

го характера // Приволжский научный вестник. – 2012. – № 5(9). – С. 13–15.

3. MapBasic. – URL: <http://map-info.ru/mapinfo.php>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 01.10.2012).

4. ГОСТ Р 51353–99. Геоинформационное картографирование. Методы электронные карт. Состав и содержание. [Введ. 2000–07–01]. – М.: Изд-во стандартов, 2000. – 7 с.

5. Цветков В. И. Геоинформационные системы и технологии. – М.: Финансы и статистика, 1997. – С. 251–252.

M. V. Telegina, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Storage of Spatial Data in the System of Relationship Analysis

The paper presents the basic stages of processing spatial information with different data representation and organization in order to analyze the relationship of spatial data. Features of data storage in application to GIS MapInfo are outlined. The model of knowledge representation is developed which allows determining the required set of parameters, properties and characteristics of spatially distributed data.

Key words: spatial data, database, entities, attributes, analysis of relationship, geographic information system.

УДК 517.711: 658

М. В. Телегина, кандидат технических наук, доцент, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

В. А. Алексеев, доктор технических наук, профессор, Ижевский государственный технический университет имени М. Т. Калашникова

РАСЧЕТ ВЕРОЯТНОСТИ ПОРАЖЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ РЕШЕНИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНОМ ОБЪЕКТЕ

Рассматриваются особенности расчета вероятности поражения персонала и населения при возможной аварийной ситуации на химическом объекте. За основу расчета берутся данные моделирования распространения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, учитываются тип вентиляции, координаты строений, количество работающих в определенный период времени или проживающих.

Приведена схема системы поддержки принятия решений и математические модели пересчета координат зоны поражения и расчета вероятности поражения и формирования решений по обеспечению безопасности.

Ключевые слова: вероятность поражения, химически опасный объект, база аварийных ситуаций, моделирование, расчет.

Опыт последних десятилетий показывает, что создание техносферы с высокими показателями качества среды и безопасным уровнем жизнедеятельности человека – весьма сложная задача. Положениями, определяющими структуру и состояние техносферы, предусматривается, что системы экобиозащиты на технических объектах должны иметь приоритет ввода в эксплуатацию и средства контроля режимов работы. Из всех технических объектов потенциально химически опасные объекты оказывают наибольшее негативное воздействие на окружающую среду.

Химически опасными являются большинство объектов с химической технологией, т. е. объекты, в технологических процессах которых предусматривается использование тех или иных химических веществ и химических превращений. В последнее время основные усилия в промышленно развитых странах, в том числе и Российской Федерации, направлены на создание и совершенствование систем контроля функционирования особо опасных для человека и природной среды объектов.

Для эффективного решения задачи обеспечения безаварийной работы опасных объектов, безопасности

работающего персонала и населения, проживающего в зоне влияния объекта, защиты окружающей среды, попадающей под техногенное влияние предприятий, разрабатываются информационно-управляющие системы комплексной безопасности (ИУСКБ), основанные на данных автоматизированных систем управления технологическим процессом и данных производственного экологического мониторинга [1, 2].

Учеными Ижевского государственного технического университета имени М. Т. Калашникова разработана ИУСКБ потенциально химически опасного объекта, расположенного на территории Удмуртии. На разработанную систему возлагаются функции сбора технологических и метеоданных, предаварийных и аварийных данных с опасных производственных подразделений объекта с целью выполнения требований по защите окружающей среды, персонала предприятия и населения в пределах зон возможного поражения.

Неотъемлемой частью таких систем являются системы поддержки принятия решений (СППР) при возможной аварийной ситуации на объекте. Современные СППР, возникшие как естественное развитие и продолжение управленческих информационных

систем и систем управления базами данных, представляют собой системы, максимально приспособленные к решению задач повседневной управленческой деятельности, являются инструментом, призванным оказать помощь лицам, принимающим решения [3].

Из-за сложности и масштабности возможных последствий аварийных ситуаций не допустимы интуитивные решения, и научные методы, позволяющие заранее оценить последствия каждого решения, становятся наиболее важными, особенно когда воздействие больших концентраций опасного вещества может стать причиной острых отравлений или смерти людей [2].

Для принятия обоснованных и оптимальных решений по обеспечению безопасности персонала и населения во время возможных аварий, связанных

с выбросом в окружающую среду химических веществ, разработана схема взаимодействия систем и подсистем СППР для управления ситуацией в случае возможной аварии. Данная система предназначена для химически опасных объектов (ХОО), где, как правило, всегда имеются системы производственного экологического мониторинга и автоматизированные системы управления производственным процессом. Разрабатываемая система является результатом мультидисциплинарного исследования, включает теории баз данных, искусственного интеллекта, интерактивных компьютерных систем, методов имитационного моделирования.

На приведенной ниже схеме показано взаимодействие подсистем СППР при авариях на химически опасном объекте.

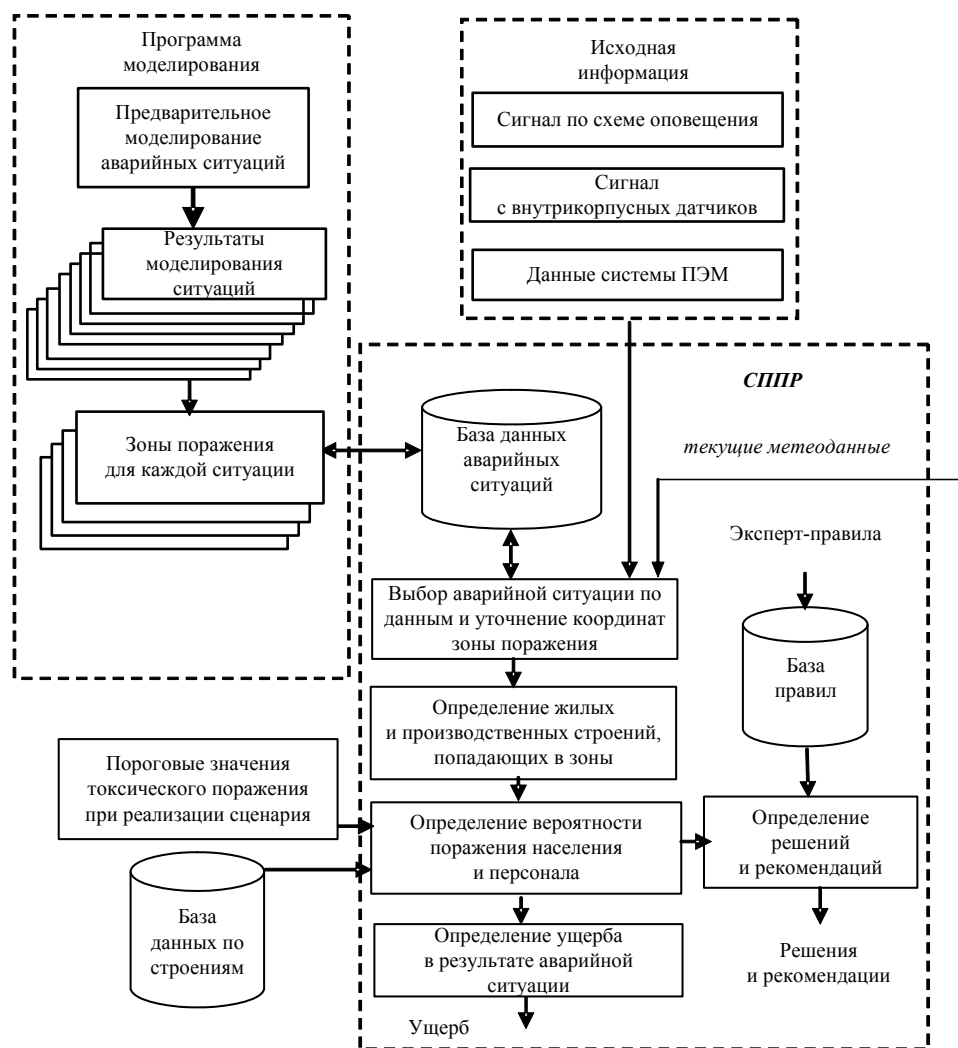


Рис. 1 Схема поддержки принятия решений

Исходная информация поступает в СППР по схеме оповещения, с внутрикорпусных датчиков и датчиков ИУСКБ. Предварительное моделирование аварийных ситуаций проводится в системе ТОКСИ [4] и предусматривает использование готовых сценариев аварийных ситуаций, разработанных в соответствии с декларацией безопасности объекта.

Подсистема моделирования предназначена для расчета поля распределения концентраций отравляющих веществ в атмосферном воздухе на основании следующих данных:

- направление ветра, скорость ветра, класс устойчивости атмосферы, температура воздуха;
- положение источника, тип аварии, вещество;

- продолжительность расчета;
- размеры расчетной зоны и количество расчетных точек.

Результаты моделирования в виде сети значений с дозой ЗВ при каждой ситуации поступают заранее в базу аварийных ситуаций.

Выбор анализируемой аварийной ситуации осуществляется либо из базы аварийных ситуаций, либо по исходным данным: из системы оповещения, с внутрикорпусных датчиков или с датчиков ИУСКБ. Предусмотреть большинство возможных аварийных ситуаций в базе аварийных ситуаций возможно, но все направления ветра, от которых в большей степени зависит направление движения облака как результата выброса загрязняющих веществ, предусмотреть сложно. Зная источник облака загрязняющих веществ, можно в соответствии с текущим направлением ветра, принимая за скорость ветра среднюю его скорость в данном регионе, автоматически пересчитывать координаты зоны поражения.

Математическая модель поворота зоны летального поражения

Входные данные

$WindDirrection$ – направление ветра, выраженное в градусах;

$$P = \{p_x, p_y\}.$$

Выходные данные

$P' = \{p'_x, p'_y\}$ – множество координат точек, образующих полигон после поворота на $WindDirrection$ градусов.

Алгоритм

Задаем центр поворота (источник аварийной ситуации):

$Cx = p_{1x}$, $Cy = p_{1y}$, где cx , cy – координаты центра поворота.

Преобразуем градусы в радианы: $Fi = WindDirrection * \pi / 180$, где Fi – направление ветра, выраженное в радианах.

Поворот всех точек полигона.

Цикл по i от 1 до n

$$P_{ix} = P_{ix} - cx$$

$$P_{iy} = P_{iy} - cy$$

$$Tx = P_{ix}$$

$$P_{ix} = Tx * \cos(fi) + p_{iy} * \sin(fi)$$

$$P_{iy} = -Tx * \sin(fi) + p_{iy} * \cos(fi)$$

$$P_{ix}' = P_{ix} + cx$$

$$P_{iy}' = P_{iy} + cy$$

Конец цикла по i

Риск для здоровья людей обусловлен воздействием веществ и определяется значением средней концентрации в атмосферном воздухе за заданный промежуток времени и/или величиной токсодозы [1, 3]. Для расчета попадания жилых и производственных строений в зону поражения необходимо знать значения порогового и токсического поражения и координаты строений. Кроме координат база данных по строениям содержит: численность населения или персонала в зависимости от времени суток; наличие и тип системы вентиляции [5]. Коор-

динаты в базу данных строений и в систему отображения зоны поражения импортируются из формата ГИС MapInfo.

Решения и рекомендации по обеспечению безопасности населения и персонала объекта определяются исходя из вероятности поражения на основании средних концентраций за анализируемый период времени в каждом конкретном строении (см. рис.).

Значения вероятности поражения анализируются в модуле логического вывода, и на основании базы правил, разработанных экспертами, генерируются принимаемые решения. Уровни вмешательства, при превышении которых следует применять меры защиты, должны быть разработаны заранее, так как во время возможной аварии следует принимать срочные решения и невозможно провести анализ всех этих факторов [1, 3]. Ниже приведена математическая модель расчета вероятности поражения персонала (населения) при возможной аварийной ситуации с учетом типа вентиляции, а также формирования решений по обеспечению безопасности.

Математическая модель расчета вероятности поражения и формирования решений по обеспечению безопасности

Входные данные

$PrVent = \{prvent_i\}$, $i=1..n$, где $prvent_i$ – высота приточной вентиляции i -го строения; n – количество строений;

$VVent = \{vvent_i\}$, где $vvent_i$ – наличие вытяжной вентиляции у i -го строения;

LC_{50} – концентрация, вызывающая гибель 50 % живых существ;

c – концентрация отравляющего вещества в атмосферном воздухе;

t – время экспозиции;

$Rule = \{rule_j\}$, $j=1..13$, где $rule_j$ – правило для j -й вариации вентиляции строения и вероятностей поражения.

Выходные данные

$P = \{p_i\}$, где p_i – вероятность поражения персонала или населения i -го строения,

P – вероятность поражения персонала или населения каждого из строений;

$Actions = \{actions_i\}$, где $actions_i$ – действия по обеспечению безопасности для i -го строения.

Алгоритм

Рассчитываем вероятность поражения персонала и населения [1].

Для всех i от 1 до n

$$Pi = \frac{1}{1 + \left(\frac{LC_{50}}{ci * t} \right)^{4,9613095}}$$

На основании рассчитанных вероятностей, а также информации о строениях формируем список рекомендованных решений по обеспечению безопасности людей каждого строения.

Для всех i от 1 до n :

Если $P_i \in [0.5; 1]$ то

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₁

Если $prvent_i = 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₂

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{ложь}$ то *Actions_i = Rule₃*

Конец если

Если $P_i \in [0.4; 0.5]$ то

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₄

Если $prvent_i = 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₅

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{ложь}$ то *Actions_i = Rule₆*

Конец если

Если $P_i \in [0.2; 0.4]$ то

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₇

Если $prvent_i = 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₈

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{ложь}$ то *Actions_i = Rule₉*

Конец если

Если $P_i \in [0.1; 0.2]$ то

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₁₀

Если $prvent_i = 0$ и $vvent_i = \text{истина}$ то
Actions_i = Rule₁₁

Если $prvent_i > 0$ и $vvent_i = \text{ложь}$ то *Actions_i = Rule₁₂*

Конец если

Если $P_i < 0.1$ то

Actions_i = Rule₁₃

Конец i

База правил (*Rule*) представляет собой перечень действий, принимаемых в зависимости от значений вероятности поражения, и на основании критериев оценки уровня вмешательства, при превышении которых следует применять меры защиты.

Таким образом, впервые при расчете вероятности поражения населения и персонала в случае возможных аварий на химически опасном объекте были учтены не только данные моделирования, но и сделана попытка учесть наличие и тип вентиляции, что при условии предварительного учета этих факторов существенно снизит размер медико-санитарного ущерба.

Разработанная система поддержки принятия решений позволит максимально формализовать процедуры принятия обоснованных и оптимальных решений во время возможных аварий на потенциально химически опасном объекте и может использоваться для поддержки принятия решений при возможных аварийных ситуациях, связанных с химическими отравляющими веществами, в системах экологического мониторинга потенциально опасных объектов.

Библиографические ссылки

1. Комплексная оценка уровня безопасности при уничтожении химического оружия : учеб. пособие / В. П. Капашин, А. В. Толстых, В. Г. Мандыч [и др.]. – Саратов : СВРХБЗ, 2006. – 84 с.
2. Организация системы мониторинга и предупреждения чрезвычайных ситуаций на промышленном предприятии // Альфа PR. – 2008. – № 2(16). – С. 24–34.
3. Телегина М. В., Янников И. М., Габричидзе Т. Г. Методы и алгоритмы оценки воздействия потенциально опасных объектов на окружающую среду : монография. – Самара : Изд-во Самар. НЦ РАН, 2011. – 200 с.
4. Программный комплекс по расчету последствий аварии Токсик+. – URL: <http://safety.ru/toxi>, свободный. Загл. с экрана (дата обращения: 9.11.2011).
5. Телегина М. В. Разработка базы данных населенных пунктов и аварийных ситуаций для системы поддержки принятия решений // Проблемы безопасности и защиты населения и территории от чрезвычайных ситуаций (Безопасность-2011) : Материалы трудов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. – Уфа, 2011. – Т. I. – С. 139–145.

M. V. Telegina, PhD in Engineering, Associate Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

V. A. Alekseev, DSc in Engineering, Professor, Kalashnikov Izhevsk State Technical University

Calculation of Damage Possibility Decision Making on Safety in Accidents at Chemically Hazardous Object

The features of calculating the probability of damage to personnel and the public at a possible emergency situation at a chemical facility are considered. The calculation is based on modeling the data of pollutants in the air, the following parameters are taken into account: ventilation type, location of buildings, number of employees in a certain period of time or the number of living persons. The scheme of the decision support system is given, the mathematical models to recalculate the coordinates of the affected area and calculate the probability of damage and the formation of security solutions are presented.

Key words: probability of damage, chemically dangerous object, the database of accidents, simulation, calculation.