

Анализ показателей выбросов парниковых газов для системы контроля воздействия на окружающую среду

В. В. Алексеев¹, Н. В. Орлова², В. А. Саранцева³, В. С. Брызгалов⁴
Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет
«ЛЭТИ» им. В.И. Ульянова (Ленина)

¹vvalekseev@etu.ru, ²nvorlova@etu.ru, ³veronika_sarance@mail.ru, ⁴verabryzgalov@mail.ru

Аннотация. Рассматриваются вопросы анализа показателей выбросов парниковых газов на допустимые значения, передачи в систему контроля воздействия на окружающую среду загрязняющих веществ по заданному протоколу.

Ключевые слова: загрязнения атмосферы, парниковые газы, система контроля качества окружающей среды, протокол передачи

I. ВВЕДЕНИЕ

Развитие промышленности в различных регионах нашей страны не стоит на месте. Помимо пользы, которую они вносят в экономическое развитие, можно выделить и огромный минус, который заключается в загрязнении окружающей среды. На сегодняшний день данная проблема носит глобальный характер.

В попытках снизить совокупный объем выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух не менее чем на 20% президент РФ инициировал национальный проект, который стартовал в 2019 году. В рамках данного проекта были детально описаны промышленные источники загрязнения, были составлены их математические модели и выделены нормы выбросов для каждого из них. [1]

Несмотря на все принятые меры, каждое промышленное предприятие должно самостоятельно контролировать количество выбрасываемых загрязняющих веществ. Самым простым способом проверки является измерение концентрации ручным переносным газоанализатором, работающим по методу, установленному для данного вещества (атомно-абсорбционной спектроскопии, эмиссионной пламенной фотометрии, и т. п.).

Но с каждым годом увеличивается масштаб предприятий, а с появлением новых технологий увеличивается количество и разнообразие выбрасываемых парниковых газов, которые помимо загрязнения окружающего воздуха нарушают атмосферный баланс. Контроль загрязняющих веществ указанным выше методом может оказаться не только затратным, но и отнимет большое количество времени и сил, а полученная информация при этом достигнет огромного объема, который обработать вручную просто невозможно.

Поэтому для своевременного предотвращения чрезмерного загрязнения атмосферы необходимо не только осуществлять сбор информации о загрязняющих веществах, но и автоматизировать данный процесс, а также реализовать анализ результатов измерений.

II. СТРУКТУРА СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВЫБРОСОВ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Система контроля воздействия выбросов на окружающую среду должна выполнять ряд задач:

- измерение концентраций загрязняющих веществ, в различных точках исследуемой местности;
- сбор полученных данных;
- сведение полученных результатов в единую базу данных;
- анализ снятых проб на превышение предельно допустимой концентрации в рабочей зоне;
- составление протокола о полученных результатах.

Один из типов газоанализаторов, используемых в промышленности для измерения концентрации парниковых газов – газоанализаторы с поддержкой протокола скоростного адресного доступа к удаленному преобразователю (Highway Addressable Remote Transducer, HART), распространены в промышленной автоматизации. Они могут располагаться в разных удаленных источниках выбросов и объединяться в единую систему (рис. 1).

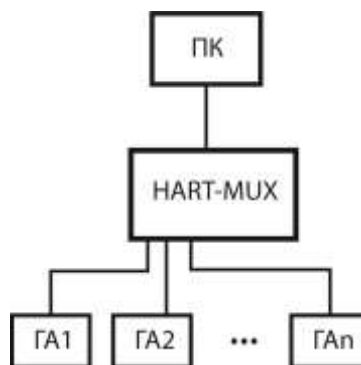


Рис. 1. Структурная схема системы контроля. Проводное подключение

Данная система состоит из газоанализаторов, где n – их количество и HART – мультиплексора (HART-MUX). Она позволяет объединить все измерительные устройства в одну сеть и подключить их к АРМ, но при этом ограничивает в количестве, так как один такой мультиплексор поддерживает только 16 включений. Еще одним недостатком данной системы является удаленность точек исследуемой местности друг от

друга. Если расстояния слишком велики, то это дополнительные затраты на протяжение кабеля. Решение этой проблемы заложено в другой реализации этой системы (рис. 2).

Места взятия проб могут включать в себя как рабочие зоны помещений, так и открытые площадки взрыво- и пожароопасных производств. Поэтому, в целях безопасности также предусматривается удаленное управление газоанализаторами с помощью преобразователя сигнала HART в беспроводной сигнал WirelessHart. Данные с преобразователей, расположенных в разных точках исследуемой местности, собираются в один узел шлюзом WirelessHart и через протокол Ethernet передаются на АРМ.

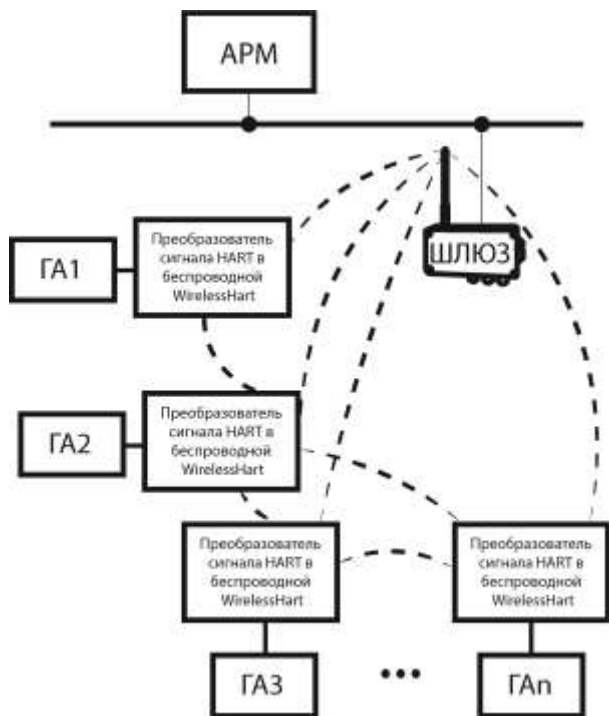


Рис. 2. Структурная схема системы контроля

III. АНАЛИЗИРУЕМЫЕ ДАННЫЕ

Система контроля воздействия выбросов на окружающую среду предполагает анализ на превышение концентрации загрязняющих веществ предельно допустимой концентрации (ПДК). Для реализации возможности оценки состояния атмосферного воздуха рассматриваются основные опасные вещества парниковых газов, такие как диоксид углерода, метан, гексафторид серы и диоксид азота.

В проведении анализа важную роль играют не только значения концентраций рассматриваемых загрязняющих веществ, но и значения предельно допустимых концентраций в рабочей зоне для каждого из них (табл. 1).

ТАБЛИЦА I. Перечень загрязняющих веществ и их ПДК

Наименование ЗВ	Формула ЗВ	ПДК в воздухе рабочей зоны, мг/м ³
Диоксид углерода	CO ₂	9000
Метан	CH ₄	7000
Гексафторид серы	SF ₆	5000
Диоксид азота	N ₂ O	2

Еще одной из задач может являться взятие проб и анализ не только парниковых газов, но и других загрязняющих веществ (табл. 2).

ТАБЛИЦА II. Перечень дополнительного набора загрязняющих веществ

Наименование ЗВ	Формула ЗВ
Диоксид серы	SO ₂
Оксиды азота	NOX
Фтористый водород	HF
Хлористый водород	HCl
Сероводород	H ₂ S
Аммиак	NH ₃
Кислород	O ₂

При этом контроль данных веществ необходимо осуществлять по уже определенным параметрам (табл. 3)

ТАБЛИЦА III. Перечень параметров для контроля ЗВ

Наименование ЗВ	Наименование параметра	Значение параметра
Диоксид серы	Массовый расход, кг/ч	30
Оксиды азота		30
Фтористый водород		0,3
Хлористый водород		1,5
Сероводород		0,3
Аммиак		1

IV. СТРУКТУРА БАЗЫ ДАННЫХ

Для возможности дальнейшего анализа полученных значений выбросов загрязняющих веществ реализуется запись полученных результатов измерений с газоанализаторов в каждой точке из рассматриваемой местности в единую структурированную базу данных.

Процесс записи включает не только регистрацию, но и архивирование данных в файл или файлы (например, текстовые файлы с разделителями в формате *.csv-файл) для передачи в базу данных (БД).

В результате формируется база данных контрольных измерений, содержащая измерительную информацию с газоанализаторов по каждому участку местности, накапливая данные взятия проб за определенный период времени. Причем, база данных должна содержать информацию о местах взятия проб и каждый анализируемый участок местности будет описываться перечнем информативных параметров $Te = \{(C_{i1}, C_{i2}, \dots, C_{in}), dt, dx, dy\}$, где n – количество анализируемых веществ, dt – период времени забора проб по анализируемым параметрам, dx, dy – географические координаты расположения газоанализаторов,

Для проведения анализа база данных должна содержать информацию о предельно допустимых концентрациях в рабочих зонах для каждого из анализируемых веществ, а также предельные значения параметров, для оценки дополнительного набора веществ.

Структура базы данных должна обеспечивать не только сравнение полученных значений с ПДК, но и преобразование, связанное с различием в единицах измерений в дополнительном наборе веществ и определенных для них параметров контроля. Измерительная информация с газоанализаторов поступает в мг/м³, а анализ необходимо производить по массовому расходу данного вещества, который

измеряется в кг/ч. Для осуществления данного преобразования в структуре базы данных должна быть информация об объеме выбрасываемого газа в течение часа. Пусть данный показатель примет значение V , тогда перевести единицы измерения можно по выражению: $X = Y * V * 10^{-6}$, где X – массовый расход данного вещества, кг/ч; Y – измерительная информация с газоанализаторов, мг/м³, V – объем выбрасываемого газа в течение часа, м³/ч (или м³/с).

Все эти требования к базе данных может удовлетворить геоинформационная система, обеспечивая пространственную привязку данных, пространственный анализ, а также визуализировать результаты анализа [3].

V. АНАЛИЗ ПОЛУЧЕННЫХ ДАННЫХ. ФОРМИРОВАНИЕ ПРОТОКОЛА

Геоинформационная система, позволяет не только проводить анализ результатов измерения, но и дает наглядное представление о текущей ситуации в окружающем воздухе.

Анализ заключается в сравнении снятых значений концентраций с предельно допустимыми значениями (ПДК). Результаты, которые не удовлетворяют условию $C_i < ПДК_i$, где: C_i – концентрация измеряемого загрязняющего вещества i (мг/м³), ПДК _{i} – предельно допустимая концентрация i -го загрязняющего вещества в рабочей зоне (мг/м³), подсвечиваются на карте красным цветом, визуализируя исход анализа.

После каждого проведенного анализа формируется протокол, содержащий результаты измерения и анализа.

Согласно приказу Роспотребнадзора от 25.08.2022 N 382, данные с автоматических средств измерений о показателях выбросов загрязняющих веществ, превышающие предельно допустимую концентрацию, необходимо направлять в государственный реестр НВОС по определенному, принятому в этом приказе формату. В ходе формирования электронного документа оператору необходимо подготовить ряд данных. Сведения об уникальном номере автоматического измерительного средства (АСИ) и уникальный номер

сертификата ключа проверки электронной подписи передаются в виде пути запроса HTTP и заголовка запроса HTTP соответственно. Информация об отметке текущего времени АСИ, виде негативного воздействия на окружающую среду, массив показаний, а также массив источников выбросов необходимо предоставить в виде JSON структуры, которая представляет собой набор пар «ключ : значение» и приобретается путем экспорта данных из геоинформационной системы с указанием соответствующего разрешения *.geojson.

VI. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование представления данных в геоинформационной технологии обеспечивает автоматизированную обработку данных при решении различных прикладных задач и удобное представление результатов анализа. Также, в процессе анализа, формируются данные, которые визуально отображают реальную картину состояния окружающего воздуха и не являются конечными. С полученными результатами, при необходимости, можно проводить дальнейшую работу, например, построить диаграмму изменения состояния концентрации на одном или нескольких источниках выброса. Отобразить распространение приземной концентрации. Еще одним, не менее важным преимуществом использования данного метода при анализе значений концентраций загрязняющего вещества – простой способ получения необходимых для формирования отчета данных в виде JSON структур.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Официальный интернет-портал правовой информации: [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201903150003>. (Дата обращения: 13.03.2023).
- [2] Официальный интернет-портал правовой информации: [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202212270001>. (Дата обращения: 13.03.2023).
- [3] Применение геоинформационных технологий в информационно-измерительных системах мониторинга./ В.В. Алексеев, Н.В. Орлова [и др.] // Приборы. 2014. № 11. С. 14-22