



УДК 504.064  
doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-3



Open  
Access

RESEARCH  
ARTICLE

## Экологический мониторинг воздуха

**Кирилл Петрович Знобишин**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
kirill797@mail.ru

**Сергей Александрович Лебедев**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
brand65@gmail.com

**Михаил Владимирович Сарапкин**

Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза, ул. Красная, 40  
sarapkin.mix@gmail.com

**Аннотация.** Поднимается проблематика загрязнения атмосферы, а также его влияние на здоровье людей. Рассматриваются основные загрязнители. Описываются системы ЭВМ, обеспечивающие количественную и качественную оценку окружающего воздуха на большой территории.

**Ключевые слова:** атмосфера, воздух, контроль, мониторинг, ЭВМ, загрязняющие вещества, качество, прибор, газоанализаторы, хроматограф

**Для цитирования:** Знобишин К. П., Лебедев С. А., Сарапкин М. В. Экологический мониторинг воздуха // Инжиниринг и технологии. 2022. Т. 7(1). С. 1–3. doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-3

## Ecological air monitoring

**Kirill P. Znobishin**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
kirill797@mail.ru

**Sergey A. Lebedev**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
brand65@gmail.com

**Mikhail V. Sarapkin**

Penza State University, 40 Krasnaya Street, Penza, Russia  
sarapkin.mix@gmail.com

**Abstract.** This article raises the problem of environmental pollution as it is observed on human health. The main pollutants that are characteristic of its quality are considered. The described computer system collects numerical and high-frequency reports of the district over the air in the territory.

**Keywords:** atmosphere, air, control, monitoring, computer, pollutants, quality, device, gas analyzers, chromatograph

**For citation:** Znobishin K.P., Lebedev S.A., Sarapkin M.V. Ecological air monitoring. *Inzhiniring i tekhnologii = Engineering and Technology*. 2022;7(1):1–3. (In Russ.). doi:10.21685/2587-7704-2022-7-1-3

Качество атмосферного воздуха в городах многих стран – одна из наиболее острых экологических проблем современности. Ухудшение состояния воздушного бассейна городов, обусловленное выбросами энергетики, промышленности и транспортным комплексом, оказывает негативное воздействие как на здоровье населения, так и на окружающую среду в целом.

Качество компонентов окружающей среды оценивается по данным мониторинга, осуществляемого в рамках государственного экологического мониторинга. В связи с этим существует необходимость проведения постоянного контроля качества атмосферного воздуха.



Экологический мониторинг атмосферного воздуха (ЭМВ) представляет собой систематическое измерение количества загрязняющих веществ (ЗВ) в атмосфере с целью оценки: во-первых, его качества и во-вторых, – степени воздействия ЗВ на чувствительные объекты (например, людей, животных, растения и произведения искусства). Косвенной целью ЭМВ также является локализация местоположения и идентификация источника загрязнения воздуха (так называемый казуальный анализ). Физически ЗВ можно классифицировать на газообразные и твердофазные дисперсные, а химически – на активные, обладающие вредным воздействием, и пассивные.

Из всего множества химических веществ, биологических и физических компонентов воздуха (за исключением азота и кислорода), объектом ЭМВ являются те, чье воздействие, на основании эмпирических, как правило, наблюдений, приводит к негативным последствиям. Соответственно, предельно допустимые концентрации (ПДК) этих ЗВ также установлены из многолетнего опыта наблюдений и специально проводимых исследований.

Текущая концентрация ЗВ в данной точке атмосферы формируется под воздействием баланса поступления вредных веществ и их рассеивания в воздухе.

Учитывая вышесказанное, проведение ЭМВ должно базироваться на сеть станций мониторинга, обеспечивающих адекватность его реализации. Основными требованиями являются: достаточная плотность размещения станций, наличие аппаратного комплекса средств контроля, обеспечивающего успешное фиксирование основных ожидаемых ЗВ, наличие соответствующей нормативно-методической базы и единого операционного центра, обеспечивающего своевременное и полноценное решение задач ЭМВ.

Примером такого решения системы ЭМВ является ГПБУ «Мосэкомониторинг». Она развернута в виде соответствующего числа автоматических станций контроля загрязнения атмосферы, на которых круглосуточно, в непрерывном режиме, измеряются концентрации 23 химических веществ (21 ЗВ, контролируемых в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения, а также углекислого газа и кислорода). Параллельно измеряются метеорологические параметры, определяющие условия рассеивания ЗВ в атмосфере (скорость и направление ветра, температура, давление, влажность, вертикальная компонента скорости ветра).

Действующая система ЭМВ, таким образом, обеспечивает решение следующих задач:

- контроль за соблюдением государственных и международных стандартов качества атмосферного воздуха;
- получение объективных исходных данных для разработки природоохранных мероприятий, градостроительного планирования и планирования развития транспортных систем;
- оценка эффективности природоохранных мероприятий.

Описанная система ЭМВ может также использоваться для развертывания систем предупреждения о резком повышении уровня загрязнения воздуха в интересах ГО и ЧС, а также для поддержки клинических и академических исследований воздействия на здоровье человека загрязнения воздуха.

Методическая база ЭМВ, в соответствии с принятой выше классификацией, должна обеспечивать оценку запыленности атмосферного воздуха (АВ) и оценку загрязненности его ЗВ.

Одним из основных загрязнителей АВ пылью служат промышленные предприятия. И здесь хорошо изученным и давно используемым на практике методом оценки запыленности воздуха является весовой метод, суть которого состоит в определении привеса при пропускании через фильтр определенного объема исследуемого воздуха.

В настоящее время, как правило, необходимо наряду с концентрацией пыли знать также размер частиц (дисперсность) пыли и количество пылинок, содержащихся в единице объема воздуха. С этой целью используют метод непосредственного наблюдения и подсчета с применением микроскопа или использованием различных лучевых измерителей (светового и радиодиапазона).

Для качественного и количественного определения содержания в АВ ЗВ применяются газоанализаторы и хроматографы различных конструкций и производителей. Газоанализаторы, как правило, специализированы для использования в таких специфических условиях применения, как воздух рабочей зоны, газовые промышленные и вентиляционные выбросы, автомобильные выбросы, технологические газовые среды, свободные зоны природных и урбанистических ландшафтов.

В зависимости от конкретного назначения, газоанализаторы контролируют определенные наборы ЗВ – от одного (озон, или СО) до нескольких ( $H_2S$ ,  $SO_2$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $NH_3$ ,  $HCl$ ,  $Cl_2$ ,  $O_2$  и более) и основаны на различных физических принципах.

Распространены хемилюминесцентные газоанализаторы (например, озона), ИК-оптические газоанализаторы (контроль оксида и диоксида углерода), интегральные газоанализаторы, позволяющие использовать любую комбинацию имеющихся газовых датчиков. Такие газоанализаторы имеют блоки обработки информации и предназначены для подключения до 32 и более измерительных модулей.



Помимо этого современные газоанализаторы имеют модули, позволяющие проводить их автокалибровку, осуществлять управление от внешних устройств, в том числе удаленным способом, обеспечивают как хранение значительных объемов данных, так и вывод информации на внешние ЭВМ.

Следует отметить, что наряду с безусловными достоинствами (возможность селективного детектирования определяемого вещества, портативность), газоанализаторы имеют и недостатки, главный из которых – невозможность фиксировать изменения качественного состава анализируемой воздушной среды при расширении ассортимента загрязнителей.

Другим распространенным классом приборов для анализа ЗВ являются хроматографы. Портативные газовые хроматографы в значительной степени лишены недостатков, присущих газоанализаторам, хотя и существенно превосходят последние по стоимости. При анализе объектов, представляющих собой микрокомпонентные смеси переменного состава, хроматографии нет альтернативы. В пересчете на стоимость определения одного компонента хроматография имеет очень низкую себестоимость, обладая одновременно высокой селективностью и чувствительностью определения.

Так, использование портативных хроматографов, укомплектованных фотоионизационным детектором, позволяет без предварительного концентрирования определять содержание в воздухе полиароматических углеводородов и фталатов.

Многие современные приборы базируются на использовании миниатюрных фотоионизационных детекторов, что расширяет спектр применения и точность определения ЗВ.

Существуют и полифункциональные с точки зрения оперирования приборы, позволяющие осуществлять ввод пробы как шприцем, так и через дозирующее устройство с помощью встроенного насоса; они могут быть снабжены несколькими капиллярными колонками и системой обратной продувки. Работа таких приборов возможна в трех режимах. Предусмотрен режим работы как для неквалифицированного оператора (цикл запрограммированных анализов), так и для квалифицированного, которому открыт доступ к изменению различных параметров прибора. С помощью встроенного микропроцессора можно рассчитать до 50 пиков и провести калибровку по трем точкам для 25 компонентов.

Более сложные, и, как правило, точные приборы выполняются в стационарном исполнении. Они громоздки и могут использоваться лишь в лабораториях, в том числе передвижных, что заметно повышает их мобильность. Такие приборы предназначены, например, для качественного и количественного анализа сложных смесей органических и неорганических веществ с температурой кипения до 300 °С.

Конечно, портативные приборы всегда имеют более жесткие ограничения на их использование в анализе, чем приборы в стационарной аналитической лаборатории. Тем не менее, удобство использования портативных хроматографов состоит еще и в том, что при отборе пробы не нужно входить в зону, содержащую ЗВ, если они снабжены устройствами для проведения дистанционного анализа.

Для деятельности аналитической лаборатории, хроматографический метод в контроле загрязнителей воздушной среды не имеет альтернативы, так как его использование позволяет определять как органические соединения различного строения, так и широкий спектр неорганических соединений. Решающую роль в этом сыграла практически полная автоматизация анализа, включая стадию пробоподготовки.

Таким образом, современная методическая и приборная база ЭМВ достаточно хорошо отработана и предоставляет полноценную возможность для создания эффективно действующей системы ЭМВ. Конечно, методы анализа ЗВ достаточно сложны и дорогостоящи, а системы анализа пылевых загрязнений пока не достаточно развиты.

### Список литературы

1. Ашихмина Т. Я. Экологический мониторинг. М. : Академический проект, 2008. 416 с.
2. Вартанов А. З., Рубан А. Д., Шкуратник В. Л. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг. Вологда : Инфра-Инженерия, 2010. 640 с.

### References

1. Ashikhmina T.Ya. *Ekologicheskiy monitoring = Ecological monitoring*. Moscow: Akademicheskiy proekt, 2008:416. (In Russ.)
2. Vartanov A.Z., Ruban A.D., Shkuratnik V.L. *Metody i pribory kontrolya okruzhayushchey sredy i ekologicheskiy monitoring = Methods and instruments for environmental control and ecological monitoring*. Vologda: Infra-Inzheneriya, 2010:640. (In Russ.)

Поступила в редакцию / Received 11.03.2022

Поступила после рецензирования и доработки / Revised 13.04.2022

Принята к публикации / Accepted 25.04.2022