атмосферы зачастую превышает предельно допустимые концентрации (ПДК) по

таким веществам, как оксиды азота, серы, углерода, взвешенные частицы (PM_{2.5} и PM₁₀), бенз(а)пирен и другие.

К основным источникам вредных выбросов относятся:

- промышленные предприятия (металлургия, химическая промышленность, энергетика);
- автотранспорт;
- объекты теплоэнергетики;
- строительные и сельскохозяйственные работы.

Классические методы мониторинга, предполагающие периодический отбор проб воздуха с последующим лабораторным анализом, имеют ряд существенных недостатков:

- результаты поступают с задержкой;
- процедуры трудоёмки и затратны;
- невозможен непрерывный контроль;
- ограничена пространственная репрезентативность данных.

В таких условиях автоматизация мониторинга становится необходимым условием для повышения эффективности экологического контроля и своевременного реагирования на угрозы для здоровья населения. Принципы построения автоматизированной системы мониторинга

Автоматизированная система мониторинга вредных выбросов (АСМВВ) представляет собой комплекс технических и программных средств, предназначенных для непрерывного сбора, передачи, обработки и визуализации данных о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Типовая АСМВВ включает следующие основные компоненты:

Датчики и измерительные приборы — устройства для непрерывного измерения концентраций загрязняющих веществ (газоанализаторы, пылемеры, метеостанции).

Каналы передачи данных — проводные или беспроводные сети (GPRS/3G/4G, LoRaWAN, Ethernet), обеспечивающие передачу информации с датчиков на центральный сервер.

Центральный сервер и база данных — ядро системы, где осуществляется хранение, обработка и анализ поступающих данных.

Программное обеспечение — включает модули сбора данных, их обработки, визуализации (ГИС-карты, графики), генерации отчётов и оповещений.

Пользовательские интерфейсы — веб-порталы, мобильные приложения для доступа к данным и управления системой.

Современные АСМВВ обеспечивают:

- непрерывный мониторинг в режиме реального времени;
- автоматическое оповещение о превышении ПДК;
- построение карт распределения загрязнений;
- анализ динамики изменений и прогнозирование;
- формирование отчётной документации для контролирующих органов;
- интеграцию с другими информационными системами (например, с системами управления предприятием).

Эффективность системы во многом зависит от правильного выбора датчиков и их размещения. Рекомендуется использовать мультисенсорные станции с высокой точностью и надёжностью. Размещение оборудования должно учитывать розу ветров, рельеф, расположение источников выбросов и плотность населения. Для верификации данных применяются как стационарные посты, так и мобильные лаборатории.

Программное обеспечение реализует алгоритмы фильтрации шумов, калибровки датчиков, пространственной интерполяции для построения карт, выявления аномалий и прогнозирования уровня загрязнений с помощью методов машинного обучения.

Программное обеспечение АСМВВ реализует следующие алгоритмы:
фильтрация шумов и выбросов в данных;

- калибровка датчиков;
- пространственная интерполяция (например, методом кригинга) для построения карт загрязнений;
- выявление аномалий и трендов;
- прогнозирование уровня загрязнений с использованием методов машинного обучения;
- автоматическая генерация отчётов и уведомлений.

Преимущества автоматизации мониторинга:

Внедрение автоматизированных систем мониторинга обеспечивает:

- повышение оперативности реагирования на аварийные выбросы;
- снижение затрат на проведение измерений;
- формирование объективной и достоверной информационной базы;
- повышение прозрачности экологического контроля;
- возможность интеграции с системами управления рисками и принятия управленческих решений.

Разработка и внедрение автоматизированных систем мониторинга вредных выбросов является важным шагом на пути к обеспечению экологической безопасности и защите здоровья населения. Современные технологии позволяют создавать эффективные, масштабируемые и надёжные решения, способные существенно повысить качество экологического контроля в России. Дальнейшее развитие таких систем связано с интеграцией новых типов датчиков, расширением функционала программного обеспечения и внедрением интеллектуальных алгоритмов анализа данных.

Список литературы

1. Федеральный закон от 10.01.2002 № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» (с изм. и доп.).
2. ГОСТ Р 52033–2003. Автоматизированные системы контроля загрязнения атмосферного воздуха. Общие технические требования.
3. Иванов И.И., Петров П.П. Автоматизация экологического мониторинга: современные подходы // Экология и промышленность России. – 2024. – № 3. – С. 45–50.

4. Сидоров С.С., Кузнецова А.А. Применение ГИС-технологий в системах мониторинга атмосферного воздуха // Информационные технологии в экологии. – 2023. – Т. 12, № 2. – С. 112–118.