



Моделирование распространения примесей

от выбросов промышленных предприятий и автотранспорта

в атмосфере г. Липецка



Денис Корчагин, Начальник бюро мониторинга Дирекции по промышленной экологии Новолипецкого металлургического комбината, тлф.: (0742) 444880

Модели расчетного мониторинга загрязнения атмосферы являются важным инструментом для разработки региональных программ экологической политики и определения ее приоритетов. Моделирование распространения примесей в атмосферном воздухе промышленного города требует комплексного учета многих факторов, влияющих на качество атмосферы. Каждый из этих факторов имеет свои специфические особенности, что приводит к необходимости использования для их учета разных математических моделей и баз данных. Для решения этой сложной задачи мы использовали методы математического моделирования и ГИС-технологии.

Создание информационной системы

Один из возможных подходов к моделированию реализован нами в виде информационной системы обеспечения мониторинга и прогноза загрязнения атмосферы г. Липецка промышленными выбросами. Основными источниками загрязнения атмосферы города являются промышленные предприятия и автотранспорт.

Система предназначена для расчета и анализа концентраций загрязняющих веществ в атмосфере с учетом параметров источников выбросов и метеорологической обстановки, обработки данных о качестве атмосферы с использованием информации со стационарных постов контроля с возможностью краткосрочного прогноза загрязнения. Система работает под управлением ArcGIS, реализована на языке C++ в среде визуальной разработки приложений Borland C++ Builder 6.0 и использует базу данных Microsoft Access.

Для проведения расчетов используется следующая входная информация:

- данные об источниках выбросов (наименование и тип, высота, диаметр устья, скорость выхода и температура газовой смеси, координаты источника на местности и т.д.) и выбрасываемых ими веществ;
- сведения о постах контроля атмосферы, измеренных на них концентрациях загрязняющих веществ и метеопараметрах.

Сопутствующая входная информация включает стандартные параметры расчета концентраций: условия рассеивания для г. Липецка, используемые для расчета источники и вещество, границы и интервалы сетки расчетной области, параметры изолиний.

Задание параметров расчета приземных концентраций является необязательным, могут использоваться значения по умолчанию, соответствующие физико-географическим и климатическим характеристикам территории города.

Информация о метеопараметрах и концентрациях загрязняющих веществ в атмосфере оперативно поступает в систему по каналу связи из Центра по гидрометеорологии и мониторингу (ЦГМС) по Липецкой области. В системе реализован модуль просмотра и обработки данных, поступающих с пяти постов контроля загрязнения атмосферы и метеостанции, в нем предусмотрена возможность выявления ошибочных данных и их корректировки. Модуль работает с файлами метеопараметров и концентраций, которые являются стандартными для всех подразделений Росгидромета. Основная входная информация может быть просмотрена, дополнена, удалена или изменена в режиме администратора системы.

Методические основы расчетов

Расчет концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе при выбросе от промышленных предприятий г. Липецка можно проводить в соответствии с тремя способами задания метеопараметров (скорости и направления ветра, температуры окружающего воздуха): по точным (произвольным) значениям метеопараметров, по интервалам изменения параметров ветра и по значениям метеопараметров, измеренным на стационарных постах или метеостанции. Расчет по третьему варианту, то есть с использованием фактической метеорологической ситуации, проводится по значениям метеопараметров на выбранную дату. По умолчанию в расчете используются метеопараметры с метеостанции, которая является наиболее репрезентативным местом измерения для всей территории города. Измерения на метеостанции проводятся на высоте флюгера (около 12 метров), а на постах ЦГМС - на высоте 2 м над уровнем земли. Поэтому данные с метеостанции наиболее репрезентативны для расчетов рассеивания, в то время как на измерения на постах оказывает влияние прилегающая городская застройка и локальная турбулентность (местный ветер).

Для расчетов могут использоваться данные о количестве выбросов любых загрязняющих веществ (например, CO, NOx, SO2), зафиксированных системами непрерывного контроля и учета выбросов. При этом информация, поступающая на вход системы, предварительно собирается от газоанализаторов и расходомеров и обрабатывается в АСУ производственных агрегатов в ходе технологического процесса на соответствующую дату. В случае отсутствия нужной информации на анализируемую дату расчет выбросов проводится по значениям соот-

ветствующих ПДВ на основе исходной инвентаризации в базе данных.

Основой модели расчета приземных концентраций является "Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий" (ОНД-86), позволяющая учитывать текущие метеорологические параметры, влияющие на рассеивание вредных веществ в атмосфере. Имеется также возможность учета в данной модели эффектов самоочищения атмосферы и вымывания примесей осадками. Проведение расчетов с учетом данных эффектов дает более тесную сходимость результатов с измеренными концентрациями на постах контроля атмосферы по сравнению со стандартной ОНД-86, что говорит о необходимости проведения дополнительных научных исследований при оценке качества атмосферы для территории г. Липецка.

В результате расчета на карте города отображаются изоли-

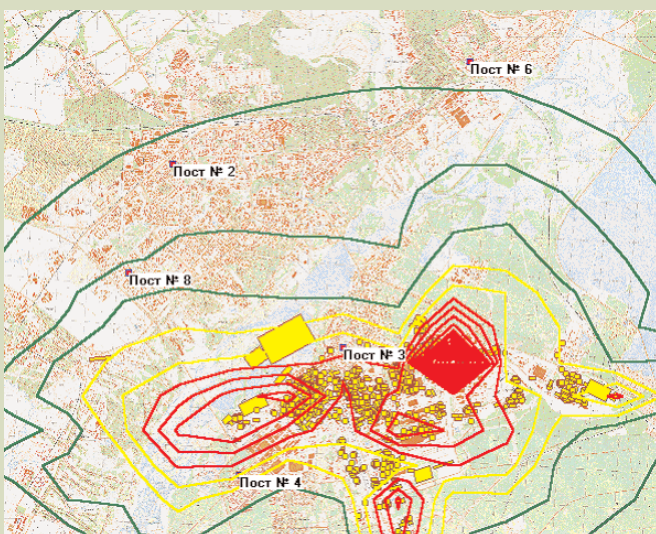


Рис. 1. Уровни загрязнения в долях ПДК.

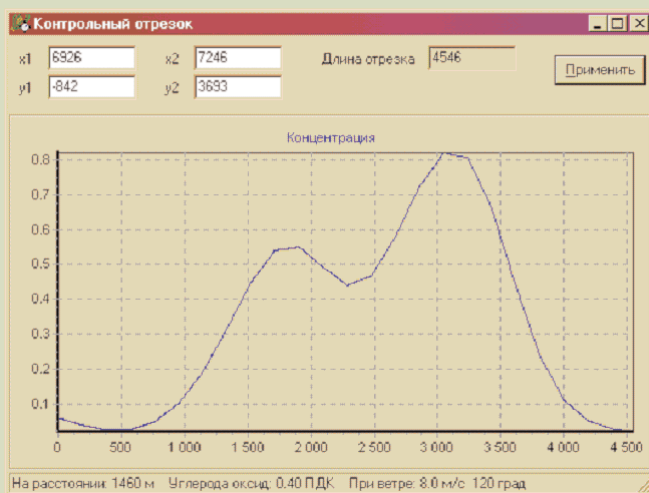


Рис. 2. График распределения рассчитанной концентрации загрязняющего вещества.

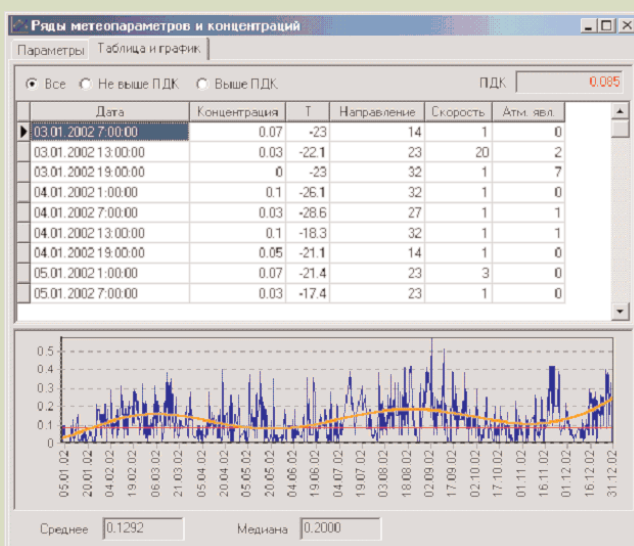


Рис. 3. Концентрации загрязняющих веществ.

ни, различные цвета которых соответствуют уровням загрязнения (по умолчанию - в долях ПДК). Изолинии, соответствующие значениям концентраций выше 1 ПДК, отображаются на карте красным цветом, соответствующие значениям 0.5<ПДК<1 - желтым цветом, соответствующие значениям не выше 0.5 ПДК - зеленым (рис. 1). При желании пользователь может изменить значения интервалов отображения изолиний.

В системе реализован удобный механизм анализа загрязнения, так как характеристики (расчетная концентрация, направление и опасная скорость ветра) отображаются в строке состояния при наведении мышью на любую точку местности. При этом доступны свойства всех объектов карты (источников, постов и расчетных точек). Кроме того, система предоставляет возможность экологу рассчитать вклады источников выбросов в расчетную концентрацию в любой точке местности. Расчетная концентрация от выбранных источников может быть сопоставлена с измеренной концентрацией на постах ЦГМС и, в результате, определена разница и процент вклада источников в месте расположения постов.

Контрольный отрезок позволяет просмотреть график распределения рассчитанной концентрации загрязняющего вещества на выбранном расстоянии, а также параметры ветра, при которых достигаются рассчитанные на отрезке концентрации (рис. 2).

Достоинством данной информационной системы является также наличие блока обработки и анализа информации, измеряемой на постах контроля атмосферы и на метеостанции. Имеется возможность просмотра динамики, построения графика изменения, гистограммы распределения, расчета средних значений измеряемых на постах метеопараметров и концентраций загрязняющих веществ за любой период времени по каждому посту контроля атмосферы, построения линейного и полиномиального трендов, краткосрочного прогноза. Концентрации загрязняющих веществ могут быть проанализированы на предмет соответствия нормативам ПДК с выводом соответствующих метеопараметров в момент (срок) превышения установленных норм (рис. 3).

Построение роз ветров и распределения загрязнений (с анализом средних концентраций и превышений по каждому направлению ветра) за любой период времени по данным каждого поста контроля атмосферы позволяет оценить, факел какого промышленного предприятия оказывает наибольшее влияние на загрязнение атмосферы в районе расположения поста. Расчет коэффициентов, характеризующих качество атмосферного воздуха (ИЗА, СИ, НП) по данным за любой период времени одного либо всех постов контроля атмосферы, по одному либо всем веществам, позволяет оценить качество атмосферного воздуха в районе г. Липецка, прилегающем к конкретному посту, либо по всей территории города.

Для построения прогнозных концентраций и метеопараметров в системе использован метод "Гусеница"-SSA, для приближения гистограммы логарифмически нормальным распределением - метод наименьших квадратов для нелинейной задачи.

Система позволяет формировать различные выходные формы в формате Microsoft Excel и выводить графическую информацию на принтер с заданием соответствующих параметров печати.

Важным информационным звеном системы мониторинга и прогноза загрязнения атмосферы г. Липецка является геоинформационная подсистема (ГИС) на основе программного обеспечения ArcGIS от мирового лидера ESRI (США). Она обеспечивает ввод, обработку, интерпретацию и отображение пространственно-координированных данных для их эффективного анализа и решения задач моделирования экологической ситуации. Специфической особенностью ГИС является тесная интеграция модулей, обеспечивающих ведение геоинформационной базы данных, с модулями математического моделирования загрязнения атмосферы. Используемая математическая модель получает исходные данные из базы данных ГИС, а результаты ее работы заносятся обратно в эту базу в виде соответствующих картографических и фактографических информационных слоев.

Заключение

Проведение комплексного анализа загрязнения атмосферного воздуха с использованием расчетного мониторинга и измерений на стационарных постах ЦГМС позволяет оценить и проанализировать проблемы данного компонента окружающей среды для г. Липецка в привязке к источникам загрязнения и фактическим метеопараметрам, а также наметить пути рационального улучшения экологической обстановки. Информационная система осуществления мониторинга и прогноза загрязнения атмосферы рекомендуется для внедрения не только на крупных промышленных предприятиях и в контролируемых органах г. Липецка, но и в других городах России.