

УДК 685.5.001.57: 004.4

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЗОНЫ

Балан С.А., студент; Бабич В.Ф., доцент, к.т.н.

(Одесский национальный политехнический университет, г. Одесса, Украина)

Для выявления изменений состояния биосферы под влиянием деятельности человека необходима система наблюдений, которую принято называть мониторингом. Структурная схема системы мониторинга окружающей среды изображена на рисунке 1.

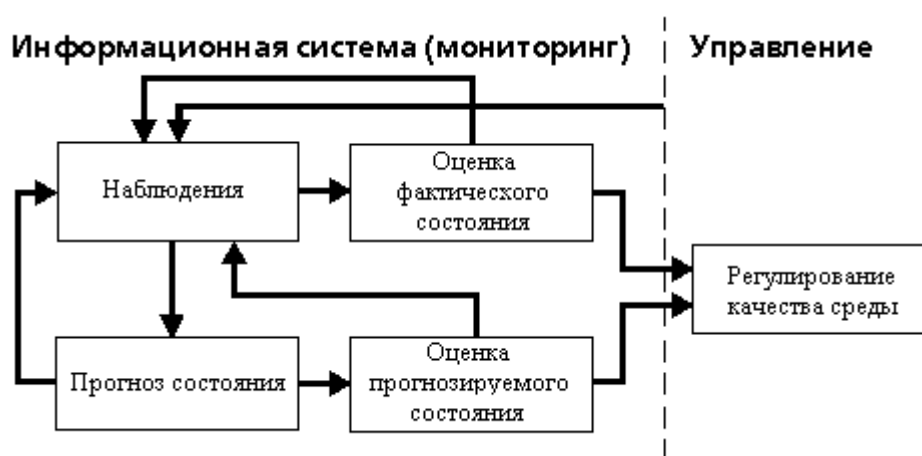


Рисунок 1 – Структурная схема системы мониторинга

Мониторинг является системой наблюдений, оценки и прогноза состояния окружающей среды, дающей необходимую информацию для управления и выработки инженерных методов защиты окружающей среды [1].

Блоки «Наблюдения» и «Прогноз состояния» тесно связаны между собой, так как прогноз состояния окружающей среды возможен лишь при наличии достаточно репрезентативной информации о фактическом состоянии (прямая связь). Построение прогноза, с одной стороны, подразумевает знание закономерностей изменений состояния природной среды, наличие схемы и возможностей численного расчета этого состояния, с другой – направленность прогноза в значительной степени должна определять структуру и состав наблюдательной сети (обратная связь).

Автоматический мониторинг загрязнения атмосферы промышленной зоны и оперативное обнаружение локальных источников выбросов токсичных газовых веществ возможны с помощью сети автоматизированных стационарных и передвижных постов автоматического мониторинга (ПАМ). Эти посты должны оснащаться промышленным компьютером, управляющим работой комплекса автоматических газоанализаторов вредных компонентов, системы жизнеобеспечения и передачи измерительной и служебной информации в центр мониторинга (рисунок 2) [2]. Отдельные анализы воздуха

могут выполняться в центральной и периферийных лабораториях, а результаты анализов передаваться по телефону или заноситься в общую базу данных вручную с удаленных терминалов.

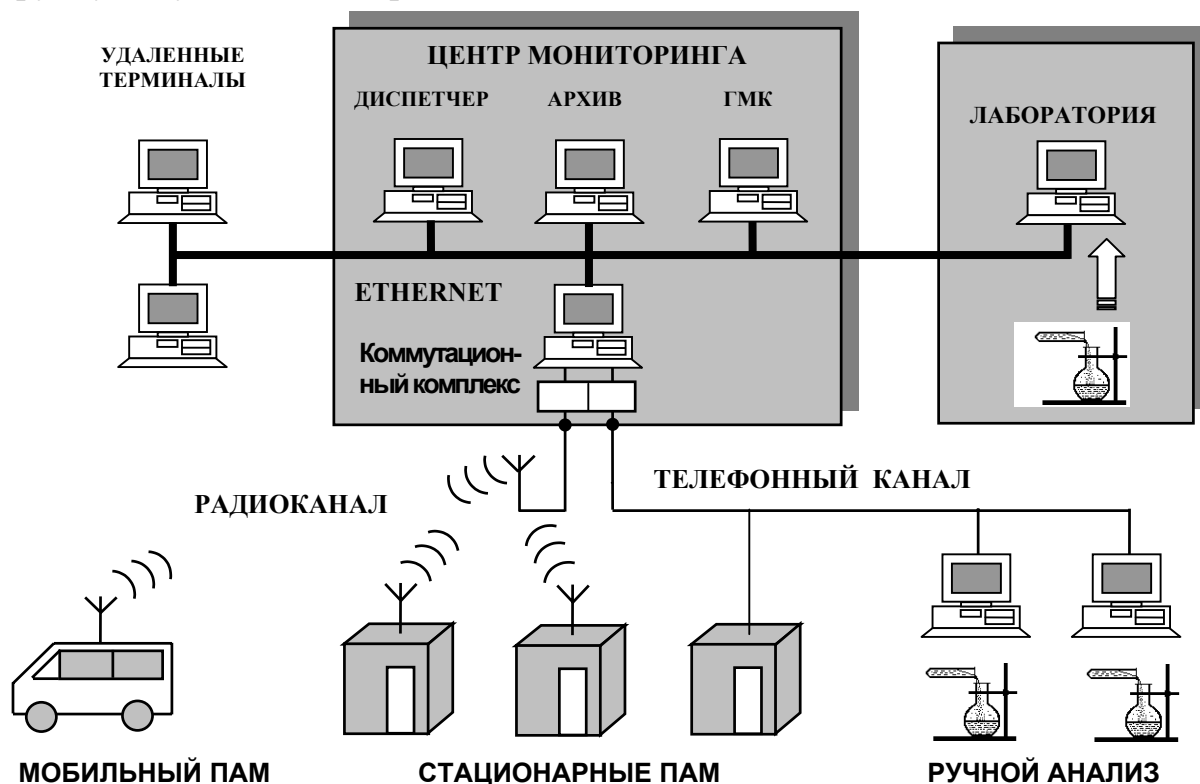


Рисунок 2 – Схема автоматизированной системы мониторинга атмосферы

Чтобы получить информацию о пространственном распределении концентраций вредных веществ в воздухе и по экспериментальным данным составить карту загрязнения воздуха, необходимо систематически проводить анализы проб воздуха в узлах регулярной сетки с шагом не более 2 км. Такая задача практически невыполнима. Поэтому для построения полей концентрации используются методы математического моделирования процессов рассеяния примесей в атмосферном воздухе, реализуемые на ЭВМ.

Для расчетов пространственного распределения концентраций вредных веществ используется общепринятая модель Берлянда М.Е. [3]. В соответствии с этой моделью степень загрязнения атмосферного воздуха выбросами вредных веществ из непрерывно действующих источников определяется по наибольшему рассчитанному значению разовой приземной концентрации вредных веществ c_m , которая устанавливается на некотором расстоянии x_m от места выброса при неблагоприятных метеорологических условиях, когда скорость ветра достигает опасного значения u_m и в приземном слое происходит интенсивный турбулентный обмен. Модель позволяет рассчитывать поле разовых максимальных концентраций примеси на уровне земли при выбросе из одиночного источника и группы источников, при нагретых и холодных выбросах, а также дает возможность одновременно учесть действие разнородных источников и рассчитать суммарное загрязнение атмосферы от совокупности выбросов стационарных и передвижных источников.

Согласно ей, приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса определяется по формуле [3]:

$$c = s_1 * c_m$$

где s_1 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения x/x_m и коэффициента F по формулам:

$$s_1 = 3(x/x_m)^4 - 8(x/x_m)^3 + 6(x/x_m)^2 \text{ при } x/x_m \leq 1;$$

$$s_1 = \frac{1.13}{0.13(x/x_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < x/x_m \leq 8;$$

$$s_1 = \frac{x/x_m}{3.58(x/x_m)^2 + 35.2(x/x_m)^2 + 120} \text{ при } F \leq 1.5 \text{ и } x/x_m > 8;$$

$$s_1 = \frac{1}{0.1(x/x_m)^2 + 2.47(x/x_m) - 17.8} \text{ при } F > 1.5 \text{ и } x/x_m > 8.$$

Здесь F – безразмерный коэффициент, принимаемый следующим образом:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) – 1;

б) для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в пункте а) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % – 2; от 75 до 90 % – 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки – 3.

Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере c_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса определяется по формуле

$$c_y = s_2 * c,$$

где s_2 – безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента t_y ,

$$s_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12.8t_y^2 + 17t_y^3 + 45.1t_y^4)^2}.$$

Аргумент t_y определяется следующим образом:

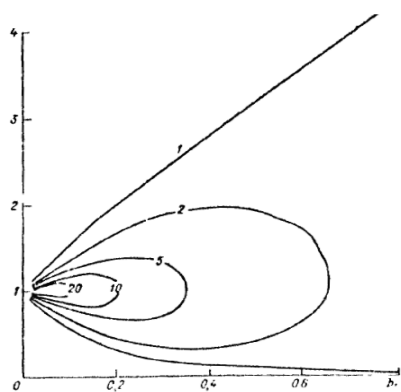
$$t_y = \frac{uy^2}{x^2} \text{ при } u \leq 5;$$

$$t_y = \frac{5y^2}{x^2} \text{ при } u > 5.$$

Обрабатывая данные по указанной методике, можно получить график линий равных концентраций.

Линии равных концентраций имеют форму эллипсов, симметричных относительно оси факела (рисунок 3). Максимальная концентрация прямо

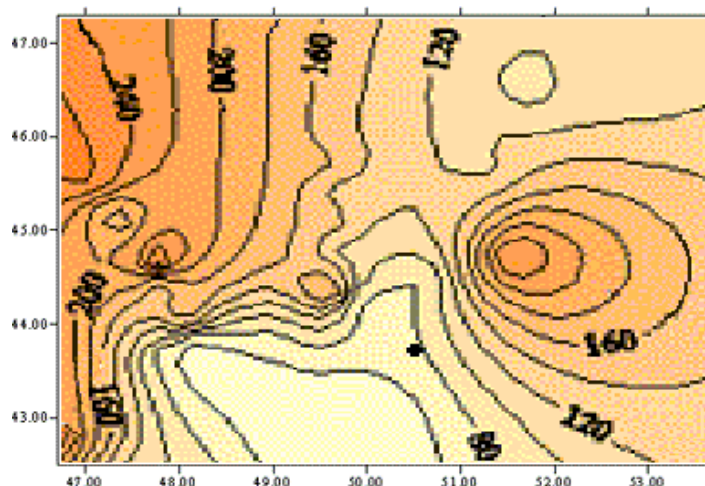
пропорциональна производительности источника (массе выброса) и обратно пропорциональна квадрату его высоты над землей.



Данные автоматического газового анализа со всех ПАМов собираются в центральной диспетчерской (информация передается по GSM-каналам), в которой происходит расчет пространственного распределения концентраций вредных веществ в атмосфере, учитывающий взаимное влияние источников загрязнений друг на друга. Полученная карта загрязнения воздуха визуализируется на экране диспетчера (рисунок 4).

Рисунок 3 – Линии равных концентраций

Таким образом, актуальная задача экологического мониторинга окружающей среды в промышленной зоне населенных пунктов может быть



решена с применением современных автоматических газоанализаторов высокого класса точности, компьютерных технологий и программного обеспечения для управления работой пунктов автоматического мониторинга, расчета и визуального представления результатов мониторинга.

Рисунок 4 – Карта загрязнения воздуха

Список ссылок

1. Афанасьева Н.А., Шантарин В.Д. Методические указания по курсу «Экологический мониторинг» для специальности 320700 – «Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов» для всех форм обучения. – Тюмень, 2001.

2. Бабич В.Ф., Тодорцев Ю.К., Балан С.А. Автоматизированная система мониторинга атмосферы населенных пунктов: Сборник материалов научно-технической конференции “Энергосбережение в системах отопления, вентиляции и кондиционирования”. – Одесса: ОГАСА, 2003. – с.58-59.

3. ОНД-86. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. – Л.: Гидрометеиздат, 1987.