УДК 519.2:502+338

О.И.Никонов, А.Н.Медведев, М.А.Медведева, С.В.Степанов

Уральский технический университет, г.Екатеринбург

СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ РИСКАМИ ЭКОЛОГИЧЕСКИ НЕГАТИВНЫХ СОБЫТИЙ, АВАРИЙ И КАТАСТРОФ ТЕХНОГЕННОГО ХАРАКТЕРА

Представлена структура системы поддержки принятия решений (СППР) по управлению техногенными экологическими рисками. Основу разрабатываемой СППР составляет программный комплекс, реализующий математические и информационно-аналитические модели экологической динамики индустриального региона и модели возможных природоохранных мероприятий. Рассматриваемый инструмент может быть использован, в частности, для генерации сценариев развития экологической ситуации в условиях недостаточного обеспечения статистическими данными, прогнозирования экологически негативных событий, крупных аварий и катастроф. Одно из возможных направлений использования предлагаемого продукта – его применение в экологическом страховании для совершенствования соответствующей нормативной базы и расчета страховых тарифов.

The structure of Decision Making Support System (DMSS) whose goal is the environmental risk management is presented. The basis of the above - mentioned DMSS is a software package, realizing mathematical and data-analytical simulators of the ecological dynamics of an industrial region and the models of possible environmental protection measures to be undertaken. The means under consideration, in

particular, can be used to simulate environmental situation development scenarios under conditions of lack of statistical data, as well as to forecast environmentally negative events, major accidents and disasters. One of the possibilities to apply this software product is aimed at insuring environmental risks, that results in improving the corresponding standard and legal basis, as well as elaborating the methodology of claim statements to evaluate hazard rate, hazard rating of plants, etc.

Ядром описываемой системы поддержки принятия решений (СППР) является комплекс математических моделей и прикладных компьютерных программ, позволяющий генерировать сценарии развития экологической ситуации индустриального региона и обеспечивать лиц, принимающих решения (ЛПР), адекватными рекомендациями по предотвращению и уменьшению последствий экологически негативных событий. Инструментальные средства, составляющие СППР, можно разделить на три взаимосвязанных блока:

- Инструменты сбора, обработки, хранения и визуализации доступной информации.
- Инструментальные средства математического моделирования экологической динамики.
- Инструменты поддержки принятия решений по выработке практических рекомендаций, направленных на снижение риска экологически негативных событий техногенного характера и уменьшение последствий аварий и катастроф.

Первый блок – информационный, и входными данными для него являются общая статистическая информация по региону, включающая доступную статистику аварий и катастроф с негативными экологическими последствиями, оценки нанесенного и компенсированного ущерба с указанием потенциально опасных производств и объектов, данные экологического мониторинга, а также географическая, метеорологическая и иная информация. Обработанная, подготовленная к визуализации информация, представляется в форме, удобной как для ЛПР, так и для последующего анализа с помощью математических и информационно- аналитических моделей.

Центральным звеном второго блока – блока моделирования – является генератор сценариев экологической динамики региона. Предполагается, что в регионе выделены экологически опасные предприятия и производства, осуществлена их привязка к электронной карте региона. В модуле экспертных оценок обрабатываются мнения экспертов, относящиеся к количественным оценкам вероятностей, времени наступления и масштабу экологически негативных событий по каждому выделенному объекту и спецификации экологических нарушений. Генерацию сценариев экологической динамики обеспечивает программа, реализующая модели экологически негативных событий, основанные на эллиптической аппроксимации зон поражения как от постоянно действующих источников, так и в результате аварий. Результирующим элементом однократного обращения к данной программе является область на электронной карте местности, отвечающая виду и заданному уровню поражения. Собственно генератор сценариев экологической динамики устроен следующим образом. С учетом имеющейся статистики и экспертных оценок на заданном временном интервале с использованием соответствующим образом выбранного датчика случайных чисел генерируются параметры возможных экологически негативных событий. По этим параметрам визуализируются соответствующие эллиптические области, дифференцированные по различным уровням поражения (загрязнения). Многократное повторение данного процесса позволяет получить представление об усредненных характеристиках экологической динамики региона.

Входными параметрами третьего блока СППР служат результаты расчетов, осуществленных с помощью инструментальных средств первых двух блоков.

Описанный выше процесс имитационного моделирования позволяет получить оценки для вероятностных характеристик ущерба от возможных экологических техногенных нарушений. Отметим, что задача пе-

ресчета характеристик состояния природной среды (превышения уровня ПДК, концентрации загрязняющих субстанций и т.п.) в соответствующие денежные эквиваленты сама по себе чрезвычайно сложна и на данном этапе предлагаются лишь простейшие алгоритмы, используемые в рекомендациях по экологическому страхованию. Визуализация и обработка результатов моделирования отчасти восполняет недостаток статистических данных и обеспечивает построение вероятностных прогнозных характеристик экологических параметров территорий, прилегающих к потенциально опасным объектам, и гипотетических функций распределения для величины возможного ущерба. С помощью последних можно, во-первых, выделить наиболее опасные с экологической точки зрения предприятия и территории, а во-вторых, уточнить исходные данные для расчета тарифов экологического страхования.

Разрабатываемым программным комплексом предусмотрен и собственно расчет страховых тарифов. Использование данного инструмента повысит эффективность анализа прогнозов и процесса разработки природоохранных мероприятий, будет способствовать совершенствованию природоохранного законодательства.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Моткин Г.А.* Методология определения тарифных ставок в системе экологического страхования // Экономика и математические методы. 1995. Вып.1.

2. *Никонов О.И.* Инструментальные средства экологического мониторинга и проблемы страхования экологических рисков в индустриальных районах / О.И.Никонов, М.А.Медведева, А.Н.Медведев // Страхование в условиях формирования рыночных отношений: Тезисы 3-й Всерос. науч.-практ. конф. Екатеринбург, 2000.

3. *Ротарь В.И.* Введение в математическую теорию страхования / В.И.Ротарь, В.Е.Бенинг // Обозрение прикладной и промышленной математики. Сер. Финансовая и страховая математика. 1994. Т.1. Вып.5.

4. *Эмбрехтс П.* Актуарный и финансовый подходы к расчетам стоимости в страховании // Обозрение прикладной и промышленной математики. Сер. Финансовая и страховая математика. 1998. Т.5. Вып.1.

5. *Freeman P.K.* Managing environmental risk through insurance / P.K.Freeman, H.Kunreuther // Kluwer Academic Publishers . Boston/Dordrecht/London, 1997.