

рии Медведицкой гряды и воды централизованного водоснабжения. Исследования проводились по физико-химическим и радиационным показателям.

Физико-химические показатели в основном соответствуют нормам питьевой воды. Это относится к таким показателям как pH, сухой остаток, хлориды, магний, общая жесткость. Но выявлено и превышение допустимых значений по следующим показателям:

1. Взвешенные вещества: родники –  $2,45 \div 35,7$ ; водопроводная вода –  $0,1(\text{мг/л})$  при норме  $1,5\text{мг/л}$ . 2. Железо общее: родники –  $0,18 \div 0,44$ ; водопроводная вода –  $0,3(\text{мг/л})$  при норме  $0,3\text{мг/л}$ . 3. Кальций получен во всех родниках с одинаковым показателем –  $70,14\text{мг/л}$ ; водопроводная вода –  $40,0(\text{мг/л})$  при норме  $65,0\text{мг/л}$ .

Превышение показателей по взвешенным веществам и железу говорит о том, что родниковую воду перед употреблением следует отстаивать. Кальций немного превышает норму, хотя по показателю общей жесткости, состав которой определяется составляющими магния и кальция - не превышают нормы.

Также были проведены исследования по радиационным показателям. В соответствии с нормами радиационной безопасности по  $\gamma$  - излучению полученная удельная эффективность (Аэфф) естественных радионуклидов (калий-40, радий-226, торий-232), а также цезий-137 во всех родниках не превышают  $30 \text{ Бк/л}$  при норме –  $60 \text{ Бк/л}$  (Беккерель на литр).

При исследовании  $\alpha$  - излучения на наличие радона выявлены следующие сравнительные результаты: родники –  $0,7 \div 1,21(\text{мЗв})$ ; водопроводная вода –  $0, 01(\text{мЗв})$  при норме  $0,1\text{мЗв}$  (миллиЗиверт). Из результатов видно, что концентрация радона в родниках превышает допустимые нормы для питьевой воды в 7 - 12 раз.

Общеизвестно, что основным источником радиоактивного газа радона является земная кора. На долю радона приходится свыше 30% общей радиационной дозы естественных источников радиоактивного излучения, создающих основной радиоактивный фон на Земле. Через трещины и щели в почве радон стремится в свою родную стихию – в воздух, где он разбавляется с другими газами и в конечной концентрации становится безвредным. Но радон относится к газам, которые прекрасно растворяются в воде, поэтому радон легко насыщает родниковые и подземные воды, проходя через них. Радон с данными концентрациями практически безвреден для кожи человека, т.е. с внешней стороны облучения. Радон очень опасен при попадании в организм человека воздушно-капельным путем. Постоянное употребление человеком родниковой воды с повышенным радоносодержанием может быть причиной возникновения рака легких.

Основным доступным способом уменьшения концентрации радона в воде на данный момент является кипячение или принудительное барботирование (аэрация) – пропускание пузырьков воздуха через толщу воды. Можно также пропускать родниковую воду через фильтры на основе активированного угля, которые задерживают до 96 % радона, но такие фильтры очень дороги. За родниковой водой нужен постоянный радиационный контроль, т.к. радон миг-

рирует и в разное время года концентрация радона в воде может быть разной.

## ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ АВАРИЯХ НА ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Соколов Э.М., Панарин В.М.

*Тульский государственный университет,  
Тула*

Современные химические предприятия по роду своей деятельности концентрируют опасности вследствие наличия на площадке предприятий одновременно значительных количеств токсичных, пожаро- и взрывоопасных веществ. О росте потенциальной опасности токсичных веществ можно судить по их удельным величинам смертельных доз на душу населения. Эта величина по аммиаку, хлору, фосгену, синильной кислоте и некоторым другим веществам на сегодня превышает 100 млн. доз. При этом аварийность на химических предприятиях имеет тенденцию к росту масштабов и частоты аварий. Несмотря на постоянное совершенствование технологии производства химических веществ, увеличивается потенциальная опасность возникновения аварий. Согласно статистике фирмы «Доу Кэмикл», за последнее время в США ежедневно происходит 17-18 аварийных ситуаций, связанных с выбросами вредных веществ. Аналогичная ситуация наблюдается и в других странах-производителях химических веществ [1,2].

Безопасная работа химически опасных объектов зависит от многих факторов. Это свойства сырья и готовой продукции, особенности технологического процесса, надежность оборудования, условия хранения и транспортировки опасных веществ, состояние контрольно-измерительных приборов и средств автоматизации, эффективность средств противоаварийной защиты. Кроме того, безопасность производства в значительной степени зависит от уровня организации профилактической работы, подготовленности и практических навыков персонала. Наличие такого количества факторов, от которых зависит безопасность работы химически опасных объектов, делает эту проблему крайне сложной. Изучение и анализ причин крупных аварий, сопровождаемых выбросом сильно действующих ядовитых веществ, свидетельствуют о том, что нельзя исключить возможность возникновения чрезвычайных ситуаций, приводящих к поражению производственного персонала и населения, проживающего вблизи работающих химически опасных объектов.

Любая авария требует комплексных решений и средств для ее скорейшей ликвидации с минимальными потерями и затратами. В этой связи разрабатываемые решения должны предусматривать прогнозирование возможности возникновения аварийных ситуаций. Предупреждение развития аварийных ситуаций является одним из наиболее приоритетных направлений деятельности, направленной на повышение безопасности. Подобная деятельность должна носить комплексный характер и включать ряд характерных задач, в том числе: выявление и мониторинг аварий-

ных ситуаций; информирование и обучение персонала; разработка методов и средств, позволяющих уменьшить риск возникновения аварий.

В то же время современный уровень организации и управления производством выдвигает требования разработки новых подходов к решению задач управления технологическими процессами и производствами на основе новых информационных технологий с учётом возможного ущерба, наносимого природе и человеку.

Для решения этих задач разработана информационно – моделирующая система оценки последствий аварий с выбросами опасных химических веществ. Система предназначена для прогнозирования последствий аварийных выбросов опасных химических веществ в случае аварии на промышленном объекте, а также для обучения персонала путем организации компьютерных игр, моделирующих различные аварийные ситуации.

Информационно – моделирующая система оценки последствий аварий с выбросами опасных химических веществ позволяет охватить и обработать большое количество информации, создавать базы данных, обладает свойствами самообучения.

Работа системы основана на ряде разработанных моделей и методов.

Разработана модель возникновения чрезвычайных ситуаций, основанная на представлении всех химически опасных объектов, находящихся на определенной территории векторными функциями вида:

$$D \vec{a}_i,$$

где  $\vec{a}$  — вектор параметров объекта.

Вектор параметров объекта в общем виде имеет вид

$$\vec{a} = \left\{ \begin{array}{c} f_1(x, \dots, x_n) \\ \dots \\ f_n(x, \dots, x_n) \end{array} \right\}$$

где  $f_1(x, \dots, x_n)$  - функция нескольких переменных.

Функции  $f_1(x, \dots, x_n)$  описывают свойства объекта. Значение свойств объекта рассматривается как в зависимости от времени, так и в зависимости от вероятности возникновения некоторого события.

При этом каждый потенциально опасный объект описывается некоторым набором свойств

$$J\{s_1, s_2, s_3 \dots s_N\},$$

где  $J$  – потенциально опасный объект,

$s_1, s_2, s_3 \dots s_N$  – свойства объекта.

Тогда набор потенциально опасных объектов можно представить в виде матрицы

$$P = \begin{bmatrix} J_{11} & J_{12} & \dots & J_{1n} \\ J_{21} & J_{22} & \dots & J_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ J_{m1} & J_{m2} & \dots & J_{mn} \end{bmatrix}$$

При таком представлении в каждый текущий момент времени состояние потенциально опасного объекта полностью определено в рамках его выбранных свойств.

Выбор набора свойств, описывающих потенциально опасный объект, представляет собой отдельную задачу, связанную с анализом химических, физических, механических и других характеристик объекта. Свойства потенциально опасного объекта изменяются во времени и характеризуют его состояние. Анализ свойств, их сравнение с некоторыми заданными значениями, «рассогласование» свойств может оказаться полезным при прогнозировании возникновения чрезвычайных ситуаций. Непосредственное развитие чрезвычайных ситуаций приводит к изменению свойств объекта, по которым возможна оценка этого развития. На свойства потенциально опасного объекта возможно воздействие других объектов, в частности объектов предназначенных для ликвидации последствий чрезвычайных ситуаций. Нахождение свойств потенциально опасного объекта в каждый текущий момент времени позволяет проводить компьютерное моделирование протекающих процессов.

Информационно – моделирующая система оценки последствий аварий с выбросами опасных химических веществ реализует модель разлива сильнодействующих ядовитых веществ. Эта модель позволяет прогнозировать величину глубины зоны заражения на химическом предприятии, оценивать уровень опасности для человека и последствия заражения. Оценка зон заражения осуществляется по моделям распространения вредных веществ в зависимости от метеоусловий.

Разработана модель взаимодействия различных сил, участвующих в ликвидации, которая также реализована в информационно – моделирующей системе оценки последствий аварий с выбросами опасных химических веществ.

Согласно разработанной модели взаимодействие объектов между собой описывается матрицей взаимодействий. При этом изменение свойств одного объекта будет вызывать изменение свойств другого. Матрица взаимодействий имеет следующий вид:

$$\Phi = \begin{bmatrix} m_{11} & \dots & m_{2i} & \dots & m_{ni} \\ m_{21} & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ m_{j1} & \dots & m_{ji} & \dots & m_{jn} \\ m_{j1} & \dots & m_{jn} & \dots & m_{nn} \end{bmatrix}$$

Здесь  $m_{ij}$  – элемент, показывающий есть ли связь между объектами или нет.

Связь может осуществляться по нескольким параметрам, как временным так и вероятностным. Это особенно актуально при исследовании процессов развития чрезвычайных ситуаций. Установление новых закономерностей и разработка математического описания процессов развития чрезвычайных ситуаций с точки зрения их дальнейшей компьютерной реализации для моделирования и исследования процессов возникновения, развития, протекания и ликвидации

чрезвычайных ситуаций позволит в реальном времени отслеживать события и принимать оптимальные решения.

Аналогичным образом представляются все другие объекты, взаимодействующие или попадающие под действие потенциально опасного объекта. Объекты, попадающие в зону действия потенциально опасного объекта, характеризуются своим набором свойств

$$Z\{s_1, s_2, s_3 \dots s_N\},$$

где  $Z$  – объект,

$s_1, s_2, s_3 \dots s_N$  — свойства объекта, попадающие в зону действия потенциально опасного объекта.

Состав объектов, попадающих в зону действия потенциально опасных объектов, определяется матрицей

$$Z = \begin{bmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \dots & Z_{1n} \\ Z_{21} & Z_{22} & \dots & Z_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Z_{m1} & Z_{m2} & \dots & Z_{mn} \end{bmatrix}.$$

Таким же образом представляются объекты, предназначенные для уменьшения последствий чрезвычайных ситуаций и их ликвидации. Эти объекты также характеризуются своим набором свойств

$$L\{s_1, s_2, s_3 \dots s_N\},$$

где  $L$  – объект,

$s_1, s_2, s_3 \dots s_N$  – свойства объекта, предназначенного для уменьшения последствий чрезвычайных ситуаций и их ликвидации.

Состав таких объектов так же определяется матрицей

$$L = \begin{bmatrix} L_{11} & L_{12} & \dots & L_{1n} \\ L_{21} & L_{22} & \dots & L_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ L_{m1} & L_{m2} & \dots & L_{mn} \end{bmatrix}.$$

Особенностью представления всех приведенных объектов является общее множество свойств. При этом под свойством понимается функциональная зависимость или число, причем если определенное свойство не присуще какому либо объекту, то оно принимается равным нулю.

Исследование во времени взаимодействия свойств потенциально опасных объектов, а также объектов, попадающих в зону их действия и объектов, предназначенные для уменьшения последствий чрезвычайных ситуаций и их ликвидации позволяет моделировать процессы возникновения, развития, протекания и ликвидации чрезвычайных ситуаций в реальном времени, отслеживать события и принимать оптимальные решения. Для этого достаточно исследовать взаимодействие свойств в матрицах  $P$ ,  $Z$  и  $L$ .

При таком представлении взаимодействия свойств в матрицах  $P$ ,  $Z$  и  $L$  для протекающей чрезвычайной ситуации можно составить некоторую целевую функцию  $G$ , оптимизация которой направлена на уменьшение человеческих потерь.

В состав системы оценки последствий аварий с выбросами опасных химических веществ входят программные модули, реализующие разработанные мо-

дели и методы. Результаты моделирования представляются пользователю системы в графической или табличной форме. Структура комплекса является открытой и допускает добавление новых программных модулей. Комплекс программ реализован в виде Windows-приложений в среде AUTOCAD Map 2000 i.

Применение информационно – моделирующей системы на химических предприятиях позволяет моделировать возможные аварийные ситуации от локальных до крупномасштабных, охватывающих как территорию самого предприятия, так и прилегающие жилые территории. Организация компьютерных игр позволяет оценить действия персонала предприятия в экстремальных ситуациях, повысить квалификацию работников, а так же уточнить рекомендации по ликвидации аварий и снижению возможных потерь. Кроме того, применение системы позволяет выработать правила поведения населения на прилегающих территориях с целью снижения человеческих потерь. Все это обеспечивает повышение безопасности при авариях на химических предприятиях.

В настоящее время информационно – моделирующая система проходит апробацию в Главном управлении по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Тульской области.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О состоянии о об охране окружающей среды Российской Федерации в 2002 году. Государственный доклад МПР. М.: 2003. 479 с.
2. Миргородский В. А. Чрезвычайные ситуации при выбросах токсичных веществ// Мир и безопас.. 2000, N2, с. 29-3.
3. Соколов Э.М., Мелихова Н.И., Качурин Н.М., Гречишкин В.А., Чекмазов Г.Ю. Техногенное загрязнение природной среды, Ч.1 и Ч.2. // ТППО, - Тула, 1998.
4. Панарин В.М., Котлеревская Л.В., Максимова А.С. Информационно-моделирующая система развития чрезвычайных ситуаций на базе AutoCAD Map 2000i//Проблемы создания экологически рациональных и ресурсосберегающих технологий добычи полезных ископаемых и переработки отходов горного производства/Материалы 2-ой Международной конференции по проблемам рационального природопользования. – Тула, 2002. – с.483-484.

#### ПРОБЛЕМЫ РАЗМЕЩЕНИЯ ПОЛИГОНОВ ДЛЯ УТИЛИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОТХОДОВ В ИНДУСТРИАЛЬНОМ ГОРОДЕ

Степанов Е.Г., Салимова Ф.А., Шафиков М.А.,  
Парахин А.А., Мулдашева Н.А.\*

*Центр Госсанэпиднадзора в г. Салавате, \*Центр  
Госсанэпиднадзора № 20 Федерального управления  
медико-биологических и экстремальных  
проблем при Минздраве России,  
Салават*

В настоящее время взаимодействие организма и окружающей среды осуществляется столь быстрыми темпами, что и природа, и человек не успевают взаимно адаптироваться; отсюда и нарушение экологи-