УДК 519.68:658.345.3

Н.П.Тарасова, А.Ф.Егоров, Т.В.Савицкая,
Ю.В.Сметанников, С.П.Дударов, Е.В.Варнавский

Российский химико-технологический университет им. Д.И.Менделеева, г. Москва

СОЗДАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ХИМИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ В УСЛОВИЯХ РИСКА

Для анализа и оперативной оценки чрезвычайных ситуаций и управления безопасностью химических производств разработана функциональная структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений (СППР). Рассмотрены механизмы функционирования СППР в интегрированных автоматизированных системах управления безопасностью химических производств при возникновении и развитии аварийных ситуаций. Предложена структура распределенной базы данных интеллектуальной СППР. Разработаны модели, методики, алгоритмы и комплексы программных средств для анали-

за опасностей, оценки риска и прогнозирования последствий аварий на предприятиях химической промышленности. Разработаны алгоритмы анализа, оперативной оценки и выдачи рекомендаций лицу, принимающему решение, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на химических предприятиях с использованием СППР.

For the analysis and operative estimation of emergencies and for safety management of production of chemicals the functional structure of the intelligence system of decision making support has been worked out (DMSS). The mechanisms of DMSS operation in integrated automated systems of safety management of the production of chemicals in case of emergence and development of accidents are submitted for consideration. The structure of organized database of intellectual DMSS is proposed. The models, techniques, algorithms and software systems for the analysis, risk estimation and forecasting aftereffects of accidents in chemical industries have been worked out. The algorithms of analysis, operative evaluation and output of recommendations to a person making decisions in case of emergencies at chemical enterprises with the use of DMSS have also been worked out.

В соответствии с проектом «Разработка интеллектуальных компьютерных систем поддержки принятия решений для анализа и оперативной оценки чрезвычайных ситуаций на предприятиях химической и смежных отраслей промышленности» в 2001 г. на основе научно-методологического подхода к решению проблемы, использующего новые информационные технологии, был проведен системный анализ химических производств как источников техногенной и экологической опасности по следующим направлениям:

- разработка методики анализа и оценки производственных опасностей и риска с учетом специфических особенностей возникновения и развития аварий на крупнотоннажных непрерывно действующих химических производствах, малотоннажных периодических химических производствах и технологическом оборудовании, расположенном на территориях промышленных предприятий;
- разработка модели оценки риска и моделирование типовых сценариев возникновения и развития аварий на химически опасных объектах [1];
- обоснование необходимости создания систем поддержки принятия решений для анализа и оперативной оценки чрезвычайных ситуаций и управления безопасностью химических производств в условиях риска с использованием новых информационных технологий.

В 2002 г. в ходе работ по созданию интеллектуальной компьютерной системы поддержки принятия решений по управлению безопасностью химических производств в условиях риска предложена функциональная структура интеллектуальной системы поддержки принятия решений для анализа и оперативной оценки чрезвычайных ситуаций и управления безопасностью химических производств в условиях риска. Данная СППР является функциональной составляющей системы поддержки принятия решений интегрированной автоматизированной системы управления (ИАСУ) безопасностью химических производств, функциональная структура которой предложена авторами в работах [2, 3].

СППР предназначена для анализа и оперативной обработки информации и принятия решений по управлению безопасностью химико-технологических процессов и производств при возникших в системе отклонениях, отказах, плановых и незапланированных остановах, ремонтах, пусках, переналадках, производственных и организационных нарушениях, приводящих к возникновению и развитию аварийных ситуаций.

Решения по управлению безопасностью химических производств должны быть направлены на недопущение и предотвращение аварийных ситуаций, связанных с производственными отказами; на предотвращение цепного развития аварии с нанесением экономического, экологического и социального видов риска; на уменьшение масштабов и направлений распространения физических полей воздействий от аварии в окружающее пространство.

Большинство решений, связанных с оперативным анализом и оценкой опасностей в чрезвычайных ситуациях на химически опасных объектах принимаются в условиях неопределенности. Разработанная система поддержки принятия решений является ситуационной советующей системой, позволяющей лицу, принимающему решения, оперативно и адекватно реагировать на сложившуюся ситуацию и принимать правильные решения по управлению безопасностью химических производств.

Функциональная структура СППР состоит из двух подсистем: информационно-моделирующей и управляющей. Первая включает базы данных вычислительных экспериментов, моделирующий блок, предназначенный для оперативного моделирования (прогнозирования) состояния опасного промышленного объекта, блок стандартных методов (методик), алгоритмов, программ и блок анализа и сравнения результатов. Кроме того, в подсистеме используются единые информационные ресурсы интегрированной автоматизированной системы управления безопасностью химических производств, организованные в виде распределенных баз данных. Разрабатываемые и включаемые в комплексы программных средств СППР модели и методики должны адекватно описывать физические основы происходящих при возникновении и развитии аварий событий.

Вторая – управляющая – подсистема объединяет экспертные системы, предназначенные для управления на различных уровнях иерархии. Базы данных экспертных систем формируются в зависимости от их функционального назначения, а базы знаний содержат модели и алгоритмы принятия решений по управлению объектом: химико-технологическим процессом, химико-технологической системой и химическим производством в целом.

Компьютерные системы поддержки принятия решений по управлению безопасностью химических производств опираются, главным образом, на знания экспертов в данной предметной области и на накопленный в результате анализа аварий на производстве и компьютерного моделирования ситуаций опыт.

Нами разработана и программно реализована структура распределенной базы данных интеллектуальной СППР для анализа и оперативной оценки чрезвычайных ситуаций на предприятиях химической и смежных отраслей промышленности. База данных формируется на основании технологических регламентов промышленных производств, справочной информации и представляет собой совокупность связанных между собой таблиц со следующей информацией: о предприятиях, установках и оборудовании химических производств; опасных веществах и их физико-химических, теплофизических свойствах и классах опасности; о возможных технологических и организационно-технических отказах, причинах и способах их устранения; о возможных аварийных ситуациях и сценариях их развития.

Базы данных вычислительных экспериментов (ВЭ) информационно-моделирующей подсистемы СППР формируются на основе результатов компьютерного моделирования, проведенного с использованием разработанных моделей и алгоритмов анализа и оценки риска и комплекса программных средств для различных причин возникновения производственных отказов и аварийных ситуаций на установках и оборудовании химических производств и различных сценариях их развития.

Базы данных ВЭ содержат результаты расчетов, проводимых в подсистеме анализа производственных опасностей и АСУ безопасностью химических производств [3].

Базы данных включают следующие сведения о каждом предприятии, цехе, установке:

- результаты вероятностной оценки риска по каждому сценарию развития аварийной ситуации;
- результаты оценок границ области приемлемых уровней для всех видов риска и различных значениях вероятностей возникновения отказов, аварийных ситуаций, факторов рисков;

• результаты расчетов всех видов ущербов в натуральном выражении по существующим методикам оценки последствий аварий на опасных химических объектах;

• стоимостные оценки возможных (для проектируемых производств) и фактических (по результатам эксплуатации действующих производств) ущербов.

Кроме того, к базам данных ВЭ следует отнести базы данных по известным авариям на производствах и оценкам фактических ущербов этих аварий (на основе литературных и статистических отраслевых данных).

Таким образом, информационно-моделирующая подсистема является информационным хранилищем данных по возможным негативным последствиям отказов и аварийных ситуаций на технологических установках и оборудовании. Предложен алгоритм анализа, оперативной оценки и выдачи рекомендаций лицу, принимающему решения, в случае возникновения чрезвычайных ситуаций на химических предприятиях с использованием СППР.

Разработанная в ходе настоящих исследований интеллектуальная система поддержки принятия решений по управлению безопасностью химических производств в условиях риска представляет собой прототип ситуационной советующей системы. Ее структура открыта и может расширяться путем включения в нее программных модулей, реализующих различные модели и методики анализа и оценки чрезвычайных ситуаций на опасных промышленных объектах. Предложенная интеллектуальная СППР может быть интегрирована в автоматизированные системы управления безопасностью промышленных производств, использоваться (в зависимости от класса решаемых задач) для оперативного управления безопасностью или как обучающая система для подготовки специалистов различного уровня.

Дальнейшее развитие научных исследований должно быть направлено на создание информационно-моделирующих и информационно-управляющих систем для идентификации опасностей, анализа риска, прогнозирования тяжести последствий аварий для человека и окружающей среды и управления безопасностью химических производств. Для этого должны быть разработаны модели и методики количественной оценки негативных воздействий источников химической опасности различной природы на человека и окружающую среду; методики прогнозирования экологических и социальных последствий аварий на химически опасных объектах и соответствующие комплексы программных средств.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Егоров А.Ф.* Системный анализ, оценка риска и управление безопасностью производств химической и смежных отраслей промышленности / А.Ф.Егоров, Т.В.Савицкая // Химическая технология. 2002. № 10. С.14-22.

2. *Егоров А.Ф.* Интеллектуальная система поддержки принятия решений для управления безопасностью химических производств / А.Ф.Егоров, Т.В.Савицкая, А.А.Алексеева // Математические методы в технике и технологиях: Сб. трудов Междунар. науч. конф. / Смоленский филиал Московского энергетического ин-та. Смоленск, 2001. Т.2. С.189-191.

3. *Егоров А.Ф.* Система управления безопасностью химических производств / А.Ф.Егоров, Т.В.Савицкая, В.Н.Богатиков // Проблемы охраны окружающей среды и природных ресурсов / ВИНИТИ. 2000. № 12. С.96-110.