А.В.Фролов, Л.А.Резник, С.М.Бондаренко,
Н.С.Бузало, В.Д.Никитенко
Южно-Российский технический университет, г.Новочеркасск

УДК 504.3.06:913

ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА И ОХРАНЫ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ РОСТОВСКОГО РЕГИОНА

Показана актуальность создания региональной информационной системы мониторинга и охраны воздушной среды. Разработаны научные основы многоуровневой информационной системы мониторинга, учитывающей особенности Ростовского региона. Использован интегральный подход, обоснован выбор математических моделей и определены расчетные модули для каждого из уровней региональной информационной системы мониторинга и охраны воздушной среды. Создан банк данных и система оптимизации управления базой данных. Продолжена работа по сбору натурной информации, необходимой для оценки адекватности программного комплекса условиям Ростовского региона.

The problems of urgency of creating regional information system of monitoring and environment protection have been considered. Scientific bases of multilevel information monitoring system have been worked out taking into consideration some specific features of Rostov region. Integral approach has been used? The choice of mathematical models has been well grounded and calculated modules for every level of regional information monitoring system has been defined and atmosphere protection to calculate the concentration of main near-earth polluters has been offered. Bank of data and system of management optimization have also been established. More information on experimental research is being gathered, which is necessary for evaluation of adequacy of programme complex under the conditions of Rostov region.

Охрана атмосферного воздуха является ключевой проблемой оздоровления окружающей природной среды, так как крупнейшие глобальные экологические проблемы (выпадение кислотных дождей, нарушение озонового слоя, парниковый эффект) связаны именно с антропогенным загрязнением атмосферы. Для достоверной оценки и прогноза состояния воздушной среды следует совершенствовать системы мониторин-

га в зависимости от масштабов распространения антропогенных загрязнений. Наряду с экспериментальным мониторингом, при оценке и прогнозе неблагоприятного воздействия антропогенных загрязнений на окружающую среду необходимо использовать расчетный мониторинг.

Отличительной особенностью разработанной нами концепции региональной информационно-аналитической системы оценки, прогнозирования и управления качеством воздушной среды является трехуровневая структура сбора и обработки информации. На первом уровне задается вся первичная, периодически обновляющаяся информация об источниках выбросов и их параметрах. Данная информация подготавливается природопользователем-предприятием и передается на второй уровень, где производится анализ и обработка информации первого уровня и выполняются расчеты показателей загрязнения в локальном масштабе (город). На третьем уровне формируется объединенный банк данных об основных источниках загрязнения в регионе и производится региональное моделирование переноса загрязнений. На каждом уровне информационной системы расчеты выполняются по соответствующей модели, так как в настоящее время не существует вычислительной модели, способной давать адекватные результаты для региональных масштабов.

Расчетные модули, установленные в информационной системе, распределены по уровням следующим образом:

- расчет по всем типам источников в масштабах предприятие – город – по методике ОНД-86 (УПРЗА «Эколог-Город»);
- в масштабах районов – гауссова модель;
- в масштабах региона – транспортная модель на основе численного решения краевой задачи.

Расчет осредненных за большие интервалы времени значений концентрации основных загрязняющих веществ, полученных от особо мощных загрязнителей в масштабе Ростовского региона, ведется на основе разработанной нами с учетом рекомендаций Агентства по охране окружающей среды США модели качества атмосферного воздуха.

Как известно, УПРЗА «Эколог» используется на предприятиях и в центрах мониторинга. С помощью этого программного обеспечения центрами мониторинга осуществляется ведение банка данных об источниках выбросов. Нами предусмотрено использование этой информации в масштабах региональной информационной системы. Кроме того, неоднократные апробации ОНД-86 позволяют нам сделать вывод о ее применимости для расчетов концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) только в масштабах предприятий и городских территорий. Расчеты концентраций ЗВ на бóльших расстояниях от источников не являются достоверными, что отмечалось также в рекомендациях по использованию методики ОНД-86. В связи с этим можно считать рациональным использование уже существующих банков данных, накопленных с помощью таких программ, как УПРЗА «Эколог-город», в качестве основы для укрупненного банка данных третьего уровня.

Основные допущения гауссовой модели: турбулентность всюду одинакова; функции рассеяния от источника и скорость ветра постоянны во всем слое распространения струи; направление ветра не меняется при движении потока определяют простоту модели, возможность прямого решения без применения численных методов и задания граничных условий, возможность учета особых процессов. Пространственная ограниченность модели (до 100 км) позволяет использовать эту модель для выполнения расчетов по всем источникам ЗВ в масштабе района.

Транспортная модель построена на численном решении трехмерного нестационарного уравнения турбулентной диффузии в некоторой пространственной области. Она позволяет учитывать скорость химической трансформации примеси, переменные по составляющим коэффициенты турбулентной диффузии, скорость сухого осаждения; взаимодействие примеси с подстилающей поверхностью (полное оседание, полное отражение, частичное отражение, нейтрализа-

ция и т.д.). В рамках локальных расчетов поле скоростей ветра и коэффициенты турбулентной диффузии определяются по эмпирическим формулам. В региональных масштабах наиболее точных результатов можно достигнуть, если использовать для расчета поля скоростей ветра уравнения Навье – Стокса. При таком подходе объем вычислений многократно увеличивается, зато можно учесть влияние температуры и сложной орографии, что обеспечивает высокую точность расчетов на расстояниях до 500 км. Поставленная пространственная задача численно решается методом конечных разностей с использованием неявной разностной схемы, наиболее удобной для учета рельефа подстилающей поверхности. Адекватность данной модели проверялась сопоставлением результатов расчетов с результатами наблюдений загрязненности воздушного бассейна Новочеркасска, проводимых городским комитетом по охране окружающей среды.

Включение в информационную систему модели качества атмосферного воздуха выполнено с целью сравнительной оценки результатов, получаемых по каждой из предложенных моделей. Ее назначение – получение долговременного прогноза и сопоставление экологического вреда мощных, постоянно действующих источников, например Новочеркасской ГРЭС, с менее мощными, но многочисленными источниками выбросов. При расчете по этой модели используется классификация устойчивости приземного слоя атмосферы в заданных интервалах времени и повторяемость скоростей ветра по направлениям для каждого источника, включенного в расчет. Устойчивость приземного слоя является ключевым метеорологическим параметром модели, позволяющим учитывать неоднородность поля скорости ветра по вертикали при допущении однородности горизонтальной составляющей поля скорости ветра, осредненной за большие интервалы времени. Другим ключевым моментом предлагаемой нами модели является использование зависящего от устойчивости приземного слоя значения эффективного подъема струи. Такое моделирование процесса дисперсии ЗВ в приземном слое атмосферы позволяет построить сравнительно простой и быстродействующий вычислительный алгоритм, дающий в целом адекватную модель качества атмосферного воздуха. Мы используем ее для обобщенной оценки поля концентрации загрязняющих веществ от мощных источников, что позволяет уточнить перечень предприятий, где необходимо первоочередное проведение предлагаемых нами мер по охране воздушной среды Ростовского региона.

Для апробации предлагаемых нами методик осуществлена программная реализация моделей и проведены численные эксперименты, показавшие достаточную их достоверность и приемлемость в условиях Ростовской области. В настоящий момент продолжаются работы по сбору натурной информации: выполнение подфакельных измерений и их анализ с целью формирования реальной картины поля концентраций для конкретных метеорологических условий. Такая информация будет чрезвычайно полезной при проведении испытаний готового программного комплекса как составной части информационной системы экологического мониторинга и охраны воздушной среды Ростовского региона.

В рамках выполнения проекта накоплен большой объем данных об источниках атмосферного загрязнения по городам Ростовской области. Это позволило сформулировать требования к составу и качеству информации, необходимой для создания регионального банка данных. На основании этой информации нами разработаны логические структуры и построены базы данных. Оптимизация существующих баз данных заключалась в приведении их структуры к обобщенному виду и организации такой структуры, которая позволяла бы производить выборки согласно концептуальной трехуровневой постановке задачи. Для создания полноценного банка данных разработана программная оболочка, необходимая для ведения и управления базами данных и представляющая собой отдельную подсистему программного комплекса.

Дальнейшее развитие комплекса предполагает реализацию графического представления топоосновы, уточнение коэффициентов, влияющих на точность проведения расчетов, и более полную интеграцию с существующими программными пакетами для обеспечения двустороннего обмена данными, а также адаптацию к характерным особенностям регионов.