
А.А. Горюнкова
канд. техн. наук
(ГОУ ВПО «Тульский государственный
университет»)

A.A. Goryunkova

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ И ОТОБРАЖЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О ЗАГРЯЗНЕНИИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

HARDWARE-SOFTWARE PROCESSING AND DISPLAYING INFORMATION ABOUT AIR POLLUTION

Рассматривается программно-аппаратный комплекс, который состоит из программы выдачи рекомендаций по снижению выбросов, программы отображения загрязнения, программ настройки серверной части и программ сбора информации на локальном посту мониторинга.

Ключевые слова: экологический мониторинг; автоматизированная система; обработка информации; принятие решений; программный комплекс.

We consider a hardware-software complex, which consists of a program issuing recommendations to reduce emissions, pollution mapping program, setup the server and software collecting information on the local monitoring stations.

Key words: environmental monitoring; automated system; information processing; decision-making; software package.

Для выявления загрязнения воздуха вредными веществами, выбрасываемыми промышленными предприятиями, используется специальная система наблюдений. Такую систему в настоящее время общепринято называть мониторингом. Мониторинг включает в себя следующие основные направления деятельности [1]:

- наблюдение за факторами, воздействующими на окружающую природную среду и ее состоянием;
- оценку фактического состояния природной среды;
- прогноз развития состояния природной среды и его оценку.

Данные, характеризующие состояние природной среды, полученные в результате наблюдений или прогноза, должны оцениваться в зависимости от того, в какой области человеческой деятельности они используются (с помощью специально выбранных или выработанных критериев). Оценка подразумевает, с одной стороны, определение ущерба от воздействия, с другой – выбор оптимальных условий для человеческой деятельности, определение существующих экологических резервов. При такого рода оценках рассчитываются возможные значения допустимых нагрузок на окружающую природную среду.

В настоящий момент существует несколько десятков автоматизированных систем моделирования распространения вредных веществ в атмосфере, а также систем мониторинга атмосферного воздуха. Многие из существующих систем используются различными экологическими службами и предприятиями.

В Тульском государственном университете на основе разработанных алгоритмов был создан программно-аппаратный комплекс, включающий в себя автоматизированную систему сбора, обработки и отображения информации и объединен с комплексом

аппаратуры для измерения концентраций вредных веществ.

Программно-аппаратный комплекс состоит из нескольких частей:

- программы настройки;
- серверной части;
- программы сбора на локальном посту.

Программный комплекс экологического мониторинга состоит из нескольких частей [2]. На компьютере экологического поста устанавливается программа «Wingasan», с помощью которой выбираются вещества и их значения, а также имеется возможность отображения данных, снимаемых с метеостанции, таких как направление ветра, температура и т.п.

Для отображения экологической информации используется программа «Monitor» (рис. 1). Как видно из рисунка 1, главное окно программы состоит из панели меню, списка всех датчиков, панели метеоданных, карты с постами.

Меню программы представляет собой две панели: панель меню и панель инструментов. Все пункты меню продублированы на панели инструментов.

Датчик на карте представлен двумя объектами: точкой расположения датчика (обозначается зеленой точкой с номером) и формой с показаниями датчика.

Для общего доступа к экологической информации можно использовать Веб-интерфейс системы. Доступ к системе защищен паролем, и просмотреть данные могут только привилегированные пользователи. Интернет-сайт предоставляет ту же информацию, что и автоматизированное рабочее место оператора. Благодаря Интернет-сайту, система обладает определенными преимуществами по сравнению с другими системами, т.к. к данной информации можно организовать доступ (в том числе и платный) из любой точки мира.

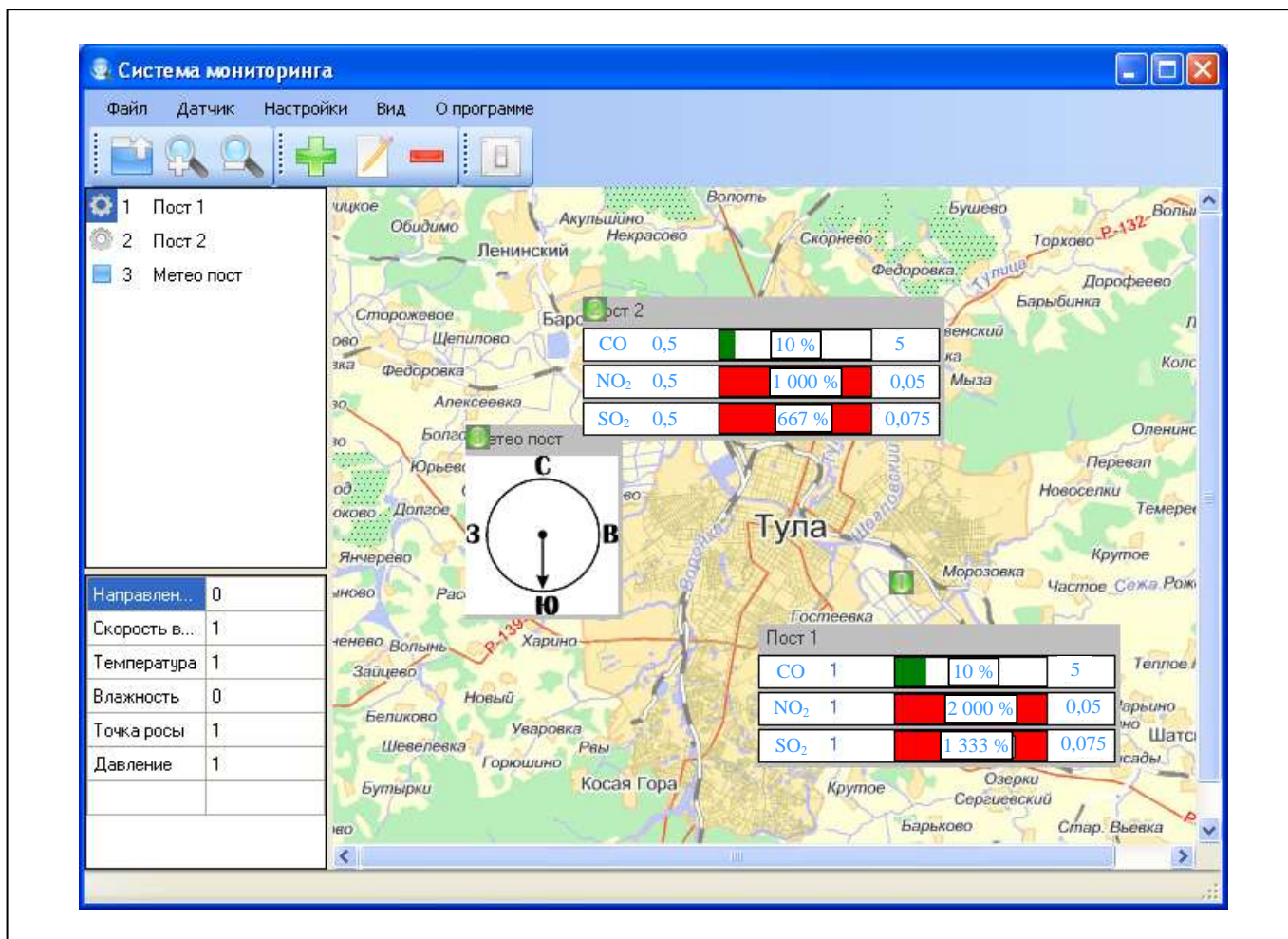


Рис. 1. Программа Monitor.exe

Разработанный программно-аппаратный комплекс внедрен на ОАО «Тулачермет» (Тульская область). Первым шагом при инсталляции комплекса был выбор оборудования для постов мониторинга, осуществляющих замер. Выбор точек мониторинга и программы осуществлялись экологической службой предприятия и работниками Тульского государственного университета по результатам сводных расчетов рассеивания загрязняющих веществ.

Для каждой точки мониторинга разработана программа наблюдений, включающая в себя перечень веществ, подлежащих контролю, состав средств и методов измерения или расчета, частоту и сроки. Предложенная аппаратная часть системы состоит из нескольких блоков, таких как блок управления, газоанализаторы, метеостанция, персональный компьютер для сбора локальной информации.

К блоку управления «Сирена» подключаются датчики, а тот в свою очередь к рабочей станции, которая передает информацию на сервер (рис. 2). Датчик «Сирена-А-01.8» предназначен для измерения концентрации оксида серы SO_2 и имеет диапазон измерения $0,05 \dots 1,25 \text{ мг/м}^3$. Датчик «Сирена-А-01.3» предназначен для измерения концентрации оксида азота NO_2 и имеет диапазон измерения $0,02 \dots 0,5 \text{ мг/м}^3$.

Датчик «Палладий-3» предназначен для измерения концентрации углекислого газа CO и имеет диапазон измерения $0,01 \dots 50 \text{ мг/м}^3$.

Кроме того, комплекс включает в себя метеостанцию, которая предназначена для измерения метеопараметров, таких как скорость и направление ветра, температура воздуха, влажность, атмосферное давление (рис. 3).



Рис. 2. Блок управления «Сирена-А-М-3»



Рис. 3. Метеостанция

Кроме датчиков, блока управления и метеостанции в комплексе присутствует станция для управления датчиками, сервер Oracle или Microsoft SQL Server и рабочая станция оператора.

Автоматический пункт сбора информации комплектуется современными газоанализаторами отечественного производства для контроля содержания в атмосферном воздухе концентраций оксида углерода (CO), диоксида серы (SO₂), диоксида азота (NO₂). Данные газоанализаторы размещаются стационарно в металлическом корпусе. Данный корпус представляет собой куб, сделанный из металла.

Корпус выполнен таким образом, что позволяет стационарно разместить газоанализаторы на три контролируемых газа: Палладий-3 (оксид углерода CO), «Сирена А» (диоксид серы SO₂), «Сирена А» (диоксид

азота NO₂). Через два боковых отверстия в стенке корпуса протягиваются шланги, по которым осуществляется прокачка воздуха. Для обеспечения эксплуатации, стационарности и безопасности оборудования к корпусу приварена металлическая дверь. Корпус с размещенным в нем газоаналитическим оборудованием представляет собой автоматическую станцию сбора информации о загрязнении воздуха.

Следующим шагом был выбор точек для расстановки постов мониторинга, который, производился по методике, разработанной в Тульском государственном университете [2]. Согласно методике оптимальным является выбор шага расчетной сетки 250...300 м для индивидуальных компонент взвешенных веществ и 400...500 м для газообразных примесей.

Было осуществлено нанесение расчетной сетки на векторную карту территории и выбор точек мониторинга. Причем, каждая точка мониторинга должна соответствовать следующим критериям [2]:

- гарантированно характеризовать зону загрязнения (зона загрязнения определяется по результатам расчетов рассеивания и последующего анализа);
- характеризовать уровень воздействия в границах установленной зоны на здоровье населения и окружающую среду в целом;
- позволять характеризовать вклады основных источников загрязнения.

При выборе датчиков для проведения измерений концентрации загрязняющих веществ учитывались результаты расчетных оценок их приземных концентраций, которые удовлетворяли (одновременно) следующим условиям:

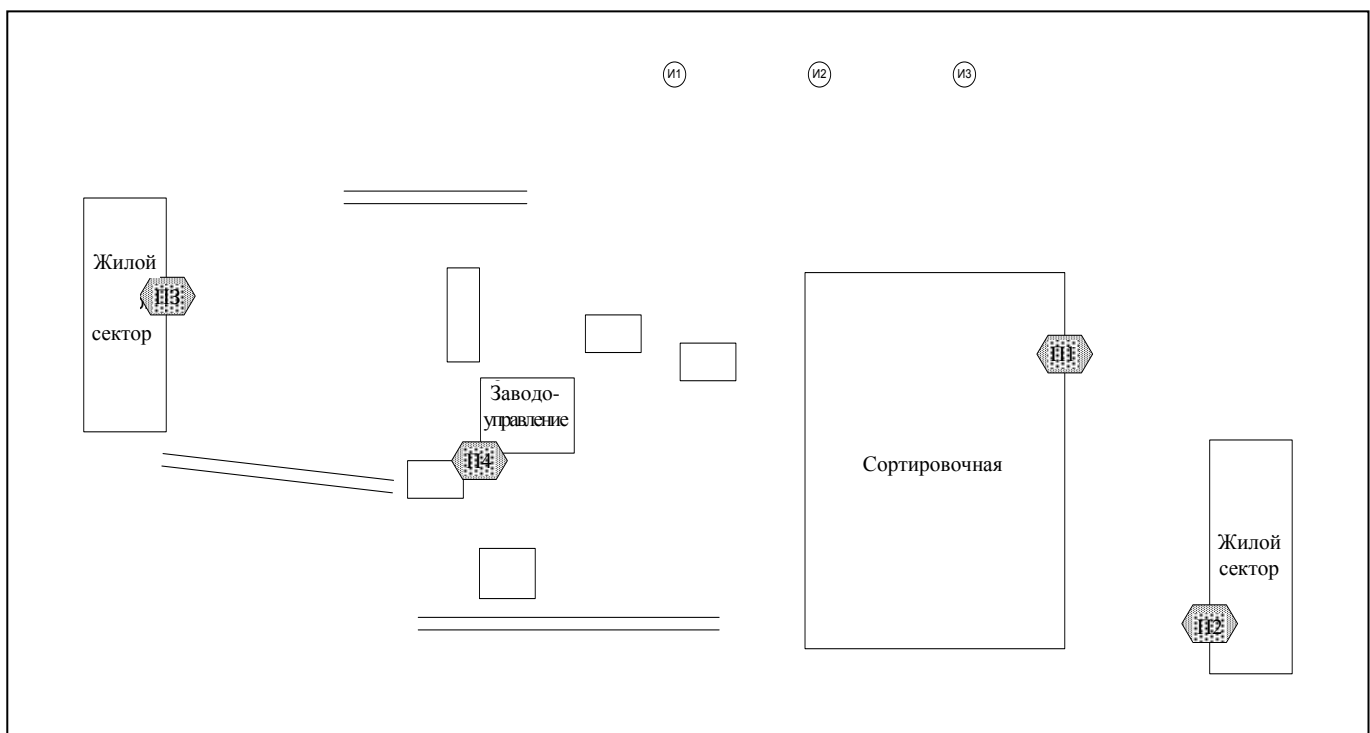


Рис. 4. Схема расположения экологических постов на ОАО «Тулачермет»

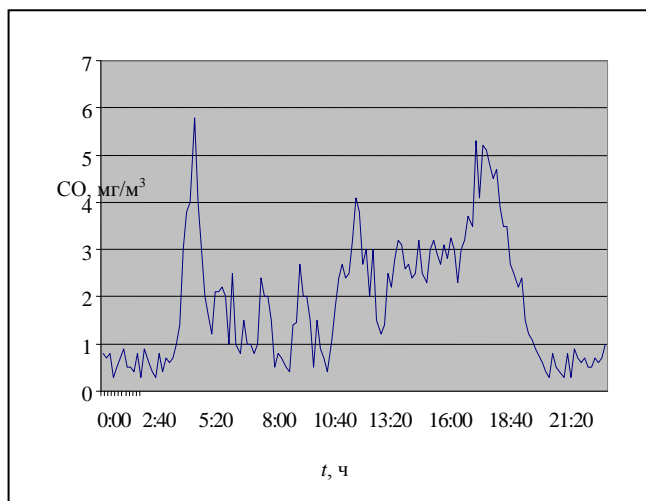


Рис. 5. Результаты замеров за сутки

- максимальные расчетные концентрации веществ больше $>0,8$ ПДК;
- площадь зоны превышения указанными концентрациями уровня $0,5$ ПДК в жилой застройке превышает 5 км^2 ;
- вклад неорганизованных выбросов рассматриваемого предприятия в общее загрязнение атмосферы учитывается, если площадь зоны превышения концентраций загрязняющих веществ с уровнем $0,5$ ПДК в жилой застройке составляет не менее 50% .

При одновременном выполнении указанных условий, исходя из результатов расчетов загрязнения атмосферы, выбирались несколько контрольных точек таким образом, чтобы наблюдаемые в них уровни концентраций в максимально возможной степени характеризовали воздействие конкретного источника на атмосферный воздух при определенных метеоусловиях. Измерения на границе ближайшей жилой застройки следует выполнять при тех же метеоусловиях, которым соответствуют значения расчетных концентраций в контрольных точках.

Отбор проб в контрольных точках выполняется при тех же метеоусловиях, которым соответствуют значения расчетных концентраций в контрольных точках. Одновременно с отбором проб с помощью метеостанции измеряются метеорологические параметры: температура воздуха, скорость и направление ветра, состояние погоды в период отбора.

Схема расположения постов представлена на рисунке 4.

На схеме буквами «И» с соответствующим номером обозначены источники загрязнения, которые представляют собой доменные печи. Буквами «П» в ромбах обозначены установленные посты мониторинга. Посты установлены так, чтобы максимально учесть влияние выбросов на жилой массив, расположенный с двух сторон завода.

Результаты наблюдений одного из постов, расположенных на ОАО «Тулачермет» представлены в виде графика на рисунке 5.

Метод определения вклада каждого источника выброса вредных веществ в общий выброс позволил выделить источники с предельно допустимыми выбросами. На основе полученной информации был внедрен программно-аппаратный комплекс обработки и отображения информации о загрязнении атмосферного воздуха на ОАО «Тулачермет» (цех № 6 аспирации на обжиговой печи известняка). После внедрения программно-аппаратного комплекса выброс вредных веществ на этом участке уменьшился на 30% . По результатам производимых системой измерений, контролирующими этот участок, после проведенных мероприятий производилась обработка полученных данных. Была взята выборка из $100\,000$ результатов измерений. Для оксида углерода (CO) среднее значение концентрации составило $3,1$, для диоксида серы (SO_2) – $0,25$, для диоксида азота (NO_2) – $0,1 \text{ мг/м}^3$. Среднеквадратическое отклонение составляло для CO – $1,2$, для SO_2 – $0,18$, для NO_2 – $0,03 \text{ мг/м}^3$. Максимально-разовые предельно допустимые концентрации, при которых в организме человека не происходит рефлекторных реакций, для данных веществ составляют: для CO – 5 , для SO_2 – $0,5$, для NO_2 – $0,4 \text{ мг/м}^3$. Кроме того, на основании рекомендаций системы удалось снизить на 8% выбросы источников в цехах № 17 и 18.

Благодаря проведенным мероприятиям частота фиксации превышения предельной концентрации автоматизированной системой уменьшилась на 12% .

Передвижная лаборатория ОАО «Тулачермет» проводила проверку достоверности показаний автоматизированной системы мониторинга, в ходе которой, были зафиксированы расхождения на уровне погрешности приборов, для CO отклонение расчетных значений от измеряемых составило 5% , для SO_2 – 9% , NO_2 – 11% . Данная лаборатория прошла проверку состояния измерений с целью установления соответствия условий выполнения измерений требованиям Российского законодательства в области обеспечения единства измерений в соответствии с МИ 2427–97 (с изменениями № 1) «Рекомендации. Государственная система обеспечения единства измерений. Оценка состояния измерений в испытательных и измерительных лабораториях», 2002 г.

Оценка состояния измерений для официального удостоверения наличия в лаборатории условий, необходимых для выполнения измерений, проводилась на договорной основе организациями:

- метрологической службой федеральных органов исполнительной власти;
- государственным метрологическим центром или органом государственной метрологической службы (в лабораториях, осуществляющих производственный экологический контроль, оценку состояния измерений проводят перечисленные выше органы совместно с территориальными органами по охране окружающей среды).

В результате проведенной работы был создан программно-аппаратный комплекс, который состоит из программы выдачи рекомендаций по снижению выбросов, программы отображения загрязнения, программ настройки серверной части и программ сбора информации на локальном посту мониторинга.

Программы позволяют в реальном времени наблюдать за состоянием загрязнения воздуха на ОАО «Тулачермет» и прилегающей территории и выдавать рекомендации по поводу снижения выбросов. В результате внедрения системы были проведены работы по расчету расположения постов мониторинга, а также установка метеостанций и постов измерения концентрации вредных веществ.

Статья подготовлена по результатам Государственного контракта П619 «Проведение поисковых научно-исследовательских работ по теме «Разработка технологий мониторинга и прогнозирования загрязнения атмосферы крупных промышленных городов» в рамках реализации ФЦП «Научные

и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009–2013 годы.

E-mail: anna_zuikova@rambler.ru

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Зуйкова А.А.* и др. Автоматизированные системы экологического мониторинга атмосферы промышленно развитых территорий. Тула: Изд-во ТулГУ, 2006.
2. *Рощупкин Э.В.* Стационарный блок газового анализа системы экологического мониторинга Тульского государственного университета // Вестник ТулГУ. Серия «Экология и безопасность жизнедеятельности». Вып. 1. Тула: Изд-во ТулГУ, 2008.

BIBLIOGRAPHY

1. *Zuikova A.A.* et al. Automated systems for environmental monitoring of the atmosphere of industrialized areas. Tula: Tula State Univ, 2006.
2. *Roshchupkin E.V.* Fixed-block gas analysis systems for environmental monitoring of Tula State University // Vestnik Tula State University. A series of «Ecology and Life». Issue 1. Tula: Tula State Univ, 2008.



Оформление заявки

на авторский экземпляр журнала

На электронный адрес buh@tgizd.ru просим выслать следующие данные:

1. Название журнала и номер, в котором выходит статья, название статьи.
2. ФИО автора **полностью**.
3. Почтовый адрес **с индексом**.
4. Контактный телефон.
5. Отправить журнал по почте либо представитель заказчика забирает со склада в Издательстве.

После получения указанной информации оформляется банковское извещение на оплату авторского экземпляра со скидкой 50 %.

Дополнительные экземпляры оплачиваются полностью.