УДК 510.67:554+556.5.072+556.535.8

В.А.Бабешко, О.М.Бабешко, М.В.Зарецкая,
О.В.Евдокимова, С.М.Евдокимов, И.Б.Гладской,
В.В.Грицай, О.В.Солодухин

Кубанский университет, г.Краснодар

НЕКОТОРЫЕ МОДЕЛИ КОМПЛЕКСНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Целью настоящего исследования является создание программно-аналитического комплекса, позволяющего прогнозировать состояние окружающей среды с учетом всех основных климатических и ландшафтных факторов. Комплекс включает математическую модель, допускающую привязку к конкретным техногенным территориям, и базу данных современных катастроф природного и техногенного характера.

Разработан комплекс программ для точного решения задачи о переносе и оседании примеси в атмосфере с учетом неоднородности свойств атмосферы по высоте и свойств подстилающей поверхности, разработаны некоторые блоки имитационной математической модели поведения загрязняющих веществ с учетом особенностей географического положения территории и комплекс информационной поддержки модели.

The purpose of the present research is the creation of a program - analytical complex permitting to forecast conditions of the environment taking into consideration all main climatic and landscape factors. The complex includes a mathematical model that accepts a type-design adjustment to specific technogenic areas, and database on present-day catastrophes of the natural and technogenic origin.

The complex of programs for the precise solution of the problem of transportation and deposition of contaminants in the atmosphere taking into account the heterogeneity of atmospheric properties in height and properties of the underlying surface has been worked out, some units of simulation mathematical model of pollutant's behavior (taking into account the peculiarities of the geographic position of the territory) and a complex of supportive information of the model have been worked out too.

Рост антропогенной нагрузки на окружающую среду привел к обострению многих экологических проблем. Задача состоит в том, чтобы уровни содержания вредных веществ не приводили к негативным последствиям. Для этой цели необходимы совершенные методы комплексного исследования экологических систем.

Краснодарский край играет особую роль на юге страны. Край является форпо-

стом России на Черноморском побережье, единственным круглогодичным курортным центром, регионом мощных морских и сухопутных транспортных артерий Причерноморья и мира. Проблемы экологии, очистки воды и состояния атмосферы становятся все более приоритетными.

Разрабатываемая математическая модель позволяет прогнозировать состояние окружающей среды с учетом всех основных климатических и ландшафтных факторов и допускает привязку к конкретным техногенным территориям.

Математическая проблема, решаемая в работе, связана с построением математических моделей распространения выбросов загрязняющих веществ (ЗВ) источниками различной природы и их осаждения на разнотипные подстилающие поверхности [7], что непременно должно учитываться при оценке состояния окружающей среды.

В работе, по-видимому, впервые развивается строгая теория, предусматривающая учет совместного влияния стратификации атмосферы и разнотипности подстилающих поверхностей на характер концентрации оседающих ЗВ [1]. Проанализированы основные факторы, существенно влияющие на перенос и оседание примеси в атмосферном слое. Разработана методика построения решения краевых задач в многослойной воздушной или водной среде. Получены решения для задач о распространении примеси в стратифицированной атмосфере от внутреннего источника для одного, двух, трех слоев. Учтены процессы переноса, гравитационного оседания, горизонтального и вертикального перемешивания, предусмотрена возможность взаимодействия примеси со средой и ее разложение [5].

Разработан метод построения интегральных уравнений в задачах осаждения ЗВ на разнотипные подстилающие поверхности. Выделены два подхода, дающие определенные удобства для теоретических исследований и для построения приближенных решений. Отдельно рассмотрен случай наличия двух типов подстилающих поверхностей в виде полуплоскостей. Эта задача с применением метода факторизации решается точно, и решение можно записать в виде интегралов.

Предложена модель, позволяющая рассчитать при ряде условий наиболее оптимальные в экологическом и экономическом отношении условия эвакуации населения при катастрофах токсического или радиационного характера [4].

На основе полученных результатов разработаны математические модели оценки экологического состояния вблизи промышленного предприятия [6] и эколого-экономические критерии оценки дизайна территорий вблизи предприятий, являющихся источниками загрязнения [3].

Разработан пакет прикладных программ для моделирования процесса переноса и осаждения примеси в случае штатных или катастрофических выбросов загрязняющих веществ. В разработанном комплексе программ учтена слоистая неоднородность атмосферы по высоте и разнотипность подстилающей поверхности. Графическое представление результатов позволяет оценить максимальное значение концентрации и размеры и конфигурацию области, в которой значение концентрации близко к максимальному; границы пораженной территории, в которой значение концентрации превышает ПДК; наиболее безопасные пути эвакуации населения.

Прямолинейные движения сплошной среды не исчерпывают основных ламинарных движений. Важное место имеет конвективное цилиндрической или конусообразной формы движение атмосферных и водных масс, вызываемое, как правило, температурными факторами, в том числе и взрывного происхождения, часто при отсутствии иных составляющих движения атмосферы. Подобные движения свойственны смерчам или торнадо, представляющим вращательное цилиндрическое движение с вертикальным компонентом скорости. Одной из задач исследования, наряду с количественным описанием, является выявление характерных параметров движения атмосферы, которые давали бы достаточно обоснованные количественные характеристики последствий смерча: зон предстоящих оседаний подня-

тых смерчем объектов и степени их интенсивности.

Проведен анализ различных типов катастроф. Предложена классификация и методы регистрации информации о произошедших природных и техногенных катастрофах. Разработана реляционная модель базы данных, позволяющая сохранять информацию о катастрофах, сгруппированных по типам и признакам. На сервере баз данных InterBase реализована база данных, хранящая информацию о происшествиях.

На языке программирования Object Pascal в среде программирования Delphi 4 разработана информационно-поисковая система, реализующая функции отображения и поиска информации о катастрофах, хранящейся в базе данных. С целью избавить пользователя от программирования в среде SQL реализованы регламентные запросы для поиска информации в базе данных. ИПС создана в технологии клиент – сервер, что позволило повысить эффективность выборки и поиска данных.

Построена комплексная гибридная информационная система для анализа и прогнозирования экологических ситуаций на основе методов анализа временных рядов с целью привязки к географическим особенностям местности и использования потенциала существующих средств моделирования, таких, как системы статистического анализа данных и системы имитационного моделирования [2].

Созданы основы геоинформационной модели комплексного экомониторинга для контроля, анализа и прогноза экстремальных природно-хозяйственных ситуаций на территории Краснодарского края, т.е. программного комплекса, объединяющего информационную базу, банк математических моделей природных процессов и антропогенного воздействия с модулем управления сценариями природопользования и системой визуализации результатов. ГИС-модель разрабатывается на базе ГИС-лаборатории (локальная сеть, объединяющая 10 компьютеров Pentium-3, сканеры, дигитайзер, принтеры и др.) с использованием приемного комплекса КОСМОС М1, предназначенного для получения изображений Земли, передаваемых со спутников серий NOAA и «Метеор».

ГИС экомониторинга разрабатывается на персональных компьютерах на базе Intel-процессоров в операционной среде Windows 2000. На файл-сервере должен быть установлен Windows 2000 server, обеспечивающий взаимодействие всех технических средств, объединенных в локальную сеть, а также ее защиту от несанкционированного доступа.

На рабочих компьютерах пользователей должна быть установлена операционная система Windows 2000 Professional, обеспечивающая достаточно высокую производительность при выполнении 32-разрядных приложений. В качестве стандартного программного обеспечения выбраны программные продукты фирмы ESRI: ArcView и ARC/INFO (GISInfo)

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бабешко О.М.* Влияние неоднородности земной поверхности на характер переноса и оседания примеси в атмосфере / О.М.Бабешко, М.В.Зарецкая // Природа. Общество. Человек. 2002. № 1(14).

2. *Грицай В.В.* Прогнозирование экологической ситуации на основе методов анализа временных рядов с применением технологии геоинформационных систем / В.В.Грицай, О.В.Солодухин // Природа. Общество. Человек. 2002. № 1(14).

3. *Евдокимова О.В.* К проблеме эколого-экономической оценки дизайна территорий // Природа. Общество. Человек. 2002. № 1.

4. *Евдокимов С.М.* К проблеме оптимальной эвакуации населения при катастрофах / С.М.Евдокимов, В.А.Бабешко, Р.Вильямс // Природа. Общество. Человек. 2002. № 1.

5. *Зарецкая М.В.* Анализ влияния слоистой неоднородности атмосферы по высоте на характер переноса и оседания загрязняющих веществ // Природа. Общество. Человек. 2002. № 1(14).

6. Математические методы анализа экологического состояния в зоне промышленного предприятия / О.М.Бабешко, М.В.Зарецкая, О.В.Евдокимова, С.М.Евдокимов // Техносферная безопасность: Матер.VII Всерос. науч.-практ. конф. / Ростовский строительный ун-т. Ростов-на-Дону, 2002.

7. Оседание загрязняющих веществ на разнотипные поверхности / О.М.Бабешко, О.В.Евдокимова, С.М.Евдокимов, М.В.Зарецкая // 8-й Всероссийский съезд по теоретической и прикладной механике: Аннотации докл.; УрО РАН. Екатеринбург, 2001.