

Компьютерные технологии оптимизации систем экологического мониторинга техногенно нагруженной территории

Л. Н. Костылева, email: kostyleva12@yandex.ru²
А. А. Громковский¹

¹ ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. проф. Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

² ЦНИИ ВВС (Минобороны России)

***Аннотация.** В статье рассматриваются современные компьютерные технологии, используемые для обеспечения экологического мониторинга и оценки техногенного воздействия на окружающую среду.*

***Ключевые слова:** Компьютерные технологии, экологический мониторинг, моделирование, загрязнение.*

Введение

Мониторинг окружающей среды развивался параллельно с внедрением автоматизированных систем в практику охраны окружающей среды, экологического контроля и другие природоохранные деятельности еще в 70-е – 80-е годы прошлого столетия.

В этот период рядом ведущих отечественных и зарубежных научных организаций было проведено обоснование организационных, информационных и технических аспектов реализации автоматизированных систем применительно к решению задач мониторинга состояния окружающей среды [1, 4, 5].

1. Результаты исследования

Компьютерное программное обеспечение экологического мониторинга и оценки техногенного воздействия на окружающую среду перед широким внедрением в практику использования природоохранными организациями и предприятиями должно проходить соответствующую государственную экспертизу [2, 3, 6, 7].

Анализ программного обеспечения отечественного происхождения в экологической области показал, что большое распространение получили в настоящее время программные продукты «Эколог».

К ним относятся следующие программные продукты.

Единственным утвержденным законодательством методическим документом для подобных расчетов является ОНД 86 «Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий» (утв. Госкомгирометом СССР 04.08.1986 № 192; далее – 86).

Данная программа используется для моделирования концентраций загрязняющих веществ в приземном слое воздуха, определения величин вкладов в загрязнение атмосферного воздуха, как отдельных источников, цехов, так и производств. Результаты проведенных расчетов выводятся в табличном виде и в виде карты полей приземных концентраций загрязняющих веществ, которые изображены на фоне топоосновы местности.

Эта методика очень объемная, но несмотря на это, она всего лишь дает рекомендации для проведения расчетов. В связи с этим, еще в 1970-е гг. начала модернизироваться, и была создана, так называемая, УПРЗА – унифицированная программа расчета загрязнения атмосферы. В настоящее время экологами используются многие действующие УПРЗА, все они основаны на положениях ОНД 86.

Самой распространенной программой является «ПДВ – Эколог» (разработана фирмой «Интеграл» (г. Санкт-Петербург)), она автоматизирует подготовку и выпуск таблиц проектов нормативов предельно-допустимых выбросов (ПДВ).

Программа «Инвентаризация» предназначена для проведения инвентаризации источников выбросов вредных веществ в атмосферу, которые постоянно или временно эксплуатируются или находятся на объекте, оказывающем негативное влияние на окружающую среду. Инвентаризация выявляет и учитывает источники загрязнения атмосферы, определяет качественные и количественные характеристики выбросов загрязняющих веществ.

Программа выполняет:

- инвентаризацию источников загрязнения атмосферы и их выбросов;
- инвентаризацию пыле-газоулавливающих установок и очистного оборудования;
- подготовку карты-схемы объекта с нанесением порядковых номеров ИЗА (включая многозарядные номера), границы территории, ССЗ, ближайшей застройки, всех зданий и сооружений;
- формирование соответствующих таблиц для пояснительной записки.

Широко используются программы «2-ТП (воздух)» и «2-ТП (отходы)», обеспечивающие формирование отчетов по соответствующим формам и их распечатку.

В экологических исследованиях также применяется программа «справочник веществ», которая содержит полную информацию о веществах, загрязняющих воздушный бассейн: информацию о предельно-допустимых концентрациях (ПДК), ориентировочных безопасных уровнях воздействия (ОБУВ), а также классах опасности загрязняющих веществ.

Эта программа позволяет:

просмотреть вещества в алфавитном порядке и в порядке возрастания кодов;

просмотреть вещества в общем списке или по группам;

вывести на экран или распечатать как полный список веществ, так и только выбранные вещества;

передать информацию об интересующих отдельных веществах в рабочий справочник веществ УПРЗА «Эколог», программы «ПДВ-Эколог» или программы «Инвентаризация».

Такая программа как «ППА» (Прогноз последствий аварий) выполняет прогноз последствий аварийных выбросов сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) в атмосферу на основе «Методики прогнозирования масштабов загрязнения сильнодействующими ядовитыми веществами при авариях (разрушениях) на химически опасных объектах и транспорте» (РД-52.04.253-90).

При оперативном прогнозе последствий аварии с помощью программы можно быстро получить характеристики зоны возможного заражения и определить время подхода облака, выбрасываемого в результате аварии. Расчеты при оперативном прогнозе проводятся с учетом метеоусловий на момент аварийной ситуации. Такой заблаговременный прогноз, проводимый программой, позволяет оценить допустимость размещения производств, трубопроводов, направления транспортировки и т.п. с точки зрения снижения последствий возможных аварий.

Такое разнообразие программного обеспечения обусловлено большим количеством разноплановых задач обработки результатов наблюдением за состоянием окружающей среды, полученных с помощью локальных и дистанционных методов экологического мониторинга.

Все вышеперечисленные программные продукты стали основой для создания автоматизированной системы экологического мониторинга города «Эколог-город», которая может обеспечить:

создание компьютерного городского банка данных о качестве атмосферного воздуха на предприятиях;

создание и работу электронной топографической карты города (региона) с нанесенными на нее полями приземных концентраций вредных веществ, выбрасываемых в воздушный бассейн различными предприятиями и автотранспортом;

определение качества атмосферного воздуха региона или его отдельного района расчетным путем, определение вкладов в загрязнение атмосферы отдельных предприятий, а также может проводить оценку эффективности запланированных природоохранных мероприятий.

На нижнем уровне экоинформационной системы для хранения данных о состоянии окружающей среды используются различные системы управления базами данных (СУБД). Простейшей базой данных является обычный лист электронной таблицы, например MS Excel, состоящий из столбцов и строк и содержащий структурированный информационный массив. Подобные электронные таблицы используются в большинстве программных продуктов, связанных с обработкой и анализом данных. Каждое наблюдение состоит из набора переменных, которые могут содержать различную численную и текстовую информацию. Данные в электронной таблице могут иметь различные форматы, например даты, времени и др.

При организации баз данных системы экологического мониторинга уровня загрязнения необходимо учитывать требования к информационному обеспечению (полнота данных, достоверность, технологичность, защищенность, стандартизация информации, своевременность).

Рассмотрим пример организации базы данных «атмосферный воздух» по этапам проектирования автоматизированных информационных систем.

Определение входной информации и формата ее представления в базе продемонстрировано в табл. 1.

Демонстрация входной информации

Входная информация	Формат ее представления
дата отбора пробы	ЧЧ.ММ.ГГ
время отбора пробы	ММ.ГГ
точка отбора пробы (номер поста или адрес)	#####
административный район или обследуемая территория	#####
исследуемый источник загрязнения (автотранспорт, промышленность и др.)	#####
наименование вещества	#####
Максимально-разовая концентрация (в мг/м ³)	#####

Периодичность ввода информации – еженедельная.

Далее определяют алгоритм обработки.

Для того чтобы проанализировать информацию необходимо определить среднюю концентрацию вредного вещества, среднеквадратического отклонения, максимальной и минимальной концентрации, кратности превышения ПДК (средней и максимальной), числа выполненных анализов, числа анализов с превышением ПДК, удельного веса анализов ПДК.

Следующим этапом является определение нормативно-справочной информации.

Для использования алгоритмов обработки необходима справочная информация о загрязняющих веществах, т.е. наименование вещества, ПДК_{м.р.}, ПДК_{с.с.}, ПДК_{р.з.}, класс опасности.

Выходные формы представления обработанной информации и их количества предложены в табл. 2 и 3.

Таблица 2

Форма №1 (анализ по отдельному веществу в территориальном разрезе)

Входные данные	Выходные данные
Период с	09.06.21
Вещество	формальдегид
Лимитирующий показатель	ПДК с.с.
ПДК, мг/м ³	0,003
Класс опасности	2

Таблица 3

Форма №1 (анализ по всем веществам по отдельной территории)

Входные данные	Выходные данные		
Период с	09.06.21	по	31.08.21
Территория	Территория №1		
Лимитирующий показатель	ПДК с.с.		
ПДК, мг/м ³	0,003		
Класс опасности	2		

На среднем этапе работы системы, чтобы проанализировать информацию о состоянии окружающей среды можно использовать географические информационные системы (ГИС). Такие системы могут обеспечивать вход, хранение, обработку, анализ, также они позволяют упорядочить выдачу информации для принятия управленческих природоохранных решений.

ГИС обеспечивает не только обработку различных географических данных, но и связь с базами данных.

Развитие и применение таких ГИС-технологий, возможно на базе использования как воздушных, так и наземных передвижных станций. Подобные комплексы уже решают различные задачи, например:

прогнозирование времени начала и степени опасности стихийных бедствий, аварийных ситуаций и техногенных катастроф;

контроль динамики аварий и катастроф, в том числе и в сложных метеоусловиях, и выдача информации для принятия управленческих решений;

оценка последствий аварий и катастроф для промышленных центров, сельскохозяйственных и лесных угодий и т.д.

Кроме выше перечисленного, ГИС-технология дает возможность решать различные задачи мониторинга территорий крупных промышленных городов.

Заключение

Таким образом, современные средства мониторинга за состоянием окружающей среды и обеспечивающие их информационные системы являются сложными многорежимными распределенными системами. В таких системах выполняется совместная обработка сложно организованных данных. Поэтому они, по всей видимости, должны создаваться на основе современных информационных технологий, которые будут обеспечивать необходимое повышение уровня информационной и интеллектуальной поддержки. Сложности информатизации при решении различных экологических задач принимают фундаментальный характер в связи с широким применением локальных и глобальных вычислительных сетей.

Список литературы

1. Геоинформатика: учебник для вузов. В 2 кн. / под ред. В. С. Тикунова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Академия, 2008. – 362 с.
2. Горелик, Д. О. Экологический мониторинг. Оптико-электронные приборы и системы / Д. О. Горелик, Л. А. Конопелько, Э. Д. Панков. – Санкт-Петербург, 1998. – 592 с.
3. Информационные проблемы изучения биосферы. Математическое моделирование природных систем. Геоинформационные центры. – М. : Наука, 1992. – 192 с.
4. Негроров, О. П. Экологические основы оптимизации и управления городской средой. Экология города. – Учебное пособие. / О. П. Негроров, Д. М. Жуков, Н. В. Фирсова. – Воронеж : Воронежск. гос. ун-т, 2000. – 272 с.
5. Организация компьютерного мониторинга и оценка медико-экологической ситуации в г. Воронеже / О. В. Клепиков, Н. П. Мамчик, Н. Т. Барвитенко и др. – Воронеж : Воронежск. гос. ун-т, 1995. – 84 с.
6. Социально-гигиенический мониторинг в Воронежской области. Информационно-аналитические аспекты / М. И. Чубирко, Н. П. Мамчик, С. А. Куролап, О. В. Клепиков и др. – Воронеж : Воронежск. гос. ун-т, 1997. – 364 с.
7. Цветков, В. Я. Геоинформационные системы и технологии. – М. : Финансы и статистика, 1997. – 284 с.