

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

В работе рассмотрено проектирование автоматизированной системы мониторинга параметров воздушной среды для анализа исторических массивов данных. Описаны механизмы импорта файлов форматов CSV и JSON, а также методология расчета индекса качества воздуха (AQI). Система позволяет проводить независимый аудит экологической безопасности на основе ретроспективного анализа без использования аппаратных датчиков.

Ключевые слова: мониторинг воздуха, статистический анализ, индекс AQI, гистограммы распределения, экологическая безопасность.

I. Введение

В данной работе представлена автоматизированная система мониторинга параметров воздушной среды, предназначенная для глубокого анализа ретроспективных данных. Предложенный программный комплекс позволяет автоматизировать процесс оценки параметров микроклимата без прямой привязки к аппаратным датчикам.

II. Механизмы импорта и обработки архивов

Функционирование программного комплекса системы базируется на принципах обработки структурированных цифровых архивов, выступающих основным источником входной информации. Система поддерживает работу с форматами файлов CSV и JSON, обеспечивая автоматическое распознавание заголовков и сопоставление временных меток с физическими показателями среды[1]. После загрузки архива в модель среда выполняет процедуру парсинга и нормализации данных. Это позволяет устранить шумы, характерные для длительных периодов непрерывной записи, и привести разнородные данные к единому аналитическому знаменателю. Важной особенностью архитектуры является полная неизменность исходного архива. Программный комплекс создает временные аналитические слои для визуализации, не затрагивая структуру первоисточника. Такой подход гарантирует юридическую чистоту и проверяемость результатов анализа, так как каждый график имеет жесткую математическую привязку к строке исходного документа. Механизм позволяет эффективно обрабатывать массивы данных объемом свыше десяти миллионов записей без потери производительности[5].

III. Конфигурация параметров и статистические базы

Интерфейс системы спроектирован для обеспечения точной настройки коридоров нормального функционирования климатических систем на промышленных объектах. В панели управления конфигурацией для каждого физического параметра из загруженного архива устанавливается индивидуальная эталонная база и предельно допустимое отклонение. Например, при обработке температурного массива базовая величина может быть задана на уровне 22.0 при допустимом разбросе в 0.7. Относительная влажность

анализируется относительно базы в 40.0 с разбросом в 1.0, а уровень запыленности сопоставляется с базой в 15.0. Эти настройки выступают в роли динамических логических фильтров. Они позволяют системе в автоматическом режиме идентифицировать в загруженном массиве любые периоды аномального поведения среды, которые могли быть пропущены при обычном просмотре табличных данных. Особая точность требуется при анализе химического состава, где база для углекислого газа устанавливается на уровне 0.04, а для диоксида азота на уровне 0.002 при шаге разброса в 0.001. Использование таких жестких рамок позволяет системе выполнять роль независимого экспертного фильтра[4].

IV. Аналитические методы и расчет индекса качества

Центральным вычислительным модулем системы является алгоритм расчета интегрального индекса качества воздуха, адаптированный для работы с ретроспективными данными. Расчет производится на основе средневзвешенных значений всех анализируемых параметров среды за определенный временной интервал[3]. Математическая модель учитывает вклад каждого компонента в общую оценку безопасности помещения, используя специализированные весовые коэффициенты значимости. Алгоритм выполняет агрегирование данных, применяя методы скользящего среднего для сглаживания кратковременных выбросов.

V. Графическая интерпретация и визуализация

Для интерпретации результатов статистического анализа в системе реализовано синхронное построение двух типов визуальных представлений. Верхний сектор рабочего окна занимает линейный график, который визуализирует временную последовательность данных. Это позволяет пользователю проследить динамику и выявить долгосрочные тренды изменений микроклимата в ретроспективе (рис. 1).

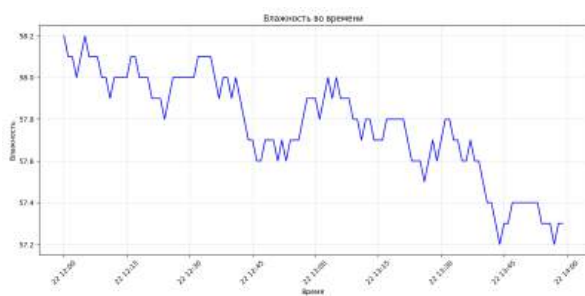


Рис. 1 – Визуализация временной последовательности изменения влажности в системе АСОИ

Нижний аналитический сектор отведен под гистограмму плотности распределения. Она формируется путем статистической обработки всей совокупности предоставленных в архиве данных. Гистограмма позволяет наглядно оценить кучность распределения значений относительно эталонной базы и выявить частоту возникновения аномалий. Например, частотный пик в определенном температурном диапазоне может свидетельствовать о стабильности работы инженерных систем или о систематическом перегреве помещений[6]. Система транслирует показатели концентраций газов на единую координатную плоскость, что дает аналитику возможность выявлять корреляции между параметрами среды.

Петруша Александр Денисович, студент ФИТиУ БГУИР, sasha11032017@gmail.com.

Гумен Николай Александрович, студент ФИТиУ БГУИР, morcovich@gmail.com.

Маслихин Матвей Владимирович, студент ФИТиУ БГУИР, gztale12@gmail.com.

Научный руководитель: Трофимович Алексей Фёдорович, старший преподаватель кафедры ИТАС БГУИР, trofimaf@bsuir.by.

Заключение

Разработка автоматизированной системы мониторинга параметров воздушной среды наглядно доказала преимущества архивного метода анализа микроклимата. Отказ от прямой связи с аппаратными устройствами в пользу глубокой обработки загружаемых массивов обеспечил модели высокую мобильность и достоверность. Комбинация линейных графиков и детальных гистограмм распределения позволяет пользователю получить исчерпывающий отчет о состоянии среды за любой период времени. Использование системы в качестве независимой модели анализа данных позволяет предприятиям проводить качественный аудит инженерных сетей на основе информации за прошлые десятилетия.

Список литературы

1. Borkar, P. Statistical and Machine Learning Models for Air Quality / P. Borkar. – MDPI Algorithms, 2025. – 198 с.
2. Angelov, G. Autonomous System for Air Quality Monitoring / G. Angelov. – MDPI Sustainability, 2025. – 212 с.
3. Chen, L. Visual Analytics Approach for Air Quality Data / L. Chen. – Sensors, 2017. – 156 с.
4. Li, J. Visualization Approach to Air Pollution Data Exploration / J. Li. – Atmosphere, 2016. – 88 с.
5. Duffy, D. Open-Source Platform for Air Quality Analysis / D. Duffy. – IEEE Xplore, 2022. – 45 с.
6. Gao, J. Monitoring and Data Analysis of Indoor Air Quality / G. Gao. – SCIRP Journal, 2024. – 110 с.